




Project Everest

(**E**nhancing **V**alue by **E**missions **R**euse & **E**missions **S**Torage)

Publiek Eindverslag



Document no.	:	58.022271-GEN-00789		
Revision	:	1		
Date	:	29-10-2021		
Status	:	Final		
Responsibility				
Responsibility	Name	Function	Signature	Date
Made by	Danielle Nijhof	Process Engineer		28-10-2021
Checked by	Bas de Bueger	Lead Engineer		29-10-2021
Approved by	Hans van Zutphen	Project Manager		26-11-2021

Delegated MCA tasks:

Revision Log

Revision	Date	Description
0	04-11-2021	First draft, for comments
1	07-11-2021	Comments incorporated
2		
3		
4		

Contents

1	Inleiding	4
2	Activiteiten tijdens subsidieperiode	5
2.1	CCUS opties	5
2.2	Twee treinen configuratie	6
2.3	H ₂ calculaties opex en capex en ontwikkeling business case	6
2.4	Engineering	7
2.4.1	PFD's	7
2.4.2	Plot plan	7
2.4.3	Staalhaven	7
2.4.4	3D model	8
2.4.5	Koelwater	8
2.4.6	Power Plant	9
2.5	Permitting	10
2.6	Contracting	11
3	CO₂ balans	12
4	Conclusies	14

1 Inleiding

Tata Steel onderzoekt de haalbaarheid van het afvangen en opslaan van CO₂ uit Hoogovengas en het genereren van grondstoffen voor de chemische industrie uit het resulterende CO₂-vrije gas. Deze gezamenlijke activiteit wordt aangeduid als Carbon Capture Utililisation and Storage, kortweg CCUS. Het betreffende project bij Tata Steel heeft de naam Everest en beoogt 5,7 Mton CO₂ te reduceren per jaar.

In de periode September 2020 – September 2021 heeft Tata Steel in samenwerking met haar contractor, McDermott, onderzoek gedaan naar diverse technische opties die nog voorhanden waren om Everest vorm te geven. Uiteindelijk hebben de activiteiten zoals beschreven in dit eindrapport ertoe geleid dat er één conceptueel ontwerp voor Everest is gemaakt.

Op basis van dit conceptueel ontwerp zou de Basic Engineering en daarop volgend de aanbesteding van het project kunnen worden uitgevoerd. Op 15 September 2021 heeft Tata Steel IJmuiden echter besloten het project Everest stop te zetten. Omdat dit besluit nagenoeg samenviel met het einde van de onderhavige subsidieperiode en het voltooien van het conceptueel ontwerp is er nu wel sprake van een voltooid geheel. De behaalde resultaten zullen echter niet worden toegepast in de decarbonisatie van Tata Steel IJmuiden.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Regeling nationale EZ-subsidies, Topsector Energiestudies en uitgevoerd door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

2 Activiteiten tijdens subsidieperiode

Teneinde tot een conceptueel ontwerp te komen zijn er vele verschillende activiteiten (deels in parallel) uitgevoerd. De belangrijkste zaken worden hieronder beschreven.

De hoofdpunten van de documentatie die is opgesteld ten behoeve van Everest:

- Massa- en energiebalans voor het gehele project
- Process Flow Diagrams
- Overall plot plan
- Ontwerp koelwatersysteem
- Sized equipment list
- Piping routes voor de grootste leidingen
- Investeringscalculatie
- Berekening verbruikscijfers
- 3d-model
- Geluidsmodellering
- AERIUS berekeningen tbv luchtmissies
- Aanbesteding amine wash licenties
- Warmtepompstudie
- CO₂ balans voor het gehele project
- Strategie voor de aanbesteding van het project
- Algemene aanbestedingsdocumentatie

2.1 CCUS opties

Zoals in de inleiding beschreven is een van de doelen van Everest om het hoogovengas, nadat de CO₂ eruit verwijderd is, te gebruiken om een grondstof voor chemische processen uit te fabriceren. Het conceptueel ontwerp voor Everest kon pas voltooid worden als bekend is welke grondstof geproduceerd gaat worden. De volgende grondstoffen zijn op haalbaarheid onderzocht:

- Methanol
- Waterstof
- Nafta
- Koolmonoxide

De methanolroute is onderzocht samen met Nouryon. Hiervoor is een apart project gedefinieerd, Hephaestos genaamd. Dit project heeft evenals Everest een subsidie ontvangen uit de regeling Haalbaarheidstudies Topsectop Energie van RVO (TESN120037). Uit analyses is gebleken dat een technisch ontwerp voor het realiseren van methanolproductie uit Hoogovengas goed haalbaar was, maar dat met name aan de opbrengstenkant teveel onzekerheden waren om een solide business case te ontwikkelen.

De Nafta-route is onderzocht samen met DOW Chemical en ArcelorMittal. Ook hiervoor is een apart project gedefinieerd, Steel2Chemical genaamd. Dit project ontvangt subsidie via TKI en behelst onder andere de bouw en het bedienen van een pilot plant voor het genereren van nafta uit hoogovengas. Uiteindelijk heeft Tata Steel besloten deze route niet verder te vervolgen voor Everest, omdat de tijd om deze technologie gereed te krijgen voor toepassing op industriële schaal niet overeenkwam met de planning van Everest.

De Koolmonoxide route had tot doel om uit het hoogovengas één specifieke grondstof te fabriceren die ingezet kon worden als grondstof voor de productie van circulaire koolwaterstoffen. Deze route is uiteindelijk niet gekozen omdat er een te groot verschil was tussen de kostprijs om CO uit hoogovengas te isoleren en de prijs die de markt bereid was te betalen. Naast deze economische

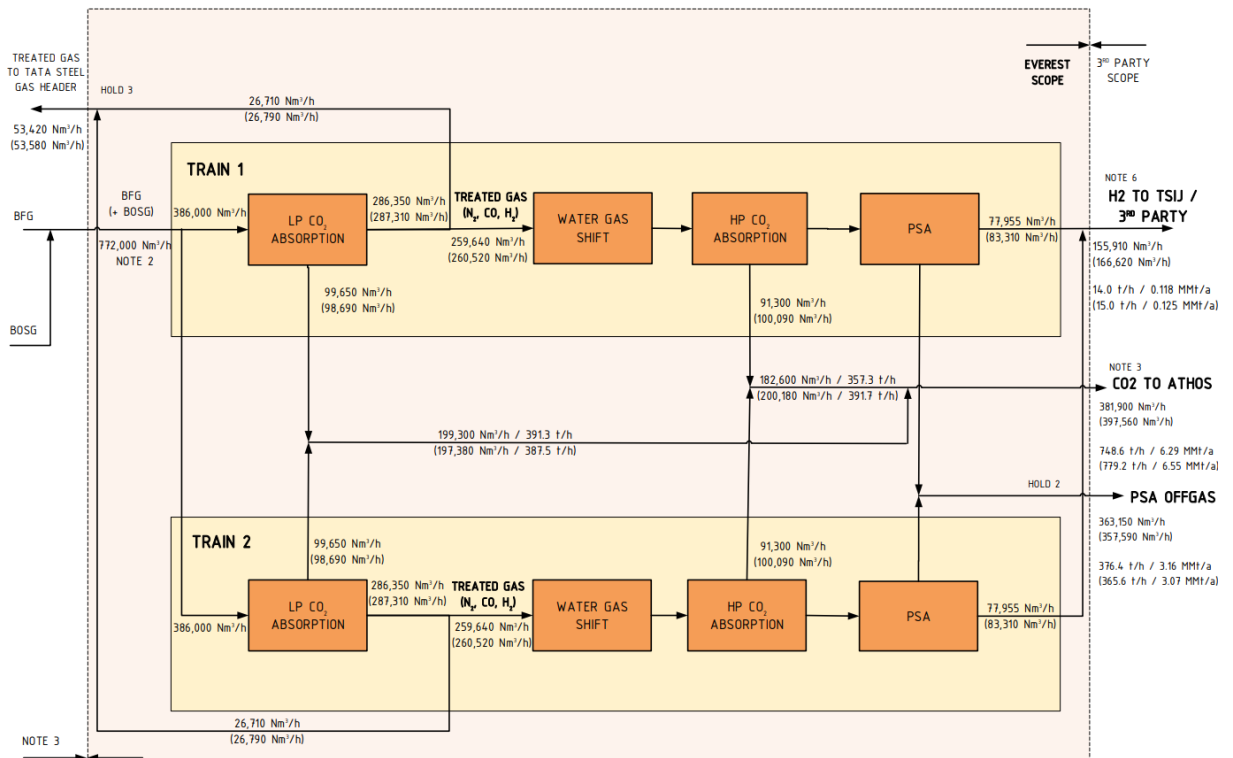
afweging bleken er ook op technisch gebied nog significante obstakels te overwinnen alvorens CO uit hoogovengas geproduceerd kon worden.

Uiteindelijk is de afweging dus geweest om waterstof te gaan produceren uit hoogovengas. Deze optie heeft als voordeel dat het technisch de eenvoudigste is en dat er een grote markt voor de te produceren waterstof is. Daarnaast ontwikkelt Gasunie de nodige waterstof infrastructuur die nodig is om het product ook fysiek te leveren.

2.2 Twee treinen configuratie

Nadat de keuze voor de te produceren grondstof gemaakt was, is het ontwerp geschaald op de haalbare waterstofproductie. Vervolgens is het gehele ontwerp intern door Tata Steel experts gereviewed. Hierbij is nadrukkelijk gekeken naar de operationele risico's van het ontwerp. Kernvraag daarbij was of verstoringen in het proces van Everest zouden kunnen leiden tot verstoringen in de energievoorziening van Tata Steel IJmuiden. Dit bleek inderdaad het geval te zijn. Naar aanleiding hiervan is de basis van het ontwerp aangepast; In plaats van één installatie die in twee fasen (eerst de CO₂ afvang en later pas de waterstofproductie) gebouwd wordt, is Everest opgedeeld in twee identieke treinen, waarbij iedere trein 50% van zowel de CO₂ afvang als de waterstofproductie voor zijn rekening neemt. Tevens is ervoor gekozen het gehele project in een keer te bouwen en geen fasering aan te brengen.

Onderstaand plaatje geeft de uiteindelijk gekozen configuratie weer.



Figuur 1. Configuratie van Everest en bijbehorende gastromen

2.3 H₂ calculaties opex en capex en ontwikkeling business case

In een eerdere fase was de Capex en Opex van de CO₂ opvang al bepaald. Voor de waterstofproductie is deze nu ook doorgerekend. Hiervoor zijn massabalansen, equipment lists en uiteindelijk een factored estimate bepaald. De technologie voor het produceren van de H₂ uit hoogovengas is Water Gas shift. De technologie die gebruikt wordt om de hierbij geproduceerde

Sensitivity: general

CO₂ af te vangen is hoge druk (20 bar) amine wash technologie. Aan de hand van de nieuwe Capex getallen en de verbruikscijfers van het waterstofdeel van het project, kon een totale business case opgesteld worden, gebruikmakend van de prijsscenario's die Tata Steel gebruikt voor de diverse utilities die in het project verbruikt danwel geproduceerd worden.

2.4 Engineering

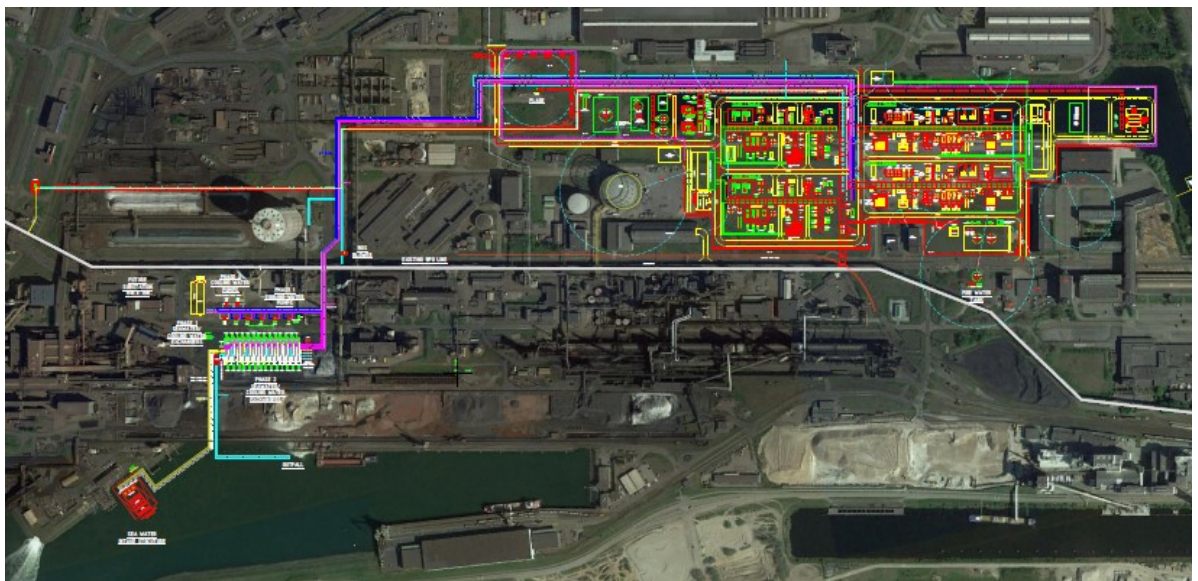
Tijdens de subsidieperiode is veel werk uitgevoerd op het gebied van engineering voor Everest. Hieronder wordt een aantal thema's verder besproken.

2.4.1 PFD's

Naar aanleiding van de definitieve keuze voor de schaalgrootte van Everest, de twee treinen configuratie en de toepassing van warmtepompen voor de energievoorziening van de CO₂ afvang zijn de definitieve Process Flow Diagrams gemaakt. In deze PFD's zijn alle gas- en waterstromen weergegeven zoals bepaald uit de massa- en energiebalansen. Naar aanleiding van de PFD's is een sized equipment list opgesteld, die als basis diende voor Capex berekeningen en het plot plan van Everest.

2.4.2 Plot plan

Er zijn diverse plot plans ontwikkeld in het kader van Everest. Het vinden van voldoende grondoppervlak om alle benodigde installaties te behuizen is in een bestaande site niet eenvoudig, zeker als ook rekening moet worden gehouden met toekomstige uitbreidingen en projecten die ook ruimte vereisen. In de onderstaande tekening is weergegeven welke plot plan uiteindelijk is ontwikkeld. Een belangrijk aspect van Everest is dat de Staalhaven, die ten noorden van de hoofdplot ligt, gedempt moet worden en als bouwgrond voor Everest dient.



Figuur 2. Plot plan Everest.

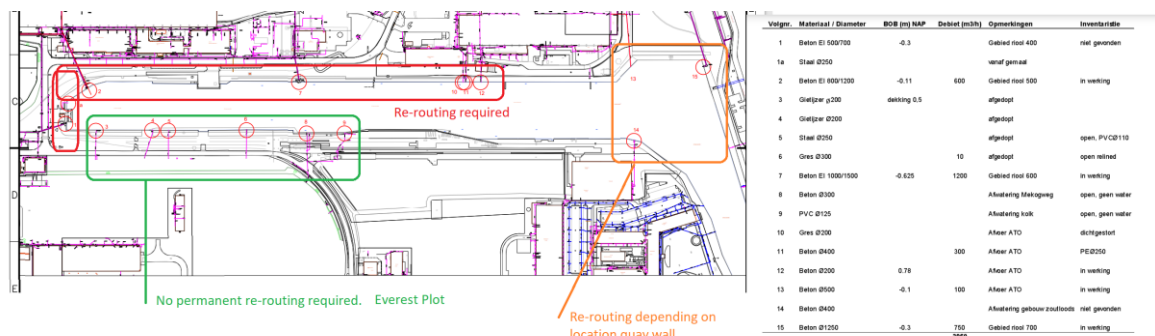
2.4.3 Staalhaven

Het is nodig om de Staalhaven te dempen en bouwrijp te maken om voldoende grondoppervlak te hebben om de installaties van Everest op te bouwen. Een ontwerp van het uiteindelijk te realiseren terrein met hoogteproufielen en begrenzingen is gemaakt. Aan de hand hiervan is in beeld gebracht welke werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd om dit te realiseren. Zo dient onder andere een koelwaterpompstation te worden verplaatst naar de nieuwe watergrens, diverse koelwaterleidingen te worden verplaatst en diverse kabels en leidingen te worden gekapt en verwijderd.

Sensitivity: general

Document no. : 58.022271-GEN-00789
Revision : 1

Date: 29-10-2021
Page 7 of 14



Figuur 3. Overzicht benodigde werkzaamheden Staalhaven.

2.4.4 3D model

Tijdens de werkzaamheden van de onderhavige subsidieperiode is ook een begin gemaakt met de ontwikkeling van een 3D model van de gehele installatie. Ten tijde van het beëindigen van het project was een opstelling van de grote installatiedelen bepaald, evenals de gasleidingen voor het lage druk deel van de CO₂-afvang.



Figuur 4. 3D aanzicht van Everest vanuit Noordwest-hoek van de plot gezien.

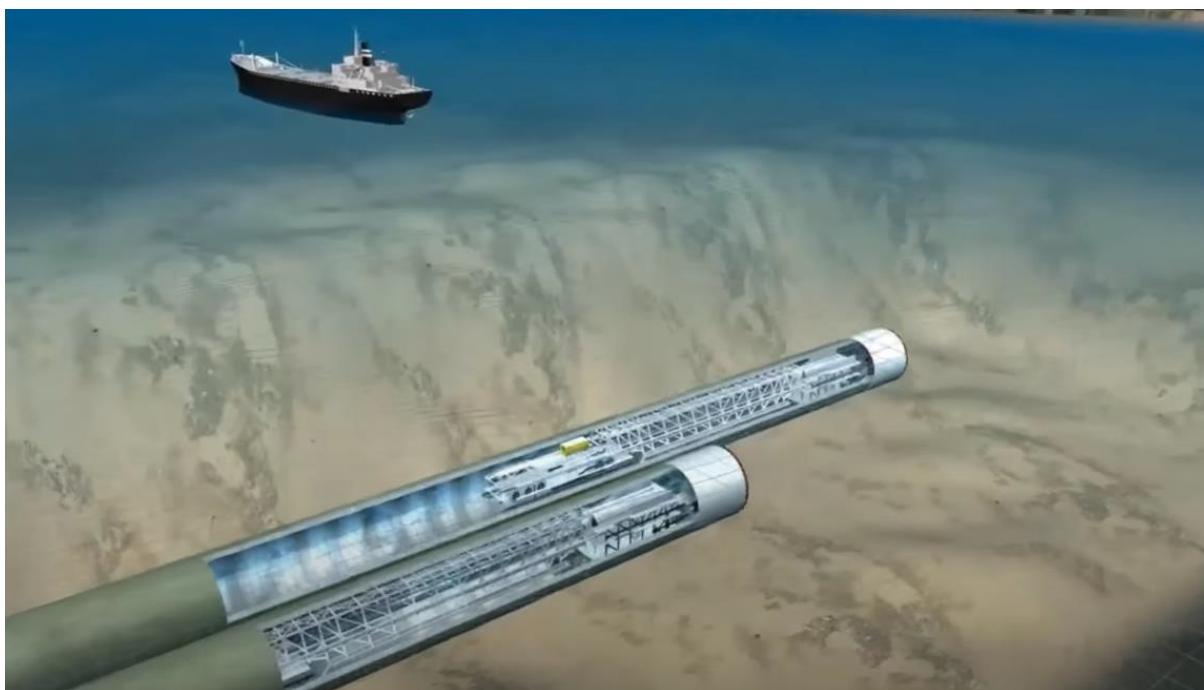
2.4.5 Koelwater

Everest vereist grote hoeveelheden koelwater en het is niet vanzelfsprekend dat dit uit het Noordzeekanaal kan worden gehaald vanwege de thermische belasting van het water die daaruit voortkomt en met name de invloed daarvan op het aquatisch milieu. Om deze reden zijn diverse opties onderzocht voor de koelwatervoorziening van Everest, zie onderstaande Figuur 5.



Figuur 5. Verschillende koelwateropties.

Uiteindelijk bleek dat bij de opties waarbij water aan het Noordzeekanaal werd onttrokken niet kon worden uitgesloten dat er schadelijke gevolgen zouden zijn. Daarom is ervoor gekozen om door middel van een grote tunnel onder het terrein koelwater rechtstreeks uit de Noordzee te onttrekken. Deze tunnel zou aangelegd worden door middel van een tunnel boor machine (TBM).



Figuur 6. Schematische weergave tunnel boor systeem.

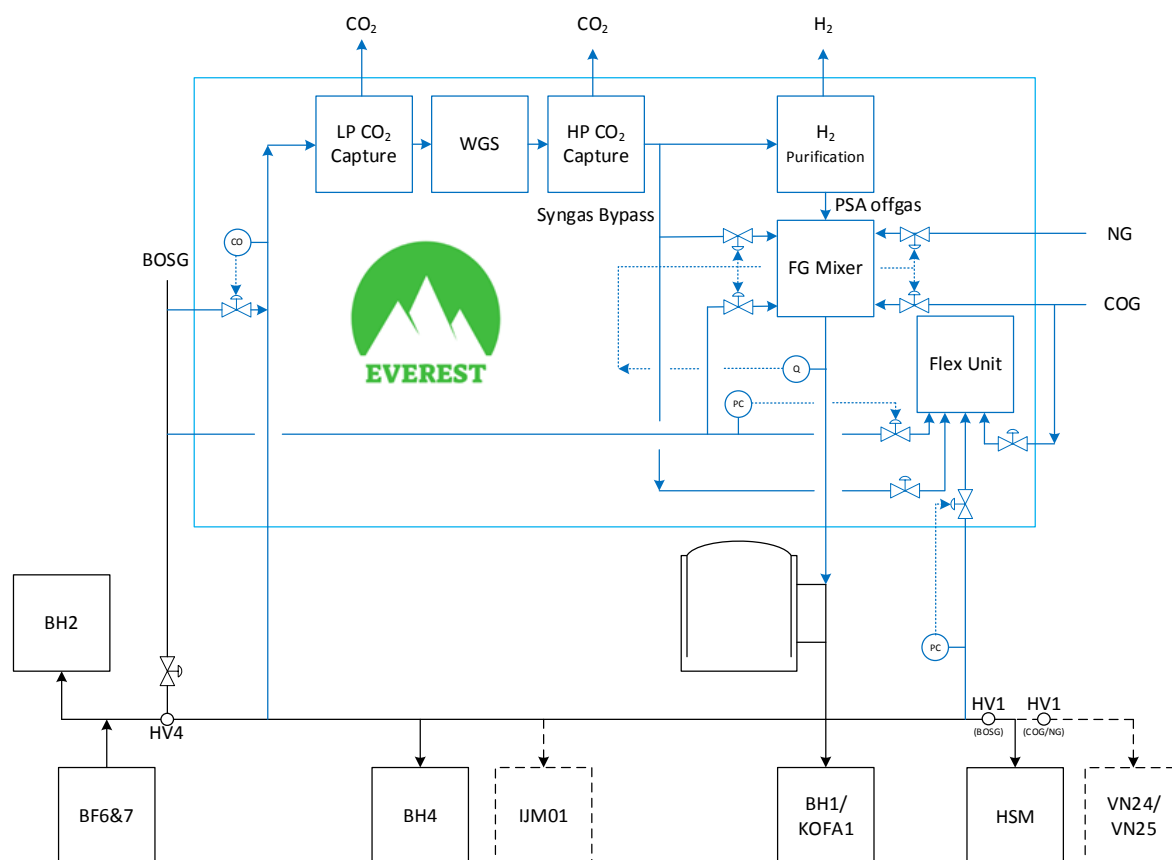
2.4.6 Power Plant

Een ander belangrijk aspect aan Everest dat is onderzocht is de verwerking van de resterende gassen die door Tata Steel worden geproduceerd in relatie tot de stroomopwekking. Door de capaciteit van Everest te definiëren en de installatie in de energie-infrastructuur van TSIJ te plaatsen als eindgebruiker werd ook duidelijk welke hoeveelheden hoogovengas en oxygas dan nog overbleven voor andere installaties. Er dienen echter ook oplossingen te worden ontwikkeld voor de

Sensitivity: general

situaties waarin één van Everest treinen niet beschikbaar is, omdat er dan een grote hoeveelheid gas elders verwerkt dient te worden en niet afgefakkeld kan worden. Diverse scenarios zijn beschreven en in ieder van deze gevallen is bepaald op welke manier de gashoeveelheden konden verwerkt. Daarnaast is dezelfde exercitie nogmaals gedaan voor het moment dat Hoogoven 6 gesloten zou worden. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een duidelijke definitie van welke additionele gasverwerkingscapaciteit er naast Everest gebouwd zou moeten worden in de vorm van één of meerdere power plants.

In onderstaande Figuur 7 is schematisch weergegeven op welke wijze Everest past binnen de bestaande energie-infrastructuur van Tata Steel IJmuiden.



Figuur 7. Relatie tussen Everest en bestaande infrastructuur van TSIJ. In Blauw zijn de nieuw te bouwen installaties weergegeven, in zwart de bestaande installaties.

2.5 Permitting

Tijdens de FEED fase is ook de Wabo vergunningsaanvraag voorbereid. Op het moment dat besloten werd om Everest stop te zetten was de vergunningsaanvraag gereed en waren alle deelonderzoeken uitgevoerd. De vergunningsaanvraag bestond uit een Milieu Effect Rapportage met 38 deelstudies op specifieke terreinen als luchtemissies, archeologisch onderzoek, bodemgesteldheid, enz. Alvorens tot het schrijven van de MER werd overgegaan heeft diverse keren overleg plaatsgevonden met een voor het project opgerichte commissie MER.

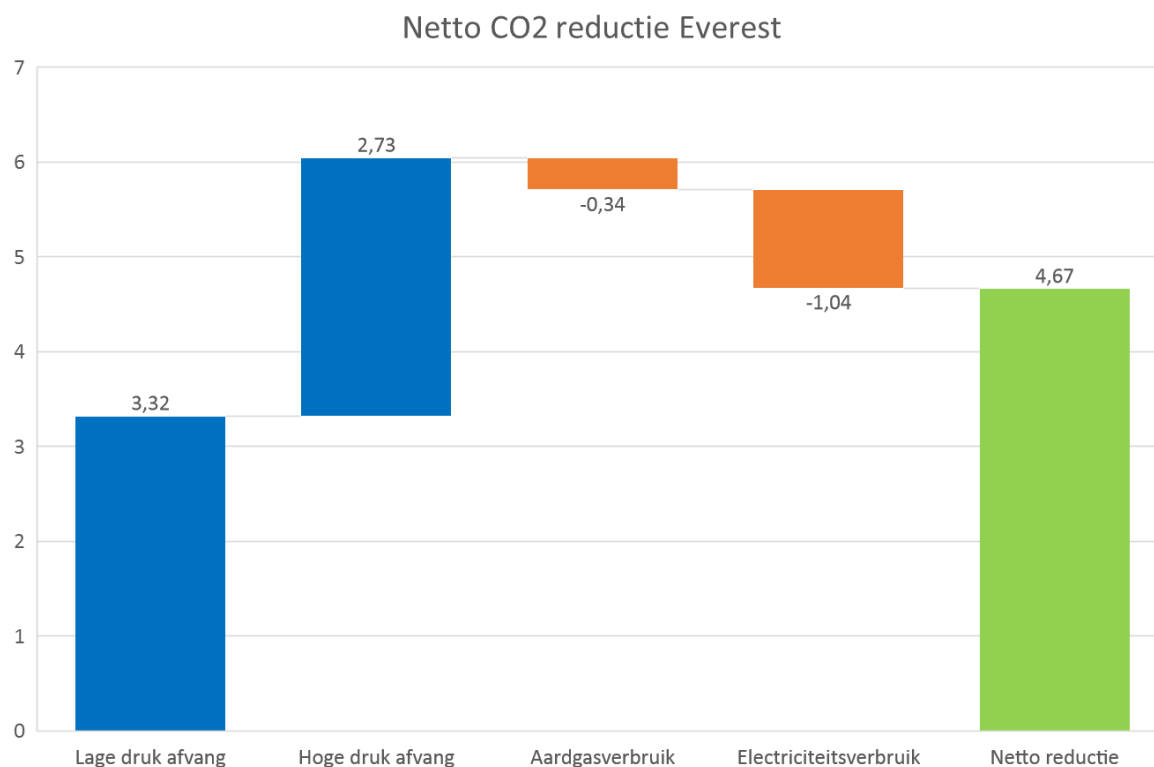
2.6 Contracting

Als onderdeel van de voorbereiding van de aanbesteding en engineering van Everest is door Tata Steel een contracting strategie opgesteld. De verwachting is dat een project van de omvang van Everest niet op een eenvoudige wijze aanbesteed kan worden. Daarom is een strategie door Tata Steel ontwikkeld die ernaar streeft om de risico's op een verantwoorde manier te verdelen over de diverse partners die de ontwikkeling van het project op zich zouden nemen. Hierbij zijn diverse contracting methoden geanalyseerd en is uiteindelijk gekozen voor een model waarin als belangrijkste uitgangspunt geldt dat de belangen van de verschillende partijen zoveel mogelijk op één lijn liggen. Het plan was om vanaf September 2021 de beschreven strategie te gaan toetsen op haalbaarheid in de markt en daarna ten uitvoer te brengen, met als uiteindelijke doel een alliantie van diverse contractors en Tata Steel aan boord te hebben in Q2 2023.

3 CO₂ balans

Door de keuze van waterstof als te produceren eindproduct uit het hoogovengas werd het mogelijk om de eerder gedane CO₂-balans voor de CO₂-afvang uit te breiden naar het totaalbeeld van het gehele Everest project. Hiervoor is een nieuwe CO₂-balans opgesteld die alle componenten zoals weergegeven in Figuur 8 meeneemt in de berekeningen.

De resultaten worden hieronder weergegeven.



Figuur 8. CO₂ reducties en emissies als gevolg van Everest.

In totaal zorgt Everest voor een afname van de directe reducties van 6,05 Mton/a. Dit wordt weergegeven door de tweede blauwe blokken in de grafiek. De CO₂ afvang gebeurt zowel in het lage druk deel (vanuit het Hoogovengas) als vanuit het hoge druk deel (na de stap van waterstofproductie). Omdat er in het proces een onverbrandbaar (laag calorisch) restgas geproduceerd wordt, dat ook niet geventileerd kan worden, dient er aardgas te worden geïmporteerd om de calorische gas van het restgas te verhogen en het daardoor brandbaar te maken. De koolstof atomen in het aardgas zorgen echter voor CO₂ emissies. Dientengevolge is de netto reductie van emissies op het terrein van TSIJ 5,7 Mton/a.

Tevens wordt door toepassing van Everest de elektriciteitsproductie van Vattenfall verminderd en neemt het elektriciteitsverbruik van TSIJ toe. Deze elektriciteit moet elders geproduceerd worden en dit leidt tot aanvullende emissies van 1 Mton/a. Het netto resultaat is een totale reductie (indirect en direct) van 4,7 Mton/a.

Het bovengenoemde resultaat is echter ook nog niet volledig. Tijdens het proces wordt immers ook waterstof geproduceerd, die ergens ingezet zal worden en daar dus het gebruik van fossiele brandstoffen/grondstoffen verdringt. Omdat niet bekend is op welke wijze de waterstof zal worden

ingezet, is hier geen “bonus” voor meegenomen in de berekeningen. Wanneer wordt aangenomen dat de in Everest geproduceerde waterstof het verbranden van aardgas elders verdringt, zou dit tot een extra reductie van 0,7 Mton/a leiden en zou de netto reductie van Everest (over heel Nederland bezien) dus 5,4 Mton/a bedragen.

4 Conclusies

Zoals reeds gesteld in de inleiding heeft Tata Steel IJmuiden op 15 September 2021 besloten het project te stoppen en een andere decarbonisatie strategie voor de site te gaan vervolgen. Hiermee is een einde gekomen aan 3 jaar engineering en onderzoek ten behoeve van het ontwikkelen van CCUS in IJmuiden.

Het eindresultaat van het traject is een Conceptueel ontwerp aan de hand waarvan de basic engineering en aanbesteding van het project kan worden opgestart.