



## **APPENDIX B SCOPE & RANDVOORWAARDEN DOCUMENT**

---

DNV-GL

ENERGY

# CO<sub>2</sub> infrastructuur studie Havenbedrijf Antwerpen

Randvoorwaarden en tekortkomingen

oktober 2014

Confidential

1 DNV GL © 2014 74106104 CES/TPG 14-6104

SAFER, SMARTER, GREENER

---

---

## Scope

---

- CO<sub>2</sub> aanbod:
  - Ter discussie: afvang vindt plaats bij grote bronnen en / of geconcentreerde bronnen
  - Afvang bevat tevens compressie en conditionering
  - Afvangtechnologie volgens de huidige stand der techniek
  
- CO<sub>2</sub> vraagzijde :
  - A. Permanente CO<sub>2</sub> opslag in off-shore locaties en EOR
  - B. Carbonatatie van restproducten in de Haven van Antwerpen
  - C. Kassengebieden (gebruik van CO<sub>2</sub> als groei promotor en vervanging van inzet van aardgas)
  - D. Voedingsindustrie
  - E. Power to Gas

---

---

Confidential

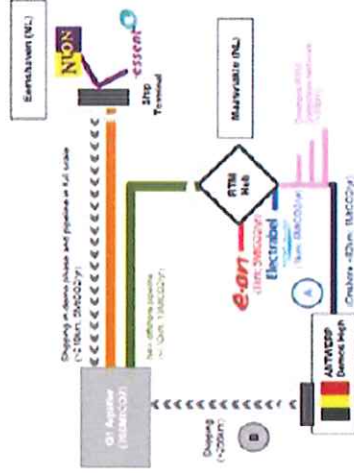
2 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV•GL

## Locaties & omschrijving van CO<sub>2</sub> vraag

- A. Permanente CO<sub>2</sub> opslag & EOR
- omvat transport richting Rotterdam, overige handling, transport en opslag is buiten de scope van dit project
- B. Carbonatatie van industriële afvalstroom (staalslakken)
- Toeslagmaterialen voor beton, asfalt in wegen en ongebonden en hydraulische gebonden materialen
- C. Kassengebieden
- gebruik van CO<sub>2</sub> als groei promotor en vervanging van inzet van aardgas. Op de volgende locaties rond Antwerpen:
  - Nieuw Prinsenbeek, Melsele – Beveren, St Katelijne – Waver, Hoogstraten
- D. Voedingsindustrie
- Voedingsindustrie b.v.Coca Cola <info ontvangen> and Ordal <niet gevraagd>
- E. Power to gas
- Generieke locatie, waarbij (excess) elektriciteit tegen lage prijs ingezet wordt voor H<sub>2</sub> productie, met CO<sub>2</sub> als koolstofbron voor conversie naar methaan



Overzicht RCI hub Rotterdam

Confidential

3 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV-GL

---

---

## Ontbrekende informatie

---

### Ontbrekende data:

- Continuïteit van bestaande bronnen
- Geen informatie ontvangen van toekomstige bronnen
- Gelimiteerde informatie van de bronsamenstelling beschikbaar
- Refinery Independent Belgium CO<sub>2</sub> concentraties zijn incorrect:
  - aanname: DNV GL database gebruikt.
- Vraagkant: geen informatie over variaties in CO<sub>2</sub>-vraag in de tijd – aanname nu: continue, behalve voor:
  - kassengebieden – seizoen + dag/nacht en week/weekend profiel : Aanname 1750 vollasturen per jaar
  - Power to Gas – Onduidelijk is of inzet de elektriciteitsprijs of CO<sub>2</sub> productie volgt.

---

---

Confidential

4 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV•GL

## Randvoorwaarden – A. Permanente CO<sub>2</sub> opslag in off-shore locaties en/of EOR

onderdeel	omschrijving	Compleet	Kwaliteit
Lijst van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Infrastructuur verbindt cluster(s) met bestaande pijpleiding naar Rotterdam</li> <li>– Tracé volgt de bestaande leidingencorridors zo veel mogelijk</li> <li>– Capaciteit voor 1Mt/a of meer</li> <li>– Hoge dichtheid fase-transport van CO<sub>2</sub></li> <li>– Minimum + maximale druk moet gespecificeerd worden.</li> <li>– Minimum + maximum temp. specificeren</li> <li>– Eisen aan samenstelling CO<sub>2</sub> (restrictie+min CO<sub>2</sub>)</li> </ul>	1/2/3/4	1/2/3/4
Bron + data ontvangen	(RCI,2013) + Leidingenstraat NL (LSNED)		
Aannames	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bestaande CO<sub>2</sub> infrastructuur in R'dam</li> <li>– Tracering Antwerpen – R'dam in leidingenstraat NL/BE</li> <li>– Alle aangeboden CO<sub>2</sub> is altijd beschikbaar voor opslag / EOR.</li> </ul>		

Confidential

5 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV•GL

## Randvoorwaarden B. Carbonatatie van restproducten

onderdeel	omschrijving	Compleet	Kwaliteit
Lijst van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gastoevoer naar fabriek</li> <li>- Continu, 75 kt/jaar</li> <li>- Kwaliteit: &gt; 75% CO<sub>2</sub> in gas, zo zuiver mogelijk ivm mogelijke emissies op toepassingslocaties</li> <li>- Terrein beschikbaar &gt; 5 ha, nabij (200 – 300 m) kademuur ca. 200m, transportband van kade naar plant mogelijk, &lt; 1000 m van pijpleiding</li> <li>- CO<sub>2</sub> P en T 20bar/140 °C</li> </ul>	1/2/3/4	1/2/3/4
Bron + data ontvangen	Carbstone Innovation NV Email 12062014, Presentation: CO <sub>2</sub> reuse in building material		
Aannames	Continue afname		
Nog te doen	Besluit over locatie carbonatatie fabriek ivm tracé en ontwerpdruk		

Confidential

6 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV•GL

## Randvoorwaarden C. Kassengebieden

onderdeel	omschrijving	Compleet	Kwaliteit
Lijst van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas fase toevoer naar kassen</li> <li>- Alternatieven voor pijplijn: truck &amp; scheepstransport</li> <li>- Distributie netwerk kan verschillend zijn</li> <li>- Niet gewenste componenten in CO<sub>2</sub> – discussie</li> <li>- Profiel: dag/nacht en seizoenprofiel</li> <li>- leidingontwerp naar kassen is gebaseerd op een vraag van 1750 vollasturen per jaar (uitgangspunt ontwerp DWA, geen check door DNV GL), zoveel mogelijk in bestaande tracés</li> </ul>		
Bron + data ontvangen	Nieuw Prinseland: TOM Brabant; email 23052014 St Katelijne en Hoogstraten: POM Antwerpen; email 28052014 Melsele-Beveren; Prov. Oost-Vlaanderen	1/2/3/4 1/2/3/4	1/2/3/4 1/2/3/4
Aannames	Keuze van transport beïnvloedt de hele keten! Kassengebieden zijn vergelijkbaar, dezelfde randvoorwaarden gelden voor alle kassen(gebieden) Druk / temperatuur niet gespecificeerd, aanname is gas fase lage druk voor distributie	1/2/3/4	1/2/3/4

Confidential

7 DNV GL © 2014

oktober 2014

DNV•GL

## Randvoorwaarden D. voedingsindustrie

onderdeel	omschrijving	compleet	kwaliteit
Lijst van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gasfase toevoer naar fabriek</li><li>- Alternatieven voor pijplijn: truck slooptransport</li><li>- Distributie netwerk (verschillend voor leiding/schip/truck)</li><li>- Food grade CO<sub>2</sub> - lage prioriteit</li><li>- Druk / temperatuur niet gespecificeerd, maar gas fase lage druk distributie</li><li>- Profiel: afname alleen tijdens productie</li></ul>	1/2/3/4	1/2/3/4
Bron + data ontvangen	POM Antwerpen: email van 28 05 2014	1/2/3/4	1/2/3/4
Aannames	Keuze van transport beïnvloedt de hele keten. Voedingsindustrie wordt niet meegenomen i.v.m. te strenge eisen op de samenstelling		

Confidential

8 DNV GL © 2014

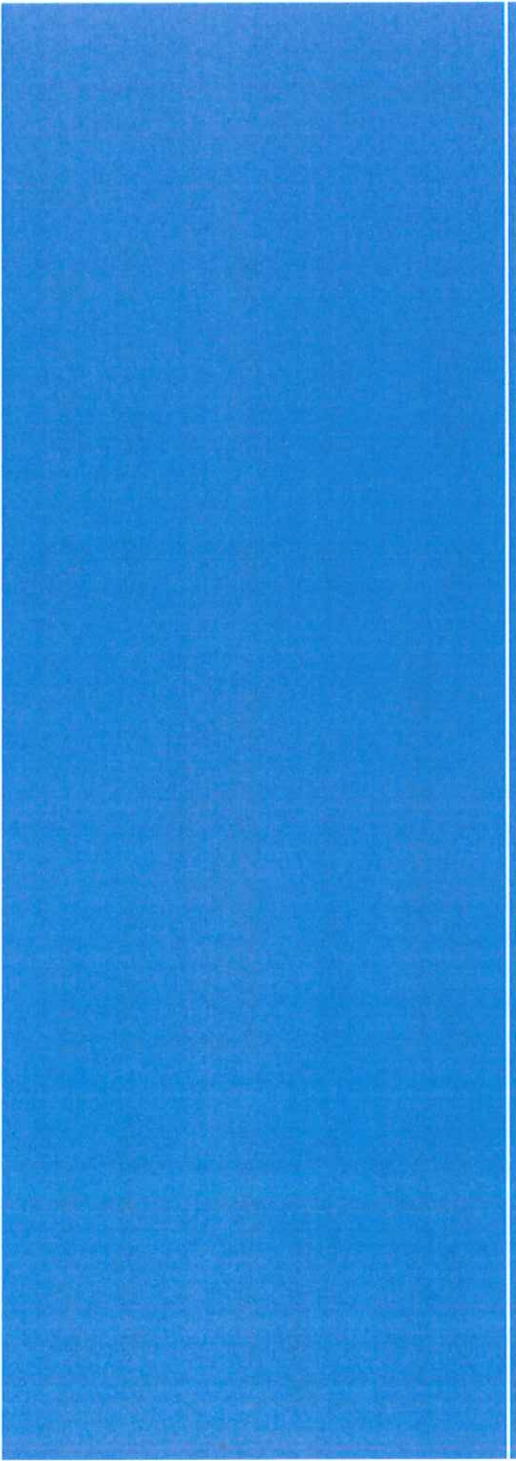
oktober 2014

DNV\*GL

## Randvoorwaarden E. Power to Gas

onderdeel	omschrijving	compleet	kwaliteit
Lijst van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gasfase toevoer naar methanisatie units</li> <li>– Alternatieven voor pijplijn: truck-, scheepstransport</li> <li>– Distributie netwerk (verschillend voor leiding/schip/truck)</li> <li>– CO<sub>2</sub> – kwaliteit: vervuiling van katalysatoren is kritisch punt bij methanisatie</li> <li>– Druk / temperatuur niet gespecificeerd, maar gas fase lage druk distributie</li> <li>– Nabij CO<sub>2</sub>, hoogspanning en aardgasinfrastructuur (&lt;1000 m) en geen Schelde kruising</li> <li>– Oppervlakte 0,4 ha voor 6 MW<sub>e</sub></li> </ul>	1/2/3/4	1/2/3/4
Bron + data ontvangen	DNV GL expert informatie.	1/2/3/4	1/2/3/4
Aannames	<p>Aanname voor schaal grootte en de ontwikkeling hiervan</p> <p>Keuze van transport beïnvloedt de hele keten</p> <p>Opslagtechnologie die een overschot aan elektriciteit dan wel negatieve prijzen kan opvangen, dus productie is niet continue</p>	1/2/3/4	1/2/3/4

Confidential



[www.dnvgl.com](http://www.dnvgl.com)

SAFER, SMARTER, GREENER

Confidential

10 DNV GL © 2014 oktober 2014

DNV•GL

## Data inventarisatie - tabel ter goedkeuring kick-off meeting

Type info	bron	wie	Binnen project team verantwoordelijk
CO <sub>2</sub> aanbod	Bestaande inventarisatie - Univ v Antwerpen	GHA	GHA - KC
CO <sub>2</sub> vraag (zie questionnaire voor type informatie)			
A. Permanente CO <sub>2</sub> opslag in off-shore locaties en/of EOR	(RCI,2013) + Leidingenstraat NL (LSNED)	RCI	DNV GL - RB
B. Carbonatatie van restproducten	Carbstone innovation	GHA	DNV GL - JRB
C. Kassengebieden	Meerdere bronnen (TOM Brabant, POM Antwerpen, Prov. Oost Vlaanderen)	GHA	DNV GL - JRB
D. voedingsindustrie	Coca Cola	GHA	DNV GL - JRB
E. Power to Gas	DNV GL	DNV GL	DNV GL - RB

Confidential

11 DNV GL © 2014 oktober 2014

DNV•GL



**APPENDIX C GIS DATA BASE - SHAPEFILES**  
**<APPENDIX IS ELEKTRONISCH TOEGEVOEGD>**

---

## APPENDIX D PARAMETERS VOOR HAALBAARHEIDSANALYSE DETAIL KOSTENRAMING LEIDINGDELEN

Parameter	Waarde	Toelichting
Aandeel vreemd vermogen	70%	Aandeel gefinancierd met geleend geld
Rentevoet vreemd vermogen	6,0%	Rentepercentage schulden
Indexatie opbrengsten	1,6%	Jaarlijkse indexatie van de opbrengsten
Belasting	33%	Belastingtarief in België voor vennoten
Inflatie per jaar	1,6%	Jaarlijkse inflatie
Werkkapitaal in % van investering	0%	werkkapitaal (liquide middelen) om de aanvangsperiode van het project te overbruggen.
Projectperiode	20 jaar	Looptijd van het project
Afschrijvingstermijn (vanaf aanvang bouw)	20 jaar	Afschrijvingstermijn (vanaf aanvang bouw)
Terugverdientermijn	20 jaar	Terugverdientermijn
Rendementseis	5,81%	Rendementseis op de totale investeringen

### Kostenraming leidingdelen

In de onderstaande tabellen zijn zowel de CAPEX als OPEX kosten weergegeven voor de drie vraag- en aanbodscenario's voor zowel gasvormig als superkritisch transport. De kosten zijn weergegeven per leidingdeel.

Scenario G0.1

	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Capex [€]	Opex [€/a]	Diameter ["]	Capex [€]	Opex [€/a]
Leiding A	6	817.000	14.000	4	1.343.000	14.000
Leiding B_C	18	8.810.000	62.8000	10	9.982.000	47.800
Leding D	4	445.000	8.700	4	835.000	8.700
Leiding E	30	781.000	603.900	16	798.000	503.900
Leiding F	30	1.835.000	7.200	16	1.921.000	7.200
Leiding G_H	42	5.620.000	17.900	24	4.164.000	17.900
Leiding I	42	969.000	403.100	24	841.000	353.100
leiding J	42	5.274.000	16.800	24	4.580.000	16.800
leiding K	8	1.401.000	19.500	4	1.870.000	19.500
leiding L	42	6.713.000	20.000	24	5.946.000	20.000
leiding M	42	4.612.000	514.700	24	4.006.000	414.700
leiding N	42	5.240.000	15.500	30	5.494.000	15.500
leding O	18	846.000	6.300	8	822.000	6.300
		43.363.000	1.710.400		43.319.000	1.460.400

Scenario G0.2

	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Capex [€]	Opex [€/a]	Diameter ["]	Capex [€]	Opex [€/a]
Leiding A	0	0	0	0	0	0
Leiding B_C	6	3.982.000	62.800	4	6.281.000	62.800
Leding D	6	508.000	8.700	4	835.000	8.700
Leiding E	0	0	0	0	0	0
Leiding F	0	0	0	0	0	0
Leiding G_H	0	0	0	0	0	0
Leiding I	0	0	0	0	0	0
leiding J	8	1.204.000	116.800	6	1.811.000	116.800
leiding K	0	0	0	0	0	0
leiding L	12	2.324.000	20.000	6	2.640.000	20.000
leiding M	12	1.397.000	414.700	6	1.584.000	314.700
leiding N	16	2.221.000	15.500	6	2.101.000	15.500
leding O	4	320.000	6.300	4	600.000	6.300
		12.309.000	644.800		15.952.000	544.800

Scenario G0.3

	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]
Leiding A	0	0	0	0	0	0
Leiding B_C	10	5.637.000	62.800	6	7.149.000	62.800
Leding D	12	830.000	8.700	6	941.000	8.700
Leiding E	12	365.000	503.900	8	503.000	403.900
Leiding F	12	1.057.000	7.200	8	1.371.000	7.200
Leiding G_H	24	2.933.000	17.900	12	3.043.000	17.900
Leiding I	30	628.000	303.100	12	525.000	253.100
leiding J	30	3.420.000	16.800	12	2.856.000	16.800
leiding K	0	0	0	0	0	0
leiding L	36	5.556.000	20.000	16	4.647.000	20.000
leiding M	36	3.765.000	414.700	16	3.054.000	314.700
leiding N	36	4.346.000	15.500	16	3.651.000	15.500
leding O	18	846.000	6.300	8	822.000	6.300
		29.383.000	1.376.900		28.562.000	1.126.900

In de drie onderstaande tabellen zijn zowel de CAPEX als OPEX kosten weergegeven voor de drie vragen aanbodsscenario's voor gasvormig als superkritisch transport. De kosten zijn weergegeven per leidingdeel. In vergelijking met het scenario GO is echter de staalprijs met 25% verhoogd.

Scenario G1.1

	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]
Leiding A	6	839.000	14.000	4	1.393.000	14.000
Leiding B_C	18	9.210.000	62.800	10	10.401.000	62.800
Leding D	4	462.000	8.700	4	866.000	8.700
Leiding E	30	832.000	603.900	16	832.000	503.900
Leiding F	30	1.931.000	7.200	16	1.985.000	7.200
Leiding G_H	42	6.106.000	17.900	24	5.169.000	17.900
Leiding I	42	1.052.000	403.100	24	891.000	353.100
leiding J	42	5.730.000	16.800	24	4.851.000	16.800
leiding K	8	1.454.000	19.500	4	1.940.000	19.500
leiding L	42	7.258.000	20.000	24	6.269.000	20.000
leiding M	42	5.011.000	514.700	24	4.243.000	414.700
leiding N	42	5.660.000	15.500	30	5.826.000	15.500
leding O	18	885.000	6.300	8	853.000	6.300
		46.430.000	1.710.400		45.519.000	1.460.400

Scenario G1.2

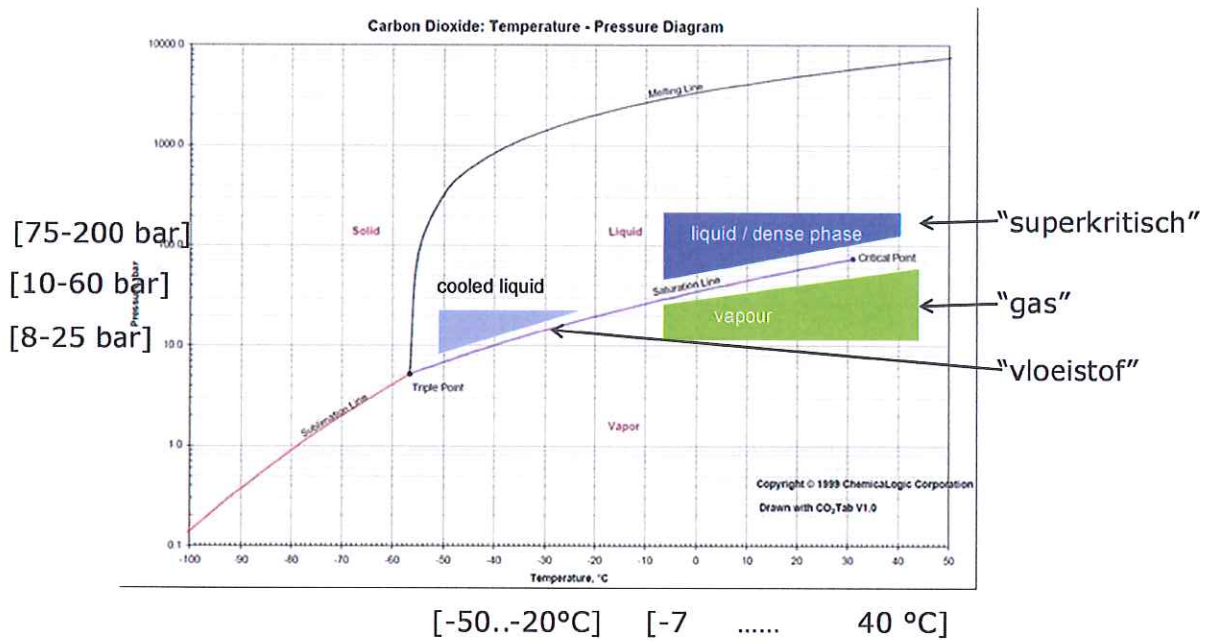
	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]
Leiding A	0	0	0	0	0	0
Leiding B_C	6	4.079.000	62.800	4	6.605.000	62.800
Leding D	6	521.000	8.700	4	866.000	8.700
Leiding E	0	0	0	0	0	0
Leiding F	0	0	0	0	0	0
Leiding G_H	0	0	0	0	0	0
Leiding I	0	0	0	0	0	0
leiding J	8	1.249.000	116.800	6	1.859.000	116.800
leiding K	0	0	0	0	0	0
leiding L	12	2.406.000	20.000	6	2.697.000	20.000
leiding M	16	1.825.000	414.700	6	1.626.000	314.700
leiding N	16	2.300.000	15.500	6	2.145.000	15.500
leding O	4	332.000	6.300	4	622.000	6.300
		12.712.000	644.800		16.420.000	544.800

Scenario G1.3

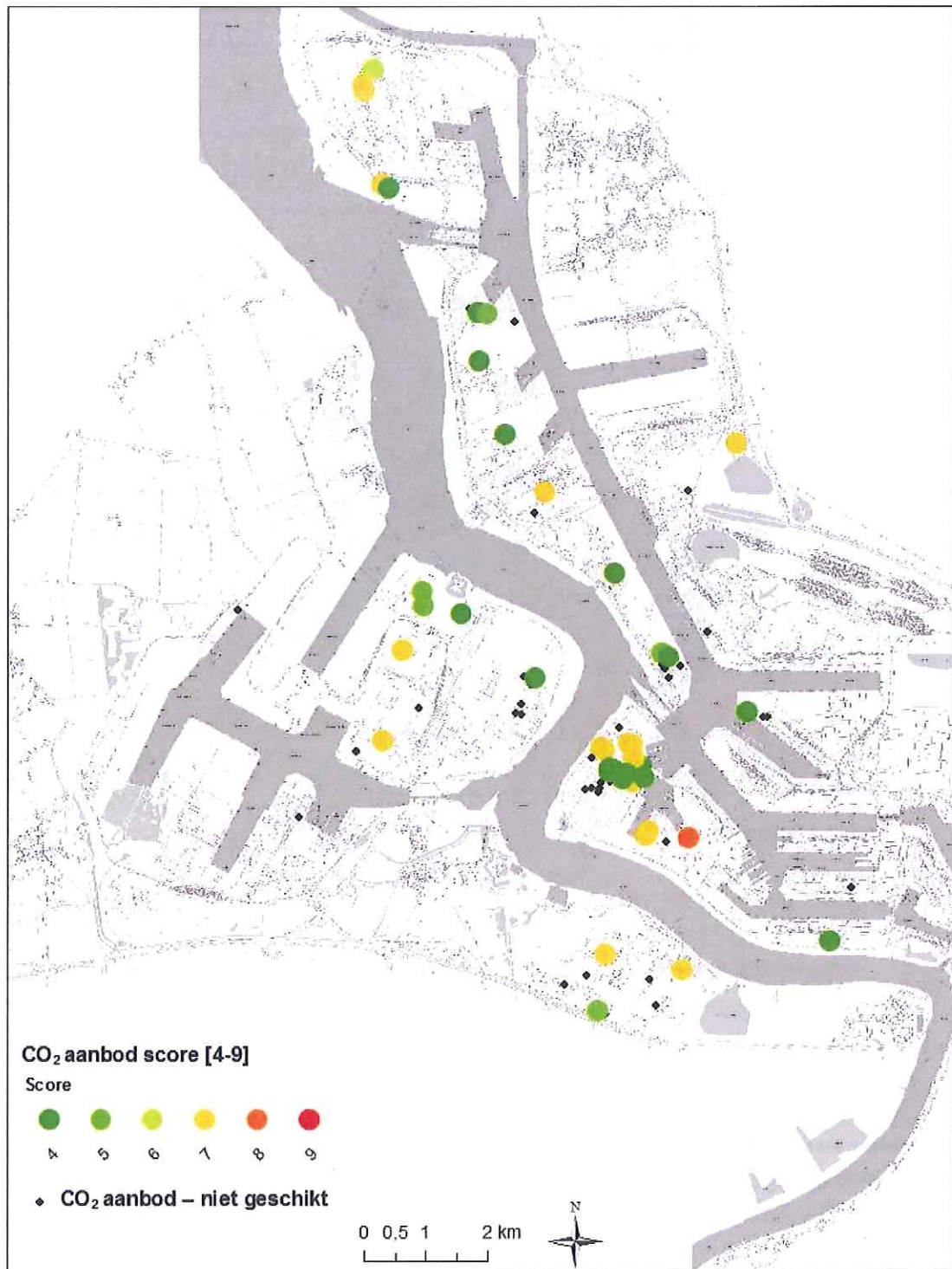
	Gasvormig			Superkritisch		
	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]	Diameter ["]	Kosten [€]	Kosten [€]
Leiding A	0	0	0	0	0	0
Leiding B_C	10	5.868.000	62.800	6	7.328.000	62.800
Leding D	12	866.000	8.700	6	966.000	8.700
Leiding E	12	381.000	503.900	8	522.000	403.900
Leiding F	12	1.087.000	7.200	8	1.406.000	7.200
Leiding G_H	24	3.106.000	17.900	12	3.174.000	17.900
Leiding I	30	669.000	303.100	12	547.000	253.100
leiding J	30	3.644.000	16.800	12	2.979.000	16.800
leiding K	0	0	0	0	0	0
leiding L	36	5.945.000	20.000	16	4.826.000	20.000
leiding M	36	4.050.000	414.700	16	3.360.000	314.700
leiding N	36	4.646.000	15.500	16	3.790.000	15.500
leding O	18	885.000	6.300	8	826.000	6.300
		31.147.000	1.376.900		29.724.000	1.126.900

## APPENDIX E SUPERKRITISCH CO<sub>2</sub>

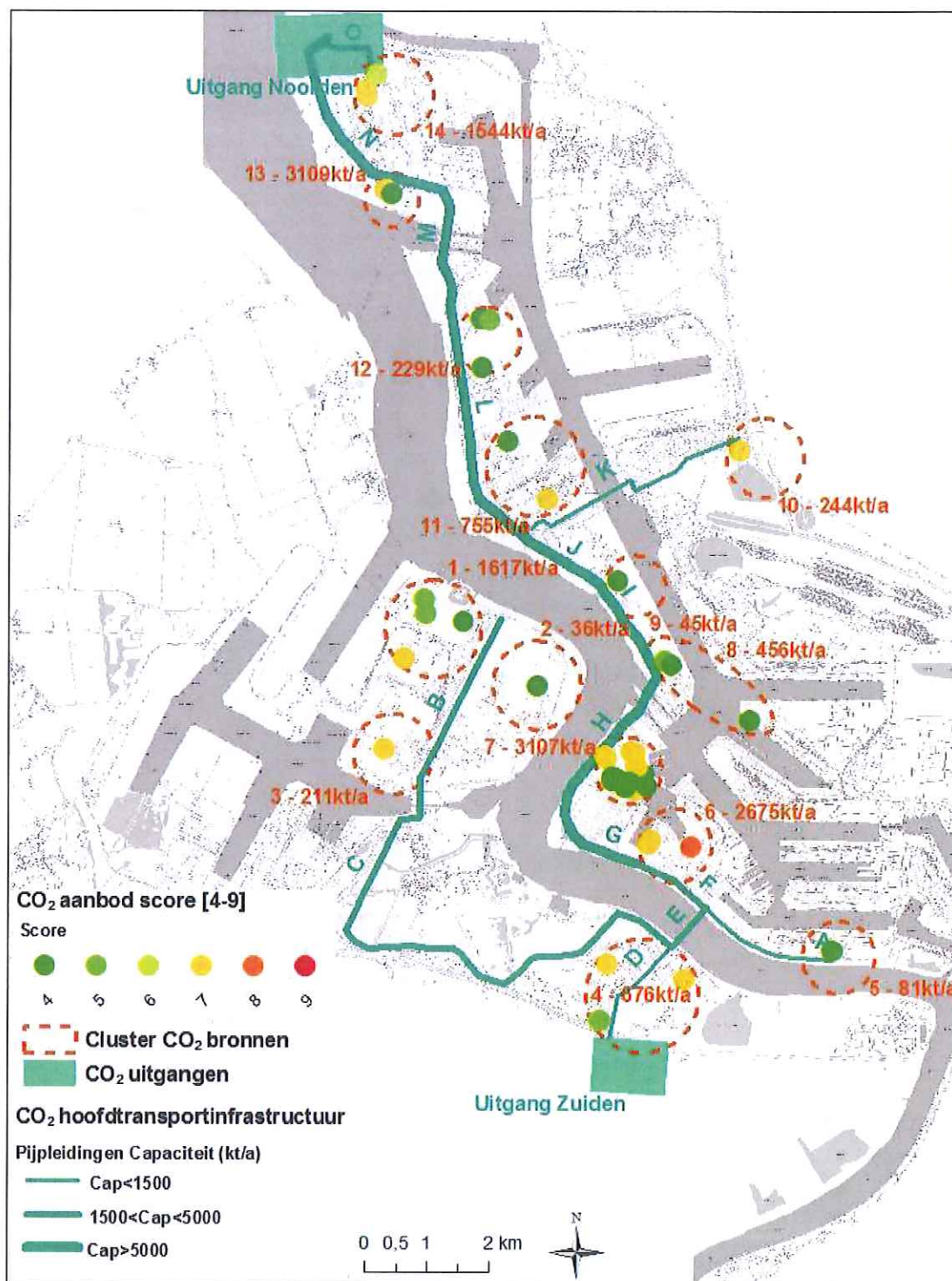
Men spreekt over superkritische CO<sub>2</sub> als de druk tussen de 75 en 200 bar en de temperatuur tussen -7 en 40 C is. In onderstaande figuur is een druk – temperatuurdiagram weergegeven met de verschillende fasen.



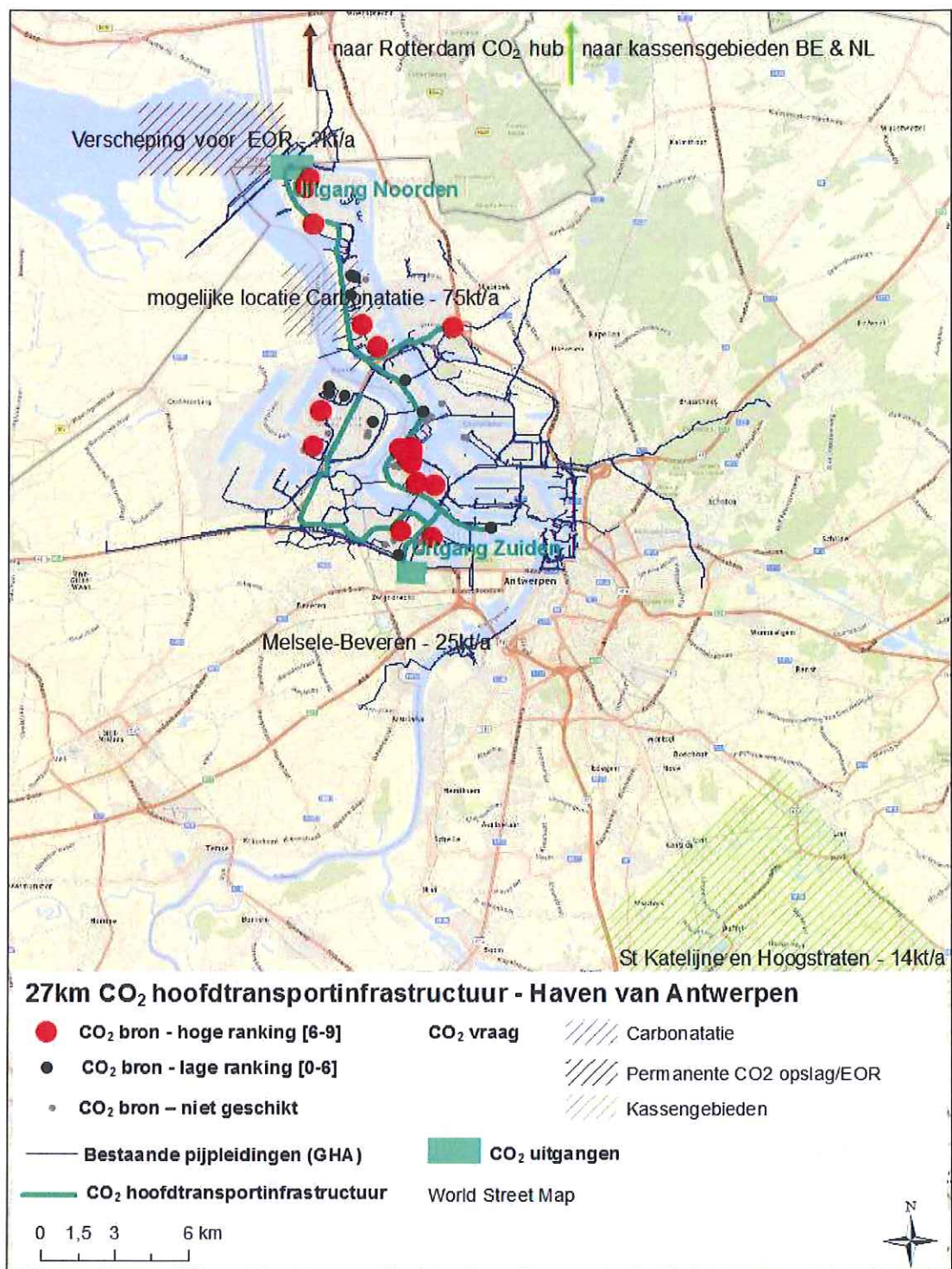
## APPENDIX F FIGUREN



Figuur F – 1 Overzicht locatie van de bronnen met de score.



Figuur F – 2 Overzicht clusters van bronnen met de specifieke scores van de bronnen



Figuur F - 3 Overzicht bronnen en gebruikers



## **About DNV GL**

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.