

## TOELICHTING OP AANVULLENDE GEGEVENS MER EN AANVRAAG VERGUNNING

*voor het plaatsen van een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie bij HVC, locatie Alkmaar*

Opdrachtgever: NV HVC

23 juli 2021  
PK18024/D09



Rapportnummer: PK18024/D09  
Status: Definitief  
Datum: 23 juli 2021  
Projectleider: ir. Å.C. Norrthon  
Auteur: ir. Å.C. Norrthon  
Tweede lezer: dr. D.E. Groot

Copy right: © 2021, Kuiper & Burger Milieumanagement B.V. Dit rapport en/of delen van dit rapport mogen niet worden aangepast, vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Kuiper & Burger Milieumanagement B.V.

Disclaimer: Kuiper & Burger Milieumanagement B.V. aanvaard geen aansprakelijkheid voor schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Kuiper & Burger Milieumanagement geleverde document.

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Beantwoording .....</b>	<b>4</b>
2.1	Einde afvalstatus.....	4
2.2	PFAS.....	4
2.3	OTNOC.....	7
2.4	CO <sub>2</sub> emissies .....	8
2.5	CO <sub>2</sub> -kwaliteitseisen .....	9
2.6	CO <sub>2</sub> kwaliteitsbeheersing .....	12
2.7	CO <sub>2</sub> meetprogramma kwaliteit.....	16
2.8	Criteria afschakelen afgasinname .....	17
2.9	Vullen amine-oplossing.....	17
2.10	Incidentele CO <sub>2</sub> emissie tijdens tanken .....	19
2.11	Incidentele verontreinigde waterstroom .....	19
2.12	Logistiek .....	20
2.13	Scenario brand in houtopslag .....	20
2.14	Verwerkingscapaciteit.....	21
2.15	Opslag CO <sub>2</sub> .....	24
2.16	Opvangput CO <sub>2</sub> -opslag .....	24
2.17	Instantaanvrijkomen CO <sub>2</sub> .....	25
2.18	TAQA veiligheid beïnvloeding .....	26
2.19	Vertrouwelijkheid MSDS OASE Blue. ....	26

## 1 INLEIDING

Op 15 april 2021 heeft HVC N.V. een verzoek tot aanvulling (documentnummer 19895901) ontvangen op haar aanvraag omgevingsvergunning voor het plaatsen van een CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie (Fase 1).

In dit document worden de vragen van de OD NZKG beantwoord. Deze vragen van bevoegd gezag zijn opgenomen in blauw, de antwoorden zijn opgenomen in zwart.

## 2 BEANTWOORDING

### 2.1 Einde afvalstatus

Informatie m.b.t. de stand van zaken einde afval status CO<sub>2</sub> wordt gevraagd.

HVC heeft een juridisch onderbouwde zienswijze ingediend bij de OD waarin beargumenteerd wordt dat er sprake is van een product en geen afval. Tevens is bij de OD vooraf gemeld dat HVC op die basis vloeibaar CO<sub>2</sub> ging afvoeren. Hierop heeft OD geantwoord af te zien van handhaving in afwachting van een beoordeling van RIVM / RWS.

Er is nog altijd geen landelijke richtlijn einde-afval voor CO<sub>2</sub> gekomen. Recentelijk (1 maart jl.) heeft de minister een brief aan de Tweede Kamer gestuurd over de einde-afval procedures.

### 2.2 PFAS

Is door HVC nagegaan in hoeverre de mogelijk aanwezige PFAS in rookgassen van invloed is op de kwaliteit van de CO<sub>2</sub> productstroom? Wat zijn de overwegingen om al dan niet PFAS mee te nemen?

In september 2019 heeft HVC tijdens emissiemetingen aan de afvalcentrale in Dordrecht ook PFAS metingen laten uitvoeren in de rookgassen (Tauw rapport R002-1272181HOW-V02). De conclusie was dat de gehalten zeer laag waren.

Gemeten waarden in de rookgassen van de SVI in Dordrecht:

concentraties in de stromen		PFOA	PFOS	GenX	Som PFAS* (excl. GenX)	ZZS en pot. ZZS (incl GenX)
Rookgassen lijn 2	ng/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>	0,058	0,025	0,095	0,261	0,32
Rookgassen lijn 4	ng/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>	0,017	0,014	0,164	0,276	0,41

\*analyses door lab VU Amsterdam. Let op: in nanogrammen/normaal m<sup>3</sup> rookgas

Gemeten waarden in de rookgassen van de AEC van Dordrecht:

concentraties in de stromen		PFOA	PFOS	GenX	Som PFAS* (excl. GenX)	ZZS en pot. ZZS (incl GenX) *
Rookgassen lijn 1 en 4 (RGR A)	ng/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>	0,028	0,008	0,056	0,092	0,13
Rookgassen lijn 5 (RGR C)	ng/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>	0,046	0,007	0,052	0,298	0,21

\*Rookgassen: analyses door lab VU Amsterdam. Let op: in nanogrammen/normaal m<sup>3</sup> rookgas

Omgerekend naar vrachten per jaar worden deze tabellen dan als volgt.

Voor de SVI (80 kton/jr droge stof):

	PFOA	PFOS	GenX	Som PFAS* (excl. GenX)	ZZS en pot. ZZS (incl GenX)
	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar
Rookgassen (hele SVI; 4 lijnen)	0,03	0,02	0,10	0,22	0,30

\*Rookgassen: analyses door lab VU Amsterdam. Let op: in nanogrammen/normaal m<sup>3</sup> rookgas

En voor de AEC (300 kton/jr afval doorzet):

	PFOA	PFOS	GenX	Som PFAS* (excl. GenX)	ZZS en pot. ZZS (incl GenX)
	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar	gram/jaar
Rookgassen (hele AEC; 3 lijnen)	0,07	0,01	0,10	0,41	0,33

\*Rookgassen: analyses door lab VU Amsterdam. Let op: in nanogrammen/normaal m<sup>3</sup> rookgas

Voor de CO<sub>2</sub> installatie in Alkmaar wordt een aansluiting voorzien op lijn 4 (ook een AEC dus vooraansnog kan dezelfde PFAS belasting naar de rookgassen worden aangehouden) en de BEC. Deze laatste verbrandt afvalhout (180 kt/jr) en een klein deel gedroogd zuiveringsslib (10 kton/jr). De helft van de rookgassen zullen worden ingezet voor CO<sub>2</sub> afvang. De ordegrrootte aan PFAS die verwacht mag worden is dan:

Ingeval rookgassen van BEC:

$(0,41 \cdot 180 / (2 \cdot 300) + 0,22 \cdot 10 / (2 \cdot 80)) = 0,123 + 0,138 = 0,261$  gram per jaar. Dit is dan nog een worst-case omdat we hier aannemen dat afvalhout even zwaar belast is als afval (wat zeer zeker niet het geval is.)

Of, ingeval van rookgassen van lijn 4 van de AEC:

$(0,41 \cdot 220 / (2 \cdot 300)) = 0,150$  gram per jaar.

Naast het feit dat het aanbod aan PFAS aan de afvanginstallatie dus zeer laag is, wordt verder opgemerkt dat PFAS in het algemeen zware verbindingen zijn die achter zullen blijven in de amine-oplossing tijdens het afvangen (en dit wordt afgevoerd als gevaarlijk afval na einde levensduur). De amine-oplossing bevat voor tientallen procenten organische oplosmiddelen waarin de PFAS-verbindingen graag oplossen. Als er al PFAS verder komt in het proces zullen de PFAS-verbindingen in het vervloeingsproces van het CO<sub>2</sub> achterblijven in het koolfilter dat daarin is opgenomen.

De geleverde CO<sub>2</sub> is dus vrij van meetbare hoeveelheden PFAS. De minieme hoeveelheden PFAS die in de rookgassen aanwezig zijn worden in het CO<sub>2</sub>-afvangproces alsnog afgevangen en gebonden in de amines en het actiefkool-filter. Als gevolg van de afvang en vervloeiing van CO<sub>2</sub> komen er dus minder PFAS-verbindingen in het milieu dan momenteel het geval is.

## 2.3 OTNOC

Kan nader worden toegelicht op welke wijze wordt omgegaan met kwaliteitsborging van de CO<sub>2</sub> productstroom in situaties van niet-normale bedrijfsvoering zoals opstart/shutdown, maar ook noodstops (ESD)? Overweeg of het afschakelen van de rookgas inname van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie voldoende snel is uit te voeren.

Zoals beschreven in de aanvraag worden er algoritmes ingebouwd in de procesbesturing die ervoor zorgen dat de rookgasinname stopt bij te hoge gehalten van specifieke stoffen dan wel specifieke procescondities. Emissiemetingen vinden plaats in de schoorsteen, voor de CO<sub>2</sub> afvang. De LCO<sub>2</sub>-opslagfaciliteit (1500 ton: 100 uur productie) fungeert dan als peakshaver voor het kortstondige aanbod van mogelijk vervuilde CO<sub>2</sub>.

OTNOC is niet zozeer direct een gevaar voor de CO<sub>2</sub>-kwaliteit. Een snelle afschakeling is wel van belang voor de kwaliteit van de amines: hoger aanbod van SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en/of zuurstof versnelt de afbraak van amines of de vorming van stabiele verontreinigingen die achterblijven in de amine-oplossing.

In Tabel 3 van de aanvraag omgevingsvergunning (milieu deel) is de Operating window opgenomen in paragraaf 4.11 (pagina 31). Hierin staan criteria voor het afschakelen. Wordt aan één of meer van de criteria niet voldaan dan worden de rookgassen niet langer ingenomen door de afvanginstallatie. Voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> geldt dit niet momentaan maar voor een voortschrijdend

gemiddelde van resp. 300 sec en 4 uur. De procescondities zijn strak te monitoren; de afschakeling bij afwijkende procescondities geschiet momentaan.

De lesson learned uit de pilot plant is dat de aangehouden grenswaarde voor SO<sub>2</sub> aanvankelijk 5 mg/Nm<sup>3</sup> was (in aanvraag omgevingsvergunning staat 50 mg/Nm<sup>3</sup>) maar dat dit tot dusdanig frequent afschakelen van de rookgassen leidde dat dit weer allerlei andere nadelige effecten had, ook op de kwaliteit van de installatie. Daarom is deze grenswaarde nu ingesteld op 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

De afbraak van amines en de vorming van reactieproducten is een relatief langzaam proces. In de ordegrrootte van 1% omzetting per week. Monitoring (monsternamen en aanbieden sample aan een extern laboratorium) met een frequentie van eens per twee weken is voldoende. Bedacht moet worden dat HVC kiest voor een proprietary solvent dat ontworpen is op lage afbraak en verlies. Dit solvent is stabiel dan de MEA die in vergelijkbare installaties gebruikt wordt. Bovendien is ook uit de activiteit van het solvent af te leiden in welk tempo verlies/afbraak plaatsvindt. Minder amine betekent immers ook minder CO<sub>2</sub>-afvangst per tijdseenheid.

Er is op dit moment nog geen standaard 'productie' lab dat ingesteld is op snel analyseren en rapporteren. Ook dat leidt tot een wat langere wachttijd op de uitslag.

Een werkbare procedure is dat HVC gedurende het eerste jaar tweewekelijks monitort en dan een lagere frequentie aanhoudt, in overleg bevoegd gezag. Bijvoorbeeld zodra de correlatie is gevonden tussen activiteit van het amine solvent en de amine gehaltenes.

## 2.4 CO<sub>2</sub>-emissies

**Gevraagd wordt aan te geven in hoeverre is nagegaan dat het afblazen van CO<sub>2</sub> in calamiteit situaties aanleiding kan zijn tot gevaarlijke CO<sub>2</sub>-concentraties en blootstelling van aanwezig personeel.**

Er zijn twee mogelijkheden: de druk in de opslagtank(s) wordt te hoog en er wordt gasvormig CO<sub>2</sub> afgeblazen. Omdat vloeibaar CO<sub>2</sub> niet samendrukbaar is zal alleen de druk in de gasbel bovenin de tank kunnen oplopen en afblazen via een veiligheidsventiel is dan een adequate oplossing. Indien dit zich voordoet is er sprake van een relatief geringe CO<sub>2</sub> afblaas omdat in termen van massa de CO<sub>2</sub> bel bovenin relatief gering is. De afblaaspijp is boven aan de tank bevestigd, op ruim 7,5 meter hoogte. Voordat het gas mogelijk aanwezig personeel bereikt zal er sprake zijn van een aanzienlijke vermenging met lucht.

Het andere scenario is dat er vloeibaar CO<sub>2</sub> wordt 'afgeblazen'. Dit is een niet voorkomend scenario omdat het minder snel tot drukverlaging leidt dan het afblazen van gasvormig CO<sub>2</sub>. Vloeibaar CO<sub>2</sub> dat dan ergens de tank verlaat is ook dermate koud dat het niet snel verdampt, bovendien is de stroom duidelijk zichtbaar in de vorm van vloeistof, condenserende waterdamp eromheen etc. Dit treedt feitelijk alleen op tijdens een incident waarbij het voor personeel en betrokkenen evident is om zich uit de voeten te maken.



De druk in de CO<sub>2</sub>-opslagtank is in de regel 16-20 bar (bij -30°C). Indien door een lekkage drukverlies optreedt verdampt er meer CO<sub>2</sub> en daalt de temperatuur verder. Beneden 5 bar en een temperatuur lager dan 56°C is het zogeheten triple-point bereikt. Zowel vloeibaar, gasvormig als vast CO<sub>2</sub> is dan in de tank aanwezig. Een deel van het vloeibare CO<sub>2</sub> wordt vaste stof, ook wel bekend als 'droog ijs'. Droog ijs verdampt aanzienlijk langzamer dan vloeibaar CO<sub>2</sub>. Droog ijs wordt gebruikt als koelmiddel voor bederfelijke waar dat diep gekoeld moet worden. Dit geeft al aan dat met deze eigenschap van CO<sub>2</sub> (nl. de vorming van vaste stof bij drukverlies van vloeibaar CO<sub>2</sub>) de momentane belasting aan vrijkomend CO<sub>2</sub> sterk beperkt wordt.

De normale bedrijfsvoering van de opslagtanks is dat bij oplopende druk (doordat de tank door de omgeving opwarmt) gasvormig CO<sub>2</sub> afgeleid wordt terug naar de vervloeiing. De pressure release valve (PRV) wordt pas aangesproken wanneer de druk dermate snel oploopt dat het reguliere correctieproces dit niet meer kan bijbenen. Deze situatie zal zich voordoen bij grote warmtedruk op de (wand van de) tank. Zoals bijvoorbeeld bij brand nabij. De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die wordt afgeblazen en de duur ervan is dan afhankelijk van de warmtelast. Dit betreft dan de afblaas van *gasvormig* CO<sub>2</sub> uit de 'bel' bovenin de tank, dit is het meest effectief om de druk te verlagen omdat het gasvormig deel samendrukbaar is en het vloeibare deel niet bij een geopende PRV en 20 bar druk. De impact - in termen van kg/s - van het ontsnappen van gas is uiteraard geringer dan van vloeistof. Kwantificering van deze stroom is alleen mogelijk indien warmtedruk, isolatiewaarde <sup>1</sup>van de tank en de capaciteit van het ventiel bekend is. Deze waarden worden vastgesteld in de detail engineering. Ingeval van een brand van de houthal die een effect heeft op de opslagtanks is er sprake van een situatie waarbij een grote convectiekolom van hete verbrandingsgassen de lucht ingaat en overeenkomstig verse lucht van alle kanten wordt aangezogen door de vuurhaard. Dit zal het risico op ophoping van gevaarlijke concentraties aan CO<sub>2</sub> gas rondom de CO<sub>2</sub> installatie sterk verminderen.

Overigens wordt in de [hazid](#) aanbevolen om voor accidental releases CO<sub>2</sub> monitors te plaatsen. Zijn die voorzien bij de opslag?

Ja, dichtbij de opslagtanks worden accidental releases CO<sub>2</sub> monitors geplaatst, laag bij de grond i.v.m. de soortelijke dichtheid van CO<sub>2</sub>.

## 2.5 CO<sub>2</sub>-kwaliteitseisen

1. Kan worden aangegeven in hoeverre afstemming is geweest met afnemers in de glastuinbouw m.b.t. de kwaliteitseisen en de borging daarvan? Uit het MER valt op te maken dat HVC in ieder geval met OCAP overleg heeft. Hierbij opgemerkt dat de LCO<sub>2</sub> eisen voor de glastuinbouw geen eisen bevat voor afbraakproducten van adsorbens, halogenen etc.
2. Zijn op basis van de pilot installatie stoffen geïdentificeerd die niet op de OCAP lijst voorkomen?

---

<sup>1</sup> Vloeibaar CO<sub>2</sub> in de tank heeft een temperatuur van -30C. De tank is dus geïsoleerd, wat het effect van brandlast sterk zal verminderen. Afblazend gasvormig CO<sub>2</sub> leidt tot drukverlaging en dus meer verdamping van CO<sub>2</sub> in de tank waardoor deze zichzelf koelt.

3. In §4.9 van het MER wordt gesteld dat het (CO<sub>2</sub>) product zeer zuiver is op basis van metingen verricht aan vergelijkbare installaties. Graag informatie aanvullen met details van deze metingen.
4. In aanvraag bijlage 1 (de OCAP-norm) wordt gesteld dat op een aantal componenten in de rookgassen getoetst wordt. Deze toetsing betreft een emissietoets en geen CO<sub>2</sub> kwaliteits-toets.
5. Kan worden onderbouwd dat de toetsingswaarden voor de rookgassen door OCAP als zodanig als kwaliteitsnorm worden gezien (dit ondanks de aanname dat de verschillende stappen in het afvang- en vervloeiingsproces een forse verlaging zullen geven van de ZZS-gehaltenes)?

Ad. 1 Een direct overleg tussen de glastuinbouw en HVC over de kwaliteitseisen heeft niet plaatsgevonden. Onderstaand wordt uitvoerig beschouwd hoe het proces wordt gemonitord en beheerst om de kwaliteit van het product te waarborgen en daarmee zeker te stellen dat het gebruik van het product in kassen niet leidt tot voor de gezondheid van de mens gevaarlijke concentraties van (mogelijk) gevaarlijke stoffen.

Ad. 2 en 3 Wat betreft specifieke verbindingen die ontstaan bij CO<sub>2</sub>-afvang (reactieproducten van amines met NO<sub>x</sub> en SO<sub>x</sub> en afbraakproducten door reactie met opgelost zuurstof) klopt het dat OCAP deze niet meeneemt in haar algemene kwaliteitseisen met één belangrijke uitzondering: NH<sub>3</sub>. Dit is het belangrijkste vluchtige afbraakproduct van amines en zal als gas ontwijken uit de amine-oplossing. Hier wordt dus wel degelijk op gemonitord in het CO<sub>2</sub>-product. Verder hebben metingen aan het effluent van de stripper (waar het CO<sub>2</sub> vrijkomt uit de amine-oplossing) door ECN in het project Ambience (rapportage aan OD toegezonden, zie bijlage 2 van het MER) geen andere typische 'afvang-producten' kunnen aantonen. Van belang is hierbij dat HVC met Oase Blue kiest voor een 2<sup>e</sup> generatie solvent dat minder snel verdampt en stabiel is dan het reguliere MEA. De kwaliteit van het amine solvent is daardoor stabiel en de gehalten aan afbraakproducten en bijproducten lager. Samen met het solvent-management zoals geschetst in paragraaf 2.6 zorgt dit preventief voor minder risico op verontreinigingen in de CO<sub>2</sub> en het afgas uit de absorber.

Specificatie	Metingen eerste vijf vrachten												
	Norm			13-feb-20	10-mrt-20	24-mrt-20	8-apr-20	23-apr-20					
				nr. 1	nr. 3	nr. 6	nr. 8	nr. 10					
Zuurstof (O2)	<=	30,00	ppm v/v max.	<	4,00	<	4,00	<	4,00	=	18,19	=	0,39
Koolstofdioxide (CO2)	>=	99,00	% v/v min.	=	99,91	=	99,92	=	99,92	=	99,92	=	99,94
Methanol (CH3OH)	<=	10,00	ppm v/v max.	<	1,00	<	1,00	<	1,00	<	1,00	=	0,02
C3H6	<=	0,20	ppm v/v max.	<	0,10	<	0,10	<	0,10	<	0,10	=	0,03
Acetaldehyde (CH3CHO)	<=	0,20	ppm v/v max.	<	0,10	<	0,10	<	0,10	<	0,10	=	0,08
H2S	<=	5,00	ppm v/v max.	<	0,06	<	0,06	<	0,06	<	0,06	=	-
COS	<=	0,10	ppm v/v max.	<	0,02	<	0,02	<	0,02	<	0,02	=	0,01
SO2	<=	1,00	ppm v/v max.	<	0,10	<	0,10	<	0,10	<	0,10	=	-
CS2	<=	0,10	ppm v/v max.	<	0,02	<	0,02	<	0,02	<	0,02	=	-
Ammonia (NH3)	<=	2,50	ppm v/v max.	<	0,25	<	0,25	<	0,25	<	0,25	=	0,01
Stikstofmonoxide (NO)	<=	2,50	ppm v/v max.	<	0,09	<	0,09	<	0,09	<	0,09	=	0,23
Stikstofdioxide (NO2)	<=	2,50	ppm v/v max.	=	0,12	=	0,22	=	0,21	=	0,12	=	0,06
AHC	<=	0,10	ppm v/v max.	<	0,10	<	0,10	<	0,10	<	0,10	=	0,10
CH3SH	<=	1.200,00	ppm v/v max.	<	0,02	<	0,02	<	0,02	<	0,02	=	-
Totaal zwavel (als S)	<=	5,00	ppm v/v max.	<	0,10	<	0,10	<	0,10	<	0,10	=	0,02
NOx	<=	2,50	ppm v/v max.	=	0,13	=	0,22	=	0,23	=	0,13	=	0,28
Totaal vluchtige koolwaterstoffen	<=	1.200,00	ppm v/v max.	=	0,91	=	0,05	=	0,17	=	0,55	=	-
Totaal vluchtige koolwaterstoffen (als m	<=	50,00	ppm v/v max.	=	0,91	=	0,49	=	0,30	=	0,52	=	0,21
Koolmonoxide (CO)	<=	10,00	ppm v/v max.	=	0,23	=	0,11	=	0,25	=	0,21	=	0,24
Water (H2O)	<=	20,00	ppm v/v max.	<	1,00	<	1,00	<	1,00	<	1,00	<	6,57

Ad. 4. Wat betreft de toets emissiewaarden in de rookgassen en de relatie met de OCAP norm, worden de volgende componenten in beide genoemd:

Component	Afschakelwaarde mg/Nm <sup>3</sup> lijn 4 / BEC	Jaargemiddeld mg/Nm <sup>3</sup> Lijn 4 / BEC	Pilot plant ppm v/v BEC	OCAP-norm ppm v/v max
NH <sub>3</sub>		0,8 / 7,2	<0,25	2,5
SO <sub>2</sub>	>20	2,1 / 16,5	<0,1	1
NO <sub>x</sub>	>100	48,2 / 81,2	0,2	2,5
CO		5,5 / 12,9	<0,25	10
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>		0,02 / 1,4	0,8	1200
CO <sub>2</sub>		8,62% / 11,08%	99,9	99%

Ad. 5 Ondanks dat de vergelijking tussen mg/Nm<sup>3</sup> grof is, kan in het algemeen worden gesteld dat het proces van afvangen en vervloeien leidt tot het vertienvoudigen van de concentratie van de CO<sub>2</sub> en dat het proces ook tot een verlaging leidt van de verontreinigen in het vloeibare CO<sub>2</sub>

ten opzichte van gemiddeld rookgas. De afschakelwaarden die worden voorgesteld geven daarmee voldoende garantie voor een goede kwaliteit CO<sub>2</sub>.

Er kan dus worden geconstateerd dat het hele opwerkingsproces er erg goed in slaagt om vluchtige verbindingen te scheiden van het eveneens vluchtige CO<sub>2</sub>. ZZS stoffen zijn vanwege hun zware molecuulgewicht nog makkelijker af te scheiden dan permanente gassen, dus op voorhand kan gesteld worden dat deze niet door het afvang en reinigingsproces heenkomen.

De vraag over de halogenen is evenmin van toepassing. Voor afvalverbranding met natte gaswassing zoals HVC die praktiseert is overeengekomen dat monitoring van Chloride (HCl) afdoende is om te borgen dat alle halogenen onder de emissiegrenswaarden zitten. Dit vanwege de hoge effectiviteit van een gaswas-systeem voor deze verbindingen. Voor de CO<sub>2</sub>-installatie zijn twee extra gaswas-stappen opgenomen: de DCC voorafgaand aan de absorber en een kleine gaswassing in de vervloeiingsinstallatie. Halogenen in de CO<sub>2</sub> zijn daarom ook niet te verwachten.

Het complete proces van afvalverbranding tot levering van vloeibaar CO<sub>2</sub> doorloopt talrijke reinigingsstappen. Naast de bestaande rookgasreiniging bij HVC (meerdere stappen met daarin ook een zeer effectieve natte wasstap) begint de CO<sub>2</sub>-afvang wederom met een gaswassing (water met natronloog). Vervolgens is de feitelijke CO<sub>2</sub>-afvang ook een wastoren. Naast CO<sub>2</sub> wordt ook NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> en zuurstof gedeeltelijk ingevangen. Bekend is dat talrijke bijproducten ook voor het overgrote deel opgelost blijven in het amine-mengsel. Organische moleculen voelen zich namelijk thuis in het amine-mengsel dat voor tientallen procenten zelf ook uit organische stoffen bestaat. De uitgekookte CO<sub>2</sub> wordt daarna gekoeld en opnieuw gewassen als onderdeel van het vervloeiingsproces. Ook het principe van vervloeien (namelijk comprimeren en koelen) leidt niet alleen tot het uitvriezen van water maar ook van talrijke andere verbindingen. Hoe groter en zwaarder het molecuul, hoe moeilijker het door dit proces heen komt.

Niet voor niets richt de OCAP-norm zich voornamelijk op verontreinigingen in de vorm van permanente gassen of anderszins kleine en vluchtige verbindingen. Specifiek voor bijvoorbeeld ZZS zoals metalen, PCDD/F en PFAS is de kans nihil dat deze in aantoonbare hoeveelheden aanwezig zijn in vloeibaar CO<sub>2</sub>, gelet op het proces en de al zeer geringe concentratie van deze stoffen in de rookgassen van een AEC.

Mede gelet op bovenstaande heeft het geen zin om metingen uit te voeren naar genoemde ZZS in vloeibaar CO<sub>2</sub>. De meetmethoden die gebruikelijk zijn voor rookgassen, waarbij gedurende langere tijd een aftapstroom door een adsorptiebuis wordt geleid, die dan later in een laboratorium wordt geëxtraheerd en geanalyseerd, past ook moeilijk bij de analyse infrastructuur voor permanente gassen. Van AVR is begrepen dat zij geen laboratorium hebben kunnen vinden dat vloeibaar CO<sub>2</sub> kan analyseren op PFAS.

## 2.6 CO<sub>2</sub> kwaliteitsbeheersing

1. Kan worden aangegeven in hoeverre de CO<sub>2</sub> kwaliteit kan worden geoptimaliseerd, zodanig dat de milieubelasting (energie behoefte, amineafbraak etc.) minimaal is?

2. In dit verband: verandert de kwaliteit van de CO<sub>2</sub>, dan wel de emissies van adsorbensafbraakproducten, gedurende de veroudering van het adsorbens en actiefkoolbed?

De vraag naar beheersing van de kwaliteit van de CO<sub>2</sub> en de daarmee samenhangende milieubelasting wordt in dit antwoord vertaald naar kwaliteitsbeheersing van het amine adsorbens. Zoals blijkt uit de diverse (pilot)projecten in Nederland met CO<sub>2</sub>-afvang middels amines, is de kwaliteit van het solvent van essentieel belang voor efficiëntie van afvang (dus energieverbruik) en de concentratie van bij- en afbraakproducten.

In de pilot plant van HVC zijn we inmiddels zover dat dit als evident praktisch knelpunt naar voren komt. Hier worden in overleg met TNO de volgende maatregelen genomen:

- Preventief: plaatsing van een aanvullend apparaat dat het opgelost zuurstofgehalte in het amine terugbrengt
- Curatief: plaatsing van een koolfilter dat bij- en afbraakproducten in de amine-oplossing adsorbeert.

Andere mogelijke maatregelen die bekend zijn:

- In de voorziene grootschalige installatie met Linde is voorzien om tijdens periodieke campagnes het amine absorptiemiddel in een destillatieproces af te scheiden van de verontreinigingen. De nog bruikbare ongereageerde amines verdampen hierbij en de verontreinigingen blijven achter in een zware fractie [die naar een erkend verwerker wordt afgevoerd, zie hoofdstuk 4.9 van de aanvraag].
- Een 'bleed-and-feed' aanpak waarbij zeer frequent (tot dagelijks) een deel van de amine oplossing wordt afgetapt en afgevoerd en vervangen door vers materiaal. Op deze wijze ontstaat een steady-state aan aanwezige verontreinigingen, maar wel ten koste van een semi-continue afvalstroom

HVC zal waarschijnlijke meerdere van deze vier geschetste maatregelen inzetten in de voorziene grote installatie.

Opgemerkt wordt dat het economisch belang hier gelijk opgaat met het milieu belang: slechte kwaliteit amines leidt tot meer verdamping uit de absorber, meer afvoer van afval in de vorm van afgewerkte amines, minder productie en meer energieverbruik per ton geproduceerde CO<sub>2</sub>. Beide belangen noodzaken om dit zogeheten solvent-management goed te beheersen.

Aanvullende vragen van de Omgevingsdienst:

- DORA: uitvoering en de locatie van de DORA is niet duidelijk. Wat wordt er gebruikt? bijv. O<sub>2</sub> scavenger?
- koolfilter: waar geplaatst, hoe groot, hoe vaak regenereren of vervangen?

- destillatie: mobiele installatie, twee keer per jaar. Welke emissies? Waar staat de installatie? Hoe ziet die eruit?
- bleed-en-feed: hoe groot is de container waaruit de feed komt (IBC 1m3?) waar is die geplaatst? Hoe groot is de max bleed opslag/waar?

In de grootschalige installatie worden de volgende middelen ingezet om de kwaliteit van het solvent te beheersen:

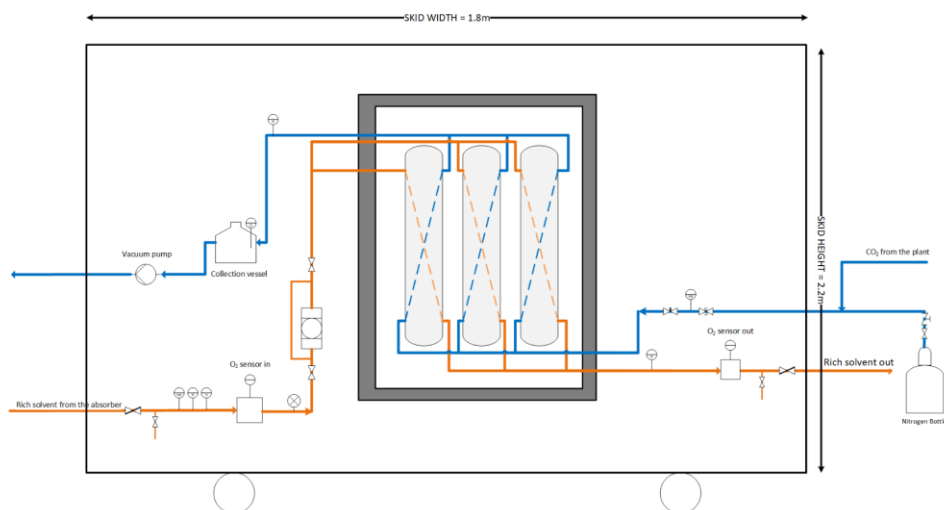
- 2e generatie stabiel propriëtaire solvent
- Halfjaarlijkse reinigungsactie middels een mobiele reclamer unit (destillatietechniek)
- Koolfilter waarin 3,4 ton actief kool per jaar wordt verbruikt. Het afgewerkte actief kool zal op de eigen site, in de afvalverbranding, worden verwerkt.

‘Feed-and-bleed’ is niet voorzien, daar is het 2<sup>e</sup> generatie solvent te duur voor.

#### DORA:

Zuurstof is de belangrijkste oorzaak van afbraak van het amine. Om het gehalte zuurstof te verminderen is een DORA (Dissolved Oxygen Removal Apparatus) installatie voorzien. TNO is bezig om deze techniek te ontwikkelen. DORA is een systeem waarbij de aminestroom integraal over een membraan wordt geleid dat een scheiding vormt tussen de amine-oplossing en een gasvormige stikstofstroom. In het amine opgelost zuurstof diffundeert door dit membraan en wordt afgevoerd met de stikstofstroom. Er worden dus geen chemicaliën gebruikt om zuurstof te binden.

Onderstaand is een schematische weergave van de DORA skid die TNO bij de pilot plant zal inbouwen.



Het is van belang dat de DORA-skid/installatie zo dicht mogelijk bij de absorber staat. In de absorber lost het zuurstof uit het rookgas namelijk op en het is zaak om dit zuurstof zo snel mogelijk weer te verwijderen voordat het zijn schadelijke werk kan doen. Dit betekent dat de

integrale aminestroom continu door de DORA stroomt en de afstand tussen absorber en DORA zo klein mogelijk moet zijn.

#### Koolfilter:

Het koolfilter wordt als vaste skid geplaatst bij de absorber, zie bijlage 2 tekening installatie behorende bij de aanvraag. Een deelstroom van de amine wordt continu over het koolfilter geleid. Het koolfilter vangt afbraak en bijproducten af uit de aminestroom en zorgt ervoor dat de halfjaarlijkse regeneratie volstaat om de amine kwaliteit op peil te houden.



Ter beeldvorming bovenstaand een foto van de actiefkool-skid die TNO bij de pilot plant CO<sub>2</sub> afvang zal plaatsten. Anders dan bij de DORA zal slechts een kleine parallelle deelstroom aan amine door het koolfilter stromen en dat dan ook nog in campagne bedrijf (bijvoorbeeld een week per maand). In deze cilinder van het filter voor de pilot plant zit 150 kg actief kool wat naar verwachting minimaal een jaar zal meegaan. De grootschalige CO<sub>2</sub> installatie van onderhavige vergunning aanvraag is 30x zo groot. Dus ofwel het filter wordt groter ofwel de tijdsduur en deelstroom van filteren wordt aangepast. De feitelijke verversing van kool is afhankelijk van de mate waarin afbraak- en bijproducten worden gevormd.

## Destillatieunit:

De destillatieunit is een mobiele unit die twee keer per jaar gedurende ca. een week per keer op het HVC terrein staat om de amine-oplossing batchgewijs te destilleren. De opzet is dat de afbraakproducten (zoals formaat, acetaat en oxalaat) als zouten niet vluchtig zijn en dus achterblijven als residu, evenals nitrosamines. Alleen de goede, nog werkzame amines verdampen en worden door koeling teruggewonnen. De destillatie is een gesloten systeem zonder emissie puntbron. Omdat het een installatie betreft die twee keer per jaar door derden naar de inrichting wordt gebracht kan HVC niet aangeven hoe de installatie eruitziet.

Hieronder een foto van de regeneratie-unit bij een ander, kleiner project.



Deze skid grootte is ongeveer 2 \* 2 en 2,5 meter hoog. De opschaling zal ongeveer linear zijn waardoor de regeneratie-unit bij HVC ongeveer de grootte zal hebben van een zeecontainer met een destillatiekolom erin. De opstelplaats van de regeneratie unit is bijgevoegd als bijlage 1.

## 2.7 CO<sub>2</sub> meetprogramma kwaliteit

Kan worden aangegeven hoe een meetprogramma er in eerste opzet uitziet waarbij aan bod komen de eisen van de tuinbouwsector, de te meten componenten en de meetpunten resp. monsterpunten?

Net zoals bij de pilot installatie zal HVC focussen op de kwaliteit van het amine-oplosmiddel. Een wekelijkse analyse van de macro samenstelling ervan (gehalte amines, ijzergehalte, mierenzuur /azijnzuur/oxaalzuur concentratie). De filosofie is hierbij dat als er al afbraakproducten (anders dan NH<sub>3</sub>) verdampen, dit pas optreedt indien de concentraties ervan in het amine-oplosmiddel (erg) hoog zijn. Bovendien zijn deze verbindingen makkelijker te bemonsteren en meten in het amineabsorbens zelf dan in afgas van de absorber of in het (gasvormige) CO<sub>2</sub>. Weliswaar zijn de afbraakproducten van de diverse amines min of meer standaard (NH<sub>3</sub>, mierenzuur, azijnzuur, oxaalzuur), de bijproducten (genitreerde en gesolfoniseerde amines) zijn zeer specifiek voor het ingezette amine. HVC zal daarom moeten meten welke in de praktijk voornamelijk gevormd



worden en deze dan specifiek monitoren omdat ze als het ware markers zijn voor de amine kwaliteit.

Omdat de rookgassen die intreden in de absorber vooraf al de reguliere HVC-emissiemetingen zijn gepasseerd heeft de toetsing aan het Activiteitenbesluit t.a.v. de bekende AVI-parameters al plaatsgevonden. Wanneer die afgetapte rookgassen de absorber uittreden hebben ze inmiddels alweer twee wasstappen doorlopen: de DCC en de absorber zelf. Herhaalde emissiemetingen aan deze stroom om te toetsen aan de AEC of BEC emissie eisen heeft dan geen meerwaarde.

Wel kunnen er nieuwe/andere stoffen vrijkomen op het emissiepunt van de absorber. Te denken valt aan verdampte amines en vluchtige afbraakproducten. Echter, door tweewekelijks de kwaliteit van het amine solvent te monitoren ontstaat een goed beeld van de mate van amineverlies en welk deel daarvan verdamping kan zijn. Voorgesteld wordt om dit jaarlijks te toetsen met een emissiemeting gericht op die amines.

NH<sub>3</sub> is ook een afbraakproduct van amines. Voorgesteld wordt om dit het eerste halfjaar maandelijks te meten en dan te beoordelen met bevoegd gezag of een continue meting van deze component op de absorber uittrede gewenst is.

Evenmin heeft het zin om deze klassieke emissiemetingen, noch PFAS-bepalingen uit te voeren op het CO<sub>2</sub> product.

Eventueel kan overeengekomen worden dat HVC eenmalig – als onderdeel van de definitieve overname – emissiemetingen laat uitvoeren op absorber en CO<sub>2</sub>-kwaliteit. Mede ook omdat het RIVM in haar studie naar de einde-afval-status van CO<sub>2</sub> langere tijd heeft stilgestaan bij de aspecten PCDD/F en PFAS. Er zijn bijna geen laboratoria in staat is om deze analyses uit te voeren in vloeibaar CO<sub>2</sub>.

## 2.8 Criteria afschakelen afgasname

Kan een toelichting worden gegeven op tabel 8 van de MER? Zijn er 'lessons learned' op basis van de pilot?

Dit onderwerp is hierboven al uitgebreid toegelicht

## 2.9 Vullen amine-oplossing

In de MER wordt aangegeven dat amine kan ontsnappen tijdens het vullen van de installatie.

1. Graag toelichting op o.a. de locatie van het emissiepunt en duur van de emissie.
2. Hoe wordt de oude amine-oplossing afgevoerd en komt ook mogelijk amine vrij bij verlading (verdringing?)?
3. Wat is de basis voor de schatting van 15 tot 25 ppmv amine?
4. In de MER wordt gesproken over de emissie vanuit de opslagtank terwijl in het MER en de BBT toets wordt gesteld dat amine oplossing niet wordt opgeslagen.

5. In de aanvraag bijlage 2 is een solution storagetank aangegeven. Over welke soort 'solution' gaat dit?
6. Een nadere toelichting op de wijze waarop de amine-oplossing wordt aangevuld en wat precies gebeurt met verouderde amine-oplossing, wordt gevraagd.

Ad. 1 en 6. In de afvanginstallatie zelf (voornamelijk absorberkolom en desorber/stripper-kolom) is een werkhoeveelheid amine aanwezig. Indien er onderhoud aan deze kolommen nodig is zal de inhoud ervan overgepompt worden in de 'solution storage tank'. De 'solution storage tank' is met een gesloten systeem verbonden met de installatie. Bij het verpompen komen geen amines vrij.

Bijvullen van amines zal gebeuren door aanvoer van vers product dat aangevoerd wordt met tankwagens. Dit zal dan ter plekke van de absorber en stripper worden opgesteld en vervolgens in absorber/stripper worden gepompt. Om fysiek voldoende ruimte in absorber en stripper voor het bijvullen te creëren moet er dan meer water dan gebruikelijk verdampen uit de installatie. Dit water verdampen kan door de koeling van absorber tijdelijk te verminderen. In de pilot plant doet HVC dit dan voorafgaand aan een batchgewijze bijvul actie. In de grootschalige installatie kan dit veel geleidelijker omdat er een vaste pijpleiding zal zijn tussen het voorraadvat en de absorber.

Zowel bij dit water verdampen vooraf, als tijdens het bijvullen kunnen er verhoogde concentraties aan amines ontsnappen. De reden hiervoor is dat de verse amines nog geen CO<sub>2</sub> hebben gebonden en daardoor vluchtiger zijn. Wel zal de koeler/wasser (die weer volop aanstaat wanneer het gewenste water volume verdampt is (zie boven) bovenop de absorber het leeuwendeel van de ontsnappende amines weer afvangen. In welke mate er amines ontsnappen tijdens bijvullen, en hoe dit verder te beheersen, leert HVC nu bij de pilot plant. Zodra Covid-19 het toelaat zal TNO metingen uitvoeren aan de kwaliteit van het afgas uit de absorber tijdens de bijvul actie.

Let wel: Er wordt hier gesproken van een OTNOC situatie die slechts gedurende maximaal enkele uren per jaar zal optreden tijdens bijvullen. De pilot plant is in 2,5 jaar nu 4 keer bijgevuld.

De amine-oplossing wordt twee keer per jaar gereinigd. Het stripwater met gedegradeerde amine-oplossing dat hierbij vrijkomt wordt afgevoerd naar een erkende verwerker, zoals beschreven in hoofdstuk 4.9 in de aanvraag.

Voordat de amine-oplossing wordt geladen, wordt gecontroleerd dat de aansluitingen tussen de tankwagens en de opslagtank voor de amines (de solution storage tank) goed zijn aangesloten en gefixeerd. Bij een goede aansluiting is er geen sprake van emissie bij het vullen. De opslagtank is ontworpen op enige overcapaciteit voor de volledige hoeveelheid amineoplossing van de installatie. De tank is voorzien van volumemeting en overvularmering.

Ad. 2. Afvoer van oude amine-oplossing is niet voorzien. De amine-oplossing wordt twee keer per jaar op locatie van onzuiverheden ontdaan door middel van destillatie, zoals reeds beschreven in paragraaf 2.6.

Ad. 3. Tijdens normale bedrijfsvoering vindt er geen emissie plaats vanuit de tank met amine-oplossing. Tijdens het vullen hiervan (na ca. 4000 draaiuren, max. 2 keer per jaar gedurende enkele uren) kan er amine-rijk gas ontsnappen. Dit betreft max 37,5 Nm<sup>3</sup>/h en bevat 15-25 ppmv amine. De berekening is gebaseerd op de dampdruk van amine bij 1 bara en 30°C.

Ad. 4. De opslagtank voor de amine-oplossing is aangesloten op de installatie en is daarom een procestank en als zodanig onderdeel van de installatie. Deze tank wordt alleen gebruikt voor het opslaan van de amine-oplossing tijdens onderhoud van de installatie (2x per jaar). In tabel 2 van de aanvraag is aangegeven dat er maximaal 89 ton amine-oplossing aanwezig is. In deze tabel wordt ook aangegeven dat de amine-oplossing direct in de installatie wordt ingevoerd en dat er geen opgeslagen voorraden aanwezig zijn.

Ad. 5. De solution storagetank betreft de opslagtank voor de amine-oplossing waar de amines naartoe worden gedraind ten behoeve van de halfjaarlijkse onderhoudsbuurt van het solvent.

## 2.10 Incidentele CO<sub>2</sub>-emissie tijdens tanken

1. Aangeven wat onder incidenteel wordt verstaan.
2. Effect van ontsnappend CO<sub>2</sub> gas is verder beschreven in §4.5.3. Deze paragraaf is niet aanwezig in de MER. Graag aanvullen.

Ad. 1 Zoals beschreven in de aanvraag is er een dampretoursysteem aanwezig waardoor er onder normale bedrijfsomstandigheden geen CO<sub>2</sub> kan ontsnappen. In de aanvraag is opgenomen dat er incidenteel CO<sub>2</sub> bij het tanken kan ontsnappen. Dit is echter alleen mogelijk als de verbinding met de tankauto faalt. Dit betreft ongevalsscenario's die verder in de QRA zijn beschreven. De kans op het optreden van deze scenario's varieert van 4.0x10<sup>-5</sup> /uur (lekkage losslang) tot 5.0x10<sup>-7</sup> /jaar (continue falen van de grootste aansluiting).

Ad. 2 Paragraaf 4.5.3. is inderdaad niet meer aanwezig in het MER. Dit omdat de QRA het onderwerp behandelt. Met het verwijderen van de bovengenoemde alinea uit het MER vervalt ook deze verwijzing.

## 2.11 Incidentele verontreinigde waterstroom

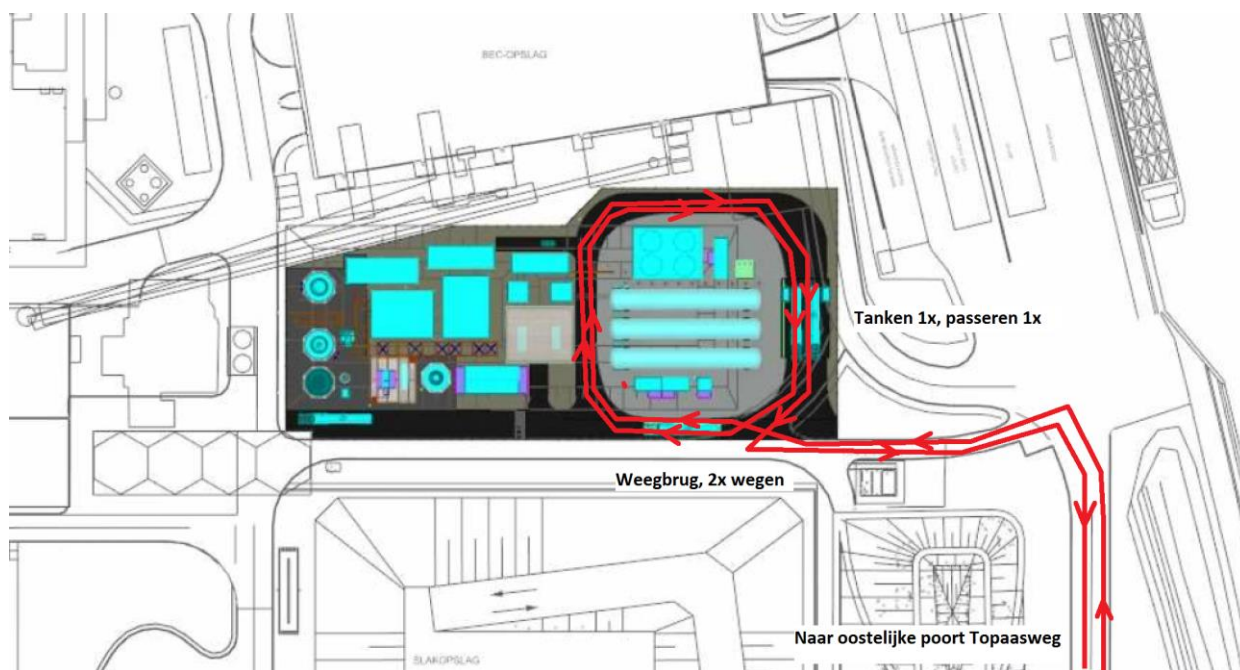
Aangeven wat onder incidenteel wordt verstaan.

Deze incidentele waterstroom ontstaat 2x per jaar (na ca. 4000 uur), tijdens het reinigen van de amine-oplossing in de mobiele destillatieunit en is verder uitvoerig beschreven in de Toelichting op de aanvraag en het MER.

## 2.12 Logistiek

1. Ten aanzien van de logistieke bewegingen op het terrein en met de nu aangevraagde CO<sub>2</sub>-verladings van 12 per dag dient een plattegrondtekening met vermelding rijroutes als aanvulling worden toegevoegd.
2. Verder vragen wij een toelichting over de logistieke bewegingen en afwikkeling van de vervoersstromen.

De voorziene rijroute van de CO<sub>2</sub>-trucks is gepland als een grote rotonde rondom de vloeibaar CO<sub>2</sub> opslag. Aan de havenkant van deze rotonde is plaats voor het laden van twee trucks tegelijkertijd. De zuidelijke kant van de rotonde is voorzien van een weegbrug. Afvoer van CO<sub>2</sub> kan daarmee onafhankelijk van de HVC weegbrug plaatsvinden. Dit voorkomt allerlei kruisende vervoersbewegingen en lange wachttijden bij de HVC weegbrug. De trucks met vloeibaar CO<sub>2</sub> kunnen dan gebruik maken van de bestaande zijingang van het HVC terrein (hoek Boekelerdijk/Topaasweg) die nu ook gebruikt wordt voor onder meer de aanvoer van hout en de afvoer van vrij toepasbare afvalstoffen (gewassen bodemas).



## 2.13 Scenario brand in houtopslag

Het scenario brand in BEC-houtopslag is beschouwd, maar onvoldoende is beschreven in hoeverre de warmtestraling op de CO<sub>2</sub>-opslagtanks bij brand resulteert in CO<sub>2</sub>-afblaas en op welke capaciteit de veiligheidsklep is gedimensioneerd.

Verzocht wordt, eventueel met berekeningen, te onderbouwen dat de capaciteit van de veiligheidskleppen voldoende is ook in situaties met warmtestraling door brand.

Kwalitatief is dit scenario beschreven aan het eind van paragraaf 2.4

De CO<sub>2</sub>-tanks staan op een afstand van ruim 25 meter van de BEC-houtopslag. Dit bouwwerk heeft een stalen constructie met stalen dak in een boogvorm. Een groot deel van de onderste 6,5 m van de gevel bestaat uit beton en daarboven is de gevel opgebouwd uit stalen gevelpanelen. Op het hoogste punt heeft het bouwwerk een interne hoogte van ca. 12,1 m. De oppervlakte van dit bouwdeel bedraagt ca. 3.750 m<sup>2</sup>.

In 2020 is de BEC-houtopslag voorzien van een sprinklerinstallatie aangevuld met blusmonitoren. De hal is voorzien van een automatische sprinklerinstallatie. Tussen de hal en de ruimte waarin de houtransportbanden staan, is een brandwerende wand geplaatst. Hiermee is het risico op een brand en aanstraling van de CO<sub>2</sub> afvanginstallatie en de opslagtanks verwaarloosbaar, temeer daar het hout aan de noordzijde van de wand wordt opgeslagen. Desondanks is gekeken naar de mogelijke warmtestraling op de CO<sub>2</sub> opslagtanks berekend als gevolg van een brand in de opslaghal voor houtsnippers. In de berekeningen is het effect van de sprinklerinstallatie niet meegenomen. Er wordt dus vanuit gegaan dat de sprinklerinstallatie faalt.

#### **Warmtestralingsberekening NEN 6058**

De NEN 6058 is bedoeld voor het berekenen van de warmtestraling in een open opslagvoorziening. Hierbij wordt rekening gehouden met het vlamfront boven de brand. Daarnaast kan rekening worden gehouden met de betonnen keerwand. Voor de berekening zijn de volgende (conservatieve) uitgangspunten gehanteerd:

- Opslaghoogte hout: 8 meter
- Hoogte betonnen keerwand: 6,5 meter
- Afstand tot het beoordelingspunt: 30 meter (vanaf houthal tot opslagtanks)
- Compact gestapeld hout

Uit de berekening volgt dat de maximale warmtestraling 2,53 kW/m<sup>2</sup> bedraagt. Voor brandoverslag bij industriële objecten wordt meestal een grenswaarde van 10 kW/m<sup>2</sup> gehanteerd. Voor een industriële omgeving is dit veelal de gehanteerde grenswaarde voor het bepalen van het risico op brandoverslag en het koelen van objecten. Voor meer details, zie onderstaande berekening.

## NEN 6058:2012

Rekenblad voor het bepalen van de warmtestralingsbelasting als gevolg van brand in een buitenopslag van hout

**Vigiles**  
Experts in safety processes

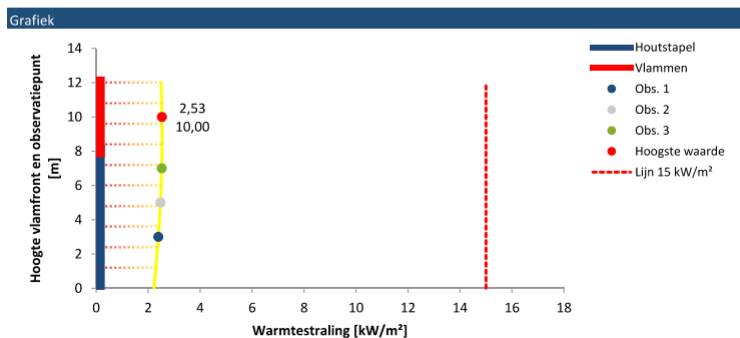
Invoergegevens			
Hoogte van de houtstapel	$H_s$	8,0	meter
Breedte van de houtstapel	$b$	110,0	meter
Afstand tussen de opslag en het beoordelingspunt	$x$	30,0	meter
Afstand observatiepunt vanaf zijkant houtstapel (parallel)	$y$	55,0	meter
Compact gestapeld hout		ja	
Hoogte afscherming		6,5	meter
Afstand tussen houtstapel en afscherming		0,0	meter
Efficiency		100,0	%
Hoogte observatiepunt 1	$h_1$	3,0	meter
Hoogte observatiepunt 2	$h_2$	5,0	meter
Hoogte observatiepunt 3	$h_3$	7,0	meter
Hoogte maximale warmtestralingsbelasting (auto)	$h_{max}$	10,0	meter

45 m. maximaal

Midden stapel

Tussenwaarden			
De hoogte van het vlamfront	$L$	12,0	meter
De vlamtemperatuur in de houtstapel	$T$	950,0	Kelvin
De vlamtemperatuur aan de top van het vlamfront	$T$	793,0	Kelvin
De transmissiecoëfficiënt bedraagt	$t$	79,5	%

Rekenresultaten			
Warmtestralingsbelasting op observatiepunt 1	$q_1$	2,39	kW/m <sup>2</sup> Akkoord
Warmtestralingsbelasting op observatiepunt 2	$q_2$	2,47	kW/m <sup>2</sup> Akkoord
Warmtestralingsbelasting op observatiepunt 3	$q_3$	2,52	kW/m <sup>2</sup> Akkoord
Maximale warmtestralingsbelasting (auto)	$q_{max}$	2,53	kW/m <sup>2</sup>



**Disclaimer**  
Deze berekening is gebaseerd op de NEN 6058:2012 die is gepubliceerd door NEN. Vigiles aanvaardt geen aansprakelijkheid.

## 2.14 Verwerkingscapaciteit

In aanvraag bijlage 17 wordt een ingaand debiet van 116.000 m<sup>3</sup>/h bij 850 °C gegeven. In de MER wordt een ontwerpcapaciteit genoemd van 77.100 Nm<sup>3</sup>/h. (Opm. K&B: in bijlage 17 is opgenomen dat het ingaande debiet ca. 116.195 kg/h is bij 85°C)

Welke capaciteit voor CO<sub>2</sub> afvang wordt aangevraagd (in Nm<sup>3</sup>/h en kg/h)?

De tabel uit de ontwerpspecificaties is:

Table 1: BEC Plant – Flue Gas Design Parameter

Parameter	Unit	Design
Flow Rate	Nm <sup>3</sup> /h dry	77'104
Mass Flow Rate	kg/h dry	103'257
Battery Limit Pressure	mbara	989.70
Battery Limit Temperature	°C	85.16

Table 2: BEC Plant – Flue Gas Design Composition

Composition	Unit	Design
H <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>	Vol %	17.03
CO <sub>2</sub>	Vol% dry	11.08
O <sub>2</sub>	Vol% dry	4.37
N <sub>2</sub>	Vol% dry	83.54
Ar	Vol% dry	0.99
HCl	mg/Nm <sup>3</sup> dry	1.6
C-total (as CH <sub>4</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup> dry	1.4
CO	mg/Nm <sup>3</sup> dry	12.9
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> dry	16.5
NO	mg/Nm <sup>3</sup> dry	56.8
NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> dry	24.3
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> dry	7.2

Dit komt vrijwel overeen met de genoemde waarden uit de proces flow sheet (betreffende de afvalwaterstroom uit de DCC):

Stream Name		110-1001	110-1020	110-1040	110-2010	110-3012	120-1010	194-1011	
Description		Flue Gas	Flue Gas	Process Water	Process Water	Process Water	Flue Gas	Process Water	
Total Mass Flow	kg/h	116195	109402	304727	311355	311355	109402	6628	
Temperature	°C	85.16	43.00	40.06	56.48	40.00	52.92	40.02	
Pressure abs./gauge	bar	0.99 / -0.02	0.96 / -0.05	0.96 / -0.05	1.28 / 0.27	3.80 / 2.79	1.06 / 0.05	2.80 / 1.79	
Fluid Phase		VAP	VAP	LIQ2	LIQ2	LIQ2	VAP	LIQ2	
Flow Rate	kg/h	116195	109391	10.2	304727	311355	109402	6628	
	kmol/h	4146	3772	0.57	16914	17282	3772	368	
	m <sup>3</sup> /h	124748	103262	0.01	308	317	314	96473	6.7
Mol. Mass	kg/kmol	28.02	29.00	18.02	18.02	18.02	29.00	18.02	
Density	kg/m <sup>3</sup>	0.93	1.06	989.30	990.46	983.42	990.56	1.13	990.52
Dyn. Visc.	mPa s	0.019	0.018	0.621	0.657	0.487	0.658	0.018	0.658

De relatie tussen de 116195 kg/u aan rookgas (nat) en de 77.100 Nm<sup>3</sup>/u aan droog rookgas is dan:

Inname rookgas:		
<b>77.104</b>	<b>Nm<sup>3</sup>/u</b>	<b>droog</b>
103.257	kg/u	droog
1,34	kg/Nm <sup>3</sup>	dichtheid droog
Indien we dit op nat rookgas beschouwen		
17,03%	waterdamp in nat rookgas (BEC)	
13.131	Nm <sup>3</sup> /u	waterdamp
0,804	kg/Nm <sup>3</sup>	dichtheid waterdamp
10.552	kg/u	waterdamp
<b>113.809</b>	<b>kg/u</b>	<b>rookgasflow nat</b>

Dit komt dus op 2% na overeen.

## 2.15 Opslag CO<sub>2</sub>

Gevraagd wordt een nadere onderbouwing van de CO<sub>2</sub> opslagcapaciteit, met name om te beoordelen of de opslagcapaciteit niet groter is dan strikt noodzakelijk.

De voorziene opslagcapaciteit is 1500 ton. Dit is 100 uur volle productie, oftewel vier dagen. In werkelijkheid is de werkbare capaciteit lager omdat de minimum vullingsgraad van de tanks ca. 20% is: dit is nodig om de tank voldoende koud te houden. Een geheel lege (en dus warme) tank kan alleen gestart worden door deze eerste deels te vullen met extern vloeibaar CO<sub>2</sub>.

Deze opslagcapaciteit is net voldoende opslag om een lang weekeinde te overbruggen. Dit is de minimale buffer voor een volcontinu bedrijf met discontinue afname.

## 2.16 Opvangput CO<sub>2</sub>-opslag

Gevraagd wordt een onderbouwing te geven van de grootte van de opvangput en de keuze voor horizontale tanks.

- Overweeg dat bij een calamiteit een kleinere put een lagere bronsterkte geeft met een kleinere effect contour.
- Overweeg dat isolatie van de putbodem ook een verlaging van de bronsterkte geeft.

Ten gevolge van een misverstand tussen HVC en bureau Aviv is laatste aanvankelijk uitgegaan van een opvangput onder de CO<sub>2</sub> opslagtanks. Zo'n opvangput is echter niet voorzien en ook sterk af te raden. In zo'n put kan zich namelijk ook CO<sub>2</sub> gas onzichtbaar ophopen ingeval van een relatief kleine gasvormige lekkage. Het risico van verstikking is dan aanwezig bij betreden. Dit kan op zich weer ondervangen worden met een CO<sub>2</sub> detector, maar inherent veilig is het niet.

Er is voor horizontale opslagtanks gekozen omdat dit qua ruimte mogelijk is en de fundering ervan minder zwaar is dan staande tanks. Het is ook veiliger. De vragen hier spitsen zich immers toe op de kans dat de tanks totaal falen (breken). De kans hierop ontstaat bij omvallen (door



bijv. evt. explosies o.i.d. in de nabije omgeving), en de gevolgschade hiervan op de tanks is kleiner bij kleinere valhoogte.

De QRA is opnieuw doorgerekend, nu zonder put. Het aangepaste rapport is als bijlage 2 bij deze beantwoording gevoegd. De 10-6 contour en het groepsrisico wijzigen nauwelijks door de aanpassing. De conclusies blijven dan ook hetzelfde.

Dit aangepaste rapport vervangt:

- De ingediende bijlage 14. Risicoanalyse rap204268 behorende bij de WABO aanvraag CO<sub>2</sub> afvanginstallatie full scale fase 1 (milieudeel).
- De ingediende bijlage 13 van het MER.

## 2.17 Instantaanvrijkomen CO<sub>2</sub>

Gevraagd wordt een meer nauwkeurige analyse te maken van de effecten van CO<sub>2</sub> verspreiding bij instantaan falen van een van de tanks en onderbouw de locatiekeuze van de opslag.

Overweeg dat verspreiding van een CO<sub>2</sub>-wolk sterk afhangt van de topografische situatie (zoals gebouwen en as-berg) en de actuele meteo.

AVIV geeft aan dat de QRA voldoet aan de wettelijke eisen, ook met betrekking tot de onderbouwing van de verspreiding van CO<sub>2</sub> bij instantaan falen.

- **Aanvullende vragen van de Omgevingsdienst:**  
De QRA wordt gemaakt op basis van de locatie gegevens. De overwegingen voor de lay-out zijn dan al gemaakt. De QRA kan voldoen maar welke overwegingen hebben een rol gespeeld bij de inrichting van de locatie en specifiek de opslagtanks.
- Hier wordt ook nog de vraag toegevoegd of AVIV met versie 8.x (wettelijk) heeft gerekend of 8.3?

Bij de inrichting van de locatie was het van belang om een plek te vinden in de directe omgeving van de schoorstenen met rookgassen van de AEC. De locatie moet ook voldoende ruimte bieden voor de installatie. Om dit te bereiken worden de huidige waterbassins verplaatst. De locatie van de tanks is zodanig gekozen dat hittestraling als gevolg van een brand in de houtopslag niet ertoe leidt dat de tanks bezwijken.

Er is een risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De locatie is ook zodanig gekozen dat de plaatselijke risicocontour van  $1,0 \times 10^{-6}$ /jaar geheel binnen de inrichting valt. Uit de QRA blijkt ook dat het groepsrisico, veroorzaakt door de hierboven genoemde onderdelen van de CO<sub>2</sub>-afvanginstallatie, kleiner is dan de oriëntatiewaarde.

De QRA is berekend met Safeti-NL versie 8.3. De wettelijk voorgeschreven versie van het Safeti-NL rekenpakket is met ingang van 1 april 2020 versie 8. De actuele versie hiervan is versie 8.3.

## 2.18 TAQA veiligheid beïnvloeding

Gevraagd wordt een toelichting te geven op de mogelijkheid dat de veiligheidssystemen van de naastgelegen TAQA-piekgasinstallatie niet of te laat functioneert door het aanspreken van een CO<sub>2</sub>-alarm.

Wij begrijpen de relevantie van deze vraag niet. De beoogde tanks voldoen aan alle van toepassing zijnde veiligheidsnormen en -voorschriften zoals de Richtlijn voor drukapparatuur, NEN-EN 13445 en de PGS 9 Cryogene gassen (hoewel de tanks eigenlijk buiten het toepassingsbereik van deze richtlijn valt). Uit de QRA blijkt dat het risico op falen van een van de tanks niet groter is dan  $5 \times 10^{-7}$ /jaar. Hoewel CO<sub>2</sub> kan worden gekwalificeerd als gevaarlijke stof, leidt ook de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> niet tot aanwijzing in het kader van de Bevi / Brzo 2015.

TAQA is een Brzo-inrichting, maar omdat HVC hier niet onder gaat vallen is het beschouwen van mogelijke domino-effecten niet verplicht. Desondanks is contact opgenomen met TAQA voor een beoordeling of vrijgekomen CO<sub>2</sub> tot externe veiligheidsrisico's leidt bij TAQA. Als gevolg van een verhoogd CO<sub>2</sub>-concentratie kan mogelijk hun PGI-compressor uitvallen of schade oplopen. Het uitvallen van de compressor kan als gevolg hebben dat TAQA tijdelijk geen extra gas aan het net kan leveren. Het leidt echter niet tot scenario's waarbij gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen.

De afstand tussen beide installaties is tenminste 300 meter en de kans op een noordoostelijke windrichting dat het CO<sub>2</sub> richting TAQA kan drijven is ca. 10%. Hierdoor is er bij TAQA voldoende tijd om (indien nodig) adequaat in te grijpen.

Faalwijze	Frequentie	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr	534 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr	890 kg/s	Maximale inhoud, duur 600 s

## 2.19 Vertrouwelijkheid MSDS OASE Blue.

In overleg met mevrouw Loose (juridisch adviseur OD NZKG) is gevraagd aan Linde /BASF specifiek aan te geven welke van de gegevens van de MSDS sheet Oase Blue van commerciële waarde (concurrentiegevoelig) zijn en waarvoor vertrouwelijkheid wordt gevraagd.

In een overleg tussen BASF, de behandelend ambtenaar en een juriste van OD NZKG zijn afspraken gemaakt over de nog aan te leveren gegevens om dit verzoek te kunnen honoreren. Deze gegevens zijn echter nog niet beschikbaar en zullen apart worden geleverd.

Het verzoek om dit document vertrouwelijk te behandelen geldt ook voor het bij deze aanvraag behorende MER. De MSDS sheet van Oase Blue is in het MER opgenomen als bijlage in het 0-situatie bodemonderzoek.

## BIJLAGEN

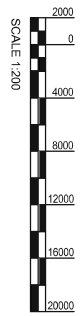
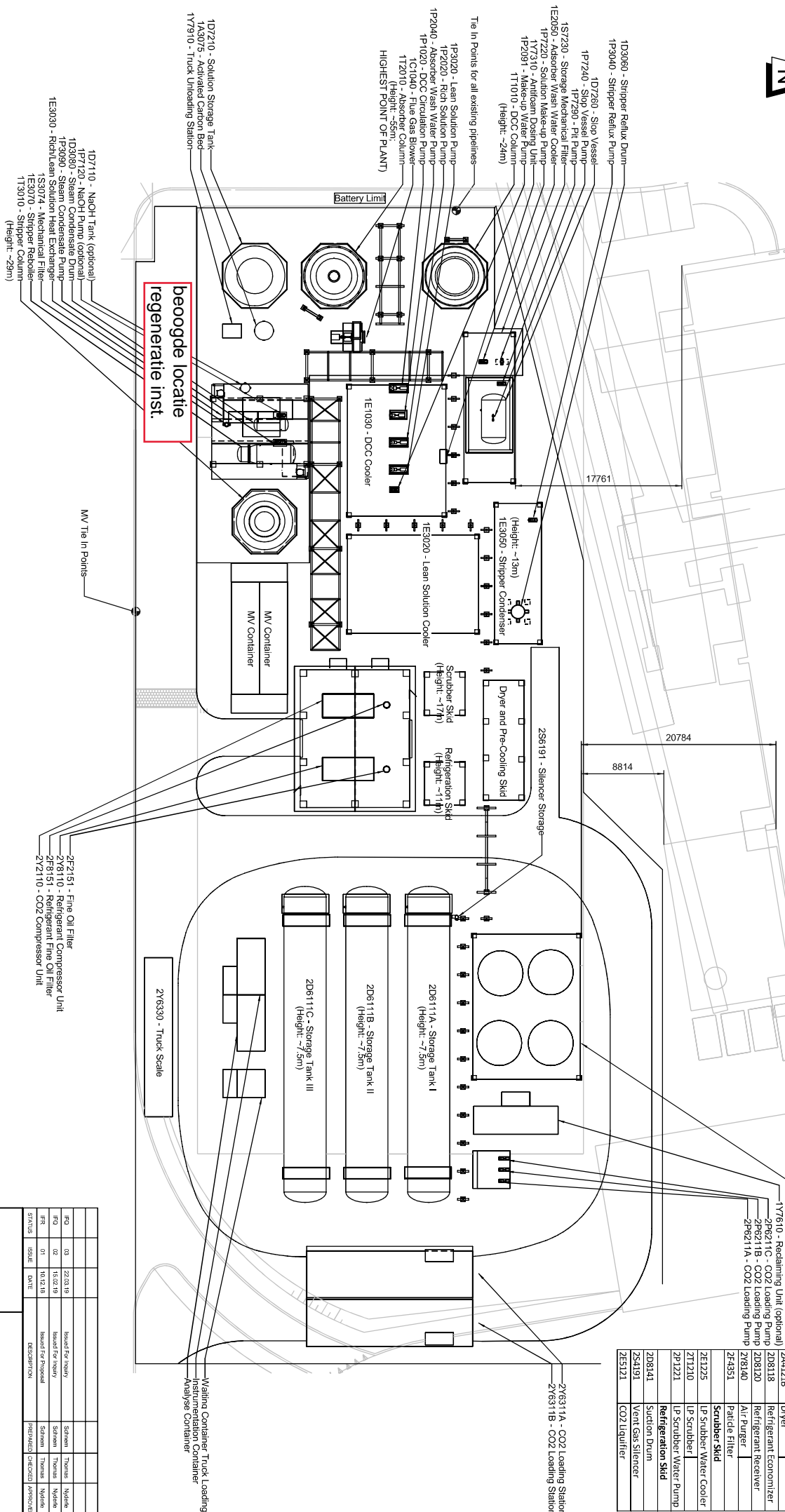
Bijlage 1 Opstelplaats van de regeneratie unit

Bijlage 2 Risicoanalyse, Rap204268, d.d. 28 juni 2021

## **BIJLAGE 1**

# General Layout - Alkmaar LCO2

Looking Plan  
SCALE: 1:200



REV	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
01	10.12.18	Issued for Proposal	Schmitt	Thomae	Maibele
02	15.02.19	Issued for Inquiry	Schmitt	Thomae	Maibele
03	22.03.19	Issued for Inquiry	Schmitt	Thomae	Maibele

Client Drawing No.	EAEL-21P-1001	Client Project No.	
Client Job Code		Client Job Code	

Line Drawing No.	EAEL-21P-1001	Sheet	01 Of 01	Size	A1
------------------	---------------	-------	----------	------	----

Line Project No.	3710A00N	Line Job Code	
Title	General Layout	Scale	1:200
Author	Alkmaar LCO2	Issue	

THIS DOCUMENT IS NOT BE TRADED AS CONFIDENTIAL. IT MUST NOT BE COPIED, REPRODUCED OR OTHERWISE DISSEMINATED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE CLIENTS. THE CLIENTS ASSUMES ALL RESPONSIBILITIES FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE PROJECT. THE CLIENTS ASSUMES ALL RESPONSIBILITIES FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE PROJECT.

## **BIJLAGE 2**



Adviesgroep AVIV BV  
Piet Heinstraat 12  
7511 JE Enschede

## Risicoanalyse / Risico analyse CO2- afvang, op- en overslag te Alkmaar

**Project** 204268  
**Datum** 28 juni 2021

## Risicoanalyse / Risico analyse CO2-afvang, op- en overslag te Alkmaar

<b>Project</b>	204268
<b>Datum</b>	28 juni 2021
<b>Auteur(s)</b>	ing. A.M. op den Dries
<b>Review</b>	ir. J. Heitink
<b>Versie nr.</b>	1.2
<b>Opdrachtgever</b>	N.V. HVC [Energie uit afval] t.a.v. J. Born Postbus 9199 1800 GD Alkmaar



## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Beschrijving van de inrichting</b>	<b>5</b>
<b>3 Ongevalsscenario's</b>	<b>7</b>
3.1 Bovengrondse tanks	7
3.2 Afvoer met tankauto	7
3.3 Compressor	9
3.4 Ammoniakkoelinstallatie	9
3.5 Overige parameters	9
3.6 Omgeving	10
<b>4 Risico</b>	<b>12</b>
4.1 Plaatsgebonden risico	12
4.2 Groepsrisico	14
4.3 Effectafstanden	15
<b>5 Conclusie</b>	<b>16</b>
<b>Referenties</b>	<b>17</b>

## 1 Inleiding

HVC is voornemens een CO<sub>2</sub> afvang installatie te plaatsen bij de rookgasinstallatie. Het CO<sub>2</sub> wordt gekoeld tot het vloeibaar is en met tankauto's afgevoerd. Het afkoelen van het gas gebeurt met een ammoniakkoelinstallatie. HVC zal daarmee onder het Bevi vallen. Hoewel CO<sub>2</sub> kan worden gekwalificeerd als gevaarlijke stof, leidt ook de afvang en opslag van CO<sub>2</sub> niet tot aanwijzing in het kader van de Bevi / Brzo 2015. Voor de opslag van vloeibare CO<sub>2</sub> zijn drie tanks voorzien van ieder 535 ton. Opslag van CO<sub>2</sub> heeft de publieke aandacht. Om op dit onderdeel zo zorgvuldig mogelijk te handelen, wordt aandacht besteed aan de externe veiligheidsrisico's door het uitvoeren van een risico-analyse. Voor zover relevant wordt het gehele CO<sub>2</sub>-afvang proces vanaf rookgas-leiding naar de CO<sub>2</sub>-installatie tot en met de afvoer van vloeibare afgevangen CO<sub>2</sub> met tankauto's meegenomen.

In hoofdstuk 2 worden de kenmerken van de inrichting globaal aangeduid. Het betreft een korte beschrijving van de gevaarlijke activiteiten en de aard van de gevaarlijke stoffen. In hoofdstuk 3 worden de ongevalsscenario's gedefinieerd. Tevens wordt de berekeningswijze van het extern veiligheidsrisico toegelicht. Het resultaat van de risicoberekening wordt getoond in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 tenslotte bevat de conclusies.

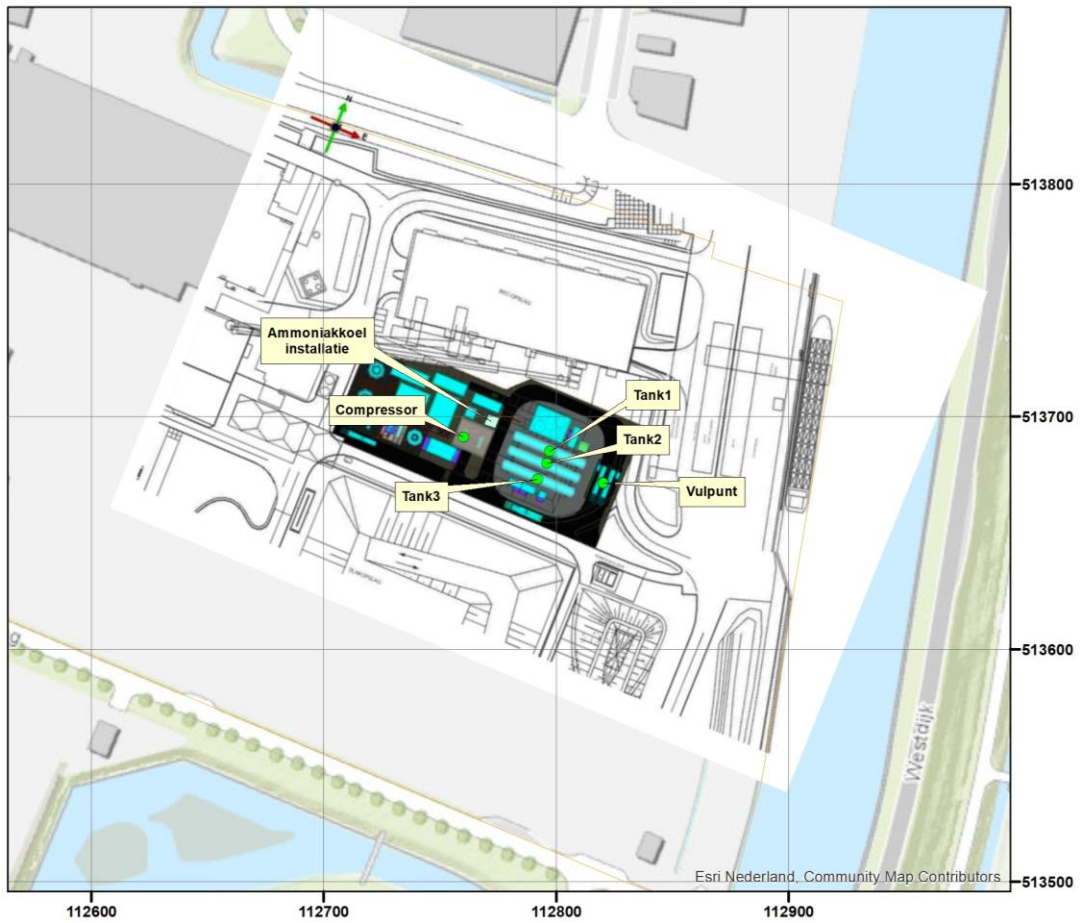
## 2 Beschrijving van de inrichting

De risicodragende activiteiten van de inrichting zijn de opslag van vloeibaar kooldioxide in drie bovengrondse tanks, de afvoer van vloeibaar kooldioxide door tankauto's en het koelen van kooldioxide met een ammoniakkoelinstallatie.

Er zijn meerdere installaties met kooldioxide onder lage druk, deze dragen niet bij aan het risico buiten de inrichting. Uit berekeningen blijkt dat de grootste opslag, een vat van 4 m<sup>3</sup> met werktemperatuur 30°C en atmosferische druk een 1% letaliteitsafstand heeft van circa 50 meter. Deze installaties liggen meer dan 130 meter van de dichtstbijzijnde bebouwing waardoor deze niet bijdragen aan het risico buiten de inrichtingsgrens en niet verder zijn uitgewerkt in de QRA.

De ammoniakkoelinstallatie is categoriaal zodat de risicoafstand van deze installatie bepaald moet worden uit het Revi indien er geen andere installaties met gevaarlijke stoffen zijn. De maximale werktemperatuur van de installatie is -27°C en het afscheidervat en vloeistofvat zijn buiten opgesteld. De maximale inhoud van deze installatie is 2000 kg. De leiding tussen de pomp en de verdamper heeft een diameter < DN 80. Uit het Revi blijkt dat er geen invloedsgebied is voor dergelijke ammoniakkoelinstallaties. Uit berekeningen blijkt dat een dergelijke installatie een 1% letaliteitsafstand heeft van circa 120 meter. Deze installatie ligt meer dan 140 meter van de inrichtingsgrens waardoor deze niet bijdraagt aan het risico buiten de inrichtingsgrens en niet verder zijn uitgewerkt in de QRA.

Figuur 1 toont het bedrijfsterrein met de positie van de kooldioxide op- en overslag en de ammoniakkoelinstallatie.



Figuur 1. Bedrijfsterrein met de positie van de risicodragende activiteiten

### 3 Ongevalsscenario's

#### 3.1 Bovengrondse tanks

Er worden drie bovengrondse tanks geplaatst met elk een inhoud van 534 ton kooldioxide. Het kooldioxide wordt gekoeld opgeslagen bij -28°C en 18.2 bar(g).

Tabel 2 toont de ongevalsscenario's uitgewerkt per opslagtank.

Faalwijze	Frequentie	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr	534 ton	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr	890 kg/s	Maximale inhoud, duur 600 s
Continu 10 mm	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr	3.2 kg/s	Vloeistof 10 mm gat, duur 1800 s

Tabel 1. Ongevalsscenario's bovengrondse opslagtanks

#### 3.2 Afvoer met tankauto

De kooldioxide wordt afgevoerd per tankauto. Een tankauto bevat 30 ton. Het aantal lossingen is 4383 per jaar. De doorzet is 131490 ton per jaar. Aflevering vindt plaats met pomp door een 2" slang. De verblijftijd is circa 1.5 uur per tankauto, zodat er jaarlijks circa 6574.5 uur een tankauto op de losplaats aanwezig (dit is 75% van het jaar). De daadwerkelijke verlading is 45 minuten per tankauto. De aflevertijd is dan 3287.25 uur per jaar. Tabel 2 toont de initiële faalfrequentie voor de verlading vanuit een tankauto zoals voorgeschreven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1]. De faalfrequenties in tabel 2 zijn inclusief het falen van de pomp.

Faalwijze	Frequentie
Instantaan	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Continu grootste aansluiting	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
Losslang breuk	$4.0 \cdot 10^{-6}$ /uur
Losslang lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur

Tabel 2. Initiële faalfrequentie verlading naar een tankauto

Bij breuk van de laadslang is ingrijpen door de chauffeur van de tankauto gemodelleerd. In de Handleiding risicoberekeningen Bevi is voorgeschreven dat, mits voldaan wordt aan een aantal voorwaarden, de kans op succes van dit inbloksysteem gelijk is aan 0.9 met een insluitijd van 2 min. De volgende voorwaarden zijn geformuleerd:

- De ter plaatse aanwezige operator heeft van het begin tot en met het einde van de verlading zicht op de verlading en de laad-/loslang of -arm. In het bijzonder zit de operator tijdens de verlading niet in de cabine van de tankwagen of binnen in een gebouw.

- Het ter plaatse aanwezig zijn van de operator wordt geborgd door een voorziening zoals een dodemansknop of door een procedure in het veiligheidsbeheersysteem en wordt tijdens inspecties gecontroleerd.
- Het inschakelen van de noodstopvoorziening door de aanwezige operator in het geval van een lekkage tijdens de verlading is vastgelegd in een procedure.
- De ter plaatse aanwezige operator is voldoende opgeleid en is tevens bekend met de geldende procedures.
- De noodstopvoorziening is volgens geldende normen gepositioneerd, zodanig dat er in korte tijd ongeacht de uitstroomrichting een noodknop bediend kan worden.

De verlading bij HVC voldoet aan deze voorwaarden. Er wordt aangenomen dat een terugslagklep is geplaatst tussen de verladingspomp en de tankauto.

Tabel 3 toont de ongevalsscenario's uitgewerkt voor deze inrichting.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	0.75 (tijdsfractie aanwezig) x $1.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	0.75 (tijdsfractie aanwezig) x $5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Breuk losslang noodstop Ok	3287.25 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.9 (kans noodstop succesvol)
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep Ok	3287.25 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.1 (kans noodstop niet succesvol) x 0.94 (kans terugslagklep succesvol)
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	3287.25 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf) x 0.1 (kans noodstop niet succesvol) x 0.06 (kans terugslagklep niet succesvol)
Lekkage losslang	3287.25 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie lekkage per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$7.5 \cdot 10^{-6}$	30 ton	Maximale inhoud
Continu grootste aansluiting	$3.8 \cdot 10^{-7}$	41.2 kg/s	Vloeistof 2 inch gat, duur 728 s
Breuk losslang noodstop Ok	$1.2 \cdot 10^{-2}$	16.7 kg/s	Duur 120 s, pompdruk keer 1.5
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep Ok	$1.2 \cdot 10^{-3}$	16.7 kg/s	Duur 1800 s, pompdruk keer 1.5
Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	$7.9 \cdot 10^{-5}$	57.9 kg/s	Duur 1800 s, pompdruk keer 1.5 en terugstroming uit de tankauto 41.2 kg/s
Lekkage losslang	$1.3 \cdot 10^{-1}$	0.8 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, duur 1800 s

Tabel 3. Ongevalsscenario's overslag tankauto

### 3.3 Compressor

De afgevangen kooldioxide wordt middels een compressor op druk gebracht voordat het gekoeld wordt opgeslagen. De compressor is continu in bedrijf gedurende 30 weken per jaar. Dit is 5040 uur per jaar (dit is 57.5% van het jaar). De leidingdiameter achter de compressor is 10 mm. Indien de compressor faalt leidt dit tot uitstroming van gekoeld kooldioxide bij 18.2 bar(g). Voor het catastrofaal falen wordt uitgegaan van  $1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr en voor lek (10% diameter leiding) van  $4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr voor een centrifugaal compressor. De compressor is binnen opgesteld, maar conservatief buiten gemodelleerd.

Tabel 4 toont de scenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk compressor	$1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie per jaar) x 0.575 (tijdsfractie in bedrijf)
Lek compressor	$4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie per jaar) x 0.575 (tijdsfractie in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk compressor	$5.8 \cdot 10^{-5}$	0.7 kg/s	Breuk toevoerleiding, duur 1800 s
Lek compressor	$2.5 \cdot 10^{-3}$	0.03 kg/s	Gat grootte 2.3 mm, duur 1800 s

Tabel 4. Ongevalsscenario's compressor

### 3.4 Ammoniakkoelinstallatie

De ammoniakkoelinstallatie is categoriaal zodat de risicoafstand van deze installatie bepaald moet worden uit het Revi indien er geen andere installaties met gevaarlijke stoffen zijn. De maximale werktemperatuur van de installatie is  $-27^{\circ}\text{C}$  en het afscheidervat en vloeistofvat zijn buiten opgesteld. De maximale inhoud van deze installatie is 2000 kg. De leiding tussen de pomp en de verdamper heeft een diameter  $< \text{DN } 80$ . Conform het Revi is de minimale afstand tot (beperkt) kwetsbare objecten 35 m. Om te laten zien dat deze installatie niet significant bij draagt aan het plaatsgebonden risico is deze afstand getoond in paragraaf 4.1.

### 3.5 Overige parameters

De risicoberekening is uitgevoerd met Safeti-NL versie 8.3 en is in overeenstemming met de voorschriften van de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1]. Voor de ruwheidslengte is 0.3 m gebruikt. De meteorologische gegevens van IJmuiden zijn gebruikt.

Er zijn geen gevaren van buiten de inrichting geïdentificeerd die kunnen leiden tot het vrijkomen van gevaarlijke stoffen binnen de inrichting.

Blootstelling aan CO<sub>2</sub> kan gevolgen hebben voor de gezondheid. De gevolgen zijn afhankelijk van de concentratie en de tijd van blootstelling en blootstelling kan leiden tot verschijnselen als hoofdpijn, bewusteloosheid tot en met overlijden. In een QRA worden alleen letale effecten beschouwd, andere gevolgen als bewusteloosheid of stuipen zijn nu eenmaal lastig te kwantificeren. In een QRA wordt, om de gevolgen te berekenen van blootstelling aan gevaarlijke stoffen, de probitrelatie gebruikt. De probitrelatie is nodig om met Safeti-NL de gevraagde risicocontouren van de CO<sub>2</sub> installaties en het groepsrisico te bepalen. Voor een aantal gevaarlijke stoffen zijn de probitrelaties vastgelegd, echter niet voor CO<sub>2</sub>. Tebodin heeft enkele jaren geleden een probitrelatie bepaald die gebruikt is in deze studie [2]. Ook zijn er Probit relaties bekend van HSE en TNO [3 en 4], deze zijn echter minder conservatief en daarom niet gebruikt in deze studie.

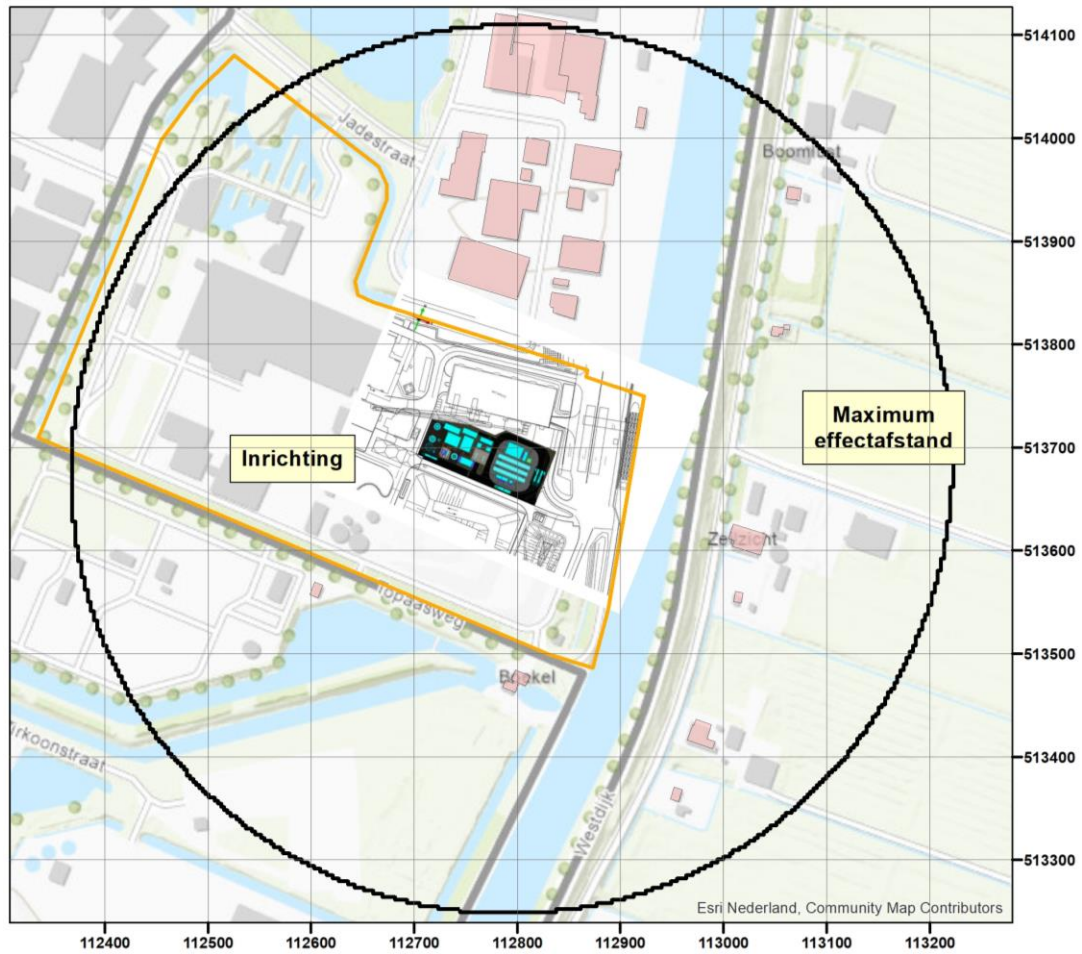
### 3.6 Omgeving

De maximale effectafstand is circa 374 m rond de bovengrondse opslagen (deze afstand is berekend door een plaatsgebonden risico van  $1.0 \cdot 10^{-30}$  /jr, zie ook paragraaf 4.3). Figuur 2 toont het gebied begrenst door deze afstand. Voor dit gebied dient de aanwezigheid van personen te worden gemodelleerd voor de berekening van het groepsrisico.

Binnen het invloedsgebied ligt een deel van Zuidschermer en bedrijventerrein Boekelermeer Alkmaar. Voor de bestaande bebouwing rond de inrichting zijn gegevens opgevraagd met de BAG populatieservice op gebouwniveau (geraadpleegd 28 augustus 2020). Deze gebieden zijn roze gemarkeerd in figuur 2 en opgenomen in het Safeti-NL model.

Conform het Bevi is het groepsrisico van de ammoniakkoelinstallatie niet relevant. Het groepsrisico, de mogelijkheden voor rampbestrijding en de mate van zelfredzaamheid van de bevolking behoeven in dit geval niet te worden verantwoord.





Figuur 2. Gebied begrenst door de maximale effectafstand

## 4 Risico

### 4.1 Plaatsgebonden risico

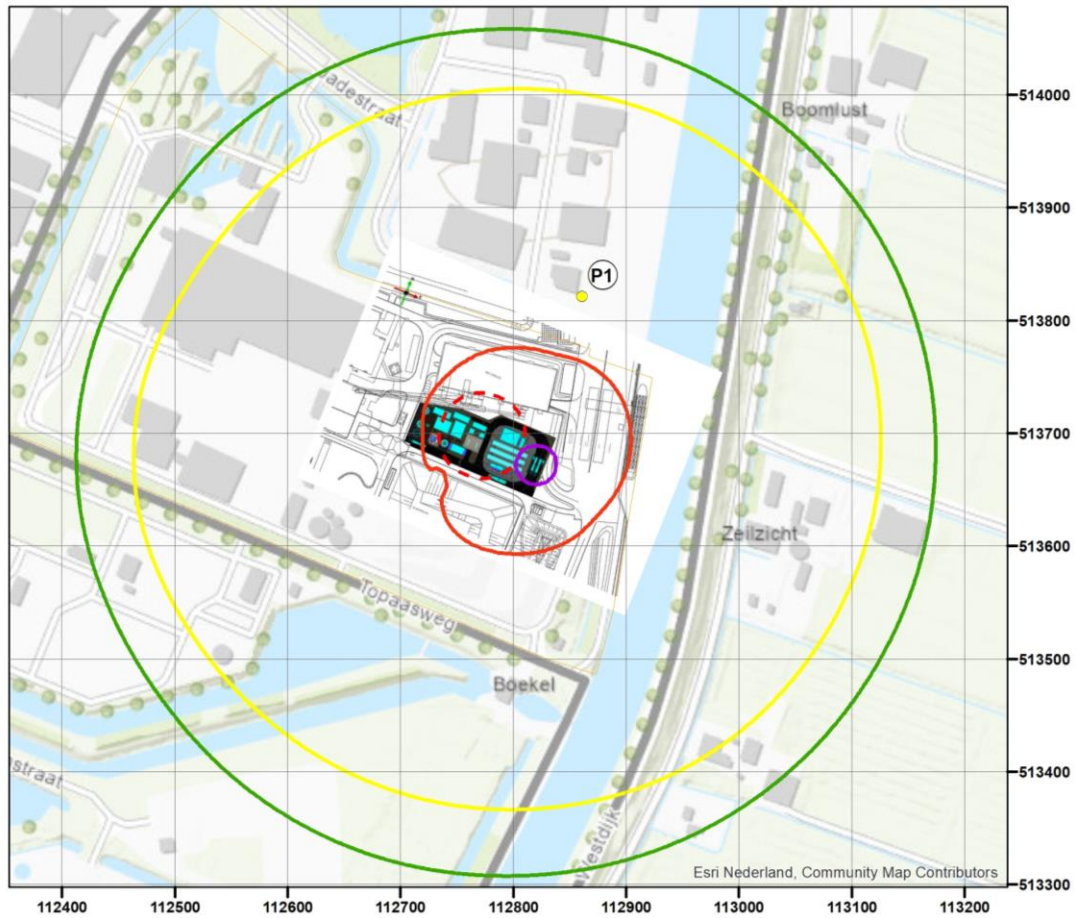
Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting bevindt, overlijdt door een ongeval met gevaarlijke stoffen. Plaatsen met een gelijk risico worden door risicocontouren op een kaart weergegeven. Het plaatsgebonden risico van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr dient volgens het Bevi (Besluit externe veiligheid inrichtingen) gehanteerd te worden als grenswaarde voor kwetsbare objecten en als richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten.

Figuur 3 toont de ligging van de berekende plaatsgebonden risicocontouren. De contour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr en de minimaal aan te houden afstand vanaf de ammoniakkoelinstallatie liggen geheel binnen het terrein van de inrichting.

De relatieve bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico voor het punt P1 is berekend (voor de ligging van dit punt zie figuur 3). Tabel 6 toont het resultaat.

Scenario	Bijdrage [%]
Tank1\Instantaan	33.1
Tank2\Instantaan	32.4
Tank3\Instantaan	31.4
Tank1\Continu10min	1.1
Tank2\Continu10min	1.0
Tank3\Continu10min	0.8

Tabel 5. Relatieve bijdrage scenario's plaatsgebonden risico punt P1



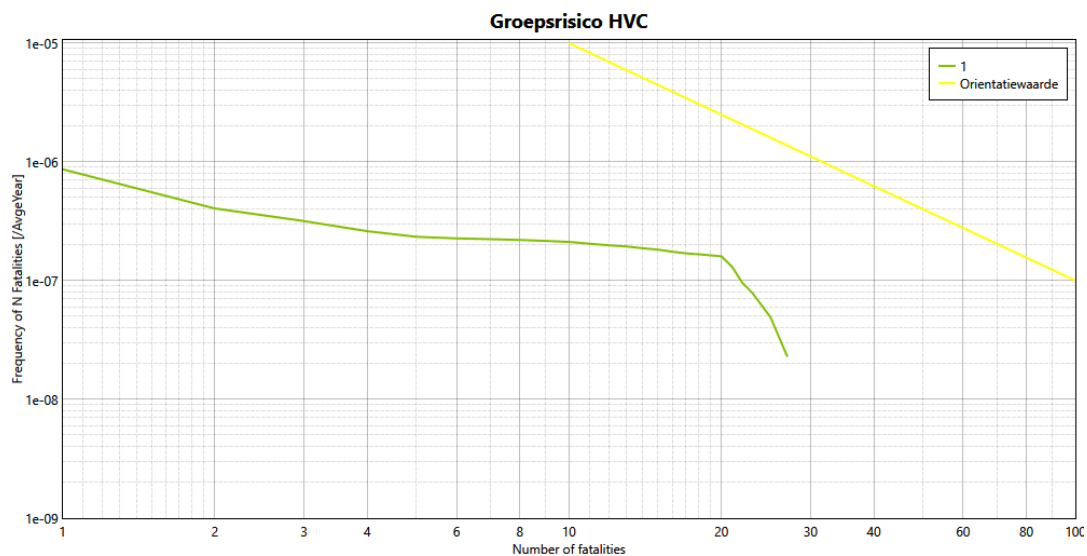
Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren



## 4.2 Groepsrisico

Het groepsrisico geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de inrichting. Het aantal personen dat in de omgeving van de inrichting verblijft, bepaalt daardoor mede de hoogte van het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een zogenaamde fN-curve: op de verticale as staat de cumulatieve kans per jaar f op een ongeval met N of meer slachtoffers en op de horizontale as het aantal slachtoffers N. De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico is gelijk aan  $10^{-3} / N^2$ , dat wil zeggen een frequentie van  $10^{-5}$  /jr voor 10 slachtoffers,  $10^{-7}$  /jr voor 100 slachtoffers en geldt vanaf het punt met 10 slachtoffers.

Figuur 4 toont het berekende groepsrisico. Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximaal aantal slachtoffers is circa 27. Het maximaal aantal slachtoffers wordt bepaald door het instantaan falen van de opslagtanks.



Figuur 4. Groepsrisico

### 4.3 Effectafstanden

Tabel 7 toont de effectafstanden voor het vrijkomen van kooldioxide.

Installatie	Scenario	D-5.0 [m]	F-1.5 [m]
Opslagtanks	Instantaan	405	407
	Continu 10 min	229	211
	Continu 10 mm	8	9
Compressor	Breuk	4	4
	Lekkage	1	1
Tankauto	Instantaan	78	58
	Continu grootste aansluiting	36	37
	Breuk losslang noodstop Ok	16	17
	Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep Ok	21	23
	Breuk losslang noodstop niet Ok terugslagklep niet Ok	49	50
	Lekkage losslang	4	4

Tabel 6. Afstand tot 1% letaliteit

## 5 Conclusie

HVC is voornemens een CO<sub>2</sub> afvang installatie te plaatsen bij de rookgasinstallatie. Het afkoelen van het gas gebeurt met een ammoniakkoelinstallatie. HVC zal daarmee onder het Bevi vallen. In het kader van externe veiligheid is een risicoanalyse gemaakt waarbij ook de CO<sub>2</sub> afvang installatie is betrokken.

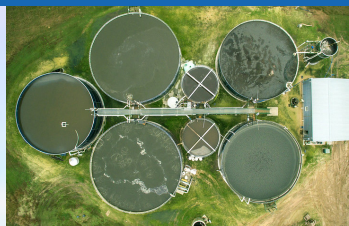
De plaatsgebonden risicocontour van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr valt geheel binnen de inrichting.

Het groepsrisico veroorzaakt door de CO<sub>2</sub> afvang installatie is kleiner dan de oriëntatiewaarde.

Conform het Bevi is het niet nodig het groepsrisico van de ammoniakkoelinstallatie te verantwoorden.

## Referenties

1. RIVM 2021 Handleiding risicoberekeningen Bevi (Versie 4.3 gedateerd 1 januari 2021)
2. Tebodin 2008 Veiligheidsanalyse Ondergrondse Opslag van CO2 in Barendrecht  
Document nr. 3800784 gedateerd 20 oktober 2008
3. HSE 2009 Comparison of risks from carbon dioxide and natural gas pipelines  
Rapport nr. RR749 2009
4. TNO 2013 Consequenties voor QRA-tunnels van het vervoer van nieuwe stoffen  
Project nr. 054.03212 gedateerd 25 april 2013



Jan van Beaumontstraat 1  
2805 RN Gouda  
**t** +31 (0)85 - 044 26 00  
**e** [info@kuiperburger.nl](mailto:info@kuiperburger.nl)  
**w** [kuiperburger.nl](http://kuiperburger.nl)