

Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG

Onderzoek
investeringsbedragen



Continental Engineers BV
Rustenburg 114
1506 AZ Zaandam
Tel: 075 - 65 90 180

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	5
2. LIJST VAN MAATREGELEN	7
3. UITGANGSPUNTEN EN DOOR C E GEVOLGDE AANPAK	9
4. OVERZICHTSTABEL INVESTERINGSBEDRAGEN	11
5. BESPREKING PER MAATREGEL	13
5.1 C E Nr. 1 / KPMG Nr. A1 - Investeringskosten productie eenheid kunstmest ter verwerking 450.000 ton ammonia	13
5.2 C E Nr. 2.1 / KPMG Nr. A4(b) - Kosten bouw binnenvaartschip geschikt voor vervoer warme ammoniak	16
5.3 C E Nr. 2.2 / KPMG Nr. A4(b) - Ammoniakdetectie bij scheepsbelading te YS	17
5.4 C E Nr. 2.3 / KPMG Nr. A4(b) - Koud beladen van binnenvaartschepen te YS	18
5.5 C E Nr. 2.4 / KPMG Nr. A4(b) - Verplaatsen scheepsverlaadstation te YS	19
5.6 C E Nr. 2.5 / KPMG Nr. A4(b) - Maatregelen bij afnemers van YS als gevolg van koud beladen van binnenvaartschepen	19
5.7 C E Nr. 2.6 / KPMG Nr. A4(c) - Koud beladen van ketelwagens te YS	20
5.8 C E Nr. 2.7 / KPMG Nr. A4(c) - Ammoniakdetectie bij ketelwagenbelading te YS	21
5.9 C E Nr. 2.8 / KPMG Nr. A4(c) - Verplaatsen verlaadpunt ketelwagens te YS	21
5.10 C E Nr. 2.9 / KPMG Nr. A4(c) - Maatregelen bij afnemers YS als gevolg van koud beladen van ketelwagens	22
5.11 C E Nr. 2.10 / KPMG Nr. A4(d) - Kosten second containment	23
5.12 C E Nr. 2.11 / KPMG Nr. A4(e) - Fysieke second containment opslag koude ammoniak te YS	24
5.13 C E Nr. 3.1 / KPMG Nr. A9 - Extra opslagcapaciteit koude ammoniak te IJmuiden	25
5.14 C E Nr. 3.2 / KPMG Nr. A9 - Ammoniak terminal te Delfzijl	26
5.15 C E Nr. 4.1 / KPMG Nr. A12 - Kosten aanleg pijpleiding voor ammoniak DSM Geleen-Stein	28
5.16 C E Nr. 4.2 / KPMG Nr. A12 - Kosten aanleg losinstallatie te IJmuiden	29
5.17 C E Nr. 6.1 / KPMG Nr. A15 & L11 - Ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers (ter voorkoming van breuk)	30
5.18 C E Nr. 6.2 / KPMG Nr. A15 & L11 - Ontsporingdetektie, GPS-positiesignalering en as-temperatuurdetectie op ketelwagens	32
5.19 C E Nr. 7 / KPMG Nr. A15 & L11 - Aanbrengen van hotbox detectie (infra-rood camera's om warmte te meten bij de assen)	34
5.20 C E Nr. 8 / KPMG Nr. L1 & L5 - Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG-tankauto's	35
5.21 C E Nr. 9 / KPMG Nr. L13 - Investeringskosten LPG distributiecentrum	36
5.22 C E Nr. 10 / KPMG Nr. L14 - Verplaatsing LPG terminal Vlissingen naar Rotterdam	37
5.23 C E Nr. 11 / KPMG Nr. L15 - Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van ketelwagens	37

1. Inleiding

De productie, transport, opslag of gebruik van gevaarlijke stoffen brengt externe veiligheidsrisico's met zich mee: het vrijkomen of ontploffen van dergelijke stoffen kan maatschappelijke en financieel-economische schade veroorzaken.

Het kabinet wil vanuit een brede invalshoek de externe veiligheidsknelpunten in de productketens van gevaarlijke stoffen wegnemen. Hiervoor zijn de zogenaamde ketenstudies gestart, gefaseerd uitgevoerd door o.a. TNO, ECORYS en KPMG. Inmiddels bevinden deze studies zich in fase 3.

Ter introductie nu eerst een korte toelichting op de ketenstudies.

Resultaten fase 1 Ketenstudies

In opdracht van de ministeries van BZK, EZ, SZW, VROM en V&W zijn in fase 1 van de Ketenstudies twee hoofdproducten opgeleverd. Ten eerste is door TNO, Ecorys en CML een analyse gemaakt van de productketens ammoniak, LPG en chloor. Op basis van deze analyse zijn knelpunten en aandachtspunten vastgesteld met betrekking tot de externe veiligheid in de genoemde productketens.

Ten tweede is door KPMG is een methodiek ontworpen om oplossingsrichtingen voor de aangetroffen externe veiligheidsknelpunten en –aandachtspunten, te kunnen evalueren. De evaluatiemethodiek, vastgelegd in een leidraad, is gebaseerd op het principe van de kosten-batenanalyse (KBA), een analysemethode waarbij alle relevante effecten van oplossingsrichtingen, waar mogelijk uitgedrukt in geld, op een gestructureerde wijze in beeld worden gebracht.

Resultaten fase 2 Ketenstudies

De producten van fase 1 van de Ketenstudies hebben de basis gelegd voor de generatie, uitwerking, beoordeling en selectie van oplossingsrichtingen in fase 2 van de Ketenstudies. In fase 2 is door een gezamenlijk team van KPMG, TNO en Ecorys een globale analyse gemaakt van ruim 30 oplossingsrichtingen voor knelpunten en aandachtspunten in de productketens ammoniak en LPG, vastgelegd in het rapport "Ketenstudies ammoniak en LPG, uitwerking oplossingsrichtingen fase 2, december 2003".

Werkwijze fase 3 Ketenstudies

In fase 3 wordt een geselecteerde groep van 23 (combinaties van) oplossingsrichtingen op een meer gedetailleerde wijze beoordeeld.

De belangrijkste veranderingen en aanvullingen ten opzichte van de in fase 2 gehanteerde methodiek, zijn:

- Het werken met verwachtingswaarden in plaats van een effectgerichte benadering van ongevallen.
- Een gedetailleerd beeld van de ruimtelijke context waarin de maatregelen getroffen worden (o.a. GIS-analyses).
- Een nadere uitwerking en toets op een aantal – grote – investeringsbedragen die zijn opgevoerd bij sommige oplossingsrichtingen.
- De verdeling van de lusten en lasten van de oplossingsrichtingen over de verschillende stakeholders (verdelingseffecten).
- Een gevoeligheidsanalyse van de resultaten van de oplossingsrichtingen.

Werkzaamheden en rapportage Continental Engineers B.V. voor Ketenstudies

In december 2003 heeft Continental Engineers BV (hierna: C E) van KPMG opdracht gekregen om werkzaamheden uit te voeren ten behoeve van fase 3 van de ketenstudies.

C E is gevraagd een bijdrage te leveren aan de nadere uitwerking en toets op een aantal – grote – investeringen. Het betreft voornamelijk investeringen voor technische oplossingsrichtingen die in fase 2 globaal zijn geanalyseerd. De in fase 2 gebruikte investeringsbedragen zijn grotendeels gebaseerd inschattingen die zijn gemaakt door de bij de productie en transport van ammoniak en LPG betrokken bedrijven zelf.

De werkzaamheden van C E in fase 3 hebben betrekking op:

- Het scherper formuleren van de (technische) uitgangspunten van een aantal oplossingsrichtingen en de hiervoor benodigde investeringen.
- Het op basis van deze uitgangspunten ramen van de orde grootte van de betreffende investeringen en de mate en bepalende factor van onzekerheid voor deze raming.

De resultaten van dit onderzoek zullen in de ketenstudies verder worden gebruikt voor het berekenen van de Netto Contante Waarde van de oplossingsrichtingen en het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse waarin wordt gekeken hoe robuust de resultaten per oplossingsrichting zijn.

Opmerking:

In eerdere fasen van de ketenstudies en aanverwante rapportage is samengewerkt met Hydro Agri Sluiskil (HAS). Per 25 maart 2004 opereert dit bedrijf onder de nieuwe naam Yara Sluiskil (YS).

2. Lijst van maatregelen

Een aantal maatregelen (oplossingsrichtingen) is geselecteerd waarvoor een nadere uitwerking en toets van de investeringsbedragen noodzakelijk is vanwege één of meerdere van de volgende redenen:

- De investeringsbedragen zijn alleen gebaseerd op de globale inschatting van belanghebbende bedrijven.
- De onderliggende uitgangspunten voor de investeringsbedragen zijn onvoldoende transparant om de waarde van het investeringsbedrag te kunnen taxeren.
- De oplossingsrichting is nog te globaal om een raming van de benodigde investeringen mogelijk te maken.

Het betreft de onderstaande oplossingsrichtingen.

C E nr.	KPMG nr.	Beschrijving maatregel
1	A1	Investeringskosten productie eenheid kunstmest ter verwerking 450.000 ton ammoniak te Yara Sluiskil
1.1		Optie 1: 50%/50% verwerking tot ureum en ammoniumnitraat
1.2		Optie 2: 100 % verwerking tot ureum
1.3		Optie 3: 100 % verwerking tot ammoniumnitraat
2	A4	Maatregelen in relatie tot opslag en transport van ammoniak bij Yara Sluiskil
2.1	A4 (b)	Vervoer warme ammoniak per schip - Kosten bouw binnenvaartschip geschikt voor vervoer warme ammoniak
2.2	A4 (b)	Ammoniak detectiesysteem t.p.v. locatie belading
2.3	A4 (b)	Beladen van schepen met gekoelde ammoniak (-10 °C)
2.4	A4 (b)	Verplaatsen ammoniak verlaadpunt over 900 meter
2.5	A4 (b)	Bij afnemers YS: maatregelen a.g.v. lossen van schepen met gekoelde ammoniak (-10 °C)
2.6	A4 (c)	Koud beladen van ketelwagens (-10 °C)
2.7	A4 (c)	Ammoniak detectiesysteem t.p.v. belading ketelwagens
2.8	A4 (c)	Verplaatsen verlaadpunt ketelwagens over 450 meter
2.9	A4 (c)	Bij afnemers YS: maatregelen a.g.v. lossen van ketelwagens gekoelde ammoniak (-10 °C)
2.10	A4 (d)	Constructieve kosten second containment op 3 ammoniak opslagbollen YS
2.11	A4 (e)	Fysieke second containment opslag koude ammoniak YS
3	A9	Ammoniakverwerking op locatie Geleen
3.1	A9	Extra opslagcapaciteit koude ammoniak te IJmuiden
3.2	A9	Ammoniak terminal te Delfzijl
4	A12	Andere vervoersmodaliteit Geleen-IJmuiden
4.1	A12	Aanleg pijpleiding voor ammoniak DSM Geleen-Stein
4.2	A12	Aanleg losinstallatie ammoniak en aanvullende havenwerken IJmuiden (voor gemiddelde ammoniak binnenvaartschepen)
5	A13	Andere vervoersmodaliteit Geleen-Delfzijl
		Geen aanvullende activiteiten door C E. Reeds behandeld onder A9 en A12
6	A15 / L11	Maatregelen m.b.t. ketelwagens ("on railcar measures")
6.1		Ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers (ter voorkoming breuk)
6.2		Ontsporingdetectoren op ketelwagens (snelremming bij ontsporing) GPS-positiesignalering (om te weten welke ketelwagens zich waar bevinden) Temperatuurmeting assen
7	A15 / L11	Maatregelen m.b.t. het spoorwegsysteem ("on-rail measures")
7.1		Hotbox detectie (infrarood-camera's op rails om warmte te meten aan de assen van ketelwagens)
8	L1 / L5	Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG-tankauto's
9	L13	Uitbreiding LPG distributiecentrum Tiel (binnenvaart-spoorweg) met opslagcapaciteit 700 ton
10	L14	Verplaatsing LPG Terminal Vlissingen naar Rotterdam
11	L15	Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG ketelwagens

Voor deze maatregelen zal C E de (technische) uitgangspunten waar mogelijk scherper formuleren en op basis hiervan de orde grootte van de benodigde investeringen (raming) en de mate en bepalende factor van onzekerheid voor de betreffende ramingen trachten vast te stellen.

3. Uitgangspunten en door C E gevolgde aanpak

Uitgangspunten

Door KPMG is aan C E ter beschikking gesteld het concept Rapport “Ketenstudies ammoniak, LPG en chloor Uitwerking oplossingsrichtingen fase 2 – Ministerie van VROM” d.d. 20 november 2003 plus enige aanvullende en relevante informatie, waaronder zogeheten ANKER-fact sheets.

C E zal haar ramingen zoveel mogelijk baseren op afschatting / kentallen / ervaringscijfers e.d. Hierbij maakt C E gebruik van reeds bij haar aanwezige kennis en ervaring. C E zal eventueel aanvullend benodigde gegevens niet genereren via “engineering” (rekenen en tekenen).

Verder zal C E communiceren met vertegenwoordigers van bedrijven of instellingen die betrokken zijn geweest bij het opstellen van bovengenoemd KPMG rapport, e.e.a. ter verificatie van aannames, uitgangspunten. Ook zal C E communiceren met technologie eigenaars, licentiehouders, proces eigenaars/operators etc. C E zal de aldus verkregen informatie waar nodig vertrouwelijk behandelen.

C E stelt op deze plaats uitdrukkelijk dat de geproduceerde ramingen niet geschikt zijn om investeringsbeslissingen op te baseren.

C E merkt op deze plaats ook op dat, gezien de beperkte hoeveelheid haar ter beschikking gestelde informatie, en gezien de beperkte omvang van de door haar gecontracteerde werkzaamheden, het noodzakelijk is gebleken om voor bepaalde maatregelen de grenzen van de raming (ook wel: “battery limits”) relatief “eng” te kiezen. Per maatregel is een afweging gemaakt welke kostenposten, zoals infrastructurele voorzieningen, aanpassingen aan havens, bodembehandeling, benodigd vergunningentraject e.d. in de raming opgenomen kunnen worden. Dergelijke locatie afhankelijke kostenposten kunnen een grote invloed hebben op de uiteindelijke hoogte van de raming. Per maatregel is daarom aangegeven wat wel en wat niet in de begroting is opgenomen en op basis van welke uitgangspunten. In een aantal gevallen kan namelijk (gedeeltelijk) gebruik worden gemaakt van bestaande infrastructuur en werken.

Resultaten per maatregel

Per maatregel zijn door C E opgenomen:

- een beschrijving van de maatregel, aangevuld met reeds beschikbare gegevens
- formulering van uitgangspunten t.b.v. een kostenraming (na communicatie met de diverse betrokken partijen)
- exclusies / inclusies
- afschatting / raming van de investeringskosten voor de betreffende maatregel
- formuleren van de grootste onzekerheden m.b.t. de maatregel (eventueel)

Nauwkeurigheid van de gegenereerde ramingen

In de meeste gevallen is C E erin geslaagd om de “scope of supply” (datgene wat “inside battery limits” ligt, of ook wel: ISBL) redelijk te beschrijven, dus in termen van unit operations (processtappen), capaciteiten, hoofdafmetingen e.d. Onder gebruikmaking van dergelijke ruwe gegevens meent C E dat de gegenereerde ramingen voor het ISBL gedeelte een nauwkeurigheid hebben van ongeveer +/- 30%.

Voor de kosten van OSBL (“Outside Battery Limits” – buiten de levering) kunnen – zonder aanvullende engineering- slechts aannames gedaan worden. Deze kosten kunnen, afhankelijk van de omstandigheden, veelal tot 50% en in sommige gevallen zelfs tot een veelvoud van de kosten van ISBL bedragen. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de gemaakte ramingen wordt verwezen naar de volgende paragrafen.

Om een meer nauwkeurige begroting (niet: raming) op te stellen adviseert C E de aandacht te richten op de kosten van OSBL. Hiervoor is intensiever contact met de betreffende instanties of bedrijven nodig, en moeten “plaatselijke” gegevens (zoals infrastructuur / baggervolumes / kunstwerken / utility voorzieningen, etc.) worden verwerkt om de scope voor OSBL helderder trachten te definiëren. Dit behelst het maken van tekeningen en voorlopige uittrek van hoeveelheden zoals grondbeslag, wegen, baggervolumes, etc.

Het resultaat hiervan zal zijn een “engere” definitie van de kosten voor OSBL, waarbij voor het totaal (= ISBL + OSBL) een nauwkeurigheid van +/- 30% kan worden gegeneerd.

In het geval van een nauwkeurig gedefinieerde scope is er niet wezenlijk sprake van OSBL. In zo'n geval wordt OSBL niet getalsmatig in het overzicht van de ramingen noch in de bijbehorende beschrijvingen opgevoerd.

Indien een grotere mate van nauwkeurigheid wordt nagestreefd zullen er tekeningen en berekeningen van de hoofdprocessen moeten worden gemaakt, met bepaling van de correcte hoeveelheden grond, baggerslib (bij havens), kunstwerken (beton volumes) ingeval van wegenkruisingen, hoofd leidingwerk, staalconstructies, mechanical equipment, elektrische voorzieningen, etc.

Het moge duidelijk zijn dat steeds verdergaande nauwkeurigheid bereikt kan worden door het vastleggen van steeds meer definitieve gegevens. Ter illustratie: om een +/- 5% nauwkeurige prijs te bepalen voor bijv. een procesinstallatie ad EUR. 85 miljoen is een inspanning van 3000 à 4000 uur engineering benodigd.

Ter illustratie volgt hieronder eerst nog een overzichtstabel waarin is aangegeven de mate van nauwkeurigheid van een raming (of begroting) op basis van de mate van detail van beschikbare informatie (e.e.a. sterk afhankelijk van het soort proces of product waarvoor een begroting wordt gemaakt).

Engineering department Information Required

ESTIMATE DESCRIPTION	Product Capacity & Location	Facility Description	Plant Layout	Process Flow Diagram	Outline Design Criteria	General Arrangement Drawings	P & ID's Electrical 1 Line Drawings	Equipment List	Description of Soils & Foundations	Outline Specification	Preliminary Design Drawings	Draft Specification	Partially Completed Design Drawings	Completed Specifications	Completed Design Drawings	Subcontractor & Vendor - Firms L.S. Quotes	EXPECTED ACCURACY (percentage)
Fixed Price	•	•	•	•	N/A	•	•	•	•	N/A	N/A	N/A	N/A	•	•	•	5
Engineers	•	•	•	•	N/A	•	•	•	•	N/A	N/A	N/A	N/A	•	•		10
Definitive	•	•	•	•	N/A	•	•	•	•	N/A	N/A	•	•				15
Preliminary	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						20
Conceptual	•	•	•	•	•	•	•	•	•								25
Magnitude	•	•	•	•													30

4 Overzichtstabel investeringsbedragen

Op basis van de hiervoor geschetste aanpak heeft C E de raming van de investeringskosten per maatregel gemaakt, samengevat weergegeven in onderstaande tabel.

In Paragraaf 5. worden de ramingen per maatregel in meer detail besproken.

C E nr	KPMG nr	Beschrijving	Raming +/- 30%	OSBL	Grootste invloed op uiteindelijk niveau investering
1	A1	Investeringskosten productie eenheid kunstmest ter verwerking 450.000 ton ammoniak te Yara Sluiskil			
1.1	A1	Optie 1: 50%/50% verwerking tot ureum en ammoniumnitraat	185 miljoen	35 miljoen aanname	OSBL / infrastructuur
1.2	A1	Optie 2: 100 % verwerking tot ureum	65 miljoen	15 miljoen aanname	OSBL / infrastructuur
1.3	A1	Optie 3: 100 % verwerking tot ammoniumnitraat	230 miljoen	35 miljoen aanname	OSBL / infrastructuur
2	A4	Maatregelen in relatie tot opslag en transport van ammoniak bij Yara Sluiskil			
2.1	A4 (b)	Vervoer warme ammoniak per schip - Kosten bouw binnen-vaartschip geschikt voor vervoer warme ammoniak	schip: 7 - 8 miljoen duwbak: 4 - 5 miljoen	n.v.t.	Specifieke aanvullende technische eisen
2.2	A4 (b)	Ammoniak detectiesysteem t.p.v. locatie belading bij YS	150.000	n.v.t.	Eventuele lokale aanvullende eisen
2.3	A4 (b)	Bij YS beladen van schepen met gekoelde ammoniak (-10 °C)	750.000	250.000 aanname	Verladingssnelheid (gekozen op 200 ton/uur)
2.4	A4 (b)	Verplaatsen ammoniak verlaadpunt over 900 meter bij YS	vervalt	n.v.t.	n.v.t.
2.5	A4 (b)	Bij afnemers YS: maatregelen a.g.v. lossen van schepen met gekoelde ammoniak (-10 °C)	120.000	50.000 aanname	Locatieafhankelijk: indien ammoniakopslag afnemer NIET geschikt is voor -10° C: verwarmingssysteem ad 200 ton/uur (tot Euro -100.000)
2.6	A4 (c)	Koud beladen van ketelwagens (-10 °C) bij YS	300.000	n.v.t.	Eventuele lokale aanvullende eisen
2.7	A4 (c)	Ammoniak detectiesysteem t.p.v. belading ketelwagens bij YS	100.000	n.v.t.	Eventuele lokale aanvullende eisen
2.8	A4 (c)	Verplaatsen verlaadpunt ketelwagens over 450 meter bij YS	vervalt	n.v.t.	n.v.t.
2.9	A4 (c)	Bij afnemers YS: maatregelen a.g.v. lossen van ketelwagens met gekoelde ammoniak (-10 °C)	75.000	10.000 aanname	Locatieafhankelijk: indien ammoniakopslag afnemer NIET geschikt is voor -10° C: verwarmingssysteem ad 20 ton/uur (tot Euro - 300.000)
2.10	A4 (d)	Constructieve kosten second containment op 3 ammoniak opslagbollen bij YS	400.000	300.000 aanname	Gasdetectie / veiligheidsmaatregelen
	A4 (d)	Alternatief: 2e schil bij YS	750.000	300.000 aanname	Gasdetectie / veiligheidsmaatregelen
2.11	A4 (e)	Fysieke second containment opslag koude ammoniak, betonnen wand met betonnen geïsoleerde vloer, bij YS	3,0 miljoen	300.000 aanname	Lokale (veiligheids-) maatregelen, keuze type beschermlaag (beton vs. kunststof)

C E nr	KPMG nr	Beschrijving	Raming +/- 30%	OSBL	Grootste invloed op uiteindelijk niveau investering
	A4 (e)	Fysieke second containment opslag koude ammoniak, alternatief: aarden wal met betonnen geïsoleerde vloer, bij YS	2.7 miljoen	300.000 aanname	Lokale (veiligheids-) maatregelen, keuze type beschermlaag (beton vs. kunststof)
3	A9	Ammoniakverwerking op locatie Geleen			
3.1	A9	Extra opslagcapaciteit koude ammoniak te IJmuiden	6 miljoen	750.000 aanname	Definitieve locatie opslagtank, bodemgesteldheid
3.2	A9	Ammoniak terminal te Delfzijl	8.5 miljoen	1.0 miljoen aanname	Gebruikmaking van bestaande aanlegsteiger, infrastructuur / leidingondersteuningsystemen.
4	A12	Andere vervoersmodaliteit Geleen-IJmuiden			
4.1	A12	Aanleg pijpleiding voor ammoniak DSM Geleen-Stein	12.8 miljoen	2 miljoen aanname	OSBL, infrastructuur, kunstwerken
4.2	A12	Aanleg losinstallatie ammoniak IJmuiden (voor gemiddelde warme ammoniak binnenvaartschepen)	6.3 miljoen	2 miljoen aanname	OSBL, infrastructuur
5	A13	Andere vervoersmodaliteit Geleen-Delfzijl			
		Geen aanvullende activiteiten door C E. Reeds behandeld onder A9 en A12			
6	A15 / L11	Maatregelen m.b.t. ketelwagens ("on-car measures") Opmerking: het betreft hier kostenramingen per ketelwagen			
6.1	A15 / L11	Ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers (ter voorkoming breuk)	45.000	n.v.t.	De schaal waarop kreukelzones zullen worden gaan toegepast. Aanname kosten ontwikkeling: max. EUR. 5,000 / ketelwagen
6.2	A15 / L11	Ontsporingdetectie. GPS-positie-signalering Detectie as-temperaturen	40.000 (inclusief ICTMS)	5.000 aanname	De schaal waarop een dergelijk ICTMS systeem wordt ingevoerd. Aanname kosten ontwikkeling ICTMS: EUR. 10,000 / wagen
7	A15 / L11	Maatregelen m.b.t. het spoorwegsysteem ("on-rail measures")			
7.1	A15 / L11	Hotbox detectie (infrarood-camera's op rails om warmte te meten aan de assen van ketelwagens)	2.0 miljoen	40.000 aanname	
8	L1 / L5	Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG-tankauto's	28.000	n.v.t.	Niet voorzien
9	L13	Uitbreiding LPG distributiecentrum Tiel (binnenvaart-spoorweg) met opslagcapaciteit 700 ton	4.4 miljoen	500.000 aanname	OSBL, tracé en infrastructuur
10	L14	Verplaatsing LPG Terminal Vlissingen naar Rotterdam	130 miljoen	10 miljoen	Milieuwetgeving bij sloop terminal. Sloop: 10 miljoen (aanname)
11	L15	Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG ketelwagens	32.000 tot 48.000	n.v.t.	Niet voorzien

5. Bespreking per maatregel

5.1 C E Nr. 1 / KPMG Nr. A1 - Investeringskosten productie eenheid kunstmest ter verwerking 450.000 ton ammonia

5.1.1 Beschrijving maatregel

Het betreft hier de verwerking van verwerking van 420 kton 'overschot' ammoniak op locatie door een uitbreiding van de capaciteit van on-site verwerking, bijvoorbeeld in ureum, ammoniumnitraat of salpeterzuur, resp. in combinaties daarvan.

5.1.2 Uitgangspunten ramingen

In de diverse rapportages is sprake van verschillende ammoniak verwerkingscapaciteiten, nl.: 420 kton, 450 kton en 480 kton. Ook is niet altijd duidelijk aan welke productiecapaciteiten voor ureum, salpeterzuur en ammoniumnitraat de bovengenoemde investeringsbedragen gerelateerd zijn.

Na consultatie met Yara Sluiskil (YS), en TNO MEP is gekozen voor een configuratie met een ammoniak verwerkingscapaciteit van 450 kton per jaar waarbij de volgende drie opties worden onderscheiden:

- Optie 1: 50% / 50% verwerking tot ureum en ammoniumnitraat
- Optie 2: 100 % verwerking tot ureum
- Optie 3: 100 % verwerking tot ammoniumnitraat

Voor haar ramingen heeft C E contact gezocht met onafhankelijke bronnen, waaronder een licentiegever/engineer van de onderhavige processen. Afstemming m.b.t. de scope heeft ertoe geleid dat ramingen werden verkregen voor installaties met gewenste capaciteit, excl. OSBL.

Vervolgens heeft C E in de vergelijking betrokken recente informatie afkomstig van derden (o.a. een concurrerende licentiegever) en informatie welke vrijelijk toegankelijk is, o.a. uit vakbladen uit de betreffende industrieën. De aldus verkregen investeringsniveaus konden vervolgens worden omgerekend naar de gewenste capaciteit en het jaar 2004, en vergeleken met de initiële ramingen (bandbreedte) verkregen van eerder genoemde licentiegever/engineer.

C E heeft o.a. gebruikgemaakt van de volgende informatie:

- Onafhankelijke bron: investering *ureumfabriek*, 1150 ton ureum per dag, kostenniveau 2004: EUR 45 miljoen. Exclusief OSBL, opslag en verlading.
- Onafhankelijke bron: investering *ureumfabriek*, 2500 ton ureum per dag, kostenniveau 2004: EUR 65 miljoen. Exclusief OSBL, opslag en verlading.
- Investering voor grass roots ammoniak - *ureum complex*, 560,000 ton ammoniak per jaar, 3100 ton ureum per dag: EUR 510 miljoen (prijsniveau 2002)
- Investering voor grass roots ammoniak - *ureum complex*, 400,000 ton ammoniak per jaar, 2000 ton ureum per dag. Totaal kosten: EUR 270 miljoen (prijsniveau 2002).
- Investering voor grass roots ammoniak - *ureum complex*, 350,000 ton ammoniak per jaar, 3350 ton ureum per dag. Totaal kosten: EUR 420 miljoen (prijsniveau 2001).
- Onafhankelijke bron (licentiegever / proces eigenaar): investering *salpeterzuurfabriek*, 2500 ton salpeterzuur per dag, kostenniveau 2004: EUR 100 miljoen. Inclusief bufferopslag, exclusief OSBL.
- Onafhankelijke bron (eigenaar): investering *salpeterzuurfabriek*, 1185 ton salpeterzuur per dag, in bedrijf gekomen in 1988: HFL. 74 miljoen. Inclusief bufferopslag, exclusief OSBL.
- Onafhankelijke bron (licentiegever): investering ammoniumnitraatfabriek, 1575 ton per dag, prijsniveau 2004: EUR. 55 miljoen, inclusief bufferopslag, exclusief OSBL.

Ramingen zijn geschied op basis van "exclusief OSBL", d.w.z. dat alles wat OSBL (=outside battery limits) betreft in eerste instantie niet is inbegrepen:

OSBL (Outside battery limits) omvat o.a.:

- vergunningen
- aankoop grond
- sloopkosten / bouwrijp maken / bodemsanering
- additionele infrastructuur
- utilities / aanvoer en afvoer van (grond-)stoffen
- opslag en verlading van gereed product
- kantoren / werkplaatsen / kantines
- bouwrente / financieringskosten
- reservedelen
- opstartkosten

Indien aangenomen wordt dat gebruik kan worden gemaakt van de bestaande infrastructuur (o.a. wegen en beschikbare grond) en dat geen aanvullende opslagen voor ureum, salpeterzuur en ammoniumnitraat benodigd zijn, dan betreft OSBL voornamelijk bovengenoemde posten, waaronder aanvoer (pijpleiding) van ammoniak, afvoer (pijpleiding) van salpeterzuur en ammoniumnitraat en voorzieningen voor aanvoer van utilities en grondstoffen, en voorzieningen voor elektrische voeding. Ook zal geïnvesteerd moeten worden in aanvullende infrastructuur, zoals nieuwe wegen naar nieuwe fabrieken, kantoorgebouwen, e.d.

De kosten van OSBL kunnen – zonder aanvullende engineering - slechts geschat worden. Kosten voor OSBL (“offsites”) kunnen - afhankelijk van de omstandigheden - tot 50% van de kosten van “inside battery limits” bedragen.

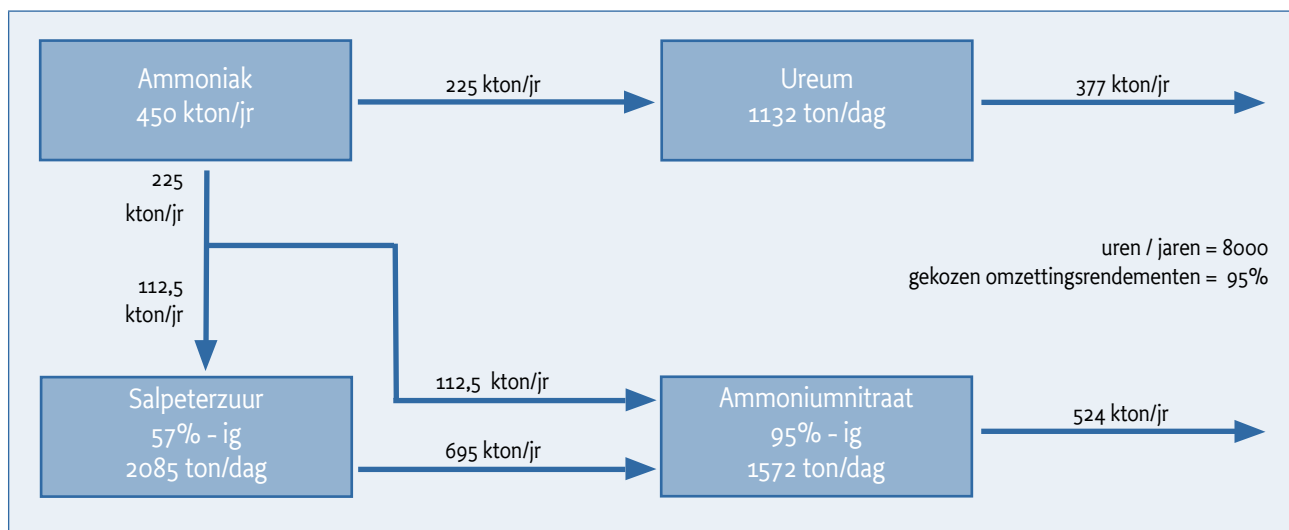
C E wijst nog op het feit dat waar een uitbreiding meerdere installaties op dezelfde locatie betreft de gezamenlijke OSBL-kosten lager zullen uitkomen dan de som van de afzonderlijke OSBL-kosten.

Voor de productie van ureum, analoog aan de kunstmestproductie-installatie zoals deze reeds bij YS staat, is gekozen voor een installatie die ureumgranules produceert.

M.b.t. de productie van salpeterzuur is gekozen voor een salpeterzuurfabriek zonder DeNO_x installatie (dus met hoge absorptietoren), met een NO_x uitstoot < 220 ppm.

5.1.3 Optie 1: C E Nr. 1.1 / KPMG Nr. A1 - 50%/50% verwerking tot ureum en ammoniumnitraat.

Van de ammoniak wordt 225 kton per jaar verwerkt tot ureum. Dit levert ongeveer 375 kton per jaar (of: 1130 ton per dag) aan ureum, e.e.a. afhankelijk van de samenstelling van toegepaste grondstoffen. De resterende 225 kton per jaar ammoniak wordt verwerkt tot ammoniumnitraat - met als partiële tussenstap salpeterzuur. Zie ook onderstaand processchema.



5.1.3.1 Raming

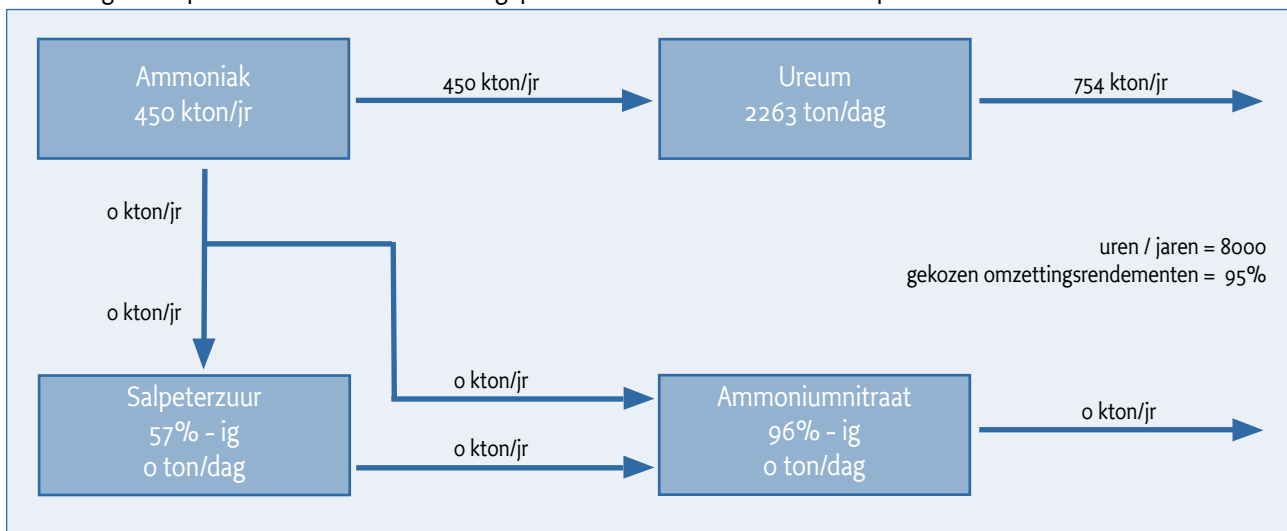
Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming van een ureum / salpeterzuur / ammoniumnitraat complex voor verwerking van 450 kton ammoniak / jaar:

	EURO
Ureumfabriek / 1130 ton per dag	45 miljoen
Salpeterzuurfabriek / 2085 ton per dag	85 miljoen
Ammoniumnitraatfabriek / 1570 ton per dag	55 miljoen
Raming totaal	185 miljoen
OBSL (aannee)	35 miljoen

5.1.4 Optie 2: C E Nr. 1.2 / KPMG Nr. A1 - 100 % verwerking tot ureum

De beschikbare 450 kton per jaar ammoniak wordt volledig verwerkt tot ureum. Dit levert ongeveer 750 kton per jaar (of: 2260 ton per dag) aan ureum, e.e.a. afhankelijk van de samenstelling van toegepaste grondstoffen.

Er wordt geen salpeterzuur/ammoniumnitraat geproduceerd. Zie ook onderstaand processchema.



5.1.4.1 Raming

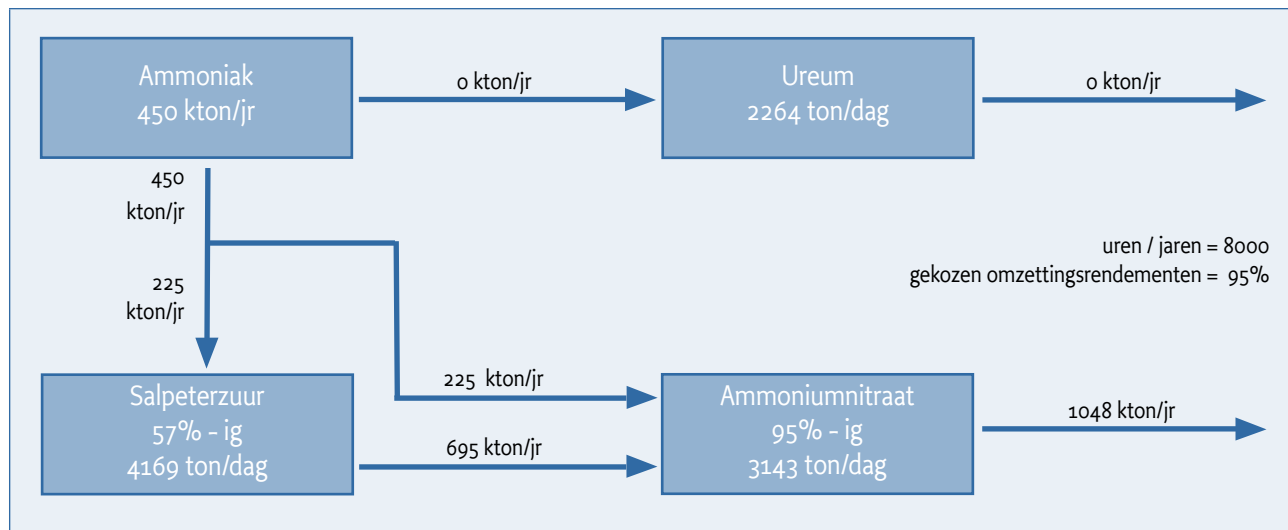
Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor een ureum fabriek ad - 2260 ton per dag:

	EUR
Ureuminstallatie / 2260 ton per dag	65 miljoen
OSBL - aanname	15 miljoen

5.1.5 Optie 3: C E Nr. 1.3 / KPMG Nr. A1 - 100 % verwerking tot ammoniumnitraat

De beschikbare 450 kton per jaar ammoniak wordt volledig verwerkt tot ammoniumnitraat. Dit levert ongeveer 1050 kton per jaar (of: 3145 ton per dag) aan ammoniumnitraat, e.e.a. afhankelijk van de samenstelling van toegepaste grondstoffen.

Er wordt geen ureum geproduceerd. Zie onderstaand processchema.



5.1.5.1 Raming

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor een salpeterzuur / ammoniumnitraat complex met productiecapaciteit ad - 3140 ton ammoniumnitraat per dag:

	EUR
Salpeterzuurfabriek / 4170 ton per dag	140 miljoen
Ammoniumnitraatfabriek / 3140 ton per dag	90 miljoen
Raming totaal	230 miljoen
OSBL - aanname	90 miljoen

5.2 C E Nr. 2.1 / KPMG Nr. A4(b) - Kosten bouw binnenvaartschip geschikt voor vervoer warme ammoniak

5.2.1 Beschrijving maatregel

Het betreft hier het transport van warme ammoniak per binnenvaartschip. Een dergelijk binnenvaartschip (of duwbak) is voorzien van een zogenaamde "Y-shape hull", die bij een dwarsaanvaring voldoende sterk is om een penetratie van de ladingstank te voorkomen.

5.2.2 Uitgangspunten raming

In overeenstemming met het KPMG rapport en na consultatie met Chemgas Shipping BV is gekozen voor:

- Binnenvaartschip met transportcapaciteit warme ammoniak ad - 1000 ton
- Opslag in 3 of 4 cilindrische druktanks
- Pompinstallatie t.b.v. lossen: inclusief
- Laadinstallatie: exclusief (belading vanaf de wal)
- Uitvoering :
 - motorschip
 - duwbak

5.2.3 Raming

Van een eigenaar van dergelijke schepen heeft C E de volgende gegevens verkregen:

Motorschip

L x B: 108 m x 11.4 m

Transportcapaciteit: 2280 m³, - 1100 ton ammoniak

Kosten (indicatief): EUR 7.5 miljoen

Duwbak

L x B: 70 m x 9.5 m

Transportcapaciteit: 1360 m³, - 700 ton ammoniak

Raming: EUR 4.0 miljoen

C E heeft op basis van bovenstaande gegevens een prijsopgave (budget) aangevraagd bij een gereputeerde bouwer van binnenvaartschepen, maar tot op heden nog geen respons ontvangen. C E zal eventueel nog te verkrijgen informatie in een later stadium alsnog aan KPMG beschikbaar stellen.

Desalniettemin acht C E de gegevens zoals verkregen van eerder beschreven eigenaar betrouwbaar, en komt tot de volgende ramingen:

Raming motorschip transport warme ammoniak - 1100 ton	EUR 7 - 8 miljoen
Raming duwbak transport warme ammoniak - 700 ton	EUR 4 - 5 miljoen

5.3 C E Nr. 2.2 / KPMG Nr. A4(b) – Ammoniakdetectie bij scheepsbelading te YS

5.3.1 Beschrijving maatregel

Door ammoniak detectie ter plaatse van de verlaadinstallatie waarmee in geval van een lekkage automatische shut-down van de verlaadactiviteit kan worden geïnitieerd kan de kans op “falen-van-ingreep” (nu een menselijke handeling) aanmerkelijk worden verlaagd.

5.3.2 Uitgangspunten raming

Voor het maken van een raming voor het installeren van een ammoniakdetectiesysteem dat automatisch ingrijpt op de belading in geval van lekkages is het noodzakelijk om de componenten van dit systeem goed in beeld te brengen. Daarom volgt hierna een korte beschrijving van de werking van het systeem en de benodigde componenten:

Het ammoniakdetectiesysteem wordt gepositioneerd rond het verlaadpunt van het binnenvaartschip. Om er zeker van te zijn dat een eventuele ammoniak lekkage (tijdige) wordt gedetecteerd moeten er op meerdere plaatsen rond het verlaadpunt sensoren worden aangebracht. Een en ander is afhankelijk van windrichting, windsnelheid en temperatuur.

Ammoniakdamp is bij kamertemperatuur lichter dan lucht en zal dus onder deze omstandigheden bij een lekkage omhoog ontsnappen. De sensoren moeten daarom aangebracht worden boven het verlaadpunt. Ook is het onder bepaalde omstandigheden mogelijk dat koude ammoniakdamp langzaam naar beneden zakt en daarom is het ook noodzakelijk om dichtbij de grond detectoren te installeren.

Na consultatie met een leverancier van gasdetectie apparatuur voor ammoniak komt C E tot de volgende uitgangspunten

- 6 ammoniaksensoren op circa 3 meter boven het maaiveld.
- 6 ammoniaksensoren op circa 0.5 meter boven het maaiveld.
- Automatische besturingskleppen in het beladingstation die ingrijpen in geval van een ammoniak lekkage.

5.3.3 Raming

C E komt tot de volgende raming voor het beschreven systeem:

	EUR*1000
Sensoren en kleppen	70
Electra en montage	40
Engineering	25
Onvoorzien	15
Raming totaal	150

5.4 C E Nr. 2.3 / KPMG Nr. A4(b) – Koud beladen van binnenvaartschepen te YS

5.4.1 Beschrijving maatregel

Scheepsbelading van ammoniak bij verlaagde temperatuur. Door belading van ammoniak bij verlaagde temperatuur kunnen de effecten van een incident worden beperkt. In de huidige situatie vindt verlading plaats bij omgevingstemperatuur. Het is mogelijk dat het transport in semi-gekoelde toestand plaatsvindt, bij een temperatuur van $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Een ammoniakontsnapping bij deze temperatuur zal een veel lagere initiële dampvorming veroorzaken en daardoor een belangrijke reductie van de bronsterkte opleveren. De lagere temperatuur gaat ook gepaard met een lagere druk in de leidingen waardoor bij lekkage een kleiner uitstroombdebit ontstaat.

Opmerking C E: ammoniakbelading bij verlaagde temperatuur kan leiden tot aanpassingen bij zowel de leverancier (YS), het transportmedium (binnenvaartschip) als de ontvanger (afnemer) van de koudere ammoniak.

Na consultatie van Chemgas Shipping die binnenvaartschepen voor ammoniak transport in zijn vloot heeft, blijkt dat de binnenvaartschepen geschikt zijn voor vervoer van ammoniak bij $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. C E zal er daarom van uitgaan dat er geen investeringen noodzakelijk zijn bij de transporteur voor het vervoer van semi-gekoelde ammoniak.

5.4.2 Uitgangspunten raming

In de huidige situatie vindt de belading van binnenvaartschepen plaats bij omgevingstemperatuur en wordt de ammoniak op omgevingstemperatuur gepompt uit de opslag onder druk. Voor het beladen van semi-gekoelde ammoniak zijn twee opties mogelijk:

1. Pompen van ammoniak uit de drukopslag (circa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) en daarna koelen tot de gewenste temperatuur ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
2. Pompen van ammoniak uit de atmosferische opslag ($-33\text{ }^{\circ}\text{C}$) en daarna verwarmen tot de gewenste temperatuur ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Na consultatie met YS blijkt dat de tweede optie de voorkeur geniet, want aanzienlijk lagere kosten, zowel qua investering als operationeel. C E zal daarom voor het verladen van de semi-gekoelde ammoniak ervan uitgaan dat daarvoor ammoniak van $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ uit de atmosferische opslag opgewarmd wordt tot $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Voor het verwarmen van koude ammoniak van $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ is een verwarmingsinstallatie nodig, met warmtewisselaars, circulatiepompen, leidingwerk, elektrische instrumentatie en regelvoorzieningen. De verwarmingsinstallatie vraagt aanpassingen in de fabriek, met name in het leidingwerk van de opslagtanks naar het verlaadstation.

In de raming wordt ervan uitgegaan dat het verlaadstation geschikt is voor koude belading, ook al omdat het beladen van zeeschepen met ammoniak op locatie YS plaatsvindt bij $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$.

C E is, na consultatie van Chemgas Shipping en YS uitgegaan van een belading- en lossingsnelheid van 200 ton ammoniak per uur.

5.4.3 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming:

	EUR*1000
Proces apparatuur	330
Leidingen	50
Electra + Instrumentatie + Besturing	40
Montage + Installatie	60
Civiel	50
Engineering	100
Diversen	120
Raming	750
OSBL (aanneem)	250

5.5 C E Nr. 2.4 / KPMG Nr. A4(b) – Verplaatsen scheepsverlaadstation te YS

Bij het scheepsverladingsstation te YS is een ammoniakdetectiesysteem voorzien, eventueel in combinatie met het gekoeld beladen van schepen. Na consultatie met TNO is gebleken dat deze maatregelen op zichzelf al voldoende bijdragen aan het verhogen van de veiligheid ter plaatse. Daarom is besloten de optie verplaatsen scheepsverlaadstation te YS niet verder uit te werken.

5.6 C E Nr. 2.5 / KPMG Nr. A4(b) – Maatregelen bij afnemers van YS als gevolg van koud beladen van binnenvaartschepen

5.6.1 Beschrijving maatregel

Doordat de ammoniak wordt verladen bij een lagere temperatuur zijn bij de afnemers van de ammoniak aanpassingen nodig. Deze aanpassingen zijn voornamelijk het aanpassen of vervangen van apparatuur om deze geschikt te maken voor de koudere ammoniak.

5.6.2 Uitgangspunten raming

In de huidige situatie wordt de ammoniak op omgevingstemperatuur aangeleverd bij het lossen van binnenvaartschepen bij de afnemers van YS. Deze afnemers beschikken over een atmosferische ammoniak opslag (-33 °C) of een drukopslag (circa 10 °C).

Indien nu ammoniak bij -10 °C wordt afgeleverd leidt dit, afhankelijk van de soort opslag bij de afnemer, tot de volgende mogelijkheden:

1. Bij een opslag bij -33 °C: verpompen van ammoniak op -10 °C uit het binnenvaartschip en bij de opslagtank afkoelen tot -33 °C.
2. Bij een opslag bij 10 °C: verpompen van ammoniak op -10 °C uit het binnenvaartschip en eventueel (!) bij de opslagtank verhitten tot 10 °C.

In het geval de afnemer van YS atmosferische opslag heeft is er in de huidige situatie al een koelinstallatie aanwezig om de ammoniak te koelen van +10 °C tot -33 °C. C E neemt aan dat deze koelinstallatie ook geschikt is voor het koelen van de semi-gekoelde ammoniak, omdat de vereiste koelcapaciteit in de nieuwe situatie minder is dan in de huidige situatie. Ook het verlaadstation hoeft niet aangepast te worden omdat het wel geschikt is voor een hogere temperatuur.

In het geval de afnemer van YS opslag onder druk heeft is er in de huidige situatie geen koeling of verhitting van de ammoniak nodig. In de nieuwe situatie wordt het ammoniak kouder geleverd. Het is echter geen probleem deze koudere ammoniak in de atmosferische opslag te pompen, alleen moet er zorg worden gedragen dat de tank niet vacuüm gezogen wordt door de koude ammoniak door het aanbrengen van vacuümpreventie maatregelen. Een verhitter is in dit geval dus niet nodig.

Door de lagere temperatuur en de bijbehorende lagere druk van de ammoniak zijn nieuwe pompen nodig, ook moeten de leidingen geïsoleerd worden (persoonlijke bescherming). Ook het verlaadstation moet aangepast worden voor de verwerking van deze koudere ammoniak.

5.6.3 Raming

In het geval de koude ammoniak direct bij warme ammoniak in de opslagtank gepompt mag worden volgt de volgende investering per afnemer:

	EUR*1000
Proces apparatuur	60
Isolatie van leidingen	15
Aanpassingen verlaadstation	15
Engineering	20
Diversen	10
Raming	120
OSBL (aannee)	50

In het geval de koude ammoniak niet direct bij warme ammoniak in de opslagtank gepompt mag worden is additioneel een verwarmingsinstallatie noodzakelijk om de koude ammoniak op te warmen. Voor dit scenario is de volgende additionele investering per afnemer noodzakelijk:

Verwarmingsinstallatie -10 °C naar +10 °C, capaciteit 200 ton / uur: EUR 1.0 miljoen.

5.7 C E Nr. 2.6 / KPMG Nr. A4(c) – Koud beladen van ketelwagens te YS

5.7.1 Beschrijving maatregel

De belading van ketelwagens bij verlaagde temperatuur is analoog aan het beladen van schepen met gekoelde ammoniak. De beschrijving van de maatregel en de aanpassingen bij zowel YS als de afnemers zijn daarom ook vergelijkbaar.

Opmerking C E: ammoniakbelading bij verlaagde temperatuur kan leiden tot aanpassingen bij zowel de leverancier (YS), het transportmedium (ketelwagen) als de ontvanger van de koudere ammoniak. De ketelwagens zijn evenwel geschikt voor een temperatuur tot -33 °C, daarom zijn geen aanpassingen nodig voor transport van de koudere ammoniak.

5.7.2 Uitgangspunten raming

In de huidige situatie vindt de belading van ketelwagens plaats bij omgevingstemperatuur en wordt de ammoniak op omgevingstemperatuur gepompt uit de opslag onder druk. Voor het beladen van semi-gekoelde ammoniak zijn twee opties mogelijk:

1. Pompen van ammoniak uit de drukopslag (circa 10 °C) en daarna koelen van deze ammoniak tot de gewenste temperatuur (-10 °C).
2. Pompen van ammoniak uit de atmosferische opslag (-33 °C) en daarna verwarmen tot de gewenste temperatuur.

Na consultatie van YS blijkt dat de tweede optie de voorkeur geniet. C E zal daarom voor het verladen van de semi-gekoelde ammoniak ervan uitgaan dat daarvoor ammoniak van -33 °C uit de atmosferische opslag opgewarmd wordt tot -10 °C.

Voor het verwarmen van koude ammoniak van -33 °C tot -10 °C is een verwarmingsinstallatie nodig, met warmtewisselaars, circulatiepompen, leidingwerk, elektrische instrumentatie en regelvoorzieningen. De verwarmingsinstallatie vraagt aanpassingen in de fabriek, met name in het leidingwerk van de opslagtanks naar het verlaadstation.

Het verlaadstation voor ketelwagens moet aangepast worden aan de belading bij lagere temperatuur.

5.7.3 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming:

	EUR*1000
Proces apparatuur	100
Leidingen	30
Electra + Instrumentatie + Besturing	25
Montage + Installatie	40
Civiel	30
Engineering	40
Diversen	35
Raming Totaal	300

5.8 C E Nr. 2.7 / KPMG Nr. A4(c) – Ammoniakdetectie bij ketelwagenbelading te YS

5.8.1 Beschrijving maatregel

Door ammoniak detectie ter plaatse van de verlaadinstallatie waarmee in geval van een lekkage automatische shut-down van de verlaadactiviteit kan worden geïnitieerd kan de kans op “falen-van-ingreep” (nu een menselijke handeling) aanmerkelijk worden verlaagd.

Deze oplossingsrichting is analoog is aan de ammoniakdetectie bij het scheepsverlaadpunt te YS.

5.8.2 Uitgangspunten raming

Na consultatie met een leverancier van gasdetectie apparatuur voor ammoniak komt C E tot de volgende uitgangspunten:

- 4 ammoniaksensoren op een hoogte van circa 3 meter boven het maaiveld.
- 4 ammoniaksensoren op circa 0.5 meter boven het maaiveld.
- Automatische besturingskleppen in het ketelwagenbeladingstation die ingrijpen in geval van een ammoniak lekkage.

Het ketelwagenverlaadpunt heeft een beperktere omvang dan het scheepsverlaadpunt en daarom kan met een lager aantal sensoren worden volstaan voor een goede ammoniakdetectie.

5.8.3 Raming

C E komt tot de volgende raming voor het beschreven systeem:

	EUR*1000
Sensoren en kleppen	45
Electra en montage	20
Engineering	20
Onvoorzien	15
Raming Totaal	100

Opmerking: de ammoniak detectie vind alleen plaats rondom het verlaadpunt van de ketelwagens en heeft geen betrekking op de ketelwagens die al beladen zijn en nog op het spoor bij YS staan.

5.9 C E Nr. 2.8 / KPMG Nr. A4(c) – Verplaatsen verlaadpunt ketelwagens te YS

Bij het scheepsverladingsstation te YS is een ammoniakdetectiesysteem voorzien, eventueel in combinatie met het gekoeld beladen van ketelwagens. Na consultatie met TNO is gebleken dat deze maatregelen op zichzelf al voldoende bijdragen aan het verhogen van de veiligheid ter plaatse. Daarom is besloten deze optie nu niet verder te vervolgen.

5.10 C E Nr. 2.9 / KPMG Nr. A4(c) – Maatregelen bij afnemers YS als gevolg van koud beladen van ketelwagens

5.10.1 Beschrijving maatregel

Doordat de ketelwagenverlading van ammoniak plaatsvindt bij een lagere temperatuur zijn bij de afnemers van de ammoniak aanpassingen nodig. Deze aanpassingen zijn voornamelijk het aanpassen of vervangen van apparatuur om het geschikt te maken voor de lagere temperatuur.

5.10.2 Uitgangspunten raming

In de huidige situatie is de ammoniak op omgevingstemperatuur bij het lossen van de ketelwagens bij de afnemers van YS. Bij de afnemers van ammoniak is de opslag atmosferisch bij $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ of onder druk bij circa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ of er is geen aparte opslag; in het laatste geval worden de ketelwagens zelf gebruikt als opslag.

Deze drie opslagmogelijkheden leiden tot de onderstaande scenario's:

1. Opslag bij $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$: verpompen van ammoniak op $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ uit de ketelwagens en bij de opslagtank afkoelen tot $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Opslag bij $10\text{ }^{\circ}\text{C}$: verpompen van ammoniak op $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ uit de ketelwagens en eventueel bij de opslagtank verhitten tot $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Ketelwagens als opslag: verpompen van ammoniak op $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ uit de ketelwagens en daarna verhitten tot de gewenste temperatuur.

In het geval dat de afnemer van YS over een atmosferische opslag beschikt is er in de huidige situatie al een koelinstallatie aanwezig om de ammoniak te koelen van $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$. C E neemt derhalve aan dat deze koelinstallatie ook geschikt is voor het koelen van de semi-gekoelde ammoniak, omdat de vereiste koelcapaciteit reeds voorhanden is. Ook het verlaadstation hoeft niet te worden aangepast.

In het geval dat de afnemer van YS over een opslag onder druk beschikt is er in de huidige situatie geen koeling of verwarming van de ammoniak nodig. In de nieuwe situatie wordt het ammoniak kouder geleverd. Het is echter geen probleem deze koudere ammoniak in de atmosferische opslag te pompen, alleen moet er zorg worden gedragen dat de tank niet vacuüm gezogen wordt door de koude ammoniak door het aanbrenge van vacuümpreventie maatregelen. Een verhitter is dan niet nodig.

Indien de ketelwagens als opslag worden gebruikt moet de ammoniak opgewarmd worden tot de gewenste verwerkingstemperatuur in het proces. Deze temperatuur verschilt per afnemer en per proces, maar als er gekeken wordt naar de veranderingen ten opzichte van de huidige situatie is maximaal een extra verhitter nodig om de ammoniak te verwarmen van -10 tot $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Door de lagere temperatuur en de bijbehorende lagere druk van de ammoniak zijn nieuwe pompen nodig, ook moeten de leidingen geïsoleerd worden (persoonlijke bescherming). Ook het verlaadstation moet aangepast worden voor de verwerking van deze koudere ammoniak.

5.10.3 Raming

In het geval de koude ammoniak direct bij warme ammoniak in de opslagtank gepompt mag worden is de volgende investering per afnemer noodzakelijk:

	EUR*1000
Procesapparatuur	25
Isolatie van leidingen	20
Aanpassen verlaadstation	11
Raming	75
OSBL	10

In het geval dat de koude ammoniak niet direct bij de warme ammoniak gepompt mag worden, en ook bij scenario 3 (opslag in ketelwagens) is een verwarmingsinstallatie nodig. Voor dit scenario is de additionele investering per afnemer geraamd op:

Verwarmingsinstallatie -10 °C naar + 10 °C, capaciteit 20 ton / uur: EUR 300.000

5.11 C E Nr. 2.10 / KPMG Nr. A4(d) - Kosten second containment

5.11.1 Beschrijving maatregel

Yara beschikt over drie boltanks voor de opslag van ammoniak onder druk. Deze tanks staan opgesteld binnen een ommuurd deel van het terrein (beperking plasspreiding).

De belangrijkste emissiebron is de initiële flash van de uitgestroomde ammoniak. Hierop heeft genoemde ommuring nauwelijks invloed.

Een mogelijke optie is om de opslag als “double containment” uit te voeren. Op die manier kan eventuele flash-ontsnapping beter gecontroleerd en/of beperkt worden.

Opmerking C E: het betreft hier dus de constructieve kosten om een 2e omhulling aan te brengen om 3 ammoniak opslagbollen bij Yara Sluiskil. Deze omhulling is niet gasdicht, maar slechts bedoeld om eventueel gelekt ammoniakgas te immobiliseren.

5.11.2 Uitgangspunten raming

Na consultatie met YS en TNO MEP komt C E tot de volgende uitgangspunten:

- Diameter bol 1: 8 m
- Diameter bol 2: 12 m
- Diameter bol 3: 12 m

Plaatsing bollen: op rij, met geringe tussenafstand.

Type containment:

1. Overkapping om de 3 bollen
2. Alternatief: additionele 2e schil (metaal) om iedere bol

Apparatuur voor detectie en afvoer van (gelekt) ammoniak zijn niet inbegrepen.

Door C E zijn deze oplossingen als volgt geraamd:

1 Overkapping uitgevoerd als staalconstructie met beplating, afgesteund op een betonnen fundatierand.

Overkapping: L x B x H = 18 x 44 x 16 m

Wanden: stalen beplating

Fundatie: nieuwe fundatierand excl. heipalen

Bodem: onbehandeld / geen afdichting

2 Additionele stalen schil om elke separate bol.

Schil : koolstofstaal

Wanddikte : bol diameter 8 m: 14 mm

bol diameter 12 m : 22 mm

Instrumentatie : doorvoeren door 2e schil

Tubelures : doorvoeren door 2e schil

5.11.3 Raming

C E komt tot de volgende raming voor de beschreven alternatieven:

	Overkapping EUR*1000	2 ^e metalen schil EUR*1000
Containment	335	680
Aanpassen fundatie	incl.	incl.
Gasdetectie (stelpost)	40	
Aanpassen piping / instrumentatie	n.v.t.	30
Gasdetectie / veiligheidsvoorzieningen	in OBSL	in OBSL
Diversen	25	40
Raming Totaal	400	750
OBSL (aanname)	300	300

Opmerking:

Door het aanbrengen van een "2nd containment" (overkapping) zal het complex van 3 ammoniakbollen wellicht worden aangemerkt als "confined space" (besloten ruimte), met mogelijk additionele eisen aan veiligheidsvoorzieningen, gasdetectie- en waarschuwingsapparatuur, etc. Dit kan aanzienlijke aanvullende kosten met zich meebrengen, e.e.a. afhankelijk van de gevolgde bedrijfsvoering en vigerende wetgeving. Ook dient er een uitspraak te komen m.b.t. te eisen te stellen aan het afvoersysteem voor gelekt ammoniak.

5.12 C E Nr. 2.11 / KPMG Nr. A4(e) – Fysieke second containment opslag koude ammoniak te YS

5.12.1 Beschrijving maatregel

Opslag van koude ammoniak. Deze oplossingsrichting beoogt een reductie van de verdampingssnelheid van de ammoniakplas die ontstaat bij het instantaan bezwijken van een atmosferische opslagtank. De reductie wordt gezocht in beperking van de spreiding van het plasoppervlak door een fysieke second containment (dijk, wand).

Yara beschikt over twee opslagtanks voor koude ammoniak (atmosferische opslag, AMOP). Deze tanks zijn dubbelwandig uitgevoerd, met een stalen binnenwand (de opslag zelf) en een betonnen omhulling. Deze laatste dient ter bescherming tegen mechanische impact van buitenaf en, in geval van lekkage of bezwijken van de binnentank, als tweede opvangbak voor de ammoniak.

De grootte van de ammoniakwolk bij bezwijken van een opslagtank kan o.a. worden beperkt door het verdampende plasoppervlak, en daarmee de verdampingssnelheid, te beperken. Hiervoor is de aanleg van een dijk rondom de opslagtanks nodig. Uitgaande van een dijk van 4 meter hoogte, kan het plasoppervlak worden beperkt tot 2500, respectievelijk 5000 m².

5.12.2 Uitgangspunten raming

Na consultatie met YS komt C E tot de volgende uitgangspunten:

- Tank 1: 15000 m³, 10000 ton, 40 m diameter.
- Tank 2: 30000 m³, 20000 ton, 57 m diameter.

De tanks bevinden zich voldoende ver van elkaar. Elke tank krijgt zijn eigen fysieke second containment.

Gezien de beperkte beschikbare ruimte wordt gekozen voor een betonnen ommuring van de tanks i.p.v. een dijk (neemt meer ruimte). Hoogte muur: 4 meter.

Om in geval van lekkage verontreiniging van het grondwater te voorkomen, dient het grondoppervlak binnen de betonnen muur (of aarden wal) te worden voorzien van een betonnen vloer met daaronder isolatie. Deze betonnen vloer wordt ondersteund door palen.

5.12.3 Raming

C E komt tot de volgende raming voor de beschreven alternatieven:

	Tank 1 & 2 EUR*1000
Beton muur, 4m hoog	550
Betonnen vloer, 50 cm dik, 7500 m ²	1875
Electra + Instrumentatie + Besturing	450
Drukvaste koud - isolatie	in OSBL
Fundatie / palen	125
Raming totaal	3000
OSBL (aanninge)	300

Alternatief kan een 4 meter hoge aarden wal worden overwogen, waarbij voor de post “Muur” een bedrag ad. - EUR. 300 duizend kan worden gehanteerd. Keuze voor een aarden wal of een muur wordt onder meer ingegeven door de beschikbare ruimte.

De post “betonnen vloer” maakt het leeuwendeel uit van de raming, exclusief heiwerk nota bene. Overwogen dient te worden of er niet een kostenvriendelijker alternatief kan worden gevonden, bijvoorbeeld een ammoniak dichte kunststof deklaag.

5.13 C E Nr. 3.1 / KPMG Nr. A9 – Extra opslagcapaciteit koude ammoniak te IJmuiden

5.13.1 Beschrijving maatregel

Door de vermindering van de productie van ammoniak in Geleen, zoals in maatregel A9 wordt beoogd, vervalt de levering van ammoniak aan de kunstmestfabriek te IJmuiden. De 120 kton per jaar die nu vanuit Geleen komt wordt in de nieuwe situatie in IJmuiden geheel vervangen door extra import per zeeschip. De extra ammoniak aanvoer per zeeschip leidt tot problemen met de huidige opslagcapaciteit, die dan te klein is. De atmosferische opslagcapaciteit in IJmuiden moet verdubbeld worden om de extra ammoniak per zeeschip op te kunnen slaan.

5.13.2 Uitgangspunten raming

De huidige grootte van de atmosferische opslag (locatie: tussen de Buitenhaven en de 1^e Rijksbinnenhaven) is 10.000 ton, wat overeenkomt met ongeveer 15.000 m³. De nieuw erbij te plaatsen atmosferische opslagtank zal ook een capaciteit hebben van 10.000 ton.

Na consultatie met DSM IJmuiden komt C E tot de volgende uitgangspunten:

- Atmosferische opslagtank: 15.000 m³, 10.000 ton.
- De tank krijgt een fysiek second containment en staat boven het maaiveld op een betonnen vloer met koude-isolatie eronder. Dit geheel wordt ondersteund door palen. Omdat de tank een atmosferische opslagtank is, die niet geschikt is voor hogere druk moeten er maatregelen genomen worden om ervoor te zorgen dat de druk in de tank onder alle omstandigheden atmosferisch blijft. De druk in de tank zal namelijk aanzienlijk gaan stijgen als de ammoniak (opgeslagen bij -33 °C) opwarmt.
- De wand en het dak van de tank worden voorzien van koude-isolatie om warmte-uitwisseling met de omgeving te beperken. Ook is een (dubbel uitgevoerde) koelinstallatie nodig om het altijd aanwezige warmtelek naar de omgeving te compenseren. Deze koelinstallatie zorgt ervoor dat verdampte ammoniak weer gecondenseerd wordt, wat zorgt voor de benodigde koeling.
- Aangezien er al een opslagtank en een verlaadstation aanwezig is voor de ammoniakaanvoer per zeeschip kan er van het bestaande verlaadstation (en haven) en het bestaande leidingwerk gebruik worden gemaakt. Alleen moeten er vanaf de bestaande opslagtank naar de nieuwe opslagtank nieuwe leidingen (plus pompen) aangelegd worden.
- Aangenomen is dat verdere distributie van ammoniak naar lokale afnemers zal geschieden via het bestaande leidingsysteem.

5.13.3 Raming

C E komt tot de volgende raming voor de atmosferische opslag van 10.000 ton ammoniak te IJmuiden:

	EUR*1000
Atmosferische opslagtank	1250
Betonnen vloer	175
Drukvaste koud-isolatie bodem	175
Second containment	1450
Koud-isolatie wand + dak	900
Geïsoleerde leidingen +pompen	450
Koelinstallatie	800
Fundatie	300
Diversen	500
Raming totaal	6000
OSBL / Onvoorzien - aanneme	750

De meest aanzienlijke invloed op de kosten van deze maatregel is de definitieve locatie van de tank. Indien ter plaatse van de huidige koude tank geen geschikte locatie kan worden gevonden om een tweede tank bij te plaatsen zal een locatie elders op het Corus terrein moeten worden gekozen. Leidingwerk en infrastructuur (support constructies) kunnen dan aanzienlijke kosten posten worden.

5.14 C E Nr. 3.2 / KPMG Nr. A9 – Ammoniak terminal te Delfzijl

5.14.1 Beschrijving maatregel

Door de vermindering van de productie van ammoniak in Geleen, zoals in maatregel A9 wordt beoogd, vervalt de levering van ammoniak aan de afnemers te Delfzijl. De 30 kton per jaar die nu vanuit Geleen per spoor geschiedt moet volgens andere routes of modaliteiten worden aangevoerd. Eén van de mogelijkheden is aanvoer via zee. Hiervoor moeten investeringen gedaan worden in terminal/laad- en losvoorzieningen in Delfzijl alsmede in extra opslagfaciliteiten.

Opmerkingen C E:

Het betreft hier een ammoniak verladingsinstallatie aan het water met een opslagcapaciteit van circa 3000 m³.

Ammoniak wordt aangevoerd via zeeschip. Als aanvoerlocatie is uitgegaan van de bestaande aanlegsteiger bij Methanor. De zeeschepen worden gelost en de ammoniak wordt in de opslagtanks opgeslagen. De locatie van de opslagtank is ter hoogte van het zeehavenkanaal. Distributie naar de drie afnemers in Delfzijl geschiedt via pijpleidingen.

Er wordt vanuit gegaan dat leidingwerk gelegd kan worden op bestaande infrastructuur / pijpbruggen e.d.

5.14.2 Uitgangspunten raming

De ammoniak wordt koud geleverd door de zeeschepen (-33 °C) enerzijds, maar omdat het om een relatief kleine opslagfaciliteit gaat wordt gekozen voor opslag onder druk anderzijds. Aangezien de ammoniak koud wordt geleverd moet het materiaal van de opslagtanks wel geschikt zijn voor deze lage temperatuur.

Terrein aan water, incl. loswal	: 100 x 100 m grondbeslag
Bolvormige opslagtanks	: 2 tanks, 1700 m ³ elk
Loscapaciteit schepen	: 1100 m ³ /hr (eigen losinstallatie schip)

De installatie is voorzien van de benodigde pompapparatuur, regelapparatuur, regelkamer, kantoorruimte, beveiliging en terreinverlichting.

Inbegrepen:

Verpompings vanuit schip : reeds voorzien, op schip
Laadarm belading opslag tanks : nieuw, 2 stuks
Opslag tanks : 2 stuks, inclusief betonnen put
Leidingwerk, pompen en appendages : 1 lot
Plus: regelkamer en kantoorruimte, stikstof systeem, branddetectie en - melding, bliksembeveiliging.

Opmerking:

Kadewerken : geen additionele kosten inbegrepen.
Gebruik zal worden gemaakt van de bestaande aanlegsteiger bij Methanor.

OSBL (Outside battery limits) omvat o.a.:

- vergunningen
- aankoop grond
- sloopkosten / bouwrijp maken / bodemsanering
- additionele infrastructuur / leidingondersteuningssystemen
- utilities / aanvoer en afvoer van (grond-)stoffen en elektra

5.14.3 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming:

	EUR*1000
Drukopslag, 2 stuks	5200
Betonnen put onder tanks	165
Verlading	440
Leidingen + pompen	925
Elektra + installatie	370
Engineering	750
Kade	800
Fundatie	excl.
Diversen	650
Raming totaal	8500
OSBL / Onvoorzien - aanneme	1000

De grootste invloed op het uiteindelijk investeringsniveau is het gebruik kunnen maken van bestaande infrastructuur / leidingondersteuningssystemen.

Bij opslagcapaciteiten onder de 10,000 ton wordt in de regel gekozen voor drukopslag - zoals hierboven uitgewerkt. Dit i.v.m. de hogere operationele kosten gepaard gaand met een koude opslag. Indien Delfzijl ook via binnenschip koud beleverd zou worden, kan echter overwogen worden om de relatief kleine opslag (- 2000 ton) als atmosferische (koude) opslag uit te voeren. In dit geval kan een besparing op de benodigde investering van ongeveer EUR. 2.5 miljoen worden gerealiseerd.

5.15 C E Nr. 4.1 / KPMG Nr. A12 - Kosten aanleg pijpleiding voor ammoniak DSM Geleen-Stein

5.15.1 Beschrijving maatregel

Item A

Vanuit de locatie Geleen dient een ondergrondse pijpleiding (dubbelwandig, 3 km lengte, met detectiesysteem) naar Stein te worden aangelegd.

Item B

In Stein (langs de kade aan het Julianakanaal) dient een laadinstallatie te worden gebouwd en dienen aanvullende maatregelen (remmingswerk) te worden genomen in verband met het vermijden van aanvaringen met doorgaande schepen.

5.15.2 Uitgangspunten raming

Dit project is in 1995 door het voormalige Continental Engineering BV - Amsterdam (niet te verwarren met Continental Engineers BV - Zaandam) tot en met het niveau van detail engineering uitgewerkt. Op basis van de toen verrichte detail-engineering is door Continental Engineering BV - Amsterdam een investeringsbegroting met nauwkeurigheid +/- 10% opgesteld.

C E Zaandam maakt voor haar raming gebruik van de destijds door Continental Engineering BV - Amsterdam gegeneerde gegevens.

Inbegrepen in de destijds gemaakte begroting:

Item A - Transportleiding:

Leiding tracé	: 3 km.
Leidingloop	: ondergronds (gedeeltelijk bovengronds)
Leiding type	: enkelwandig, geïsoleerd
Leiding ondersteuning	: inbegrepen
Kruisingen met wegen / kunstwerken	: inbegrepen
Kathodische bescherming	: inbegrepen
Retourdampleiding	: inbegrepen
Retourdampbehandeling	: inbegrepen
Detectiesysteem leidinglekage	: inbegrepen
Besturingssysteem (PLC)	: inbegrepen
Reservedelen	: inbegrepen
Kosten DSM incl. verzekeringen	: inbegrepen

Item B - Verlaadinstallatie (locatie houtwal):

Pompstation	: inbegrepen
Pompgebouw (enkelwandig)	: inbegrepen
Bijdosering demin water	: inbegrepen
Aanvaringsbeveiliging schepen	: inbegrepen

Niet inbegrepen in de destijds gemaakte begroting (OSBL):

- Sanering van het betreffend haventerrein te Stein en hiermee gepaard gaande kosten
- Het aanbrengen van proces drain faciliteiten op de kade te Stein
- Het aanbrengen van voorzieningen t.b.v. het lossen van schepen
- Kosten voor het gebruik van en/of toegang tot grond & terreinen in eigendom van derden
- Overleg met overheden / derden en het verkrijgen van vergunningen
- Voorzieningen voor drinkwater en brandstof voor schepen

Door het voormalige Continental Engineering BV - Amsterdam is in 1995 voor de beschreven scope (A + B, excl. OSBL) een +/- 10% nauwkeurige begroting opgesteld, met als eindresultaat Hfl. 20,5 miljoen.

C E is van mening dat, in het kader van de onderhavige studie, het volstaat om het destijds ontwikkelde procesontwerp aan te houden. Ook de destijds ontwikkelde begroting kan gehanteerd worden, aangevuld met:

- de kostenimplicaties van het uitvoeren van de leiding als dubbelwandig
- "vertaling" naar prijsniveau 2004.

Ook is het niet goed mogelijk om zonder aanvullende engineering de kosten voor OSBL zoals hierboven beschreven met enige mate van nauwkeurigheid vast te stellen. Met name het vergunningentraject en het overleg met overheden / derde partijen kunnen kostenverhogend werken.

Het voorstel is om OSBL als stelpost (aanname) op te nemen.

5.15.3 Raming

C E komt tot de volgende raming:

	Hfl.*miljoen	EUR*1000
Begroting 1995	20,5	
Omzetten naar EUR		9,3
Omrekenen naar prijsniveau 2004		12,3
Toeslag voor dubbelwandige leiding		0,5
Raming totaal		12,8
OSBL / Onvoorzien - aanname		2,0

De grootste invloed op het uiteindelijk investeringsniveau betreft het moeten doorkruisen van bestaande infrastructuur / wegen / kunstwerken e.d.

5.16 C E Nr. 4.2 / KPMG Nr. A12 - Kosten aanleg losinstallatie te IJmuiden

5.16.1 Beschrijving maatregel

Dit betreft de aanleg van een losinstallatie voor ammoniak en aanvullende havenwerken - te IJmuiden (bedoeld voor gemiddelde ammoniak binnenvaartschepen)

Vanuit o.a. de locatie Geleen kunnen binnenvaartschepen geladen met warme ammoniak afvaren, die na aankomst te IJmuiden (Corus industrieterrein) gelost zullen worden.

5.16.2 Uitgangspunten raming

Voor de onderhavige installatie zijn geen geëngineerde gegevens (zoals capaciteiten, tankinhouden, e.d.) beschikbaar.

Na consultatie met DSM Geleen zijn als uitgangspunten gekozen:

- aanvoer van warme ammoniak met binnenvaartschip, cap. 1000 - 1500 ton
- lossen (- 200 ton per uur) en direct koelen naar - 33 °C
- vervolgens koude opslag (geen extra koude opslagcapaciteit benodigd)

Warme opslag te IJmuiden is geen optie.

Inbegrepen:

Damwand	: 100 m
Weg	: 100 m x 6 m breed
Verpompings vanuit schip	: reeds voorzien, op schip
Laadarm losinstallatie	: nieuw
Leidingwerk naar/van koelinstallatie	: 400 meter, geïsoleerd, incl. ondersteuning

Koelinstallatie : 200 ton per uur, van 10 Deg. C naar -33 Deg. C
 Koude opslag : huidige koude opslagcapaciteit voldoet

OSBL:

Sanering haven / kade : exclusief
 Elektra voorzieningen : exclusief
 Utilities : exclusief

Gezien de relatief hoge koelcapaciteit (tot 200 ton ammoniak per uur) en de hiermee mogelijk gepaard gaande kosten, heeft C E voor de koelinstallatie een beknopt procesontwerp gemaakt.

C E komt tot de volgende hoofddonderdelen:

Gebouw 6 x 6 x 3 m : 1 stuks
 First stage compressor, 2750 kW : 1 stuks
 Intercooler, 300 m2 : 1 stuks
 Sec. stage compressor, 4000 kW : 1 stuks
 Condensor, 1200 m2 : 2 stuks
 ISBL - Piping, gebouw, elektra, I&C, montage etc. : 1 lot

5.16.3 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming:

	EUR*milj.
Damwand en kaden	1,3
Gebouw	incl.
Laadarm + leidingwerk	incl.
Misc. E / MRB / montage / etc.	incl.
Koelinstallatie	5,0
Raming totaal	6,3
OSBL	2,0

De grootste invloed op het uiteindelijk investeringsniveau betreft eventuele aanpassingen aan havenwerken.

Opmerking C E: als alternatief voor het warm transporteren van ammoniak en het daarmee gepaard gaande bouwen van een dure koelinstallatie te IJmuiden (want: hoge koelcapaciteit) kan overwogen worden om de ammoniak in Geleen te koelen (lage koelcapaciteit), koud op te slaan en vervolgens koud te transporteren.

5.17 C E Nr. 6.1 / KPMG Nr. A15 & L11 - Ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers (ter voorkoming van breuk)

5.17.1 Beschrijving maatregel

Dit betreft zowel Oplossingsrichting L 11 - veiliger transportpakket railvervoer LPG, als Oplossingsrichting A15 - veiliger transportpakket railvervoer ammoniak.

De oplossingsrichting bestaat uit het nemen van additionele veiligheidsmaatregelen bij het railvervoer van LPG of ammoniak. Hierbij wordt gedacht aan ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers zodat de kans op breuk van de ketel bij botsingen kleiner wordt. Een probleem van deze maatregel is dat Nederland deze maatregel niet alleen kan implementeren. Europese regelgeving is noodzakelijk. In Europa zijn ca. 90.000 gasketelwagens. De verhuurders van ketelwagens zijn Europese bedrijven, waarvoor de open interne EU-markt van toepassing is.

Het betreft hier dus de installatie op bestaande ketelwagens van een kreukelzone en/of energieabsorberende buffers ter voorkoming van tankbreuk bij botsingen en ontsporingen.

5.17.2 Uitgangspunten raming

Gezien de complexiteit van de onderhavige materie, namelijk een “golf”-front van krachten dat zich verplaatst door een trein met ketelwagens waartussen relatieve bewegingen ontstaan als gevolg van het in werking treden van de respectieve kreukelzones, is er door C E in eerste instantie gekozen om een enkele kreukelzone te beschouwen die een vooraf bepaalde hoeveelheid energie absorbeert.

Nadere studie is nodig om de invloed van het “keten”-gedrag van een trein met aaneengekoppelde ketelwagens te bepalen.

C E gaat bij haar raming uit van het volgende:

- Kreukelzone kan een botsingsenergie van 800 kJ per wagonzijde opnemen (volgt uit ‘Anker-factsheets’)
- Kreukelzone levert ideale constante kracht (plastische vervormingstheorie)
- Kreukelzone wordt uit staal geconstrueerd

Zo’n kreukelzone kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden als een aantal als harmonica gevouwen stalen platen. Bij botsing verkreukelen de platen onder invloed van de door te voeren krachten.

Op basis van deze uitgangspunten berekent C E dat een dergelijke kreukelzone afmetingen heeft van 2.5 x 2.0 x 1.2 meter. Het eigengewicht van de kreukelzone is ongeveer 5 ton.

5.17.3 Raming

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor één enkele kreukelzone voor een ketelwagen ad 40 ton:

	EUR*milj.
Constructie en aanbrengen kreukelzone	40
Aanpassen ketelwagen	excl.
Ontwikkelingskosten	5
Raming totaal	45

De grootste onzekerheid in de raming voor het uitvoeren van deze maatregel zijn:

- Kosten aanpassing ketelwagens
- Het betreft hier nieuw te ontwikkelen equipment
- Er bestaat nog geen relevante ervaring met deze equipment
- Ontwikkelingskosten (orde grootte: miljoenen)

Met betrekking tot de (technische) haalbaarheid van kreukelzones concludeert C E het volgende:

Een eerste, voorzichtige conclusie moet zijn - in het licht van de door C E gemaakte berekeningen - dat het zeer wel mogelijk is om hanteerbare ‘absorptie’-boxen te bouwen en te plaatsen tussen wagons om kinetische energie op te kunnen vangen wanneer een wagon zich met een gematigde snelheid voortbeweegt.

Een technische haalbaarheidsstudie is geboden om meer compacte vormen van vervormingspatronen en energieabsorptie te onderzoeken. Een literatuur studie naar dit soort materiaal gegevens en berekeningsmodellen zoals toegepast door o.a. automobiefabrikanten is hiervoor dan ook een aanbevolen eerste stap.

Kreukelzones worden tevens veelal semi-empirisch ontwikkeld waarbij uitgegaan wordt van bekende reeds bestaande technologieën / techniek. Ook de kosten gepaard gaand met empirische onderzoek konden niet worden geraamd.

Tevens is het van het grootste belang dat onderzoek plaats gaat vinden naar de effecten van de momentane grote remvertragingen op de wagons zelf en de tanks met vloeibaar ammoniak of LPG wanneer de ‘absorptie’-boxen daadwerkelijk de kinetische energie omzetten. Tijdelijk wordt dan de hydrostatische druk in de opslagtank een stuk groter, de tank mag daardoor niet stuk gaan. Uiteraard mag de tank ook niet losscheuren van zijn zadels waarmee hij bevestigd is op de wagon en het chassis van de wagon moet voldoende sterk zijn. De remkracht (geleverd door de ineenkreukelende ‘absorptie’-box) mag bijvoorbeeld ook niet te laag aangrijpen op de wagon want anders zou de mogelijkheid kunnen ontstaan dat

de wagon over de kop gaat.

Om inzicht te verkrijgen in de problemen van wagons in serie, is een nader onderzoek vereist naar de mechanica van afremmende wagons en naar de eisen die gesteld worden aan de krachtuitoefening door de 'absorptie'-boxen om een opeenhoping van de krachten op de voorste 'absorptie'-box te voorkomen. Numerieke berekeningen aan de bewegings-vergelijkingen van de gekoppelde wagons in combinatie met het niet-lineair vervormingsgedrag van de 'absorptie'-boxen zal hier uitkomst kunnen brengen.

5.18 C E Nr. 6.2 / KPMG Nr. A15 & L11– Ontsporingdetectie, GPS-positiesignalering en as-temperatuurdetectie op ketelwagens

5.18.1 Beschrijving maatregel

Het betreft hier drie onderdelen van een maatregel die er gezamenlijk voor kunnen zorgen dat de veiligheid van railvervoer (ketelwagens) wordt verhoogd. Ook is een optie om de drie onderdelen gezamenlijk te integreren in een zogenaamd Integrated Train Condition Monitoring System (ITCMS). M.b.v. zo'n ITCMS kan op elk ogenblik worden nagegaan wat de conditie is van een willekeurige ketelwagen, aan de hand van een aantal meetpunten (detecties) die op de ketelwagen zelf zijn aangebracht ("on-car measures"). Dit betreft bijvoorbeeld een positie meting (GPS), snelheid (wielomwentelingen), as-temperatuur, etc.

Voor de onderhavige studie worden volgende "on-car measures" beschouwd:

Ontsporingdetectie

Het betreft hier het uitrusten van ketelwagens met ontsporingdetectoren waardoor bij ontsporing van een ketelwagen de trein zo snel mogelijk tot stilstand kan worden gebracht.

GPS-positiesignalering

Het betreft hier het installeren van een GPS (Global Positioning System) op ketelwagens zodat bij calamiteiten direct kan worden bepaald waar de ketelwagens met gevaarlijke lading zich bevinden.

As-temperatuurdetectie

Het betreft hier het standaard uitrusten van ketelwagens met een zogenaamde as-temperatuur detectiesysteem. Installatie van temperatuurmeters in of bij de assen ketelwagen. Dit om oververhitting door vastlopen tijdig te signaleren.

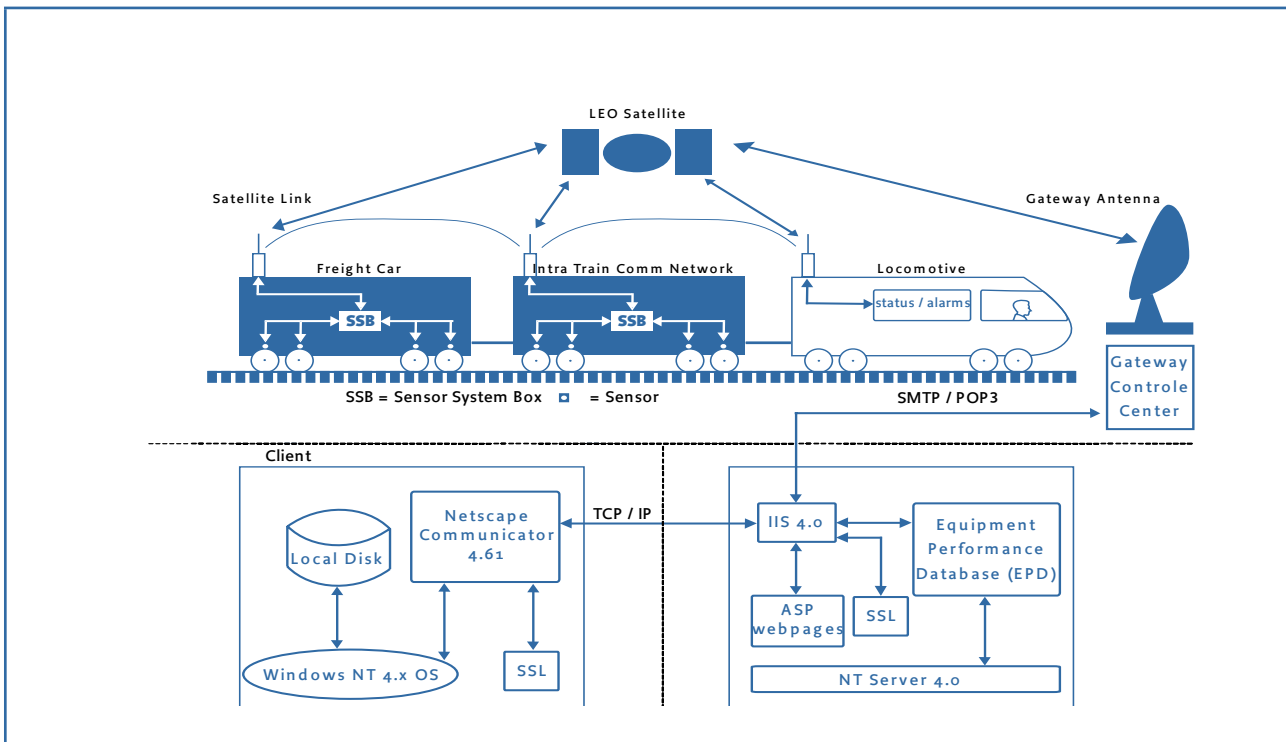
Geïntegreerde onderdelen

C E stelt dat m.b.t. deze maatregelen bij voorkeur dient te worden uitgegaan van een zogenaamd geïntegreerd data management systeem. In een dergelijk systeem wordt een treinwagon gezien als een op zichzelf staande eenheid waarin op een aantal plaatsen gegevens worden gegenereerd ("on-board sensing and monitoring"). Denk hierbij aan wagennummer ("Railcar ID"), temperatuur wielassen, ontsporingdetectie, positie (GPS), snelheid, etc. Deze gegevens worden vervolgens in de betreffende wagon verzameld in een zgn. SSB (System Sensor Box) en gecommuniceerd met de locomotief (veelal status & alarmen). Ook kunnen deze gegevens gecommuniceerd worden via satelliet en ground server met bijvoorbeeld de eigenaars van de wagons, de spoorwegmaatschappijen, klanten en andere belanghebbenden. Zie onderstaande figuur ter illustratie.

On-board sensing and monitoring - Integrated data management

De kosten voor on-board instrumenten e.d. kunnen geraamd worden op basis van commercieel voorhanden en in de praktijk bewezen apparatuur (bijvoorbeeld temperatuuroepnemers, lagers). Hierbij komen mogelijk nog enige ontwikkelings/aanpassingskosten kijken.

De kosten voor het ontwikkelen van een geïntegreerd data management en tracking systeem zijn zeer aanzienlijk, o.a. afhankelijk van de gewenste functionaliteit. Verdeling van dergelijke kosten over het West-Europees spoorketelwagenpark (naar schatting ongeveer 90,000 ketelwagens) resulteert in een hanteerbaar bedrag aan ontwikkelingskosten per ketelwagen. Voorstel C E is om een bedrag ad. maximaal EUR. 10,000 per ketelwagen op te nemen.



Opmerking:

Het is niet ondenkbaar dat ook gegevens gegenereerd in de kreukelzones (krachten, verplaatsingen e.d.) zouden kunnen worden gecommuniceerd en vervolgens gebruikt om bijv. het afremmen van de trein op een zo gecontroleerd mogelijke manier te verwezenlijken (onderscheidend remmen).

5.18.2 Uitgangspunten raming

Als uitgangspunten voor de raming zijn genomen:

Ontsporingdetectie

- Ontsporingdetectie op elke wagon
- Detectoren bij elk wielstel (of: 4 x per wagon)
- Detectie m.b.v. commercieel verkrijgbaar en voor deze applicatie bewezen apparatuur (bijvoorbeeld capacitief, inductief etc.)

GPS-positie-signalering

- Inbouw van een GPS systeem per ketelwagon

As-temperatuurdetectie

- Temperatuurmeting bij de bron: in het lagerblok.
- 8 metingen per wagon
- Het systeem dient contactloos te zijn.
- Het systeem moet commercieel verkrijgbaar zijn

“On-car” Datasysteem

- Signalen worden verzameld in een Sensor System
- Inbouw van een PLC + software + Graphic User Interface (GUI) systeem in de voorste locomotief
- Toepassing van geïntegreerde informatieverwerking
- Systeem moet gekoppeld worden aan een data management systeem.

5.18.3 Raming

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor de kosten per ketelwagen:

	EUR*1000
Ontsporingdetectoren	20
GPS-systeem	incl.
Temperatuursensoren	incl.
Signaalverwerking	incl.
PLC	incl.
Montage	10
Ontwikkelingskosten (pro rata - aanname)	10
Raming totaal	40
OSBL (aanname)	5

Grootste invloed op de uiteindelijke investering: de schaal waarop een dergelijk ITCMS systeem wordt ingevoerd.

5.19 C E Nr. 7 / KPMG Nr. A15 & L11– Aanbrengen van hotbox detectie (infra-rood camera's om warmte te meten bij de assen)

5.19.1 Beschrijving maatregel

Het betreft hier het standaard uitrusten van rails met een zogenaamd hotbox detectiesysteem: Installaties uitgerust met infra-rood detectoren die de temperatuur meten van de assen van een voorbijrijdende ketelwagen. Dit om oververhitting door vastlopen tijdig te signaleren.

5.19.2 Uitgangspunten raming

Bij het toepassen van hotboxen merkt C E op dat pas sprake is van wezenlijke effectiviteit als de trein met gevaarlijke stoffen a) een vooraf vastgelegde route volgt en er b) een afdoende "dichtheid" van hotboxen op de betreffende route bestaat. Het is immers mogelijk dat een wiellager van een wagon binnen een relatief korte afstand (enige kilometers) warm of heet kan lopen, waardoor falen van het lager kan ontstaan, met de eventuele gevolgen van dien.

Overige aandachtspunten:

- Het systeem dient geplaatst te worden op een recht stuk, verwijderd van bochten.
- De onderlinge afstand tussen de hotboxen moet zodanig zijn dat binnen de afstand van 2 detectieboxen geen calamiteit kan optreden met de ketelwagen doordat een wiellager vastloopt.
- Ook bij hogere snelheden moet de detector naar behoren functioneren.
- Systeem moet gekoppeld zijn aan een data management systeem.

5.19.3 Raming

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor een hotbox systeem op het traject van de LPG- en ammoniak ketelwagens:

Er is uitgegaan van de volgende gegevens:

Trajectlengte (gecombineerd) : 1000 km

Een hotbox per : 10 kilometer

	EUR*1000
Sensoren	1000
Montage	600

Bekabeling	200
Diversen	200
Bewaking / volgsystemen	excl.
Raming totaal	2000
OSBL (aanname)	400

Grootste invloed op uiteindelijk niveau investering: de kosten om e.e.a. te integreren in het trein management systeem. Orde van grootte: nog niet bekend, maar wellicht minder dan EUR. 1 miljoen.

5.20 C E Nr. 8 / KPMG Nr. L1 & L5 – Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van LPG-tankauto's

5.20.1 Beschrijving maatregel

Het betreft hier de uitwerking van een maatregel door in de Milieuvergunning van een tankstation met verkoop van LPG op te nemen dat de bevoorrading van het tankstation alleen mag plaatsvinden met een tankauto voorzien van een hit-tewerende bekleding.

Dit betreft dus het aanbrengen van een brandwerende coating op bestaande LPG tankwagens ter voorkoming van tankbreuk bij fakkel- en plasbranden.

5.20.2 Uitgangspunten van de raming

In overeenstemming met het KPMG rapport en het rapport van de Workshop Coating LPG tankauto dd. 16-10-2003 en na consultatie met International Coatings Ltd zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- De in deze raming toegepaste coating is Chartek 7, dikte 10 mm
- Het oppervlak van een tank van een LPG tankwagen is ca. 80 m²
- Nozzels, mangaten, afsluiters e.d. dienen bereikbaar te blijven om geopend of bediend te kunnen worden. Nozzles, mangaten, e.d. worden tijdens het aanbrengen van de coating afgeblind. Na coating van de tank worden nozzles e.d. alsnog gecoat en instrumenten e.d. weer gemonteerd. Mangatdeksels worden separaat van een coating voorzien, en weer gemonteerd.
- Onder normale bedrijfsomstandigheden hoeft de coating slechts één maal opgebracht te worden (technische levensduur 10 à 15 jaar).
- Over de coating wordt een decoratieve laag aangebracht; deze laag wordt als brandwerende verf uitgevoerd.

5.20.3 Raming

Het applicatiesysteem bestaat uit de volgende stappen:

- Het stralen van de tank
- Het aanbrengen van de primerlaag
- Het aanbrengen van de coating
- Het aanbrengen van de decoratieve verflaag

Het aanbrengen van de coating is geraamd op: 200 EUR / m².

Het coaten van nozzles, mangaten, e.d. is geraamd op 1000 EUR / stuk , inclusief (de-) montage.

	EUR*1000
Coating LPG tankwagen	16
Nozzles, mangaten, e.d.	12
Raming totaal	28

De grootste invloed op het uiteindelijke investeringsniveau is wellicht de keuze van coating. Hier zijn meerdere mogelijkheden. Nader onderzoek kan gedaan worden naar bijv. een dunnere coating (bijv. Chartek 4, 7 mm coating dikte). Dit levert besparingen bij het aanbrengen van de coating zelf. Ook wordt het totaalgewicht van de aangebrachte coating lager, waardoor meer gewicht aan lading kan worden vervoerd.

5.21 C E Nr. 9 / KPMG Nr. L13 - Investeringskosten LPG distributiecentrum

Het betreft hier de uitbreiding van een reeds bestaande LPG terminal in Tiel met een extra opslagcapaciteit van 700 ton LPG plus overslag van het LPG naar spoor-modaliteit.

5.21.1 Uitgangspunten raming

Uitgaande van de bovenstaande gegevens betreft het hier dus de uitbreiding van de al bestaande terminal in Tiel met een LPG opslag van 700 ton (1500 m³), een beladingsstation voor ketelwagens, en aansluiting op een bestaand spoor.

De uitgangspunten zijn:

Opslagtank : 2 tanks, 750 m³ elk
Loscapaciteit schepen : al bestaand
Belading ketelwagens : via standaard laadarm
Aansluiting op bestaande spoor : 1.0 km enkelvoudig spoor
De installatie is voorzien van de benodigde pompapparatuur, regelapparatuur, en beveiliging.

Inbegrepen:

Verpompings vanuit schip : reeds voorzien, op schip
Laadarm belading opslagtanks : reeds voorzien
Laadarm belading ketelwagens : nieuw
Opslagtanks : 2 stuks, incl. omwalling en vloer
Leidingwerk, pompen en appendages : 1 lot
Aansluiting op bestaande spoor : 1 km. enkelvoudig spoor,
geen bovenleiding

Plus: branddetectie en - melding, bliksembeveiliging.

OSBL (Outside battery limits) omvat o.a.:

- vergunningen
- aankoop grond
- utilities / aanvoer en afvoer van (grond-)stoffen en elektra
- onvoorziene verbeteringen van grondgesteldheid

5.21.2 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming:

	EUR*1000
Drukopslagtank, 2 stuks	1700
Vloer, afdak + overige voorzieningen tanks	550
Verlading	70
Leidingen + pompen	180
Elektra + installatie	150
Engineering	200
Diversen	300
Spoor + dijklichaam	1250
Raming totaal	4400
OSBL (aanneem)	500

De grootste invloed op het uiteindelijk niveau van de benodigde investering zijn de kosten voor het benodigde spoor waarvoor enerzijds het tracé nog niet vastligt en anderzijds de benodigde infrastructurele kosten sterk locatie afhankelijk zijn (omvang grondverbetering, grootte dijklichaam, e.d.).

5.22 C E Nr. 10 / KPMG Nr. L14 – Verplaatsing LPG terminal Vlissingen naar Rotterdam

5.22.1 Beschrijving maatregel

Dit betreft de bouw van een nieuwe LPG terminal in de Rotterdamse haven en de sloop van de bestaande terminal in Vlissingen. De geraamde investeringskosten bedroegen 10 jaar geleden circa 90 miljoen euro.

5.22.2 Uitgangspunten raming

Er zijn C E geen verdere gegevens ter beschikking gesteld over de omvang van de terminal in Vlissingen of wat in bovenstaand bedrag ad EUR. 90M nog is inbegrepen. Daarom kiest C E voor een benadering waarbij een schatting van het huidig prijsniveau wordt verkregen op basis van het prijsniveau van 10 jaar geleden en de prijsontwikkeling van dergelijke installaties (prijsindex).

Het is C E's ervaring dat bepaalde onderdelen van de terminal in Vlissingen kunnen worden hergebruikt (eventueel voor een nieuwe terminal te Rotterdam). Dit betreft onder andere tanks (additionele kosten voor ondersteuning tijdens transport), pompen, overig (kostbaar) equipment en groter leidingwerk. Kleiner leidingwerk, appendages en instrumenten e.d. zijn veelal niet meer bruikbaar, of de kosten van het reviseren zijn hoger dan nieuw aangeschaft materiaal. Ook staalconstructies en gebouwen zijn veelal niet herbruikbaar, omdat de nieuwe terminal een andere lay-out zal hebben.

Sloopkosten van de oude terminal zullen niet wegvallen tegen de opbrengst uit hergebruik van bepaalde onderdelen. Met name milieu-eisen (opleveren schone niet-vervuilde grond) spelen in deze een grote rol. Het is niet ongebruikelijk om voor de sloopkosten een bedrag van 5 à 10% (soms zelfs 15%) van de originele nieuwbouwkosten aan te houden (excl. het voldoen aan aanvullende milieu-eisen).

5.22.3 Raming

Op basis van bovenstaande gegevens komt C E tot de volgende raming voor het slopen van de LPG-terminal te Vlissingen en nieuwbouw van een zelfde LPG-terminal te Rotterdam:

	EUR*milj.
Begroting 1994	90
Omrekenen naar prijsniveau 2004	115
Sloopkosten - aannamen	10
Aanvullende veiligheidsmaatregelen	5
Raming totaal	130
OSBL (aannamen)	10

5.23 C E Nr. 11 / KPMG Nr. L15 – Aanbrengen van thermische coating op de buitenwand van ketelwagens

5.23.1 Beschrijving maatregel

Analoog aan de eerdere paragraaf betreffende LPG tankwagens betreft het hier het uitrusten van LPG-spoorketelwagens met een hittewerende bekleding ter voorkoming van tankbreuk bij fakkel- en plasbranden.

5.23.2 Uitgangspunten raming

In overeenstemming met het KPMG rapport en het rapport van de Workshop Coating LPG tankauto dd. 16-10-2003 en na consultatie met International Coatings Ltd zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- De in deze raming toegepaste coating is Chartek 7 met een dikte van 10 mm.

- Het oppervlak van een tank van een 30 tons LPG ketelwagen is ca. 100 m². Het oppervlak van een tank van een 60 tons LPG ketelwagen is ca. 180 m².
- Nozzles, mangaten, afsluiters e.d. dienen bereikbaar te blijven om geopend of bediend te kunnen worden. Nozzles, mangaten, e.d. worden tijdens het aanbrengen van de coating afgeblind. Na coating van de tank worden nozzles e.d. alsnog gecoat en instrumenten e.d. weer gemonteerd. Mangatdeksels worden separaat van een coating voorzien, en weer gemonteerd.
- Onder normale bedrijfsomstandigheden hoeft de coating slechts één maal opgebracht te worden (technische levensduur 10 à 15 jaar).
- Over de coating wordt een decoratieve laag aangebracht; deze laag wordt als brandwerende verf uitgevoerd.

5.23.3 Raming

Het applicatiesysteem bestaat uit de volgende stappen:

- Het stralen van de tank.
- Het aanbrengen van de primerlaag.
- Het aanbrengen van de coating.
- Het aanbrengen van de decoratieve verflaag.

Het aanbrengen van de coating is geraamd op: 200 EUR / m².

Het coaten van nozzles, mangaten, e.d. is geraamd op 1000 EUR / stuk , inclusief (de-) montage.

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor het aanbrengen van een hittewerende coating op een 30 tons LPG ketelwagen:

	EUR*1000
Coating LPG ketelwagen 30 ton	20
Nozzles, mangaten, e.d.	12
Raming totaal	32

Op basis van het bovenstaande komt C E tot de volgende raming voor het aanbrengen van een hittewerende coating op een 60 tons LPG ketelwagen:

	EUR*1000
Coating LPG ketelwagen 60 ton	36
Nozzles, mangaten, e.d.	12
Raming totaal	48

De grootste invloed op het uiteindelijke investeringsniveau is wellicht de keuze van coating. Hier zijn meerdere mogelijkheden. Nader onderzoek kan gedaan worden naar bijv. een dunnere coating (bijv. Chartek 4, 7 mm coating dikte). Dit levert besparingen bij het aanbrengen van de coating zelf. Ook wordt het totaalgewicht van de aangebrachte coating lager, waardoor meer gewicht aan lading kan worden vervoerd.

