

## 14 Klimaat

### 14.1 Methodologie

#### 14.1.1 Afbakening studiegebied

In het Hoofdstuk Klimaat wordt zowel het aspect klimaatimpact (koolstofbalans; impact project op klimaatverandering) als het aspect klimaatadaptatie (impact klimaatverandering op project) bestudeerd.

Het klimaat is een globaal gegeven en de afbakening van een studiegebied is dan ook niet evident:

- Voor het aspect klimaatimpact wordt het studiegebied afgebakend op globaal niveau;
- Voor het aspect klimaatadaptatie wordt het studiegebied afgebakend als het projectgebied en zijn ruimere omgeving, begrensd door de Schelde ten westen, het Kanaaldok ten oosten, en door de bedrijven ten noorden en ten zuiden.

#### 14.1.2 Beschrijving referentiesituatie

In eerste instantie wordt een overzicht gegeven van de beschikbare klimaatscenario's voor Vlaanderen in de referentiesituatie. Op basis van deze klimaatscenario's, worden de verwachte klimaatveranderingen voor deze contreien geschetst. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van het Europees en Vlaams klimaatbeleid. Dit omdat er bij de effectbeschrijving vervolgens wordt getoetst aan het vermelde beleid als actueel na te streven referentie.

#### 14.1.3 Effectbeschrijving en effectbeoordeling

Er is heden geen richtlijnenboek, geen beoordelingskader en evenmin zijn er concrete beoordelingscriteria voor de discipline Klimaat in MER's, waardoor er als dusdanig geen significantieniveau kan worden toegekend aan de beschouwde effectgroepen. De handleiding klimaat wordt evenwel maximaal toegepast/gevolgd. De effectgroepen worden getoetst aan het Europees, federaal en Vlaams beleid inzake klimaat.

De relevante regelgeving omtrent de effectbeoordeling is terug te vinden in het Decreet Algemene Bepalingen Milieubeleid (DABM), meer bepaald in artikel 4.3.1 en bijlage IIbis bij het DABM.

##### 14.1.3.1 Aanlegfase

Daar de aanlegfase reeds gedeeltelijk uitgevoerd is (zie planning in paragraaf 3.1 en 3.2), geven we hieronder, waar zinvol, aan welke zaken reeds uitgevoerd of gerealiseerd zijn. Voor de beoordeling binnen het hoofdstuk klimaat wordt echter het volledige project opgenomen. In het kader van de aanlegfase, met name de werken van terreinvoorbereiding en de werken van constructie, zal voor volgende effectgroepen een koolstofbalans worden opgesteld:

Emissies wijziging in landgebruik (reeds uitgevoerd in 2022-2023): verwijderen van vegetatie, afgraven van de bovenste bodemlaag en boscompensatie: de hoeveelheid koolstof die opgeslagen is in de biomassa en in de bodem, de CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van het projectgebied in zijn huidige toestand en de CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van de juridisch verplichte boscompensatie, werden becijferd in een koolstofbalans.

Emissies houtafvoer en af- en aanvoer grond (reeds uitgevoerd in 2022-2023): op basis van de geschatte verkeersgeneratie, de afvoertrajecten en de vervoersmiddelen werd een inschatting gemaakt van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van dit transport.

- Emissies werfactiviteiten (reeds opgestart maar nog niet afgewerkt): kwantitatieve berekening van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het brandstofverbruik van de werfmachines, het transport van materialen en het woon-werkverkeer van werfpersoneel. De verwarming van de werfketens wordt geacht een verwaarloosbare bijdrage te hebben op de koolstofbalans van de aanlegfase en wordt daarom niet afzonderlijk begroot.

- Emissies materialengebruik – de winning en productie van bouwmaterialen genereren een milieu-impact. De CO<sub>2</sub>-emissies zullen worden begroot met de emissiefactoren die terug te vinden zijn in beschikbare literatuur, op basis van een inschatting van de hoeveelheden van beton en staal, die als belangrijkste bronnen van broeikasgasemissies worden beschouwd voor de bouw van Project One.

### 14.1.3.2 Exploitatiefase

Voor de effectbespreking van de exploitatiefase van de ECR en ondersteunende infrastructuur zullen de volgende effectgroepen besproken worden:

- Koolstofbalans:
  - Procesgerelateerde emissies van de ECR en ondersteunende infrastructuur:
    - Koolstofbalans voor toets aan EU-ETS benchmark (European Emissions Trading System of EU-ETS):
      - Voor de procesgerelateerde CO<sub>2</sub>-equivalente emissies en de toets aan de EU-ETS product benchmark, wordt gebruik gemaakt van de berekende koolstofbalans. Voor de energiebesparende maatregelen die toegepast worden in de industriële installaties van Project One, wordt gebruik gemaakt van energiestudies uitgevoerd door IOB en PDC. De impact van Project One op de aanscherping van de EU-ETS benchmark wordt getoond. Ook wordt berekend wat de mogelijke impact is van Project One op de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers.
    - Reductie van emissies door import groene stroom:
      - De aankoop van groene stroom betekent een eliminatie van de emissies gepaard met de import (aankoop) van elektriciteit. De impact op de koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur wordt getoond.
    - Toekomstperspectieven: INEOS-groep heeft zich verbonden tot het behalen van de EU klimaat- en energiedoelstellingen voor 2050 en de netto CO<sub>2</sub>-emissies tot nul te herleiden. Project One is ontworpen met het oog op *net zero* CO<sub>2</sub>emissies en beoogt de eerste CO<sub>2</sub> neutrale kraker te zijn in Europa die een rol zal kunnen spelen in de duurzame industriële toekomst van Antwerpen. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is dit traject af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker. Voor elk van de toekomstperspectieven wordt de impact op de koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur en de bijhorende technologie- en ruimtevereisten besproken:
      - Post-combustion reductie van directe emissies door CO<sub>2</sub>-captatie: de bespreking van de impact op de koolstofbalans gebeurt op basis van een energiestudie uitgevoerd door PDC.
      - Pre-combustion reductie van directe emissies door 100%-groen en / of blauw H<sub>2</sub>-gehalte in stookgas.
      - Pre-combustion reductie van directe emissies door gedeeltelijke groene elektrificatie van de fornuizen in combinatie met 100% groen en / of blauw H<sub>2</sub>-gehalte in stookgas.
  - Emissies administratief gebouw: de bronnen van CO<sub>2</sub>-emissies van het administratief gebouw worden beschreven aan de hand van een uitgevoerde energiestudie door het architectenbureau.
  - Emissies woon-werkverkeer werknemers van Project One, transport grondstoffen en producten van Project One: kwalitatieve beschrijving van de bronnen van CO<sub>2</sub>-uitstoot en waar relevant en mogelijk een kwantitatieve berekening van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Klimaatadaptatie:
  - Wateroverlast, watervoorzieningen, klimaatrobuustheid industriële installaties en hittestress: de gevolgen van de klimaatverandering kunnen een effect hebben op het projectgebied zelf. Deze effecten zullen (semi-)kwantitatief beschreven worden, onder meer op basis van het kaart- en cijfermateriaal op het Klimaatportaal Vlaanderen van VMM, de waterbalans voor het project en de oppervlakte verhardingen in het projectgebied.

### 14.1.3.3 Life Cycle Thinking

In het klimaathoofdstuk wordt Life Cycle Thinking toegepast op Project One, met focus op het gebruik van grondstoffen en producten, op- en afwaarts van Project One. Project One zal ethyleen op de markt brengen. Een project-MER, zoals Europees en Vlaams bepaald, handelt over de effecten van een project en niet over deze van een product. De emissies ten gevolge van het gebruik van grondstoffen en producten op- en afwaarts van het project dienen derhalve niet in een MER te worden geanalyseerd.

In het klimaathoofdstuk wordt evenwel verder gegaan dan hetgeen vereist is op basis van de relevante regelgeving. Er wordt gekozen om Life Cycle Thinking toe te passen. Aangezien Project One ethyleen op de markt zal brengen, wordt in het hoofdstuk van Life Cycle Thinking, de klimaateffecten die optreden gedurende de levenscyclus van het eindproduct ethyleen – opwaarts en afwaarts van Project One – besproken op een kwantitatieve manier. Het toepassen van Life Cycle Thinking is waardevol, gezien productie en consumptie elkaar beïnvloeden door de realiteit van complexe aan elkaar gelinkte waardeketens.

Het doel van dit hoofdstuk (§ 14.5) is om de belangrijkste broeikasgasemissies van het eindproduct in de volledige levenscyclus aan te geven, en te duiden waar zich de belangrijkste uitdagingen bevinden op vlak van efficiënt gebruik van grondstoffen en producten, in lijn met het Europees en Vlaams klimaatbeleid.

## 14.2 Referentiesituatie

### 14.2.1 Klimaatscenario's en verwachte klimaatveranderingen

#### 14.2.1.1 Klimaatscenario's en onzekerheden<sup>133</sup>

De klimaatscenario's voor Vlaanderen zijn gebaseerd op berekeningen uit:

- wereldwijde klimaatmodellen
- regionale (Europese) en lokale (Belgische) klimaatmodellen
- meerdere mondiale RCP-scenario's

RCP staat voor Representative Concentration Pathways. Deze scenario's houden rekening met de verschillende ambitieniveaus van het mondiale klimaatbeleid. Zo zijn er scenario's waarbij men uitgaat van weinig maatregelen en weinig technologische doorbraken tot scenario's met een zeer ambitieus klimaatbeleid. In Vlaanderen wordt gewerkt met drie varianten – een laag (L), midden (M) en hoog scenario (H) – om de bestaande onzekerheden in de klimaatmodellen en RCP-scenario's zo goed mogelijk te omvatten.

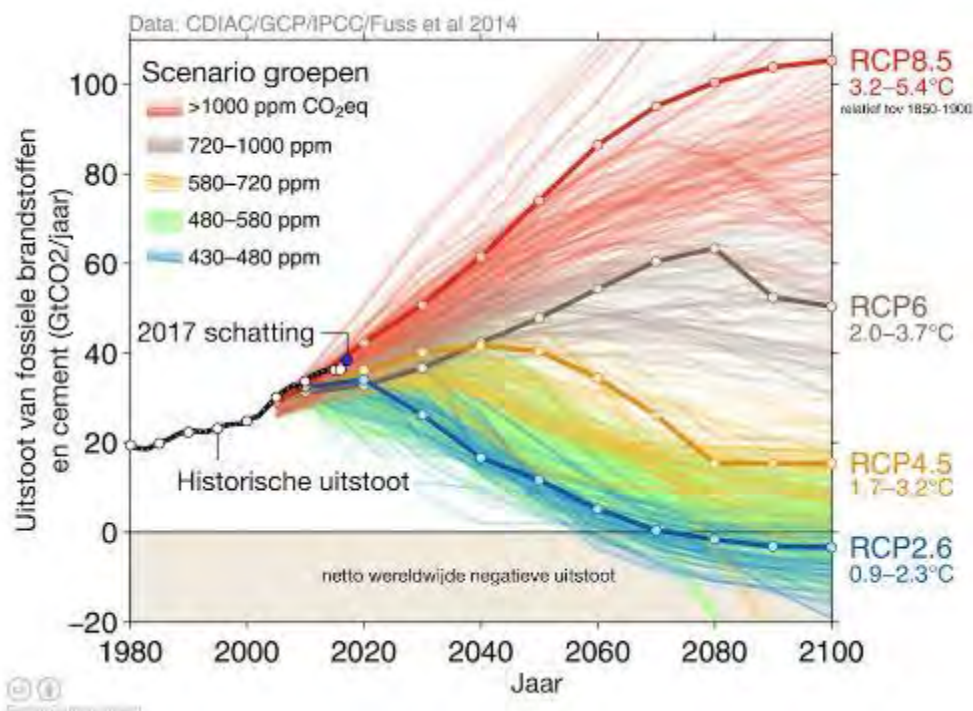
Wanneer we alle huidig beschikbare klimaatmodelresultaten die relevant zijn voor Vlaanderen op een rij zetten, komt het hoog-impactscenario overeen met de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval berekend op basis van het ganse bereik aan klimaatmodelprojecties voor België: 95% van die resultaten geven een lagere inschatting van klimaatverandering en 5% een nog hogere. Het gehanteerde hoog-impactscenario komt overeen met het internationaal gehanteerde RCP8.5 broeikasgasscenario. De lage variant geeft de ondergrens aan van het 95%-betrouwbaarheidsinterval en schetst een optimistische klimaatprojectie. Het midden klimaatscenario komt overeen met de mediaan (of de middelste) van alle klimaatmodelprojecties.

Het hoog-impact klimaatscenario betreft een 'business-as-usual'-scenario inzake wereldwijde uitstoot en concentraties aan broeikasgassen, waarbij het huidige uitstootpad blijft aanhouden en de mens er niet in slaagt de komende decennia de weg naar een mondiale, koolstofarme economie in te slaan.

Het hoog-impactscenario houdt rekening met een wereldwijd gemiddelde temperatuurstijging tussen de 3,2 en 5,4 °C tegen 2100, ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. De werkelijke klimaatverandering zal met hoge waarschijnlijkheid gelegen zijn tussen het huidige klimaat en wat het hoog-impactscenario aangeeft. Dat kan nu al gezien worden in de evoluties en zal zich de komende decennia geleidelijk aan verderzetten.

---

<sup>133</sup> Bron: Klimaatportaal VMM



Figuur 14-1: CO<sub>2</sub>-uitstoot volgens de RCP-scenario's (kleuren) en de werkelijke uitstoot (zwart) (Bron: Klimaatportaal VMM)

Wat uiteindelijk het effectieve klimaat zal zijn in 2100 is sterk afhankelijk van de mondiale uitstoot aan broeikasgassen in de komende decennia. Inspanningen wereldwijd hebben hier een sterke invloed op. Maar wanneer Vlaanderen wil anticiperen op de mogelijke klimaatverandering, biedt het hoog-impactscenario – dat niet langer uit te sluiten is – een goed referentiekader om onze regio meer weerbaar en klimaatbestendig te maken.

#### 14.2.1.2 Verwachte klimaatveranderingen<sup>134</sup>

Om de specifieke kwetsbaarheid van Project One ten aanzien van klimaatwijzigingen te kunnen inschatten, wordt hieronder een overzicht gegeven van de verwachte klimaatveranderingen in Vlaanderen, dit op basis van de verschillende klimaatscenario's voor Vlaanderen alsook voor België:

- Een warmer klimaat: alle vooruitzichten van VMM (2015) tonen een stijging van zowel de jaargemiddelde temperatuur (van +0,3°C (L) tot +3,6°C (H) tegen 2050 t.o.v. het jaar 2000) als de seizoenstemperaturen (van 0,4°C (L) tot +3,1°C (H) in de winter en van +0,1°C (L) tot +4,5°C (H) in de zomer tegen 2050 t.o.v. het jaar 2000);
- Verandering seizoensgebonden neerslag: een verandering van -26% (L) tot +9% (H) in 2050 in de zomer t.o.v. het jaar 2000 en een verandering van -0,6% (L) tot +19% (H) in 2050 in de winter t.o.v. het jaar 2000;
- Meer periodes van intense regen in de winter en zware onweersbuien in de zomer, waardoor het risico op overstromingen toeneemt;
- Vaker hittegolven in de zomer;
- Lagere rivierdebieten in de zomer door de afnemende zomerneerslag gecombineerd met een grotere verdamping, waardoor risico's op watertekorten ontstaan. Doorrekeningen van de klimaatscenario's voor Vlaanderen wijzen voor alle bestudeerde stroomgebieden op een toekomstige daling van de laagwaterafvoer langs de waterlopen;
- Naast de wijzigende overstromingsrisico's zullen de veranderende waterhoogte langs de kust enerzijds, en de veranderende bovendebieten anderzijds, tot veranderingen leiden in de zoutconcentraties en ook van de grens tussen zout en zoet water. Zowel langs de kust als in het binnenland kan dit leiden tot veranderingen in de

<sup>134</sup> Bronnen: klimaat.be en MIRA Klimaatrapport 2015 VMM

habitats. Er worden ook fysiologische effecten voor bepaalde dier- en plantengroepen verwacht die op hun beurt gevolgen kunnen hebben voor de voedselketen van ecosystemen;

- Een verwachte stijging van het zeeniveau aan de Belgische kust;
- De zeespiegelstijging en de verhoging van de stormopzet verhogen niet enkel de overstromingsrisico's langs de Belgische kust, maar ook de risico's langs de rivieren die verbonden zijn met de Noordzee. Dit is o.a. het geval langs het Schelde-estuarium, waarlangs het projectgebied gelegen is. De overstromingscondities in dergelijke gebieden worden bovendien bepaald door een samenspel van de randvoorwaarden in de op- en afwaartse gebieden. Vooral bij sterke noordwestenwind kan een extreme stormopzet voorkomen in combinatie met hevige neerslag in het binnenland, wat tot nog sterkere toenames van de waterhoogtes en de overstromende debieten kan leiden.

Voor België stelde het KMI het rapport 'Klimaatrapport 2020: van klimaatinformatie tot klimaatdiensten' op als update van het voorafgaande rapport 'Oog voor het klimaat'-rapport van 2015. In dit rapport werden ook de verschillende parameters bekeken en hun effect op het klimaat in België. De veranderingen voor de verschillende parameters worden uitgedrukt t.o.v. van een 30-jarige historische periode (1961-1990 voor temperatuur, en 1976-2005 voor de andere parameters). De cijfers van dit rapport zijn in lijn met de berekeningen van de VMM (2015), zoals onder andere:

- Afhankelijk van het scenario stijgt de gemiddelde temperatuur voor België met 0,7°C tot 5,0°C met voornamelijk een toename van de gemiddelde temperatuur in de winterperiode;
- Op vlak van neerslag wordt verwacht dat de winters aanmerkelijk natter zullen worden;
- In de 2<sup>e</sup> helft van de eeuw wordt er minimaal 1 hittegolf per zomer verwacht (ongeacht de ligging in landelijk, voorstedelijk of stedelijk gebied) met in het RCP8.5-scenario in het centrum van Brussel tegen 2100:
  - 3 maal meer hittegolven;
  - 2 maal zo intense hittegolven;
  - 50% langer durende hittegolven.

## 14.2.2 Europees, Federaal en Vlaams klimaatbeleid

Het Europees en Vlaams klimaatbeleid is toegespitst op tijdshorizonnen 2030 en 2050, hieronder afzonderlijk beschreven.

### 14.2.2.1 Horizon 2030

#### Europa

In het verlengde van de Europese Green Deal om tegen 2050 de eerste klimaatneutrale economie te worden (zie § 14.2.2.2.2), werd een **ambitieuze doelstelling voor 2030** vooropgesteld. Op 29 juli 2021 ging de nieuwe **Europese klimaatwet** van kracht. Deze wet verhoogt de EU-doelstelling voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 van 40 % naar minstens 55 % in vergelijking met het niveau van 1990. De verhoging van de Europese 2030-reductiedoelstelling van 40 naar (ten minste) 55 % heeft uiteraard ook gevolgen voor de doelstellingen van de lidstaten. De doelstelling voor de ETS-sectoren werd verhoogd van 43% naar 62% reductie (in 2030 tegenover 2005). In juli 2021 publiceerde de Commissie een voorstel voor aanpassing van de **Effort Sharing Regulation** waarin nieuwe reductiedoelstellingen voor bepaalde sectoren (met uitzondering van de ETS-sectoren) voor de verschillende lidstaten worden voorgesteld. Voor België komt dit neer op een verhoging van de oorspronkelijke doelstelling voor non-ETS sectoren van 35 % tot 47 % reductie (in 2030 tegenover 2005).

Op 14 juli 2021 werd het **'Fit for 55'-pakket** gepubliceerd. Dit omvat een reeks wetgevende voorstellen om de EU-wetgeving aan te passen aan de klimaatdoelstelling voor 2030. Bijkomende wetgevende voorstellen zijn te verwachten.

In 2023 werd de ETS-richtlijn herzien. Hierbij is onder andere een nieuw emissiehandelssysteem gecreëerd, ETS2. Dit emissiehandelssysteem omvat de CO<sub>2</sub>-emissies van brandstofverbranding in gebouwen, wegvervoer en aanvullende sectoren die niet gedekt worden door het bestaande EU ETS.

De Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) is een EU-tool om een eerlijke prijs te plakken op de CO<sub>2</sub> uitstoot tijdens de productie van koolstofintensieve goederen die de EU binnenkomen, en om schonere industriële productie in niet-EU-landen te stimuleren.

Voorlopig is deze wetgeving enkel gericht op de verhandeling van staal, cement, aluminium, kunstmest, elektriciteit en waterstof. De EU heeft evenwel plannen om de toepassing van de CBAM ook uit te breiden naar andere sectoren, waaronder mogelijk de chemische industrie.

De **LULUCF-verordening**, die broeikasgasemissies en -verwijderingen door landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw reguleert, voorziet in een EU-streefdoelstelling voor koolstofverwijdering door middel van natuurlijke koolstofputten van netto –310 miljoen ton CO<sub>2</sub>-equivalent in 2030. Er zijn specifieke doelen voor elke lidstaat.

### **België (federaal niveau)**

Eind 2019 legde België de definitieve versie van de zijn Nationaal Energie- en Klimaatplan (2021-20230) voor aan de Europese Commissie. Hierin zijn de nationale doelstelling en streefcijfers alsook de beleidslijnen en maatregelen opgenomen. Dit binnen de topics:

- Decarbonisatie en Energie-efficiëntie
- Energiezekerheid
- Binnenlandse energiemarkt
- Research, innovatie en concurrentiekracht

In 2023 werd dit Energie en Klimaatplan volledig goedgekeurd. Het actieplan onderschrijft eveneens de doelstelling om de uitstoot van broeikasgassen met 55% te verminderen in 2030 ten opzichte van 1990. Dit betekent voor ETS-sectoren bijvoorbeeld het geleidelijk uitfaseren van subsidies aan fossiele brandstoffen. Om deze sectoren van voldoende groene elektriciteit te kunnen voorzien en de afbouw van fossiele brandstoffen mogelijk te maken, zet de federale regering onder andere in op de Noordzee als groene energiecentrale van de toekomst en het verhogen van de elektriciteitsconnectiegraad met de buurlanden.

In 2023 werd de eerste vooruitgang naar klimaatneutraliteit en gelinkte aanpassingen door de Europese Commissie beoordeeld. De Commissie is van mening dat de huidige vooruitgang richting klimaatneutraliteit nog onvoldoende is, ondanks de dalende trend van de broeikasgassen. De uitstoot dient voor vb. gebouwen en vervoer nog aanzienlijk teruggedrongen te worden. De vooruitgang verloopt voor de landbouw nog te traag en de trend voor de koolstofput is de laatste jaren verslechterd.

Daar België nationale energie- en klimaatplannen niet tijdig had opgesteld, zijn hiervoor geen aanbevelingen geformuleerd door de Commissie. Volgens de Commissie dient Vlaanderen bijvoorbeeld de ambitie en de kwaliteit van de nationale langetermijnstrategie te updaten en verhogen. Dit door middel van de langetermijndoelstelling van België inzake klimaatneutraliteit te verduidelijken en door de Belgische doelstellingen voor emissiereducties en verbetering van verwijderingen in individuele sectoren te onderbouwen met geloofwaardige beleidslijnen en maatregelen.

### **Vlaanderen (Vlaams niveau)**

De Vlaamse Regering keurde op 9 december 2019 het **Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030** definitief goed. Op 12 mei 2023 werd de update van dit initiële VEKP goedgekeurd door de Vlaamse Regering. Met dit plan engageert Vlaanderen zich voor de volgende doelstellingen:

- Broeikasgasreductie in de ESR sectoren (emissies afkomstig van transport, huishoudens, handel & diensten en landbouw): -40% BKG-uitstoot in 2030 ten opzichte van 2005;
- LULUCF-sector: voldoen aan de nieuwe verordening, dus aan de 'no-debit rule' voor de periode 2021-2025 en een bijdrage te leveren aan de 320 kt CO<sub>3</sub>-eq bijkomende opslag tegen 2030;
- Energiebesparing (artikel 7 van de energie-efficiëntierichtlijn): 91,845 TWh
- Hernieuwbare energie: 31.974 GWh in 2030

De Vlaamse Regering heeft in het najaar van 2022 een akkoord bereikt over een integraal **Vlaams klimaatadaptatieplan 2030**, met doorkijk tot een klimaatbestendig Vlaanderen tegen 2050. Het Vlaams Adaptatieplan heeft tot doel een beeld te krijgen van hoe kwetsbaar Vlaanderen is voor klimaatverandering, de weerbaarheid van Vlaanderen tegen de gevolgen van klimaatverandering te verhogen en Vlaanderen zo goed mogelijk aan te passen aan de te verwachten effecten. Hierin wordt voornamelijk gefocust op de aanpak en omgang met water, vb. circulair waterverbruik bevordering om het beschikbare water zo optimaal mogelijk in te zetten.

Project One behoort tot de ETS-sector en is onderhevig aan het EU-ETS systeem, dat hieronder wordt beschreven. Omwille van de vegetatieverwijdering en de wijziging van het landgebruik in Project One, worden hieronder de beleidslijnen beschreven voor de LULUCF-sector.

#### 14.2.2.1.1 ETS voor industriële installaties

##### **EU-ETS systeem**

Sinds 1 januari 2005 heeft de Europese Unie een systeem van emissiehandel (EU-ETS) voor industriële installaties. Het systeem is van toepassing op grote installaties (met een thermische input van meer dan 20 MW), o.a. actief in de industrie, de elektriciteitsproductie en de luchtvaart. Het ETS beslaat meer dan 11 000 installaties en zo'n 45 % van de Europese CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Het principe van het EU-ETS systeem is als volgt<sup>135</sup>:

- Bij emissiehandel onder een absoluut emissieplafond ("cap-and-trade") wordt voor een aantal sectoren en installaties een jaarlijks emissieplafond vastgelegd. Door een absolute grens te stellen aan de emissies en hieraan emissierechten te verbinden, wordt er een schaars goed gecreëerd dat ook een economische waarde heeft. Een emissierecht vertegenwoordigt in het EU-ETS het recht om één ton aan CO<sub>2</sub> uit te stoten. Het verhandelen van emissierechten moet ertoe leiden dat de emissiereducties worden gerealiseerd met zo min mogelijk kosten voor het bedrijfsleven. Het idee is om emissiereducties te laten plaatsvinden daar waar zij het goedkoopst zijn en via handel de totaalprijs van het klimaatbeleid te minimaliseren. Op het moment van schrijven van dit hoofdstuk (midden februari 2024) bedraagt de prijs ca. 54 euro/tonCO<sub>2</sub>.
- Een deel van de emissierechten wordt rechtstreeks aan de operatoren van de installaties toegewezen en een deel wordt geveild. Sinds 2013 worden er geharmoniseerde toewijzingsregels voor de ganse EU toegepast (voor 2013 verliep de toewijzing nog via de lidstaten). Het aandeel gratis toegewezen emissierechten daalde elk jaar, tot 30% in 2020. Daarnaast wordt een toewijzingsreserve vastgesteld voor nieuwkomers (en voor de uitbreiding van bestaande installaties). Het mechanisme voor de toewijzing van gratis emissierechten aan installaties wordt hieronder beschreven.
- Jaarlijks worden de emissierapporten per installatie geverifieerd, eerst door onafhankelijke verificateurs en vervolgens door de bevoegde Belgische autoriteiten.
- Er is geen sprake van een maximum emissie per installatie. De exploitanten moeten jaarlijks evenveel rechten inleveren als ze werkelijk uitgestoten hebben.
- De emissierechten en de transacties met die rechten worden geregistreerd in het Europees register voor broeikasgassen.
- De inkomsten uit de veiling van ETS-emissierechten bedroegen in 2019 meer dan 14 miljard euro. De lidstaten hebben in 2019 in totaal 77% van deze inkomsten besteed aan (of bestemd voor) specifieke klimaat- en energiegerelateerde doelstellingen<sup>136</sup>.
- Onder de EU-ETS-richtlijn voor fase 4 van het EU-ETS systeem (2021-2030), werden er 2 nieuwe fondsen opgericht om energie-intensieve industriële sectoren en de energiesector te steunen voor de transitie naar een koolstofarme economie:
  - Het innovatiefonds zal steun verlenen voor de initiële marktontwikkeling en demonstratie, op commerciële schaal, van innoverende technologieën en baanbrekende innovatie in EU-ETS-sectoren, met onder meer aandacht voor innoverende hernieuwbare energiebronnen, energie-intensieve industrieën, koolstofafvang, -gebruik en opslag, energieopslag, evenals vervangende producten en sectoroverschrijdende projecten.
  - Het moderniseringsfonds zal investeringen in de modernisering van de energiesector en de bredere energiesystemen ondersteunen in tien lidstaten met lagere inkomens.

##### **Regels van toewijzing van gratis emissierechten aan de industrie**<sup>137</sup>

<sup>135</sup> Bron: klimaat.be

<sup>136</sup> Bron: Brussel, 18.11.2020. COM(2020) 740 final. Verslag van de Commissie aan het Europees Parlement en de Raad. Verslag over de werking van de Europese koolstofmarkt.

<sup>137</sup> Bron: energiesparen.be

**Fase 4 van het EU-ETS systeem** loopt van **2021 tot 2030**. De regels voor gratis toewijzing van emissierechten werden gewijzigd in fase 4 ten opzichte van de voorgaande fase 3 (2013-2020), opdat de kans dat de hoeveelheid gratis emissierechten even hoog is als in fase 3, quasi nihil zou zijn. Net als in fase 3, wordt de gratis toewijzing van emissierechten berekend o.b.v. een (historisch) activiteitsniveau, een benchmarkwaarde, en de blootstelling aan het koolstoflekkage-risico (in bepaalde sectoren is er een risico op het verplaatsen van de activiteiten naar buiten de EU), met een aantal wijzigingen:

- **Activiteitsniveau:** er zijn maatregelen genomen om te zorgen voor een betere afstemming tussen evoluties in het activiteitsniveau enerzijds en de toewijzing anderzijds. Ten eerste wordt de handelsperiode 2021-2030 opgesplitst in twee vijfjarige toewijzingsperiodes (2021-2025 en 2026-2030) met elk hun eigen referentieperiode. Ten tweede zal binnen elke toewijzingsperiode de toewijzing sneller aangepast worden wanneer de activiteit wijzigt t.o.v. de historische referentieperiode;
- **Benchmarks:**
  - De benchmarkwaarden belonen de meest efficiënte installaties in elke sector. Deze benchmarkwaarden voor broeikasgasemissies werden voor elk product ontwikkeld, waar mogelijk. Een productbenchmark is gebaseerd op de gemiddelde broeikasgasemissies van de 10% best presterende installaties die het beschouwde product in de EU en de EER-EVA-landen<sup>138</sup> produceren. De benchmarks zijn gebaseerd op het principe "één product = één benchmark". Dit betekent dat de methodologie niet varieert naargelang van de gebruikte technologie of brandstof, de omvang van een installatie of de geografische ligging ervan.
  - Installaties die aan de benchmarks voldoen en daarom tot de meest efficiënte installaties in de EU behoren, krijgen in principe alle emissierechten gratis toegewezen die nodig zijn om hun emissies te dekken. Installaties die niet aan de benchmarks voldoen zullen minder emissierechten krijgen dan nodig, waardoor één van of een combinatie van de volgende maatregelen moeten worden genomen:
    - Implementeren van emissie-reducerende maatregelen;
    - Kopen van aanvullende rechten of kredieten om de emissies te dekken.
  - De benchmarkwaardes worden per toewijzingsperiode aangescherpt o.b.v. de geobserveerde verbetering in broeikasgasintensiteit in de 10% meest efficiënte installaties. De huidige benchmarks zijn gepubliceerd in de Uitvoeringsverordening van de Commissie op 12 maart 2021<sup>139</sup>. Voor Project One is de benchmark voor stoomkraken van toepassing.
  - Aangezien de gevraagde emissierechten voor alle industriële installaties in de EU de totale beschikbare hoeveelheid aan gratis emissierechten overschrijden, worden de emissierechten per installatie voor alle installaties met hetzelfde percentage verlaagd. Dit is de sector-overschrijdende correctiefactor die vanaf 2013 werd toegepast. In 2013 bedroeg de correctiefactor ongeveer 11%. Aangezien de hoeveelheid gratis emissierechten elk jaar afneemt, neemt de correctiefactor elk jaar toe. In 2020 bedroeg de correctiefactor ongeveer 22%. Vanaf 2021 werd de lineaire reductiefactor aangescherpt tot 2,2 %. Van 2024 tot en met 2027 wordt de lineaire reductiefactor verder aangescherpt (4,3%). Dit ten gevolge van het Fit for 55-pakket. Nadien zal de lineaire reductiefactor 4,4 % bedragen. Deze reductiefactor zorgt ervoor dat het plafond jaarlijks daalt met een welbepaald aantal miljoen rechten (vb. vanaf 2021 met 48 miljoen rechten). Tevens zal in 2024 het plafond eenmalig met 90 miljoen emissierechten worden verlaagd. In 2026 nogmaals met 27 miljoen emissierechten.
- **Risico op koolstoflekkage:** er is een aangepaste koolstoflekkage-risicolijst gepubliceerd voor 2021-2030<sup>140</sup>. Sectoren op deze lijst krijgen de emissierechten equivalent met 100% van de relevante benchmark gratis toegewezen. Project One behoort tot de bedrijfstak 'Vervaardiging van andere organische chemische basisproducten' (NACE-code 2014). Deze sector staat op de koolstoflekkage-risicolijst. Voor andere sectoren blijft de gratis toewijzing van emissierechten beperkt tot 30% tot 2026 om vervolgens lineair uit te doven (0%) tegen 2030 (uitgezonderd stadsverwarming).

<sup>138</sup> De Europese Economische Ruimte is tot stand gekomen na een akkoord tussen de Europese Unie en de Europese Vrijhandels Associatie (EVA) (zonder Zwitserland). Doel van de EVA is bevordering van de vrije handel tussen lidstaten. Tot de EVA behoren Liechtenstein, Noorwegen, IJsland en Zwitserland.

<sup>139</sup> Uitvoeringsverordening van de Commissie van 12 maart 2021 tot vaststelling van herziene benchmarkwaarden voor de kosteloze toewijzing van emissierechten voor de periode van 2021 tot en met 2025 overeenkomstig artikel 10 bis, lid 2, van Richtlijn 2003/87/EG van het Europees Parlement en de Raad.

<sup>140</sup> Gedelegeerd Besluit (EU) 2019/708 van de Commissie van 15 februari 2019 tot aanvulling van Richtlijn 2003/87/EG van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de vaststelling van bedrijfstakken en deeltakken die worden geacht een koolstofweglekrisico te lopen voor de periode 2021-2030.

- De CBAM is in werking getreden en omvat voorlopig enkel de invoer van bepaalde goederen en geselecteerde voorlopers waarvan de productie koolstofintensief is en het grootste risico op koolstoflekkage vormt (cement, ijzer, aluminium, kunstmeststoffen,...)

#### 14.2.2.1.2 LULUCF

LULUCF is de afkorting van Land Use, Land Use Change and Forestry en omvat het uitstoten en opvangen van koolstof in en uit de atmosfeer door het gebruik van bodem, bossen, planten, biomassa en hout. De manier waarop landgebruik georganiseerd wordt, heeft een rechtstreekse invloed op de atmosferische CO<sub>2</sub>-concentraties. De atmosferische CO<sub>2</sub> die vastgelegd is in bodems en (langlevende) biomassa draagt immers niet bij aan de klimaatverandering. Een beter landgebruik en -beheer kan klimaatverandering afremmen, terwijl een onzorgvuldig landgebruik net voor een versterkte klimaatverandering kan zorgen. LULUCF vormt voor het eerst ook een aparte pijler van het klimaatbeleid van de Europese Unie.

Het LULUCF Besluit nr. 529/2013/EU<sup>141</sup> trad in werking in juni 2013. In dit besluit zijn boekhoudregels voor emissies en verwijderingen door de LULUCF-sector vastgesteld. De daaropvolgende LULUCF-Verordening (EU) 2018/841 trad in werking in juli 2018<sup>142</sup>, bouwt voort op de bestaande boekhoudregels en moet deze bijwerken en verbeteren met het oog op de periode van 2021 tot en met 2030. De doelstelling die geldt voor alle Europese lidstaten voor de periode 2021-2030 is de zgn. **"no-debit rule"**. Dat betekent dat de bestaande koolstofvoorraden in het begin van de periode, volgens de in de LULUCF-Verordening gedefinieerde regelgeving, op zijn minst behouden moeten zijn op het einde van de periode, behoudens de voorziene flexibiliteit. Dat betekent niet dat geen enkele landsgebruikscategorie nog een emissie mag veroorzaken, maar wel dat de koolstofvoorraden in hun geheel niet mogen afnemen (rekening houdende met de boekhoudkundige regels beschreven in de LULUCF-Verordening). De definitie van 'koolstofvoorraad' in de LULUCF-Verordening is als volgt: *"koolstofvoorraad": de massa koolstof die is opgeslagen in een koolstofreservoir*".

In de LULUCF-verordening worden de jaarlijkse netto-emissies of netto-opslag vastgesteld voor twee deelperiodes, nl. 2021–2025 en 2026–2030. Lidstaten die een overschot boeken, ontvangen hier kredieten voor en kunnen deze verkopen aan lidstaten die een debet boeken. Een andere mogelijkheid is om die kredieten – in beperkte mate – te gebruiken om te voldoen aan de doelstelling van de Effort Sharing Regulation (ESR). Deze flexibiliteit – van LULUCF naar ESR – bedraagt voor België als geheel 380 kton CO<sub>2</sub>-eq per jaar. Omgekeerd moet een eventueel tekort opgevangen worden door LULUCF-kredieten aan te kopen bij lidstaten (of gewesten) die een overschot vertonen of door – zonder beperking – gebruik te maken van de eigen emissierechten uit de ESR-sectoren.

Een herziening van de LULUCF-verordening werd op 28 maart 2023 door de Raad goedgekeurd. Als uitkomst van de herziening van LULUCF-verordening zal de no-debit rule vanaf 2026 aangepast worden, en wordt afgestapt van de boekhoudregels. Voor het berekenen van de LULUCF-inventaris zal in de periode 2026–2030 gewerkt worden met een netto uitstoot/opslag, zonder toepassing van bepaalde boekhoudregels. De nieuwe 2030-doelstelling wordt uitgedrukt als bijkomende opslag die gerealiseerd moet worden tegenover de gemiddelde opslag in 2016–2018. Voor België werd dit vastgelegd op -320 kt CO<sub>2</sub>-eq bijkomende opslag tegen 2030, boven op de gemiddelde opslag (negatieve uitstoot) in de periode 2016–2018, die voor België -1032 kt CO<sub>2</sub>-eq bedroeg (op basis van de cijfers doorgegeven in 2020).

Vlaanderen stelt zich als doelstelling om in een Belgische context te voldoen aan de vereisten van de nieuwe Verordening, dus aan de no-debit rule voor 2021-2025 en een bijdrage te leveren aan de 320 kt CO<sub>2</sub>-eq bijkomende opslag tegen 2030.

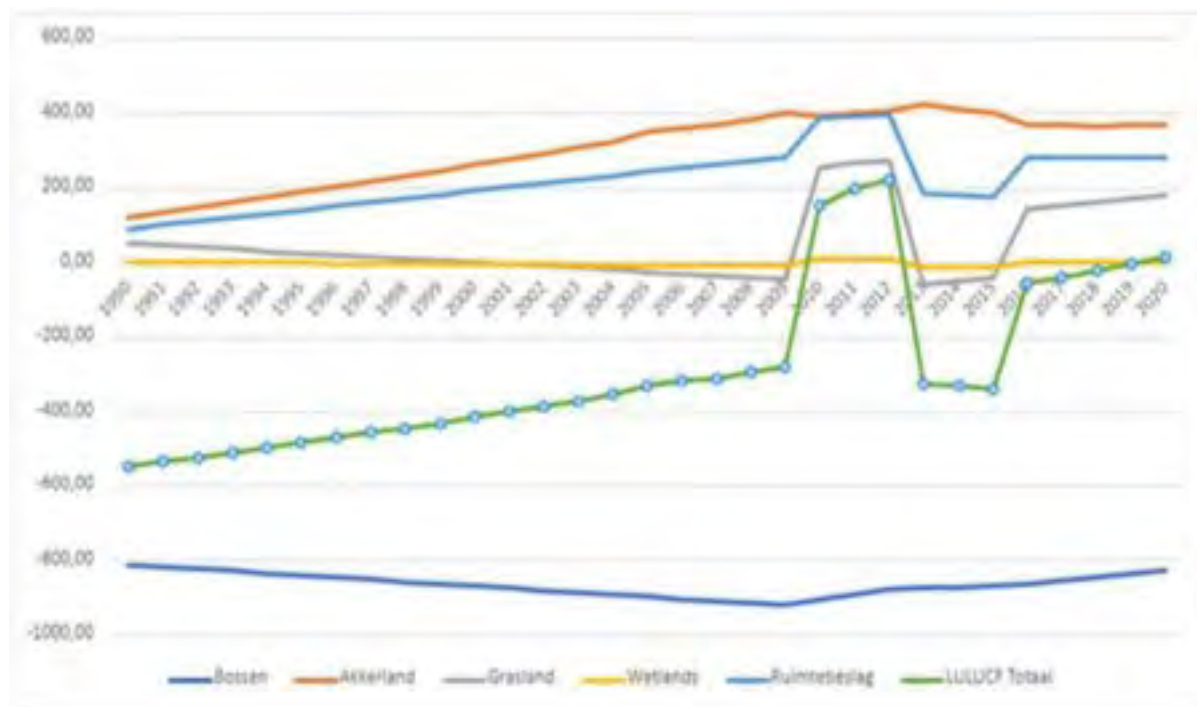
<sup>141</sup> Besluit nr. 529/2013/EU van het Europees Parlement en de Raad van 21 mei 2013 inzake boekhoudregels met betrekking tot broeikasgasemissies en -verwijderingen als gevolg van activiteiten met betrekking tot landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw en inzake informatie betreffende acties met betrekking tot deze activiteiten

<sup>142</sup> Verordening (EU) 2018/841 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 inzake de opname van broeikasgasemissies en -verwijderingen door landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw in het klimaat- en energiekader 2030, en tot wijziging van Verordening (EU) nr. 525/2013 en Besluit nr. 529/2013/EU (Voor de EER relevante tekst)

Ontbossing is een belangrijke emissiebron binnen de LULUCF-sector. Nieuwe bebossing zorgt dan weer voor een verhoogde opslag, maar dat is een traag proces. Ook lang liggende graslanden hebben zeer koolstofrijke bodems. Die bodems bevatten soms zelfs meer koolstof dan bosgronden. Voorts bevatten (half)natuurlijke graslanden en wetlands hoge hoeveelheden koolstof. Bij wijzigingen van landgebruikscategorie gebeuren de koolstofverliezen doorgaans veel sneller dan het opbouwen van nieuwe koolstofvoorraden. Algemeen geldt echter voor LULUCF-beleid dat vermeden ontbossing efficiënter is dan ontbossing compenseren door nieuwe bebossing. Dit geldt ook voor lang liggende graslanden. Ook voor wetlands is het op vlak van koolstofopslag interessanter om bestaande natte gebieden te behouden dan om ze te vervangen door vernatting elders. Die koolstofvoorraden worden best zo goed mogelijk bewaard wil men de LULUCF-doelstelling behalen.

In de Vlaamse broeikasgasinventaris<sup>143</sup> werd de evolutie van de emissies en de opslag door de verschillende landgebruikscategorieën begroot over de periode 1990-2016. Deze evolutie wordt weergegeven in Figuur 14-2 en hieronder beschreven:

- Bossen zijn de grootste 'sinks' die zorgen voor een verwijdering van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer.
- De belangrijkste bron van broeikasgassen in de atmosfeer is de omzetting van grasland naar akkerland. Akkerland is een versneld stijgende netto bron van emissies sinds 1990.
- De tweede belangrijkste bron van broeikasgasemissies is de omzetting van bossen en grasland naar bebouwing en infrastructuur. De oppervlakte aan bebouwing en infrastructuur stijgt geleidelijk sinds 1990. Een toenemende verstedelijking van gebieden verklaart deze groei en de conversie van grasland en bossen naar bebouwing en infrastructuur zorgt voor een vrijstelling van emissies van opgeslagen koolstof in biomassa en bodems naar de atmosfeer.
- De overkoepelende trend is een stijging van de netto bronnen van CO<sub>2</sub>-emissies en een afname van de netto verwijdering van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer sinds 1990. In 1990 was er netto een opslag in de LULUCF-sector. In 2021 bedroegen de CO<sub>2</sub>-equivalente emissies in de LULUCF-sector +28 kton CO<sub>2</sub>-eq (>0 emissie; <0 opslag).



Figuur 14-2: Evolutie van de emissies (Y>0) en de opslag (Y<0) door de verschillende landgebruikscategorieën zoals opgenomen in de Vlaamse broeikasgasinventaris (1990-2020, in kton CO<sub>2</sub>-eq)

<sup>143</sup> Vlaamse Milieumaatschappij (2018), Uitstoot van de broeikasgassen in Vlaanderen, 2000-2016

### 14.2.2.1.3 Circulaire economie

#### De bijdrage van circulaire economie aan het klimaatbeleid

In het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030 vormt de circulaire economie een transitiekader. Voor de volledige omslag naar een CO<sub>2</sub>-arme industrie tegen 2050 zal de komende decennia een grote industriële transitie, niet alleen in Vlaanderen maar wereldwijd moeten plaatsvinden.

Circulaire economie is een begrip dat zijn intrede deed vanuit het afval- en materialenbeleid. Het traditionele afvalbeleid was gericht op het zo milieuvriendelijk mogelijk verwerken van afvalstoffen. Een materialenbeleid is gericht op het ontwerpen en organiseren van materialenkringlopen die in principe eeuwig kunnen blijven draaien om in onze behoeften te voorzien. Afvalstoffen worden nieuwe grondstoffen en producten worden zo ontworpen dat ze recycleerbaar zijn en/of bestaan uit gerecycleerde materialen. Circulaire economie gaat echter over meer dan alleen maar recycleren. Het gaat ook over de invulling van onze behoeften met minder hulpbronnen. Daartoe moeten we de producten en de systemen waarin die worden toegepast, grondig herdenken: herbruikbaarheid, demonteerbaarheid voor herstel en vervanging, het invoeren van product-dienst combinaties, het ondersteunen van andere consumptiemodellen gebaseerd op gedeeld gebruik, etc.

De klimaatuitdaging is niet alleen een energiekwestie, dit perspectief moet worden aangevuld met een focus op de achterliggende drijfveren van de hoge energievraag, namelijk een hoog materiaalverbruik dat het gevolg is van een lineaire economie. Voor Vlaanderen zijn immers meer dan de helft van de broeikasgasemissies materiaal-gerelateerd: 55 à 65% emissies afkomstig van afvalverwijdering, voedselproductie en -stockage, goederentransport, productiegoederen en brandstoffen vs. 34 à 45% emissies afkomstig van residentieel en niet-residentieel energieverbruik en personenvervoer. In het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030 wordt de klimaatuitdaging gekaderd als een materialenkwestie, en in uitbreiding een uitdaging veroorzaakt door een lineaire economie. Dit kader opent perspectieven voor het aanreiken van nieuwe oplossingsrichtingen ter vergroening van de economie.

### 14.2.2.2 Horizon 2050

#### 14.2.2.2.1 Globaal koolstofbudget

Het klimaatakkoord van Parijs wil de opwarming van de aarde ruim onder 2°C (t.o.v. de pre-industriële periode) houden en nastreven om deze temperatuurstijging te beperken tot 1,5°C. Om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C – een drempel die volgens het IPCC, het wetenschappelijk klimaatpanel van de Verenigde Naties, veilig is – is het essentieel om CO<sub>2</sub>-neutraal te zijn tegen 2050. Deze doelstelling werd ook vastgelegd in het klimaatakkoord van Parijs van 2015, dat door 195 landen ondertekend werd, waaronder ook de Europese Unie.

Mitigatiedoelstellingen worden door het IPCC gekwantificeerd in het zogenaamde “koolstofbudget”, dat een verband legt tussen cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissies en een wereldwijde gemiddelde temperatuuroptocht. Het resterend koolstofbudget van ca. 420 GtCO<sub>2</sub> komt overeen met een 2/3<sup>de</sup> kans om de wereldwijde opwarming te beperken tot 1,5°C. Het resterend koolstofbudget van ca. 580 GtCO<sub>2</sub> komt overeen met een 1/2<sup>de</sup> kans om de wereldwijde opwarming te beperken tot 1,5°C. Het resterende koolstofbudget wordt hier gedefinieerd als cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissies vanaf het begin van 2018 tot de tijd van het bereiken van wereldwijde koolstofneutraliteit gedefinieerd in functie van een verandering van de wereldwijde gemiddelde temperatuuroptocht. Binnen het koolstofbudget van 580 GtCO<sub>2</sub> blijven, impliceert het bereiken van koolstofneutraliteit binnen 30 jaar. Binnen het koolstofbudget van 420 GtCO<sub>2</sub> blijven, impliceert het bereiken van koolstofneutraliteit binnen 10 à 15 jaar (tussen 2030 en 2035).

#### 14.2.2.2 Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie

De Europese Commissie bracht in 2018 de **Europese strategische langetermijnvisie** voor een bloeiende, moderne, concurrerende en **klimaatneutrale economie** uit<sup>144</sup>. Het doel van deze langetermijnstrategie is het Europese engagement te bevestigen om het voortouw te nemen bij de wereldwijde klimaatactie en een visie te presenteren waarmee uiterlijk in 2050 broeikasgasneutraliteit kan worden bereikt via een sociaal rechtvaardige transitie en op kostenefficiënte wijze. Deze visie steunt op de volgende pijlers:

- optimaal gebruik maken van de voordelen van energie-efficiëntie, met inbegrip van nulmissie-gebouwen;
- de inzet van hernieuwbare energiebronnen en het gebruik van elektriciteit optimaliseren om de energievoorziening van Europa geheel koolstofvrij te maken;
- omarmen van schone, veilige en geconnecteerde mobiliteit;
- een concurrerende Europese industrie en de circulaire economie als een cruciale randvoorwaarde voor het terugdringen van broeikasgasemissies;
- een adequate slimme netwerkinfrastructuur en onderlinge verbindingen ontwikkelen;
- de voordelen van de bio-economie ten volle benutten en essentiële koolstofputten creëren;
- de resterende CO<sub>2</sub>-emissies aanpakken door middel van koolstofafvang en -opslag.

#### 14.2.2.2.3 Europese Green Deal

Tijdens de internationale klimaatop van eind 2019 (COP25 in Madrid) lanceerde de Europese Commissie haar ambitieus **"European Green Deal"-plan**. Dit plan moet van Europa tegen 2050 het eerste klimaatneutrale continent maken, met een netto-uitstoot van broeikasgassen die nul is. Tijdens de COP28 VN Klimaatconferentie in Dubai hebben Europese Unie-onderhandelaars met partners over de hele wereld overeenstemming bereikt over het versnellen van de transitie naar hernieuwbare energie en het verminderen van emissies met 43% tegen 2030. Ze hebben ook afgesproken om de wereld op weg te zetten naar netto nul uitstoot tegen 2050.

De Green Deal is eigenlijk een routekaart die de EU op weg zal helpen bij de transformatie naar een eerlijke én welvarende maatschappij met een moderne, grondstoffenefficiënte en competitieve economie, waarbij de economische groei ontkoppeld wordt van het grondstofgebruik.

Dit plan wil de grote uitdagingen op het vlak van het milieu, het klimaat, de biodiversiteit en de duurzaamheid aanpakken, met oog voor een sociale gelijkheid. Om te slagen in het opzet, is de overstap naar een circulaire economie (kringloopeconomie) één van de sleutelementen.

---

<sup>144</sup> Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité, het Comité van de Regio's en de Europese Investeringsbank. Een schone planeet voor iedereen. Een Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie. COM/2018/773 final.

De Green Deal is een geïntegreerde en transversale strategie die bijna alle beleidsdomeinen bestrijkt:



Figuur 14-3: European Green Deal

Om te voldoen aan de vooropgestelde ambities, werden of zullen de volgende stappen voorwaarts moeten worden genomen ('milestones'), waaronder:

- de uitwerking van een **klimaatwet**, die juridisch vastlegt dat Europa klimaatneutraal zal zijn tegen 2050 en aan de lange termijn-doelstellingen voldoet. De Europese Klimaatwet werd goedgekeurd op 24 juni 2021;
- de uitwerking van een **nieuw actieplan voor circulaire economie** (goedgekeurd in maart 2020);
- de herziening van alle relevante **klimaatrichtlijnen** (emissiehandel - ETS, hernieuwbare energie, ...);
- een wetgevingsvoorstel om **methaanemissies** in de **energiesector** tegen te gaan (wetsvoorstel is gepresenteerd in oktober 2021);
- een voorstel tot herziening van de **energiebelastingrichtlijn** (*Energy Taxation Directive*);
- de uitwerking van een nieuwe, meer ambitieuze **EU Adaptatiestrategie** (goedgekeurd in februari 2021).

#### 14.2.2.2.4 Federale klimaatstrategie 2050

De strategie en de streefdoelen op federaal niveau zijn gebaseerd op de langetermijnstrategieën die op Vlaamse, Waalse en Brusselse regeringen hebben uitgewerkt. Hieruit werd een Belgische klimaatstrategie voor 2050 bereikt en werd een visiedocument opgesteld.

In nota 'Belgische Langetermijnstrategie' wordt onder ander verwezen naar de aanpak van de reductie van broeikasgassen via het vermijden van carbon leakage.

In de visienota 'Visie en strategische werven voor een koolstofarm België tegen 2050' wordt onder ander opgenomen waar de industriële sector in 2017 stond qua uitstoot:

- -32% in vergelijking met de totale industriële BKG-uitstoot t.o.v. 1990
- 30% van de totale industriële BKG-uitstoot was afkomstig van chemische industrie

In de nota wordt evenwel ook verwezen naar de visie om klimaatneutraliteit te bereiken binnen de industriële sector. Hier wordt vooral gekeken naar:

- Circulaire economie (vb. inzetten op deeleconomie)
- Energie-efficiëntie en nieuwe technologieën en grondstoffen (onder andere: omschakelen naar innovatieve koolstofarme processen, brandstofomschakeling en grondstofomschakeling)
- Industriële symbiose

Tegelijkertijd wordt er ingezet op een soort stappenplan als leidraad om de modernisering van de Belgische industriële sectoren en ontwikkelingen te rijmen met de overgang naar klimaatneutraliteit. Bijkomend wordt er eveneens een visie en een kader voorzien voor het gebruik van biomassa, waterstof, e-fuels en koolstofopslag. Een nationale industriële strategie voor een bio-economie wordt eveneens uitgewerkt. Hierbij gaat men uit van producten uit biomassa dewelke geen extra koolstof toevoegen aan de atmosfeer bij de verwerking bij het einde van de levensduur.

Deze onderdelen lopen vrijwel gelijk met het toekomstbeeld van de Vlaamse overheid.

#### 14.2.2.2.5 Vlaamse klimaatstrategie 2050

De **Vlaamse klimaatstrategie – die loopt tot 2050** – werd op 20 december 2019 goedgekeurd door de Vlaamse Regering. In deze Vlaamse klimaatstrategie 2050 erkent en onderschrijft Vlaanderen de noodzaak om de globale temperatuurstijging te beperken tot ver onder 2°C ten opzichte van het pre-industriële niveau, en om inspanningen te doen om de stijging te beperken tot 1,5°C ten opzichte van het pre-industriële niveau. Vlaanderen streeft ernaar om de broeikasgasemissies van de sectoren die niet gedekt zijn door het EU ETS (zogenaamde niet-ETS sectoren) te reduceren met 85% tegen 2050 (ten opzichte van 2005), met de ambitie om te evolueren naar volledige klimaatneutraliteit. Voor de ETS sectoren schrijft het Vlaamse Gewest zich in binnen de context die Europa bepaalt voor deze sectoren met een steeds krappere emissieruimte onder het EU ETS en zet het in op de ondersteuning van de bedrijven naar een verregaande omschakeling naar klimaatvriendelijke productiesystemen.

In de Vlaamse klimaatstrategie 2050 wordt per sector een indicatieve bijdrage, weergegeven in Tabel 14-1, en een toekomstbeeld vastgelegd voor het jaar 2050. Specifiek voor de industriële sector geldt het volgende toekomstbeeld:

- Blijvende inzet op efficiëntieverbeteringen: In de eerste plaats blijft de industrie inzetten op energie-efficiëntie, energiebesparing en procesverbeteringen.
- Een circulaire economie tegen 2050: Voor de industriële sector geldt de circulaire economie als basiskader. Een verregaande inzet op circulaire economie kan een zeer significante bijdrage leveren aan de Vlaamse klimaatambities. Daaronder verstaat de Vlaamse Klimaatstrategie 2050 dat producten met zo weinig mogelijk materialeninput worden vervaardigd, zo veel mogelijk worden gedeeld (bv. deelvoertuigen), hun levensduur zo lang mogelijk wordt verlengd (door duurzaam ontwerp en herstellingen), en producten op het einde van hun levensloop maximaal worden gerecycleerd.
- Overschakeling naar hernieuwbare en klimaatneutrale brandstoffen en grondstoffen: Vandaag is de industrie een grote verbruiker van fossiele brandstoffen: olie, steenkool en aardgas. Een deel van dit verbruik zal in de toekomst niet geëlektrificeerd kunnen worden. Daarom zal de industrie ook gedeeltelijk overschakelen op klimaatneutrale brandstoffen. Voor zover economisch zinvol kan ook een verdere elektrificatie van de industrie tot een drastische emissiereductie leiden. Duurzame biomassa kan aangewend worden als bron van koolstofmoleculen in de chemiesector. Op deze manier wordt de beschikbare biomassa gebruikt voor productieprocessen met een hoge toegevoegde waarde. Deze valorisatie van biomassa verdient de voorkeur boven verbranding van biomassa voor energievoorziening. Het elektrolyseproces kan water met behulp van elektriciteit omzetten in duurzame waterstof. Deze molecule kan aangewend worden als grondstof in de chemie.
- Afvang en hergebruik van CO<sub>2</sub>: Maatregelen op het vlak van energie-efficiëntie, het inzetten op klimaatneutrale bronnen en het hergebruik van materialen, verminderen de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en leiden tot CO<sub>2</sub>-reducties. Als deze maatregelen echter onvoldoende emissiereducties opleveren, vormt de afvang en opslag of hergebruik van de CO<sub>2</sub> (carbon capture, utilisation and storage of CCUS) een beloftevolle weg om resterende emissies te elimineren. Daarbij wordt CO<sub>2</sub> die ontstaat op de plaats van productie opgevangen, hetzij voor definitieve opslag (CCS) hetzij voor verwerking in producten (CCU). Op termijn zullen via CCU zoveel mogelijk CO<sub>2</sub>-emissies in een gesloten kringloop blijven.

- Industriële symbiose in clusters: De Vlaamse industrie is sterk geconcentreerd in clusters rond bepaalde logistieke knooppunten, zoals de Haven van Antwerpen en North Sea Port. Dit laat de aanwezige installaties toe om reststromen – zoals CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> en restwarmte – uit te wisselen en te valoriseren. De Vlaamse Klimaatstrategie 2050 speelt in op deze troef en mikt via een clusteraanpak op industriële symbiose waarbij reststromen maximaal worden uitgewisseld en gevaloriseerd.

### **Vlaamse Moonshot “Vlaanderen CO<sub>2</sub> neutraal”**

In 2019 werd de zogenaamde Vlaamse Moonshot “Vlaanderen CO<sub>2</sub> neutraal” gelanceerd, het innovatiespeerpunt in het Vlaamse energie- en klimaatbeleid met als doelstelling onderzoek en innovatie om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-arm te maken tegen 2050. Concreet zal innovatief onderzoek binnen deze Moonshot ervoor zorgen dat er bijgedragen wordt aan de ontwikkeling in Vlaanderen van doorbraaktechnologieën tegen 2040 om nieuwe en betere processen uit te voeren waarmee nieuwe en unieke CO<sub>2</sub>-arme producten kunnen worden geproduceerd. De moonshot is opgebouwd uit vier essentiële en nauw verbonden **onderzoekstrajecten**:

- 18.biogebaseerde chemie die leidt tot unieke hoogwaardige producten,
- 19.circulariteit van koolstof in materialen,
- 20.elektrificatie en radicale transformatie van processen, en
- 21.energie-innovatie.

Het ETS Innovation Fund, dat Europese steun zal verlenen voor demonstratie van innovatieve CO<sub>2</sub>-arme technologieën, wordt één van de belangrijkste financieringskanalen voor innovatieve investeringen in de industrie- en de energiesector.

Om het kader voor het Moonshot innovatieprogramma te ondersteunen, werd er in november 2020 de studie “Naar een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme Vlaamse industrie” uitgebracht in opdracht van het Agentschap Innoveren & Ondernemen (VLAIO). Er werden 4 thematische **transitiepaden** gedefinieerd, die in lijn zijn met de thema's van het Moonshot innovatieprogramma:

1. het gebruik van biomassa(afval) als energie- en grondstof,
2. circulariteit, met voornamelijk hergebruik van kunststof,
3. elektrificatie en verhoogd gebruik van waterstof (H<sub>2</sub>), en
4. het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO<sub>2</sub> (CCUS).

Tabel 14-1: Indicatieve sectorale bijdragen (in Mton CO<sub>2</sub>-eq) als vastgelegd in de Vlaamse klimaatstrategie 2050

	1990	2005	2017	2030	2050
<b>Elektriciteit</b>	17,4	18,7	10,7	Onder EU ETS	Onder EU ETS
<b>Industrie – ETS<sup>1</sup></b>	29,3	24,3	21,0	Onder EU ETS	Onder EU ETS
<b>Industrie – niet-ETS</b>		4,4	5,7	3,6	1,2
<b>Transport</b>	12,8	15,9	16,0	12,2	0
<b>Gebouwen</b>	14,1	15,7	12,2	9,4	2,3
<b>Landbouw</b>	9,6	7,4	7,5	5,5	3,5
<b>Afval<sup>2</sup></b>	3,2	2,9	2,4	1,4	0,1
<b>Totaal niet-ETS</b>		<b>46,1</b>	<b>43,5</b>	<b>32,2</b>	<b>7,1</b>

<sup>1</sup> Voor de ETS-industrie schrijven we ons in binnen de context van een dalend emissieplafond dat wordt vastgelegd op EU-niveau. In lijn met de recent aangenomen EU doelstelling om klimaatneutraal te zijn tegen 2050, voorziet de Commissie in haar 1.5LIFE scenario een reductie van -95% tegen 2050 t.o.v. 2005 voor alle stationaire ETS-sectoren (dus elektriciteit + ETS-industrieel).

<sup>2</sup> Sector afval wordt in voorliggende visie toegelicht onder het hoofdstuk industrie omwille van de beleidsmatige link met circulaire economie.

## 14.3 Aanlegfase

Zoals reeds hoger aangegeven, is de aanlegfase reeds gedeeltelijk uitgevoerd (zie planning in paragraaf 3.1 en 3.2). Daarom geven we hieronder, waar zinvol, aan welke zaken reeds uitgevoerd of gerealiseerd zijn. Voor de beoordeling binnen het hoofdstuk klimaat wordt echter het volledige project opgenomen. Wel wordt toegelicht welke onderdelen reeds in uitvoering zijn of uitgevoerd zijn.

In dit hoofdstuk worden de directe en indirecte effecten van de aanlegfase van het project (= constructiewerken) op het klimaat beoordeeld. Hieronder valt onder meer de aard en omvang van broeikasgasemissies.

De opsplitsing van de klimaateffecten in directe en indirecte emissies waarbij een onderverdeling wordt gemaakt in “scope 1, 2 en 3 broeikasgasemissies” die in het kader van het Greenhouse Gas Protocol werd gelanceerd kan in het kader van milieueffectrapportering niet zonder meer worden gehanteerd. Het betrekken van deze emissies gaat namelijk verder dan de beoordeling van de directe en indirecte effecten van het project dat het voorwerp uitmaakt van dit MER en in lijn is met de MER handleiding Klimaat.

### 14.3.1 Koolstofbalans

#### 14.3.1.1 Wijziging in landgebruik (reeds uitgevoerd in 2022-2023)

##### 14.3.1.1.1 Scope

In dit hoofdstuk wordt de koolstofbalans berekend voor de vegetatieverwijdering, het afgraven van de bovenste bodemlaag, de omvorming naar industrieel landgebruik en de juridisch verplichte boscompensatie in het kader van het Bosdecreet:

- Het terrein waar de vegetatieverwijdering, het afgraven van de bovenste bodemlaag en de nivelleringswerken plaatsvinden, had een oppervlakte van 90,29 ha:
  - De totale oppervlakte die ontbost moest worden, bedraagt 39,31 ha.
  - Na het machinaal ontbossen vonden vervolgens de freeswerken plaats, die de aanwezige wortels uit de bodem haalden.
  - Op het resterende terrein van 50,98 ha (grasland, struwelen, ruigte) is de vegetatie eveneens verwijderd.
  - Voorafgaand aan de nivellering van het terrein werd de toplaag van de bodem afgegraven en verwijderd. Het ging over een totaal volume van 228 500 m<sup>3</sup>. Dit betreft teelaarde met organische resten die niet herbruikbaar was voor de nivellering.
  - Tot slot vonden de nivelleringswerken plaats die het terrein geschikt maakten voor verdere ontwikkeling.
- Na deze voorbereidende werken vindt er een permanent ruimtebeslag door Project One plaats op het terrein van 85,0 ha: inname van bosgebied en grasland door een industrieel landgebruik van Project One. Er is ook een tijdelijk ruimtebeslag van 5,29 ha i.f.v. de aanlegfase.
- Project One heeft een juridisch verplichte boscompensatie van 28,49 ha.

### 14.3.1.1.2 Methodiek

#### 14.3.1.1.2.1 Actuele koolstofvoorraden

##### **Actuele koolstofvoorraad in bodem en biomassa**

De rekenmethode voor de toenmalig aanwezige koolstofvoorraad in de biomassa (strooisellaag, dood hout en de levende biomassa) in het projectgebied is gebaseerd op de landelijke gemiddeldes die gehanteerd worden in de Nationale inventaris voor broeikasgasemissies van 2023 voor LULUCF-rapportering<sup>145</sup>. Voor koolstofopslag in de bodem wordt gebruik gemaakt van de bemonsteringen van organische koolstof in het kader van het technisch verslag van dit project.

De koolstofvoorraad van het projectgebied wordt geschat in 4 compartimenten: 1) de minerale bodem, 2) de strooisellaag, 3) het dood hout en 4) de houtige levende biomassa.

5. Na de vegetatieverwijdering en voorafgaand aan de nivellering van het terrein wordt de toplaag van de bodem afgegraven en verwijderd. De koolstof opgeslagen in de bosbodems en grasland/struweelbodems (in casu de rest van het projectgebied, incl. onverharde wegenis) zal dus ook opnieuw vrijkomen. In het kader van het technisch verslag van Project One werden projectgebiedsdekkende bemonsteringen uitgevoerd waarbij onder meer het droge-stofgehalte en het organisch koolstofgehalte werd bemonsterd (ca. 330 bodemstalen in de bovenste 30 cm, egaal en gebiedsdekkend verspreid over het projectgebied). Voor het projectgebied wordt gemiddeld genomen rekening gehouden met 1,8 ton/m<sup>3</sup>, een droge-stofgehalte van 92,22% en een koolstofgehalte van 4,76 g organische koolstof/kg droge stof. Dit is een relatief laag koolstofgehalte, te wijten aan het feit dat het projectgebied een opgespoten terrein betreft met een hoofdzakelijk zandige textuur.
6. In het bos is er ook dood organisch materiaal aanwezig onder de vorm van de strooisellaag, deze wordt ingeschat op ca. 7,56 ton C/ha<sup>145</sup>.
7. In het bos is er ook dood organisch materiaal aanwezig onder de vorm van dood hout, het kengetal hiervoor bedraagt ca. 1,9 ton C/ha<sup>145</sup>.
8. De ontbossing in het projectgebied zorgt voor een vrijstelling van de opgeslagen hoeveelheid koolstof in de aanwezige houtige levende biomassa. Hierna volgt een inschatting van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die opgeslagen is in de levende biomassa in het bestaande bos. Hierbij wordt rekening gehouden met een gemiddeld bestandsvolume aan staand levend hout van 100 m<sup>3</sup>/ha<sup>146</sup>. Ook wordt gerekend met de conversiefactoren voor bladverliezende bomen uit de Nationale inventaris voor broeikasgasemissies van 2019<sup>145</sup>:

<sup>145</sup> Belgium's greenhouse gas inventory 1990-2021. (15/04/2023). National Inventory Report. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

<sup>146</sup> 100 m<sup>3</sup> hout per ha is ingeschat aan de hand van het feit dat de meeste bomen op het projectgebied berken zijn met hier en daar wilg. Bomen dikker dan 30-40 cm diameter zijn zeldzaam. De meeste berken zijn vrij dun, zijnde minder dan 20 cm diameter.

- BEF 2 (biomass expansion factor) (verhouding volume totale bovengrondse biomassa op volume rondhout): 1,4
- R (root to shoot ratio) (verhouding volume ondergrondse biomassa op bovengrondse biomassa): 0,21
- Dichtheid van het hout: 0,55 ton droge stof/m<sup>3</sup>
- Koolstoffractie van de droge stof: 0,5 ton C/ton droge stof
- Totale koolstofopslag: 46,6 ton C/ha, waarvan:
  - 27,5 ton C/ha in het rondhout;
  - 11 ton C/ha in takken en bladeren (bovengrondse biomassa excl. rondhout);
  - 8,1 ton C/ha in ondergrondse biomassa.

De ontbossing en de omvorming naar een industrieel landgebruik zorgt ook voor het verdwijnen van de CO<sub>2</sub>-opslagfunctie van het bos via aanwas van nieuwe biomassa. Het potentieel van een bosecosysteem (of ander ecosysteem dat houtige vegetatie bevat) om hout te produceren, is vooral afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid, de boomsoortensamenstelling en de leeftijd van de aanwezige bomen. Vandekerckhove et al. (2014) geven in hun studie naar de ecosysteemdienst houtproductie, een overzicht van de jaarlijkse aanwas voor de verschillende combinaties van boomsoortklassen en bodemtextuur- en drainageklasse (zie Tabel 14-2).

In het projectgebied is een antropogene bodem aanwezig sinds het begin van de jaren '60. De bodem heeft tot op een diepte van 4 tot 5 m onder het huidige maaiveld een zandige textuur en geen profielopbouw. Het projectgebied heeft drainageklassen b/d/i. Rekening houdend met de waarden in Tabel 14-2 voor multifunctioneel loofhout, zandbodem en de vermelde drainageklassen b/d/i, kan een gemiddelde aanwas worden beschouwd van ca. 6 m<sup>3</sup> hout/ha/jaar. Gerekend met de conversiefactoren voor bladverliezende bomen uit de Nationale inventaris voor broeikasgasemissies van 2019, bedraagt de gemiddelde aanwas 3 ton C/ha/jaar.

Onder grasland wordt gemiddeld 0,5 à 1 ton C/ha/jaar opgeslagen<sup>147</sup>.

---

<sup>147</sup>Bron: Mogelijkheden voor koolstofopslag onder gras- en akkerland in Vlaanderen. ILVO Mededeling 231, juli 2017.

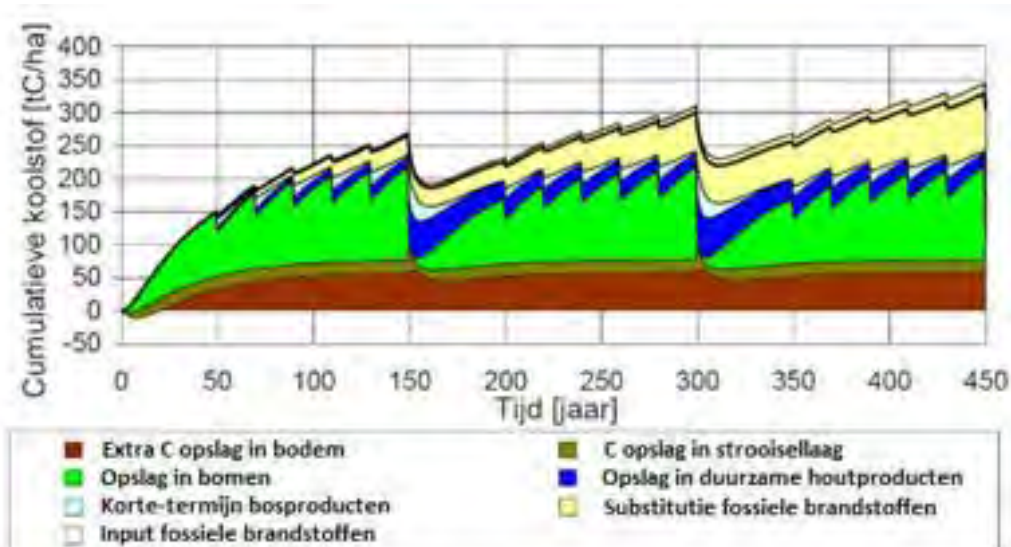
Tabel 14-2: Overzicht van de gehanteerde aanwascijfers ( $m^3/ha/jaar$ ) voor de verschillende combinaties van textuur- drainage- en boomsoortklassen die worden gehanteerd bij de potentiële aanbodkaart voor de ecosysteemdienst houtproductie (Bron: Vandekerkhove et al., 2014)

Productieloofhout (= cultuurpopulier)	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	0	0	9	6
S/P	0	9	12	11
A/L/M/G	0	10	18	9
E/U	0	13	20	7
Multifunctioneel loofhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	4	6	6	5
S/P	5	8	8	6
A/L/M/G	3	11	10	7
E/U	3	9	10	6
Productienaaldhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	11	14	10	3
S/P	11	14	12	2
A/L/M/G	9	15	10	2
E/U	9	8	8	0
Multifunctioneel naaldhout (Ps)	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	7	9	7	2
S/P	8	10	8	2
A/L/M/G	4	10	7	2
E/U	4	8	6	0
Ander hooggroen	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	4	6	6	5
S/P	5	8	8	6
A/L/M/G	3	11	10	7
E/U	3	9	10	6

#### 14.3.1.1.2 Toekomstige koolstofvoorraden

Het accuraat inschatten van de toekomstige koolstofvoorraad door de geplande boscompensatie over de tijd dient rekening te houden met diverse parameters, zoals bodemtype en -fertiliteit, initiële bodemkoolstofstock, boomsoort(en), ondergroei, beheer (plantdichtheid, dunningsregimes), nutriëntenstatus en vochtvoorziening, functionele bodembiodiversiteit, etc. Het is dus bijzonder moeilijk om de ontwikkeling van de toekomstige koolstofvoorraden door de geplande boscompensatie accuraat in te schatten. In dit MER wordt voor het berekenen van de toekomstige koolstofvoorraad gebruik gemaakt van cijfermateriaal beschikbaar gesteld in de studie van Muys et al. (2002). Het INBO werkt momenteel aan een dynamisch koolstofmodel dat de CO<sub>2</sub>-sequestratie berekent bij het bebossen van nieuwe gronden, uitgaande van bodemtype, initiële bodem C-voorraad, boomsoort, beheer, etc. Dit model kan in de toekomst ingezet worden om te bepalen hoe (snel) een ontbossingsproject klimaatneutraal kan gecompenseerd worden en om de koolstofbalans van projecten te optimaliseren.

In de studie van Muys et al. (2002) is een simulatie gemaakt van de potentiële koolstofvoorraad van nieuw aangelegd multifunctioneel bos (op basis van eik) op verschillende bodemtexturen (Z = zand; S = lemig zand; P = licht zandleem; L = zandleem; A = leem), vertrekkend van landbouwgrond (Figuur 14-4 en Tabel 14-3). In de berekening van de koolstofbalans worden er geen verliezen van de koolstofvoorraad door het periodiek oogsten van hout in rekening gebracht (periodiek oogsten van hout geeft aanleiding tot het getand profiel in Figuur 14-4).



Figuur 14-4: Conceptueel model van een koolstofbalans (in ton C/ha) doorheen de tijd van koolstof die netto wordt opgeslagen in een multifunctioneel bos op basis van eik vertrekkend van landbouwgrond (naar Muys et al., 2002). Het getande profiel geeft de daling van de koolstopslag in biomassa weer door periodiek oogsten van hout.

Tabel 14-3: Simulatie CO<sub>2</sub>-sequestratie nieuw aangelegd bos op diverse bodemtexturen (Bron: Muys et al., 2002)

Koolstofbalans in een nieuw multifunctioneel bos

Bodem	Jaar	Biomassa t CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup>	Opbrengst t CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	C bodem t CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup>
A	na 10	159.7	4.9	437.1
	na 20	266.1	11.6	493.5
	na 150	441.8	8.1	657.2
L	na 10	159.9	4.9	434.7
	na 20	257.6	11.6	490.4
	na 150	441.3	7.8	652.2
P	na 10	160.1	4.9	434.4
	na 20	241.6	10	540.6
	na 150	397.7	7.1	646.9
S	na 10	160.0	4.9	443.3
	na 20	243.5	10	494.2
	na 150	405.9	7.2	641.5
Z	na 10	153.1	5.8	452.1
	na 20	197.5	1.3	502.8
	na 150	413.5	7.1	649.5

Legende: Totale biomassa, jaarlijkse opbrengst, en C in de bodem bij een nieuwe aanplanting van multifunctioneel eiken-beuken bos op landbouwgrond. Resultaten van simulaties op verschillende bodems (van klei, bodem A tot zand, bodem Z)

In voorliggend MER wordt rekening gehouden met de gemiddelde waarden van de beschouwde bodemtexturen: na 10 jaar zal een totale biomassa kunnen opgebouwd worden van gemiddeld 159 ton CO<sub>2</sub>/ha, en na 20 jaar gemiddeld 241 ton CO<sub>2</sub>/ha. De netto opslag in bodem en strooisel bedraagt gemiddeld 6,40 ton CO<sub>2</sub>/ha/jaar.

#### 14.3.1.1.3 Koolstofbalans

De koolstofbalans is weergegeven in Tabel 14-4

In deze koolstofbalans werd een inschatting gemaakt van de actuele hoeveelheden koolstof opgeslagen in de biomassa en in de bodems van het projectgebied. De hoeveelheden koolstof opgeslagen in de nieuwe bosaanplant onder de juridisch verplichte boscompensatie werden in de koolstofbalans ingeschat na een groeiperiode van 10 jaar.

Hieronder volgt een indeling van de activiteiten als koolstofbron of als koolstofopslag (>0 emissie; <0 opslag):

- Door de ontbossing, verwijdering van de grasland- en struweelvegetatie, de afgraving van de bovenste bodemlaag en het ruimtebeslag op het beschouwde projectgebied, zal ca. + 14 698 ton opgeslagen CO<sub>2</sub> vrijkomen in de atmosfeer en zal er jaarlijks ca. + 590 ton CO<sub>2</sub> minder worden gecapteerd uit de atmosfeer.
- Na 10 jaar zal het nieuwe bos onder de juridisch verplichte boscompensatie, aanleiding geven tot een vastlegging van ca. - 6 616 ton CO<sub>2</sub>, abstractie makend van houtopbrengst. Dus er kan de eerste 10 jaar - 662 ton CO<sub>2</sub>/jaar vastgelegd worden door het nieuwe bos.
- Het werkelijk koolstofdebet na X jaar bestaat in principe uit de koolstofvoorraad na X jaar in het projectgebied wanneer het ongemoeid zou worden gelaten. Het werkelijk koolstofdebet houdt dus rekening met zowel de koolstofvoorraad als de koolstofopslagcapaciteit van het gebied. Het werkelijk koolstofdebet na 10 jaar bedraagt + 13 980 ton CO<sub>2</sub>.

Tabel 14-4: Koolstofbalans vegetatieverwijdering, afgraven bovenste bodemlaag, juridisch verplichte boscompensatie en mitigatiescenario koolstofopslag in houtpanelen

	Kengetallen koolstofbalans	Bron	Oppervlakte	Koolstofreservoir		Koolstofsequestratie	
			ha	ton C	ton CO <sub>2</sub>	ton C/jaar	ton CO <sub>2</sub> /jaar
Actuele koolstofvoorraad in bodem en biomassa Project One							
Ontbossen loofbos – verwijderen houtige levende biomassa (boven- en ondergronds)	47 ton C/ha	Nationale inventaris voor broeikasgasemissies (2019)	39,31	1 831	6 715	110	403
	3 ton C/ha/jaar	Vandekerkhove et al. (2014)					
Ontbossen – verwijderen dood hout	1,9 ton C/ha	Nationale inventaris voor broeikasgasemissies (2019)	39,31	75	274		
Ontbossen – verwijderen strooisellaag	7,56 ton C/ha			297	1 090		
Verwijderen grasland/struweel/ruigte	0,5 à 1 ton C/ha/jaar	ILVO Mededeling 231 (juli 2017)	50,98			51	187
Afgraven en nivelleren minerale bodem (tot ca. 30 cm-mv)	1,8 ton/m³	Resultaten bemonsteringen technisch verslag grondverzet Project One	228 500 m³	1 805	6 620		
	92,22 % DS						
	4,76 gOC/kgDS						
Koolstofreservoir en koolstofopslagcapaciteit totaal projectgebied			90,29	4 009	14 698	161	590

	Kengetallen koolstofbalans	Bron	Oppervlakte	Koolstofreservoir		Koolstofsequestratie	
			ha	ton C	ton CO <sub>2</sub>	ton C/jaar	ton CO <sub>2</sub> /jaar
Toekomstige koolstofvoorraad door boscompensatie							
Herbebossen i.f.v. juridisch verplichte boscompensatie	Na 10 jaar: 159 ton CO <sub>2</sub> /ha in bosbiomassa; 7,4 ton CO <sub>2</sub> /ha/jaar in bodem en strooisel	Muys et al. (2002)	28,49	Na 10 jaar: 1 804	Na 10 jaar: 6 616	Eerste 10 jaar: 180	Eerste 10 jaar: 662
Werkelijke koolstofbalans na 10 jaar (>0 emissie; <0 opslag)				3 813	13 980		

### 14.3.1.2 Houtafvoer en af- en aanvoer grond (grotendeels uitgevoerd in 2022-2023)

#### 14.3.1.2.1 Scope en methodiek

Er werd rekening gehouden met een houtafvoer over de weg. Rekening houdend met ca. 100 m<sup>3</sup> hout per ha en ca. 39,31 ha te ontbossen is er een houtafvoer nodig van ca. 3 931 m<sup>3</sup>. Rekening houdend met een laadvermogen van ca. 50 m<sup>3</sup> per vrachtwagen, gemiddeld 21 werkdagen per maand en een duur van 2 maanden voor de ontbossing, komt dit overeen met ca. 2 x 79 vrachtwagenbewegingen of 2 x 2 vrachtwagenbewegingen per dag. Als conservatieve aanname voor de koolstofbalans werd 100 km per vrachtwagenbeweging genomen. Het transportmedium voor het houtafvoer was afhankelijk van de ligging van het gekozen bedrijf voor omzetting tot houtproducten en van de keuze van de biomassacentrale voor de reststromen.

Het grondverzet tijdens de aanlegfase werd opgesplitst worden in 3 fasen:

- Af te graven en af te voeren volumes bij de afgraving van de teelaarde;
- Af te graven, deels af te voeren en deels aan te vullen volumes bij de nivellering van de onderlaag;
- Af te graven, deels af te voeren en deels aan te vullen volumes in het kader van de constructiewerken zelf.

Voor een overzicht van de volumes en een gedetailleerde beschrijving van de verschillende grondwerken, wordt integraal verwezen naar § 3.2.5.

De grondaf- en -aanvoer zal hoofdzakelijk gebeuren via het Kanaaldok B2. Mogelijk moeten specifiek verontreinigde gronden afgevoerd worden naar een aparte verwerker via de weg. Er wordt rekening gehouden met ca. 90% grondafvoer via het water en 10% grondafvoer via de weg.

De emissiefactor van het broeikasgas CO<sub>2</sub> (in g/tonkm) ligt aanzienlijk lager voor het vervoer van bulkgoederen via de binnenvaart dan via vrachtwagens<sup>148</sup>. Voor de binnenvaart ligt de emissiefactor van het broeikasgas CO<sub>2</sub> (in g/tonkm) ook aanzienlijk lager voor het vervoer van bulkgoederen via 4-baksduwkonvooien dan via gewone binnenschepen (type Kempenaar, Rijn-Hernekanaalschip). Als milderende maatregel wordt opgelegd dat de af- en aanvoer van gronden via binnenvaart moet gebeuren (het type binnenschip is op heden nog niet gekend). Op die manier wordt de CO<sub>2</sub>-emissie van de af- en aanvoer van gronden over het water beperkt.

Als conservatieve aanname wordt een gemiddelde afstand van 100 km heen en terug tussen het projectgebied en de betreffende grondverwerkingscentra of grondstocks aangenomen.

#### 14.3.1.2.2 Koolstofbalans

De geschatte CO<sub>2</sub>-emissies van de houtafvoer van de ontbossing worden weergegeven in Tabel 14-5. De geschatte CO<sub>2</sub>-emissies van de af- en aanvoer van gronden tijdens de aanlegfase worden weergegeven in Tabel 14-6.

De af- en aanvoer van gronden gebeurt maximaal over het water. De af- en aanvoer van gronden gebeurt via binnenvaart. Op die manier wordt de CO<sub>2</sub>-emissie van voor de af- en aanvoer van gronden beperkt. Dit ligt in lijn met het beleid voor de transportsector in het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030.

---

<sup>148</sup> Bron: <https://co2emissiefactoren.be>

Tabel 14-5: Koolstofbalans houtafvoer ontbossing

	Aantal vrachtwagens	Aantal km heen en terug	CO <sub>2</sub> -emissiefactor (kgCO <sub>2</sub> /km)	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
Houtafvoer ontbossing	79	100	1,10 <sup>149</sup>	9

Tabel 14-6: Koolstofbalans af- en aanvoer van grond

	Volume (m <sup>3</sup> )	Hoeveelheid (ton) <sup>150</sup>	CO <sub>2</sub> -emissiefactor (g/tonkm) <sup>151</sup>	Aantal km heen en terug	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
Grondafvoer en -aanvoer – afgraving teelaarde, nivelleringswerken en constructiewerken					
Binnenvaart (90%)	433 350	780 030	41	100	3 198
Vrachtwagen met oplegger (10%)	48 150	86 670	82	100	711
<b>Totaal</b>	<b>481 500</b>	<b>866 700</b>			<b>3 909</b>

### 14.3.1.3 Werfmachines aanlegfase (beperkt uitgevoerd in 2022-2023)

#### 14.3.1.3.1 Scope en methodiek

De invloed van het brandstofverbruik van de werfmachines op de koolstofbalans werd bepaald in de discipline Lucht. Voor een gedetailleerde beschrijving van de uitgangspunten van de berekening, wordt verwezen naar Bijlage 6.1 van dit MER.

Per motorklasse werden specifieke emissiefactoren gebruikt voor de broeikasgassen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen). Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op de volgende bronnen: US EPA420-R-05-019 Exhaust Emission Factors for Nonroad Engine Modelling NR-010e en EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023, Non-road mobile sources and machinery. De verwarming van de werfketens wordt geacht een verwaarloosbare bijdrage te hebben op de koolstofbalans van de aanlegfase en wordt daarom niet afzonderlijk begroot.

#### 14.3.1.3.2 Koolstofbalans

In Figuur 14-5 worden de broeikasgasemissies gedurende de aanlegfase weergegeven. De CH<sub>4</sub>- en NMVOS-emissies (niet-methaan vluchtige organische stoffen) kunnen als verwaarloosbaar beschouwd worden ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-emissies. De cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissies voor de 3 jaar en 8 maanden durende aanlegfase van Project One (2022-2026) worden geraamd op ca. 136 516 ton of gemiddeld ca. 37 230 ton CO<sub>2</sub> per jaar van de aanlegfase. De grootste bronnen van emissies zijn de mobiele kranen, de dieselgeneratoren en de dumpers.

<sup>149</sup> Bron: <https://www.milieubarometer.nl/CO2-footprints/co2-footprint/velopa-bv-2015/>

<sup>150</sup> 1,8 ton/m<sup>3</sup>

<sup>151</sup> Bron: <https://co2emissiefactoren.be>



*Figuur 14-5: Broeikasgasemissies site afkomstig van de werfmachines voor de aanlegfase (met onderbreking vanwege vernietiging vergunning)*

#### 14.3.1.4 Transport materialen en woon-werkverkeer arbeiders

##### 14.3.1.4.1 Transport materialen

Zoals in Hoofdstuk 10 Mobiliteit wordt beschreven, worden er een aantal maatregelen genomen om de emissies van het transport van materialen te beperken. Hieronder worden de maatregelen kort aangehaald; voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar Hoofdstuk 10 Mobiliteit:

- Verminderen van transporten
  - Werken met modules
  - Bulk materiaal per schip
  - Gebruik van overslagsites
- Verschuiven van vervoermodus (scheepvaart i.p.v. vrachtverkeer)

##### 14.3.1.4.2 Woon-werkverkeer werfpersonnel

Tijdens de aanlegfase wordt het vervoer van werfpersonnel zoveel als mogelijk gebundeld in bussen en minibussen. Personeel op de site wordt aangemoedigd om met de fiets naar de site te komen. Daarnaast wordt ingezet op carpoolen. Voor een gedetailleerde beschrijving van deze maatregelen wordt verwezen naar Hoofdstuk 10 Mobiliteit.

##### 14.3.1.4.3 Scope, methodiek en koolstofbalans

Een precieze begroting van de CO<sub>2</sub>-vrachten ten gevolge van het woon-werkverkeer van werfpersonnel en het transport van materialen is niet eenvoudig gezien het minimaal gegevens vereist over het aantal transportkilometers per transport en de hoeveelheden per transport. Vooral voor wat het transport van materialen betreft, blijft het moeilijk om hier deze informatie gedetailleerd in kaart te brengen. Op het moment van schrijven van het MER hebben we de onderstaande aannames gedaan. .

Aan de hand van de modal split voor het werfpersonnel uit Hoofdstuk 10 Mobiliteit en de emissiefactoren per voertuig, wordt de koolstofbalans bepaald van het woon-werkverkeer van het werfpersonnel in de aanlegfase (Tabel 14-7). Als conservatieve aanname wordt 50 km per rit of 100 km per dag genomen en 250 werkdagen per jaar. De duur van de aanlegfase bedraagt ca. 3 jaar en 8 maanden.

Het aantal vrachtransporten per dag werd begroot in Hoofdstuk 10 Mobiliteit, inclusief voor het bulk materiaal beton (Tabel 14-8). Tijdens de piekperiode op de werf, wordt het totaal aantal vrachten berekend op 162 per dag. Als conservatieve aanname voor de koolstofbalans wordt 50 km per vrachtrit of 100 km per dag genomen en 250 werkdagen per jaar. De duur van de aanlegfase bedraagt 3 jaar en 8 maanden.

Voor het aantal transporten van materialen per schip, wordt aangenomen dat staal het belangrijkste materiaal is dat per schip wordt vervoerd (Tabel 14-9). Gegevens over de herkomst van dit staal zijn niet bekend, maar er wordt in de berekening conservatief aangenomen dat dit staal integraal uit Azië komt (langste transportafstand). De CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt enkel voor de heenvaart in rekening gebracht, gezien de terugvaart van dergelijke transporten, om economische redenen, doorgaans gekoppeld wordt aan een ander economisch transport, buiten Project One. De terugvaart maakt dus geen deel uit van het project en dient niet te worden begroot.

De uitstoot van het woon-werkverkeer van het werfpersonnel en het vracht- en scheepvaartverkeer voor het transport van materialen van Project One bedraagt ca. 68 495 ton CO<sub>2</sub>-eq of gemiddeld ca. 17 124 ton CO<sub>2</sub>-eq/jaar voor de ca. 4-jaar durende aanlegfase van Project One (Tabel 14-10).

Tabel 14-7: Koolstofbalans woon-werkverkeer werfpersonnel

Voer-tuig	Modal split	Werk-personeel/dag	Aantal voertuigen/dag	Aantal km/dag	CO <sub>2</sub> -emissiefactor <sup>152</sup>	CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq/jaar)	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
<b>Fiets</b>	2%	51			0	0	0
<b>Bussen (45 passagiers)</b>	50%	1 268	29	100	109 gCO <sub>2</sub> /reizigerskm	3 455	12 646
<b>Minibussen (8 passagiers)</b>	15%	380	48	100	287 gCO <sub>2</sub> /voertuigkm	344	1 261
<b>Auto (1,15 passagiers)</b>	33%	837	727	100	193 gCO <sub>2</sub> /voertuigkm	3 508	12 838
<b>Totaal</b>		2 535	804			7 307	26 745

Tabel 14-8: Koolstofbalans vrachtverkeer transport materialen (incl. beton)

	Aantal voertuigen/dag	Aantal km/dag	CO <sub>2</sub> -emissiefactor (kgCO <sub>2</sub> /km)	CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq/jaar)	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
<b>Vrachtverkeer (incl. beton)</b>	162	100	1,10 <sup>153</sup>	4 455	17 820

Tabel 14-9: Koolstofbalans scheepvaartverkeer transport staal

	Hoeveelheid (ton)	Aantal km	CO <sub>2</sub> -emissiefactor (g/tonkm) <sup>154</sup>	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
<b>Scheepvaartverkeer (staal)</b>	44 000	22 000	22	21 296

<sup>152</sup> Bron: <https://co2emissiefactoren.be>, de gehanteerde emissiefactoren werden geüpdatet (maart 2024)

<sup>153</sup> Bron: <https://www.milieubarometer.nl/CO2-footprints/co2-footprint/velopa-bv-2015/>

<sup>154</sup> Bron: <https://co2emissiefactoren.be>, de gehanteerde emissiefactoren werden geüpdatet (maart 2024)

Tabel 14-10: Samenvattende koolstofbalans woon-werkverkeer werfpersoneel en transport materialen

	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
Woon-werkverkeer werfpersoneel	26 745
Vrachtverkeer transport materialen (incl. beton)	17 820
Scheepvaartverkeer transport staal	21 296
<b>Totaal</b>	<b>65 861</b>

### 14.3.1.5 Materialengebruik

De winning en productie van bouwmaterialen genereert tevens een milieu-impact. Er wordt vooral beton en staal ingezet voor de constructie van de installaties. Bijgevolg zal er een inschatting worden gemaakt van de invloed van het materialengebruik op de koolstofbalans op basis van deze twee materialen, weergegeven in Tabel 14-11. De emissiefactoren van CO<sub>2</sub> zijn afkomstig van de Franse databank van ADEME<sup>155</sup> (Agence de la transition écologique). Deze emissiefactoren zijn geldig voor industriële installaties en omvatten de indirecte emissies die verband houden met de winning en productie van de bouwmaterialen. Deze emissies worden vervolgens uitgemiddeld over de geschatte gebruiksperiode van 50 jaar van Project One.

Tabel 14-11: Koolstofbalans materialengebruik aanlegfase

Categorie	Product	Hoeveelheid	Verwachte levensduur installaties Project One (jaar)	Emissiefactor CO <sub>2</sub>	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)	CO <sub>2</sub> -emissie over gebruiksperiode van 50 jaar (ton CO <sub>2</sub> -eq/jaar)
Vloerplaat/fundering	Beton	155 000 m <sup>3</sup>	50	0,396 tonCO <sub>2</sub> -eq/m <sup>3</sup>	61 380	1 228
Piping/structuren/...	Staal	44 000 ton	50	3,19 tonCO <sub>2</sub> -eq/ton	140 360	2 807
<b>Totaal</b>					<b>201 740</b>	<b>4 035</b>

### 14.3.2 Conclusie

De (grotendeels uitgevoerde) werken van wijziging in landgebruik door de ontbossing, verwijderen van overige vegetatie, afgraven van de bovenste bodemlaag en omvorming naar industrieel landgebruik, worden als volgt beoordeeld:

- Het projectgebied fungeerde in de begroeide toestand als koolstofvoorraad (bosgebied, grasland, ruigte en struwelen) en verloor die functie door de omvorming van het landgebruik naar industrieel landgebruik. Het werkelijk koolstofdebet na X jaar bestaat in principe uit de koolstofvoorraad na X jaar in het projectgebied wanneer het ongemoeid zou worden gelaten. Het werkelijk koolstofdebet houdt dus rekening met zowel de koolstofvoorraad als de koolstofopslagcapaciteit van het gebied. Er werd berekend dat er door de wijziging in

<sup>155</sup> Bron: <https://www.bilans-ges.ademe.fr/docutheque/docs/guide%20finalis%C3%A9e%20FNTF%20avril%202015.pdf>

landgebruik op het projectgebied en door de juridisch verplichte boscompensatie, een werkelijk koolstofdebet is na 10 jaar van + 13 980 ton CO<sub>2</sub>.

De uitstoot van transportmedia voor de afvoer van hout, de af- en aanvoer van gronden, het woon-werkverkeer van werfpersoneel en het transport van materialen en de uitstoot van werfmachines in de aanlegfase, worden samengevat in Tabel 14-12 en bedraagt gemiddeld 56 365 ton CO<sub>2</sub>-eq/jaar voor de aanlegfase (3 jaar en 8 maanden).

Tabel 14-12: Koolstofbalans uitstoot transport en werfmachines aanlegfase

	Totale CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> -eq)
Houtafvoer ontbossing	9
Grondafvoer en -aanvoer	3 909
Werfmachines	136 516
Woon-werkverkeer werfpersoneel	26 745
Vrachtverkeer transport materialen (incl. beton)	17 820
Scheepvaartverkeer transport staal	21 296
<b>Totaal transport en werfmachines</b>	<b>206 295 ton CO<sub>2</sub>-eq of 56 365 ton CO<sub>2</sub>-eq/jaar</b>

Rekening houdend met een 50-jarige levensduur van Project One, werden de CO<sub>2</sub>-equivalente emissies door het materialenverbruik van beton en staal in Project One, geraamd op 4 126 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar.

### 14.3.3 Aanbevelingen en milderende maatregelen

#### Projectgeïntegreerde milderende maatregelen:

- De af- en aanvoer van gronden gebeurt vooral via de binnenvaart. Op die manier wordt de CO<sub>2</sub>-emissie van voor de af- en aanvoer van gronden beperkt.

## 14.4 Exploitatiefase

In dit hoofdstuk worden de directe en indirecte effecten van de exploitatie van het project (= de exploitatie van de installaties) op het klimaat beoordeeld. Hieronder valt onder meer de aard en de omvang van de broeikasgasemissies, maar ook de kwetsbaarheid van het project voor klimaatverandering.

De opsplitsing van de klimaateffecten in directe en indirecte emissies waarbij een onderverdeling wordt gemaakt in "scope 1, 2 en 3 broeikasgasemissies" die in het kader van het Greenhouse Gas Protocol werd gelanceerd kan in het kader van milieueffectrapportering niet zonder meer worden gehanteerd. Het betrekken van deze emissies, gaat namelijk verder dan de beoordeling van de directe en indirecte effecten van het project dat het voorwerp uitmaakt van dit MER en in lijn is met de MER handleiding Klimaat.

### 14.4.1 Project One

Project One zal ethyleen op de markt brengen; de productiecapaciteit van de ECR is in Tabel 14-13 weergegeven. Ethyleen wordt geproduceerd door middel van het stoomkraken van ethaan in de ethaankraker (ECR). De ECR is ontworpen voor zeer selectieve productie van ethyleen. Propyleen, pyrolyse olie, C4 en C5+ koolwaterstoffen, worden in de ECR in beperkte hoeveelheden als bijproducten gevormd. In het kraakproces wordt waterstof gevormd in aanzienlijke hoeveelheden. Het waterstofrijke stookgas wordt gebruikt als brandstof voor het kraakproces en is een belangrijke techniek om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren. Waterstof wordt dus niet geëxtraheerd als HVC voor verkoop op de markt.

De producten van de ECR van Project One vallen onder de noemer van "hoogwaardige chemicaliën" (*high value chemicals* of HVC's). De jaarlijkse HVC-productiecapaciteit van de ECR bedraagt 1,563 Mton HVC's of 3,3% van de huidige jaarlijkse HVC-productiecapaciteit in Europa (47,6 Mton HVC's; IEA (2018)).

De grondstoftoevoer voor Project One wordt weergegeven in Tabel 14-13. De ethaankraker wordt gevoed met ethaan uit de VS, waar het grotendeels wordt geproduceerd als bijproduct van schaliegaswinning. Ethaan zal afkomstig zijn van verschillende leveranciers in het noordoosten van de VS en de Golfkust. Ethaan zal, diepgekoeld als vloeistof, vanuit de VS naar de haven van Antwerpen worden verscheept via ethaantankers (VLEC, Very Large Ethane Carriers). De ethaantankers voor Project One gebruiken een klein deel van het ethaan dat ze vervoeren als transportbrandstof waardoor de transport emissies laag worden gehouden. Andere bronnen van ethaan worden omwille van beschikbaarheid en kostprijs heden niet als realistisch beschouwd voor de exploitatie van Project One.

Tabel 14-13: ECR HVC-productiecapaciteit\*

Product	Mton/jaar
<b>ECR</b>	
Ethyleen	1,450
Andere HVC's	0,113
<b>Totaal HVC</b>	<b>1,563</b>

\*Verschillend van de totale Project One productiecapaciteit weergegeven onder Hoofdstuk 3.4.2.1, waaronder ook producten zitten die niet vallen onder de noemer van HVC's.

Tabel 14-14: Project One grondstoftoevoer

Grondstof	Mton/jaar
Ethaan	1,910

## 14.4.2 Koolstofbalans

### 14.4.2.1 Procesgerelateerde emissies

#### 14.4.2.1.1 Koolstofbalans ECR en ondersteunende infrastructuur

##### 14.4.2.1.1.1 Scope

In dit hoofdstuk wordt de verwachte koolstofbalans van zowel de exploitatie van de ECR als van de ondersteunende infrastructuur weergegeven. De koolstofbalans van de ECR laat toe om de specifieke emissies voor HVC-productie van Project One te toetsen aan de product benchmark van het EU-ETS systeem. Zowel de directe (emissies van de verbrandingsprocessen) als de indirecte CO<sub>2</sub>-equivalente emissies (import van elektriciteit en export van stoom) van alle productieprocessen en bijbehorende nutsvoorzieningen van Project One worden berekend.

##### 14.4.2.1.1.2 Methodiek

De koolstofbalans is het resultaat van een bottom-up analyse, van de energiestromen van de verschillende entiteiten van Project One en is gebaseerd op de massa- en energiebalansen van de licentiegever en de configuratie van de site-infrastructuur.

De koolstofbalans van de ECR wordt eerst afzonderlijk bepaald om te kunnen toetsen aan de product benchmark van het EU-ETS systeem, waarbij rekening werd gehouden met brandstofverbruik en import van elektriciteit en export van stoom.

De methodologie die is gevolgd bij de berekening van de koolstofbalans is overeenkomstig de IPCC-richtlijnen van 2006<sup>156</sup> en laat toe om te toetsen aan de product benchmark van het EU-ETS systeem. De emissies werden bepaald op basis van de meest recente licentiegegevens voor de ECR, waarin de resterende vereisten voor de ondersteunende infrastructuur werden geïntegreerd. Gedetailleerde brandstofsamenstellingen werden gebruikt om overeenkomstige emissiefactoren voor ECR-stookgas en aardgas af te leiden.

De totale CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de ECR en de ondersteunende infrastructuur werd berekend door de extra emissies van de ondersteunende infrastructuur op te tellen en door de stoomexport van de ondersteunende infrastructuur af te trekken.

Er wordt rekening gehouden met 8 760 productie-uren per jaar. De gebruikte emissiefactoren voor stoom, elektriciteit en aardgas zijn weergegeven in Tabel 14-15. Voor elektriciteit moeten hierbij de volgende opmerkingen gemaakt worden:

- De specifieke emissiefactor voor elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energiebronnen in Vlaanderen bedraagt 0 CO<sub>2</sub>tonCO<sub>2</sub>-eq/MWh en uit niet hernieuwbare energiebronnen 0,195 ton CO<sub>2</sub>-eq/MWh. Om te kunnen toetsen aan de product benchmark voor HVC-productie van het EU-ETS systeem, moet echter de specifieke emissiefactor voor elektriciteitsverbruik van de 4th GHG Emission Trading Data gebruikt worden, met name 0,376 tonCO<sub>2</sub>-eq/MWh. Deze emissiefactor is een ETS-regiowijde emissiefactor en is onafhankelijk van waar en hoe de elektriciteit werd geproduceerd.
- Dit betekent dat de reductie van de indirecte emissies bij de start van Project One door de groene-stroomafnameovereenkomst (PPA of power purchase agreement) met 2 energieleveranciers, niet in de berekening van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de ECR wordt getoond noch bij de toets aan de product benchmark van het EU-ETS systeem. De impact van de groene-stroomafnameovereenkomst wordt wel getoond in de koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur als geheel.

Tabel 14-15: Specifieke emissiefactoren stoom, elektriciteit en aardgas

	CO <sub>2</sub> -eq emissiefactor	Referentie
<b>Stoomproductie</b>	0,056 tonCO <sub>2</sub> -eq/GJp	4th GHG Emission Trading data <sup>157</sup>
<b>Elektriciteitsverbruik</b>	0,376 tonCO <sub>2</sub> -eq/MWh	4th GHG Emission Trading data <sup>157</sup>
<b>Aardgasverbruik</b>	0,202 tonCO <sub>2</sub> -eq/MWh	IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

#### 14.4.2.1.1.3 Procesgeïntegreerde energiebesparende- en emissiereducerende maatregelen

De ECR is ontworpen voor een selectieve en efficiënte productie van ethyleen. Project One gebruikt de state-of-the-art technologie voor het kraken van ethaan, de beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties. In Tabel 14-16 wordt een overzicht gegeven van de procesgeïntegreerde energiebesparende en emissiereducerende maatregelen, zoals deze geïdentificeerd werden in de bedrijfsintern uitgevoerde energiestudie voor de ECR en de stoomketels.

Bij het ontwerp van de ECR werden belangrijke CO<sub>2</sub>-emissiereducerende maatregelen geïmplementeerd, waaronder koude ethaan voeding om de energievraag van de scheidingsstap te reduceren, H<sub>2</sub> fueling en lucht voorverwarming om de thermische efficiëntie van de stookinstallaties te verhogen. Koude ethaan voeding met energie-integratie en lucht voorverwarming reduceren het energieverbruik van de ECR met 6 tot 7%. H<sub>2</sub> fueling reduceert de directe CO<sub>2</sub>-emissies met 60%.

<sup>156</sup> IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

<sup>157</sup> 4th GHG Emission Trading Data, Steam Cracker Data Collection, 2017

Tabel 14-16: Procesgeïntegreerde energiebesparende en emissiereducerende maatregelen van Project One

Effect van de maatregelen	Maatregelen per onderdeel	
	ECR	Stoomketels
Koolstofefficiëntie	Selectieve proceskeuze/grondstofkeuze voor ethyleenproductie	Efficiënte verbranding van aardgas en H <sub>2</sub> fuelling via stookgas
Reductie CO <sub>2</sub> emissies	H <sub>2</sub> fueling, lucht voorverwarming, stoomintegratie	H <sub>2</sub> fueling, lucht voorverwarming, stoomintegratie
Verhogen energie-efficiëntie	Koude integraties, lucht voorverwarming, BBT, stoomintegratie	Lucht voorverwarming, BBT, stoomintegratie

#### 14.4.2.1.1.4 ECR

##### 14.4.2.1.1.4.1 Koolstofbalans voor toets aan product benchmark EU-ETS

Tabel 14-17 toont de energieverbruiken voor de ECR. Tabel 14-18 toont de afgeleide koolstofbalans voor toets aan de EU-ETS benchmark. De meeste ECR-CO<sub>2</sub>-equivalente emissies zijn directe emissies, die het gevolg zijn van de verbranding van stookgas in de ovens. Aan de energiebehoefte van de ethaankraker wordt bijna geheel voldaan met het waterstofrijke stookgas dat wordt gegenereerd als bijproduct van het kraakproces. Het gebruik van het waterstofrijke stookgas voor het kraakproces is een belangrijke techniek om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren. De ECR is tevens een sterk warmte-geïntegreerde eenheid. Als gevolg hiervan wordt een aanzienlijke hoeveelheid waterstofrijk stookgas naar de stoomketels geëxporteerd, wat de productie van stoom en elektriciteit mogelijk maakt met een kleinere CO<sub>2</sub>-voetafdruk in vergelijking met aardgas. In normale omstandigheden wordt er dus geen aardgas verbruikt in de ECR. Enkel wanneer er onvoldoende waterstofrijk stookgas wordt gegenereerd in de ECR, wordt aardgas verbruikt om aan de overblijvende energiebehoefte in de kraakovens tegemoet te komen.

Tabel 14-17: Energieverbruiken ECR

		Volume (kton/jaar)	C-inhoud (wt%)
ECR	Stookgas	-272	45
	Netto stoomexport (naar OSBL)	GJ/jaar -1349874	
	Elektriciteitsimport (van OSBL)	GWh/jaar 215	

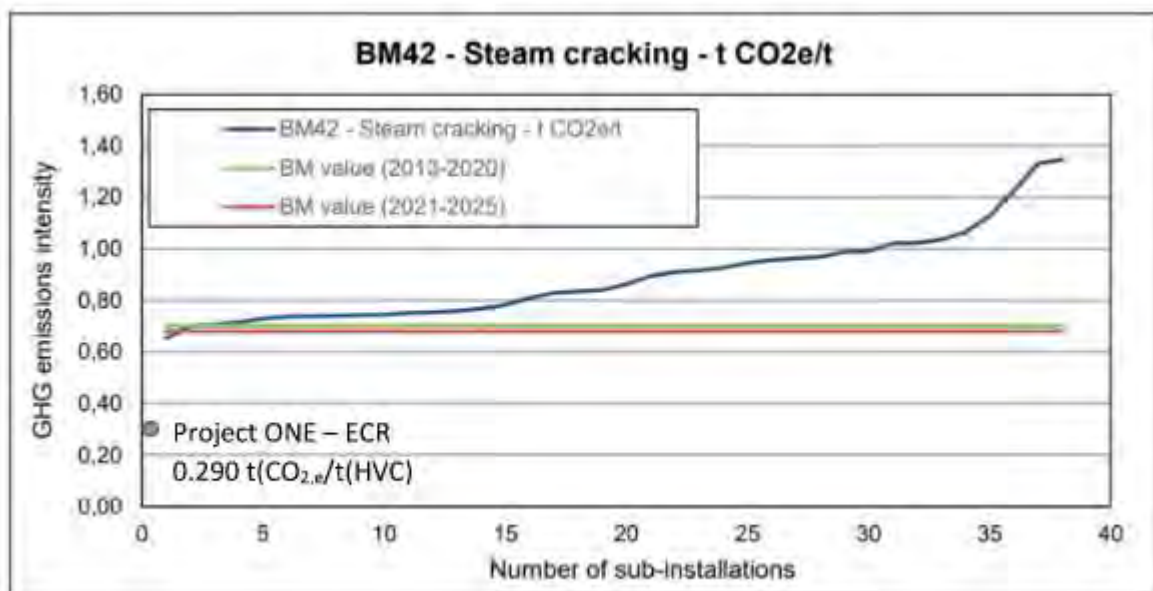
Tabel 14-18: Koolstofbalans ECR voor toets aan EU-ETS benchmark

	Eenheid	ECR
Directe emissies	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	449
Indirecte emissies (balans stoom export en elektriciteitsimport)	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	5
Totaal	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	454
HVC-productie	kton/jaar	1 563
<b>Specifieke CO<sub>2</sub>eq emissies ECR</b>	<b>tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub></b>	<b>0,290</b>

#### 14.4.2.1.1.4.2 Toets aan product benchmark EU-ETS

De product benchmark voor HVC's van fase 4 van het EU-ETS systeem (2021-2025) bedraagt 0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub><sup>158, 159</sup> voor stoomkraken (ECR). Een productbenchmark is gebaseerd op de gemiddelde broeikasgasemissies van de 10% best presterende installaties die het beschouwde product in de EU en de EER-EVA-landen<sup>138</sup> produceren. Dit betekent dat de methodologie niet varieert naargelang van de gebruikte technologie of brandstof, de omvang van een installatie of de geografische ligging ervan. Er zijn 39 bestaande stoomkrakers onder het EU-ETS systeem, waarvan er 38 gebruikt werden voor het updaten van de EU-ETS benchmark<sup>159</sup>. Hieruit kan afgeleid worden dat er dus slechts 3,8 stoomkrakers voldoen aan de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie. De 10% best presterende stoomkrakers onder het EU-ETS systeem hadden in 2016 en 2017 een gemiddelde specifieke uitstoot van 0,693 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub><sup>159</sup>. Hieruit kan afgeleid worden dat er voor het bepalen van de benchmark voor 2021-2025, een reductiefactor van 1,73% werd toegepast voor de gemiddelde specifieke uitstoot van de 10% best presterende stoomkrakers in 2016-2017. De gemiddelde specifieke uitstoot van alle stoomkrakers onder het EU-ETS systeem in 2016/2017 bedroeg 0,891 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. In de periode 2016/2017 werden er jaarlijks gemiddeld 31 393 609 ton CO<sub>2</sub>-eq aan emissies gedekt door de benchmark en dus gratis toegewezen aan de stoomkrakers onder het EU-ETS systeem. De voorlopige kosteloze toewijzing van emissierechten gedekt door de benchmark voor het jaar 2021 werd door de Europese Commissie ingeschat op 22 816 634 ton CO<sub>2</sub>-eq<sup>159</sup>, wat een daling betekent van ca. 27% t.o.v. 2016/2017.

De specifieke procesemissie van de Project One ethaankraker bedraagt 0,290 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub> of slechts 42% van de huidige EU-ETS benchmarkwaarde en ligt dus ruim onder de huidige EU-ETS benchmarkwaarde.



Figuur 14-6: Specifieke broeikasgasemissies (in ton CO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>) voor de bestaande stoomkrakers onder fase 4 van het EU-ETS systeem (Bron: Europese Commissie, dd. 15/06/2021<sup>159</sup>)

<sup>158</sup> Bijlage bij Uitvoeringsverordening van de Commissie tot vaststelling van herziene benchmarkwaarden voor de kosteloze toewijzing van emissierechten voor de periode van 2021 tot en met 2025 overeenkomstig artikel 10 bis, lid 2, van Richtlijn 2003/87/EG van het Europees Parlement en de Raad/87/EG van het Europees Parlement en de Raad

<sup>159</sup> European Commission Directorate-General Climate Action. Update of benchmark values for the years 2021 – 2025 of phase 4 of the EU ETS. Benchmark curves and key parameters. 15/06/2021.

Project One zal de best presterende technologie voor stoomkraken exploiteren op vlak van koolstofefficiëntie in Europa. Project One impliceert een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie. Dit betekent dat de stoomkrakers onder het EU-ETS systeem die niet aan de benchmarkwaarde voldoen, meer aanvullende emissierechten of kredieten moeten kopen om de emissies af te dekken of meer emissie-reducerende maatregelen zullen moeten implementeren in vergelijking met de huidige situatie. Hieronder wordt berekend dat Project One een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie impliceert tot ca. 0,577 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Dit is een daling van ca. 15% ten opzichte van de huidige benchmarkwaarde voor HVC-productie (0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>).

Rekening houdend met een huidige jaarlijkse HVC-productiecapaciteit in Europa van 47,6 Mton HVC's (IEA (2018)), betekent dit dat er jaarlijks ca. 4,95 Mton extra emissierechten moeten betaald worden of vermeden moeten worden door de bestaande stoomkrakers voor HVC-productie onder het EU-ETS systeem. Een dergelijke hoeveelheid aan emissierechten komt overeen met ca. 267 M euro/jaar, rekening houdend met de huidige prijs (midden februari 2024) van 54 euro/tonCO<sub>2</sub> onder het EU-ETS systeem. Een deel van deze bijkomende inkomsten voor het EU-ETS systeem zal worden benut voor het ondersteunen van innovatie- en moderniseringsprojecten in energie-intensieve industriële sectoren en de energiesector.

De benchmarkwaardes worden per toewijzingsperiode aangescherpt o.b.v. de geobserveerde verbetering in broeikasgasintensiteit in de 10% meest efficiënte installaties. De benchmarkwaarden zullen nog eens worden aangescherpt voor de periode 2026-2030, om onder meer rekening te houden met technologieverbeteringen. Aangezien prestatiegegevens 2021-22 zullen worden gebruikt om de benchmarks van 2026-30 af te leiden, zal de ECR van Project One vermoedelijk een impact hebben op de benchmark van fase 5 van het EU-ETS systeem (vanaf 2031), aangezien de activiteiten in 2026 zullen starten.

#### **Fase 5 (2031) EU-ETS systeem**

##### **Aanscherping EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie door Project One =**

$$(2,8 \times 0,693 \text{ tonCO}_2\text{-eq/ton}_{\text{HVC}} + 0,290 \text{ tonCO}_2\text{-eq/ton}_{\text{HVC}}) / 3,8 \times (1 - \text{reductiefactor}) = 0,577 \text{ tonCO}_2\text{-eq/ton}_{\text{HVC}}$$

(Hierbij wordt aangenomen dat de stoomkraker van Project One de hoogst emitterende stoomkraker wegduwt uit de beschouwde groep van de 10% best presterende stoomkrakers van het EU-ETS systeem en dat de reductiefactor constant blijft op 1,73%.)

##### **Extra aankoop of extra vermijden van CO<sub>2</sub>-emissierechten voor bestaande stoomkrakers EU-ETS systeem door Project One =**

$$(0,681 \text{ tonCO}_2\text{-eq/ton}_{\text{HVC}} - 0,577 \text{ tonCO}_2\text{-eq/ton}_{\text{HVC}}) \times 47,6 \text{ Mton}_{\text{HVC}}/\text{jaar} = 4,95 \text{ MtonCO}_2/\text{jaar}$$

$$4,95 \text{ MtonCO}_2/\text{jaar} \times 54 \text{ euro/tonCO}_2 = 267 \text{ M euro/jaar}$$

#### **14.4.2.1.1.4.3 Mogelijke reductie CO<sub>2</sub>-voetafdruk INEOS-groep**

Het in Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht aan de markt. De meeste bestaande installaties worden heden gevoed met ethyleen afkomstig van Europese naftakrakers, die veelal verouderd zijn en een aanzienlijk hogere specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie hebben dan de nieuwe ECR van Project One. Deze installaties kunnen het door Project One geproduceerde ethyleen afnemen en de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie laten dalen. Hieronder werd bij wijze van voorbeeld berekend dat de reductie van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq/jaar zou bedragen, wanneer de afnemers het in Project One geproduceerde ethyleen zouden gebruiken.

Tabel 14-19: Mogelijke reductie CO<sub>2</sub>-voetafdruk afnemers bij gebruik van Project One ethyleen

		Gemiddelde Europese naftakraker	ECR Project One
Ethyleenproductie	kton/jaar	1 450	1 450
CO <sub>2</sub> -eq emissie per ton HVC	tonCO <sub>2</sub> -eq/ton <sub>HVC</sub>	0,891*	0,290
CO <sub>2</sub> -eq emissie per ton ethyleen	tonCO <sub>2</sub> -eq/ton <sub>ethyleen</sub>	1,74**	0,31
Totaal CO <sub>2</sub> -eq emissie	kton CO <sub>2</sub> -eq/jaar	2 523	454

\* Europese Commissie, dd. 15/06/2021<sup>159</sup>

\*\*Gebaseerd op data van Ren et al. (2006) en IEA (2018)

#### 14.4.2.1.1.5 Totaal ECR en ondersteunende infrastructuur

##### 14.4.2.1.1.5.1 Import groene stroom

De elektriciteitsvraag van Project One bedraagt 140 160 MWh per jaar. Er werden 2 stroomafnameovereenkomsten (PPA of power purchase agreement) afgesloten met de energieleveranciers Engie en RWE voor de levering van in totaal 509 600 MWh per jaar aan groene stroom (offshore windenergie) gedurende 10 jaar. Dit betekent dat bij de start van Project One in 2026, de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom. In de koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur worden de indirecte emissies als gevolg van de import van elektriciteit dus geëlimineerd.

Voor de kraakovens van de ECR wordt er geen elektrificatie toegepast. Elektrificatie van kraakovens zit momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling en er is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Op dit moment is er nog geen bewezen concept gemeld. Bijvoorbeeld, de Linde pilot elektrische kraakoven (6 MW) was gepland om eind 2023 alleen mechanisch voltooid te zijn, dus er is nog geen ervaring met prestaties, betrouwbaarheid, opschaling, enz., zelfs niet bij deze pilot plant grootte. De huidige nadruk ligt op het aanpassen van bestaande ovens van kleinere formaten in het bereik van 20 tot 30 MW warmtebelasting. De ovens van Project ONE hebben een capaciteit van ongeveer 113 MW. Elektrificatie van de kraakovens kan wel geëvalueerd worden wanneer de technologie voldoende ver ontwikkeld is. Kraakovens van de ECR produceren een vrij groot volume stookgassen als 'nevenproduct' van het kraakproces, die hoofdzakelijk uit waterstof en methaan bestaan. Deze stookgassen kunnen nuttig worden ingezet door verbranding met gebruik van de energie-inhoud. Door het hoge waterstofgehalte is dit stookgas zeer goed verbrandbaar en geeft het aanleiding tot beduidend lagere emissies van CO<sub>2</sub> dan aardgas. Door de stookgassen direct in te zetten voor verwarming van de kraakovens, met recuperatie van de resterende warmte door stoomproductie, wordt deze energie-inhoud ter plaatse gerecupereerd. Indien de kraakovens elektrisch zouden worden verwarmd, wordt dezelfde hoeveelheid stookgassen geproduceerd, die dan niet meer kan worden ingezet voor verwarming van de kraakovens. Er zou een ander gebruik van het stookgas moeten worden gezocht, zoals het inzetten van het stookgas voor stoomproductie voor gebruik in de proceseenheden of voor het genereren van elektriciteit, waarbij de energie-inhoud van het stookgas minder goed gerecupereerd wordt. Voor een dergelijk gebruik van het stookgas, moeten er grotere stoomketels worden gebouwd. Om echter directe CO<sub>2</sub>-emissies te vermijden bij gebruik van het stookgas, moet er een toepassing gevonden worden voor de methaanstroom in het stookgas zonder verbranding van methaan.

##### 14.4.2.1.1.5.2 Koolstofbalans

In dit hoofdstuk wordt ook de uitstoot meegeteld afkomstig van de ondersteunende infrastructuur, nodig voor de exploitatie van de ECR. Tabel 14-20 toont de energieverbruiken voor de ondersteunende infrastructuur. Tabel 14-18 toont de koolstofbalans voor het geheel van de ECR en ondersteunende infrastructuur. Bij de start van Project One in 2026 – waarbij de externe elektriciteitsvraag van 140 160 MWh/jaar wordt afgedekt door groene stroom met 2 PPA's van 509 600 MWh/jaar – zullen de totale emissies van de ECR en ondersteunende infrastructuur dalen met ca. 7% ten opzichte van het project zonder de import van groene stroom, met name van 708 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar tot 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.

Tabel 14-22 geeft de grondstoffen koolstofefficiëntie weer voor de ECR en ondersteunende infrastructuur. Van de grondstof ethaan wordt 81% van de koolstof vastgelegd in ethyleen.

Tabel 14-20: Energieverbruiken ondersteunende infrastructuur

			Volume (kton/jaar)	C-inhoud (wt%)
OSBL	In	Aardgas	67	75
		Stookgas	13	45
		Elektriciteit	GWh/jaar 140	

Tabel 14-21: Koolstofbalans ECR + ondersteunende infrastructuur

	Eenheid	ECR + ondersteunende infrastructuur zonder import groene stroom	ECR + ondersteunende infrastructuur met import groene stroom aan 100% van elektriciteitsvraag = Project One
Totaal directe emissies	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	655	655
Totaal indirecte emissies door import elektriciteit	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	53	0
Totaal emissies	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	708	655

Tabel 14-22: Grondstoffen koolstofefficiëntie ECR + ondersteunende infrastructuur

Koolstofefficiëntie					
		Koolwaterstoffen kton/jaar	C- inhoud wt %	Koolstof kton/jaar	CO <sub>2</sub> emissies kton/jaar
Grondstoffen (in)	Ethaan	1 910	80,0	1 528	0
	Ethyleen	1 450	85,7	1 243	0
Producten (uit)	Andere (C3, C4 and C5+)	175	89,6	157	0
Tail gas (uit, gebruikt als stookgas)		285	45,0	128	470
Grondstof koolstofefficiëntie ethyleenproductie		81%			

#### 14.4.2.1.2 Toekomstperspectieven: reductie van emissies

Project One heeft heden een aantal mogelijke toekomstperspectieven om de directe CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR verder te reduceren. Deze toekomstperspectieven worden hieronder besproken.

INEOS-groep heeft zich verbonden tot het behalen van de EU klimaat- en energiedoelstellingen voor 2050 en de netto CO<sub>2</sub>-emissies tot nul te herleiden. Project One is ontworpen met het oog op *net zero* CO<sub>2</sub>-emissies en beoogt de eerste CO<sub>2</sub> neutrale kraker te zijn in Europa die een rol zal kunnen spelen in de duurzame industriële toekomst van Antwerpen. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is dit traject af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker. INEOS houdt daarbij ook rekening met de ambitie van de EU om de uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 te verminderen tot ten minste 55% onder het niveau van 1990.

Om deze doelstellingen te behalen, werkt INEOS aan het opstellen van een roadmap. De roadmap zal een plan van aanpak bevatten hoe INEOS de emissies kan reduceren door het gebruiken van groene stroom, waterstof en gerecycleerde of bio-gebaseerde grondstoffen en het verhogen van de energie- en grondstofefficiëntie van de productiesites. Hoewel de focus ligt op het vermijden van CO<sub>2</sub>-emissies en niet op het wachten op een beschikbare techniek om CO<sub>2</sub> op te slaan, is ook opslag van CO<sub>2</sub> een onderdeel van de roadmap. Hiervoor kan INEOS steunen op ervaring met reeds bestaande CO<sub>2</sub>-afvanginstallaties op de INEOS-sites in Zwijndrecht, Tavaux, Lavera en Keulen.

Momenteel wordt ongeveer 100 000 ton CO<sub>2</sub>, dat als bijproduct van het ethyleenoxideproces in Zwijndrecht ontstaat, afgevangen, gezuiverd, vloeibaar gemaakt, verkocht en hergebruikt. INEOS was ook betrokken in het "Power to Methanol" demonstratieproject in de Haven van Antwerpen voor de productie van methanol vanuit CO<sub>2</sub> op technische schaal (zie § 14.4.2.1.2.1.2 hieronder). Dit project is echter stopgezet. Het industrieel consortium Power to Methanol schrapt zijn plan om in de Antwerpse haven brandstof te maken van groene waterstof en afgevangen CO<sub>2</sub>. Het project is 'financieel onhaalbaar'.

#### 14.4.2.1.2.1 *Post-combustion* reductie van directe emissies door CO<sub>2</sub>-captatie

CO<sub>2</sub> kan gecapteerd worden uit puntbronnen, waarna de gecapteerde CO<sub>2</sub> vervolgens opgeslagen wordt in de diepe ondergrond (CCS) of gebruikt wordt in andere productieprocessen (CCU).

##### 14.4.2.1.2.1.1 CO<sub>2</sub>-captatie Project One

###### Technologiebeschikbaarheid

INEOS Group exploiteert al geruime tijd installaties voor koolstofafvang in sommige processen met hoge concentraties CO<sub>2</sub> in rookgassen. Op basis van deze kennis ondersteunt het ook de ontwikkeling van nieuwe technologieën voor koolstofafvang voor toepassingen met lagere CO<sub>2</sub>-concentraties, zoals Project ONE.

Door Project One werd een analyse gemaakt van verschillende huidige bestaande *post-combustion* technologieën (CO<sub>2</sub>-afvang na verbranding) voor de relatief lage-concentratie CO<sub>2</sub>-stromen van de ECR en de stoomketels, zie Tabel 14-23. De huidige mature, commercieel beschikbare en relevante *post-combustion* technologie voor Project One maakt gebruik van een solvent, mono-ethanolamine (MEA), om CO<sub>2</sub> uit rookgassen op atmosferedruk te absorberen. Het solvent wordt geregenereerd door verwarming in een stripper, waardoor de zwakke chemische binding tussen het amine en het CO<sub>2</sub> wordt verbroken. De CO<sub>2</sub> die vrijkomt wordt gecomprimeerd en gedroogd en vervolgens via een pijpleiding geëxporteerd voor hergebruik (CCU) of geologische opslag (CCS). Deze technologie heeft tot 90% CO<sub>2</sub>-afvangefficiëntie. Een voorbeeld van de layout van een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie wordt gegeven in Figuur 14-7 en Figuur 14-8.

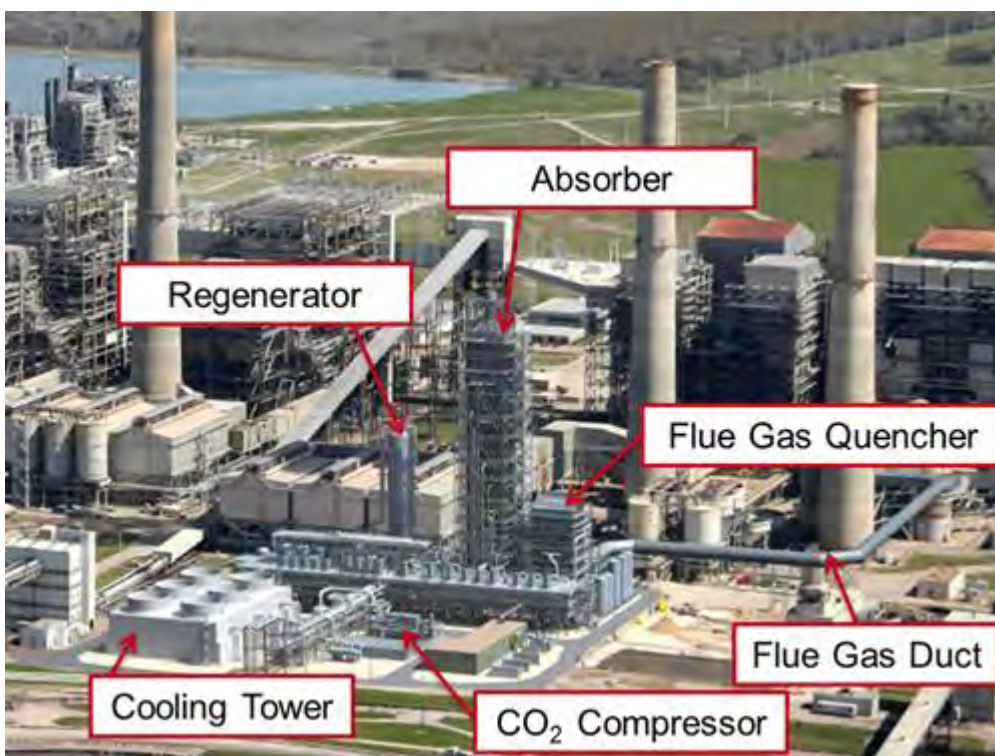
Hoewel INEOS kan steunen op ervaring met reeds bestaande CO<sub>2</sub>-afvanginstallaties op de INEOS-sites in Zwijndrecht, Tavaux, Lavera en Keulen, moet er worden vermeld dat de huidige state-of-the-art-technologie voor CO<sub>2</sub>-afvang na verbranding nog steeds in ontwikkeling is. Heden zijn er in de wereld slechts enkele voorbeelden op (semi-)industriële schaal operationeel. Op dit moment zijn de technologieën nog niet technisch bewezen voor rookgassen met een lage CO<sub>2</sub>-concentratie en/of op de vereiste schaal van Project One.<sup>160</sup>

---

<sup>160</sup> PDC. Project One – Plot-space estimate for carbon capture. Dd. 14/04/2020. In opdracht van Ineos.



Figuur 14-7: Layout van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie van de Petra Nova steenkoolcentrale in Texas (VS) (Bron: U.S. Energy Information Administration)



Figuur 14-8: Detail van de layout van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie van de Petra Nova steenkoolcentrale in Texas (VS) (Bron: Mitsubishi Heavy Industries)

Tabel 14-23: Analyse post-combustion CO<sub>2</sub>-captatietechnologieën (Bron: IOB)

Minimum criteria en weerhouden technologie (ja✓/nee✗)	Aminesolvent	Gekoeld ammoniaksolvent	Fysisch solvent	Kaliumcarbonaat solvent	Cryogeen	Adsorptie	2-traps membraan
CO <sub>2</sub> -afvang (>90%)	90%	Tot 90%	CO <sub>2</sub> partiedruk te laag	Tot 90%	✗ Voorafgaande opconcentratiestap vereist. Minimum concentratie van 50% vereist in het rookgas	90%	90% (theoretisch)
CO <sub>2</sub> -zuiverheid (>95%)	>99% (droog)	>99% (droog)	Laag	>99% (droog)		>99%	95% (theoretisch)
Technology Readiness Level (TRL) (>8) <sup>161</sup>	8-9	7	Nvt	5-6		5-6	6-7

<sup>161</sup> De Europese Commissie heeft de definities van de TRLs als volgt vastgesteld:

**1. Basic principles observed**

Deze fase wordt gekenmerkt door fundamenteel onderzoek. De basisprincipes van de technologie zijn geobserveerd en er zijn aannames over de werkingsprincipes van deze technologie. Hier is echter nog geen experimenteel bewijs voor beschikbaar.

**2. Technology concept formulated**

Het technologisch concept en het mogelijke toepassingsgebied is geformuleerd.

**3. Experimental proof of concept**

De eerste laboratoriumtesten zijn afgerond met een 'proof of concept' als resultaat.

**4. Technology validated in lab**

Het proof of concept wordt gevalideerd in laboratorium-omgeving, veelal met behulp van ruwe (low-fidelity) prototypes op kleine schaal.

**5. Technology validated in relevant environment**

De technologie is getest en gevalideerd in een relevante omgeving. Hierbij worden vaak functionele en geraffineerde (high-fidelity) prototypes gebruikt.

**6. Technology demonstrated in relevant environment**

De werking van de technologie wordt in een relevante omgeving gedemonstreerd. De prestaties van het prototype zijn nog niet geoptimaliseerd voor de operationele omgeving. Met behulp van deze demonstratie wordt het technisch werkingsprincipe aangetoond

**7. System prototype demonstration in operational environment**

De technologie is geïntegreerd in de uiteindelijke operationele omgeving. De focus ligt nu op zaken zoals productie en certificering.

**8. System complete and qualified**

De technologie presteert naar behoren en de laatste productieproblemen zijn opgelost.

**9. Actual system proven in operational environment**

De technologie is technisch en commercieel gereed. De volgende stappen zijn productie en marktintroductie.

Minimum criteria en weerhouden technologie (ja✓/nee✗)	Aminesolvent	Gekoeld ammoniaksolvent	Fysisch solvent	Kaliumcarbonaat solvent	Cryogeen	Adsorptie	2-traps membraan
<b>Bestaande installatie</b>	1,4 Mton/jaar	< 100 kton/jaar	✗ Bewezen techniek in aardgas/syngas toepassingen. Geen ontwikkelde techniek als post-combustion CO <sub>2</sub> -captatietechnologie.	Pilootschaal (< 10 kton/kaar)		Pilootinstallatie (10 kton/jaar)	Pilootinstallatie (7 kton/jaar)
	✓	✗ Geen bewezen afdoende voordelen t.o.v. de technologie met aminesolvent		✗ Lage TRL. Risico voor opschaling		✗ Lage TRL. Risico voor opschaling	✗ Lage TRL. Risico voor opschaling
<b>VGM (Veiligheid, Gezondheid en Milieu)</b>	Toxische degradatieproducten met conventioneel amine, waaronder vorming van warmte stabiele zouten.	Solventvluchtigheid. Risico op vorming van vaste stoffen. Geen toxische degradatieproducten.		Solvent degradeert niet en heeft geen toxische emissies.		Afvalproductie van adsorbens. Geen toxisch materiaal.	Geen toxisch product. Hoge druk exploitatie.
<b>Amine technologie is de enige mature en relevante technologie voor lage-concentratie CO<sub>2</sub>-stromen (post combustion-captatietechnologieën)</b>							

### **Project One CO<sub>2</sub>-afvangklaar**

Project One wordt 'CO<sub>2</sub>-afvangklaar' gemaakt voor toepassen van *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatie met technologieflexibiliteit op de ECR en de stoomketels. De term 'CO<sub>2</sub>-afvangklaar' duidt hier op het feit dat er i.f.v. het toepassen van CO<sub>2</sub>-captatie voldoende oppervlakte op het projectgebied wordt gereserveerd en dat er in het ontwerp reeds rekening gehouden wordt met een toekomstige retrofitting van de site en de installaties.

De CO<sub>2</sub>-concentratie in de rookgassen (3,6 mol%) is bij het verbranden van het huidige waterstofrijke stookgas in de kraakovens te laag om CO<sub>2</sub>-afvang efficiënt toe te passen. De huidige state-of-the-art-technologie maakt immers gebruik van rookgassen die minstens 14 mol% CO<sub>2</sub> bevatten. Dit betekent dat de ECR zou worden aangepast om zuiver H<sub>2</sub> te produceren als eindproduct. Het stookgas dat in de fornuizen gebruikt wordt zou dan hoofdzakelijk uit methaan bestaan, aangevuld met aardgas, waardoor de CO<sub>2</sub>-concentratie in de schouw van de kraakfornuizen voldoende hoog zou liggen om er CO<sub>2</sub>-afvang efficiënt op te kunnen toepassen.

Indien Project One in de toekomst een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie zal bouwen en exploiteren, zal Project One:

9. het waterstof dat vrijkomt in de procesinstallaties van de ECR (ca. 13 ton/u of 114 kton/jaar) en dat in de uitgangssituatie ingezet wordt als brandstof, uit het stookgas halen (met een PSA-eenheid; *pressure swing adsorption*) en dat waterstof een apart gebruik geven (exporteren voor productie van chemicaliën of in een specifieke stookinstallatie inzetten). Er moet worden vermeld dat de fornuizen geoptimaliseerd zijn voor een hoog waterstofgehalte in het stookgas. Hierdoor zal de productie van de fornuizen met ca. 15% moeten worden gereduceerd of moeten de fornuizen omgebouwd worden om een productieverlies te beperken.
10. het resterende stookgas (vooral methaan) samen met aangekocht aardgas (ca. 20 ton/u of 175 kton/jaar) gebruiken als brandstof, waarbij op de rookgassen dan CO<sub>2</sub>-afvang wordt toegepast. De CO<sub>2</sub>-concentratie in de rookgassen bedraagt op die manier ca. 9 mol%, wat nog steeds laag is. Absorptie vindt plaats ter hoogte van de installaties van de ECR en de stoomketels zelf. Solventregeneratie en CO<sub>2</sub>-compressie vinden gecentraliseerd plaats.

### **Koolstofbalans en energiebehoefte**

In Tabel 14-24 worden de resultaten van de energiestudie van PDC<sup>162</sup> getoond, waarbij de invloed op de koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur door implementatie van een *post-combustion* CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie op basis van MEA-absorptie voor de ECR en de stoomketels werd berekend:

- Een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie voor de ECR en de stoomketels betekent een additionele stoomvraag van ca. 197 MW<sub>th</sub> en een compensatie in aardgas voor de export van het waterstofgas. Hierdoor is er ca. 628 MW extra aardgasverbruik nodig voor de stoomketels en de ECR samen. De directe emissies van de ECR en ondersteunende infrastructuur stijgen hiermee aanvankelijk van 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar naar ca. 1 710 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar. Rekening houdend met een CO<sub>2</sub>-captatie efficiëntie van 90% voor emissies van de ECR en de stoomketels, kan er hiervan zo'n 1 539 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar worden afgevangen en blijven er ca. 171 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar aan directe CO<sub>2</sub>-emissies over voor de ECR en ondersteunende infrastructuur. In vergelijking met het basisproject (zonder CO<sub>2</sub>-captatie) betekent dit dat er ca. 484 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar aan directe CO<sub>2</sub>-emissies worden vermeden. Naast de bijkomende stoomvraag van ca. 197 MW<sub>th</sub> is er ook een additionele vraag naar koelwater van ca. 255 MW<sub>th</sub> en een additionele elektriciteitsvraag van ca. 24 MW<sub>e</sub> (hiervan wordt uitgegaan dat dit gedekt wordt met groene stroom door de 2 PPA's van Project One).
- Een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie voor de ECR en de stoomketels betekent een totale koolstofvoetafdruk van ongeveer 171 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar. Dit betekent een reductie van ongeveer 74% ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-equivalente uitstoot van het basisproject (zonder CO<sub>2</sub>-captatie).

---

<sup>162</sup> PDC. Project One – CO<sub>2</sub> capture and CO<sub>2</sub> avoidance. Dd. 07/05/2021. In opdracht van Ineos.

## **Kost**

De investeringskosten voor de toekomstige CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie op de ECR en de stoomketels met de MEA-absorptietechnologie (huidige state-of-the-art) werd berekend in de energiestudie van PDC<sup>162</sup> en bedragen ruwweg 630 miljoen euro. De jaarlijkse werkingskosten voor de toekomstige CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie op de ECR en de stoomketels bedragen ruwweg 190 miljoen euro. De kost voor het vermijden van CO<sub>2</sub> bedraagt hiermee ruwweg 393 euro per ton vermeden directe CO<sub>2</sub>-emissie. Ter vergelijking: heden (midden februari 2024) bedraagt de prijs per ton CO<sub>2</sub> emissierechten 54 euro onder het EU-ETS systeem.

## **Ruimtebehoefte**

De ruimtebehoefte voor de toekomstige CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie met de MEA-absorptietechnologie (huidige state-of-the-art) met 90% CO<sub>2</sub>-afvangefficiëntie werd berekend in een studie van PDC<sup>163</sup>.

De totale ruimtebehoefte voor de toekomstige CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie voor de ECR en stoomketels werd door PDC berekend als ca. 8 000 m<sup>2</sup>. De schatting van PDC is gebaseerd op interne referentie-informatie met betrekking tot CO<sub>2</sub>-afvang door middel van de huidige state-of-the-art MEA technologie. Deze totale oppervlakte wordt verdeeld als volgt:

- Voor de sectie 'voorbehandeling en absorptie' aan de ECR-installatie is een perceel nodig van ca. 1 900 m<sup>2</sup> (inclusief de ruimte nodig voor de koeltorencellen);
- Voor de gecentraliseerde CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie (stripper, CO<sub>2</sub>-compressor, koeltorencellen voor de stripper en CO<sub>2</sub>-compressor en opslagvaten voor hulpchemicaliën) is een perceel nodig van ca. 5 400 m<sup>2</sup> perceeloppervlakte nodig. Deze oppervlakte omvat 1 000 m<sup>2</sup> voor opslagvaten.

## **Conclusie**

Uit de bovenstaande analyse van de CO<sub>2</sub>-captatie-installatie met behulp van de huidige state-of-the-art-technologie op basis van MEA-absorptie, blijkt dat deze technologie een omvangrijke stoomvraag heeft die het aardgasverbruik van de stoomketels gevoelig doet stijgen en bovendien een bijkomende elektriciteitsvraag en koelvraag betekent. CO<sub>2</sub>-captatie betekent een belangrijke reductie van ongeveer 74% ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-equivalente uitstoot van het basisproject (zonder CO<sub>2</sub>-captatie). De kost van deze CO<sub>2</sub>-captatietechnologie is erg hoog. Op basis van bovenstaande elementen wordt geconcludeerd dat CO<sub>2</sub>-captatie met de huidige state-of-the-art MEA technologie op dit moment niet verantwoord is. Project One wordt 'CO<sub>2</sub>-afvangklaar' gemaakt met technologieflexibiliteit, om bij verwachte evoluties in CO<sub>2</sub>-captatietechnologieën, CO<sub>2</sub>-captatie te kunnen implementeren op de projectsite.

De tijdlijn voor implementatie van deze technologie is onder meer afhankelijk van:

- De beschikbaarheid van een efficiënte mature technologie voor het afvangen van de relatief CO<sub>2</sub>-arme rookgassen van Project One, wat heden niet beschikbaar is;
- Een gegarandeerde afzet van het geproduceerde waterstofgas (ca. 13 ton/u of 114 kton/jaar);
- Een gegarandeerde afzet van het geproduceerde CO<sub>2</sub> (transport, opslag en/of hergebruik) (ca. 1 539 kton/jaar);
- De evolutie in de prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten onder het EU-ETS systeem.

Dit toekomstperspectief zal het voorwerp vormen van verder onderzoek i.k.v. de roadmap van INEOS voor het bereiken van netto nul CO<sub>2</sub>-emissies voor al haar sites in de Haven van Antwerpen tegen ten laatste 2050. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is dit traject af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker.

---

<sup>163</sup> PDC. Project One – Plot-space estimate for carbon capture. Dd. 14/04/2020. In opdracht van Ineos.

Tabel 14-24: Toekomstperspectief: koolstofbalans ECR en ondersteunende infrastructuur bij CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie

	Eenheid	ECR en ondersteunende infrastructuur zonder CO <sub>2</sub> -captatie	ECR en ondersteunende infrastructuur met CO <sub>2</sub> -captatie
<b>Totaal directe emissies ECR en ondersteunende infrastructuur</b>	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	655	Ca. 1 710
<b>Totaal CO<sub>2</sub>-captatie</b>	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	-	Ca. 1 539
<b>Overblijvende directe CO<sub>2</sub>-emissies na CO<sub>2</sub>-captatie</b>	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	-	Ca. 171
<b>Vermeden directe CO<sub>2</sub>-emissies</b>	ktonCO <sub>2</sub> eq/jaar	-	Ca. 484

#### 14.4.2.1.2.1.2 CCUS in de Haven van Antwerpen

IOB is een partner in het Antwerp@C project en daarom betrokken bij de ontwikkeling van externe infrastructuur die nodig zal zijn om het CO<sub>2</sub> naar opslaglocaties te transporteren. Binnen het Antwerp@C project worden de mogelijkheden voor CCUS onderzocht in de Haven van Antwerpen. Het consortium van deelnemende bedrijven onderzoekt de technische en economische haalbaarheid van een CO<sub>2</sub> infrastructuur voor CCUS. De CO<sub>2</sub> infrastructuur zou van het 'open access' type zijn en dus gebruikt kunnen worden door de gehele industriële havengemeenschap. In de eerste fase zullen de partners studies uitvoeren naar de technische en economische haalbaarheid van CO<sub>2</sub> infrastructuur ter ondersteuning van CCUS. België beschikt alvast niet over een geschikte ondergrond om CO<sub>2</sub> offshore op te slaan. Daarom zullen internationale samenwerkingen noodzakelijk zijn. De haven van Antwerpen stapte in 2019 in 2 aanvragen van projecten om erkend te worden door de Europese Commissie als Projecten van Gemeenschappelijk Belang. Beide projecten bieden de mogelijkheid om de ontwikkeling van grensoverschrijdende CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur te onderzoeken, richting respectievelijk Rotterdam (CO<sub>2</sub>TransPorts project) en Noorwegen (Northern Lights project). Deze beide projecten werden eind 2019 erkend als projecten van gemeenschappelijk belang<sup>164</sup>. In een eerste fase worden emissiebronnen met zeer geconcentreerde CO<sub>2</sub>-stromen afgevangen. Nadien wordt beoogd om emissiebronnen met meer verdunde CO<sub>2</sub>-stromen af te vangen.

Bij het toepassen van CO<sub>2</sub>-captatie en PSA-eenheden bij Project One in een toekomstperspectief, zal er zowel CO<sub>2</sub> als waterstofgas beschikbaar komen op de site van Project One. Dit opent een belangrijk perspectief naar het (her)gebruik van CO<sub>2</sub> en waterstofgas in de toekomst in de Haven van Antwerpen. Zo maakt het aan Project One grenzende bedrijf Inovyn deel uit van het 7-ledige consortium dat het "Power to Methanol" demonstratieproject zou opzetten voor de productie van methanol vanuit CO<sub>2</sub> op technische schaal (geplande productie van 8 000 ton methanol per jaar). Het project is echter niet verder uitgerold. Het industrieel consortium Power to Methanol schrapt zijn plan om in de Antwerpse haven brandstof te maken van groene waterstof en afgevangen CO<sub>2</sub>. Het project is 'financieel onhaalbaar'..

#### 14.4.2.1.2.1.3 CCUS Project Greensand

INEOS onderzocht hoe CO<sub>2</sub> kan geborgen worden in uitgeputte olievelden in de Noordzee. Het project binnen INEOS dat de mogelijkheden voor het transport en de injectie van CO<sub>2</sub> onderzoekt heeft de naam 'Greensand' gekregen.

INEOS heeft reeds een bijna uitgeputte aardoliewinning (Siri Area) voor de Deense kust verworven. Het idee is om op termijn CO<sub>2</sub> die afgevangen wordt uit rookgassen, per schip naar Denemarken te transporteren en daar in de uitgeputte olievelden te injecteren. Men beoogt zo tot 4 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar te kunnen bergen. Een succesvolle proef uitgevoerd in 2023 omvatte het afvangen, comprimeren en verzenden van CO<sub>2</sub> over een afstand van 500 km, over de grens, naar het Nini-offshore-olieveld in de Deense Noordzee. Meer informatie is beschikbaar op <https://projectgreensand.com>.

<sup>164</sup> Gedelegeerde Verordening (EU) 2016/89 van de Commissie van 18 november 2015 tot wijziging van Verordening (EU) nr. 347/2013 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de Unielijst van projecten van gemeenschappelijk belang

#### 14.4.2.1.2.2 *Pre-combustion* reductie van directe emissies door 100% H<sub>2</sub>-gehalte in stookgas

Als alternatief voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR met een *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie, werd bekeken of een *pre-combustion* technologie mogelijk is waarbij het waterstofgehalte in het stookgas naar de ECR en de stoomketels wordt opgedreven tot 100%. In dit geval wordt de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot van het proces naar nul gebracht. Ook in dit geval zal een PSA-eenheid het stookgas moeten scheiden in zijn waterstof- en methaanfractie. De waterstoffractie zal dan gerecupereerd worden naar de fornuizen en dient te worden aangevuld met bijkomende groene waterstof (geproduceerd uit hernieuwbare energiebron) of blauwe waterstof (geproduceerd via stoom *reforming* (van methaan) ("steam reforming") gecombineerd met CO<sub>2</sub>-captatie), ongeveer 100 kton/jaar. Voor dit scenario dienen beperktere wijzigingen aan de fornuizen te worden gedaan om dit toe te laten en wordt geen productieverlies verwacht, in tegenstelling tot het alternatief scenario met CO<sub>2</sub>-captatie. Bij een 100% waterstofgehalte uit groene waterstof in het stookgas dient wel een uitweg gevonden te worden voor de overige methaanfractie. Dit kan door deze te injecteren in het aardgasnetwerk ofwel te valoriseren bv. als grondstof voor blauwe waterstofproductie via stoom *reforming* van methaan gecombineerd met CO<sub>2</sub>-captatie.

Er bestaan 2 opties voor de bijkomende toevoer van groene waterstof van ongeveer 100 kton/jaar:

- Afname van groene waterstof van het net: De implementatie van deze optie is afhankelijk van de beschikbaarheid van een voldoende hoeveelheid groene waterstof op de markt (ongeveer 100 kton/jaar), wat heden niet beschikbaar is.
- Productie van groene waterstof met groene stroom in Project One: De implementatie van deze optie is afhankelijk van de beschikbaarheid van voldoende groene stroom. Voor deze optie is immers ongeveer 500 à 600 MW extra groene stroom nodig, wat heden niet beschikbaar is voor Project One.

De productie van blauwe waterstof heeft het voordeel t.o.v. CO<sub>2</sub>-captatie op de bestaande kraakovens, dat het stoom *reforming* proces een hoge CO<sub>2</sub>-concentratie heeft in de schouw, wat efficiënter is voor CO<sub>2</sub>-captatie.

Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een *net zero* CO<sub>2</sub>-emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.

#### 14.4.2.1.2.3 *Pre-combustion* reductie van directe emissies door gedeeltelijke elektrificatie van de fornuizen in combinatie met 100% H<sub>2</sub>-gehalte in stookgas

Een andere mogelijkheid voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR, is een gedeeltelijke elektrificatie van de kraakfornuizen van de ECR waarbij de rest van de fornuizen werkt op 100% waterstof in het stookgas. Elektrificatie van kraakovens zit momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling en er is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Het is nog niet gekend hoe deze technologie er concreet zal uitzien, maar deze technologie zal vermoedelijk een verregaande retrofit van de ECR vereisen. Deze technologie vereist ongeveer 300 à 400 MW groene stroom, wat heden niet beschikbaar is voor Project One. De toekomstige beschikbaarheid van een mature technologie en voldoende groene stroom, is moeilijk te voorspellen.

In dit geval wordt de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot van het proces naar nul gebracht. Ook in dit geval zal een PSA-eenheid het stookgas moeten scheiden in zijn waterstof- en methaanfractie. De waterstoffractie zal dan gerecupereerd worden naar de fornuizen. Voor de resterende methaanfractie dient dan opnieuw een afzet gevonden worden.

Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een *net zero* CO<sub>2</sub> emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.

### 14.4.2.2 Administratief gebouw

Passieve technieken zoals doorgedreven isolatie en passieve zonnewinst, klimaat- en verlichtingsregelingen en hernieuwbare energietechnieken (warmtepomp) worden geïntegreerd in het ontwerp van het administratief gebouw. Op de magazijnen worden PV-panelen geplaatst. Het energiezuinig ontwerp werd doorgevoerd door het architectenbureau in opdracht van Project One. Het administratief gebouw zal voldoen aan de Energieprestatieregeling.

In het kader van deze studie werd ook een beoordeling aan het BREEAM International New Construction 2016 Scheme uitgevoerd voor het administratief gebouw. BREEAM staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method en is een duurzaamheidskeurmerk voor het realiseren van duurzame gebouwen met minimale milieu-impact. I.k.v. BREAAM wordt de 3<sup>de</sup> hoogste score behaald op een schaal van 1 tot 5 (rating 'very good').

Rekening houdend met de toegepaste energiezuinige technieken, bedraagt de indirecte CO<sub>2</sub>-uitstoot van het administratief gebouw ca. 300 ton CO<sub>2</sub>/jaar. Gezien de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom, worden deze indirecte emissies van het administratief gebouw dus geëlimineerd.

#### 14.4.2.3 Woon-werkverkeer werknemers

In Hoofdstuk 10 Mobiliteit wordt berekend dat er ca. 533 mensen zich moeten verplaatsen naar de site van Project One.

In Hoofdstuk 10 Mobiliteit werd de modal split bepaald, weergegeven in Tabel 14-25. Aan de hand van deze modal split en emissiefactoren per voertuig, wordt de koolstofbalans bepaald van het woon-werk verkeer van de werknemers in de exploitatiefase. Als conservatieve aanname wordt 50 km per rit of 100 km per dag genomen en 250 werkdagen per jaar.

In Hoofdstuk 10 Mobiliteit worden maatregelen en aanbevelingen bepaald om de modal split en de duurzaamheid van het woon-werkverkeer te verbeteren, waaronder stimuleren van fietsverkeer, collectief vervoer, carpoolen, het beperken van het aanbod aan parkeerplaatsen en stimuleren van elektrische voertuigen. Deze maatregelen en aanbevelingen zijn uiteraard ook relevant voor Hoofdstuk Klimaat om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van woon-werkverkeer te beperken.

Tabel 14-25: Koolstofbalans woon-werkverkeer werknemers Project One

Voertuig	Modal split	Aantal werknemers/ bezoekers per dag	Aantal km/dag	CO <sub>2</sub> - emissiefactor <sup>165</sup>	CO <sub>2</sub> -emissie (ton CO <sub>2</sub> - eq/jaar)
<b>Fiets</b>	17%	91		0	0
<b>Collectief vervoer I-bus</b>	8%	43	100	109 gCO <sub>2</sub> /reizigerskm	117
<b>Motor</b>	4%	21	100	146 gCO <sub>2</sub> /voertuigkm	77
<b>Carpool (2 passagiers per wagen)</b>	6%	32	100	193 gCO <sub>2</sub> / voertuigkm	154
<b>Auto</b>	64%	341	100	193 gCO <sub>2</sub> / voertuigkm	1.637
<b>Totaal</b>		533			1.985

<sup>165</sup> Bron: <https://co2emissiefactoren.be> (geüpdatet in maart 2024)

#### 14.4.2.4 Transport grondstoffen

Ethaan zal worden verscheept vanuit de VS naar de site van Project One in Antwerpen met de nieuwste generatie VLEC-schepen (*Very Large Ethane Carriers*). Deze schepen hebben de volgende kenmerken:

- Deze schepen zijn ontworpen met de state-of-the-art-technologie en efficiëntie;
- De schepen gebruiken hoofdzakelijk ethaan als brandstof, naast stookolie in situaties dat geen of onvoldoende ethaan beschikbaar is. Ethaan biedt als voordeel dat het een schonere brandstof is dan mariene dieselolie of zware stookolie.

De koolstofbalans wordt weergegeven in Tabel 14-26.

Tabel 14-26: Koolstofbalans transport grondstoffen Project One

Ethaantransport VLEC-schip	Brandstof	ton/ethaan-transport*	ton CO <sub>2</sub> -eq/ ton	ton CO <sub>2</sub> -eq/ethaan-transport*	ton ethaan/transport	tonCO <sub>2</sub> -eq/ton ethaan-aanvoer	ton ethaan-aanvoer/jaar	ton CO <sub>2</sub> -eq emissies/jaar
	Ethaan	891	2,93	2 611	51 600	0,055	1 910 000	105 050
	Stookolie	77	3,19	246				

\*Ethaantransport: som van geladen transport naar Antwerpen en ballast transport terug naar de VS

#### 14.4.2.5 Transport producten

Ethyleen wordt vanuit de procesinstallaties rechtstreeks via pijpleidingen afgevoerd. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van de pompen voor de werking van de pijpleidingen is inbegrepen in de berekening van de totale procesgerelateerde emissies van Project One.

### 14.4.3 Klimaatadaptatie

#### 14.4.3.1 Wateroverlast

In de bestaande toestand is het 90,29 ha grote projectgebied quasi onverhard. In de geplande toestand zal ca. 33,53 ha onder de vorm van beton, asfalt en gebouwen worden verhard.

Uit de beschikbare overstromingsgevaarkaarten (pluviaal, fluviaal en vanuit de zee) blijkt dat het enige mogelijke overstromingsrisico te wijten is aan oppervlakkige afstroming en niet aan overstroming vanuit de Schelde. Hiervoor is wel op te merken dat de overstromingskaart voor overstromingen vanuit de zee voorlopig geen rekening houdt met het effect op de Schelde (zie lager).

Voor het toekomstig klimaat wordt uitgegaan van de beschikbare prognose in 2050.

De pluviale overstromingskaart onder het huidige klimaat (Figuur 14-9) toont het gesimuleerde overstroombaar gebied bij een neerslagbui met een terugkeerperiode van 10 jaar (T10), 100 jaar (T100) en 1 000 jaar (T1000) voor de bestaande toestand. De pluviale overstromingskaart onder het hoog-impact klimaatscenario (Figuur 14-10) toont het gesimuleerde overstroombaar gebied bij een T10-, T100- en T1000-bui onder het hoog-impact klimaatscenario in 2050. Opgelet: Figuur 14-10 houdt geen rekening met de geplande omvorming van het landgebruik in voorliggend project. Zo blijkt uit de plannen dat het noordelijke deel tijdens de werken zal worden opgehoogd tot 7,6 mTAW. Het niveau van het zuidelijke deel zal variëren tussen 7 en 9 mTAW. Net als in de bestaande toestand, blijft het overstroombaar gebied eerder beperkt.

Het ontwerp van de hemelwaterafvoer, opvang en hergebruik van hemelwater en infiltratie en buffering, zal minimaal voldoen aan de gewestelijke verordening inzake hemelwater.

Door het voorzien in de nodige waterbeheermaatregelen in het kader van de gewestelijke verordening hemelwater worden effecten naar wateroverlast verwacht grotendeels gemitigeerd te worden voor wat betreft het huidige klimaat.

In het licht van de klimaatverandering wordt echter een stijging van de jaarlijkse neerslag en het vaker voorkomen van (zeer) hevige regenbuien in onze streek verwacht. Bij het ontwerp van de hemelwaterhuishouding werd daarom ook rekening gehouden met een veranderd neerslagpatroon onder invloed van klimaatverandering. Er werd een storm met een terugkeerperiode van 100 jaar (T100) gesimuleerd onder het hoog-impact klimaatscenario (HighS – hoge zomer scenario) voor Vlaanderen van VMM voor het jaar 2050. Het hoge zomer scenario houdt rekening met wateroverlast ten gevolge van zomerse convectieve buien. Dit is het meest extreme en dus conservatieve scenario. Doelstelling bij het ontwerp is dat bij een T100 bui in 2050 onder het hoge zomer scenario, het waterniveau minstens onder de vloerplaat van de funderingen van de industriële installaties en onder het vloerpeil van gebouwen blijft. Op die manier wordt het projectgebied meer bestendig gemaakt tegen verhoogde overstromingsrisico's ten gevolge van klimaatverandering.

In het toekomstige klimaat wordt een stijging van het zeeniveau aan de Belgische kust verwacht. Deze zeespiegelstijging verhoogt niet enkel de risico's langs de Belgische kust, maar ook de risico's langsheen de revieren die verbonden zijn met de Noordzee. Dit is o.a. het geval langs het Schelde-estuarium, waarlangs het projectgebied gelegen is.

Hieronder worden eveneens de fluviale overstromingskaarten (Figuur 14-11, Figuur 14-12) en kustoverstromingskaarten (Figuur 14-13) weergegeven, beiden bij zowel het huidige als het toekomstige klimaat. Uit deze kaarten blijkt geen overstromingsgevaar voor het projectgebied.

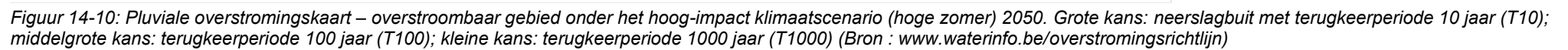
Het valt buiten het bestek van dit MER om onderzoek te doen naar de impact op het waterniveau van de Schelde. Dit onderzoek wordt op beleidsniveau uitgevoerd. Voor de impact van zeespiegelstijging op het Schelde-estuarium kan worden verwezen naar het onderzoek dat in opdracht van de Vlaams Nederlandse Scheldec commissie (VNSC) in 2019 werd opgestart. Hierin werd vooropgesteld om in de periode 2020-2023 onderzoek te doen om onder meer een antwoord te bieden op de vraag "welke maatregelen moeten er genomen worden om onder een versnelde zeespiegelstijging gebruiksfuncties (veiligheid, toegankelijkheid, natuurlijkheid) in stand te houden?" (VNSC, 2019, Werkplan 2020-2023 Onderzoek en monitoring Schelde.). Dit onderzoeksprogramma is ondertussen afgerond en er werden reeds aandachtspunten voor het werkplan 2024-2028 geformuleerd.

Het waterniveau van de Schelde is tevens onderhevig aan randvoorwaarden en maatregelen die op beleidsniveau worden genomen. Zo kan worden verwezen naar het SIGMA-plan waarin maatregelen worden genomen om wateroverlast te vermijden, zo onder meer het verstevigen en verhogen van dijken, aanleggen van gecontroleerde overstromingsgebieden en de ontpoldering van gebieden. (<https://www.sigmaplan.be/nl/themas/veiligheid>)

Ten overvloede kan hierbij nog worden aangegeven dat het project voorziet in procedures voor zowel geplande stops van de installatie als noodstops. Deze procedures zijn voorzien om de installatie op een veilige wijze stil te leggen in het kader van een noodgeval of gepland onderhoud.



Figuur 14-9: Pluviale overstromingskaart onder het huidig klimaat. Grote kans: neerslagbui met terugkeerperiode 10 jaar (T10); middelgrote kans: terugkeerperiode 100 jaar (T100); kleine kans: terugkeerperiode 1000 jaar (T1000) (Bron : [www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn](http://www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn))





Figuur 14-11: Fluviaal overstromingsgevoelige verstromingsgevoelige overstromingsgevoelige gebieden onder het huidige klimaat



Figuur 14-12: Fluviaal overstromingsgevoelige gebieden onder het toekomstig klimaat



Figuur 14-13: Overstromingsgevoelige gebieden vanuit de zee onder het huidige klimaat en het toekomstig klimaat (modelleringen zijn enkel gemaakt langsheen de Belgische kust)

### 14.4.3.2 Watervoorzieningen

#### 14.4.3.2.1 Waterbalans Project One

Voor een gedetailleerde beschrijving van de waterbalans van Project One, wordt verwezen naar Hoofdstuk 9 Water van dit MER. Het totaal waterverbruik van Project One bedraagt gemiddeld 720 m<sup>3</sup>/u, waarvan stadswater en deminwater de grootste ingaande waterstromen zijn:

- Het stadswaterverbruik van Project One bedraagt gemiddeld 367 m<sup>3</sup>/u. Het stadswater staat in voor ongeveer 54% van de koelwatervraag in de koeltorens, die in totaal gemiddeld 673 m<sup>3</sup>/u bedraagt.
- Het deminwaterverbruik van Project One bedraagt gemiddeld 333 m<sup>3</sup>/u. Deminwater staat in voor ongeveer 43% van de koelwatervraag.
- Het hemel- en drainagewaterverbruik van Project One bedraagt gemiddeld 20 m<sup>3</sup>/u. Dit water staat in voor ongeveer 3% van de koelwatervraag.

Ongeveer 90% van het ingezette water verlaat de site door verdamping, vooral via de koelsystemen.

Het stadswater en deminwater nodig voor Project One zullen afkomstig zijn van externe waterleveranciers.

De betrokken watermaatschappij heeft een productiecapaciteit van 640 000 m<sup>3</sup>/dag **stadswater** en levert 40% van het drinkwater in Vlaanderen, verdeeld over drie segmenten: residentieel, industrieel en andere waterbedrijven. Het drinkwaterverbruik van Project One betekent gemiddeld een stijging van 3% van de drinkwatervoorziening van de externe waterleverancier.

De ruwwaterbron van het stadswater van de watermaatschappij is vandaag de rivier Maas, waarvan het water via het Albertkanaal tot aan de innamepunten stroomt. In het huidige klimaat zijn er geen problemen met de waterbevoorrading. Tijdens droge periodes neemt de Vlaamse Waterweg echter wel preventieve maatregelen om een watertekort te vermijden. Zo ook voor het Albertkanaal in juni 2023.

De VMM heeft samen met de betrokken watermaatschappij een strategisch plan ontwikkeld voor de waterlevering met het oog op een toenemend verbruik en een verminderde waterbeschikbaarheid tijdens droogteperiodes wegens klimaatwijziging (VMM, 2021, Strategisch plan waterbevoorrading in Vlaanderen). Hierin werd bepaald dat er 3 m<sup>3</sup>/s (ca. 260 000 m<sup>3</sup>/dag) aan alternatieve waterbronnen beschikbaar moeten zijn voor de robuuste watervoorziening aan industriële en residentiële klanten tegen 2050, voor 5 à 6 maanden per jaar, naast de klassieke bronnen van drinkwater (oppervlaktewater en grondwater). Naast een verminderde waterbeschikbaarheid tijdens droogte, werd ook rekening gehouden met een verslechterende waterkwaliteit van bestaande alternatieve bronnen tijdens toekomstige droogteperiodes. Bijvoorbeeld wordt verondersteld dat tegen 2050, tijdens een langdurige droogte, de geleidbaarheid in de Antwerpse havendokken kan stijgen tot 24 000 µS/cm (brak - zout water).

In een studie van de betrokken watermaatschappij werden verschillende opties gedefinieerd die deel uitmaakten van een pre-engineering studie, waaronder productie van drinkwater tijdens droogteperiodes vertrekkende van Albertkanaalwater stroomafwaarts de sluis in Wijnegem (waar een geleidelijke overgang is van zoet tot brak water) en de bouw van een extra spaarbekken nabij het Albertkanaal waaruit water kan verbruikt worden tijdens droogteperiodes. Dit bekken wordt dan weer gevuld tijdens de winterperiode waarbij hoge Maasdebieten beschikbaar zijn. Daarnaast zal een betere samen- en wisselwerking tussen de verschillende watermaatschappijen de afhankelijkheid van het Albertkanaal verlagen. Het Albertkanaal voorziet op heden een groot deel van de watervoorraad van de betrokken watermaatschappij. Het besluit van deze studie is dat er verschillende oplossingen mogelijk zijn om een bijkomende 3 m<sup>3</sup>/s aan alternatieve bronnen beschikbaar te hebben bij langdurige droogte. Er is geen eenvoudige oplossing, een combinatie van verschillende opties is nodig. Het produceren van drinkwater uit alternatieve bronnen tijdens droogteperiodes zorgt wel voor een stijging van het energieverbruik in vergelijking met de klassieke bronnen van drinkwater (grond- en oppervlaktewater).

Om de druk op het waterverbruik te reduceren, werden 2 opties bestudeerd en afgewogen:

- In eerste instantie werd de installatie van een Omgekeerde Osmose (RO) op het terrein van Project One onderzocht. Hierin zou een deel van de spui van de koelwatercircuits en een deel van het hemelwater behandeld kunnen worden. De RO-installatie zou gezuiverd water produceren dat als suppletiewater voor het koelcircuit (ter vervanging van stadswater) zou gebruikt worden. Er werd geëvalueerd of een RO-installatie zou kunnen gevoed worden met dokwater en/of met restwaterstromen vanuit de installaties. Dit systeem werd grondig onderzocht maar bleek niet energie-efficiënt, en derhalve ook niet kostenefficiënt te zijn.
- Om de druk op de stadswatervoorziening te doen dalen, werd in plaats van een RO-installatie, gekozen voor een externe aanlevering van **deminwater**. De betrokken watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. Het gebruik van deminwater ter vervanging van stadswater, betekent ongeveer een halvering van het stadswaterverbruik van Project One.

#### 14.4.3.2.2 Impact van droogte op Project One

Vlaanderen heeft een van de laagste waterbeschikbaarheden per inwoner. Op drie landen na hebben Vlaanderen en Brussel de laagste waterbeschikbaarheid per inwoner van de OESO-landen (Organisatie van Economische Samenwerking en Ontwikkeling). Dit komt door een combinatie van een hoge bevolkingsdichtheid en een relatief beperkte aanwezigheid van oppervlakte- en grondwater. De klimaatverandering brengt dit fragiele evenwicht uit balans (Klimaatportaal, VMM).

Water speelt een essentiële rol binnen de Vlaamse economie. In 2019 bracht het Vlaams Kenniscentrum Water (Vlakwa) een geactualiseerde studie van het socio-economisch belang van water in Vlaanderen. De studie gebeurde in samenwerking met VITO. De sectoren die stijgende waterprijzen het sterkst voelen (dit zijn sectoren met een hoge waterkost op de bruto toegevoegde waarde en een lage bruto toegevoegde waarde op bedrijfsopbrengsten) zijn o.a. de sectoren voeding, dranken, petroleum en cokes, chemie en papier. De Vlaamse Milieumaatschappij werkte een beslissingsondersteunende reactief afwegingskader voor prioritair waterverbruik tijdens droogte uit. Dit reactief afwegingskader werd in 2021 voorgesteld aan de vijf Vlaamse provincies en men is bezig met de verfijning van dit afwegingskader.. Binnen dit kader zijn er 2 drempelniveaus drempelniveaus drempelniveaus gedefinieerd:

- Drempelniveau 1: dreigende waterschaarste
- Drempelniveau 2: effectieve waterschaarste

Om dit niveau te bepalen, zijn droogte indicatoren voorzien (o.a. waterstand, bodemvochtigheid, ...). De waterbalans (de balans van vraag en aanbod) werd per deelgebied bepaald. Uit deze waterbalans werden maatregelen gedefinieerd die genomen kunnen worden in bepaalde situaties en op bepaalde locaties. Hiervoor zijn eveneens enkele principes en voorwaarden gehanteerd. Hieruit volgt een gebied specifieke afwegingskader.

Om de druk op de stadswatervoorziening te doen dalen, werd gekozen voor een externe aanlevering van deminwater. De betrokken watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. Het gebruik van deminwater ter vervanging van stadswater, betekent ongeveer een halvering van het stadswaterverbruik van Project One, wat een belangrijke daling is.

Het stadswaterverbruik van Project One betekent gemiddeld een stijging van 1% van het totale stadswaterverbruik in Vlaanderen ten opzichte van 2021 (Tabel 14-27) of een stijging van 4% van het totale stadswaterverbruik in de industriesector in Vlaanderen ten opzichte van 2021.

Het stadswaterverbruik door Project One kan als aanzienlijk beschouwd worden. In het huidige klimaat zijn er geen problemen met de waterbevoorrading bij de betrokken watermaatschappij. Het stadswaterverbruik van Project One valt binnen het strategisch plan van de betrokken watermaatschappij naar het beschikbaar maken van alternatieve waterbronnen, om de drinkwatervoorziening aan industriële en residentiële klanten in de toekomst te kunnen garanderen in droogteperiodes, ook bij een gewijzigd klimaat. De drinkwatervoorziening van de betrokken watermaatschappij naar Project One zal gegarandeerd kunnen blijven in de toekomst, onder een gewijzigd klimaat. Het risico op waterschaarste voor Project One tijdens droogteperiodes wordt hierdoor gemitigeerd. Het produceren van drinkwater uit alternatieve bronnen tijdens droogteperiodes zorgt wel voor een stijging van het energieverbruik in vergelijking met de klassieke bronnen van drinkwater (grond- en oppervlaktewater).

Tabel 14-27: Stadswaterverbruik in Vlaanderen (2021) (Bron: VMM) en bijdrage Project One

	Stadswaterverbruik 2021 (m <sup>3</sup> )	Stadswaterverbruik Project One* (%)
<b>Vlaanderen – totaal van de sectoren energie, handel &amp; diensten, huishoudens, industrie en landbouw</b>	352 439 000	1%
<b>Vlaanderen – totaal van de sector industrie</b>	81 678 000	4%

\*Het stadswaterverbruik van Project One bedraagt 367 m<sup>3</sup>/u of 3 214 920 m<sup>3</sup>/jaar, uitgaande van 8 760 productie-uren per jaar

Daarbij kan nog gewezen worden op de wettelijke verplichtingen van de watermaatschappijen onder het Decreet Integraal Waterbeleid (DIW) met betrekking tot exploitatie, onderhoud en ontwikkeling van het waterdistributienetwerk en het verzekeren van de dienstverlening (artikel 2.5.1.1 DIW).

Deze verplichtingen worden in een uitvoeringsbesluit verder uitgewerkt en houden in dat de watermaatschappij:

- Alle passende middelen moet inzetten om de continuïteit van de waterlevering op elk moment te verzekeren
- passende maatregelen neemt om te kunnen voorzien in toekomstige behoeften van water
- stelt langetermijnvoorzieningsplannen op.

Daarnaast beschikt de minister, gouverneur of burgemeester onder bepaalde voorwaarden de mogelijkheid om tijdelijke beperkingen op het gebruik van drinkwater op te leggen. (artikel 24 en 27 Besluit van de Vlaamse Regering van 20 januari 2023 over de kwaliteit, kwantiteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie.)

Ten overvloede kan hierbij nog worden aangegeven dat het project voorziet in procedures voor zowel geplande stops van de installatie als noodstops. Deze procedures zijn voorzien om de installatie op een veilige wijze stil te leggen. Dit kan zowel in het kader van een noodgeval, een gepland onderhoud of in geval van waterschaarste.

#### 14.4.3.3 Klimaatrobuustheid industriële installaties

Bij het vastleggen van de basiswaarden voor temperatuur, relatieve vochtigheid en wind voor het ontwerp (BEDD=basic engineering design data) van Project One (onder meer de koelsystemen en de compressoren), werd rekening gehouden met historische klimaatgegevens waarbij een conservatieve marge werd ingebouwd. Nadien gebeurde een aftoetsing van de gesimuleerde parameters onder het midden- en hoog-klimaatscenario voor Vlaanderen van VMM voor het jaar 2050. De conclusie was dat de BEDD-gegevens behouden konden blijven, ook werden de gevolgen van verwachte extreme weersomstandigheden ten gevolge van klimaatverandering beter in kaart gebracht. Klimaatrobuustheid is geïntegreerd in de werking van de industriële installaties van Project One.

#### 14.4.3.4 Hittestress

Hittestress wordt uitgedrukt in hittegolfgraaddagen. Hittegolfgraaddagen is een maat voor de hittestress waaraan inwoners worden blootgesteld, en is de som van de overschrijdingen van de dagelijkse maximum- en minimumtemperaturen boven de drempelwaarden van de hittegolfdagen in de periode 1 april tot 30 september in een jaar. We spreken over een hittegolf als een hitte-episode minstens 3 dagen aanhoudt, de temperatuur overdag boven 29,6 °C stijgt en 's nachts blijft hangen boven de 18,2 °C. Als drempel voor hittestress wordt 60 hittegolfgraaddagen beschouwd. Hittestress door stijgende temperaturen zien we vooral in de bebouwde omgeving, minder in de landelijke omgeving.

In het projectgebied is 90,29 ha momenteel volledig te beschouwen als een groene en onverharde ruimte, waarvan 39,31 ha bosgebied is. Groene ruimte heeft de capaciteit om overdag de omgevingstemperatuur te koelen als gevolg van de evapotranspiratie van vegetatie (bomen, gras, heesters, ...), of koel te houden door beschaduwing. Een grasveld is overdag koeler dan een betonvlakte. In een bos is het nog koeler dan op een grasveld.

Een bos koelt effectiever bij langdurige hittegolven, omdat bomen meer water evapotranspireren en diepere wortels hebben dan grassen en lagere vegetatie. Door het verschil in temperatuur met de omgeving verspreidt de koelte zich naar de directe omgeving. De invloed van deze koeltepluim is afhankelijk van de oriëntatie van de straten, eventuele blokkades, ... Enkele kencijfers<sup>166</sup>:

- Groene ruimtes groter dan 3 ha zijn beduidend koeler dan de stedelijke omgeving;
- Groenelementen moeten minstens 5 ha groot zijn om te leiden tot een temperatuureffect op de omgeving;
- Het temperatuurverschil overdag (luchttemperatuur) tussen een park en de omliggende bebouwde omgeving ligt gemiddeld tussen 1 en 4,7°C;
- Bij een permeabele bodemafsluiting kan regenwater eenvoudiger in de bodem doordringen, dat bij hitte door de vegetatie verdampt, waardoor de omgevingstemperatuur daalt. De gemiddelde oppervlaktemperatuur daalt in grootteorde met 1 °C wanneer 10% van de verharde en bebouwde oppervlakte plaats maakt voor onverharde oppervlakte. Omgekeerd geldt hetzelfde. Op kleinere schaal (straatniveau) kan het verkoelend effect groter zijn; Opgaande beplanting koelt (net zoals andere vormen van beplanting) overdag zijn omgeving actief af door verdamping via de huidmondjes van bladeren - de evapotranspiratie. Een boom kan 's zomers ongeveer 400 liter per dag verdampen. De onttrokken energie/warmte uit de omgeving resulteert in een lokale afkoeling van de luchttemperatuur. Bomen hebben ook een belangrijke schaduwwerking, zodat oppervlakten zoals bodem, gevels en bestrating minder warmte kunnen opnemen.

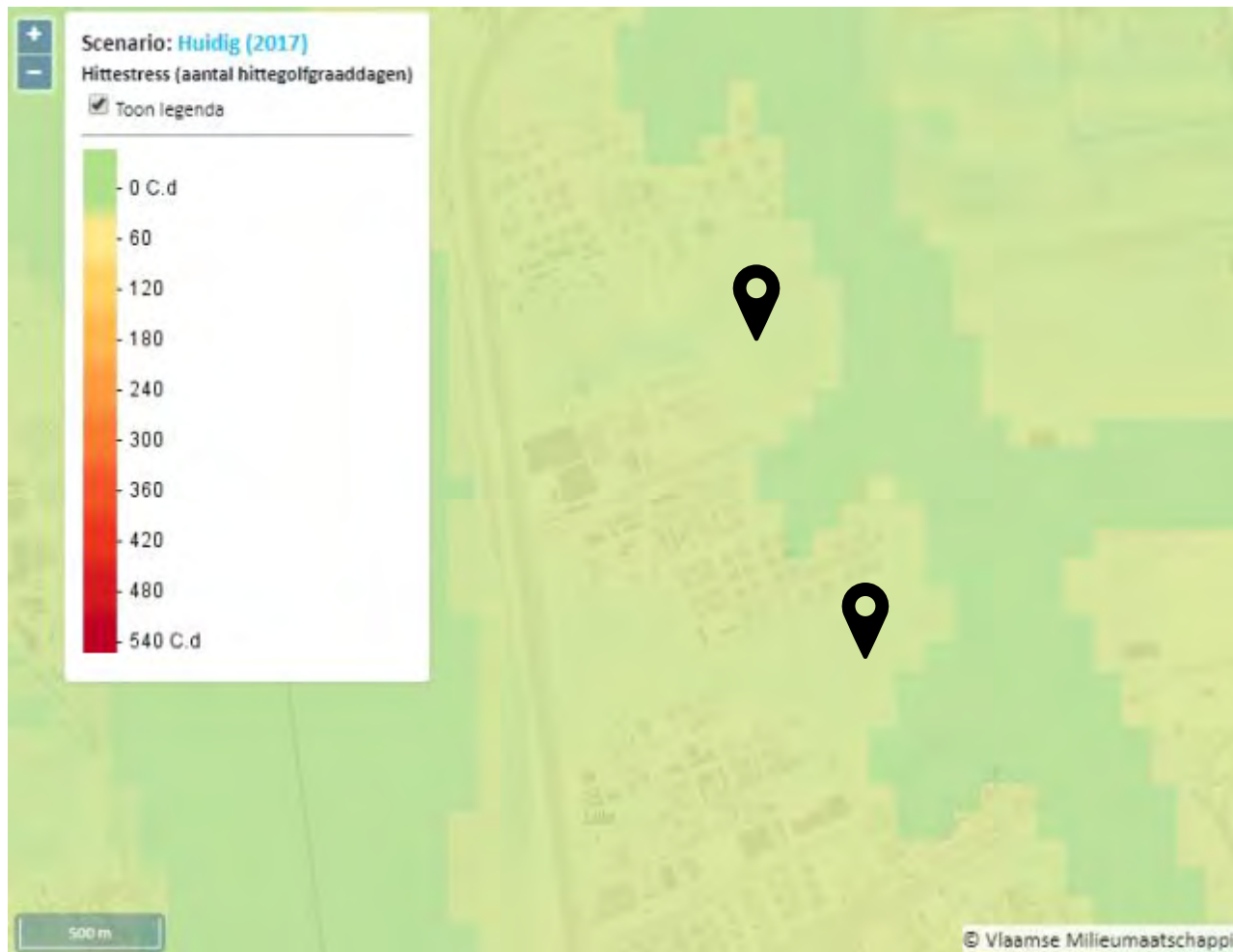
Het projectgebied heeft in de bestaande toestand een voelbaar verkoelend effect voor de onmiddellijke omgeving. Dit verkoelend en bufferend effect is in de bestaande toestand voornamelijk van belang voor de natuurwaarden, die aanwezig zijn in het projectgebied zelf en in mindere mate van belang voor de mens gezien in de onmiddellijke omgeving enkel industriële functies aanwezig zijn. Dit verkoelend effect in de bestaande toestand wordt weergegeven op Figuur 14-14 en op Figuur 14-15, waar respectievelijk het aantal hittegolfgaaddagen en het aantal hittegolfdagen worden weergegeven voor het projectgebied en omgeving. Deze kaarten zijn afkomstig van het Klimaatportaal van VMM. Merk ook het belangrijk verkoelend effect op van de Schelde en het Kanaaldok. In de bestaande toestand wordt de drempel voor hittestress (60 hittegolfgaaddagen) niet overschreden voor het projectgebied en omgeving.

In Figuur 14-16 wordt getoond dat de drempel voor hittestress (60 hittegolfgaaddagen) tot minder dan twee keer wordt overschreden voor het projectgebied, en tussen twee en drie keer in de omgeving van het projectgebied in het hoog-impact klimaatscenario van VMM voor het jaar 2050. In Figuur 14-17 wordt getoond dat er in 2050 in het hoog-impact klimaatscenario er 7 à 8 hittegolfdagen meer zijn ter hoogte van het projectgebied in vergelijking met de bestaande toestand. Voor de omgeving van het projectgebied bedraagt de toename van het aantal hittegolfdagen in het hoog-impact klimaatscenario 2050 ten opzichte van de bestaande toestand tot 15 dagen. Opgelet: Figuur 14-16 en Figuur 14-17 houden geen rekening met de geplande omvorming van het landgebruik in voorliggend project. Merk ook het blijvend belangrijk verkoelend effect op van de Schelde en het Kanaaldok.

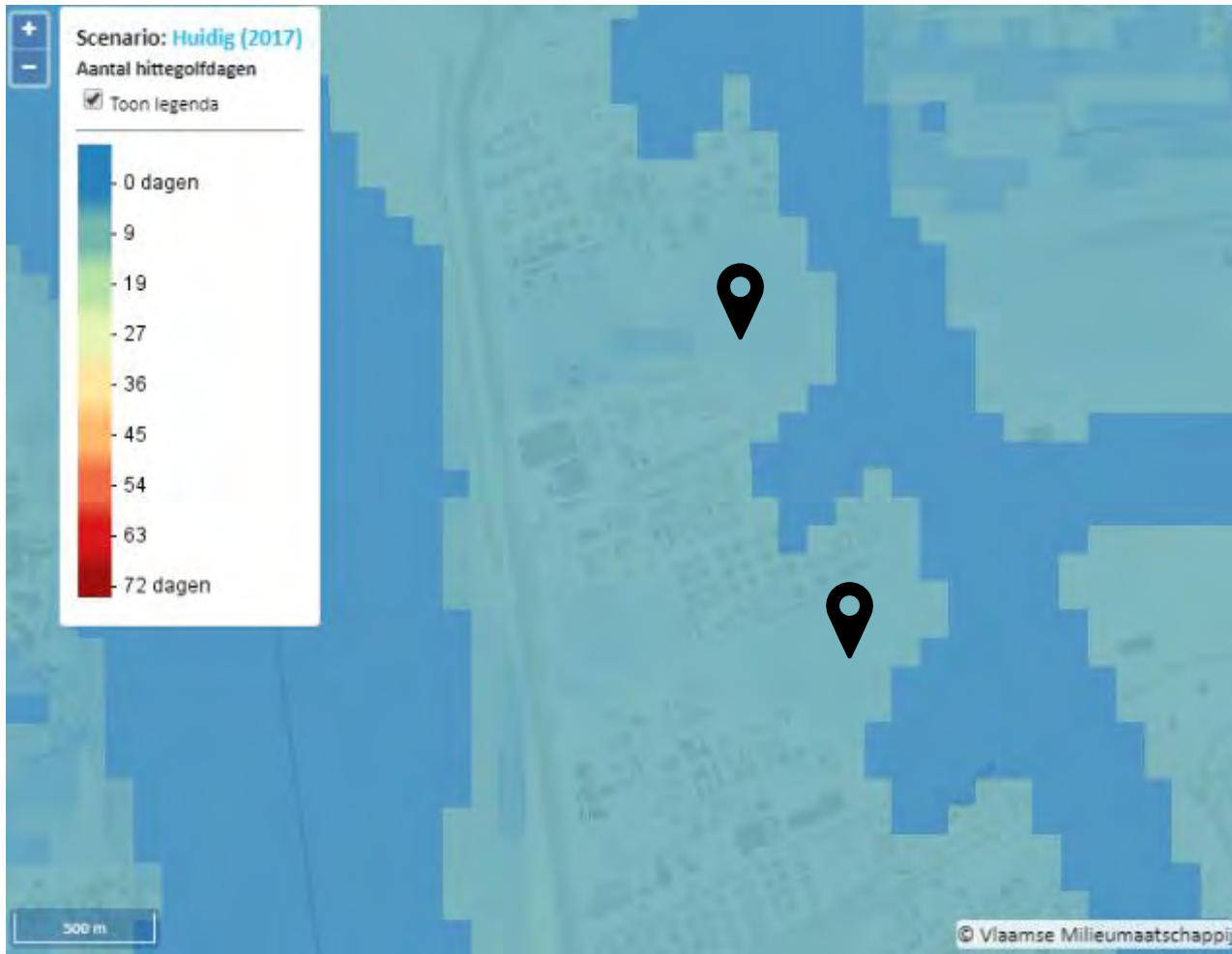
Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat klimaatverandering zal leiden tot een voelbare toename van het aantal hittegolfdagen en van de mate van hittestress in 2050. Door de vegetatieverwijdering en de omvorming van het groene en onverharde landgebruik naar industrie zal het verkoelend en bufferend effect ter hoogte van het projectgebied en onmiddellijke omgeving verdwijnen. Gezien de invulling van de ruimte wijzigt (industriële installaties) zal dit geen effect ressorteren naar de leefomgeving toe. Bovendien is het verkoelend effect van de Schelde en het Kanaaldok aan weerszijden van het projectgebied in de bestaande toestand en voor het toekomstig klimaat groter dan dat van het projectgebied. Dit verkoelend effect blijft steeds behouden.

---

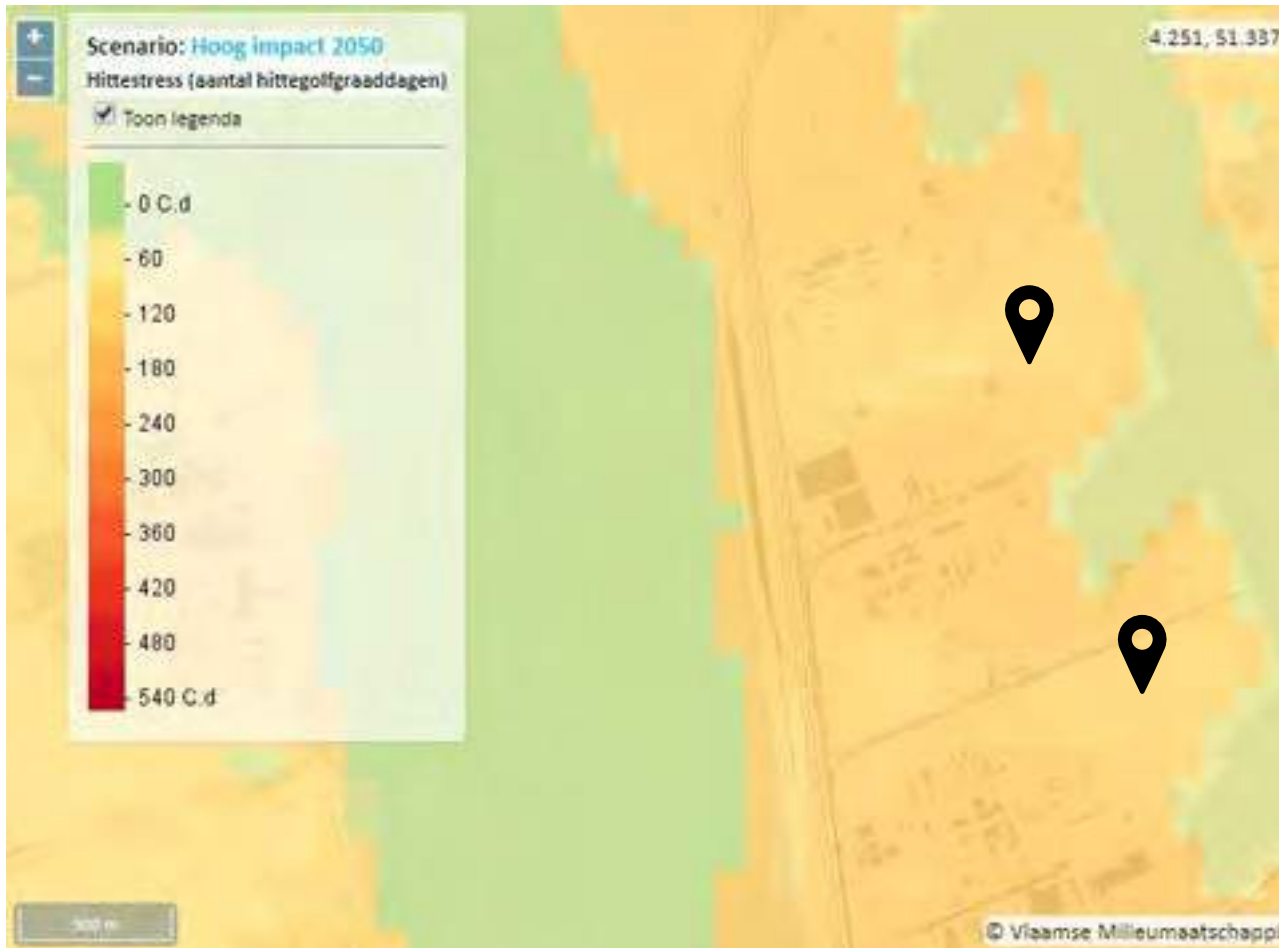
<sup>166</sup> Bron: Technum, 2015. Klimaatadaptatie en kwalitatieve en kwantitatieve richtlijnen voor de ruimtelijke inrichting van gebieden. In opdracht van Ruimte Vlaanderen.



*Figuur 14-14: Hittestress (aantal hittegolfgaaddagen) in projectgebied (zwarte pins): bestaande toestand 2017 (Bron: Klimaatportaal Vlaanderen VMM)*



*Figuur 14-15: Aantal hittegolfdagen in projectgebied (zwarte pins): bestaande toestand 2017 (Bron: Klimaatportaal Vlaanderen VMM)*



Figuur 14-16: Hittestress (aantal hittegolfgraaddagen) in projectgebied (zwarte pins): hoog impact klimaatscenario 2050 (Bron: Klimaatportaal Vlaanderen VMM)



*Figuur 14-17: Toename aantal hittegolfdagen in projectgebied (zwarte pins): hoog impact klimaatscenario 2050 vs. bestaande toestand 2017 (Bron: Klimaatportaal Vlaanderen VMM)*

## 14.4.4 Conclusie

### 14.4.4.1 Koolstofbalans

De **procesgerelateerde emissies** van de ECR en ondersteunende infrastructuur, worden als volgt begroot:

- De totale koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur wordt berekend als 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar:
  - Project One gebruikt de state-of-the-art-technologie voor het kraken van ethaan, de beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties.
  - De ECR is ontworpen voor een selectieve en efficiënte productie van ethyleen. Van de grondstof ethaan wordt 81% van de koolstof vastgelegd in ethyleen. Project One zal de best presterende technologie voor stoomkraken exploiteren op vlak van koolstofefficiëntie in Europa.
  - De specifieke procesemissie van de ECR van Project One bedraagt 0,290 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub> of slechts 42% van de huidige EU-ETS benchmarkwaarde van 0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Er werd berekend dat Project One een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie impliceert tot ca. 0,577 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Dit is een daling van ca. 15% ten opzichte van de huidige benchmarkwaarde voor HVC-productie (0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>).
  - Het in Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht aan de markt. De meeste bestaande installaties worden heden gevoed met ethyleen afkomstig van Europese naftakrakers, die veelal verouderd zijn en een aanzienlijk hogere specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie hebben dan de nieuwe ECR van Project One. Deze installaties kunnen het door Project One geproduceerde ethyleen afnemen en de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie laten dalen. Er werd bij wijze van voorbeeld berekend dat de reductie van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq/jaar zou bedragen, wanneer de afnemers het in Project One geproduceerde ethyleen zouden gebruiken.
  - Er werden 2 stroomafnameovereenkomsten (PPA of power purchase agreement) afgesloten met de energieleveranciers Engie en RWE voor de levering van in totaal 509 600 MWh per jaar aan groene stroom (offshore windenergie) gedurende 10 jaar. Dit betekent dat bij de start van Project One in 2026, de externe elektriciteitsvraag van 140 160 MWh/jaar afgedekt zal worden met groene stroom. De totale emissies van de ECR en ondersteunende infrastructuur dalen hiermee met ca. 7% ten opzichte van het project zonder de import van groene stroom, met name van 708 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar tot 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.

De **uitstoot van het administratief gebouw**, de **uitstoot van transport voor woon-werkverkeer van werknemers**, **transport voor grondstoffen** en **transport voor producten** in de exploitatiefase, worden als volgt begroot:

- Voor de administratieve gebouwen worden passieve technieken zoals doorgedreven isolatie en passieve zonnwinst, klimaat- en verlichtingsregelingen en hernieuwbare energietechnieken, geïntegreerd in het ontwerp. I.k.v. BREAAAM wordt de rating 'very good' behaald (3<sup>de</sup> hoogste score op een schaal van 1 tot 5). Rekening houdend met de toegepaste energiezuinige technieken, bedraagt de (indirecte) CO<sub>2</sub>-uitstoot van het administratief gebouw ca. 300 ton CO<sub>2</sub>/jaar. Gezien de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom, worden deze emissies van het administratief gebouw dus geëlimineerd.
- In totaal zullen er ca. 533 werknemers en bezoekers zich dagelijks moeten verplaatsten naar de site van Project One. Het **woon-werkverkeer** van de **werknemers** van Project One betekent een uitstoot van ca. 1.985 ton CO<sub>2</sub>-eq/jaar.
- Het **transport van de grondstof** ethaan vindt plaats via efficiënte VLEC-schepen. De totale koolstofbalans voor het transport van ethaan voor Project One per schip bedraagt 105 050 tonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.
- Het **transport van het product** ethyleen vanuit de procesinstallatie gebeurt rechtsreeks via pijpleidingen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van de pompen voor de werking van de pijpleidingen is inbegrepen in de berekening van de totale procesgerelateerde emissies van Project One.

### 14.4.4.2 Klimaatadaptatie

De gevolgen van de klimaatverandering kunnen een effect hebben op het projectgebied zelf:

- Wateroverlast:** Uit de beschikbare overstromingsgevaarkaarten (pluviaal, fluviaal en kust) blijkt dat het overstromingsrisico is te wijten aan oppervlakkige afstroming en niet aan overstroming vanuit de Schelde.

Hiervoor is wel op te merken dat de overstromingskaart voor overstromingen vanuit de zee voorlopig geen rekening houdt met het effect op de Schelde. Bij het ontwerp van de hemelwaterhuishouding, werd rekening gehouden met een veranderd neerslagpatroon onder invloed van klimaatverandering onder het hoog-impact klimaatscenario (HighS – hoge zomer scenario) voor Vlaanderen van VMM voor het jaar 2050. Het hoge zomer scenario houdt rekening met wateroverlast ten gevolge van zomerse convectieve buien. Dit is het meest extreme en dus conservatieve scenario. Op die manier wordt het projectgebied meer bestendig gemaakt tegen verhoogde overstromingsrisico's ten gevolge van klimaatverandering.

- **Watervoorzieningen:**

- Het stadswaterverbruik van Project One betekent gemiddeld een stijging van 1% van het totale stadswaterverbruik in Vlaanderen ten opzichte van 2021. Het stadswaterverbruik van Project One betekent gemiddeld een stijging van 4% van het totale stadswaterverbruik in de industriële sector in Vlaanderen ten opzichte van 2021.
- Om de druk op de stadswatervoorziening te doen dalen, werd gekozen voor een externe aanlevering van deminwater. De betrokken watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. Het gebruik van deminwater ter vervanging van stadswater, betekent ongeveer een halvering van het stadswaterverbruik van Project One, wat een belangrijke daling is.
- Het stadswaterverbruik door Project One kan als aanzienlijk beschouwd worden. In het huidige klimaat zijn er geen problemen met de waterbevoorrading bij de betrokken watermaatschappij. Het stadswaterverbruik van Project One valt binnen het strategisch plan van de betrokken watermaatschappij naar het beschikbaar maken van alternatieve waterbronnen, om de drinkwatervoorziening aan industriële en residentiële klanten in de toekomst te kunnen garanderen in droogteperiodes, ook bij een gewijzigd klimaat. De drinkwatervoorziening van de betrokken watermaatschappij naar Project One zal gegarandeerd kunnen blijven in de toekomst, onder een gewijzigd klimaat. Het risico op waterschaarste voor Project One tijdens droogteperiodes wordt hierdoor gemitigeerd. Het produceren van drinkwater uit alternatieve bronnen tijdens droogteperiodes zorgt wel voor een stijging van het energieverbruik in vergelijking met de klassieke bronnen van drinkwater (grond- en oppervlaktewater).
- **Klimaatrobustheid industriële installaties:** Bij het vastleggen van de basiswaarden voor temperatuur, relatieve vochtigheid en wind voor het ontwerp (BEDD=basic engineering design data) van Project One (onder meer de koelsystemen en de compressoren), gebeurde een aftoetsing aan het midden- en hoog-klimaatscenario voor Vlaanderen van VMM voor het jaar 2050. De conclusie was dat de BEDD-gegevens behouden konden blijven, ook werden de gevolgen van verwachte extreme weersomstandigheden ten gevolge van klimaatverandering beter in kaart gebracht. Klimaatrobustheid is geïntegreerd in de werking van de industriële installaties van Project One.
- **Hittestress:** Het projectgebied is momenteel volledig te beschouwen als een groene ruimte. Het projectgebied heeft in de bestaande toestand een verkoelend effect voor de onmiddellijke omgeving. Dit verkoelend en bufferend effect is in de bestaande toestand voornamelijk van belang voor de natuurwaarden die aanwezig zijn in het projectgebied zelf en minder voor de mens gezien in de onmiddellijke omgeving voornamelijk industriële functies aanwezig zijn. Door de ontbossing en het verwijderen van overige vegetatie zal dit verkoelend en bufferend effect verdwijnen. Gezien de invulling van de ruimte wijzigt (industriële installaties) zal dit geen effect ressorteren naar de leefomgeving toe. Bovendien is het verkoelend effect van de Schelde en het Kanaaldok aan weerszijden van het projectgebied in de bestaande toestand en voor het toekomstig klimaat is groter dan dat van het projectgebied. Dit verkoelend effect blijft steeds behouden.

## 14.4.5 Milderende maatregelen en aanbevelingen

Projectgeïntegreerde milderende maatregelen voor de exploitatiefase van Project One zijn:

- De ECR is ontworpen voor selectieve en efficiënte productie van ethyleen. Project One gebruikt state-of-the-art technologie voor het kraken van ethaan. De beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties. Bij het ontwerp van Project One worden belangrijke procesgeïntegreerde energiebesparende en emissiereducerende maatregelen toegepast.
- Er werden 2 stroomafnameovereenkomsten (PPA of power purchase agreement) afgesloten met de energieleveranciers Engie en RWE voor de levering van groene stroom (offshore windenergie) gedurende 10 jaar. Dit betekent dat bij de start van Project One in 2026, de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom.
- Project One heeft heden 3 mogelijke toekomstperspectieven om in de toekomst de CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR verder te reduceren:

1. *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie of;
2. een *pre-combustion* CO<sub>2</sub>-reductietechnologie met 100% groene en / of blauwe waterstof in het stookgas als toevoer naar de ECR of;
3. een *pre-combustion* CO<sub>2</sub>-reductietechnologie met een gedeeltelijke elektrificatie van de kraakfornuizen van de ECR waarbij de rest van de fornuizen werkt op 100% waterstof in het stookgas.

Project One heeft voor de eerste twee scenario's de nodige technologie flexibiliteit op de ethaankraakfornuizen (ECR) en de stoomketels. Voor deze scenario's wordt er voldoende oppervlakte op het projectgebied gereserveerd, en wordt er in het ontwerp reeds rekening gehouden met een toekomstige retrofitting van de site en de installaties. Elektrificatie van kraakovens, het derde scenario, zit momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling en er is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Elektrificatie van de kraakovens kan wel geëvalueerd worden wanneer de technologie voldoende ver ontwikkeld is. De 3 mogelijke toekomstperspectieven zullen het voorwerp vormen van verder onderzoek i.k.v. de roadmap van INEOS voor het bereiken van netto nul CO<sub>2</sub>-emissies. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een *net zero* CO<sub>2</sub>-emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.

- Het administratief gebouw wordt ontworpen als een energiezuinig gebouw. Passieve technieken zoals doorgedreven isolatie en passieve zonnwinst, klimaat- en verlichtingsregelingen en hernieuwbare energietechnieken worden geïntegreerd in het ontwerp. I.k.v. BREAAAM wordt de 3<sup>de</sup> hoogste score behaald op een schaal van 1 tot 5 (rating 'very good'). Gezien de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom, worden de emissies van het administratief gebouw dus geëlimineerd.
- Het transport van ethaan vindt plaats via efficiënte VLEC-schepen.
- Het transport van ethyleen vindt plaats via pijpleidingen.
- Om de druk op de stadswatervoorziening te doen dalen, werd gekozen voor een externe aanlevering van deminwater. De betrokken watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. Het gebruik van deminwater ter vervanging van stadswater, betekent ongeveer een halvering van het stadswaterverbruik van Project One.

## 14.5 Life Cycle Thinking ethyleen

### 14.5.1 Scope

Life Cycle Thinking (LCT) vertrekt vanuit een systemisch raamwerk met een holistische kijk op de productie en consumptie van een product of dienst waarbij de effecten ervan op het milieu gedurende de gehele levenscyclus worden beoordeeld. Dit begint met de winning en verwerking van grondstoffen, vervolgens de productie en distributie, tot en met het gebruik en/of de consumptie. Het eindigt met het hergebruik van materialen, de terugwinning van energie en de uiteindelijke verwijdering. LCT gaat verder dan de traditionele focus op een specifieke productielocatie en op een specifiek productieproces. De emissies ten gevolge van het gebruik van grondstoffen en producten op- en afwaarts van het project dienen derhalve niet in een MER te worden geanalyseerd.

In het klimaathoofdstuk wordt evenwel verder gegaan dan hetgeen vereist is op basis van de relevante regelgeving. Er wordt gekozen om Life Cycle Thinking toe te passen. Een project-MER, zoals Europees en Vlaams bepaald, handelt over de effecten van een project en niet over deze van een product. Vandaar dat in dit hoofdstuk van Life Cycle Thinking, de klimaateffecten die optreden gedurende de levenscyclus van ethyleen – opwaarts en afwaarts van Project One – besproken zullen worden op een kwalitatieve en informatieve manier. Het toepassen van Life Cycle Thinking is waardevol, gezien productie en consumptie elkaar beïnvloeden door de realiteit van complexe aan elkaar gelinkte waardeketens.

Project One zal ethyleen op de markt brengen. Ethyleen is een belangrijk intermediair in de chemische industrie. Broeikasgasemissies treden op gedurende de volledige levenscyclus van eindproducten, afgeleid van ethyleen:

- 11.ontginning van grond- en brandstoffen opwaarts van Project One,
- 12.productie van ethyleen in Project One,
- 13.productie van derivaten van ethyleen afwaarts van Project One,
- 14.conversie van derivaten naar gebruiksproducten afwaarts van Project One,
- 15.gebruiksfasen van producten afwaarts van Project One,
- 16.end-of-life (EoL) fase afwaarts van Project One.

Het doel van dit hoofdstuk is om de belangrijkste bronnen van broeikasgasemissies van ethyleen in de volledige levenscyclus aan te geven, en te duiden waar zich de belangrijkste uitdagingen en mogelijkheden bevinden op vlak van emissiereducties gerelateerd aan een efficiënt gebruik van grondstoffen en producten, in lijn met het Europees en Vlaams klimaatbeleid. Ook belangrijk om te vermelden is dat het gebruik van ethyleentoepassingen op zich, leidt tot belangrijke reducties van broeikasgasemissies in de verschillende eindgebruikerssectoren.

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke duurzaamheidsmaatregelen genomen worden of kunnen worden door Project One en de INEOS-groep, op- en afwaarts van het project. Belangrijk om te vermelden hierbij is in welke fasen van de levenscyclus van eindproducten, afgeleid van ethyleen, Project One en de INEOS-groep een rol spelen en waar niet:

- Project One kiest het type en de leveranciers van de grond- en brandstoffen voor de productie van ethyleen, maar is niet direct betrokken bij de ontginning van deze grond- en brandstoffen.
- Project One produceert ethyleen. Project One is niet betrokken bij de productie van ethyleenderivaten, de conversie naar gebruiksproducten en de EoL fase van deze producten stroomafwaarts van de ethyleenproductie.
- INEOS-groep is actief betrokken in de productie van bepaalde ethyleenderivaten en conversies naar gebruiksproducten.

## **14.5.2 Grondstoffen en productieroutes van ethyleen**

Ethyleen wordt wereldwijd geproduceerd vanuit voornamelijk de fossiele grondstoffen aardolie (nafta), aardgas of steenkool. Dit zijn de zogenaamde conventionele productieroutes van ethyleen, die hieronder worden beschreven. Een variatie aan koolstof- en waterstofhoudende materialen kunnen olie, aardgas en steenkool vervangen als chemische grondstoffen (IEA, 2018; World Economic Forum, 2016). Alternatieve productieroutes zijn gebaseerd op onder meer biomassa en op basis van broeikasgassen. Hieronder worden 2 alternatieve productieroutes beschreven voor ethyleen, deze lijst is echter niet limitatief.

Vervolgens wordt ingegaan op de gekozen productieroute van Project One en de grondstofwinning opwaarts van Project One.

### **14.5.2.1 Productieroutes van ethyleen**

#### **Op basis van nafta of ethaan**

De huidige leidende technologie voor de productie van olefinen (alkenen) is stoomkraken (SC), op basis van aardolie of aardgas (Amghizar et al., 2017).

Nafta, een derivaat van aardolie, is de primaire grondstof voor de wereldwijde productie van olefinen en is ook de meest gebruikte grondstof voor de ethyleenproductie in Europa. Nadat de ruwe olie uit de grond is gewonnen, wordt deze getransporteerd naar een raffinaderij. Het olieraffinageproces produceert onder meer nafta, een mengsel van koolwaterstoffen die in olefinen kan worden omgezet via een proces dat stoomkraken wordt genoemd. Olefinen kunnen ook rechtstreeks worden geproduceerd door middel van gefluïdiseerd katalytisch kraken in olieraffinaderijen, hoewel dit proces minder gebruikelijk is.

Ethaan is ook een belangrijke grondstof voor de productie van ethyleen en is de gekozen productieroute van Project One (evenwel aanzienlijk geoptimaliseerd i.f.v. gereduceerde CO<sub>2</sub>-emissie). Ethaan, eenmaal geëxtraheerd uit aardgas in een fractioneringsinstallatie, wordt in een ethaanstoomkraker (ECR) verwerkt tot ethyleen. Omwille van de verwante structuur tussen ethaan en ethyleen gaat de conversie gepaard met hoge selectiviteit. Terwijl bij het kraken van nafta, ethyleen, propyleen en andere HVC's worden geproduceerd, zijn ethaankrakers ontworpen om zeer selectief ethyleen te produceren.

#### **Op basis van steenkool**

Steenkool wordt ook gebruikt om olefinen te maken, hoewel het proces aanzienlijk minder kostenefficiënt en energie- en koolstofefficiënt is dan olefinenproductie uit olie en gas (Amghizar et al., 2017; IEA, 2018). Steenkool kan worden omgezet in synthetisch aardgas (syngas) door het proces van kolenvergassing.

Na vergassing kan dit syngas, een mengsel van CO en H<sub>2</sub>, worden omgezet in methanol, dat vervolgens kan worden omgezet in olefinen (principe van *methanol-to-olefins* of MTO). Dit proces wordt soms ook *coal-to-olefins* (CTO) genoemd.

De grootste winsten voor HVC-productie in termen van procesgerelateerde energievraag en CO<sub>2</sub>-equivalente emissies kunnen geboekt worden door een verandering van vaste grondstoffen (steenkool) naar gasvormige- of vloeibare grondstoffen (IEA, 2018).

### **Op basis van methaan**

De overvloed aan methaan uit schaliegas of gestrande gasreserves heeft geleid tot een toegenomen belangstelling voor de ontwikkeling van processen om methaan te valoriseren tot hogere koolwaterstoffen of chemicaliën (Amghizar et al., 2017). Methaan kan ook geproduceerd worden uit biomassa(afval)-stromen. Verscheidene van deze processen werden geïdentificeerd als potentiële alternatieven voor stoomkraken: *methanol-to-olefins* (MTO), Fischer-Tropsch synthese (FTS) en oxidatieve koppeling van methaan (OCM).

*Methanol-to-olefins* of MTO is een van de technologieën waarmee petrochemische basisproducten kunnen worden geproduceerd. Methanol wordt hoofdzakelijk katalytisch geproduceerd via syngas, een waardevol gasmengsel van waterstof en koolstofmonoxide. Methanol wordt in grote hoeveelheden gebruikt voor de productie van een grote verscheidenheid aan basischemicaliën. Syngas kan worden verkregen uit verschillende koolstofhoudende bronnen door vergassing van aardgas, steenkool of biomassa. De laagste productiekosten en de hoogste koolstofefficiëntie van syngasproductie zijn echter gebaseerd op methaan. Er wordt een hoge koolstofselectiviteit ten opzichte van ethyleen en propyleen verkregen. Bovendien kunnen de procesomstandigheden worden gewijzigd om de vorming van propyleen te bevorderen. De belangrijkste procesuitdaging is echter de snelle deactivering van de katalysator (Amghizar et al., 2017).

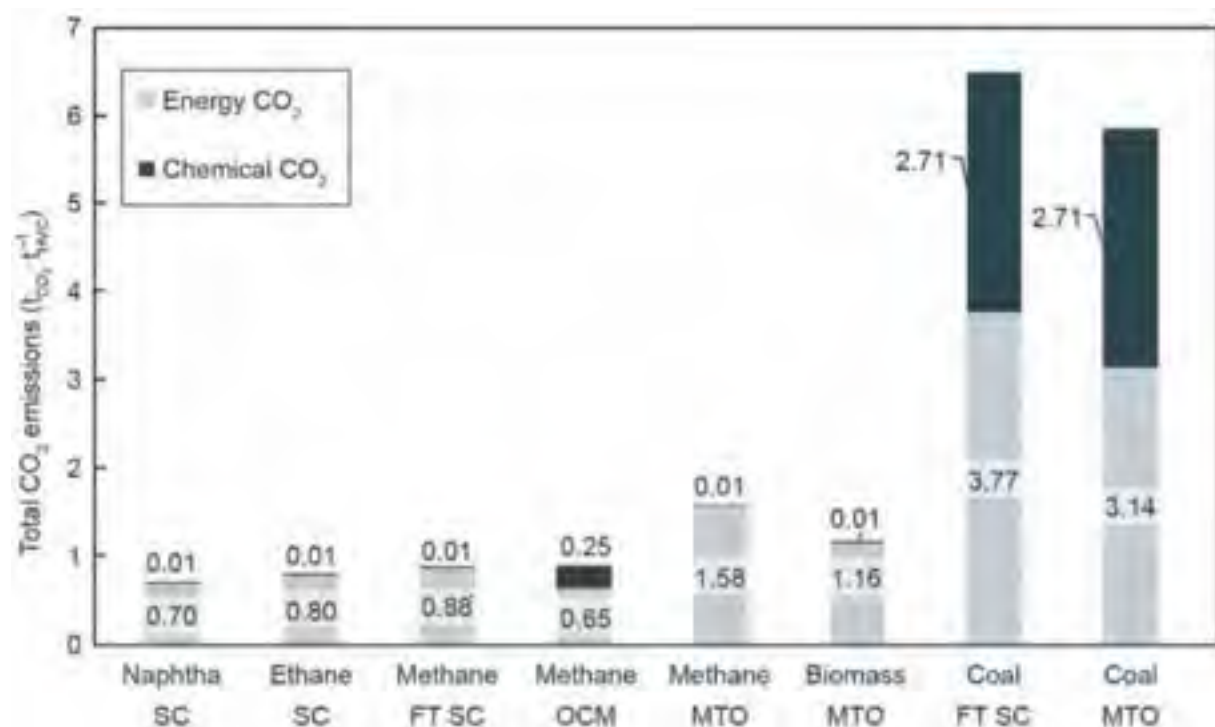
Fischer-Tropsch synthese of FTS is een andere technologie waarbij syngas wordt omgezet in petrochemische basisproducten en voornamelijk koolwaterstoffen voor het brandstofsegment. FTS is een mature technologie, maar belangrijke uitdagingen bestaan eruit om de productselectiviteit en het katalysatorontwerp te verbeteren (Amghizar et al., 2017).

De bovengenoemde technologieën (MTO en FTS) kunnen worden gebruikt om methaan om te zetten in hogere koolwaterstoffen, maar alleen op indirecte wijze; dat wil zeggen dat zij de productie van syngas als eerste stap vereisen. Deze eerste stap om syngas te produceren vertegenwoordigt een inherente inefficiëntie. Oxidatieve koppeling van methaan of OCM is een van de meest veelbelovende directe routes om methaan om te zetten in ethyleen en hogere koolwaterstoffen. De belangrijkste uitdagingen voor het economisch succes van OCM zijn de katalysatorontwikkeling en het reactorontwerp (Amghizar et al., 2017).

Alternatieve technologieën voor stoomkraken moeten vanuit economisch- en technisch oogpunt levensvatbaar zijn. Zowel het FTS- als het MTO-proces zijn beproefde technologieën, met enkele installaties wereldwijd reeds operationeel. Ondanks de rijpheid van deze technologieën zijn beide inherent inefficiënt vanwege de syngas productiestap. Bovendien is FTS niet selectief genoeg om alleen lichte olefinen te produceren, en produceert een aanzienlijke hoeveelheid brandstof-koolwaterstoffen. Verbeteringen van deze processen zijn echter nog steeds mogelijk, vooral wat het ontwerp van de katalysator betreft. Voor OCM, zijn nog grote onderzoeksinspanningen omtrent katalysator- en reactorontwerp vereist voordat het kan worden beschouwd als een alternatief voor stoomkraken (Amghizar et al., 2017).

Alternatieve technologieën voor stoomkraken moeten ook vanuit milieuoogpunt levensvatbaar zijn. In dit verband is het van belang de CO<sub>2</sub>-emissies te evalueren die gepaard gaan met de verschillende technologieën die hierboven zijn besproken. Figuur 14-18 toont de te verwachten CO<sub>2</sub>-emissies per ton HVC-productie. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van de energiebehoefte van het proces (d.w.z. de verbranding van brandstof) en de chemische CO<sub>2</sub>-emissie die bij de reactie ontstaat. Uit Figuur 14-18 blijkt duidelijk dat stoomkraken nog steeds de best presterende technologie is in termen van CO<sub>2</sub>-emissies. Het proces produceert bijna geen chemische CO<sub>2</sub>, en de energie-efficiëntie van het proces is zodanig geoptimaliseerd dat de energetische CO<sub>2</sub>-emissie zeer laag is in vergelijking met die van de andere technieken. OCM ziet er ook veelbelovend uit, aangezien het de laagste energetische CO<sub>2</sub>-emissie heeft. Vanwege de relatief lage ethyleenselectiviteit is de chemische CO<sub>2</sub>-emissie voor deze technologie echter nog steeds vrij hoog.

Zoals verwacht hebben de op steenkool gebaseerde technieken grote emissies van CO<sub>2</sub>, zowel energetisch als chemisch (Amghizar et al., 2017).



Figuur 14-18: Totale CO<sub>2</sub>-emissies per ton HVC-productie (ton CO<sub>2</sub>/ton HVC) voor verschillende technologieën – op globaal niveau (Bron: Amghizar et al., 2017)\*

\*Deze grafiek is niet representatief voor de specifieke CO<sub>2</sub>-emissie van de ECR van Project One.

### Op basis van bio-ethanol

Ethyleen wordt op industriële schaal geproduceerd uit bio-ethanol afkomstig van suikerriet en andere bio-energiegewassen. Zogenaamd bio-ethyleen wordt geproduceerd door dehydratatie (het verwijderen van water) uit ethanol in een goed ontwikkeld proces. Deze technologie is over het algemeen alleen economisch valabel in gebieden waar bio-ethanol tegen competitieve economische kosten kan worden geproduceerd, op basis van een goede lokale beschikbaarheid van bio-grondstoffen. Brazilië, dat grote hoeveelheden ethanol ontleent aan de fermentatie van suikerriet, beschikt over 50% van de wereldwijde productiecapaciteit van bio-ethyleen. Het gaat hier over een zogenaamde eerste generatie bio-gebaseerde grondstof, waarbij directe en indirecte landgebruikswijzigingen in bepaalde gevallen een negatieve impact hebben op de totale koolstofvoetafdruk in vergelijking met conventionele productieroutes op basis van fossiele grondstoffen.

### Op basis van CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> kan dienen om synthetische olefinen te produceren. Hoewel er een zekere diversiteit is in de beschikbare processen, kan algemeen gesteld worden dat CO<sub>2</sub> gecombineerd wordt met waterstof in de aanwezigheid van een katalysator. Waterstofgas kan worden geproduceerd met behulp van water en elektriciteit door middel van elektrolyse. Elektrolyse wordt al op grote schaal toegepast in de industrie voor de productie van metalen, zoals aluminium en lithium. Reactie tussen elektrolyse-gebaseerde waterstof en CO<sub>2</sub> resulteert in methanol. Via MTO (*methanol-to-olefins*) kan methanol dan omgezet worden in olefinen.

## 14.5.2.2 Gekozen productieroute van ethyleen in Project One

### 14.5.2.2.1 Stoomkraken van ethaan in Project One

De ECR van Project One wordt gevoed met ethaan. Project One boekt belangrijke winsten in termen van procesgerelateerde CO<sub>2</sub>-equivalente emissies in vergelijking met de nafta-gedomineerde HVC-productie in Europa. De ECR is ontworpen voor een selectieve en efficiënte productie van ethyleen.

Van de grondstof ethaan wordt 81% van de koolstof vastgelegd in ethyleen. Project One zal de best presterende technologie voor stoomkraken exploiteren op vlak van koolstofefficiëntie in Europa.

Er werd berekend dat Project One een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie impliceert tot ca. 0,577 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Dit is een daling van ca. 15% ten opzichte van de huidige benchmarkwaarde voor HVC-productie (0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>). Rekening houdend met een huidige jaarlijkse HVC-productiecapaciteit in Europa van 47,6 Mton HVC's (IEA, 2018), betekent dit dat er jaarlijks ca. 4,95 Mton extra emissierechten moeten betaald worden of vermeden moeten worden door de bestaande stoomkrakers voor HVC-productie onder het EU-ETS systeem. Een dergelijke hoeveelheid aan emissierechten komt overeen met ca. 267 M euro/jaar, rekening houdend met de huidige prijs (midden februari 2024) van 54 euro/tonCO<sub>2</sub> onder het EU-ETS systeem. Een deel van deze bijkomende inkomsten voor het EU-ETS systeem zal worden benut voor het ondersteunen van innovatie- en moderniseringsprojecten i.f.v. CO<sub>2</sub>-emissiereductie in energie-intensieve industriële sectoren en de energiesector. De ECR van Project One zal vermoedelijk een impact hebben op de benchmark van fase 5 van het EU-ETS systeem (vanaf 2031), aangezien de activiteiten in 2026 zullen starten.

Het in Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht aan de markt. De meeste bestaande installaties worden heden gevoed met ethyleen afkomstig van Europese naftakrakers, die veelal verouderd zijn en een aanzienlijk hogere specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie hebben dan de nieuwe ECR van Project One. Deze installaties kunnen het door Project One geproduceerde ethyleen afnemen en de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie laten dalen. Er werd bij wijze van voorbeeld berekend dat de reductie van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq/jaar zou bedragen, wanneer de aannemers het in Project One geproduceerde ethyleen zouden gebruiken.

#### 14.5.2.2.2 Grondstofwinning opwaarts van Project One

##### 14.5.2.2.2.1 Algemeen

De ECR van Project One wordt gevoed met ethaan uit de VS, waar het grotendeels wordt geproduceerd als bijproduct van schaliegaswinning. Schaliegas (aardgas) bestaat hoofdzakelijk uit methaan, hoewel ook zwaardere koolwaterstoffen in de vorm van "natural gas liquids" (NGL's) uit gasputten worden geproduceerd. De meest voorkomende NGL's zijn ethaan en propaan. Deze NGL's worden om veiligheids-, operationele- of economische redenen (partieel) verwijderd uit de aardgasstroom.

Ethaan zal afkomstig zijn van verschillende door INEOS goedgekeurde leveranciers in het noordoosten van de VS en de Golfkust. Ethaan zal, diepgekoeld als vloeistof, vanuit de VS naar de haven van Antwerpen worden verscheept via ethaantankers (VLEC, Very Large Ethane Carriers). De belangrijkste factor voor de keuze van de productieroutes van HVC's wordt bepaald door de beschikbaarheid en kost van de grondstoffen, die sterk varieert tussen regio's (IEA, 2018). Andere bronnen van ethaan worden omwille van beschikbaarheid en kostprijs heden niet als realistisch beschouwd voor de exploitatie van Project One.

Conventioneel aardgas was de dominante vorm van aardgas dat in de 20<sup>ste</sup> eeuw werd geproduceerd. Tot deze eeuw was schaliegas niet commercieel op grote schaal te ontwikkelen. Het gebruik van een nieuwe combinatie van technologieën in de 21<sup>ste</sup> eeuw – hoge-precisie gestuurde boringen, hoogvolume hydraulisch breken en boorplatformen met geclusterde meervoudige horizontale boorputten – heeft hier verandering in gebracht. In de afgelopen jaren is de wereldwijde productie van schaliegas met een factor 14 gestegen, van 31 miljard m<sup>3</sup> per jaar in 2005 tot 435 miljard m<sup>3</sup> per jaar in 2015, waarvan 89% productie in de Verenigde Staten en 10% productie in het westen van Canada. Het US Department of Energy (Amerikaanse ministerie van Energie) voorspelt een snelle verdere groei van de wereldwijde productie van schaliegas, tot 1500 miljard m<sup>3</sup> per jaar in 2040 (EIA, 2016).

##### 14.5.2.2.2.2 Vluchtige emissies

Gedurende de winning, verwerking, omzetting en het transport van alle types fossiele brandstoffen naar het punt van eindgebruik, kunnen er koolwaterstoffen vrijkomen. Voornamelijk vluchtige methaanemissies zijn hierbij van belang. Methaan is een krachtig broeikasgas, met een opwarmingsvermogen (Global Warming Potential; GWP) dat 84 keer hoger is over een periode van 20 jaar, en 28 keer hoger is over een periode van 100 jaar, dan dat van CO<sub>2</sub>. Vandaar dat ook kleine lekkages van methaan belangrijk zijn.

In het speciaal rapport van het IPCC over de gevolgen van de opwarming van de aarde met 1,5°C boven het pre-industriële niveau (Rogelj et al., 2018), wordt gesteld dat beperking van de opwarming tot 1,5°C inhoudt dat de netto CO<sub>2</sub>-uitstoot wereldwijd rond 2050 tot nul wordt gereduceerd en dat tegelijkertijd de uitstoot van niet-CO<sub>2</sub>-broeikasgassen, in het bijzonder methaan, sterk wordt gereduceerd.

In hoofdstuk 7 over “Energy Systems” van Working Group III in het IPCC’s Fifth Assessment Report (AR5) (Bruckner et al., 2014), wordt vermeld dat de snelle ontwikkeling van hydraulisch breken en horizontale boortechneiken sinds AR4 (2007), gezorgd heeft voor een toename en een diversificatie van de gasvoorziening en dat een uitgebreidere omschakeling van de elektriciteits- en warmteproductie van steenkool naar gas mogelijk is geworden; dit is een belangrijke reden voor een vermindering van de broeikasgasuitstoot in de Verenigde Staten.

Tegelijkertijd heeft het stijgend gebruik van aardgas de problematiek van vluchtige methaanemissies afkomstig van zowel de conventionele- als de schaliegasproductie aan de orde gesteld. Methaan is het belangrijkste bestanddeel van aardgas. Uit centrale emissieramingen van recente analyses blijkt dat het aandeel Methaan zo’n 2%-3% (+/- 1%) van het geproduceerde gas is. De emissies van conventioneel en onconventioneel gas zijn vergelijkbaar (Bruckner et al., 2014). De recente review paper over “The Global Methane Budget 2000-2017” van Saunio et al. (2020), stelt dat de stijging van de gasproductie in de VS vrijwel zeker leidt tot een stijging van de absolute methaanemissies maar dat de wereldwijde gevolgen van de snelgroeiende schaliegas-activiteiten in de Verenigde Staten op de atmosferische methaanconcentratie echter nog nauwkeurig moeten worden bepaald. Een mix van betaalbare technologische oplossingen, mandaten en emissieprijsinstrumenten is nodig om de methaanuitstoot te beheersen, hierbij de noodzaak erkennend om het concurrentievermogen van aardgas ten opzichte van steenkool te behouden (World Economic Forum, 2020).

De VS hebben de voorbije jaren een reeks prestatienormen en -eisen ingevoerd voor de schaliegaswinning die voortbouwen op de beste beschikbare technieken en praktijken om vluchtige methaanemissies en methaanemissies bij ontluichten en affakkelen tot een minimum te herleiden. De VS hebben ook LDAR-programma’s (Leak Detection and Repair-programs), regelmatige inspectieprogramma’s van apparatuur en infrastructuur en monitorings- en rapportageprogramma’s van methaanemissies ingevoerd.

#### 14.5.2.2.3 Maatregelen Project One

Naast emissiereducerende technieken en regulerende maatregelen zijn ook vrijwillige, industrie geleide, emissiereductieprogramma’s van belang. Project One neemt de volgende emissiereducerende maatregel in functie van de ethaantoevoer:

- De grootste huidige ethaanleveranciers van INEOS - met name Antero en EQT - waren aangesloten bij emissiereductieprogramma’s zoals OneFuture Coalition of het Natural Gas STAR program van US EPA (US EPA, 2021). Hierbij engageerden ze zich om objectieven te stellen en hun prestaties publiek te rapporteren. Range Resources heeft, volgens de gerapporteerde gegevens in 2019<sup>167</sup>, methaanemissies die lager liggen dan 0,04% van de aardgasproductie, komende van 0,09% methaanemissies bij de aardgasproductie in 2017. Antero en EQT rapporteren vergelijkbare niveaus van methaanemissies. Antero vermeldt in hun duurzaamheidsverslag<sup>168</sup> dat hun specifieke methaanemissie in 2019 0,046% van het geproduceerde aardgas bedroeg. Deze emissies liggen beduidend lager dan de gemiddelde emissieniveaus vermeld in §14.5.2.2.2 uit (Bruckner et al., 2014). In 2022 zette de EPA het Natural Gas STAR Partnership gedeeltelijk stop. De partnerschapsovereenkomsten en de jaarlijkse rapportage elementen van het programma werden beëindigd. De nadruk blijft wel op technologieoverdracht en de betrokkenheid van de belanghebbenden. Via het Methane Challenge Partnership blijft het EPA echter wel samenwerken met de exploitanten. De aangesloten partners moeten op transparante wijze rapporteren over systematische en uitgebreide acties om hun methaanemissies te verminderen. Ze volgen hierbij eerder een strategie gebaseerd op emissiereductiedoelstellingen in plaats van een technologiegebaseerde strategie.
- MiQ is een onafhankelijke non-profit organisatie die een snelle vermindering van methaanemissies uit de olie- en gassector tracht te verwezenlijken.

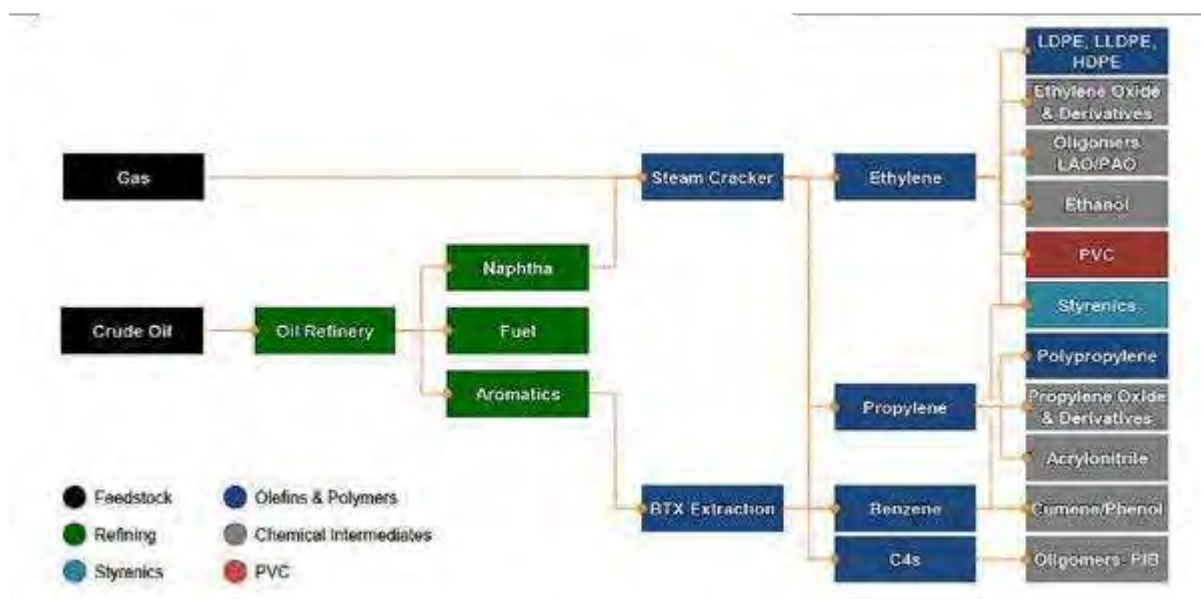
<sup>167</sup> Bron: Range Resources 2020 Corporate Sustainability Report: [https://csr.rangeresources.com/wp-content/uploads/2020/09/Range\\_resources\\_CSR\\_report.pdf](https://csr.rangeresources.com/wp-content/uploads/2020/09/Range_resources_CSR_report.pdf)

<sup>168</sup> Bron: Antero Resources 2020, Sustainability, <https://www.anteroresources.com/sustainability/founders-message>

Dit via onafhankelijke certificering van gasproducenten in de aardgasketen. Elk certificaat, met een unieke identificatiecode, bewijst waar en wanneer het gas is geproduceerd en wat de methaanintensiteit van de productie is. Range Resources bahaalde het 'A-grade MiQ certificate' van MiQ. EQT trachten de MIQ-certificering te bekomen.

### 14.5.2.3 Toepassingen van ethyleen

De ECR van Project One zal ethyleen op de markt brengen, meer bepaald 1,45 Mton ethyleen per jaar. Propyleen, C4, C5+ koolwaterstoffen en pyrolyse olie zullen als voornaamste bijproducten worden gegenereerd in de ECR in beperkte hoeveelheden. Deze bijproducten zijn samen goed voor 0,113 Mton per jaar aan HVC. In Figuur 14-19 wordt een overzicht gegeven van de verschillende afgeleide producten van deze HVC's. Het door Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht en geleverd aan eenieder die het aankoopt, en zou kunnen ingezet worden in de installaties van de INEOS-groep, waardoor de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers aanzienlijk zou kunnen dalen.



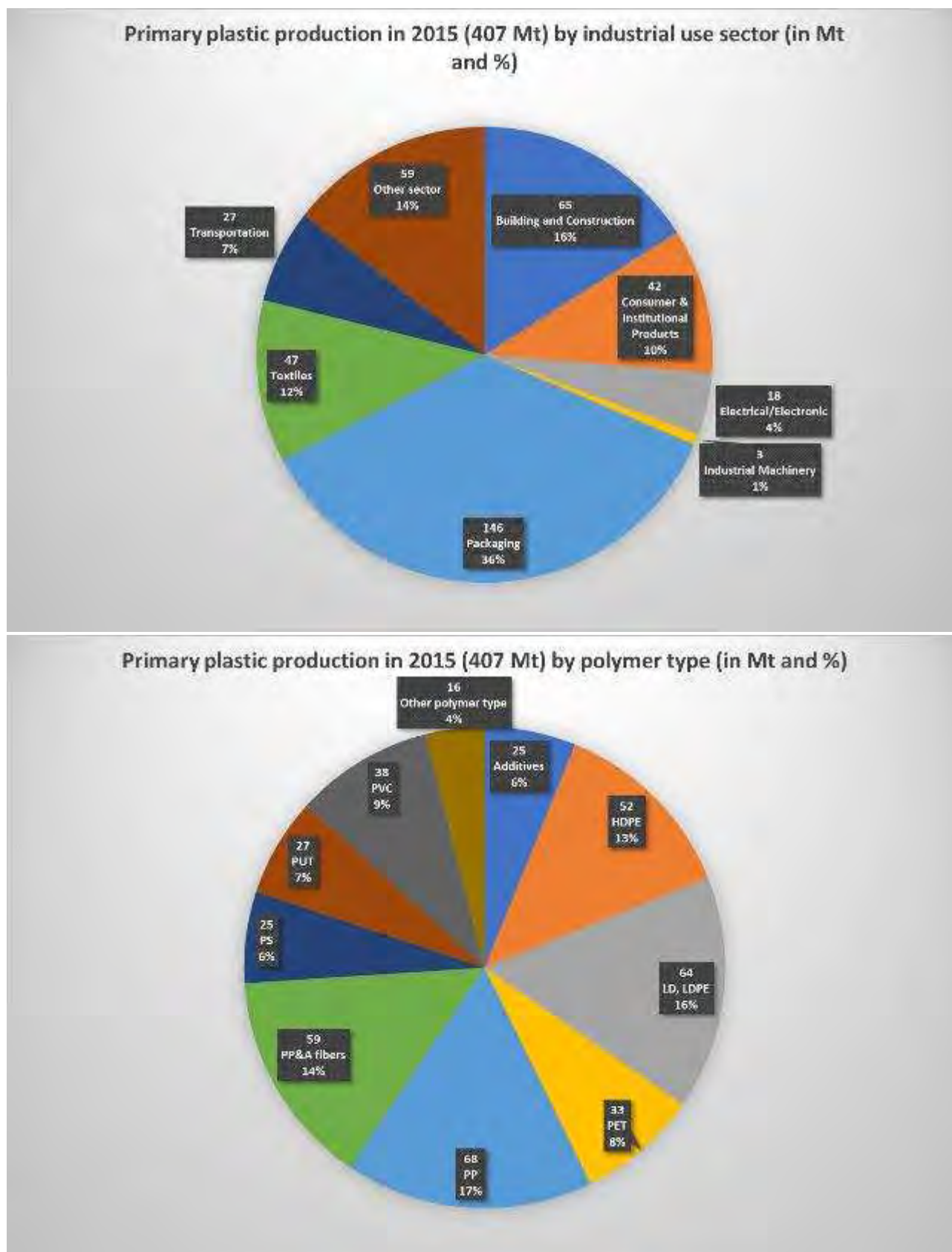
Figuur 14-19: De waardeketen afgeleid van HVC-productie in Project One (Bron: INEOS)

Globaal gezien is ca. 90% van de ethyleenproductie wereldwijd, bestemd voor kunststoftoepassingen. Het grootste afgeleide product van ethyleen is polyethyleen, dat goed is voor bijna twee derde van de globale vraag naar het monomeer ethyleen. Voor het bijproduct propyleen is globaal gezien ca. 70 tot 80% bestemd voor kunststoftoepassingen. Het afgeleide product polypropyleen is opnieuw goed voor bijna twee derde van de globale vraag naar het monomeer propyleen. De andere bijproducten hebben een bredere reeks downstream-toepassingen.

Meer dan 30 soorten kunststoffen zijn in courant gebruik, met verschillende eigenschappen en toepassingen in tal van sectoren. De belangrijkste toepassingen en kunststofsoorten kunnen onderscheiden worden door te kijken naar de grootste volumestromen. De onderstaande gegevens zijn ontleend aan het rapport "Production, use, and fate of all plastics ever made", door Geyer et al. (2017):

- Figuur 14-20 (boven): Verpakkingen zijn goed voor 36% van de wereldwijde productie van kunststoffen. Dit segment omvat zowel consumentenverpakkingen als de verpakkingen die worden gebruikt voor business-to-business transacties en in de industrie in het algemeen. Synthetisch textiel is goed voor 12% van de wereldwijde kunststofproductie. De bouwsector vertegenwoordigt 16% van de wereldwijde kunststofproductie. Consumentenproducten, waaronder speelgoed en gebruiksvoorwerpen, vormen 10% van de wereldwijde kunststofproductie.
- Figuur 14-20 (onder): Massa-geproduceerde kunststoffen omvatten polymeren, synthetische vezels en additieven. Hoewel er vele soorten kunststoffen zijn, zijn de meest voorkomende polymeren polyethyleen (PE), polypropyleen (PP), polyethyleentereftalaat (PET), polyvinylchloride (PVC), polystyreen (PS) en poly-urethaan (PUR); en de meest voorkomende synthetische vezels de polyester, polyamide en acryl (PP&A) vezels.

De grootste groep van polymeren (PE, PP, PET, PVC en PS) vormt meer dan driekwart van alle kunststoffen productie naar gewicht. Ethyleen is de primaire grondstof voor PE, PET, PVC en PS.



Figuur 14-20. Wereldwijde primaire kunststofproductie naar gebruikssegment (boven) en naar kunststoftype (onder) in 2015 (in Mton en in %) (Geyer et al., 2017)

#### 14.5.2.4 Koolstofvoetafdruk globale levenscyclus kunststoffen

De vraag naar kunststoffen is groter dan die naar alle andere bulkgoederen (zoals staal, aluminium of cement) en is sinds het begin van het millennium bijna verdubbeld. De combinatie van een groeiende wereldeconomie, een groeiende wereldbevolking en technologische ontwikkelingen zal zich vertalen in een toenemende vraag naar petrochemische producten. Kunststoffen worden geïdentificeerd als de belangrijkste factor in de groei van de petrochemische sector (IEA, 2018).

Kunststoffen of plastics of synthetische organische polymeren, worden in toenemende mate gebruikt in de hele economie, en dienen als sleutelcomponenten voor sectoren als verpakking, bouw, transport, gezondheidszorg en elektronica. Kunststoffen hebben deze sectoren belangrijke economische voordelen gebracht, dankzij de combinatie van lage kosten, veelzijdigheid, bestendigheid en een hoge sterkte-op-gewichtsverhouding (World Economic Forum, 2016).

Het is ook belangrijk te wijzen op het feit dat het gebruik van kunststoffen (on)rechtstreeks leidt tot een reductie van CO<sub>2</sub>-emissies in verschillende sectoren, wat hieronder wordt beschreven (niet-limitatieve lijst) (Plastics Europe, 2021). De CO<sub>2</sub>-winst tijdens de gebruiksfase is afhankelijk van toepassing tot toepassing:

- Het gebruik van kunststoffen in voertuigen en vliegtuigen, in plaats van metaal, zorgt voor een lager gewicht van voertuigen en vliegtuigen waardoor er een lager verbruik is van brandstof is en bijgevolg een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot is;
- Het gebruik van plastic flessen, in plaats van glazen flessen, verlaagt het gewicht per fles waardoor het gewicht tijdens transport ook lager ligt en dus leidt tot een lager brandstofverbruik en een lagere CO<sub>2</sub>- uitstoot;
- Het gebruik van kunststof verpakkingen geeft een langere houdbaarheid aan het voedsel. Dit zorgt voor minder voedselverspilling wat dan weer leidt tot minder CO<sub>2</sub>-uitstoot;
- Het gebruik van kunststof als isolatiemateriaal draagt rechtstreeks bij tot een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot door een lager verbruik van brandstoffen;
- De recyclage van kunststoffen vergt, door de lagere smelttemperaturen, minder energie dan de recyclage van metaal en glas, en dus een lager verbruik van brandstoffen;
- Er bestaat de mogelijkheid om restenergie in kunststofafval om te zetten in elektriciteit;
- De vervanging van hout in de bouwsector door kunststof, bijvoorbeeld voor raamprofielen, zorgt voor een vermindering in het rooien van bomen;
- Het gebruik van kunststof waterleidingen, in plaats van metalen leidingen, zorgt voor minder lekkages en dus voor minder verspilling van drinkbaar water. Door de lagere drukverliezen in de leidingen is er ook minder energieverbruik door pompen;
- Het gebruik van kunststof gasleidingen zorgt voor een lagere uitstoot van aardgas omwille van een lagere kans op lekken in vergelijking met metaal.

In een recente studie die werd gepubliceerd in Nature Climate Change (Zheng & Suh, 2019), werd een wereldwijde analyse van de koolstofvoetafdruk van de globale levenscyclus van kunststoffen (dus niet enkel kunststoffen op basis van ethyleen) uitgevoerd. Broeikasgasemissiedata werden verzameld voor drie fasen van de levenscyclus: (1) de productiefase, die alle activiteiten van de wieg tot de fabriekspoort voor de productie van polymeren omvat; (2) de conversiefase, die de fabricageprocessen omvat waarbij polymeren worden omgezet in kunststoffen eindproducten; en (3) de end-of-life fase, die betrekking heeft op de verwerkings- en verwijderingsprocessen van kunststofafval. De emissies en (on)rechtstreekse CO<sub>2</sub>-winsten in de gebruiksfase van kunststoffen werden niet in rekening gebracht.

De studie van Zheng & Suh (2019) becijferde dat de globale hoeveelheid kunststoffen die werd geproduceerd in 2015 (407 Mt; Geyer et al., 2017), overeenkomt met een emissie van 1,8 GtCO<sub>2</sub>-equivalenten over de volledige levenscyclus van productie, conversie tot end-of-life fase van kunststoffen, exclusief koolstofkredieten door recyclage. De productiefase staat in voor het merendeel van de emissies (61%), gevolgd door de conversiefase (30%). De end-of-life fase staat in voor 9% van de emissies van de totale levenscyclus, exclusief koolstofkredieten door recyclage. De koolstofvoetafdruk van kunststoffen over de volledige levenscyclus komt overeen met 3,8% van de wereldwijde CO<sub>2</sub>-equivalente uitstoot in 2015. In een studie van Material Economics (2018) werd een gelijkaardige koolstofvoetafdruk gevonden voor de levenscyclus van kunststoffen als in de studie van Zheng & Suh (2019).

Op basis van de verwachte groei in kunststoffen, kan de cumulatieve hoeveelheid broeikasgasemissies over de levenscyclus van kunststoffen globaal gezien stijgen tot 56 GtCO<sub>2</sub>-eq tussen 2015 en 2050. Dit vertegenwoordigt 13 tot 10% van het totale resterende koolstofbudget, overeenkomend met een 2/3<sup>de</sup> tot 1/2<sup>de</sup> kans respectievelijk om de opwarming van de aarde tot 1,5°C te beperken (Shen et al., 2020). Belangrijk om te vermelden is dat toekomstprojecties van de impact van de kunststofproductie op het resterende globale koolstofbudget erg afhankelijk zijn van onder meer de evoluties in de groei van de kunststofproductie, de gehanteerde energiemix, evoluties in technologieën voor koolstofafvang, -opslag en -hergebruik, het end-of-life beheer van kunststoffen en de mix van grondstoffen en dus erg onzeker zijn.

In de studie van Zheng & Suh (2019) werd gevonden dat de productiefase (hieronder vallen alle activiteiten van de wieg tot de fabriekspoort voor de productie van polymeren) instaat voor het merendeel van de emissies in de levenscyclus van kunststoffen.

Project One boekt belangrijke winsten in termen van procesgerelateerde CO<sub>2</sub>-equivalente emissies. Ter illustratie: volgens de studie van Zheng & Suh (2019) bedraagt de globaal gemiddelde specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie voor HDPE-productie (*high density polyethylene*; één van de meerdere mogelijke afgeleide kunststoffen van ethyleen) 1,949 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HDPE</sub> (van wieg tot fabriekspoort). In een studie van Vlachopoulos (2009) wordt gesteld dat monomeerproductie instaat voor ca. 80% en polymeerproductie instaat voor ca. 20% van de totale energievraag van de productiefase. Hiermee rekening houdend, brengt dat de gemiddelde CO<sub>2</sub>-equivalente emissies voor de productiefase van HDPE met ethyleen afkomstig van Project One op ca. 0,679 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HDPE</sub>. Dit is een daling met ca. 65% t.o.v. de globaal gemiddelde HDPE-productie, en Project One veroorzaakt op dat vlak dus een belangrijke reductie.

In de studie in opdracht van VLAIO (2020), tevens in lijn met de Vlaamse klimaatstrategie 2050, werden 4 thematische transitiepaden gedefinieerd om een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme Vlaamse industrie te bereiken:

- 17. het gebruik van biomassa(afval) als energie- en grondstof,
- 18. circulariteit, met voornamelijk hergebruik van kunststof,
- 19. elektrificatie en verhoogd gebruik van waterstof (H<sub>2</sub>), en
- 20. het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO<sub>2</sub> (CCUS).

In de studie wordt geconcludeerd dat de toekomst een combinatie zal zijn van de vier transitiepaden. Er bestaat geen 'unieke oplossing' om een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie te bereiken. Inzetten op slechts één van de vier pistes is niet voldoende, ze zijn alle vier nodig.

Hieronder wordt verder ingegaan op hoe Project One inpasbaar is in elk van de 4 thematische transitiepaden van de studie "Naar een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme Vlaamse industrie" in opdracht van VLAIO (2020).

#### 14.5.2.4.1 Substitutie van fossiele grondstoffen door bio-gebaseerde grondstoffen

Een variatie aan koolstof- en waterstofhoudende materialen kunnen olie, aardgas en steenkool vervangen als chemische grondstoffen (IEA, 2018; World Economic Forum, 2016). Alternatieve productieroutes zijn gebaseerd op onder meer biomassa, biomethaan en op basis van CO<sub>2</sub>.

Het belangrijkste voordeel van alternatieve grondstoffen is dat ze een netto vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot kunnen bieden ten opzichte van conventionele fossiele grondstoffen. De vermindering komt voort uit het feit dat deze stoffen anders onbenut zouden zijn gebleven (zelfs als ze oorspronkelijk uit fossiele grondstoffen worden gewonnen), of omdat ze hernieuwbaar zijn en dus niet bijdragen aan de accumulatie van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer (op lange termijn).

Een studie van Amghizar et al. (2017) over "New Trends in Olefin production" stelt dat het enorme kapitaal in de huidige productiefaciliteiten suggereert dat stoomkraken van koolwaterstoffen de toonaangevende technologie voor de productie van ethyleen zal blijven. Het grote aantal projecten dat door de schaliegasrevolutie in de VS op de markt komt, zal leiden tot een aanzienlijke uitbreiding van de capaciteit voor ethyleenproducenten. Als gevolg daarvan zullen technologieën voor alternatieve grondstoffen nog competitiever moeten worden dan voorheen. Investerings in alternatieve processen en grondstoffen moeten nog komen; het gebrek aan economische levensvatbaarheid van dergelijke processen in een onzekere grondstoffenmarkt bedreigt de grootschalige toepassing ervan.

Niettemin zal het uiteindelijk nodig zijn om biomassa en afvalstromen in te zetten, hoewel deze verschuiving zal moeten worden gestimuleerd door de wereldwijde regelgevende organen, omdat de bijdrage van deze stromen in het komende lustrum marginaal zal blijven. Drop-in grondstoffen voor de huidige generatie stoomkrakers zou een eerste stap zijn (Amghizar et al., 2017).

Er is heden geen aanvoer mogelijk van hernieuwbare grondstoffen in Project One. De ECR van Project One verwerkt ethaan en tot 20% propaan, uiteraard onafhankelijk van de bron. De ECR kan dus in principe ook biogas verwerken – indien technologisch en commercieel beschikbaar op industriële schaal:

- Biopropaan: De ECR kan tot 20% propaan als grondstof verwerken. Biopropaan kan worden geproduceerd van de niet eetbare delen van palmolie, dierlijke vetten en afvalstromen zoals gebruikte bakolie (Johnson, 2017). Het biopropaan kan in dat geval worden beschouwd als een tweede generatie bio-gebaseerde grondstof, omdat het wordt gemaakt van landbouwresiduen of afval. Tweede generatie bio-gebaseerde grondstoffen hebben het voordeel dat er geen extra meststof, water of land nodig om deze grondstof te verbouwen. Biopropaan wordt op heden niet op industriële schaal geproduceerd.
- Bioethaan: Er is momenteel geen technologie beschikbaar voor de productie van bioethaan.

#### 14.5.2.4.2 Circulair materialengebruik

De Europese Commissie heeft in maart 2020 het nieuwe actieplan voor een circulaire economie voorgesteld. Specifiek voor de kunststofsector zal de Europese Commissie onder meer verplichte eisen voorstellen inzake gerecycleerde inhoud en afvalbeperkende maatregelen voor producten als verpakkingen, bouwmaterialen en voertuigen. De Europese Commissie zal onder meer een beleidskader ontwikkelen over het produceren, het labelen en het gebruik van bio-gebaseerde kunststoffen. De Europese Commissie verzekert ook de tijdige implementatie van de nieuwe richtlijn over kunststoffen voor eenmalig gebruik.

Voor een duurzaam materialengebruik is de omvorming van een lineair gebruik (éénmalig gebruik) naar een circulair gebruik nodig. Concreet moet dit leiden tot een vermindering van de primaire productie en het primair grondstoffenverbruik door de stijgende toepassing van volgende maatregelen, in volgorde van prioriteit:

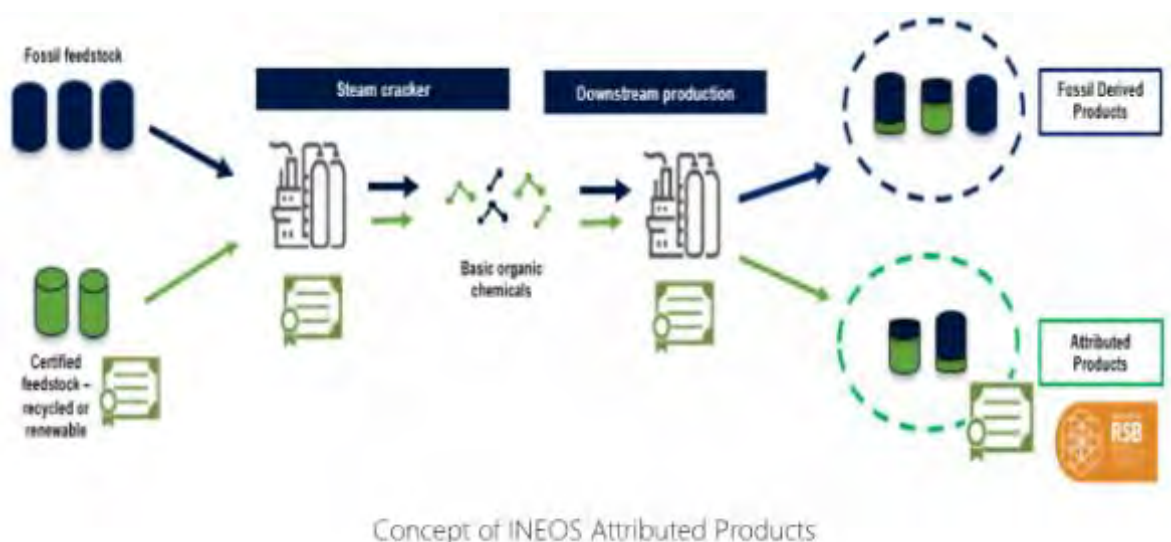
- Hergebruik: in bijzondere mate kunststofverpakkingen, en hiermee gepaard het ontwerpen van kunststof toepassingen voor een lang en duurzaam hergebruik van kunststoffen en het in de praktijk brengen van systemen voor hergebruik. Elimineren/reducen van de productie van kunststof toepassingen voor éénmalig gebruik;
- Ontwerp van lichtere toepassingen van polymeren;
- Recyclageverbeteringen. Technisch gezien zijn er drie belangrijke factoren die de productie van hoogwaardige secundaire kunststoffen afremmen (Material Economics, 2018):
  - Gemengde en vervuilde stromen: Hoogwaardige recyclage vereist dat kunststoffen worden gescheiden per kunststoftype. Dit wordt heden belemmerd door het productontwerp en de huidige inzamelingssystemen waarbij verschillende soorten kunststoffen samen met andere materialen, zoals papier of metaal, worden gemengd. Dit vereist een dure sortering van materialen waarbij effectieve scheiding onmogelijk kan worden.
  - Additieven. Kunststoffen bevatten vaak additieven zoals kleurstoffen, stabilisatoren of vlamvertragers. Deze zijn moeilijk te traceren of te verwijderen en kunnen kunststoffen verontreinigen of onveilig of onmogelijk maken voor hergebruik in producten.
  - Verontreiniging. Kunststoffen kunnen ook verontreinigd zijn door de stoffen die ze omvatten, wat leidt tot vlekken of geuren en tot een laagwaardige recyclage, of kunnen verontreinigd zijn met schadelijke chemicaliën of medisch afval die recyclage volledig onmogelijk maken.

Bovenstaande maatregelen liggen buiten de scope van Project One. De INEOS-groep speelt in op de transitie naar een circulaire economie door de volgende ontwikkelingen inzake recyclage:

INEOS heeft zich vier doelen gesteld die ze tegen 2025 moeten halen:

1. Een reeks polyolefineproducten aanbieden voor verpakkingstoepassingen in Europa die 50% of meer gerecycled materiaal bevatten;
2. Gemiddeld 30% gerecycleerd materiaal gebruiken in producten die bestemd zijn voor verpakkingen van polystyreen in Europa;
3. Minstens 325 kt/jaar gerecycleerd materiaal verwerken in de producten;
4. Ervoor zorgen dat 100% van de polymeerproducten kan worden gerecycled:

- Ontwerp in functie van recycleerbaarheid: Het ontwikkelen van oplossingen om een betere recycleerbaarheid van verpakkingen te bevorderen, om consumentenproducten gemakkelijker te recyclen en afval te verminderen. Beschikbare kennis en expertise van INEOS voor verdere ontwikkelingen op dit gebied:
  - Mono-materiaalverpakkingen die dezelfde/aanvaardbare functionaliteit bieden als multi-materialen;
  - Moeilijk te recyclen materialen en vervuiling met OPA (geïntendeerd polyamide), OPET (geïntendeerd polyethyleen tereftalaat) en aluminium in meerlaagse foliestructuren vermijden;
  - Vermijd onafscheidbare papier/kunststof combinaties (hoezen, etiketten);
  - Vermijd zwarte koolstof, vulstoffen, pigmenten waar mogelijk, kleuren/inkten die niet kunnen worden verwijderd in het recyclageproces;
  - De verpakking zo ontwerpen dat deze volledig kan worden gelegeed.
  - Focus op polyolefinen als materiaal bij uitstek om verpakkingen te kunnen recyclen
- Mechanische recyclage: INEOS biedt een Recycl-IN polymeerreeks aan, die tot 50% Post-Consumer Recycled plastic (PCR) bevat, naast primaire polymeren. Gerecycleerde kunststoffen verliezen een deel van hun fysieke sterkte en prestaties telkens bij elke recyclageronde. Door de samenstelling met gerecycleerde kunststoffen voldoet het Recycl-IN-assortiment aan de vraag van consumenten naar een stijging van het gebruik van gerecycleerde materialen met tegelijk een behoud van de eigenschappen en hoge prestatie-eisen nodig voor de producten. Het assortiment omvat rigide en flexibele producten voor gebruik in toepassingen die niet met levensmiddelen in aanraking komen.
- Geavanceerde recyclage (chemische recyclage): Geavanceerde recyclage introduceert circulariteit in de productie van kunststoffen, waarbij kunststofafval kan worden gebruikt om nieuwe kunststoffen te maken, ter vervanging van grondstoffen die afkomstig zijn van producten op basis van fossiele grondstoffen. Chemische recyclage met pyrolyse produceert nafta-/dieselfracties en chemische recyclage met gasificatie produceert syngas. Het proces creëert waarde voor kunststofafval om te worden gerecycleerd als grondstof en dus voorkomt dat het wordt gestort, verbrand of in het milieu terecht komt. INEOS werkt samen met Plastic Energy aan een nieuwe geavanceerde recyclage-installatie om kunststofafval dat normaal gestort of verbrand wordt, chemisch te recyclen tot nafta en het te verwerken in bestaande naftakrakers om te komen tot gerecycleerde polyethyleen en polypropyleen.



*Figuur 14-21: Conceptschets gebruik alternatieve grondstoffen in bestaande naftakrakers of polymeerproductie-eenheden van de INEOS-groep*

De bovenstaande pilootprojecten omtrent het gebruik van gerecycleerde grondstoffen van de INEOS-groep zijn niet inpasbaar bij de ethaankraker van Project One. Bij mechanische en chemische recyclage van kunststoffen worden heden respectievelijk polymeerfracties en nafta-/dieselfracties of syngas geproduceerd, waardoor mechanische en chemisch gerecycleerde grondstoffen niet geschikt zijn voor gebruik in de ECR van Project One. De ECR is immers enkel in staat om ethaan en tot 20% propaan te verwerken, uiteraard onafhankelijk van de bron. Het maken van gerecycleerd ethaan en propaan afkomstig van kunststofafval is heden – met de huidige beschikbare technologieën – nog niet mogelijk.

#### 14.5.2.4.3 Elektrificatie

Zheng & Suh (2019) tonen aan dat het inzetten van hernieuwbare energie voor de productie- en conversiefase het grootste potentieel biedt voor reductie van de koolstofvoetafdruk van kunststoffen.

Bij de start van Project One in 2026, zal de externe elektriciteitsvraag afgedekt worden met groene stroom. Hierdoor zullen de totale emissies van Project One dalen met ca. 7% ten opzichte van het project zonder de import van groene stroom, met name van 708 MtonCO<sub>2</sub>-eq/jaar tot 655 MtonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.

Voor de kraakovens van de ECR wordt er geen elektrificatie toegepast gezien deze technologie momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling zit. Elektrificatie van kraakovens is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Op dit moment is er nog geen bewezen concept gemeld. Bijvoorbeeld, de Linde pilot elektrische kraakoven (6 MW) was gepland om eind 2023 alleen mechanisch voltooid te zijn, dus er is nog geen ervaring met prestaties, betrouwbaarheid, opschaling, enz., zelfs niet bij deze pilot plant grootte. De huidige nadruk ligt op het aanpassen van bestaande ovens van kleinere formaten in het bereik van 20 tot 30 MW warmtebelasting. De ovens van Project ONE hebben een capaciteit van ongeveer 113 MW. Elektrificatie van de kraakovens kan wel geëvalueerd worden wanneer de technologie voldoende ver ontwikkeld is. De toekomstige beschikbaarheid van een mature technologie en voldoende groene stroom, is moeilijk te voorspellen.

#### 14.5.2.4.4 Het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO<sub>2</sub> en een verhoogd gebruik van H<sub>2</sub>

Project One wordt 'CO<sub>2</sub>-afvangklaar' gemaakt voor een *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie met technologie flexibiliteit op de ethaankraakfornuizen (ECR) en de stoomketels. Hierdoor kunnen de industriële installaties achteraf worden uitgerust met technologie voor het afvangen van CO<sub>2</sub> na verbranding zonder grote wijzigingen in het bestaande proces. Voor het bouwen van het 'CO<sub>2</sub>-afvangklare' Project One, zal er voldoende oppervlakte op het projectgebied gereserveerd worden voor de apparatuur van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie en bijhorende pijpleidingen voor CO<sub>2</sub>-transport, en wordt er in het ontwerp reeds rekening gehouden met een toekomstige retrofitting van de site en de installaties.

In het geval de *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie voldoende ver ontwikkeld is voor industriële toepassing in Project One, zal er zowel CO<sub>2</sub> als waterstofgas beschikbaar komen op de site van Project One. Dit opent een belangrijk perspectief naar het (her)gebruik van CO<sub>2</sub> en waterstofgas in de toekomst in de Haven van Antwerpen. Zo maakt het aan Project One grenzende bedrijf Inovyn (deel van de INEOS-groep) deel uit van het 7-ledige consortium dat het "Power to Methanol" demonstratieproject zal opzetten voor de productie van methanol vanuit CO<sub>2</sub> op technische schaal (geplande productie van 8000 ton methanol per jaar). Het project is echter niet verder uitgerold. Het industrieel consortium Power to Methanol schrapt zijn plan om in de Antwerpse haven brandstof te maken van groene waterstof en afgevangen CO<sub>2</sub>. Het project is 'financieel onhaalbaar'. De tijdlijn voor implementatie van de *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie is onder meer afhankelijk van:

- De beschikbaarheid van een efficiënte mature technologie voor het afvangen van de relatief CO<sub>2</sub>-arme rookgassen van Project One, wat heden niet beschikbaar is;
- Een gegarandeerde afzet van het geproduceerde waterstofgas;
- Een gegarandeerde afzet van het geproduceerde CO<sub>2</sub> (transport, opslag en/of hergebruik);
- De evolutie in de prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten onder het EU-ETS systeem.

Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar § 14.4.2.1.2.1.

Als alternatief voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR met een *post-combustion* CO<sub>2</sub>-captatietechnologie, werd bekeken of een *pre-combustion* technologie mogelijk is waarbij het waterstofgehalte in het stookgas naar de ECR en de stoomketels wordt opgedreven tot 100%. In dit geval wordt de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot van het proces naar nul gebracht. De kraakovens zijn momenteel ontworpen voor gebruik van een mengsel van waterstof en methaan, de mogelijke omschakeling naar zuiver waterstofgas werd meegenomen in het ontwerp. In geval van gebruik van enkel waterstofgas als stookgas, kan de restfractie methaan op het aardgasnet gebracht worden. Er kan geen concrete tijdlijn voor de realisatie van dit alternatief worden gegeven vanwege de onzekerheid van de toekomstige beschikbaarheid van afdoende groene waterstof en groene stroom. Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar § 14.4.2.1.2.2.

### 14.5.3 Conclusie: toets aan Europees en Vlaams beleid

Het klimaatakkoord van Parijs van 2015 houdt in dat de opwarming van de aarde beperkt wordt tot 1,5°C en impliceert dat de netto CO<sub>2</sub>-uitstoot wereldwijd tot nul wordt gereduceerd tegen 2050.

De INEOS-groep heeft de doelstelling om voor al haar sites in de Haven van Antwerpen de netto CO<sub>2</sub>-emissies tot nul te herleiden tegen ten laatste 2050. Om deze doelstellingen te behalen, werkt INEOS aan het opstellen van een roadmap. De roadmap zal een plan van aanpak bevatten hoe INEOS de emissies kan reduceren door het gebruiken van groene stroom, waterstof en gerecycleerde of bio-gebaseerde grondstoffen, het verhogen van de energie- en grondstofefficiëntie van de productiesites en het toepassen van CO<sub>2</sub>-afvang. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar *net zero* CO<sub>2</sub>-emissies af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker.

Gezien de schaalgrootte van de productiecapaciteit van Project One, is het een relevante oefening om de exploitatiefase van Project One aan de relevante pijlers van de 'Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie' (hieronder: EU) en aan het toekomstbeeld voor de industriesector van de 'Vlaamse klimaatstrategie 2050' te toetsen (hieronder: VL). Beide beleidsdocumenten kaderen in het klimaatakkoord van Parijs:

- EU: Optimaal gebruikmaken van de voordelen van energie-efficiëntie / VL: Blijvende inzet op efficiëntieverbeteringen:
  - Project One gebruikt de state-of-the-art-technologie voor het kraken van ethaan, de beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties.
  - De ECR is ontworpen voor een selectieve en efficiënte productie van ethyleen. Van de grondstof ethaan wordt 81% van de koolstof vastgelegd in ethyleen. Project One zal de best presterende technologie voor stoomkraken exploiteren op vlak van koolstofefficiëntie in Europa.
  - De specifieke procesemissie van Project One ethaankraker bedraagt 0,290 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub> of slechts 42% van de huidige EU-ETS benchmarkwaarde van 0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Er werd berekend dat Project One een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie impliceert tot ca. 0,577 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>. Dit is een daling van ca. 15% ten opzichte van de huidige benchmarkwaarde voor HVC-productie (0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/ton<sub>HVC</sub>). Rekening houdend met een huidige jaarlijkse HVC-productiecapaciteit in Europa van 47,6 Mton HVC's (IEA (2018), betekent dit dat er jaarlijks ca. 4,95 Mton extra emissierechten moeten betaald worden of vermeden moeten worden door de bestaande stoomkrakers voor HVC-productie onder het EU-ETS systeem. Een dergelijke hoeveelheid aan emissierechten komt overeen met ca. 267 M euro/jaar, rekening houdend met de huidige prijs (midden februari 2024) van 54 euro/tonCO<sub>2</sub> onder het EU-ETS systeem. Een deel van deze bijkomende inkomsten voor het EU-ETS systeem zal worden benut voor het ondersteunen van innovatie- en moderniseringsprojecten in energie-intensieve industriële sectoren en de energiesector. De ECR van Project One zal vermoedelijk een impact hebben op de benchmark van fase 5 van het EU-ETS systeem (vanaf 2031), aangezien de activiteiten in 2026 zullen starten.
  - Het in Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht aan de markt. De meeste bestaande installaties worden heden gevoed met ethyleen afkomstig van Europese naftakrakers, die veelal verouderd zijn en een aanzienlijk hogere specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie hebben dan de nieuwe ECR van Project One. Deze installaties kunnen het door Project One geproduceerde ethyleen afnemen en de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie laten dalen. Er werd bij wijze van voorbeeld berekend dat de reductie van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq/jaar zou bedragen, wanneer de afnemers het in Project One geproduceerde ethyleen zouden gebruiken.
- EU: Een concurrerende Europese industrie en de circulaire economie als een cruciale randvoorwaarde voor het terugdringen van broeikasgasemissies / VL: Een circulaire economie tegen 2050:
  - Er zijn heden geen alternatieve (gerecycleerde of broeikasgasgebaseerde of bio-gebaseerde) grondstoffen beschikbaar voor de ECR van Project One, met uitzondering van biopropaan:
    - Bij mechanische en chemische recyclage van kunststoffen worden heden respectievelijk polymeerfracties en nafta-/diesel fracties of syngas geproduceerd, waardoor mechanische en chemisch gerecycleerde grondstoffen niet geschikt zijn voor gebruik in de ECR van Project One. De ECR is immers enkel in staat om ethaan en tot 20% propaan te verwerken, uiteraard onafhankelijk van de bron. Het maken van gerecycleerd ethaan en propaan afkomstig van kunststofafval is heden – met de huidige beschikbare technologieën – nog niet mogelijk. Ethyleenproductie op basis van gerecycleerde grondstoffen gebeurt heden dus via andere productieroutes dan deze inzetbaar in de ECR van Project One.

- De ECR van Project One is niet compatibel met ethyleenproductie op basis van broeikasgassen (methaan of CO<sub>2</sub>), gezien de ECR enkel in staat is om ethaan en tot 20% propaan te verwerken.
- De ECR van Project One kan in principe bioethaan verwerken. Er is heden echter geen technologie beschikbaar voor de productie van bioethaan. De productie van bioethyleen gebeurt heden via andere productieroutes en grondstoffen dan deze inzetbaar in de ECR van Project One.
- De ECR van Project One kan in principe biopropaan verwerken. Biopropaan wordt echter heden niet commercieel geproduceerd op industriële schaal.
- EU: De inzet van hernieuwbare energiebronnen en het gebruik van elektriciteit optimaliseren om de energievoorziening van Europa geheel koolstofvrij te maken/ VL: Overschakeling naar hernieuwbare en klimaatneutrale brandstoffen en grondstoffen:
  - Elektrificatie en import groene stroom:
    - Bij de start van Project One in 2026, zal de externe elektriciteitsvraag van 140 160 MWh/jaar afgedekt worden met groene stroom. De totale emissies van Project One dalen hiermee met ca. 7% ten opzichte van het project zonder de import van groene stroom, met name van 708 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar tot 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.
    - Voor de kraakovens van de ECR wordt er geen elektrificatie toegepast gezien deze technologie momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling zit. Elektrificatie van kraakovens is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Elektrificatie van de kraakovens kan wel geëvalueerd worden wanneer de technologie voldoende ver ontwikkeld is. De toekomstige beschikbaarheid van een mature technologie en voldoende groene stroom, is moeilijk te voorspellen. Dit mogelijk toekomstperspectief zal het voorwerp vormen van verder onderzoek i.k.v. de roadmap van INEOS. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een *net zero* CO<sub>2</sub>-emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.
    - Er is momenteel geen aanvoer van hernieuwbare grondstoffen mogelijk in Project One. De ECR van Project One is enkel in staat om ethaan en tot 20% propaan te verwerken, uiteraard onafhankelijk van de bron. Er is echter momenteel geen technologie beschikbaar voor de productie van bioethaan. Biopropaan wordt heden nog niet commercieel geproduceerd op industriële schaal.
- EU: De resterende CO<sub>2</sub>-emissies aanpakken door middel van koolstofafvang en -opslag / VL: Afvang en hergebruik van CO<sub>2</sub>:
  - Project One wordt 'CO<sub>2</sub>-afvangklaar' gemaakt met technologieflexibiliteit, om bij verwachte evoluties in CO<sub>2</sub>-captatietechnologieën, CO<sub>2</sub>-captatie te kunnen implementeren op de projectsite.
  - Als alternatief voor CO<sub>2</sub>-captatie, werd bekeken of het waterstofgehalte in het stookgas naar de ECR en de stoomketels kan worden opgedreven tot 100%. In dit geval wordt de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot van het proces naar nul gebracht. De kraakovens zijn momenteel ontworpen voor gebruik van een mengsel van waterstof en methaan, de mogelijke omschakeling naar zuiver waterstofgas werd meegenomen in het ontwerp. In geval van gebruik van enkel waterstofgas als stookgas, kan de restfractie methaan op het aardgasnet gebracht worden.
  - De bovenstaande mogelijke toekomstperspectieven zullen het voorwerp vormen van verder onderzoek i.k.v. de roadmap van INEOS. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een *net zero* CO<sub>2</sub> emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.
- EU: Een adequate slimme netwerkinfrastructuur en onderlinge verbindingen ontwikkelen / VL: Industriële symbiose in clusters:
  - IOB is een partner in het Antwerp@C project, waarin de mogelijkheden voor CCUS worden onderzocht in de Haven van Antwerpen. Bij het toepassen van CO<sub>2</sub>-captatie en PSA-eenheden bij Project One in een – heden onbepaald - toekomstperspectief, zal er zowel CO<sub>2</sub> als waterstofgas beschikbaar komen op de site van Project One. Dit opent een belangrijk perspectief naar het (her)gebruik van CO<sub>2</sub> en waterstofgas in de toekomst in de Haven van Antwerpen.

## 14.6 Cumulatieve effecten

### 14.6.1 Kaaimuur

Bij de aanleg van de kaaimuur worden geen klimaateffecten verwacht die een cumulatief effect hebben met de effecten die in voorliggend MER geëvalueerd werden voor Project One.

Er zijn in het MER voor de Kaaimuur (PRMER3242) geen relevante effecten voor de discipline Klimaat gerapporteerd. Zo zal de kaaimuur geen invloed hebben op het peil van de kanaaldokken en is de kaaimuur zodanig ontworpen dat klimaat- en energievriendelijke afmeervoorzieningen indien nodig kunnen geïnstalleerd worden.

## 15 Andere effecten en milieuaspecten

### 15.1 Afvalstoffen

Voor een overzicht van de ingezette grondstoffen en geproduceerde producten verwijzen we naar Hoofdstuk 3 Projectbeschrijving.

In de **aanlegfase** maken onderstaande afvalstoffen het grootste volume uit:

- puin afkomstig van de uitgegraven grond (gevaarlijk / niet-gevaarlijk);
- puin afkomstig van afbraakwerken (gevaarlijk / niet-gevaarlijk);
- verontreinigde grond en teelaarde (kwaliteit 999);
- afvalhout afkomstig van vegetatie.

De **procesgerelateerde afvalstromen** in de exploitatiefase zijn relatief beperkt door de aard van het proces. Daar het productieproces hoofdzakelijk gasvormige stoffen behandelt, ontstaan slechts in beperkte mate vaste afvalstoffen in de processen. Het betreft vooral:

- Cokes afgescheiden tijdens de decoking stap van de ECR;
- Gebruikte/vervangen katalysatoren: De katalysatoren die gebruikt worden in het proces, worden aan het einde van hun gebruiksduur vervangen. Deze vervanging gebeurt door gespecialiseerde onderaannemers, en de oude katalysatoren worden gerecycleerd;
- Harsen, gebruikt in drogers en polishers;
- Waterzuiveringsslib: Bij de werking van de waterzuivering zal waterzuiveringsslib ontstaan. Dit wordt op de site ontwaterd tot een steekvast slib dat zal worden afgevoerd voor externe verwerking.

Naast deze proces gerelateerde afvalstoffen zullen ook de meer courant voorkomende afvalstoffen ontstaan, zoals keukenafval, schroot, kunststof (verpakkingen, ...), papier en karton. Deze worden volgens afspraken met inzamelaars per fractie gescheiden verzameld en afgevoerd voor recyclage.

Project One heeft een overkoepelende filosofie voor de beheersing van afvalstromen, zowel tijdens de aanlegfase als tijdens de exploitatiefase. Deze filosofie is erop gericht om afvalstromen zoveel mogelijk te voorkomen en te beperken, zoveel mogelijk te hergebruiken of te recycleren, en ze volgens de wettelijke regelgeving te behandelen en/of te laten verwerken in erkende, vergunde installaties.

### 15.2 Omgevingsveiligheid

Er werd voor Project One, parallel aan het MER, een OVR (Omgevingsveiligheidsrapport) opgemaakt. Het OVR wordt als bijlage aan de omgevingsvergunningsaanvraag toegevoegd.

We verwijzen naar het OVR voor de gedetailleerde evaluatie van de veiligheidsaspecten. We nemen hieronder de besluiten van het OVR over.

In het kader van de Seveso-wetgeving worden vooraleerst ongevallen beschouwd die directe dodelijke gevolgen kunnen hebben voor mensen in de omgeving en dus buiten de inrichting. Deze ongevallen en gevolgen worden in kaart gebracht met behulp van een kwantitatieve risicoanalyse. Vervolgens worden de risico's voor de mens op twee manieren voorgesteld. Enerzijds wordt een locatie specifiek risico (ook wel plaatsgebonden risico genoemd) bepaald, dat zoals de naam het zegt, het risico weergeeft op elke locatie rondom de site. Anderzijds wordt ook een groepsrisico berekend, welke de kans weergeeft dat een groep mensen gelijktijdig een dodelijk letsel kan ondervinden van een dergelijk ongeval. De evaluatie van deze risico's gebeurt aan de hand van criteria zoals beschreven in Code Risicocriteria. Tevens wordt een kwalitatieve analyse gemaakt met betrekking tot omliggende installaties met gevaarlijke stoffen, en wordt ook een kwalitatieve analyse gemaakt naar stoffen die grote schade kunnen toebrengen aan het milieu.

Het plaatsgebonden risico van IOB beantwoordt aan de Code van Goede Praktijken inzake risicocriteria voor externe mensrisico's, met uitzondering van de  $10^{-5}$  isorisicocontour.

Eén van de maatregelen die IOB hiervoor neemt, is het afsluiten van een schriftelijke samenwerkingsovereenkomsten, zijnde een veiligheidsinformatieplan met de bedrijven Bayer, ASA en Vesta.

Het groepsrisico valt onder de criteriumlijn. Het wordt in zeer grote mate bepaald door de aanwezigheid van personeel op de bedrijven rondom IOB. Een doorgedreven samenwerking en het afsluiten van een veiligheidsinformatieplan met deze bedrijven is dan ook van groot belang.

Wederzijdse effecten tussen installaties van IOB en omliggende bedrijven zijn niet volledig uit sluiten. IOB neemt zelf verschillende maatregelen om dergelijke effecten zo goed als mogelijk te beperken. Een doorgedreven samenwerking met bovengenoemde bedrijven zal hier verder toe bijdragen.

Met betrekking tot het milieurisico kan besloten worden dat het milieurisico van IOB afdoende beheerst wordt.

## 15.3 Grensoverschrijdende effecten

### 15.3.1 Milieu

De site van Project One ligt in vogelvlucht op ca. 4 km van de Belgisch-Nederlandse grens. Op deze afstand doen zich voor enkele disciplines mogelijk grensoverschrijdende effecten voor.

De evaluatie van deze effecten, zoals uitgebreid uiteengezet in voorgaande hoofdstukken, is als volgt samengevat:

- **Hoofdstuk 6 – Geluid:** De effecten reiken niet tot aan de landsgrens.
- **Hoofdstuk 7 – Lucht:** Het effect ter hoogte van de landsgrens, getoetst aan de luchtkwaliteitsnormen, wordt als een verwaarloosbaar effect (0) beoordeeld, zowel in de aanlegfase als in de exploitatiefase
- **Hoofdstuk 8 – Bodem:** De effecten reiken niet tot aan de landsgrens.
- **Hoofdstuk 9 – Water:**
  - **Aanlegfase:** De effecten van de grondwaterbemaling reiken niet tot aan de landsgrens.
  - **Exploitatiefase:** De impact van de lozing van gezuiverd afvalwater in de Schelde is voor alle polluenten verwaarloosbaar (0) ter hoogte van de landsgrens.
- **Hoofdstuk 10 – Mobiliteit:** De relevante effecten reiken niet tot aan de landsgrens.
- **Hoofdstuk 11 – Biodiversiteit:**
  - Het enige aspect waarvoor effecten in natuurgebieden over de landsgrens mogelijk zijn is voor stikstofdepositie als gevolg van de emissie van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. De effecten voor de habitats in de Nederlandse habitatrictlijngebieden zijn op basis van wetenschappelijke argumenten verwaarloosbaar (0).
  - Andere effecten op biodiversiteit zoals biotoopverlies, verdroging, en geluid- en lichtverstoring werden eveneens geëvalueerd, maar deze effecten reiken niet tot aan de landsgrens.
- **Hoofdstuk 12 – Landschap:** De hoogste structuren op het terrein (hoogste distillatiekolommen, hoge fakkel) zullen zichtbaar zijn vanuit bepaalde zichtlocaties in Nederland. Het betreft de plaatsen waar er nu reeds een goed zicht is op het bestaande Antwerpse havenlandschap. De installaties van Project One worden voor de visuele impact vanuit Nederland als een verwaarloosbaar effect (0) beoordeeld.

- **Hoofdstuk 13 – Mens-Gezondheid:**

- Het effect door blootstelling aan luchtverontreiniging als gevolg van de emissies van Project One wordt zowel in de aanlegfase als in de exploitatiefase als een verwaarloosbaar effect (0) beoordeeld ter hoogte van de woonzones in Nederland.
- Andere effecten op gezondheid zoals Legionella en geluidsimpact werden eveneens geëvalueerd, maar deze effecten reiken niet tot aan de landsgrens.

- **Hoofdstuk 14 – Klimaat:** De geëvalueerde klimaataspecten zijn niet gebonden aan het studiegebied of aan landsgrenzen.

### 15.3.2 Omgevingsveiligheid

Uit de kwantitatieve risicoanalyse in het Omgevingsveiligheidsrapport is gebleken dat effecten naar de mens toe of naar installaties toe niet tot Nederland reiken. Evenmin worden grensoverschrijdende effecten verwacht als gevolg van een eventuele vrijzetting van (milieu)gevaarlijk product.

## 16 Leemten in de kennis

We geven hieronder een overzicht van leemten in de kennis en de wijze waarop ermee omgegaan is in dit MER.

Met betrekking tot de discipline **Geluid** zijn volgende leemten in de kennis vastgesteld:

- De geluidsemmissie tijdens de aanlegfase hangt af van het aantal en de aard van de ingezette machines, hun werkingsregime, hun emissieprofiel, enz. Dit behoort tot de planning en organisatie van de werf, deels bepaald door de aannemers op instructie van Project One. Voor de verschillende activiteiten zijn zo realistisch mogelijke aannames van het aantal, het type, het elektrisch vermogen en de bedrijfstijd van de werfmachines gemaakt.
- Het geluidsvermogeniveau representatief voor de volledige werf werd samengesteld op basis van het opgegeven type, het aantal en de bedrijfstijd van de werfmachines voor een maximale, doch realistische werkdag in de piekperiode van elk werfstadium (3 meest kritische maanden van de ca. 44 maanden) (zie ook § 6.4.1).

Aangezien de opstelling en trajecten van de diverse machines tijdens de aanlegfase niet gekend zijn, werd in het akoestisch overdrachtsmodel de geluidsemmissie voor ieder werfstadium gesimuleerd als een vlakke bron over het volledige projectgebied. Deze aanpak garandeert dat een realistische berekening van de verspreiding van het geluid wordt uitgevoerd.

- De exacte locatie van de individuele geluidsbronnen tijdens de exploitatiefase is nog niet gekend. De geluidsemmissie van deze bronnen werd daartoe opgedeeld in eenduidig bepaalde installatiezones om als representatieve vlakke bronnen (i.p.v. puntbronnen) in de modellering te gebruiken. Er werden hierbij geen gebouwen, silo's en overige obstakels binnen de installatiezones beschouwd, wat overeenstemt met een maximale geluidsuitstraling vanuit deze zones (worst case evaluatie).
- Het geluidsvermogeniveau voor de fakkels werd door Project One ingeschat op basis van de beschikbare technische gegevens van leveranciers en empirische formules voor een maximaal fakkeldebiet tijdens respectievelijk een noodsituatie (ter verzekering van de veiligheid op de site) en de opstartfase van de ECR. Het betreft voor beide situaties dus een worst case benadering.
- Op de referentiepunten op 200 m ten oosten van de terreingrens van het projectgebied (in het Kanaaldok) is het oorspronkelijk omgevingsgeluid niet gekend. Op basis van eerder (2018) uitgevoerde continue immissiemetingen op het braakliggend terrein op 200 m ten oosten van de IMB-site en op basis van de strategische geluidsbelastingsskaarten kan het omgevingsgeluid ingeschat worden tussen 50 en 55 dB(A).
- Het huidige omgevingsgeluid (referentiesituatie) is beschreven op basis van:
  - de uitgevoerde immissiemetingen (2019, 2021, 2023-2024) ter hoogte van 4 referentiepunten;
  - de uitgevoerde immissiemetingen op het huidig braakliggend noordelijke projectgebied op 200 m ten oosten van IMB;
  - de strategische geluidsbelastingsskaarten van de agglomeratie Antwerpen (2016).

Op enkele plaatsen, meer specifiek in het natuurgebied Opstalvallei en op het industriegebied op 200 m ten noorden, oosten en zuiden van het projectgebied, is een betrouwbare inschatting gemaakt van het huidige omgevingsgeluid op basis van de verzamelde gegevens.

Dit laat voor alle referentiepunten een eenduidige bepaling van de VLAREM II-grenswaarden, samen met de effectbeoordeling, toe. Op het referentiepunt op 200 m ten oosten van het projectgebied is de effectbeoordeling uitgevoerd op basis van de onder- en bovengrens van het oorspronkelijk omgevingsgeluid.

Met betrekking tot de discipline **Lucht** zijn volgende leemten in de kennis vastgesteld:

- Evaluatie secundaire effecten op luchtkwaliteit:  
In het MER zijn de primaire effecten op luchtkwaliteit kwantitatief geëvalueerd, alsook enkele secundaire effecten waarvoor een courante evaluatiemethode beschikbaar is (NO<sub>2</sub> en vermestende depositie). Andere secundaire effecten zijn niet kwantitatief geëvalueerd (bvb. vorming van ozon of secundair fijn stof). Voor een nadere toelichting per type secundair effect verwijzen we naar paragraaf 7.6.2.7.

Met betrekking tot de discipline **Mobiliteit** zijn volgende leemten in de kennis vastgesteld:

- Bij de opmaak van mobiliteitsstudies worden op basis van diverse aannames en veronderstellingen toekomstvoorspellingen gemaakt over het aantal verplaatsingen per persoon, de vervoerswijzekeuze, tijdstip van de verplaatsing, de herkomst en bestemming van het verkeer, ... In deze veronderstellingen zitten

logischerwijze onzekerheden rond de toekomstige ontwikkelingen. Zo kan nooit met zekerheid worden vastgelegd of een bepaalde verdeling van vervoerswijzekeuzes effectief zal worden bereikt. (Uit Richtlijnenboek Mobiliteitseffectenstudies, Mobiliteitstoets en MOBER - 2018 – Mobiel Vlaanderen).

- De aannames voor wat betreft de routing, werktijden personeel en de modal split werden aangeleverd door de opdrachtgever en zijn gebaseerd op eigen expertise van de opdrachtgever (ervaringen bij gelijkaardige sites) en op basis van informatie hieromtrent in de grotere context van de Antwerpse haven.
- Onzekere factoren die het algemene verplaatsingsgedrag mogelijk beïnvloeden, zijn onder meer brandstofprijzen, fiscaal beleid op vervoersmiddelen vanwege de overheid,... Deze factoren kunnen het druktebeeld waarmee werd gerekend in de verkeersmodellen wijzigen.
- Andere projecten (indien nog niet opgenomen in de verkeersmodelleringen) kunnen wijzigen in grootte en/of timing en bijgevolg een andere impact hebben op het verkeersnetwerk. De precieze timing, volgorde en mogelijke interactie en overlap tussen bepaalde werken is momenteel nog niet in te schatten en zal een continue planning en coördinatie vergen tussen de verschillende initiatieven.

Met betrekking tot de discipline **Klimaat** zijn volgende leemten in de kennis vastgesteld:

- De gekende klimaatscenario's en de onzekerheden hieromtrent, zijn uitvoerig beschreven in § 14.2.1.1. Het is belangrijk op te merken dat er geen waarschijnlijkheid kan toegekend worden aan elk van deze mogelijke toekomstscenario's. Wel wordt ervan uitgegaan dat – op basis van de huidige wetenschappelijke kennis – het totale bereik aan potentiële impact dat de scenario's omspannen met grote waarschijnlijkheid de werkelijke toekomstige evolutie omvat.
- Voor de discipline Klimaat is er geen uitgebreid richtlijnenboek, zoals voor de andere MER-disciplines. Er is wel een "Handleiding Klimaat in MER" (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 25/05/2018). Het hoofdstuk Klimaat werd na overleg met Team MER opgemaakt op basis van deze Handleiding en de adviezen en inspraakreacties die bij de aanmelding van het eerste MER voor Project One werden bekomen (zie scopingsadviezen van het MER PR3263).

De kennis van de discipline **Bodem** heeft de volgende leemte:

- De kennis van de bodemkwaliteit is gebaseerd op beschikbare staalnames en analyses, die steeds een momentopname vertegenwoordigen. De reële, huidige situatie kan dus in bepaalde mate afwijken van dergelijke momentopname. Sommige verontreinigingen zijn bekend maar moeten nog verder worden onderzocht in een beschrijvend bodemonderzoek.

De kennis van de discipline **Water** heeft de volgende leemten:

- De kennis van de (grond)waterkwaliteit is gebaseerd op beschikbare staalnames en analyses, die steeds een momentopname vertegenwoordigen. De reële, huidige situatie kan dus in bepaalde mate afwijken van dergelijke momentopname.
- De exacte duur, debieten, e.d. van de bemaling zijn nog niet gekend. Er wordt daarom met onderbouwde worst case aannames gewerkt in het grondwatermodel.
- Voor de impactbeoordeling van het bemalingswater op de oppervlaktewaterkwaliteit wordt de excelrekening van VMM gebruikt. Het gebruik van deze tool is echter niet aangewezen om de impact van PFAS te bepalen. Voor meer info verwijzen we naar het hoofdstuk Water.
- De debieten/afvoercapaciteiten van de waterlopen zijn onderhevig aan variaties. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van door VMM bepaalde karakteristieke debieten voor elke waterloop.
- De exacte samenstelling van het afvalwater is nog niet gekend. In het MER werd de evaluatie uitgevoerd op basis van de maximale verwachte concentraties (worst case aannames), bepaald op basis van de herkomst van het afvalwater en de toegepaste zuiveringstechnieken.
- Er zijn geen kwaliteitsdoelstellingen voor chloriden, sulfaat en geleidbaarheid omwille van het brakke karakter van het overgangswater in het Schelde-estuarium (conform de MKN VLAREM II); deze parameters worden dus niet geëvalueerd in het MER.

De kennis van de discipline **Biodiversiteit** heeft volgende typische leemte:

- Inventarisaties van fauna en flora omvatten steeds een momentopname, en hebben daardoor de intrinsieke eigenschap om niet volledig te zijn. Het MER, de passende beoordelingen en verscherpte natuurtoets werden evenwel opgemaakt op basis van alle beschikbare gegevens over de omliggende natuurgebieden, aangevuld met uitvoerig en herhaald veldonderzoek en -waarnemingen binnen het projectgebied, zodat de effecten met voldoende precisie kunnen worden geëvalueerd.

De kennis van de discipline **Mens-Gezondheid** heeft de volgende leemten:

- Het Richtlijnsysteem vermeldt onder meer dat het criterium "blootstelling aan een mix van chemische stressoren met een zelfde kritisch eindpunt" wordt nagegaan. Hoewel synergistische effecten reeds aangetoond zijn in laboratoriumstudies, zijn de onderzoeksinspanningen in epidemiologische studies slechts beperkt. Bijkomend onderzoek is nodig om het relatieve belang van bepaalde pollutanten bij blootstelling aan mengsels te bepalen.
- Synergetische effecten (mogelijke synergie bij de blootstelling aan een mix van stoffen, waarbij het uiteindelijke effect groter is dan de loutere som van het effect van de stoffen afzonderlijk) zijn reeds aangetoond bij laboratoriumstudies, maar dit vraagstuk is in epidemiologische studies nog maar beperkt expliciet onderzocht. Bijkomend onderzoek is nodig om het relatieve belang van bepaalde pollutanten bij blootstelling aan mengsels te bepalen en, zo mogelijk, dosis-effect-relaties te bepalen. Deze effecten worden daarom enkel kwalitatief vermeld in het MER. De beroedeling van gezondheidseffecten gebeurt hoofdzakelijk op basis van de effecten door blootstelling per pollutant, waarvoor wel dosis-effectrelaties en gezondheidkundige advieswaarden beschikbaar zijn.

## **17      Tewerkstelling, investeringen en materiaalstromen**

### **17.1      Tewerkstelling**

Tijdens de aanlegfase zullen een variabel aantal mensen aan het werk zijn op de werf van Project One. Dit aantal kan tijdens de drukste periode van de werf oplopen tot ca. 2 500 mensen per dag.

Tijdens de exploitatiefase zal Project One ongeveer 450 werknemers tewerkstellen:

- Ca. 90 mensen bij IOB in de productieafdelingen in een volcontinu shiftsysteem
- Ca. 210 mensen bij IOB in andere afdelingen tijdens de courante werkuren (administratie, controle, labo, onderhoud, ...)
- Daarnaast worden op de site ongeveer 150 contractoren tewerkgesteld.

De meeste van deze jobs vergen specifieke technische kennis en opleiding.

### **17.2      Investering**

De investering voor het gehele project wordt begroot op 4 miljard Euro.

### **17.3      Materiaalstromen**

Voor de voornaamste materiaalstromen verwijzen we naar § 3.4.7.

## 18 Synthese van effecten, milderende maatregelen en monitoring

### 18.1 Effecten

De diverse mogelijke effecten van Project One werden in dit MER per milieudiscipline geëvalueerd. In Tabel 18-1 wordt hiervan een overzicht gegeven. De tabel toont het volgende:

- De effecten met de effectscore (0 / -1 / -2 / -3).  
Deze effecten zijn in vele gevallen reeds gemilderd door de projectgeïntegreerde milderende maatregelen die Project One tijdens het ontwerp en de engineering van het project heeft bepaald, in overleg met onder meer de milieudeskundigen. De projectgeïntegreerde maatregelen zijn niet vermeld in de tabel.
- De effecten worden per discipline vermeld en per fase van het project (aanlegfase en exploitatiefase).
- Voor de voornaamste effecten worden bijkomend voorgestelde milderende maatregelen vermeld die getroffen kunnen worden en het resterende effect wanneer deze worden toegepast.
- De tabel bevat niet de diverse klimaataspecten die in dit MER werden toegelicht en geëvalueerd. Daar klimaat effecten zich niet op het lokale niveau voordoen, werden de klimaat aspecten niet beoordeeld met de effect scores zoals de andere disciplines. De evaluatie van de klimaat aspecten wordt apart samengevat, buiten de tabel.

We lichten hieronder kort de voornaamste milieueffecten toe.

#### 18.1.1 Geluid

- **Geluidsemissies aanlegfase:**  
De geluidsemissies in de aanlegfase kunnen op korte afstand, ter hoogte van het natuurgebied Galgenschoor, tot beperkt negatieve effecten (-1/-2) leiden. In de verderaf gelegen woonzones en het natuurgebied Opstalvallei is het effect verwaarloosbaar (0).
  - Het effect op korte afstand treft voornamelijk een deel van het natuurgebied Galgenschoor zuid, gelegen ter hoogte van het zuidelijke deel van het projectgebied, waar in verhouding meer werfactiviteiten dicht bij het natuurgebied plaatsvinden dan in het noordelijke deel van het projectgebied. In het Galgenschoor zuid is er sprake van een beperkt negatief effect (-1), tot lokaal en enkel tijdens de meest intensieve werfperiode op de zuidelijke deel van het projectgebied (werfstadium B), een negatief effect (-2).
  - In het natuurgebied Galgenschoor noord is het effect matiger met een beperkt negatieve score (-1) in het begin van de aanlegfase (werfstadium A) gevolgd door een verwaarloosbare score (0) later in de aanlegfase (werfstadium B en C).
  - Het negatief effect (-2) in Galgenschoor zuid en beperkt negatief effect (-1) in Galgenschoor noord doet zich enkel voor op de Scheldedijk, die deel uitmaakt van het natuurgebied. In het lagergelegen schorrengebied binnen het natuurgebied tussen de dijk en de rivier is het effect over het algemeen beperkter, vanwege de afschermende werking van de dijk.
- **Geluidsemissies exploitatiefase:**  
De geluidsemissies van de installaties en de schepen in de exploitatiefase zullen in de omliggende woongebieden en natuurgebieden tot een verwaarloosbaar effect (0) leiden. Op 200 m ten oosten van het projectgebied, in het Kanaaldok (industriegebied), is er sprake van een beperkt negatief effect (-1). Dit effect beperkt zich tot de zone van het Kanaaldok, het Insteekdok 1 en – afhankelijk van de situatie – het Insteekdok 2 en reikt niet tot in de omliggende woon- en natuurgebieden. Deze, gezien de grote omvang van het project, lage impact is het gevolg van een beperking van het geëmitteerde geluid die wordt opgelegd aan de leveranciers/constructeurs van de verschillende toestellen en installaties.

- **Geluidsemissies fakkels:**

Er zijn 3 fakkels die slechts sporadisch gebruikt zullen worden tijdens een noodsituatie (ter verzekering van de veiligheid op de site) of tijdens een start / stop van een eenheid. Er worden grondfakkels voorzien, zodat de torenfakkel zo weinig mogelijk moet gebruikt worden waardoor de impact zo veel mogelijk beperkt wordt (geluid, licht, eventueel rook). De grondfakkels zullen alle operationele scenario's en de meeste veiligheidsscenario's kunnen opvangen zonder gebruik van de torenfakkel.

- De geluidsemissie van de installaties tijdens de opstartfase van de exploitatie met werking van de ECR-grondfakkel leiden tot verwaarloosbare effecten (0) ter hoogte van de nabijgelegen woonzones en natuurgebieden. Lokaal op 200 m ten oosten van het projectgebied in het Kanaaldok B2 (industriegebied), kan een beperkt negatief effect (-1) gelden.
- De maximale werking van de ECR-torenfakkel en de werking van de grondfakkels voor de tankopslag treden enkel zeer uitzonderlijk op om veiligheidsredenen bij incidenten. Het betreft voor de ECR de afvoer van restgasstromen die te groot zijn voor de grondfakkel. Dit zal duidelijk hoorbaar zijn ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen te Lillo en delen van het natuurgebied Galgenschoor (kortstondig + 8 dB(A)). Ter hoogte van de verderaf gelegen woningen te Berendrecht en natuurgebied Opstalvallei is het effect beperkt of niet waarneembaar (< 4 dB(A)).

## 18.1.2 Lucht

- **Luchtemissies aanlegfase:**

Het effect van de luchtemissies van de werfmachines in de aanlegfase is verwaarloosbaar (0) ter hoogte van de meest nabijgelegen woonzone Berendrecht. Op kortere afstand is er een beperkt negatief effect (-1) dat reikt tot op 0,5 à 1 km van de site. Op zeer korte afstand (boven Kanaaldok) is het effect negatief (-2). Dit effect is gemilderd doordat Project One eist dat wordt gewerkt met machines van Stage IV of beter (bouwjaar 2014 of jonger) voor alle types machines boven 56 kW en niet met dieselgeneratoren van het zwaarste type (>560 kW).

- **Luchtemissies exploitatiefase:**

Tijdens de exploitatiefase is het effect van de verwachte emissies voor NO<sub>2</sub> verwaarloosbaar (0) ter hoogte van de meest nabijgelegen woonzone Berendrecht. De zone met een beperkt negatief effect (-1) reikt tot op ca. 2 km van de ECR en raakt niet aan een woonzone. Er is een lokaal negatief effect (-2) t.h.v. het Kanaaldok, dat mede bepaald wordt door de emissies van de schepen aan de kade.

Voor alle andere polluenten zijn er enkel zeer lokale beperkt negatieve (-1) tot verwaarloosbare (0) effecten. Deze effecten zijn reeds gemilderd in overeenstemming met BBT door diverse projectgeïntegreerde milderende maatregelen. Voor de emissie van NO<sub>x</sub> wordt met de toegepaste milderende maatregelen het emissieniveau beperkt tot waarden die lager liggen dan wat de BBT voorschrijft. Een verdere emissiereductie van de jaarlijkse NO<sub>x</sub>-emissievracht op basis van de beste beschikbare technieken is niet mogelijk vanwege technische beperkingen van de beschikbare technieken. De onderzochte alternatieven vergen inspanningen die niet in verhouding staan tot hun effectiviteit.

## 18.1.3 Bodem

Project One zal, mits het toepassen van de gebruikelijke en verplichte milderende maatregelen om te voorkomen dat de bodem verontreinigd raakt, zowel tijdens de aanlegfase als tijdens de exploitatiefase enkel verwaarloosbare (0) tot beperkt negatieve (-1) effecten hebben op de bodem.

## 18.1.4 Water

- **Grondwater:**

- Het voornaamste, tijdelijke effect op grondwater gaat uit van de noodzakelijke bemaling tijdens de aanlegfase, gespreid over de gehele werfsite, gedurende een periode van ca. 24 maanden. Door het voorzien van preventiemaatregelen (zoals het plaatsen van damwanden of equivalente techniek) kan het effect van de bemalingen teruggebracht worden tot een beperkt negatief effect (-1). In de vergunningsaanvraag wordt een gedetailleerde bemalingsnota toegevoegd waarin alle relevante technische aspecten van de bemaling worden beschreven (zuivering, monitoring, ...).
- Tijdens de exploitatiefase zal de infiltratie van hemelwater naar het grondwater beperkt worden door de aanwezigheid van verhardingen (beperkt negatief effect (-1)). Verder zijn er geen relevante effecten op het grondwater.

- **Oppervlaktewater:**

- Het bemalingswater wordt (na zuivering) geloosd in het Kanaaldok. De worst case impact van de lozing van het bemalingswater op basis van de lozingsnormen is verwaarloosbaar (0).
- Project One voorziet voor de exploitatiefase een uitgebreide industriële waterzuivering waarbij de afvalwaterstroom afkomstig van de ECR nog een aparte voorbehandeling krijgen. Het effect van de lozing van het gezuiverd afvalwater in de Schelde wordt voor alle pollutanten als verwaarloosbaar (0) beoordeeld.
- Hoewel Project One (koelsystemen) een aanzienlijk watergebruik zal vertegenwoordigen, is er voorzien om naast stadswater ook deels deminwater te gebruiken. Het koelwater kan daardoor langer in gebruik blijven, waarbij ook minder afvalwater (spui) ontstaat. Bovendien wordt het opgevangen hemelwater vooral als koelwater hergebruikt.

### 18.1.5 Mobiliteit

- Voor het verkeer kunnen er negatieve effecten (-2) verwacht worden op de verkeersafwikkeling in de aanlegfase t.h.v. het kruispunt aan de Vopak-toegang, die ook de werfttoegang zal zijn. Deze effecten kunnen verder gemilderd worden tot een beperkt negatief effect (-1) door bij het inrichten van dit kruispunt als werfttoegang de nodige aanpassingen (verkeerslichten) te voorzien.
- Tevens kunnen zowel voor de aanlegfase als voor de exploitatiefase beperkt negatieve effecten (-1) optreden voor het aspect verkeersveiligheid, die eveneens gemilderd kunnen worden met verkeerslichten.
- Tenslotte wordt vastgesteld dat het kruispunt Scheldelaan x R2 ten zuiden van het projectgebied reeds quasi verzadigd is tijdens de spitsuren, waardoor het effect van het bijkomend verkeer van Project One, vooral tijdens de drukste periodes van de aanlegfase beperkt negatieve (-1) tot aanzienlijk negatieve effecten (-3) zal opleveren. Toepassing van contractueel aangepaste arbeidstijden (vroeg beginnen en vroeg stoppen) en/of realisatie van meer collectief vervoer kan dit een stuk reduceren tot een negatief effect (-2).

### 18.1.6 Biodiversiteit

- De in de eerst fase van de aanlegfase gerealiseerde vegetatieverwijdering van een groot deel van het projectgebied houdt lokaal een biotoopverlies in dat als een aanzienlijk negatief effect (-3) wordt beoordeeld. Voor de beschermde soorten werden hiervoor maatregelen genomen (verplaatsen van planten en dieren, ...) en er gebeurde buiten het project een boscompensatie. De installaties veroorzaken ook een bijkomende barrière tussen bestaande natuurgebieden. De leidingstroken kunnen als een ecologische verbinding fungeren als ecologisch beheer wordt toegepast, wat resulteert in een beperkt negatief effect (-1).
- Voor alle andere aspecten van Project One zijn de effecten op biodiversiteit verwaarloosbaar (0) tot beperkt negatief (-1).

### 18.1.7 Landschap

- Voor landschap wordt de ontbossing als een negatief effect (-2) geëvalueerd (structuur- en relatiewijziging en wijziging van landschapsbeeld en -beleving), dat echter niet kan worden gemilderd en inherent is aan de bestemming van de terreinen (industriegebied). Ook de oprichting van de industriële installaties zal vanop sommige locaties een beperkt negatief (-1) effect hebben op het landschapsbeeld en de landschapsbeleving.

### 18.1.8 Mens

- Het effect op de gezondheid en hinder voor omwonenden wordt voor de meeste aspecten geëvalueerd als een verwaarloosbaar (0) tot beperkt negatief (-1) effect.
- Dit is onder meer het geval voor de geluidshinder tijdens zowel de aanlegfase als de exploitatiefase. Het beperkte effect is mede het gevolg van het beperken van de geluidsemissie van de installaties, vooral tijdens de exploitatiefase.
- De actuele NO<sub>2</sub>-concentratie is in de omgeving van de haven van Antwerpen overal hoger dan de gezondheidkundige advieswaarde. De toename van de blootstelling als gevolg van Project One tijdens de aanlegfase is beperkt voor Berendrecht, Lillo en Doel. Rekening houdende met de aanwezige achtergrondwaarden, wordt hier de impact van NO<sub>2</sub> tijdens de aanlegfase beoordeeld als beperkt negatief (-1). Elders is de impact verwaarloosbaar (0). Voor de exploitatiefase wordt, rekening houdende met de aanwezige achtergrondwaarden, de impact van NO<sub>2</sub> tijdens de exploitatiefase in de woonkernen Berendrecht, Zandvliet,

Lillo, Doel en delen van Stabroek beoordeeld als negatief (-2) tot beperkt negatief (-1). In andere delen van het studiegebied wordt het effect als verwaarloosbaar (0) beoordeeld. In Nederland is de impact ook verwaarloosbaar (0).

- De actuele achtergrondconcentraties van benzeen en butadien zijn in het volledige studiegebied geassocieerd met een bijkomend kankerrisico dat niet gezondheidskundig verwaarloosbaar is. Voor deze stoffen zijn de bijdragen van Project One tijdens de exploitatiefase zeer laag. Rekening houdend met de reeds bestaande achtergrondwaarden is het effect als beperkt negatief (-1) te beschouwen in Lillo en Berendrecht, alsook in een deel van Doel voor de parameter benzeen.
- Voor PM<sub>10</sub> is de impact verwaarloosbaar (0). Worst case is de PM<sub>2,5</sub> bijdrage dezelfde als deze van PM<sub>10</sub>. In dat geval is de impact te Berendrecht te beoordelen als negatief (-2) tot beperkt negatief (-1). De negatieve beoordeling is mede het gevolg van het overschrijden van de gezondheidskundige advieswaarde voor PM<sub>2,5</sub>. Buiten Berendrecht is de bijdrage voor PM<sub>2,5</sub> verwaarloosbaar (0).

### 18.1.9 Klimaat

Voor discipline **Klimaat** wordt de beoordeling niet in effectscores uitgedrukt. We vatten de evaluatie als volgt samen:

- **Aanlegfase:**
  - Het projectgebied fungeerde in de begroeide toestand als koolstofvoorraad (bosgebied, grasland, ruigte en struwelen) en verloor die functie door de omvorming van het landgebruik naar industrieel landgebruik. Het werkelijk koolstofdebet na X jaar bestaat in principe uit de koolstofvoorraad na X jaar in het projectgebied wanneer het ongemoeid zou worden gelaten. Het werkelijk koolstofdebet houdt dus rekening met zowel de koolstofvoorraad als de koolstofopslagcapaciteit van het gebied. Er werd berekend dat er door de wijziging in landgebruik op het projectgebied en door de juridisch verplichte boscompensatie, een werkelijk koolstofdebet is na 10 jaar van + 13 980 ton CO<sub>2</sub>
  - De directe CO<sub>2</sub>-equivalente emissies tijdens de gehele aanlegfase door gebruik van brandstoffen voor alle transporten (materiaal en personeel) van en naar de werf en voor de machines die op de werf actief zullen zijn, wordt geschat op 56 365 ton CO<sub>2</sub>-eq/jaar tijdens de aanlegfase (3 jaar en 8 maanden). De CO<sub>2</sub>-equivalente emissies door het materialenverbruik van beton en staal in Project One wordt geraamd op 4 126 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar (gespreid over de 50-jarige levensduur van de installatie).
- **Exploitatiefase - Koolstofbalans**
  - De totale koolstofbalans van de ECR en ondersteunende infrastructuur wordt berekend als 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.
  - Project One gebruikt de state-of-the-art-technologie voor het kraken van ethaan, de beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties.
  - De specifieke procesemissie van de ECR van Project One bedraagt 0,290 tonCO<sub>2</sub>-eq/tonHVC of slechts 42% van de huidige EU-ETS benchmarkwaarde van 0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/tonHVC.
  - Er werd berekend dat Project One een aanscherping van de EU-ETS benchmarkwaarde voor HVC-productie impliceert tot ca. 0,577 tonCO<sub>2</sub>-eq/tonHVC. Dit is een daling van ca. 15% ten opzichte van de huidige benchmarkwaarde voor HVC-productie (0,681 tonCO<sub>2</sub>-eq/tonHVC). Rekening houdend met een huidige jaarlijkse HVC-productiecapaciteit in Europa van 47,6 Mton HVC's (IEA, I2018), betekent dit dat er jaarlijks ca. 4,95 Mton extra emissierechten moeten betaald worden of vermeden moeten worden door de bestaande stoomkrakers voor HVC-productie onder het EU-ETS systeem. Een dergelijke hoeveelheid aan emissierechten komt overeen met ca. 267 M euro/jaar, rekening houdend met de huidige prijs (midden juni 2021) van 54 euro/tonCO<sub>2</sub> onder het EU-ETS systeem. Een deel van deze bijkomende inkomsten voor het EU-ETS systeem zal worden benut voor het ondersteunen van innovatie- en moderniseringsprojecten in energie-intensieve industriële sectoren en de energiesector.
  - Het in Project One geproduceerde ethyleen wordt verkocht aan de markt. De meeste bestaande installaties worden heden gevoed met ethyleen afkomstig van Europese naftakrakers, die veelal verouderd zijn en een aanzienlijk hogere specifieke CO<sub>2</sub>-equivalente emissie hebben dan de nieuwe ECR van Project One. Deze installaties kunnen het door Project One geproduceerde ethyleen afnemen en de CO<sub>2</sub>-equivalente emissie laten dalen. Er werd bij wijze van voorbeeld berekend dat de reductie van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de afnemers ca. 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq./jaar zou bedragen, wanneer de afnemers het in Project One geproduceerde ethyleen zouden gebruiken.

- De volledige elektriciteitsvraag van 140160 MWh/jaar zal afgedekt worden met groene stroom. De totale emissies van Project One dalen hiermee met ca. 7% ten opzichte van het project zonder de import van groene stroom, met name van 708 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar tot 655 ktonCO<sub>2</sub>-eq/jaar.
- Voor de administratieve gebouwen worden passieve technieken zoals doorgedreven isolatie en passieve zonnwinst, klimaat- en verlichtingsregelingen en hernieuwbare energietechnieken, geïntegreerd in het ontwerp. I.k.v. BREAAAM wordt de rating 'very good' behaald (3de hoogste score op een schaal van 1 tot 5). Rekening houdend met de toegepaste energiezuinige technieken, bedraagt de (indirecte) CO<sub>2</sub>-uitstoot van het administratief gebouw ca. 300 ton CO<sub>2</sub>/jaar. Gezien de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom, worden deze emissies van het administratief gebouw dus geëlimineerd.
- Hoewel Project One reeds beduidend lagere CO<sub>2</sub>-emissies heeft dan de bestaande stoomkrakers in Europa, is deze nog niet nul. INEOS-groep heeft zich verbonden tot het behalen van de EU klimaat- en energiedoelstellingen voor 2050 en de netto CO<sub>2</sub>-emissies tot nul te herleiden. Project One is ontworpen met het oog op net zero CO<sub>2</sub>-emissies en beoogt de eerste CO<sub>2</sub> neutrale kraker te worden in Europa die een rol zal kunnen spelen in de duurzame industriële toekomst van Antwerpen. Van zodra de technologie haalbaar is, heeft Project One drie mogelijke routes voor reductie van CO<sub>2</sub>-emissies:
  - Elektrificatie van de ovens met gebruik van groene elektriciteit.
  - Gebruik van groene en/of blauwe waterstof als brandstof.
  - Carbon Capture and Storage (CCS).

Van zodra de installaties van Project One gestart zijn, zal IOB goed geplaatst zijn om een nulemissie van CO<sub>2</sub> in de toekomst te realiseren. IOB stelt zich als doel de eerste koolstofneutrale kraakinstallatie van Europa te worden. Men verwacht momenteel dat het behalen van een netto nul-emissies voor Project One haalbaar kan zijn binnen 10 jaar na opstarten van de installaties.

#### • **Exploitatiefase - Klimaatadaptatie**

De gevolgen van de klimaatverandering kunnen een effect hebben op het projectgebied zelf:

- Wateroverlast: Uit de beschikbare overstromingsgevaarkaarten (pluviaal, fluviaal en kust) blijkt dat het overstromingsrisico is te wijten aan oppervlakkige afstroming en niet aan overstroming vanuit de Schelde. Hiervoor is wel op te merken dat de overstromingskaart voor overstromingen vanuit de zee voorlopig geen rekening houdt met het effect op de Schelde. Bij het ontwerp van de hemelwaterhuishouding werd rekening gehouden met een veranderd neerslagpatroon onder invloed van klimaatverandering en wordt het projectgebied op die manier meer bestendig gemaakt tegen verhoogde overstromingsrisico's.
- Watervoorzieningen: Project One heeft een aanzienlijk stadswaterverbruik. Door het gebruik van demin water wordt ongeveer de helft minder stadswater verbruikt. De watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron voor de productie van deminwater, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. De watermaatschappij voor stadswater heeft ook een plan om de drinkwatervoorziening aan industriële en residentiële klanten in de toekomst te kunnen garanderen in droogteperiodes, ook bij een gewijzigd klimaat.
- Klimaatrobuustheid is geïntegreerd in het ontwerp van de industriële installaties van Project One.
- Hittestress: Het projectgebied is momenteel volledig te beschouwen als een groene ruimte. Door de vegetatieverwijdering is dit verkoelend en bufferend effect verdwenen. Gezien de invulling van de ruimte gewijzigd is (industriële installaties) zal dit geen effect ressorteren naar de leefomgeving toe. Bovendien is het verkoelend effect van de Schelde en het Kanaaldok groter dan dat van het projectgebied. Dit verkoelend effect blijft behouden.

In volgende tabel worden de effectscores voor en na het nemen van door de deskundigen voorgestelde extra milderende maatregelen voorgesteld. De projectgeïntegreerde maatregelen worden niet opgesomd in de tabel, maar ze zijn wel meegenomen in de effectevaluatie voor het bekomen van de effectscore. De projectgeïntegreerde maatregelen worden opgelijst in § 18.2.

Tabel 18-1: Overzichtstabel effecten per discipline

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
<b>Geluid</b>				
Aanlegfase: Werfactiviteiten en voertuigen op projectgebied overdag	Lillo	0	Bron gerelateerde maatregelen, maatregelen ter beperking van de geluidsoverdracht en organisatorische maatregelen.	0
	Berendrecht	0		0
	Galgenschoor noord	0/-1		0/-1
	Galgenschoor zuid	-1/-2		-1/-2
	Opstalvallei	0		0
Aanlegfase: Werfactiviteiten en voertuigen op projectgebied 's nachts	Lillo	0		0
	Berendrecht	0		0
	Galgenschoor noord	0		0
	Galgenschoor Zuid	0/-1		0/-1
	Opstalvallei	0		0
Aanlegfase: Wegverkeersgeluid		0/-1	-	0/-1
Aanlegfase: Scheepsgeluid (varend)		0	-	0
Exploitatiefase: Installaties + schepen aan de kade	Lillo	0	Tijdens de verdere vordering van het project zal worden nagegaan of alle meer gedetailleerde en specifieke leveranciersgegevens in lijn liggen met de aannames in dit MER	0
	Berendrecht	0		0
	Galgenschoor	0		0
	Opstalvallei	0		0
	Kanaaldok en insteekdokken 1 / 2	0/-1		0/-1

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
Exploitatiefase: Bij opstart/stop van de ECR (installaties + ECR-grondfakkel)	Komt maar sporadisch voor	0/-1	Tijdens de verdere vordering van het project is het belangrijk om na te gaan of alle meer gedetailleerde en specifieke leveranciersgegevens in lijn liggen met de aannames in dit MER. Zo mogelijk dient daarbij te worden gekozen voor een geluidsarm type fakkel.	0/-1
Exploitatiefase: Bij calamiteiten (grondfakkels en 1 open, hoge fakkel)	Noodsituatie	/		/
Exploitatiefase: Wegverkeersgeluid		0	-	0
Exploitatiefase: Scheepsgeluid (varend)		0	-	0
<b>Lucht</b>				
Aanlegfase: Werfactiviteiten, voertuigen op projectgebied en scheepsverkeer	Kanaaldok	-2	-	-2
	Tot op 0,5 à 1 km ten noordoosten van de site Opstalvallei (beperkt deel) en Galgenschoor (beperkt deel)	-1		-1
	Alle woonzones en andere natuurgebieden	0		0
Aanlegfase: Wegverkeer		0	-	0
Exploitatiefase: NO <sub>2</sub> (jaargemiddelde)	Kanaaldok	-2	Het project past reeds de BBT toe waardoor de emissieniveaus lager liggen dan voorgeschreven door BBT. Er is gemotiveerd aangetoond dat er geen extra maatregelen met relevante extra reductie haalbaar zijn.	-2
	Tot op ca. 2 km ten noordoosten van de site Opstalvallei (deels)	-1		-1
	Alle woonzones en andere natuurgebieden	0		0

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
Exploitatiefase: SO <sub>2</sub>	Kanaaldok	0/-1	-	0/-1
	Alle woonzones en natuurgebieden	0		0
Exploitatiefase: CO		0	-	0
Exploitatiefase: Fijn stof		0	-	0
Exploitatiefase: Vluchtige organische stoffen: benzeen	Kanaaldok	-1	-	-1
	Alle woonzones en andere natuurgebieden	0		0
Exploitatiefase: verkeersemisies		0	-	0
<b>Bodem</b>				
Aanlegfase: Erosie		0		0
Aanlegfase: Wijziging bodemstabiliteit		0/-1		0/-1
Aanlegfase: Grondverzet en tijdelijke opslag van grond		0/-1		0/-1
Aanlegfase: Structuurwijzigingen en Profielwijzigingen		0		0
Aanlegfase: Wijziging bodemkwaliteit door lekken		0/-1		0/-1
Exploitatiefase: Wijziging bodemkwaliteit door lekken (installaties, tanks, verladingen)		0/-1		0/-1

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
<b>Water</b>				
Vegetatieverwijdering en aanleg verharde oppervlakten		-1		-1
Aanlegfase-Bemalingen: Bodemzettingen, Invloed op bestaande grondwaterwinningen, op verzilting en grondwaterverontreiniging rondom het projectgebied		-1	Reeds preventieve maatregelen voorzien (infiltratie en/of damwanden) met monitoring (bemalingsnota)	-1
Aanlegfase-Bemalingen: Wijziging kwaliteit oppervlaktewater		0		0
Aanlegfase (incl. vegetatieverwijdering): Wijziging grondwaterkwaliteit door lekken		0/-1		0/-1
Exploitatiefase: worst-case impact lozing effluent		0	Reeds verregaande zuivering is voorzien.	0
Exploitatiefase: impact op onderwaterbodem		0		0
Exploitatiefase: effect op waterkwantiteit		0		0
Exploitatiefase: effect op grondwaterkwantiteit door verharding (installaties, tanks, verladingen)		-1		-1
<b>Mobiliteit</b>				
Aanlegfase: Verkeersveiligheid		-1	Aandacht voor verkeersveiligheid van werftoegang en werfcirculatie. Scheiding vrachtverkeer / personenverkeer en gemotoriseerd verkeer / zwakke weggebruikers.	-1
Aanlegfase: Afwikkeling wegennet gemotoriseerd verkeer	Liefkenshoektunnel Thijsmanstunnel A12 richting Nederland	-1	-	-1
	Alle andere wegen	0		0

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
Aanlegfase: Afwikkeling kruispunten gemotoriseerd verkeer	Kruispunt Vopak x Scheldelaan	-2	Doordachte inrichting kruispunt Vopak x Scheldelaan tijdens werffase met het oog op de optimalisatie van de verkeersafwikkeling.	-1
	Kruispunt R2 x Scheldelaan	-1/-3	Aangepaste arbeidstijden	-1/-2
	Alle andere kruispunten	0	-	0
Aanlegfase: Parkeren Personenwagens		0	-	0
Aanlegfase: Parkeren Vrachtwagens		0	-	0
Exploitatiefase: Verkeersveiligheid	Fietsveiligheid	-1	Aandacht voor verkeersveiligheid bij verdere detailontwerp van toegang Project One. Scheiding vrachtverkeer / personenverkeer en gemotoriseerd verkeer / zwakke weggebruikers.	-1
	Kruispunt Vesta	-1		-1
Exploitatiefase: Afwikkeling wegennet gemotoriseerd verkeer		0		0
Exploitatiefase: Afwikkeling kruispunten gemotoriseerd verkeer	Kruispunt Project One (Vesta) x Scheldelaan	-1		-1
	Kruispunt R2 x Scheldelaan	-1	-	-1
	Alle andere kruispunten	0		0
Exploitatiefase: Parkeren Personenwagens	Ideale bezetting + overflow parking	0		0
Exploitatiefase: Parkeren Vrachtwagens		0		0

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
<b>Biodiversiteit</b>				
Aanlegfase: Bodemverstoring		0		0
Aanlegfase: Geluidverstoring overdag	Galgenschoor	-1		-1
	Potpolder Lillo	0		0
	Projectgebied	0		0
Aanlegfase: Geluidverstoring 's nachts		0		0
Aanlegfase: Biotoop- en ecotoopverlies		-3	Effect in het projectgebied is niet noemenswaardig te milderen. Compensatie gebeurde buiten project- en studiegebied.	-3
Aanlegfase: Versnippering en barrièrewerking		-1	Ecologisch beheer van de leidingstroken is reeds voorzien	-1
Aanlegfase: Verzurende en vermestende depositie		0		0
Aanlegfase: Effect op grondwaterhuishouding		0		0
<b>Aanlegfase: Ecotoxicologische effecten water- en luchtemissies</b>		0		0
Aanlegfase: Lichthinder		0		0
Exploitatiefase: Geluidsverstoring	Galgenschoor	0		0
	Potpolder Lillo	0		0
	Projectgebied	0		0
Exploitatiefase: Verzurende en vermestende depositie		0		0

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
Exploitatiefase: Ecotoxicologische effecten water- en luchtemissies		0		0
Exploitatiefase: Lichthinder		-1		-1
<b>Landschap</b>				
Vegetatieverwijdering/Ontbossing: Verlies erfgoedwaarde		0	-	0
Vegetatieverwijdering/Ontbossing: Structuurwijzigingen		-2		-2
Vegetatieverwijdering/Ontbossing: Relatiewijzigingen		-2	Lokale effecten zijn inherent het gevolg van de ontbossing in industriegebied. Deze zijn niet te milderen. Wel gebeurt er boscompensatie op andere plaatsen.	-2
Vegetatieverwijdering/Ontbossing: Wijziging landschapsbeeld en -beleving		-1/-2		-1/-2
Aanlegfase: Verlies erfgoedwaarde		0/-1	Het uitgevoerde gefaseerde archeologisch onderzoek (met uitgesteld traject) wijst op een nieuwe behoudenswaardige vindplaats uit de prehistorie. Er wordt afgezien van een vervolgonderzoek met evaluerende testvakken, door vrijgave van de vindplaats. Er wordt geadviseerd bijkomende gerichte mechanische boringen te realiseren in functie van een uitgebreide natuurwetenschappelijke bemonstering en studie (dit wordt toegelicht in het Programma van Maatregelen van het uitgesteld traject).	0/-1
Aanlegfase: Structuurwijzigingen		-1	-	-1
Aanlegfase: Relatiewijzigingen		-1	-	-1
Aanlegfase: Wijziging landschapsbeeld en -beleving		-1	-	-1
Exploitatiefase: Verlies erfgoedwaarde		0	-	0
Exploitatiefase: Structuurwijzigingen		-1	-	-1

Effect (na projectgeïntegreerde milderende maatregelen)	Toelichting	Score	Extra Maatregel / Monitoring	Score
Exploitatiefase: Relatiewijzigingen		-1	-	-1
Exploitatiefase: Wijziging landschapsbeeld en -beleving	Varieert afhankelijk van de locatie	0/-1	Deze effecten zijn inherent het gevolg van de aanwezigheid van opvallende installaties. Deze zijn niet te milderen.	0/-1
<b>Mens</b>				
Aanlegfase: NO <sub>2</sub> (piekperiode van 1,5 jaar in de aanlegfase)	MER-GAW	-1	Het project past reeds de BBT toe waardoor de emissieniveaus lager liggen dan voorgeschreven door BBT. Er is gemotiveerd aangetoond dat er geen extra maatregelen met relevante extra reductie haalbaar zijn.	-1
Aanlegfase: Geluid	overdag	0	Zie hierboven bij 'Geluid'	0
	's nachts	0		0
Aanlegfase: Lichthinder		0	Principes van goed verlichten	0
Exploitatiefase: NO <sub>2</sub>	MER-GAW	-2	Zie hierboven bij 'Lucht'	-2
Exploitatiefase: benzeen		-1	Zie hierboven bij 'Lucht'	-1
Exploitatiefase: butadieen		-1	Zie hierboven bij 'Lucht'	-1
Exploitatiefase: PM <sub>10</sub>	MER-GAW	0	Zie hierboven bij 'Lucht'	0
Exploitatiefase: PM <sub>2,5</sub>	MER-GAW	-1/-2	Zie hierboven bij 'Lucht'	-1/-2
Exploitatiefase: Geluid – continue geluidsbronnen		0	Zie hierboven bij 'Geluid'	0
Exploitatiefase: Geluid – continue geluidsbronnen + fakkels		-1	Zie hierboven bij 'Geluid'	-1
Exploitatiefase: lichthinder		0	Principes van goed verlichten	0
Exploitatiefase: Legionella		0	-	0

## 18.2 Milderende maatregelen

### 18.2.1 Geluid

#### 18.2.1.1 Aanlegfase

##### Projectgeïntegreerde maatregelen

Om de geluidsemissie van de activiteiten tijdens de aanlegfase van het project tot een minimum te beperken verbindt Project One zich tot volgende maatregelen:

- Bij de funderingswerken voor de installaties en gebouwen van Project One wordt gebruik gemaakt van schroeffunderingsmachines. Hierbij wordt eerst een schacht geboord, die nadien wordt volgestort met betonspecie. Bij plaatsing van de damwanden wordt gebruik gemaakt van een druktechniek, waarbij de damwanden met behulp van een kraan en hydraulische drukmachine in de grond worden geschoven. Deze beide methoden zijn een geluids- en trillingsarme variant ten opzichte van de methoden waarbij voorgevormde funderingspalen en damwanden met behulp van een slag- of trillingsmechanisme in de grond worden gedreven.
- Project One legt voor de aannemers het gebruik op van werfmachines waarvan de emissies (uitlaatgassen) minstens voldoen aan de vereisten "Stage IV" (zie Hoofdstuk 7 Lucht), wat inhoudt dat de gebruikte machines over het algemeen dateren van na 2014.  
Bij de keuze van de werfmachines wordt bijzondere aandacht besteed aan de geluidsemissie van de machines en wordt in de mate van het mogelijke de voorkeur gegeven aan geluidsarme toestellen. In ieder geval mag het geluidsvermogeniveau van de werfmachines niet hoger komen te liggen dan de aannames die werden beschouwd in dit MER. Tevens heeft de opdrachtgever het gebruik van batterij aangedreven werfmachines, die een lagere geluidsemissie kunnen hebben dan diesel aangedreven werfmachines, afgewogen. Voor het rollend materieel met het benodigd vermogen blijkt deze technologie echter nog in de pilootfase en rekening houdend met de omvang van de aanlegfase van Project One dan ook niet toepasbaar.
- Project One voorziet maatregelen om de verkeersbewegingen tijdens de aanlegfase van het project te beperken door het verminderen en verschuiven van de transporten (zie voor details Hoofdstuk 10 Mobiliteit). Zo wordt o.a. gepland om te werken met modules via scheepstransport (vooraf geassembleerde installaties die de mankracht op de werf en het daarbij horende transport beperken), transport in bulk met behulp van schepen (aan- en afvoer grond), het maximaal verschuiven van de vrachttransporten over de weg buiten de spitsperiode voor het werfpersoneel, etc. Deze maatregelen hebben tevens een reducerend effect op de geluidsemissie van het wegverkeer.

##### Aanvullende maatregelen

Rekening houdend met bovenstaande maatregelen vanuit Project One, blijken beperkt negatieve effecten en – zeer lokaal – negatieve effecten nog mogelijk. Hoewel het hier geen bestendige situatie betreft, dienen er in de mate van het mogelijke aanvullende milderende maatregelen genomen te worden om de geluidsimpact van de werfactiviteiten te reduceren. Onderstaand overzicht geeft een aantal aanbevelingen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen brongerelateerde maatregelen, maatregelen m.b.t. geluidsoverdracht en organisatorische maatregelen. De lijst is niet limitatief.

- **Brongerelateerde maatregelen**  
Project One verbindt er zich toe om bijzondere aandacht te besteden aan het geëmitteerde geluid van de relevante bronnen / machines op de werf om de geluidsemissie van de activiteiten tijdens de aanlegfase tot een minimum te beperken. Volgende (bijkomende) brongerelateerde maatregelen worden hierbij aanbevolen om de beoogde doelstelling te bereiken.
  - Opmaak van een inventarisatie (maandelijks) van de relevante bronnen / machines op de werf met vermelding van het geluidsvermogeniveau door de coördinator van de verschillende werfcontractoren om na te gaan of alle bronnen kunnen voldoen aan de aannames die werden doorgevoerd in dit MER, met als doel het totale geluidsvermogeniveau per werfstadium te respecteren.
  - Toetsing van de werfmachines aan de voorwaarden van de Europese Richtlijn CEE/2000/14 omgezet in KB 6 maart 2002 betreffende het geluidsvermogeniveau van materieel voor gebruik buitenshuis door de coördinator van de verschillende werfcontractoren. Een deel van de werfmachines hebben specifieke limietwaarden die opgelegd zijn in deze richtlijn (de aannames in dit MER houden hier rekening mee), andere zijn verplicht om het gegarandeerd geluidsvermogeniveau te vermelden.

- Het voorzien van regelmatig onderhoud van de machines volgens de voorschriften van de fabrikant.
- **Maatregelen m.b.t. geluidsoverdracht**
  - De werfinrichting zo voorzien dat voor de niet-mobiele machines (bv. stroomaggregaten, luchtcompressoren, afwateringspompen,...) die zullen gebruikt worden op de westelijke helft van het projectgebied, de afstand tot het nabijgelegen natuurgebied Galgenschuur zo groot mogelijk wordt gekozen. Een opstelling van deze niet-mobiele machines vlak tegen de westelijke terreingrens van het projectgebied is dus te vermijden.
  - Gebruik van tijdelijke of vaste lokale afscherming van de werfactiviteiten en machines in de richting van de geluidsgevoelige gebieden (woon- en natuurgebieden). Dit kan onder de vorm van akoestische verplaatsbare afschermingen, aarden berm, etc. De plaatsing van een afscherming in de vorm van een aarden berm of containervormige wand ter hoogte van de terreingrens van het zuidelijk deel van het projectgebied, ter beperking van de geluidsoverdracht van een volledige werfzone in de richting van het natuurgebied Galgenschuur, werd onderzocht door de opdrachtgever. Volgens de bekomen inlichtingen laat de beschikbare ruimte ter hoogte van deze werfzone geen plaatsing van een collectieve afscherming over de volledige westelijke terreingrens toe, waardoor dit verder niet beschouwd werd.
- **Organisatorische maatregelen**
  - Beperken van de werktijden buiten de dagperiode, en dit in het bijzonder voor activiteiten die een significante geluidsimpact in de nabije omgeving van het projectgebied kunnen veroorzaken.
  - Vooraf aan de uitvoering van specifiek geluidsbelastende activiteiten, waarvan een potentieel geluidseffect nabij de woningen wordt verwacht, de omwonenden duidelijk informeren over de duur en het type werkzaamheden.

### 18.2.1.2 Exploitatiefase – Continue geluidsbronnen

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

In het kader van dit MER werd de geluidsemisatie van toekomstige bronnen ingeschat op basis van de beschikbare leveranciersgegevens of bij ontstentenis ervan op basis van geluidsgegevens van soortgelijke bronnen. Uitgaande van het gemiddelde geluidsvermogeniveau per eenheid van oppervlakte ( $L_w / m^2$ ) van de toekomstige installatiezones kan gesteld worden dat Project One de nodige inspanningen heeft geleverd om de geluidsemissies te minimaliseren. Project One voorziet hiervoor in zijn ontwerp om gebruik te maken van geluidsarme installaties, aangevuld met uitgebreide geluidsbeperkende maatregelen.

#### Aanvullende maatregelen

Tijdens de verdere vordering van het project is het belangrijk om na te gaan of alle leveranciersgegevens in lijn liggen met de aannames in dit MER en er derhalve kan voldaan worden aan de maximaal aangenomen geluidsemissies.

Uit de effectbeoordeling blijkt dat er tijdens de exploitatiefase van het project (tijdens representatief werkingsregime en tijdens een opstart of geplande stop van de ECR) een beperkt negatief effect kan gelden ten oosten van het projectgebied in het kanaaldok B2 (industriegebied).

Aangezien Project One tijdens de exploitatiefase,

- de geldende grenswaarde op alle punten respecteert,
- de zone ten oosten van het projectgebied, waar een beperkt negatief effect optreedt, volledig in het kanaaldok / insteekdok 1 en 2 gelegen is, waar er geen of slechts zeer kortstondig receptoren aanwezig kunnen zijn,
- een verwaarloosbaar of geen effect heeft ter hoogte van de meest geluidsgevoelige gebieden (woongebieden en natuurgebieden) en ter hoogte van de nabijgelegen bedrijfsterreinen,
- reeds de nodige investeringen voorziet om gebruik te maken van geluidsarme installaties, aangevuld met geluidsbeperkende maatregelen waar nodig,

zijn er geen bijkomende specifieke milderende maatregelen noodzakelijk.

### 18.2.1.3 Exploitatiefase – Fakkels

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

Project One voorziet één grondfakkel met een capaciteit voor de ECR om affakkelen via de ECR-torenfakkel tijdens een geplande opstart of stop van de ECR te voorkomen. Daarnaast voorziet Project One een dubbele tank-grondfakkel (1 in gebruik, 1 als back-up) gekoppeld aan de opslagtanks (cryogene tank en bullets), die bij ongewenste incidenten een overdruk uit de tanks kunnen afleiden. Het gebruik van de ECR-torenfakkel wordt hierdoor beperkt tot uitsluitend ongeplande procesonderbrekingen waarbij gasstromen vrijkomen die de capaciteit van de geïnstalleerde ECR-grondfakkel overschrijden. Dit kan gebeuren na het opstarten van het veiligheidsuitschakelsysteem dat in dienst kan treden na een grote processtoring, mechanische storing van roterende apparatuur of een uitval van een vitale dienst door stroom- of stoomstoringen. Om een stabiele werking van het productieproces te behouden en de kans op een ongeplande uitval te voorkomen voorziet Project One de volgende investeringen:

- Gebruik van betrouwbare pompen met aanvullende instrumenten om een stabiele werking te ondersteunen en oneigenlijke activering van het uitschakelsysteem te voorkomen;
- Gebruik van mechanische vergrendelingen op installaties (bv. kleppen) die afsluiten wanneer een drempelwaarde van een temperatuur of een druk wordt bereikt om te voorkomen dat een overdruk ontstaat en een overdrukventiel wordt vrijgegeven om af te fakkelen;
- Gebruik van een dubbele externe stroomtoevoer door middel van twee onafhankelijke hoogspanningskabels van 380kV (Elia) om de elektrische voeding te verzekeren;
- Bouw van een interne stroomvoorziening voor de ECR, die kan voorkomen dat de ECR ongepland stopt bij een stroomstoring op het externe elektriciteitsnet;
- Bouw van 2 stoomketels welke een dubbele taak vervullen door enerzijds het proces te allen tijde te voorzien van een continue stroomtoevoer om de normale werking te voorzien (bij uitval van één ketel neemt de andere ketel de volledige stoomvraag over) en anderzijds het verbruiken van de proces afgassen om zo het affakkelen van overvloedige gasstromen te verminderen.
- Het toepassen van ontwerpnormen voor de installatieprocessen om een hoge technische beschikbaarheid te garanderen en het toepassen van geautomatiseerde systemen die de afgashoeveelheid naar de fakkels kunnen beperken door apparatuur die een fakkelwerking kan veroorzaken, automatisch uit te schakelen.

#### Aanvullende maatregelen

Tijdens de verdere vordering van het project is het belangrijk om na te gaan of alle aangenomen geluidsvermogens voor de fakkels in lijn liggen met de aannames in dit MER en er derhalve kan voldaan worden aan de maximaal aangenomen geluidsemissies.

Bij de definitieve keuze van de torenfakkel dient de voorkeur te gaan naar het meest geluidsarme type dat beschikbaar wordt gesteld door de leveranciers.

## 18.2.2 Lucht

### 18.2.2.1 Aanlegfase

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

- Het gebruik maken van voertuigen/machines van Stage IV of beter voor alle middelzware en zware voertuigen/machines (vanaf 56 tot 560 kW).
  - Ongeveer drie kwart van de ingezette voertuigen/machines behoort tot deze categorie.
  - Voor de lichtere types (onder 56 kW) is er weinig of geen verschil i.f.v. de 'Stage' van de machines. Deze zijn pas vanaf Stage V (types vanaf 2019-2020) aan strengere emissie-eisen onderworpen.
  - Het gebruik van minder streng gereguleerde dieselgeneratoren van het zwaarste type (> 560 kW) wordt uitgesloten.
- Het toepassen van de codes van goede praktijk tijdens graafwerken, bij het manipuleren (laden, lossen, ...) van eventuele stuifgevoelige (bouw)materialen en bij opslag ervan, bij voorbeeld door materialen en/of wegen te besproeien bij droog weer en de wegen periodiek te reinigen.
- Het transport wordt waar mogelijk met schepen i.p.v. vrachtwagens gepland. Dit is het geval voor de meeste grondtransporten en voor de aanvoer van de grootste deelinstallaties (modules) en apparaten.

### 18.2.2.2 Exploitatiefase

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

- Beperken van NO<sub>x</sub>-emissies:
  - Het gebruik van low-NO<sub>x</sub> branders in alle stookinstallaties.
  - SCR-DeNO<sub>x</sub> op 8 schoorstenen (6 ECR-schoorstenen, 2 stoomketels) ter vermindering van de NO<sub>x</sub>-emissie (uitvoering van het scenario B).
  - De combinatie van deze technieken bereikt een lager emissieniveau dan voor elke BBT-techniek afzonderlijk (daling NO<sub>x</sub>-emissies met 72% voor geheel Project One). In volgende tabel worden de gegarandeerde emissiegrenswaarden gepresenteerd.

Tabel 18-2: Emissiegrenswaarden NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

Emissiegrenswaarden 6 kraakfornuizen en 2 stoomketels	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
<b>Concentraties tijdens normale operationele condities</b>		
<b>Uurgemiddelde per schoorsteen</b>	60 mg/Nm <sup>3</sup>	8 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Daggemiddelde per schoorsteen</b>	40 mg/Nm <sup>3</sup>	6 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Jaarvracht</b>		
<b>Voortschrijdend driejaargemiddelde voor de 8 schoorstenen samen*</b>	148,8 ton/jaar	17,9 ton/jaar

\* Deze jaarvrachten zijn berekend o.b.v. een verwachte emissieconcentratie, uitgemiddeld over de verschillende schoorstenen en over de levensduur van de katalysator, van 25 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> en 3 mg/Nm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> bij normale operationele omstandigheden. Met deze vrachten werden de effecten berekend.

- Er is bij het ontwerp van de installaties (kraakfornuizen en boilers) en hun gaszuivering, rekening gehouden met het mogelijk toepassen van carbon capture in de toekomst. Daartoe werd ruimte in de installaties voorzien voor extra leidingen en ruimte op het terrein voor extra installaties.
- De decoking-emissies van de ECR worden beperkt door een stofverwijdering met cyclonen.
- De installaties waarin de fysico-chemische (primaire) en de biologische afvalwaterbehandeling (secundaire zuivering) plaatsvinden, zullen gesloten zijn en voorzien worden van een afzuiging:
  - Voor de primaire zuiveringsstappen, waar grotere hoeveelheden koolwaterstoffen verwacht worden, worden de afgezogen gassen verbrand in een thermische oxidator, in overeenstemming met BBT.
  - Voor de secundaire, biologische zuiveringsstappen, inclusief slibbehandeling, wordt de afgezogen lucht over een geurverwijderingsinstallatie gestuurd, in overeenstemming met BBT.
- Ter beperking van de opslag- en verladingsemisies bij de tanks voor de C5+ fractie en de pyrolyse olie is er een actieve-koolfilter of een membraanfilter voorzien (of een evenwaardige techniek), in overeenstemming met BBT.
- De grond- en torenfakkels hebben vooral een veiligheidsfunctie. De ECR-grondfakkel wordt gebruikt bij geplande start- en stopprocedures. De ECR-torenfakkel en de grondfakkels van de gasopslag worden enkel gebruikt wanneer gassen om veiligheidsredenen moeten worden geëvacueerd. Het gebruik van de fakkels wordt beperkt tot deze situaties.
- Om fugatieve emissies te voorkomen en beperken, wordt ingegrepen op het vlak van ontwerp, constructie, oplevering, onderhoud en monitoring. Dit houdt in dat in alle installatiedelen waar gasvormige of vluchtige, vloeibare productstromen voorkomen, gebruik wordt gemaakt van technisch dichte installatieonderdelen. Tijdens de constructie wordt gespecialiseerd, getraind personeel ingezet dat op de correcte manier flenzen, kleppen, enz. installeert. Voor de oplevering van de installaties worden lektesten uitgevoerd, waarbij eventuele lekken worden hersteld voor de effectieve ingebruikname. Qua monitoring wordt, in samenwerking met de gespecialiseerde contractor, een combinatie voorzien van metingen t.h.v. installatieonderdelen (sniffing methode) en gebruik van geavanceerde infrarood camera's (OGI = Optical Gas Imaging). Met deze aanpak worden alle aspecten van de BBT toegepast.
- Aan- en afvoer van grondstoffen en eindproducten gebeurt grotendeels per schip en pijpleiding.

### Aanvullende maatregelen

De effecten van de emissie van N-verbindingen (NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>) wordt als een aandachtspunt geëvalueerd, zowel in de discipline Lucht (NO<sub>2</sub>), Mens-Gezondheid (NO<sub>2</sub>) als Biodiversiteit (N-depositie).

Deze effecten houden reeds rekening met maximale emissies per schoorsteen die, als gevolg van het gebruik van low-NO<sub>x</sub>-branders, in combinatie met SCR-DeNO<sub>x</sub> ruim aan de met BBT geassocieerde emissieniveaus (BBT-GEN's) voldoen. De combinatie van deze technieken bereikt een lager emissieniveau dan voor elke BBT-techniek afzonderlijk.

Het betreft onderstaande emissieconcentraties:

- Maximale emissieconcentratie met SCR: concentraties verwacht op het einde van de levensduur van het katalysatorbed (dit dient om de 5-tal jaar te worden vervangen).
- Verwachte emissies: gemiddelde emissie over de levensduur van de katalysator: houdt rekening met de trage deactivatie van de SCR-DeNO<sub>x</sub> katalysator.

Tabel 18-3: Verwachte emissieconcentraties NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

	Scenario A BBT zonder SCR Maximale emissies	Scenario B BBT met SCR	
		Maximale emissies (Daggemiddelde)	Verwachte emissies (gemiddelde over 3 jaar)
<b>NO<sub>x</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>			
ECR Kraakfornuizen (6) *	100	40	25
Stoomketels (2) *	80	40	25
<b>NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>			
ECR Kraakfornuizen (6)	0	6	3
Stoomketels (2)	0	6	3

\* Stookinstallaties met rookgassen bij 3% O<sub>2</sub>

Onderstaande tabel geeft aan dat door het toepassen van de SCR-DeNO<sub>x</sub> gaszuivering een grote emissiereductie voor NO<sub>x</sub> wordt gerealiseerd (daling met 72% voor geheel Project One). Project One heeft reeds beslist deze zuivering toe te passen op de 8 betrokken schoorstenen. Daarbij zal een beperkte NH<sub>3</sub>-emissie optreden.

Tabel 18-4: Verwachte emissievracht Project One NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

	Zonder SCR	Met SCR
<b>NO<sub>x</sub></b>	591 ton/jaar	167 ton/jaar
<b>NH<sub>3</sub></b>	0 ton/jaar	18 ton/jaar

Er worden voor elke schoorsteen afzonderlijk de hogervermelde maximale emissiegrenswaarden voorzien, die steeds moeten worden gerespecteerd. Daarnaast dienen de hogervermelde verwachte waarden te worden beschouwd als richtwaarden, die voor het geheel van Project One en over langere termijn gerespecteerd worden. Er wordt van uitgegaan dat de emissies van Project One onder 167 ton NO<sub>x</sub> en 18 ton NH<sub>3</sub> per jaar zullen liggen, wat overeenkomt met:

- een richtwaarde van 25 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> voor alle schoorstenen met SCR-DeNO<sub>x</sub>;
- een richtwaarde van 3 mg/Nm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> voor alle schoorstenen met SCR DeNO<sub>x</sub>.

Daar alle schoorstenen met de meest relevante NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>-emissies uitgerust zullen zijn met continue meetapparatuur kan de reële emissie goed opgevolgd en gekwantificeerd worden. Hierdoor kan gegarandeerd worden dat:

- de efficiëntie van de SCR-katalysator voortdurend opgevolgd wordt, zodat de emissiegrenswaarden gerespecteerd worden;
- de globale emissies van Project One voortdurend gekwantificeerd worden, waardoor kan worden aangetoond dat deze overeenkomen met of lager liggen dan de verwachte emissies die hoger vermeld werden;
- De emissies van elke schoorsteen goed gekend zijn, waardoor met een dispersiemodellering het effect van de emissies o.b.v. de reële emissies desgevallend kan worden nagegaan.

De hoger geëvalueerde emissies zijn al gemilderd door extra milderende maatregelen, waardoor emissieniveaus zullen worden gerealiseerd die beduidend lager zijn dan de met BBT geassocieerde emissieniveaus (BBT-GEN's). De mogelijkheden voor een verdere beperking van de emissies werden onderzocht maar zijn beperkt:

- De NO<sub>x</sub>-emissie wordt maximaal mogelijk beperkt door de katalysatorbedden van de SCR uit te breiden en/of met een grotere regelmaat te vervangen. De vooropgestelde concentratie (richtwaarde 25 mg/Nm<sup>3</sup> met SCR) benadert echter de technische limieten van de SCR, waardoor er geen garanties zijn dat nog lagere emissies gerealiseerd zullen worden. Daarnaast blijkt dat de extra investeringskosten en operationele kosten (verhoogde drukval over de SCR-katalysator; vervanging van de katalysator, stilleggen van de productie, ...) voor verdergaande maatregelen hoog zijn ten opzichte van de gehanteerde eenheidsreductiekost van 8,6 EUR/kg NO<sub>x</sub> verwijderd. Voor een meer gedetailleerde toelichting verwijzen we naar Bijlage 6.4.
- De NH<sub>3</sub>-emissie van de SCR-DeNO<sub>x</sub> is inherent aan de werking van deze techniek en wordt zo laag mogelijk gehouden door een continue opvolging van de werking van de installatie. De BBT (BBT 7 voor de sectoren LVOC en LCP, zie Bijlage 8) vermeldt dat de NH<sub>3</sub>-emissie te beperken is door het ontwerp en/of de werking van het SCR-systeem te optimaliseren (bv. geoptimaliseerde verhouding reagens/NO<sub>x</sub>, homogene verspreiding van het reagens en optimale grootte van de reagensdruppels). Dit wordt toegepast in het ontwerp van Project One. De NH<sub>3</sub>-emissie kan niet verder beperkt worden door aanpassing van de SCR-DeNO<sub>x</sub>. De verwachte emissieconcentraties van NH<sub>3</sub> (lager dan 6 mg/Nm<sup>3</sup>) zijn daardoor voor de geplande installaties reeds als laag te beschouwen.

Voor verdere reductie van deze concentratie met een nageschakelde techniek zijn er volgens de BBT geen technieken beschikbaar. Een vaak gebruikte nageschakelde techniek voor verwijdering van NH<sub>3</sub> is gaswassing. VITO vermeldt (<https://emis.vito.be/nl/bbt/bbt-tools/techniekfiches/zure-wasser>) in de techniekenfiche voor wassers die NH<sub>3</sub> verwijderen enkele referentievoorbeelden en een typische randvoorwaarde voor de concentratie aan ammoniak die dient verwijderd te worden van 200 tot 1 000 (en soms 20 000) mg/Nm<sup>3</sup>. De NH<sub>3</sub>-concentratie na de SCR (< 6 mg/Nm<sup>3</sup>) ligt beduidend lager, waardoor een gaswasser geen efficiënte verwijdering zou realiseren en daardoor in dit geval geen BBT is.

## 18.2.3 Bodem

### 18.2.3.1 Aanlegfase

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

Er worden enkele projectgeïntegreerde maatregelen genomen om accidentele verontreiniging tijdens de aanlegfase te vermijden of te beperken:

- Strikt volgen van de gebruiksadviezen geformuleerd in de uitgevoerde en lopende bodemonderzoeken en strikt volgen van de bepalingen in het technisch verslag teneinde verspreiding van verontreinigde gronden te voorkomen;
- Bij calamiteiten: directe acties te ondernemen in overleg met de bodemsaneringsdeskundige om de impact op de bodemkwaliteit tot een absoluut minimum te beperken/weg te nemen;
- Opstellen en opvolgen van werkprocedures die periodiek op hun efficiëntie dienen gecontroleerd te worden;
- Afspuiten van materialen op één of meerdere centrale plaats(en) die van een vloeistofdichte verharding voorzien zijn;
- Het gebruik van vaten en jerrycans zoveel mogelijk vermijden; indien ze toch gebruikt worden, moeten ze voorzien zijn van goede schenktuiten en flexibele vulslangen;
- Waar mogelijk gebruik maken van milieuvriendelijke smeeroïlen en vetten (bvb. biologisch afbreekbare olie).

### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden aanvullende milderende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

#### 18.2.3.2 Exploitatiefase

Op basis van de effectbeoordelingen worden milderende maatregelen en aanbevelingen voor de exploitatiefase niet noodzakelijk geacht.

### 18.2.4 Water

#### 18.2.4.1 Aanlegfase

##### Projectgeïntegreerde maatregelen

- Het aanbrengen van damwanden of equivalente techniek.
- Zuiveren van het verontreinigde opgepompte bemalingswater conform de vooropgestelde lozingsnormen vooraleer dit te lozen.
- De voorziene monitoring en controle van de waterzuivering en van de bemaling ter hoogte van de bemalingszones uitvoeren. Het monitoringplan wordt gegeven in de hydrogeologische studie, incl. bemalingsnota, bij de omgevingsvergunningaanvraag.
- De effectieve beïnvloeding tijdens de bemalingswerken opvolgen door monitoring van de grondwaterstandsverlaging en een monitoring van de zettingen, grondwaterverontreiniging en verzilting. De monitoring zal besproken worden in de hydrogeologische studie, incl. bemalingsnota, die bij de vergunningsaanvraag zal gevoegd worden.

### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden geen aanvullende milderende maatregelen noodzakelijk geacht.

#### 18.2.4.2 Exploitatiefase – oppervlaktewater

##### Projectgeïntegreerde maatregelen

Binnen Project One worden o.a. reeds volgende preventieve maatregelen voorzien om de impact op de ontvangende waterlichamen te limiteren:

- het gebruik van deminwater in de koelcircuits in plaats van louter stadswater, hierdoor wordt het waterverbruik en het afvalwaterlozingsdebiet aanzienlijk gereduceerd;
- het hergebruik van hemelwater als koelwater en voor sanitaire toepassingen;
- het scheiden en voorbehandelen van specifieke afvalwaterstromen bij de bron en het op de gepaste wijze behandelen van verschillende soorten afvalwater;
- het mogelijk verontreinigd hemelwater wordt afzonderlijk opgevangen in het first flush en second flush bekken, zodat het vervolgens – als de kwaliteit voldoet – kan aangewend worden als koelwater;
- streng toezien op toepassing van “good housekeeping”:
  - het schoonhouden van de productie-installaties en omliggende locaties
  - de afvalwaterstromen worden aan de bron gescheiden en naar het desbetreffend afvoersysteem geleid om deze op de gepaste wijze af te voeren en te zuiveren;
- het gebruik van ClO<sub>2</sub> ter vervanging van NaOCl, waardoor de contaminant AOX in het effluent vermeden wordt;
- het gebruik van aangepaste additieven (anti-corrosie, anti-fouling-middelen) in de koelwatersystemen;
- het installeren van een voorzuivering, een primaire, secundaire en tertiaire zuivering, waarbij de secundaire zuivering een biologisch behandelingsproces is;
- het voorzien van voldoende buffercapaciteit in de waterzuivering;
- afvalwaterstromen die niet voldoen aan de specificaties conform de verwerking in de WZI worden opgevangen in de off-spec tank;
- voorzien van een monitoringsysteem van de afvalwaterzuiveringsinstallatie vanuit zowel de plaatselijke als de centrale controlekamers:
  - op de inkomende afvalwaterstromen (online: ph, temperatuur, debiet, TOC, zwevende stoffen, zuurstofverbruik);

- op het effluent van de afvalwaterstromen (online: pH, temperatuur, TOC, zwevende stoffen, debiet; op dagbasis: totaal N);
- met duidelijke afspraken naar interne drempelwaarden (bv. debiet, temperatuur, pH, TOC, turbiditeit als indicator voor zwevende stoffen) voor elk van de inkomende afvalwaterstromen naar de waterzuiveringsinstallatie;
- webgebaseerd dashboard (sterk visueel georiënteerd platform), toegankelijk voor alle relevante "partners" voor communicatie van de online info van de verschillende inkomende afvalwaterstromen, de efficiëntie van de WZI en de concentraties van het uitgaande effluent; in functie van de ondersteuning van een responsieve, pro-actieve houding;
- verder zal een systeem van "scenario-respons" kaarten met specifieke instructies ontwikkeld worden voor de WZI-beheerders. Een performant systeem van "lessons learned" management (zowel over identificatie van verbetermogelijkheden, als implementatie en opvolging) zou deze aanpak moeten ondersteunen. Vergelijkbare aanpak moet voorzien worden bij de bron van de afvalwaterstromen, om ook aan de "bron-zijde" terug te kunnen koppelen (proces-aanpak);
- verbetering van de performantie van de afscheiders en vermindering van de waterbelasting door:
  - een continue en evenwichtige hydraulische stroming door de installatie te handhaven o.a. door het voorzien van een voldoende grote verzameltank, gecombineerd met de noodzakelijke procescontrole om te allen tijde voldoende buffercapaciteit te realiseren;
  - voorzieningen treffen (d.m.v. biodosering) om de nutriëntenconcentratie waar nodig aan te passen om optimale omstandigheden in de biologische zuiveringsinstallaties te handhaven;
- voorzien van bewakings- en controlemaatregelen om te voorkomen dat het koelwater wordt verontreinigd in de proceswarmtewisselaars. Passende maatregelen zijn onder meer:
  - hoogwaardige koelbuizen/plaatmaterialen om corrosie te voorkomen;
  - kwaliteitsborging en inspectie van warmtewisselaars tijdens de bouw;
  - adequaat preventief onderhoud, en;
  - online-monitoring (van TOC) op de aanwezigheid van verontreinigingen in het koelwater; met onmiddellijke actie als deze worden gedetecteerd;
- het minimaliseren van VOS-emissies naar de vrijgekomen dampen ter hoogte van de opeenvolgende behandelingsstappen in het afvalwatersysteem door:
  - een zo groot mogelijk deel van de fysico-chemische delen van de afvalwaterzuiveringsinstallatie te overkappen, waarbij de vluchtige componenten gecollecteerd worden om in een naverbrander te verwerken;
  - de dampen van de biologische waterzuiveringsstappen naar een biogaswaster te sturen om de geurende verbindingen en eventueel resterende VOS te verwijderen. Dit wordt besproken in Hoofdstuk 7 Lucht;
- installatie van online procesmonitoringsapparatuur in de hele fabriek om productstromen en risico op belangrijke verontreinigingen tijdig te registreren en te melden aan de autoriteiten (in geval van een incident). Deze online systemen worden uitgerust met alarmen om de operators te waarschuwen als bepaalde operationele parameters buiten een bepaald bereik stijgen.

### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden aanvullende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

## 18.2.4.3 Exploitatiefase – grondwater

### Projectgeïntegreerde maatregelen

- er worden lekdetectiesystemen voorzien op de tanks;
- de zones waar de kans op morsen het grootst is, worden gebundeld of afgedekt; er wordt een vloeistofdichte ondergrond voorzien. Gemorste vloeistoffen binnen deze zones worden opgevangen en afgevoerd door derden;
- tanks met milieubelastende vloeistoffen worden voorzien van inkuipingen met vloeistofdichte vloeren en -wanden. Er worden systemen voorzien om de afdichtingen te controleren;
- tanks worden ontworpen zodat voorkomen wordt dat er koolwaterstoffen in het grondwater terechtkomen. Naast het ontwerp, het operationele beheer en de prestaties, zal het onderhoud, de inspectie en het herstel van de tanks van cruciaal belang zijn om aan deze eis te voldoen;
- de inkuiping zal een zodanige beschikbare capaciteit hebben dat ze in staat is om zowel mogelijke lekken van brandbare/gevaarlijke vloeistoffen, en waar van toepassing blus- en koelwater, een schuimlaag, hemelwater en windgolven op te vangen. De capaciteit voor opvang van bluswater, koelwater en schuim worden bepaald volgens een code van goede praktijk;

- laad- en loszone voor gevaarlijke producten zullen uitgerust worden met een vloeistofdichte verharding en afvoer naar een opvangput of naar de riolering voor oliehoudend afvalwater (naar WZI).

### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden aanvullende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

## 18.2.5 Mobiliteit

### 18.2.5.1 Aanlegfase

In de aanlegfase worden volgende milderende maatregelen noodzakelijk of wenselijk geacht:

- Monitoring van parallel lopende werven en actuele verkeerssituaties in functie van een betere sturing van het werfverkeer. Zo kan het op bepaalde momenten interessanter zijn om complex 11 te gebruiken in het kader van ontlasting van complex 12 en de kruispunten R2. Hiervoor zal voorafgaand aan en tijdens de aanlegfase overleg zijn met de betrokken overheden, o.a. op tweewekelijks Impactmanagement en op wekelijks stedelijk coördinatieoverleg.
- Duidelijke signalisatie voor werfverkeer. Mogelijk dynamische signalisatie in functie van sturing verkeer.
  - Signalisatie openbare weg
  - IOB gaat in overleg met bevoegde diensten over mogelijkheid tot dynamische signalisatie in functie van sturing verkeer
- Verdere initiatieven ter stimulering van collectief vervoer, door aannemers bijvoorbeeld contractueel te verplichten om arbeiders per bus/waterbus/minibus naar de werf te brengen.
- Implementatie van duurzaam transport op de werfsite (poolfietsen, elektrische voertuigen,...).
- Monitoring van modi en gebruik van de parkeerplaatsen, met mogelijkheid tot bijsturing van beschikbare plaatsen ten voordele van meer duurzame modi (bijvoorbeeld gereserveerde parkeerplaatsen voor carpoolen).
- Gefaseerd aanbieden van parkeerplaatsen op noordelijke werfzone, afhankelijk van de noodzaak van het project.
- Periodieke en transparante communicatie rond de werken.
- Werken met aangepaste shiften, teneinde de spitsperiodes te vermijden.
- Scheiding van gemotoriseerd verkeer en actieve weggebruikers op de bedrijfssites, bijvoorbeeld door het voorzien van een parallel fietspad tussen Scheldelaan en interne ontsluitingsweg, waardoor fietsers niet in conflict komen met gemotoriseerd verkeer.
- Beveiligen van kruispunten langs Scheldelaan;
  - Beveiligen van het kruispunt Vopak door middel van VRI. Hiervoor werd reeds een ontwerp besproken met AWV, teneinde voorafgaand aan de vergunningsaanvraag reeds een samenwerkingsovereenkomst te hebben over de uitvoering en financiering.
  - Correct uitvoeren van markeringen en signalisatie i.f.v. van betere leesbaarheid.
- Optimalisatie kruispunten Scheldelaan x R2. Bijvoorbeeld voorzien van extra opstelstroken bij kruispunt Scheldelaan x R2-Oost.

### 18.2.5.2 Exploitatiefase

In de exploitatiefase worden volgende milderende maatregelen noodzakelijk of wenselijk geacht:

- Verdere initiatieven ter stimulering van fietsverkeer, collectief vervoer, carpoolen,... in functie van een meer duurzame modal split woon-werkverkeer. Ter vergelijking wordt gewezen op de modal split die in Vlaanderen geldt voor woon-werkverkeer. 60% maakt daarvoor gebruik van de wagen als bestuurder, terwijl dit bij Project One volgens conservatieve inschatting nog 64% zal zijn. Om die ambitie van 60% te behalen worden verschillende initiatieven verder bestudeerd:
  1. Implementatie van mobiliteitsbudget
  2. Uitrollen van carpool platform
  3. Organisatie van bewustwordingsacties
  4. Stimuleren van het gebruik van de Ibus
- Monitoring van modi en gebruik van de parkeerplaatsen, met mogelijkheid tot bijsturing van beschikbare plaatsen ten voordele van meer duurzame modi.

- Beveiligen van de inrit Vesta (met andere kruispuntconfiguratie) ter bevordering van de leesbaarheid en verkeersveiligheid.
- Scheiding van gemotoriseerd verkeer en actieve weggebruikers op de bedrijfssites.
- Correct uitvoeren van markeringen en signalisatie i.f.v. van betere leesbaarheid.
- Optimalisatie kruispunten Scheldelaan x R2. Bijvoorbeeld voorzien van extra opstelstroken bij kruispunt Scheldelaan x R2-Oost.

### 18.2.5.3 Cumulatieve effecten en ontwikkelingsscenario's

#### Nutswerken Elia en Waterlink

Om de cumulatieve effecten met de nutswerken van Elia en Waterlink te milderen, worden volgende maatregelen als wenselijk geacht:

- Werfverkeer uit regio Antwerpen en Vlaanderen beperken. Dit wordt meegegeven tijdens de contractbesprekingen, om zoveel mogelijk groepsaccommodatie ten noorden of westen van de site te voorzien.
- Werfverkeer ook vanuit het noorden laten toekomen (A12 – afrit 11 Zandvliet – noordelijk deel Scheldelaan).
- Inzetten op personentransport via het water, met bijvoorbeeld de Waterbus of eigen initiatieven.

#### Ontwikkelingsscenario Oosterweel

Om de verwachte hinder tijdens de werken aan de Antwerpse Ring en Oosterweel te beperken, werkt Lantis aan een uitgebreid Minder Hinder-plan. Dit plan stoelt vooral op het aanbieden van alternatieven voor personenwagenverkeer, door bijvoorbeeld het verder uitbouwen van fietsnetwerken, het vergroten van het aanbod P&R in de ruime omgeving rond Antwerpen en het optimaliseren en uitbreiden van het aanbod openbaar vervoer. Op die manier hoopt Lantis tijdens de werffase zo'n 1 500 PAE van het hoofdwegennet te halen, zodat de beschikbare capaciteit in die periode volstaat.

Het huidige Minder Hinder-plan is echter nog niet finaal en dus is het nog niet 100% zeker wat wel en niet gerealiseerd zal worden.

Wenselijke / noodzakelijke maatregelen:

- Inzetten op collectieve verplaatsingen voor alle werknemers tijdens werf. Dit omvat carpoolen, gebruik Waterbus/I-bus/Fietsbus, enz.
- Aantakken op de P&R's die door Lantis i.k.v. Oosterweel gebouwd worden. Deze komen op interessante locaties in ruime omgeving van projectgebied Project One. IOB kan bijkomende shuttle bussen inzetten vanaf deze parkeerzones, om het individuele personenverkeer tot op de site verder te beperken.
- Werfverkeer via regio Antwerpen en de Antwerpse hoofdwegen (R0, A12, R2) beperken.
- Tijsmanstunnel vermijden tijdens werffase door werfverkeer eerder via complex 11-Zandvliet en Scheldelaan te laten rijden.
- Inzetten op personentransport via het water, met bijvoorbeeld de Waterbus of eigen initiatieven.

### 18.2.6 Biodiversiteit

Aangezien de impact van het project aanzienlijk negatieve effecten genereert voor wat betreft biotoop- en ecotoopverlies, versnippering en barrièrewerking binnen de discipline biodiversiteit, zijn verschillende milderende, compenserende en herstelmaatregelen van toepassing.

De compenserende maatregelen hebben enkel betrekking op de boscompensatie. Compenserende maatregelen in het kader van Artikel 36ter van het Natuurdecreet, die gelinkt zijn aan de impact op Europees beschermde habitats en soorten, zijn hier niet aan de orde.

Doorheen het project zijn alle milderende maatregelen reeds projectgeïntegreerd en worden zij dus sowieso door de initiatiefnemer doorgevoerd. Door het hanteren van deze projectgeïntegreerde maatregelen worden de aanzienlijk negatieve effecten gemilderd. Enkel voor het aspect ecotoop- en biotoopverlies blijft voornamelijk op lokaal niveau een aanzienlijk effect bestaan, omwille van het feit dat er een aaneengesloten gebied met een ecologische waarde permanent verdwijnt. Hierna volgt een opsomming van de verschillende maatregelen, die in belangrijke mate bijdragen tot een mildering voor bepaalde aspecten, zoals impact op soorten.

In Project One wordt BBT toegepast in de oventechnologie en boilers, en ook SCR NO<sub>x</sub> –reductie op de schoorstenen.

### **18.2.6.1 Aanlegfase**

#### ***Voorkomen beschermde soorten tijdens de werken***

Tijdens de vegetatieverwijdering werd nagegaan dat er geen broedende vogels aanwezig waren en werden maatregelen getroffen om te voorkomen dat vogels zich op de terreinen zouden vestigen.

Bij tijdelijke grondstockage zal erop gelet worden dat deze ongeschikt worden als broedbiotoop voor holenbroedende soorten als Oeverzwaluw. M.a.w. verticale wanden worden vermeden.

Project One zal één grondstock zo inrichten dat er Oeverzwaluwen tot broeden kunnen komen op het terrein. Deze grondstock zal geplaatst worden op een locatie die niet noodzakelijk is voor de verdere nivelleringswerken. Op die manier zal er tijdelijk een broedlocatie voor Oeverzwaluw voorzien worden. In de mate van het mogelijke zal ook bekeken worden of deze broedlocatie ook op lange termijn kunnen behouden blijven.

Het vermijden van verticale wanden is een noodzakelijke milderende maatregel, die reeds projectgeïntegreerd is opgenomen.

#### ***Juridisch verplichte boscompensatie***

Door het project verdween ca. 39,31 ha bos, waarvan 14,245 ha een bosleeftijd had van ouder dan 22 jaar. Zoals hiervoor aangehaald is, rekening houdend met een compensatiefactor van 2, hiervoor een boscompensatie van 28,49 ha noodzakelijk.

De ontbossing werd reeds volledig uitgevoerd (2022) en was vergund inclusief boscompensatie.

→Dit is een juridisch noodzakelijke compenserende maatregel.

#### ***Maatregelen tegen kolonisatie Japanse Duizendknoop***

Momenteel komt Japanse duizendknoop niet voor op beide projectgebieden. Om te vermijden dat er bij aanvoer van gronden een inbreng van Japanse duizendknoop zal optreden, zullen in het bestek voor de aannemers strikte instructies worden opgenomen dat er te allen tijde geen grond afkomstig van gronden met Japanse duizendknoop mogen aangevoerd worden.

→Dit is een noodzakelijke milderende maatregel, die reeds projectgeïntegreerd is opgenomen.

#### ***Maatregelen voor de Bijlage I (categorie 2) vogelsoorten van het Soortenbesluit***

Binnen het projectgebied zijn enkele vogels waargenomen, die voorkomen op Bijlage I, categorie 2, van het Soortenbesluit. Voor deze soorten is in het kader van het Soortenbesluit het leefgebied niet beschermd. De werken werden uitgevoerd buiten het broedseizoen en er werden bijgevolg geen verboden handelingen getroffen. Om de impact op deze soorten te mitigeren, worden enkele herstelmaatregelen voorgesteld.

In verband met vogels wordt opgemerkt dat de werken werden aangevat voor het broedseizoen en continu doorliepen. Er trad bijgevolg geen opzettelijke verstoring op, en broedvogels zijn niet meer aanwezig. Voor vogels wordt bijgevolg geen afwijking op het Soortenbesluit aangevraagd.

Voor de meeste van deze soorten ontstaat nieuw leefgebied ter hoogte van de locatie waar 3 ha gemengd (doorn)struweel werd aangeplant en ter hoogte van de boscompensatiegebieden. Een aantal soorten kan gedeeltelijk ter plaatse blijven na realisatie van het project (bv. Zwarte roodstaart, Scholekster).

***Herstelmaatregelen in het kader van het Soortenbesluit***

Om de impact door de vegetatieverwijdering op de Bijlage I categorie 1 soorten van het Soortenbesluit te milderen, werden er een reeks van herstelmaatregelen uitgevoerd. Hiervoor werd een afwijking aangevraagd en bekomen in het kader van het besluit van de Vlaamse Regering van 15 mei 2009 met betrekking tot soortenbescherming en soortenbeheer.

Deze maatregelen werden vanuit het project-MER als milderende maatregelen opgelegd:

- Bijenorchis en Grote Keverorchis: translocatie binnen Antwerps Havengebied;
- Blauwvleugelsprinkhaan: geen herstelmaatregelen nodig. Deze soort kan zich verder ontwikkelen op de 36 ha schraal grasland die in de haven ontwikkeld zal worden;
- Echt duizendguldenkruid: ecologisch beheer van bestaande en nieuwe ecologische infrastructuur;
- Rendiermossen (Cladonia): ontwikkelingsmogelijkheden voorzien op de huidige terreinen door ecologisch beheer van open stukken tussen de installaties;
- Rugstreeppad: aanleg van een geschikt voorplantingswater en aangrenzend landhabitat in de ecologische infrastructuur haven Antwerpen en op het eigen terrein in de administratieve zone langs de Scheldelaan (uitgediepte wadi's).

***Herstelmaatregelen in het kader van het verbod op wijziging van vegetatie***

Voor het verlies aan duindoornstruweel en rietvegetaties, werden herstelmaatregelen genomen. Voor de rietvegetatie gebeurt een herstel op het terrein zelf. Voor het verlies aan 1,07 ha zuiver en vrijstaand duindoornstruweel wordt aan natuurherstel gedaan, met name de aanplant van 3 ha doornstruweel in de Antwerpse haven.

**Duindoornstruweel**

Er wordt 3 ha inheems en gemengd doornstruweel aangeplant, bestaande uit Meidoorn, Wilde liguster, Hondсроos, Egelantier, Duinroos, Kruidwilg en Sleedoorn. Het inheems (doorn)struweel zorgt voor veel meer biodiversiteit dan de huidige vegetatie of alleen de aanplant van duindoorn. Het betreffende terrein waar de aanplanting gebeurt, betreft het kadastraal perceel gekend als Antwerpen, afdeling 20, sectie A, nummer 1D2. Deze zone maakt deel uit van het Vlaams Ecologisch Netwerk, waardoor voor deze activiteit een VEN-afwijking werd aangevraagd en bekomen.

→ Dit is een juridisch noodzakelijke maatregel.

**Rietvegetatie**

Er zal in het kader van natuurherstel getracht worden om de rietvegetaties in de mate van het mogelijke te behouden op het terrein. Indien dit toch niet mogelijk zou zijn, zal er op het terrein een zone vrijgehouden worden voor spontane rietontwikkeling of aanplant.

***Herstelmaatregelen voor het verlies aan pioniersvegetatie met kenmerken van schraal grasland***

Aangezien de vereiste 224 ha schraal grasland die moet gerealiseerd worden in het kader van het Soortenbeschermingsprogramma van de Antwerpse haven nog niet aanwezig is, zullen enkele gerichte maatregelen genomen worden binnen de bestaande ecologische infrastructuur van de haven of in nieuwe gebieden als uitbreiding van de ecologische infrastructuur, als onderdeel van maatregelen binnen het SBP Antwerpse haven (Port of Antwerp).

Hierbij wordt een totale oppervlakte van 36,25 hectare gerealiseerd door omvorming van bestaande, minder waardevolle vegetaties, naar ecologisch waardevolle schrale vegetaties. Een overzicht van de kadastrale percelen, eigenaars en engagementverklaring wordt eveneens aan de omgevingsvergunning toegevoegd. In onderling overleg tussen het havenbedrijf en de initiatiefnemer werd er afgesproken dat het havenbedrijf bijkomend verspreid in de Antwerpse haven 7 ha grasland ecologisch zal beheren.

Deze 7 ha betreft een zone langsheen de Scheldelaan, die bijdraagt tot een robuust netwerk van schrale graslanden en de leefgemeenschappen die erin voorkomen. Daarnaast wordt natuurlijk nog steeds een ecologisch beheer gedaan op de resterende percelen zowel op linkeroever als rechteroever.

De gebieden die hiervoor in aanmerking komen zijn: Grote kreek, spoorzone Kuifeend, Zouten – Stocatradijk, Groot buitenschoor, Scheldelaan, Sigmadijk.

### ***Ecologisch beheer leidingstrook***

Om het effect inzake versnippering en barrièrewerking te milderen, zal de leidingstrook die in het zuidelijk deel is gelegen en in eigendom van de Haven van Antwerpen is, ecologisch beheerd worden, zodat het haar functie als ecologische verbinding kan behouden en versterken.

### ***Principes van goed verlichten***

Met oog op lichtschuwe vleermuissoorten die hun vlieg- en migratieroutes langs het Kanaaldok hebben, dient bij de plaatsing van de verlichting ervoor gezorgd te worden dat het Kanaaldok minimaal wordt verlicht.

Zowel voor de aanleg- als voor de exploitatiefase, moeten de principes van goed verlichten toegepast worden:

- Respecteren van de 20°-regel;
- Volledig vermijden van een rechtstreekse opwaartse lichtstroom door het principe van de neerwaartse lichtstroom;
- Beperken van weerkaatst opwaarts licht via het principe van het minimum doelgebied en het principe van de minimum luminantie met maximale uniformiteit.

### ***Geluid en emissies***

Volgende maatregelen werd reeds in het project geïntegreerd (om NO<sub>2</sub>-emissies en geluidshinder te beperken):

- Het gebruik maken van voertuigen/machines van Stage IV of beter voor alle middelzware en zware voertuigen/machines (vanaf 56 tot 560 kW), wat overeenkomt met types van 2014 of jonger.
- Ongeveer drie kwart van de ingezette voertuigen/machines behoort tot deze categorie.
- Voor de lichtere types (onder 56 kW) is er weinig of geen verschil i.f.v. de leeftijd van de machines. Deze zijn pas vanaf Stage V (types vanaf 2019-2020) aan strengere emissie-eisen onderworpen.
- Het gebruik van minder streng gereguleerde dieselgeneratoren van het zwaarste type (> 560 kW) wordt uitgesloten. Er zal gewerkt worden met Stage IV of beter voor alle type machines, incl. de dieselgeneratoren (< 560 kW).

Verder wordt hier verwezen naar andere milderende maatregelen in de disciplines Water, Lucht en Geluid, die ook een milderend effect zullen hebben in de natuurgebieden/natuurreceptoren.

## **18.2.7 Landschap**

Milderende maatregelen voorzien is, gezien de omvang van de infrastructuur, de veiligheidsoverwegingen en de beperkt beschikbare ruimte voor milderende maatregelen niet eenvoudig. De context van het havenlandschap maakt bovendien dat milderende maatregelen in dit geval minder noodzakelijk zijn. Vanuit de discipline Landschap, Bouwkundig Erfgoed en Archeologie worden om die redenen geen milderende maatregelen voorgesteld.

Voor de milderende maatregelen op het vlak van archeologie wordt verwezen naar de bijkomende onderzoeken die beschreven worden in de archeologienota en naar het bijhorende Programma van Maatregelen dat werd opgesteld.

## 18.2.8 Mens

### 18.2.8.1 Aanlegfase

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

- Het gebruik maken van voertuigen/machines van Stage IV of beter voor alle middelzware en zware voertuigen/machines (vanaf 56 tot 560 kW), wat overeenkomt met types van 2014 of jonger.
  - Ongeveer drie kwart van de ingezette voertuigen/machines behoort tot deze categorie.
  - Voor de lichtere types (onder 56 kW) is er weinig of geen verschil i.f.v. de 'Stage' van de machines. Deze zijn pas vanaf Stage V (types vanaf 2019-2020) aan strengere emissie-eisen onderworpen.
  - Het gebruik van minder streng gereguleerde dieselgeneratoren van het zwaarste type (> 560 kW) wordt uitgesloten. Er zal gewerkt worden met Stage IV machines of beter voor alle type machines, incl. de dieselgeneratoren (< 560 kW);
- Het transport wordt waar mogelijk met schepen i.p.v. vrachtwagens gepland. Dit is het geval voor de meeste grondtransporten en voor de aanvoer van de grootste deelinstallaties (modules) en apparaten.
- Voor de aanbevelingen inzake lichthinder wordt verwezen naar § 18.2.8.2.

#### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden aanvullende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

### 18.2.8.2 Exploitatiefase

#### Projectgeïntegreerde maatregelen

Voor NO<sub>2</sub> werden emissiereducerende maatregelen geïntegreerd in het project. Deze worden beschreven in Hoofdstuk 7 Lucht. Op 8 schouwen wordt SCR De-NO<sub>x</sub> gaszuivering voorzien ter vermindering van de NO<sub>x</sub>-emissie. De emissies zullen als gevolg van het gebruik van SCR-DeNO<sub>x</sub> gaszuivering (technologie die veel verder gaat dan BBT) veel lager zijn dan de met de BBT geassocieerde emissieniveaus. De bijdrage van Project One afzonderlijk is dan ook beperkt, maar doordat 80% van de GAW in Berendrecht reeds overschreden wordt als gevolg van andere bronnen (industrie, verkeer,...), zijn milderende maatregelen wenselijk. De mogelijkheden voor een verdere beperking van de emissies werden onderzocht in Hoofdstuk 7 Lucht. Er werd onderzocht (zie bijlage 6.4) of de NO<sub>x</sub>-emissie verder beperkt kunnen worden door de katalysatorbedden van de SCR uit te breiden en/of met een grotere regelmaat te vervangen. De vooropgestelde concentratie (richtwaarde 25 mg/Nm<sup>3</sup> met SCR) benadert echter de technische limieten van de SCR, waardoor er geen garanties zijn dat nog lagere emissies gerealiseerd zullen worden. Daarnaast blijkt dat de extra investeringskosten en operationele kosten (verhoogde drukval over de SCR-katalysator; vervanging van de katalysator, stilleggen van de productie, ...) voor verdergaande maatregelen zeer hoog zijn ten opzichte van de gehanteerde eenheidsreductiekost van 8,6 EUR/kg NO<sub>x</sub> verwijderd.

De negatieve beoordeling voor NO<sub>2</sub> wordt onder meer bepaald door het feit dat ook zonder uitvoering van het project, de gezondheidkundige advieswaarde van 20 µg/m<sup>3</sup> wordt overschreden. Als de gezondheidkundige advieswaarde wordt overschreden, kunnen effecten op de gezondheid optreden, maar dat zal niet steeds het geval zijn. Dit hangt namelijk ook af van de specifieke kenmerken van de betrokken populatie en andere omgevingsfactoren (waaronder milieufactoren).

Voor benzeen en butadien wordt in de huidige omstandigheden het verwaarloosbaar risiconiveau reeds overschreden. Het risico van de blootstelling aan de omgevingsconcentraties zijn zowel in de huidige als geplande toestand niet verwaarloosbaar, maar kunnen aanvaardbaar zijn mits maatschappelijke afweging. Milderende maatregelen zijn gezien de beoordeling wenselijk. Er dient gestreefd naar een zo laag mogelijke emissie volgens het ALARA of ALARP principe. Er zijn reeds maatregelen in het project geïntegreerd die de emissies van vluchtige organische stoffen beperken: om fugatieve emissies te voorkomen en beperken, wordt ingegrepen op het vlak van ontwerp, constructie, oplevering, onderhoud en monitoring. Dit houdt in dat in alle installatiedelen waar gasvormige of vluchtige, vloeibare productstromen voorkomen, gebruik wordt gemaakt van technisch dichte installatieonderdelen.

Tijdens de constructie wordt gespecialiseerd, getraind personeel ingezet dat op de correcte manier flenzen, kleppen, enz. installeert. Voor de oplevering van de installaties worden lektesten uitgevoerd, waarbij eventuele lekken worden hersteld voor de effectieve ingebruikname. Qua monitoring wordt, in samenwerking met de gespecialiseerde contractor, een combinatie voorzien van metingen t.h.v. installatieonderdelen (sniffing methode) en gebruik van geavanceerde infrarood camera's (OGI = Optical Gas Imaging). Met deze aanpak worden alle aspecten van de BBT toegepast.

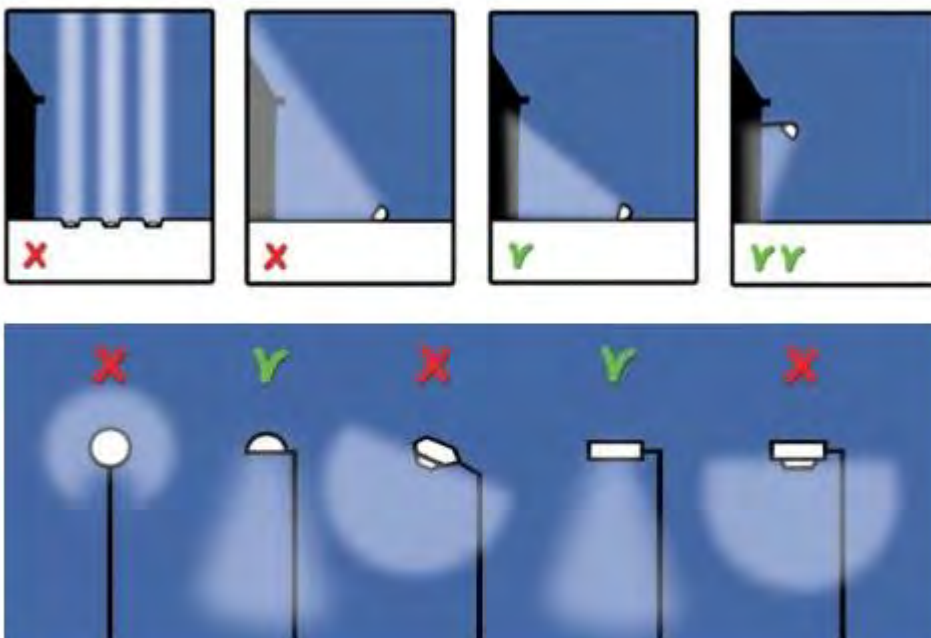
Voor PM<sub>2,5</sub> zijn milderende maatregelen eveneens wenselijk, gezien het reeds overschrijden van de gezondheidkundige advieswaarde in de huidige situatie. De stofemissies zijn hoofdzakelijk afkomstig van de decokingprocessen, aangezien er enkel gasvormige brandstof wordt gebruikt. Er worden maatregelen geïntegreerd in het project om deze emissies te beperken (zie § 18.2.2 in Hoofdstuk Lucht). Zo worden de decoking-emissies van de ECR beperkt door een stofverwijdering met cyclonen.

De werking van de ECR-torenfakkel kan geluidshinder veroorzaken, vooral in Lillo. Als (projectgeïntegreerde) maatregel worden ook ECR grondfakkels voorzien die de restgasstromen opvangen bij het gepland opstarten en stilleggen. Hierdoor zal de torenfakkel slechts uitzonderlijk en enkel bij noodsituaties ingezet moeten worden.

Daarnaast zal IOB actief communiceren met de omwonenden over geplande activiteiten (bv. grote onderhoudsactiviteiten, ...) die hinder zouden kunnen veroorzaken (tijdstip, duur, aard van de hinder en reden) en desgevallend na incidenten over de oorzaak, de eventuele gevolgen en de genomen maatregelen. IOB zal hiervoor aansluiten bij de bestaande initiatieven (adviesraad haven Antwerpen). IOB zal ook een informatieve website opzetten voor de omwonenden met een formulier om vragen te stellen, en up-to-date informatie.

Zowel voor de aanlegfase als voor de exploitatiefase wordt aanbevolen de verlichting van hoge structuren waar mogelijk te beperken en de principes van goed verlichten toe te passen:

- Respecteren van de 20°-regel;
- Volledig vermijden van een rechtstreekse opwaartse lichtstroom door het principe van de neerwaartse lichtstroom;
- Beperken van weerkaatst opwaarts licht via het principe van het minimum doelgebied en het principe van de minimum luminantie met maximale uniformiteit.



*Figuur 18-1: Voorstelling tips om lichthinder te verminderen*

### Aanvullende maatregelen

Op basis van de effectbeoordelingen worden aanvullende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

## 18.2.9 Klimaat

### 18.2.9.1 Aanlegfase

#### Projectgeïntegreerde milderende maatregelen

- De af- en aanvoer van gronden gebeurt vooral via de binnenvaart. Op die manier wordt de CO<sub>2</sub>-emissie van voor de af- en aanvoer van gronden beperkt.

### 18.2.9.2 Exploitatiefase

#### Projectgeïntegreerde milderende maatregelen

Projectgeïntegreerde milderende maatregelen voor de exploitatiefase van Project One zijn:

- De ECR is ontworpen voor selectieve en efficiënte productie van ethyleen. Project One gebruikt state-of-the-art technologie voor het kraken van ethaan. De beste beschikbare technieken (BBT) en energie-integraties worden consequent toegepast voor het bereiken van hoge energie- en productie-efficiënties. Bij het ontwerp van Project One worden belangrijke procesgeïntegreerde energiebesparende en emissiereducerende maatregelen toegepast.
- Er werden 2 stroomafnameovereenkomsten (PPA of power purchase agreement) afgesloten met de energieleveranciers Engie en RWE voor de levering van groene stroom (offshore windenergie) gedurende 10 jaar. Dit betekent dat bij de start van Project One in 2026, de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom.
- Project One heeft heden 3 mogelijke toekomstperspectieven om in de toekomst de CO<sub>2</sub>-emissies van de ECR verder te reduceren:
  5. post-combustion CO<sub>2</sub>-captatietechnologie of;
  6. een pre-combustion CO<sub>2</sub>-reductietechnologie met 100% groene en / of blauwe waterstof in het stookgas als toevoer naar de ECR of;
  7. een pre-combustion CO<sub>2</sub>-reductietechnologie met een gedeeltelijke elektrificatie van de kraakfornuizen van de ECR waarbij de rest van de fornuizen werkt op 100% waterstof in het stookgas.

Project One heeft voor de eerste twee scenario's de nodige technologie flexibiliteit op de ethaankraakfornuizen (ECR) en de stoomketels. Voor deze scenario's wordt er voldoende oppervlakte op het projectgebied gereserveerd, en wordt er in het ontwerp reeds rekening gehouden met een toekomstige retrofitting van de site en de installaties. Elektrificatie van kraakovens, het derde scenario, zit momenteel nog in de fase van onderzoek en ontwikkeling en er is heden geen gevestigde noch kostencompetitieve technologie. Elektrificatie van de kraakovens kan wel geëvalueerd worden wanneer de technologie voldoende ver ontwikkeld is. De 3 mogelijke toekomstperspectieven zullen het voorwerp vormen van verder onderzoek i.k.v. de roadmap van INEOS voor het bereiken van netto nul CO<sub>2</sub>-emissies. Project One is er op heden van overtuigd dat het haalbaar is het traject naar een net zero CO<sub>2</sub>-emissie af te leggen in 10 jaar vanaf de opstart van de kraker, daarbij gebruik makend van één of meer van de in dit MER beschreven technieken.

- Het administratief gebouw wordt ontworpen als een energiezuinig gebouw. Passieve technieken zoals doorgedreven isolatie en passieve zonnewinst, klimaat- en verlichtingsregelingen en hernieuwbare energietechnieken worden geïntegreerd in het ontwerp. I.k.v. BREAAAM wordt de 3<sup>de</sup> hoogste score behaald op een schaal van 1 tot 5 (rating 'very good'). Gezien de externe elektriciteitsvraag afgedekt zal worden met groene stroom, worden de emissies van het administratief gebouw dus geëlimineerd.
- Het transport van ethaan vindt plaats via efficiënte VLEC-schepen.
- Het transport van ethyleen vindt plaats via pijpleidingen.
- Om de druk op de stadswatervoorziening te doen dalen, werd gekozen voor een externe aanlevering van deminwater. De betrokken watermaatschappij gebruikt brak dokwater als ruwwaterbron, waardoor de druk op de stadswatervoorziening vermindert. Het gebruik van deminwater ter vervanging van stadswater, betekent ongeveer een halvering van het stadswaterverbruik van Project One.

## 19 Bronnen en bibliografie

- ABO (2019) Kwaliteitsplan Derde Gefaseerd Bodemsaneringsproject; Area III - Deel verontreinigingen met triallaat, 1,2,3 trichloorpropaan, aniline en mercaptobenzothiazol in het vaste deel van de aarde t.h.v. zone 4, Scheldelaan 460, 2060 Antwerpen, dd. 22/08/2019. Perceel 162S, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. 25277, i.o.v. Havenbedrijf Antwerpen NV van Publiek Recht
- ABO (2019) Oriënterend bodemonderzoek; OBO Area IV (Perceel 150C), dd. 26/03/2019. Perceel 150C, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. 25277.R.02, i.o.v. Havenbedrijf Antwerpen NV van Publiek Recht
- ABO (2019) Oriënterend bodemonderzoek in kader van strategie 5C; Area II (Perceel 61T), dd. 03/06/2019. Perceel 61T, sectie A, Antwerpen. Ref. 25277.R.04, i.o.v. Havenbedrijf Antwerpen NV van Publiek Recht
- [ABO NV \(2019\) Oriënterend bodemonderzoek Area I, Scheldelaan 480 te 2040 Antwerpen \(Lillo\), i.o.v. Havenbedrijf Antwerpen NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 22.05.2019](#)
- ABO (2019) Oriënterend bodemonderzoek, dd. 10.01.2020. Scheldelaan 460, Area III, perceel 162S, i.o.v. havenbedrijf Antwerpen
- [ABO NV \(2020\) Derde Gefaseerd Eindevaluatieonderzoek, Havenbedrijf Antwerpen NV van publiek recht, Area III - Deel verontreinigingen met triallaat, 1,2,3 trichloorpropaan, aniline en mercaptobenzothiazol in het vaste deel van de aarde t.h.v. zone 4, Scheldelaan 460, 2060 Antwerpen, i.o.v. Havenbedrijf Antwerpen NV van publiek recht, OVAM dossier: 4014, d.d. 28.10.2020](#)
- Agentschap Zorg en Gezondheid (2015) Carcinogene risico's in volksgezondheidskundige risico-inschattingen
- Aluwé K., Laloo P., Cruz F., Van Baelen A. & Noens G. (2021) Archeologienota. Antwerpen Scheldelaan Ineos Olefins Belgium. GATE, Aalter.
- Amghizar I, Vandewalle LA, Van Geem KM, Marin (2017) New Trends in Olefin Production. *Engineering*, 3(2), 171–178. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.02.006>
- ANSES (2013) Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le dioxyde d'azote. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2011) Valeurs limitées d'exposition en milieu professionnel. Le 1,3-butadiène. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective.
- ANSES (2023) Valeurs toxicologiques de référence. Le 1,3-butadiène. Avis révisé de l'Anses Rapport révisé d'expertise collective.
- Antea Group (2020) Project-MER Nieuwe kaaimuur Kanaaldok B2 (K631-639) –Insteekdok (K629), i.o.v. Port of Antwerp
- Antrop et al. (2002) Traditionele landschappen van het Vlaamse Gewest. Versie 6.1, Vakgroep Geografie, Universiteit Gent
- Arcadis Belgium (2010) MER kerncentrale Doel
- Arcadis Belgium (2016) Beschrijvend bodemonderzoek, dd. 16/12/2016. Percelen 61W en 61V, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. EB1503/031, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV
- Arcadis Belgium (2016) Aanvullend beschrijvend bodemonderzoek, dd. 26/02/2016. Percelen 162l, 162s, 162r, 162n, 162p, 162g, 112m, 150b, 378a, 380b, 162d, 112h, sectie A, Antwerpen. Ref. BE01110021960320, i.o.v. Monsanto Europe NV
- Arcadis Belgium (2018) Nieuw tweede gefaseerd bodemsaneringsproject – deel zone 1 & 2 pump & treat

beheersing en haalbaarheidstest grondwaterrecirculatie, dd 04/12/2018, i.o.v. Bayer Agriculture bvba, Scheldelaan 460, 2040 Antwerpen

Arcadis Belgium (2018) Oriënterend bodemonderzoek, dd. 23/07/2018. Percelen 162S, 162G en 162N, sectie A, afdeling 18 en perceel 112H, sectie F, afdeling 18, Antwerpen. Ref. BE0111002196.1620, i.o.v. Monsanto Europe NV

Arcadis Belgium (2019) Eerste gefaseerd eindevaluatieonderzoek, zone 4 – perceel 162G, dd. 16/07/2019. Perceel 162G, sectie A, Antwerpen. Ref. BE0111002196.2020, i.o.v. Bayer Agriculture BVBA

Arcadis Belgium (2019) Gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek zone 4 en zone 6 – Bayer Agriculture bvba, dd. 19/04/2019. Percelen 162S en 162 G, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. BE0111.002196.2020, i.o.v. Bayer Agriculture bvba

[Arcadis Belgium \(2021\) Oriënterend bodemonderzoek Gunvor Petroleum Antwerpen, Scheldelaan 490, 2040 Antwerpen, i.o.v. Gunvor Petroleum Antwerpen NV, OVAM dossier: 8996, d.d. 04.03.2021](#)

[Arcadis Belgium NV \(2022\) Tweede gefaseerde eindevaluatieonderzoek: Zone 6 – perceel 387A: Bayer Agriculture BV, Scheldelaan 460, 2040 Antwerpen. Zone 6 – referentienummer 22, i.o.v. Bayer Agriculture BV OVAM dossier: 4014, d.d. 22.12.2022](#)

[Arcadis Belgium NV \(2023\) Evaluatierapport schadegeval: Incident Brandweerwagen, Scheldelaan 460 te 2040 Antwerpen, i.o.v. Bayer Agriculture BV, OVAM dossier: 4014, d.d. 30.03.2023](#)

[Arcadis Belgium NV \(2023\) Onderzoeksverslag, PFAS in het grondwater zone 1, Bayer Agriculture bv, i.o.v. i.o.v. Bayer Agriculture BV, OVAM dossier: 4014, d.d. 15.12.2023](#)

Arcadis Belgium (2020) Beschrijvend bodemonderzoek, dd. 18.12.2020. Perceel 77C, sectie A, afdeling 19, Antwerpen, i.o.v. Gunvor Petroleum Antwerpen NV

Arcadis Belgium (2020) Oriënterend bodemonderzoek INEOS Manufacturing Belgium II nv, Scheldelaan 480 (perceel 61T), 2040 Lillo (Antwerpen), OVAM dossier: 4798, dd. 31/08/2020. I.o.v. INEOS Manufacturing Belgium II nv

Arcadis Belgium (2020) Situatieonderzoek - Oriënterend bodemonderzoek, dd. 05.08.2020. Scheldelaan 470, percelen 150B en 150C, i.o.v. INEOS Manufacturing Belgium

Arcadis Belgium (2020) Situatieonderzoek – Oriënterend bodemonderzoek in het kader van artikel 33bis van het Bodemdecreet, dd. 12/08/2020. Project One, Scheldelaan z/n (percelen 77F en 77G), 2040 Lillo (Antwerpen), i.o.v. INEOS Manufacturing Belgium II NV

Arcadis Belgium (2020) Situatieonderzoek – Oriënterend bodemonderzoek in het kader van artikel 33bis van het Bodemdecreet, dd. 20/08/2020. INEOS Project One, Scheldelaan 470 (percelen 150B en 150C), 2040 Lillo (Antwerpen), i.o.v. INEOS Manufacturing Belgium II NV

[Arcadis Belgium NV \(2021\) Situatieonderzoek - Oriënterend bodemonderzoek in het kader van artikel 33bis van het Bodemdecreet: Ineos Olefins Belgium, Scheldelaan 482 \(percelen 77F en 77G\), 2040 Lillo \(Antwerpen\), i.o.v. INEOS Olefins Belgium NV, OVAM dossier: 94190, d.d. 03.05.2021](#)

[Arcadis Belgium NV \(2021\) Situatieonderzoek - Oriënterend bodemonderzoek in het kader van artikel 33bis van het Bodemdecreet: Ineos Olefins Belgium Project One, Scheldelaan 470 \(percelen 150B en 150C\), 2040 Lillo \(Antwerpen\), i.o.v. INEOS Olefins Belgium NV, OVAM dossier: 10682, d.d. 03.05.2021](#)

[Arcadis Belgium NV \(2024\) Situatieonderzoek - Oriënterend bodemonderzoek in het kader van artikel 33bis van het Bodemdecreet: Ineos Olefins Belgium, Scheldelaan 482 \(percelen 77F en 77G\), 2040 Lillo \(Antwerpen\), i.o.v. INEOS Olefins Belgium NV, OVAM dossier: 94190, d.d. 26.03.2024](#)

ATSDR (2012) Toxicological profile for 1,3-butadiene

Baetens J, Martens D, Jacobs I, Vochten T (2017) Soortenbeschermingsprogramma Antwerpse Haven

## monitoringrapport 2017

Berglund B, Lindvall T, Schwela DH & World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. (1999). Guidelines for community noise. World Health Organization

Belgische federale site klimaatverandering: <https://klimaat.be/>

Bobbink R, Hettelingh JP, eds. (2011) Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), [www.rivm.nl/cce](http://www.rivm.nl/cce)

Bruckner T, Bashmakov IA, Mulugetta Y, Chum H, de la Vega Navarro A, Edmonds J, Faaij A, Fungtammasan B, Garg A, Hertwich E, Honnery D, Infield D, Kainuma M, Khennas S, Kim S, Nimir HB, Riahi K, Strachan N, Wiser R, Zhang X (2014) Energy Systems. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K, Adler A, Baum I, Brunner S, Eickemeier P, Kriemann B, Savolainen J, Schlömer S, von Stechow C, Zwickel T, Minx JC (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Caporn S, Field C, Payne R, Dise N, Britton A, Emmett B, Jones, L, Phoenix G, Power S, Sheppard L, Stevens C (2016) Assessing the effects of small increments of atmospheric nitrogen deposition (above the critical load) on semi- natural habitats of conservation importance, Natural England

CBS, bevolkingsaantallen 2022, Kerncijfers wijken en buurten 2022 (StatLine), [opendata.cbs.nl](https://opendata.cbs.nl), geraadpleegd op 12 maart 2024

Centrale Commissie voor de Rijnvaart (2017) Jaarverslag 2017. Europese binnenvaart – marktobservatie, (<https://www.inland-navigation-market.org/nl>)

Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (2022) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2022-2027 – Bekkenspecifiek deel Bendenscheldebekken; beschikbaar via <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/stroomgebiedbeheerplannen>

Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (2019) Tussentijdse richtlijnen voor de beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen

Corens S, Quick K (2020) Perspectieven voor koolstofafvang, -opslag en -gebruik in Vlaanderen. Minaraad. 2020|005.

De Backer J, Bautmans B. Team milieugezondheidszorg, Afdeling Preventie, Agentschap Zorg en Gezondheid (2015). Carcinogene risico's in volksgezondheidskundige risico-inschattingen

De Breuck W, Van Dyck, E, Brum P, De Vliegheer B, Pieters E (1986) Kwetsbaarheidkaart van het grondwater in Antwerpen. R.U. Gent i.o.v. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel. pp.28

De Breuck W, De Moor G, Maréchal R, Tavernier R (1989) Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische watervoerende laag van noordelijk Vlaanderen (1974-1975)

De Moor G, De Breuck W (1969) Relatie tussen het zoutgehalte (TDS) en geleidbaarheid (EC) voor verschillende klassen van zoutgehalte aan de Noordzeekust

DEFRA (2005/2006) Database voor geluid tijdens constructiewerken en open werksites, Verenigd Koninkrijk

Delzell E, Sathiakumar N, Macaluso M et al. (1995) A follow-up study of synthetic rubber workers. Submitted to the International Institute of Synthetic Rubber Producers. University of Alabama et Birmingham. October 2, 1995

Delzell E, Sathiakumar N, Hovinga M (1996) A follow-up study of synthetic rubber workers. Toxicology 113: 182-189

Demolder H, Schneiders A, Spanhove T, Maes D, Van Landuyt W, Adriaens T (2014). Hoofdstuk 4 - Toestand biodiversiteit. (INBO.R.2014.6194611). In Stevens, M. et al. (eds.), Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosystemendiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2014.1988582, Brussel

Departement MOW (2020) Strategische verkeersmodellen v4.2.1 - input toekomstscenario 2030 (versie juni 2020)

Departement omgeving (2023) MER-fiche Water: impact lozing van bedrijfsafvalwater, dd. 01/12/2023

Devos K, Onkelinx T (2013) Overwinterende watervogels in Vlaanderen Populatieschattingen en trends (1992 tot 2013). Natuur.oriolus 2013-4

Dumortier M, De Bruyn L, Hens M, Peymen J, Schneiders A, Van Daele T, Van Reeth W, Weyembergh G, Kuijken E (2005) Natuurrapport 2005: toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid

ECHA (2015) Substance Evaluation Report: buta-1,3-diene, CAS number 106-99-0. Version 2.0, August 2015

EEA (2024) Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023.  
<https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution>

EIA (2016) Shale gas production drives world natural gas production growth. Energy Information Administration - US Department of Energy. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27512>

Environmental Protection Agency (US EPA) (2018). Review of the Primary National Ambient Air Quality Standards for Oxides of Nitrogen. Federal Register, Vol. 83, No. 75. April 18, 2018

[Envirosoil NV \(2013\) Beschrijvend bodemonderzoek Deel Afvalwaterbekkens, Solvic nv, Haven 647-Scheldelaan 480, 2040 Antwerpen \(EB1203/041\), i.o.v. Solvic NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 17.01.2013](#)

[Envirosoil NV \(2016\) Derde gefaseerd Beschrijvend bodemonderzoek - Deel zoutopslag – INOVYN Manufacturing Belgium NV - Scheldelaan 480 te 2040 ANTWERPEN, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 16.12.2016](#)

[Envirosoil NV \(2016\) Eindevaluatie onderzoek INOVYN Manufacturing Belgium NV \(Zone gelijkrichters\), Scheldelaan 480, 2040 Antwerpen, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium nv, OVAM dossier: 4798, d.d. 05.08.2016](#)

Envirosoil (2016) Oriënterend bodemonderzoek, dd. 24/02/2016. Perceel 61W, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. EB1503/030. I.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV

[Envirosoil NV \(2019\) Gewijzigd vierde gefaseerd Beschrijvend bodemonderzoek Deel calamiteit ter hoogte van zone 24, Inovyn Manufacturing Belgium NV, Scheldelaan 480 te 2040 Antwerpen, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 25.01.2019](#)  
[Envirosoil NV \(2020\) Evaluatierapport schadegeval, INOVYN Manufacturing Belgium NV, Haven 647-Scheldelaan 480 te 2040 Antwerpen, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 09.01.2020](#)

Envirosoil NV (2020) Tussentijds rapport, dd. 20/04/2020. Perceel 61W, sectie A, afdeling 18, Antwerpen, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV

[Envirosoil NV \(2020\) Vijfde gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek, INOVYN Manufacturing Belgium NV, Scheldelaan 480 te 2040 Antwerpen, i.o.v. Inovyn Manufacturing Belgium NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 27.07.2022](#)

[Envirosoil NV \(2021\) Vierde gefaseerd beperkt bodemsaneringsproject, Deel zoutopslag pilootproef verontreiniging met geleidbaarheid, natrium, chloride en cyaniden in het grondwater \(ref. 8\), INOVYN Manufacturing Belgium, Scheldelaan 480 te 2040 Antwerpen, i.o.v. INOVYN Manufacturing Belgium, OVAM dossier: 4798, d.d. 18.02.2021](#)  
[Envirosoil NV \(2023\) Evaluatierapport schadegeval, INOVYN Manufacturing Belgium NV, Scheldelaan 480 \(Haven 647\) te 2040 Antwerpen, i.o.v. INOVYN Manufacturing Belgium NV, OVAM dossier: 4798, d.d. 03.04.2023](#)

- European Commission (2008) NOMEVAL, Noise of Machinery - Evaluation of Directive 2000/14/EC – Study on the experience in the implementation and administration of Directive 2000/14/EC relating to the noise emission in the environment of equipment for use outdoors
- Europese Commissie (2020) Verslag van de Commissie aan het Europees Parlement en de Raad. Verslag over de werking van de Europese koolstofmarkt, Brussel, 18.11.2020. COM(2020) 740 final
- Everaert J (2015) Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Federale overheid (2020) Belgische Langetermijnstrategie, goedgekeurd op 19 februari 2020 door de Federale overheid.
- Geyer R, Jambeck J R, Law KL (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances. <http://advances.sciencemag.org>
- Granneman JH, de Beer EHA, van der Maarl W, Guzman C (2013) Geluidsvermogens van vrachtwagens bij lage snelheden', Tijdschrift Geluid, nr. 1 / maart 2013
- Gyselings R, Spanoghe G, Van den Bergh E, Verbelen D, Benoy L, Vogels B, Lefevre A (2013) Monitoring natuur hangegebied en omgeving Antwerpen Rechteroever, resultaten van het monitoringsjaar 2012. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (45). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel
- Hasselblad V, Eddy DM, Kotchmar DJ (1992) Synthesis of environmental evidence: nitrogen dioxide epidemiology studies. Journal of the Air and Waste Management Association, 1992, 42: 662-671
- Hazeltan Laboratories Europe (1981) The toxicity and carcinogenicity of butadiene gas administered to rats by inhalation for approximately 24 months. Prepared for the International Institute of Synthetic Rubber Producers, New York, NY. Unpublished
- Health Canada (1998) Canadian Environmental Protection Act Priority Substances List Health Assessment: 1,3-Butadiene. Draft for second stage peer review. Ottawa. March 1998
- Health Canada (2000) Canadian Environmental Protection Act, 1999. Priority Substances List Assessment Report: 1,3-Butadiene. May 2000
- Hens M, Neirynck J (2013) Kritische depositiewaarden voor stikstof voor duurzame instandhouding van Europese habitattypen in Vlaanderen, INBO, nota WBC, gebaseerd op van Dobben HF, Bobbink R, Bal D, van Hinsberg A, 2012, Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000
- Hulskotte JHJ (2019) Emissiefactoren zeeschepen: Kengetallen zeeschepen voor emissie- en verspreidingsberekeningen in Aerius, actualisatie 2018 - TNO, juli 2019
- IARC (2012) IARC Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 100F. Chemical Agents and Related Occupations
- IEA (2018) The Future of Petrochemicals – Analysis. In IEA. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-petrochemicals>
- ILVO (2017) Mogelijkheden voor koolstofopslag onder gras- en akkerland in Vlaanderen, ILVO Mededeling 231, juli 2017
- INBO, interactieve kaart ecosysteemdiensten Vlaanderen, fysische geschiktheid houtproductie: <https://geo.inbo.be/ecosysteemdiensten>
- INBO (2018). Advies over vleermuisvriendelijke verlichting langs wegen en fietsostrades. INBO A.3707
- INFRABEL (2013) Technische voorschriften bij kruising onder de sporen en parallelle ligging van kabels en

leidingen voor derden Versie 1.0

- [Inovyn Manufacturing Belgium \(2019\) Antwerpen, Scheldelaan 480: lek aan ventiel van pekelverzadigingstank waardoor pekel is vrijgekomen, OVAM dossier: 4798, d.d. 19.07.2019](#)
- IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC (2019) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland
- IPPC – JRC (2022) BREF “Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector” (WGC)
- IPPC – JRC (2016) BREF “Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector” (CWG)
- IPPC – JRC (2006) BREF “Emissions from Storage” (EFS)
- IPPC – JRC (2017) BREF “Large Combustion Plants” (LCP)
- IPPC – JRC (2017) BREF “Production of Large Volume Organic Chemicals” (LVOC)
- Johnson E (2017) A carbon footprint of HVO biopropane. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 11(5), 887–896. <https://doi.org/10.1002/bbb.1796>
- KJ Tait Engineers (2020) Project One Administration Campus Antwerp Administration Building Low Energy Study, dd. 27/04/2020, i.o.v. Project One
- Klimaatportaal Vlaanderen VMM: <https://klimaat.vmm.be>
- Kluwer (2007) Nieuwsbrief MilieuTechnologie (jaargang 14, nummer 9) – Stikstofoxiden - <https://trevi-env.com/assets/assets/publicaties/315.pdf>
- KMI (2020) Klimaatrapport 2020: van klimaatinformatie tot klimaatdiensten
- Kyba CCM, Ruby A, Kuechly HU, Kinzey B, Miller N, Sanders J, Barentine J, Kleinodt R, Espey B (2020) Direct measurement of the contribution of street lighting to satellite observations of nighttime light emissions from urban areas. Lighting Research & Technology (LR&T), October 2020
- Levi P G, Cullen J M (2018) Mapping Global Flows of Chemicals: From Fossil Fuel Feedstocks to Chemical Products. Environmental Science and Technology, 52(4), 1725–1734. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04573>
- Lisec Studiecentrum Voor Ecologie VZW (2004) Gewijzigd Bodemsaneringsproject Monsanto NV, Scheldelaan 460 - Haven 627, B-2040 Antwerpen (94100005803), dd. 13/02/2004. Percelen 162l, 162s, 162r, 162n, 162p, 162g, 112m, 150b, 378a, 380b, 112h, 112m, scheldelaan (openbaar domein) sectie A, Antwerpen. I.o.v. Monsanto Europe NV
- Macaluso M, Larson R, Lynch J et al. (2004) Historical estimation of exposure to 1,3-butadiene, styrene and dimethyldithiocarbamate among synthetic rubber workers. Journal of Occupational and Environmental Medicine 1:371-90
- Mangia et al 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc4515683/>
- Material Economics (2018) The Circular Economy - A powerful force for climate mitigation. In Material Economics.

<https://doi.org/10.1038/531435a>

Melnick RL, Huff JE, Chou BJ, Miller RA (1990) Carcinogenicity of 1,3-butadiene in C57BL/6 x C3H F1 mice at low exposure concentrations. *Cancer research* 50:6592-6599

Mouissie M (2019) Stikstofdepositie en woningbouwontwikkeling; verkennend onderzoek naar de bijdrage van woningbouwontwikkeling aan de stikstofdepositie. Rapport SWNL0250596, Sweco, De Bilt

Muys et al. (2002) Scenario's voor broeikasgasreductie door vastlegging van koolstof en energiesubstitutie: ruimtebeslag, milieu-impact en kostenefficiëntie. Eindrapport PBO98/41/16. Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap, K.U.Leuven; Onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie-Ecologie Universiteit Antwerpen, Centrum voor Economische Studiën, K.U.Leuven

National Toxicology Program (NTP), US Department of Health and Human Services (1984) Toxicology and carcinogenesis studies of 1,3-butadiene (CAS No. 106-99-0) in B6C3F1 mice (inhalation studies). NTP TR 288, NIH Pub. No. 84-2544. Research Triangle Park, NC

Noens G., Cruz F., Laloo P. (2024) Nota archeologisch vooronderzoek (uitgesteld traject): 1. Verslag van Resultaten. Antwerpen – Scheldelaan, Ineos – Project One. GATE, Aalter.

Noens G., Cruz F., Laloo P. (2024) Nota archeologisch vooronderzoek (uitgesteld traject): 2. Programma van Maatregelen. Antwerpen – Scheldelaan, Ineos – Project One. GATE, Aalter.

OEHHA (2009) Technical Support Document for Cancer Potency Factors. Appendix B: Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values. Updated 2011

Oleniacz et al 2016, <https://doi.org/10.1515/eces-2016-0043>

OVAM (nd) Gebruiksadviezen bij het uitvoeren van bemaling i.k.v. bouwwerken, [https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/17001.ARCA\\_offerte%20OVAM.gebruiksadviezen.GA2a.v2.pdf](https://www.ovam.be/sites/default/files/atoms/files/17001.ARCA_offerte%20OVAM.gebruiksadviezen.GA2a.v2.pdf)

OVAM (2022). RICHTLIJN PFAS-ONDERZOEK, HERZIENING - APRIL 2022, VANAF 19042022, te raadplegen via [https://ovam.vlaanderen.be/documents/177281/789862/Richtlijn\\_PFAS\\_onderzoek\\_vanaf\\_19042022.pdf/36b80ba3-793a-d547-0dd4-08eb85faf8ef](https://ovam.vlaanderen.be/documents/177281/789862/Richtlijn_PFAS_onderzoek_vanaf_19042022.pdf/36b80ba3-793a-d547-0dd4-08eb85faf8ef)

OVAM (2024). Rapportage en toetsing PFAS-parameters na wijziging CMA en WAC vanaf 15 januari 2024, geraadpleegd op 29.03.2024 via [https://ovam.vlaanderen.be/nl/w/rapportage-en-toetsing-pfas-parameters-na-wijziging-cma-en-wac-vanaf-15-januari-2024?redirect=%2FRichtlijnen-voor-bodemsaneringsdeskundigen%3Futm\\_source%3Dflexmail%26utm\\_medium%3De-mail%26utm\\_campaign%3DRichtlijnenbodemsaneringsdeskundigenjanuari2024%26utm\\_content%3Dmoleculevierk1701159600jpg](https://ovam.vlaanderen.be/nl/w/rapportage-en-toetsing-pfas-parameters-na-wijziging-cma-en-wac-vanaf-15-januari-2024?redirect=%2FRichtlijnen-voor-bodemsaneringsdeskundigen%3Futm_source%3Dflexmail%26utm_medium%3De-mail%26utm_campaign%3DRichtlijnenbodemsaneringsdeskundigenjanuari2024%26utm_content%3Dmoleculevierk1701159600jpg)

PDC (2020) INEOS Project One – Plot-space estimate for carbon capture, Dd. 14/04/2020, i.o.v. INEOS Project One

Plastics Europe (2021) What are plastics? Association of Plastics Manufacturers. <https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics>

Ren T, Patel M, Blok K (2006) Olefins from conventional and heavy feedstocks: Energy use in steam cracking and alternative processes. *Energy*, 31(4), 425–451. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.04.001>

RIVM (2001) Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJCM, Hesse JM, Van Apeldoorn ME, Meijerink MCM, Verdam L, Zeilmaker MJ, Re-evaluation of humantoxicological maximum permissible risk levels. Bilthoven, The Netherlands, RIVM. Rapport nr. 711701025

RIVM (2010) Luchtnormen geordend. Road-map Normstelling. RIVM-rapport 601782026/2010

RIVM (2011) Toelichting Depositieberekeningen AERIUS. RIVM, 23-9-2011

RIVM (2014) Luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen. Herziening van milieukwaliteitsnormen. RIVM Briefrapport 2014-0039

Rogelj J, Shindell D, Jiang K, Fifita S, Forster P, Ginzburg V, Handa C, Kheshgi H, Kobayashi S, Kriegler E, Mundaca L, Séférian R, Vilariño MV (2018) Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In IPCC. Press

[RSK Benelux BV \(2009\) Oriënterend bodemonderzoek Ineos Manufacturing Belgium N.V., Scheldelaan 482, 2040 Antwerpen, i.o.v. INEOS N.V., OVAM dossier: 11361, d.d. 05.05.2009](#)

RSK Benelux BV (2019) Oriënterend bodemonderzoek-exploitatie onderzoek, dd. 04/03/2019. Delen van percelen 61Y, 61P en 61M, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. 554248-R01(01), i.o.v. INEOS Manufacturing Belgium NV

[RSK Benelux BV \(2024\) Beschrijvend bodemonderzoek schadegeval: Fame tank 2263, Scheldelaan 490 Antwerpen, i.o.v. Vopak Energy Park Antwerp NV, OVAM dossier: 8996, d.d. 16.01.2024](#)

Saunois M, Stavert A, Poulter B, Bousquet P, Canadell J, Jackson R, Raymond P, Dlugokencky E, Houweling S, Patra, P, Ciais P, Arora V, Bastviken D, Bergamaschi P, Blake D, Brailsford G, Bruhwiler L, Carlson K, Carrol M, Zhuang Q (2020) The Global Methane Budget 2000–2017. Earth System Science Data, 12(3), 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>

Secretariaat Benedenscheldebekken (nd) Stroomgebiedbeheerplan voor de Schelde 2022-2027 – Bekkenspecifiek deel Bendenscheldebekken

[SGS Belgium NV \(2005\) Oriënterend bodemonderzoek + Eindevaluatieverslag SPE Belgium NV, Scheldelaan 480, 2040 Antwerpen \(M2795+m2138-4\), i.o.v. SPE BELGIUM NV, OVAM dossier: 11361, d.d. 07.02.2005](#)

[SGS Belgium NV \(2005\) Oriënterend bodemonderzoek + Eindevaluatieverslag SPE Belgium NV, Scheldelaan 480, 2040 Antwerpen \(M2795+m2138-4\) + Aanvulling dd 11.03.2005 + Addendum betreffende kwikverontreiniging dd. 15.03.2005, i.o.v. BP BELGIUM NV, OVAM dossier: 11361, d.d. 07.02.2005](#)

Shen M, Huang W, Chen M, Song B, Zeng G, Zhang Y (2020) (Micro)plastic crisis: Un-ignorable contribution to global greenhouse gas emissions and climate change. In Journal of Cleaner Production (Vol. 254, p. 120138). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120138>

S-IHD-rapport BE2200029 Vallei- en brongebieden van de Zwarte beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden en BE2218311 Militair domein en de vallei van de Zwarte Beek – Definitief rapport.

S-IHD-rapport BE2217310 Bocholt, Hechtel-Eksel, Meeuwen-Gruitrode, Neerpelt en Peer – Definitief rapport.

Statbel, bevolkingsaantallen 2020, Bevolking per statistische sector, statbel.fgov.be, geraadpleegd op 15 maart 2021

Sweco Belgium (2017) Beschrijvend bodemonderzoek, dd. 26/20/2017. Perceel 150B, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. 4012810005, i.o.v. Vesta Terminal Antwerp nv

Sweco Belgium (2018) Oriënterend bodemonderzoek, dd. 16/01/2018. Perceel 150C, sectie A, afdeling 18, Antwerpen. Ref. RAP01A-4012810005 OBO. I.o.v. Vesta Terminal Antwerp nv

Sweco Belgium (2020) Gewijzigd oriënterend bodemonderzoek, dd. 05.08.2020. Perceel 150B, i.o.v. Vesta Terminal Antwerp NV

[Sweco Belgium NV \(2021\) Evaluatierapport schadegeval: Lekkage sloop leiding area 6-7, Scheldelaan 470 te Antwerpen, i.o.v. Vesta Terminal Antwerp nv, OVAM dossier: 10682, d.d. 21.12.2021](#)

Tamis WLM, Runhaar J (1994) Kwetsbaarheidskaarten Natuur Zuid Holland, CML rapport 115. Centrum voor Milieukunde Leiden

TCEQ (2008) Development Support Document. 1,3-Butadiene. CAS Registry Number 106-99-0. Prepared by

Roberta L. Grant, PhD. Toxicology Section

Technum (2015) Klimaatadaptatie en kwalitatieve en kwantitatieve richtlijnen voor de ruimtelijke inrichting van gebieden. In opdracht van Ruimte Vlaanderen

TNO (2015) Study on the suitability of the current scope and limit values of Directive 2000/14/EC relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoor)

US EPA (2002) Health assessment document for 1,3-butadiene. Office of Research and Development, Washington, DC. EPA/600/P-98/001

US EPA (2002) Integrated Risk Information System (IRIS) – Chemical Assessment Summary: 1,3-Butadiene; CASRN 106-99-0. Last revision 11/05/2002

US EPA. (2021) Natural Gas STAR Program | EPA's Voluntary Methane Programs for the Oil and Natural Gas Industry. US Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/natural-gas-star-program/natural-gas-star-program>

Vandekerckhove K, De Keersmaecker L, Demolder H, Esprit M, Thomaes A, Van Daele T, Van der Aa B (2014) Hoofdstuk 13- Ecosysteemdienst houtproductie. (INBO.R.2014. 1993289). In Stevens, M. et al. (eds.), Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2014. 1988582, Brussel

Van Dobben HF, Bobbink R, Bal D, Van Hinsberg A (2012) Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra rapport 2397. Alterra, WUR, Wageningen, Nederland

Van Ryckegem G, Vanoverbeke J, Van Braeckel A, Speybroeck J, Hermans E, Van den Bergh E (2017) Habitatmapping: foerageren van overwinterende watervogels op de slikken van de Zeeschelde. Eerstelijnsanalyse van voorkomen en foerageergedrag van eenden in gebieden met verschillende waterdynamiek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (36). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: [doi.org/10.21436/inbor.12797753](https://doi.org/10.21436/inbor.12797753)

Verbessem I, Gyselings R, Van den Neucker T, Van den Bergh E, Anselin A (2007) 11 Jaar punt transect tellingen langs de Zeeschelde (1994-2004). INBO Vogelnieuws

Verkeerscentrum (nd) Verkeersindicatoren Vlaamse hoofdwegen (<http://indicatoren.verkeerscentrum.be>, geraadpleegd maart 2020)

[Vesta Terminal Antwerp nv \(2020\) Antwerpen, Scheldelaan 470 – lek in leiding, OVAM dossier: 10682 d.d. 25.11.2020](#)

VITO (2017a) Selectie gezondheidkundige advieskundige advieswaarde voor parameter benzeen voor gebruik in MER. In opdracht van Agentschap Zorg en Gezondheid. 8 december 2017

VITO (2022a) Selectie gezondheidkundige advieskundige advieswaarde voor parameter PM<sub>2,5</sub> voor gebruik in MER. In opdracht van Agentschap Zorg en Gezondheid. 15 november 2022

VITO (2022b) Selectie gezondheidkundige advieskundige advieswaarde voor parameter PM<sub>10</sub> voor gebruik in MER. In opdracht van Agentschap Zorg en Gezondheid. 15 november 2022

VITO (2022c) Selectie gezondheidkundige advieskundige advieswaarde voor parameter stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) voor gebruik in MER. In opdracht van Agentschap Zorg en Gezondheid. 15 november 2022

VITO (2020) Protocol for the selection of health based reference values (RV). In opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid

Vlaamse overheid (2019) Vlaamse Klimaatstrategie 2050. Goedgekeurd op 20 december 2019 door de Vlaamse Regering

- Vlaamse overheid (2019) Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030. Goedgekeurd op 9 december 2019 door de Vlaamse Regering
- Vlaamse overheid, Departement Omgeving (2018) Uitvoeren van een schriftelijke enquête ter bepaling van het percentage gehinderden door geur, geluid en licht in Vlaanderen - SLO-4. Eindrapport, november 2018
- Vlaamse overheid (2020) Vlaams Klimaatadaptatieplan 2030, goedgekeurd op 27 november 2020 door de Vlaamse regering.
- Vlaamse Milieumaatschappij (nd) Impactbeoordeling bedrijfsafvalwater, via <https://www.vmm.be/water/afvalwater/impactbeoordeling-bedrijfsafvalwater> (update 23/12/2020)
- Vlaamse Milieumaatschappij (2015) MIRA Klimaatrapport 2015: over waargenomen en toekomstige klimaatveranderingen
- Vlaamse Milieumaatschappij (2017) Belgium's greenhouse gas inventory (1990-2015). National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. March 2017, Brussels
- Vlaamse Milieumaatschappij (2018) Uitstoot van de broeikasgassen in Vlaanderen, 2000-2016
- VMM (2015) Verzurende en vermestende luchtverontreiniging in Vlaanderen, jaarrapport 2014
- Vlaamse Milieumaatschappij (nd) Databank 'Meetresultaten stroomopwaarts', [https://int-web.vmm.be/ibmcognos/bi/?perspective=classicviewer&pathRef=.public\\_folders%2FWater%2FOppervlaktewater%2FMeetresultaten%2Bstroomopwaarts&id=iFF3E2968D1E3461C8356795526375C79](https://int-web.vmm.be/ibmcognos/bi/?perspective=classicviewer&pathRef=.public_folders%2FWater%2FOppervlaktewater%2FMeetresultaten%2Bstroomopwaarts&id=iFF3E2968D1E3461C8356795526375C79), geraadpleegd 16/01/2024
- Vlachopoulos J (2009) An assessment of energy savings derived from mechanical recycling of polyethylene versus new feedstock, World Bank
- VMM (2019) Richtlijnen bemaling ter bescherming van het milieu
- VMM (2023) Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2022
- VMM (2021) Strategisch plan waterbevoorrading in Vlaanderen
- VMM (2021) Afwegingskader prioritair watergebruik tijdens droogte en waterschaarste
- Wagemans et al. (2008) Monitoring Galgenschuur.
- WTCB (2009) Richtlijnen Bemalingen 200909
- World Economic Forum (2016) The New Plastics Economy - Rethinking the future of plastics. World Economic Forum
- World Economic Forum (2020) Fostering Effective Energy Transition 2020 edition. [www.weforum.org](http://www.weforum.org)
- Wood. INEOS Project One Carbon emissions assessment. Contract nr. 7650. Dd. 29/04/2020. In opdracht van INEOS Project One
- WHO (2000) Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe
- WHO (2006) Air quality guidelines global update 2005 : particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe
- WHO (2010) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization. Regional Office for Europe
- WHO (2018) Environmental Noise Guidelines for Europe 2018

WHO (2021) WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide

WHO (1999) Guidelines for Community Noise. World Health Organisation, Geneva

WHO Regional Office for Europe. (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project. Technical Report. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe

Zheng J, Suh S (2019) Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nature Climate Change*, 9(5), 374–378. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>

## Colofon

### PROJECT MER INEOS PROJECT ONE TE LILLO

#### KLANT

INEOS Olefins Belgium NV

#### AUTEUR

Frank Van Daele

#### DATUM

Augustus 2024

#### Arcadis Belgium nv

Post X  
Borsbeeksebrug 22  
2600 Antwerp  
Belgium

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)