

8 PEC - LIJN

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de diverse proces-units, die onderdeel uitmaken van de PEC-lijn beschreven. Hierbij wordt onder meer aandacht besteed aan: capaciteit, procescondities, apparatuur en procescontrole.

Hoofdstuk 8 is, analoog aan hoofdstuk 7, opgebouwd volgens de alternatieven: Nulalternatief (NA), Huidig Bedrijf (HB), Voorgenomen Activiteit eerste fase (VA1) en Voorgenomen Activiteit eindfase (VA2). Eerst wordt een korte toelichting op de herkomst van de technologie gegeven. De volledige apparatenlijst van de PEC-lijn is in bijlage 8.1 opgenomen, de opslag in bijlage 8.2.

8.2 Herkomst technologie

Het hoofdproces van de Product- en Energiecentrale (PEC) bestaat uit drie onderdelen: pyrolyse, autotherme vergassing en pyrometallurgische versmelting:

- In de pyrolysestap worden de ingangsstoffen, door middel van verhitting in een inerte (zuurstofloze) atmosfeer, ontgast.
- In de autotherme vergasser worden de gasvormige en vluchtige pyrolyseproducten en andere ingangsstoffen door toevoeging van zuivere zuurstof gekraakt, waarbij het synthesesgas ($H_2 + CO$) wordt gevormd.
- In de pyrometallurgische smeltreactor worden de vaste pyrolyseproducten en andere ingangsstoffen gesmolten tot een basaltachtig product en een tweede stroom synthesesgas.

Voor de uitvoering van de processtappen is voor-, en nabehandeling (verkleinen, zeven, drogen en gasreiniging) noodzakelijk. Deze stappen maken (met uitzondering van de drooginstallatie voor RWZI-slib) onderdeel uit van de PEC.

8.2.1 Herkomst pyrolyse- en vergassingstechnologie

In de stad Aalen (Duitsland) heeft van 1983 tot en met 1987 een volledig TÜV goedgekeurde proefinstallatie gedraaid waarin een hoogcalorische huisvuilfractie verwerkt werd. De installatie maakte gebruik van pyrolyse met gasbehandeling, waaronder kraken met daaraan gekoppeld een warmte/krachtinstallatie. De verwerkingscapaciteit van de gebruikte pyrolysetrommel bedraagt 25 kton voorbehandeld afval per jaar. Uit de uitgebreide metingen deze aan deze installatie zijn verricht, blijkt onder meer dat de emissies voldoen aan alle Duitse emissie-normen [TÜV, 1984, 1987]. Mede op basis van deze positieve resultaten is het ontwerp voor een nieuwe, commerciële installatie in Aalen goedgekeurd. De installatie waarin huisvuil, industrie-afval en slib verwerkt zullen worden is momenteel in aanbouw aan de rand van de stad. Citaat uit het TÜV-rapport: "De bedrijfsemissies zullen zo gering zijn, dat de door de in bedrijf zijnde installatie te verwachten stoffenbelasting onbetekenend is".

In Freiberg (Duitsland) staat de installatie die in de jaren 80 in Aalen als proefinstallatie heeft gedraaid. De installatie functioneert nog steeds en verwerkt nu probleemstoffen die in dit deel van het voormalig Oost-Duitsland voorkomen. Vaak gaat het om eerder gestort materiaal. De installatie omvat pyrolyse, gaskraken en gaswassen.

Het pyrolyse/vergassingsdeel van de installatie die wordt beschreven in dit MER bestaat uit eenheden met elk een capaciteit die gelijk is aan de capaciteit van een van de Duitse proefinstallaties. Er is dus geen sprake van opschaling, maar van het parallel toepassen van meerdere eenheden die werken volgens een bewezen technologie. Het enige verschil is de toevoeging van ruwe zuurstof in plaats van lucht. De reden daarvoor is dat in Delfzijl synthesesgas als grondstof van de procesindustrie wordt vervaardigd in plaats van als brandstof.

8.2.2 Herkomst smelttechnologie

De technologie voor het pyrometallurgische smelten is eveneens in Duitsland ontwikkeld. In Bestwig staat een commercieel opererende smeltinstallatie die elektronicaschroot verwerkt. De herwonnen metaalconcentraties worden direct benut in de metaalindustrie. De afgassen van twee geïnstalleerde smelters worden, na reiniging, geëmitteerd en blijken te voldoen aan alle emissie-normen [Heijmans Milieutechniek, Gemco en Techno Invent, 1996]. In Delfzijl gebeurt dat niet en wordt ook met de smelter synthesesgas verwijderd.

8.3 Huidig bedrijf

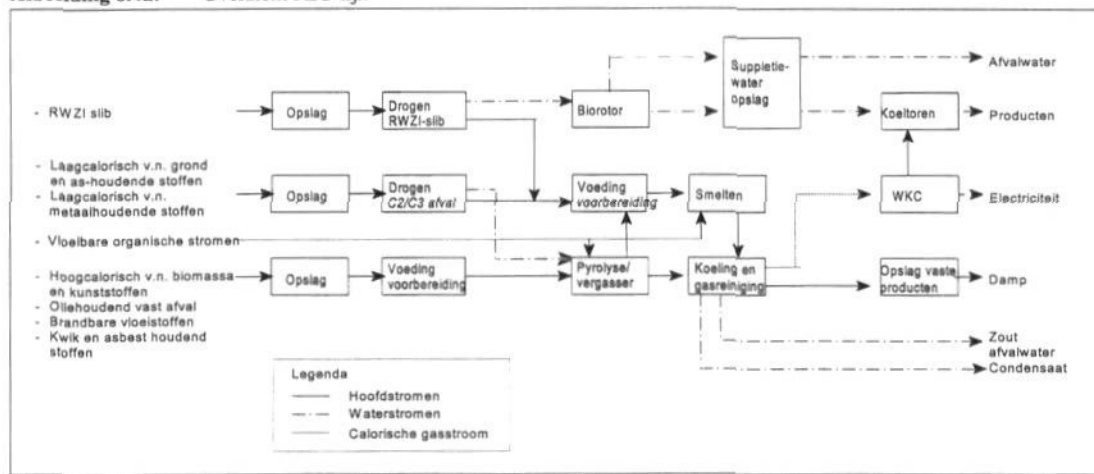
Er is geen PEC-lijn in het Nulalternatief en in het Huidig Bedrijf.

8.4 Eerste fase

In fase 1 van de Voorgenomen activiteit (VA1) wordt de inrichting uitgebreid met een PEC (Product en Energie Centrale). Doel van de PEC is het produceren van synthesesgas uit de organische fractie van het ingevoerde materiaal en het omzetten van de niet-brandbare fractie in bruikbare bouwstoffen en metalen.

Een algemeen blokschema van de PEC-lijn is gegeven in afbeelding 8.4a. Een uitgebreid flowschema van de PEC is gegeven in bijlage 8.

Afbeelding 8.4a: Overzicht PEC-lijn



De PEC-lijn bestaat uit de volgende proces-units:

- op- en overslag;
- voorbereiding, bestaande uit:
 - » zeven en verkleinen;
 - » drogen;
- pyrolyse;
- vergasser;
- voorbereiding van de smelervoeding;
- smelter;
- gasbehandeling;
- zuurstofproductie.

In navolgende paragrafen worden de diverse procesunits van de PEC-lijn besproken.

8.4.1 Op- en overslag

Doel van de opslag is om te allen tijde voldoende ingangsstromen in voorraad te hebben om zowel de drogers als de pyrolyse / vergassingsunits en de smelters continu te kunnen bedrijven met een geschikte (mix van) stoffen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen opslag van ingangsstoffen, hulpstoffen, eindproducten en tussenproducten. Een overzicht van de opslagcapaciteiten is in tabel 8.4a gegeven.

Tabel 8.4a: Opslag PEC-lijn VA1

Materiaal	Type opslag	Volume [m ³]
Ingangsstoffen:		
Hoogcalorisch steekvast afval	containers op opstel terrein	3500
	stortbunkers in ontvangsthal	1000
	emballage in ontvangsthal	200
Laagcalorische slibben	gesloten silo in procesgebouw	100
Ontwaterd RWZI-slib	gesloten silo	2 * 480
Vloeibare oliehoudend materiaal	gesloten tanks in procesgebouw	2 * 400
Laagcalorische assen, slakken	gesloten silo in procesgebouw	100
Hulpstoffen:		
Minerale flux	gesloten silo in procesgebouw	100
Natronloog	gesloten tank in procesgebouw	15
Eindproducten:		
Ferro- en non ferro metalen	containers op opstel terrein	4 * 20
Metaaloxidestof	gesloten vat in procesgebouw	10
Basalt	containers op opstel terrein	4 * 20
Tussenopslag:		
Voeding pyrolyse	gesloten silo in procesgebouw	200
Pyrolyseresidu	gesloten silo in procesgebouw	100
Pyrolysekool	gesloten silo in procesgebouw	100
Gedroogd slib	gesloten silo naast de slibhal	4 * 50

8.4.1.1 *Ingangsstoffen*

Hoogcalorische vaste stromen zoals shredderafval en bouw- en sloopafval (hoogcalorische fractie) worden per as aangevoerd in afval-containers. Deze worden of tijdelijk opgeslagen op het opstel terrein voor containers of ze worden leeggestort in de stortbunkers die zich in de ontvangsthal van de PEC bevinden. Hier kan het materiaal in drie verschillende categorieën worden opgeslagen. In de ontvangsthal wordt de lucht afgezogen en via een stoffilter naar buiten geleid. In totaal zal circa 1000 m³ op deze wijze in de ontvangsthal worden opgeslagen. Indien het gevaarlijke afvalstromen betreft zoals oliefilters, zal opslag plaatsvinden in gesloten emballage in de ontvangsthal.

Laagcalorische stromen voor verwerking in de smelter, zoals metaal houdende assen en slibben (met uitzondering van RWZI-slib), worden per as aangevoerd en in luchtdicht afgesloten silo's in het procesgebouw van de PEC opgeslagen. Het te drogen *RWZI-slib* wordt eveneens per as aangevoerd en opgeslagen in volledig (luchtdicht) afgesloten opslagtanks die zich bevinden in de slibverwerkingshal. Tijdens de opslag van dit ontwaterd slib kan door anaërobe gisting een geringe hoeveelheid methaan (CH₄) en zwavelwaterstof (H₂S) ontstaan. Tevens kan er ammoniak vrijkomen. Dit *gasmengsel wordt afgezogen en naar het na geschakelde biofilter geleid. Eventueel kan het ook naar de vergasser worden gevoerd waar verontreinigingen worden afgebroken.* In de hal is eveneens luchtafzuiging. Deze lucht wordt ook naar het biofilter geleid, waar de geurcomponenten worden omgezet en de lucht vervolgens wordt geloosd.

Kleine hoeveelheden *vloeibare (oliehoudende) stromen* voor verwerking in de vergasser of de smelter worden in luchtdicht afgesloten tanks opgeslagen in het procesgebouw van de PEC.

8.4.1.2 *Hulpstoffen*

Minerale flux zoals zand of kalksteen wordt opgeslagen in een silo in het procesgebouw van de PEC. Hulpstoffen voor de gasreiniging zoals NaOH-oplossing worden in tanks opgeslagen, eveneens in het procesgebouw van de PEC.

8.4.1.3 *Eindproducten*

Vaste eindproducten zoals het slakproduct (synthetische basalt), ferro- en non-ferro metalen en metaaloxide stof worden in containers of vaten opgeslagen in afwachting van transport naar afnemers.

8.4.1.4 *Tussenopslag*

Er is een afgesloten tussenopslag voor: de voorbereide voeding van de pyrolyse, pyrolyseresidu, gedemetalliseerd pyrolysekool en gedroogd gevaarlijk afval slibben. Het gedroogde RWZI-slib wordt opgeslagen in een silo naast de slibverwerkingshal. De temperatuur in de opslagtank wordt continu gemeten. Middels stikstof wordt in de silo een inerte atmosfeer gecreëerd zodat broei en zelfontbranding voorkomen worden. Mede om deze reden en ter voorkoming van geuremissies is de opslag luchtdicht. Afgezogen gas wordt naar het biofilter geleid.

8.4.2 *Vorbewerking*

In de hoofdstukken 5 en 6 is aangegeven welke ingangsstromen in de PEC-lijn verwerkt zullen worden. Deze kunnen niet steeds direct worden ingewerkt in de PEC-lijn. Het doel van de procesunits in de voorbereiding is om de diverse stromen geschikt te maken voor verdere verwerking in respectievelijk de units voor pyrolyse/vergassing en de smelters. Een effectieve conversie van het afval in deze units is alleen mogelijk bij een vochtgehalte van maximaal 15% en een stukgrootte van het afval van maximaal 15 cm voor de pyrolyse en 5 mm voor de smelter. De voorbereiding bestaat derhalve uit drie stappen: zeven, verkleinen en drogen. Afhankelijk van de stukgrootte en het vochtgehalte van het aangevoerde materiaal kan voorbereiding deels achterwege

blijven. Het drogen van RWZI-slib en gevaarlijk afval slibben (C2/C3) zal in gescheiden units plaatsvinden en beide worden hieronder apart besproken.

8.4.2.1 Zeven en verkleinen

Aangezien de direct te smelten ingangsstoffen in VA1 in principe altijd op de juiste stukgrootte (<5 mm) aangeleverd zullen worden, is de voorbereiding van zeven en verkleinen primair bedoeld voor te pyrolyseren afval.

Het doel van het verkleinen is een effectieve conversie van vaste stoffen in de pyrolyse-unit mogelijk te maken. Hiervoor moet de stukgrootte van het afval van maximaal 15 cm zijn.

Processen en installaties

Vanuit de ontvangsthal waar het afval ligt opgeslagen wordt het afval met een shovel op een transportband gebracht die naar de zeef voert. Door de zeef wordt het afval gescheiden in fracties groter en kleiner dan 15 cm. De grote fractie wordt met transportbanden naar de shredder gevoerd. In deze shredder wordt het afval verkleind. Vervolgens wordt het teruggevoerd naar de zeef. De kleine fractie wordt middels transportbanden naar de voorraadbunker van de pyrolysetrommels gevoerd.

In de voorbereiding van het te pyrolyseren afval wordt eventueel nog een tweede zeefstap opgenomen die de zeer kleine (inerte) fractie (<3 mm) direct naar de smelters voert. Er zullen maatregelen getroffen worden om stofemissies bij het verkleinen te minimaliseren. De shredder zal met een overkapping worden uitgevoerd. In de ontvangsthal wordt lucht afgezogen die via een stoffilter wordt geëmitteerd.

8.4.2.2 Drogen van gevaarlijk afval slib

Sommige direct te smelten stromen (bijv. C2-slibben) zijn te nat (vochtgehalte > 15%) om direct in de smelter verwerkt te worden en zullen eerst moeten worden gedroogd. Voor het drogen van gevaarlijk afval slibben wordt gebruik gemaakt van een peddel-droger. In een gesloten systeem wordt de voeding verhit met stoom. Het verdampte water uit de voeding wordt gecondenseerd en direct gebruikt als injectiewater in de vergasser of naar de (INSPEC)wateropslag van de nieuwe biorotor gevoerd. Bij gebruik van het droger-condensaat als injectiewater worden alle in het condensaat aanwezige verontreinigingen afgebroken.

8.4.2.3 Drogen van rioolwaterzuiveringsslib (RWZI)

Vanwege het hoge vochtgehalte (gem. 27% droge stof, dus 73% water) kan het zuiveringsslib als zodanig niet direct worden verwerkt in de smelter. Eerst moet het gedroogd worden. Tijdens het drogen wordt bijna al het aanwezige water verdampt en elders weer gecondenseerd. Ingangsstof voor de droger is het zuiveringsslib afkomstig van RWZI's, industriële waterzuiverings-installaties en de eigen AWZI van North Refinery. Het condensaat wordt via een zuivering in de biorotor (zie hoofdstuk 9) naar de suppletiewater-opslag gevoerd.

Het zuiveringsslib afkomstig van de AWZI van North Refinery is opgeslagen in droogbedden. Als de bedden vol zijn wordt het slib eerst met een ingehuurde kamerfilterpers voorbereid. Na het filtreren is het droge stofgehalte ongeveer 40%. Dit slib wordt aan de peddeldroger gevoerd.

Processen en installaties

Op basis van een analyse van verschillende droogtechnieken en installaties [OAG, 1997] is als droogtechniek gekozen voor indirecte droging. Dit wil zeggen dat het warmte toevoerende medium niet wordt gemengd met de te drogen stof maar dat verwarming plaatsvindt door indirect contact. Voordelen hiervan zijn: een beperkt volume droogdamp, weinig verontreinigingen in de damp en lage benodigde temperaturen en minder energieverbruik.

Voor het drogen van slib is gekozen voor een peddeldroger. Eigenschappen van deze installatie zijn:

- Een volledig gesloten constructie,
- Een lage bedrijfstemperatuur ($T=120\text{ }^{\circ}\text{C}$) die de productie van geurcomponenten beperkt;
- Een beperkte hoeveelheid droogdampen;
- Geen stofemissies;
- Verwarming door middel van thermische olie;
- Vorming van een eventueel korrelvormig eindproduct;
- In één procesgang wordt gedroogd van 20 % naar 95 % droge stof.

De peddeldroger bestaat uit een metalen mantel waarbinnen twee holle assen in tegengestelde richting draaien. De peddeldroger staat opgesteld onder een kleine hoek waardoor het slib door de zwaartekracht door de droger wordt getransporteerd. Over de gehele lengte van de assen zijn holle peddels aangebracht. Door het draaien van de holle as met de peddels wordt tevens het slib in beweging gehouden en wordt een goede menging verkregen. De as, de peddels en de mantel worden doorstroomd met thermische olie waardoor het water verdampt. Het verdampte water condenseert op de met luchtkoeling gekoelde wanden. Het condensaat wordt via een opslag naar de biorotor gevoerd. Het restant aan niet gecondenseerde droogdampen wordt na zuivering in een biofilter geëmitteerd.

Een klein deel van het gedroogde slib zal zonder verdere bewerking worden afgevoerd naar derden. In dit geval kan tot een droge stofgehalte van 95 % gedroogd worden waarmee een massareductie van meer dan 70% bereikt wordt. Het merendeel van het gedroogde slib wordt naar de smelter gevoerd zodat met een minder sterke droging (minimaal 85%) kan worden volstaan. Het gedroogde slib wordt middels een gesloten transportbandsysteem vervoerd naar de opslagtank(s) voor afvoer of voor invoer in de smelter.

In VA1 worden er twee peddeldrogers voor RWZI-slib geïnstalleerd met ieder een capaciteit van 8.000 ton droge stof per jaar.

Procesregeling

De droger is uitgerust met een automatische besturing, die de hoeveelheid toe te voeren warmte regelt aan de hand van het aanbod van nat slib en het gewenste vochtgehalte.

8.4.3 *Mengen van ingangsstromen*

Voor de verwerking van de ingangsstromen van de PEC-lijn in de pyrolyseoven, vergasser en/of smelter, is het voor veel stromen noodzakelijk deze te mengen met andere ingangsstromen. Dit geldt ook voor een aantal categorieën van stromen die zijn genoemd in de 'regeling scheiden en gescheiden houden van gevaarlijke afvalstoffen', als zijnde stromen waarvoor een ontheffing nodig is om deze te mogen mengen met andere stromen (zie hoofdstuk 3, paragraaf 3.4.7). Het betreft de volgende stromen die via de genoemde procesroute verwerkt worden:

- oliefilters (pyrolyse, I);
- gebruikte chemicaliën verpakkingen (pyrolyse, I);
- niet reinigbaar straalgrit (smelter, II);
- oplosmiddelen en oliën (vergasser, smelter, II, III);
- overige gevaarlijke afvalstromen.

Van mengen is sprake als verschillende stromen voorafgaand aan de verwerking met elkaar worden gemengd voor het verkrijgen van de juiste receptuur. Er kan ook sprake zijn van invoer van een reststroom in een werkend apparaat, terwijl daar ook andere stromen in worden of zijn gebracht.

Hoewel in het laatste geval in feite sprake is van mengen met een procesmassa en niet met andere reststromen, wordt deze mogelijkheid voor de volledigheid hierna toch behandeld.

8.4.3.1 Mengen van pyrolysevoeding

De bovengenoemde deelstromen uit de richtlijn zijn ongeschikt om zonder menging met andere stromen als voeding voor de pyrolyse te dienen. Dit, omdat ze dan niet tot een bruikbaar product kunnen worden verwerkt. Voor het verkrijgen van een constante kwaliteit synthesegas en een effectieve en constante warmteoverdracht in de pyrolysetrommel, is het noodzakelijk om de meeste ingangsstromen van te voren te mengen. Hiervoor worden (zo nodig voorbewerkte) ingangsstromen, die voldoen aan de voedingscriteria van de pyrolysetrommel samengebracht in de voedingsbunker (capaciteit ca. 200 m³).

8.4.3.2 Mengen van smeltervoeding

De bovengenoemde deelstromen uit de richtlijn zijn eveneens ongeschikt om zonder menging met andere stromen als voeding voor de smelter te dienen. Dit omdat ze dan niet tot een bruikbaar product kunnen worden verwerkt. Het mengen van ingangsstromen voor de smelter met elkaar en zo nodig minerale hulpstoffen is essentieel voor het verkrijgen van de juiste slaksamenstelling en daarmee de vereiste kwaliteit bouwstoffen. In feite dient de ene ingangsstof als hulpstof voor de andere conform het "waste to waste" principe zoals beschreven in hoofdstuk 2. Echte hulpstoffen (minerale flux) worden alleen ingezet indien dit niet uitsluitend met reststromen kan worden bereikt. Ter illustratie wordt de samenstelling van het synthetisch basalt in tabel 8.4b vergeleken met de minerale samenstelling van enkele ingangsstromen. Uit de tabel blijkt geen van de genoemde stromen individueel aan de specificaties kan voldoen maar dat mengsels tot een goed resultaat kunnen leiden. Daarnaast bevat geen van de stromen het vereiste gehalte MgO. Dit is een belangrijke reden voor het bijmengen van asbest in VA2.

Tabel 8.4b: Samenstelling synthetisch basalt en afvalstromen

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	(K+Na) ₂ O	TiO ₂	MnO, P ₂ O ₅
Typische basaltlak (%m)	44-48	5-12	8-18	9-13	10-20	2-7	0-2	<1
Afvalstromen (%m) (typische samenstelling)								
pyrolyseresidu (RDF)	42	28	0,5	15	0,5	9	-	-
grondreinigingsresidu	57	9	7	4	1	2	1	0,5
RWZI-slib	38	13	9	9	-	2	-	12
boorgruis								
baggerspecie	60	10	7	12	2	3	1	1
DTO-vliegas	20	5	10	8	2	15	6	3
AVI-vliegas	38	26	1	14	0,5	1	-	-
staalovenstof	3	0,5	33	6	1	11	-	2
Typische flux (%m)								
zand	100							
kalksteen	0,5			65				
magnesiumoxide			0,5	0,5	98,5			

8.4.3.3 Rechtstreekse invoer in hoge temperatuursprocessen

Sommige ingangsstromen worden niet vooraf gemengd maar rechtstreeks ingevoerd in de vergasser of de smelter waarin (gelijktijdig) ook andere, al dan niet voorgemengde stromen verwerkt worden. In beide gevallen worden deze stromen omgezet in synthesegas. Er is in dat geval feitelijk geen sprake van het mengen van reststromen, omdat ze direct aan de procesmassa worden toegevoegd en

door de procesomstandigheden direct worden afgebroken. Er ontstaat dan ook geen afvalmengsel, maar een procesmassa. Verder geldt ook hier, dat de bovengenoemde deelstromen uit de richtlijn *ongeschikt zijn om zonder menging met andere stromen als voeding te dienen. Dit omdat anders geen bruikbaar product zou kunnen worden verkregen.*

8.4.4 Pyrolyse

8.4.4.1 *Algemeen*

Pyrolyse is een thermisch conversieproces waarbij organisch materiaal door verhitting in een inerte atmosfeer (zonder zuurstof) wordt omgezet in gasvormige, vluchtige en vaste producten. Pyrolyse is over het algemeen een endotherm (warmte vragend) proces. Om materiaal te pyrolyseren is een externe warmtebron nodig die het materiaal verhit tot 400 à 800 °C, afhankelijk van het materiaal. Pyrolyse werkt in feite als een 'thermische molen' doordat niet homogene reststromen met wisselende samenstelling omgevormd worden tot goed definieerbare stromen geschikt voor verdere verwerking.

8.4.4.2 *Processen en installaties*

Proces

In het voorgenumen bedrijfsproces zal gepyrolyseerd worden bij een temperatuur van 500 °C. Bij deze temperatuur wordt het brandbare deel van de invoer voor 80 à 90 % omgezet in gas en voor de rest in kool (cokes). De niet-organische bestanddelen, mineralen en metalen, vormen samen met het kool het pyrolyseresidu. Afhankelijk van de samenstelling van het afval zal 20 tot 50 % van de invoer de trommel als residu verlaten. In de poriën van het residu zit nog een kleine hoeveelheid pyrolysegas. In de uitvoerschroef van residu wordt water geïnjecteerd waardoor stoom wordt gevormd. Redenen voor deze waterinjectie zijn het voorkomen dat schadelijke koolwaterstoffen uit het pyrolysegas condenseren op het residu en worden meegevoerd en het afkoelen van het residu tot circa 110 °C. De betreffende koolwaterstoffen blijven dus in het pyrolysegas. De verdere verwerking van het residu wordt behandeld in de paragraaf over voorbereiding van de smeltermoeding.

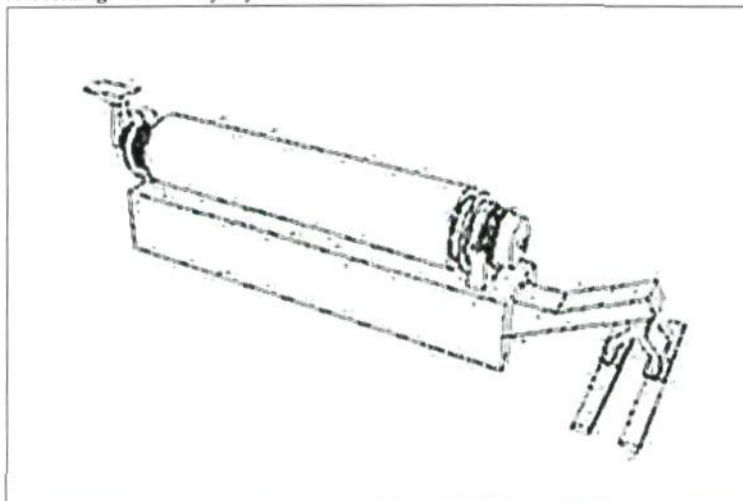
Het gevormde pyrolysegas bestaat uit een breed scala laag- tot hoogkokende organische verbindingen. Het gas wordt door een opening aan het eind van de trommel naar de vergasser gevoerd.

Installaties

Het proces wordt uitgevoerd in een extern verhitte draaitrommel met een lengte van circa 20 meter en een diameter van 3 meter (zie tekening). In een enkele trommel kan jaarlijks circa 25.000 ton voorbereikt afval verwerkt worden. De totale verwerkingscapaciteit van de pyrolyse sectie wordt bepaald door het aantal trommels dat (parallel) in de installatie geplaatst wordt. In VA1 zal slechts één enkele trommel geïnstalleerd worden.

Bij de invoer van het gedroogde afval in de pyrolysetrommel is het van belang dat hierbij geen lucht wordt meegevoerd. De instroom van lucht zou een verdunning van het pyrolysegas met stikstof veroorzaken en daarom een negatief effect hebben op de uiteindelijke kwaliteit van het productgas. Daarom wordt voor de invoer een hydraulisch aangedreven schroef toegepast. De schroef verdicht de invoer. Zo wordt meevoer van lucht grotendeels voorkomen en ontstaat een afdichting door de invoer zelf.

Afbeelding 8.4a: Pyrolysetrommel



De pyrolysetrommel is ingebouwd in een verbrandingskamer waarvan de branders geschikt zijn voor de verbranding met lucht van of het eigen gereinigde productgas of een vloeibare brandstof. Tijdens normaal bedrijf zal eigen geproduceerd gas gebruikt worden. Alleen voor het opstarten van de installatie zal met een vloeibare brandstof worden gestookt. Als verbrandingslucht kan gebruik gemaakt worden van (verontreinigde) drooglucht of van afgezogen lucht uit punt- of ruimteafzuigingen. De ontstane rookgassen kunnen nog worden gebruikt voor de voorverwarming van verbrandingslucht en zullen vervolgens worden geëmitteerd via een schoorsteen. Omdat gestookt wordt met gereinigd productgas voldoet de kwaliteit van dit rookgas aan de vigerende emissienormen.

Het pyrolyseresidu wordt met een schroef uit de trommel gevoerd. Een typische samenstelling van het pyrolyseresidu is in tabel 8.4c gegeven.

Tabel 8.4c: Samenstelling pyrolyseresidu en minerale fractie

Samenstelling pyrolyseresidu		Typische samenstelling minerale fractie (RDF-voeding)	
Bestanddelen	[%m]	Bestanddelen	[%m]
brandbaar (kool)	20 – 65	SiO ₂	42
ferro	3 – 8	AlO ₂	28
non-ferro	3 – 8	MgO	0,5
mineraal	25 – 75	Na ₂ O	9
water	0	Fe ₂ O ₃	0,5
		CaO	15
		Zware metalen (m.n. Zn en Pb)	4

8.4.4.3 *Procesregeling*

De temperatuur in de trommel wordt gecontroleerd door het regelen van de gastoevoer naar de branders. Om emissie van pyrolysegas te voorkomen wordt in de trommel een lichte onderdruk gecreëerd die wordt opgewekt aan het eind van de gasbehandeling.

8.4.5 *Vergasser*

8.4.5.1 *Algemeen*

Vergassing is een thermisch conversieproces, waarbij het te vergassen materiaal gedeeltelijk oxideert onder toevoeging van lucht, zuurstof of stoom. Vergassen kan plaatsvinden bij een temperatuur van 800 tot 2.000 °C waarbij de reactie-energie wordt geleverd door de partiële oxidatie. De warmte wordt afgevoerd met het geproduceerde gas.

8.4.5.2 *Processen en installaties*

Proces

In het voorgenomen bedrijfsproces wordt vergast bij 1.250-1.400 °C onder toevoeging van zuivere zuurstof bij atmosferische condities. Kraken met lucht zou de gaskwaliteit negatief beïnvloeden door de verdunning met luchtstikstof en de vorming van NO_x . De voeding van de vergassing bestaat uit pyrolysegas en eventueel vloeibare oliehoudende afvalstromen (bijvoorbeeld uit de eigen olie-lijn).

Naast de voeding en de zuurstof kan stoom in de vergasser worden geïnjecteerd. Hiervoor wordt water uit de vuilwateropslag gebruikt. De functie van de waterinjectie is het voorkomen van roetvorming. Een ander effect van stoomvorming in de vergassers is dat het gasevenwicht $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ naar rechts gedrukt wordt. Voor de kwaliteit van het geproduceerde synthesesgas is het belangrijk een constante verhouding H_2/CO te hebben. Binnen zekere grenzen kan deze verhouding gestuurd worden door het variëren van de waterinjectie.

De verblijftijd in de vergasser is voldoende lang om alle koolwaterstoffen te kraken tot synthesesgas ($\text{CO} + \text{H}_2$). Het gevormde gas bevat naast H_2O verder nog enkele procenten CH_4 , N_2 , H_2S en HCl . Het uittrekkende gas is volledig vrij van verontreinigingen zoals fenolen en aromaten.

De oliehoudende afvalstromen kunnen kleine hoeveelheden mineralen en metalen bevatten die in de vergasser een slak zullen vormen. Deze slak wordt discontinu verwijderd.

Installaties

De vergasser zal zeer kort achter de pyrolysetrommel geplaatst worden om condensatie van roetdeeltjes te vermijden. Direct na de vergasser wordt met een warmtewisselaar (recuperator) het gas gekoeld naar circa 350 °C. De hierbij gewonnen warmte wordt in de vorm van thermische olie elders in de installatie gebruikt (zie ook hoofdstuk 10).

8.4.5.3 *Procesregeling*

Het geproduceerde gas wordt continu geanalyseerd en de gaskwaliteit wordt gestuurd door het regelen van de zuurstoftoevoer en de stoominjectie.

8.4.6 *Voorbereiding smelervoeding*

8.4.6.1 *Algemeen*

Doel van deze unit is het opwerken van het pyrolyseresidu tot een geschikte ingangsstroom voor de smelter en het bereiden van een geschikte smelervoeding door het mengen van verschillende stromen. Uit het pyrolyseresidu worden metalen teruggewonnen.

8.4.6.2 *Processen en installaties*

Processen

Van de (ferro- en non ferro) metalen is in de pyrolysetrommel vrijwel al het aangehechte kunststof en rubber omgezet in kool en gas, zodat metalen met een hoog rendement (90-95%) afgescheiden kunnen worden. De metalen worden afgevoerd naar de metaalindustrie. De resterende pyrolysekool wordt naar de opslagbunker voor de smelter gevoerd.

Installaties

Pyrolyseresidu wordt opgevangen in de koolbunker. Door deze bunker wordt inert gas gecirculeerd om het residu verder te koelen tot omgevingstemperatuur. Het circulatiegas wordt gekoeld met koelwater in een warmtewisselaar.

Het gekoelde residu wordt vervolgens verkleind in een hamerbreker om de metaalafscheiders te beschermen. Vervolgens wordt ferro-metaal afgescheiden met een magneetband. Het afgescheiden ijzer wordt in een container opgevangen. De volle container wordt buiten opgesteld in afwachting van transport naar een schroothandelaar.

Het ontijzerde materiaal wordt door een eddy-current scheider gevoerd waarmee non-ferro metalen afgescheiden kunnen worden. Het non-ferro metaal bestaat, bij de verwachte invoersamenstelling, grotendeels uit aluminium, koper en zink. Het wordt met een rendement van minimaal 90 % afgescheiden. Het resterende materiaal wordt gezeefd. De grote fractie wordt teruggevoerd naar de genoemde hamerbreker. De kleine fractie, de pyrolysekool (cokes) wordt in een bunker gebracht in afwachting van invoer in de smelters.

In andere opslagsilo's zijn gedroogde slibben, droog aangevoerde (vlieg-)assen en ander te smelten materiaal en minerale flux opgeslagen. Vanuit deze opslagen wordt in een mengbunker de juiste minerale voeding voor de smelter samengesteld die vereist is om de gewenste productkwaliteit te bereiken. Hierover kan meer worden gevonden in hoofdstuk 12.

Alle transportbanden en apparatuur in deze unit zijn gesloten uitgevoerd om emissies van stof en gassen te voorkomen.

8.4.6.3 *Procescontrole*

De buffer gevormd door de opslag van pyrolyseresidu en pyrolysekool is groot genoeg om de residu-afscheiding onafhankelijk van de procesvoering elders te bedrijven. Indien door omstandigheden de pyrolyse tijdelijk niet optimaal heeft gefunctioneerd (het residu bevat nog te veel brandbare stof), dan kan het residu via een aparte opslag teruggevoerd worden naar de pyrolyse.

8.4.7 *Smelter*

8.4.7.1 *Algemeen*

In het PEC proces wordt onder smelten een fysisch en chemisch proces verstaan, dat bij hoge temperaturen verloopt in de vloeistoffase. In een pyrometallurgische smeltreactor wordt de brandstof samen met de te smelten stof toegevoerd aan een smeltreactor, waarbij de brandstof met zuurstof vergast tot synthesegas. Door de partiële oxidatie stijgt de temperatuur in de reactor tot een niveau waarbij alle aanwezige mineralen en metaaloxiden smelten. De meeste metalen worden bij de hoge procestemperatuur en het reducerende milieu gereduceerd. Zware metalen zoals zink, cadmium, kwik en lood vervluchtigen bij de heersende temperatuur en worden met het synthesegas uit de reactor gevoerd. Deze metalen worden (met uitzondering van kwik) afgevangen als metaaloxidestof

in de gasreiniging. Andere metalen zoals ijzer, koper en zilver vormen, indien in significante hoeveelheden aanwezig, een smelt.

8.4.7.2 *Processen en installaties*

Processen

De smelter in het voorgenomen bedrijfsproces wordt bedreven bij ca. 1.450 °C. De voeding van de smelter bestaat uit:

- Gedemetalliseerd residu van de pyrolyse.
- Laagcalorisch (gevaarlijk) afval.
- Vloeibaar oliehoudend afval.
- Eventueel vast hoogcalorisch (gevaarlijk) afval.
- Eventueel minerale additieven (zand of kalk).

Daarnaast wordt aan de smelter zuurstof en eventueel stoom toegevoegd. Het kool uit het pyrolyseresidu en de olie uit het oliehoudende afval dienen als brandstof. Het gevormde synthesegas wordt naar de gasreiniging gevoerd. De gevormde minerale slak wordt afgetapt en stolt tot een vrij toepasbare bouwstof. Het wordt in containers afgevoerd voor een toepassing in de weg- of waterbouw. Indien de invoer veel metalen als ijzer, koper of zilver bevat dan kan de smelter zo bedreven worden dat zich onder de slakfase een metaalfase vormt die separaat gewonnen kan worden en geleverd kan worden aan de metallurgische industrie.

Installaties

De verwerkingscapaciteit van één smeltreactor bedraagt 20 à 30 kton per jaar. In VA1 zal één smeltreactor geplaatst worden.

De smelter is opgebouwd uit twee cilindrische compartimenten en een voorkamer. In het eerste compartiment wordt de voeding ingevoerd en versmolten. In dit compartiment zijn branders ingebouwd om zuurstof en eventueel vloeibare brandstof toe te voegen. Het afgas uit het eerste compartiment koelt in het tweede compartiment (de stralingskamer) af tot circa 900 °C, eventueel door de injectie van water. In het eerste compartiment worden een slakfase en een (zwaardere) metaalfase gevormd. De vloeibare slak wordt continu afgetapt vanuit een voorkamer waarin een brander geplaatst is om stollen te voorkomen. Metaal wordt naar behoefte discontinu afgetapt. Omdat de smelter is uitgevoerd met een voorkamer waarin de verblijftijd van slak en metaalfase lang genoeg is om de in de oven zelf gevormde scheidingslaag te laten verdwijnen, kunnen beide fasen volledig gescheiden getapt worden. Dit blijkt ook uit de praktijkproeven van de smelter in Velmede. De smelterwand bestaat uit een vuurvaste bekleding, omgeven door een koelmantel die wordt bedreven met koelwater. Hiervoor wordt een separaat koelsysteem inclusief luchtkoeler geïnstalleerd.

8.4.7.3 *Procescontrole*

De kwaliteit van de slak kan worden gestuurd door een gecontroleerde toevoeging aan de smelter van minerale toeslagstoffen die het uitlooggedrag en de mechanische eigenschappen van het slakproduct beïnvloeden. Hierdoor zal het gevormde smeltproduct te allen tijde kunnen voldoen aan de eisen die gesteld worden aan bouwstoffen, die zonder aanvullende voorzieningen kunnen worden toegepast (Bouwstoffenbesluit, categorie 1). De gaskwaliteit wordt geregeld door het sturen van de zuurstoftoevoeging en de waterinjectie.

8.4.8 Gasbehandeling

De te installeren gasbehandeling is afhankelijk van de gestelde eisen aan het uiteindelijke productgas en van de inputspecificaties van het afval. In VA1 zal het productgas gebruikt worden als stookgas in de branders van de pyrolysetrommel en in de WKC en zullen de hieruit gevormde rookgassen (continu) moeten voldoen aan de emissienormen. De gasreiniging zal bestaan uit:

- Natte gaswassing;
- Reheater en stoffilter;
- Condensatie;
- Ontzwaveling;
- Actief-kool filtratie.

De behandeling van de afgassen van de vergasser en de smelter kunnen gedeeltelijk geïntegreerd worden uitgevoerd. De natte wassing en de ontstoffing zullen apart voor smelter en vergasser worden uitgevoerd, de rest van de gasbehandeling wordt geïntegreerd met de andere lijnen. In de eindsituatie zullen mogelijk geheel gescheiden gasbehandelings-installaties worden opgesteld.

De specifieke samenstelling van het PEC-gas is gegeven in tabel 8.4d.

Tabel 8.4d: Typische samenstelling gasstromen PEC (volume %)

stroomnaam	pyrolysegas	kraakgas	gewassen kraakgas	smeltergas	gewassen smeltergas	gemengd	gemengd gekoeld
stroomnr.	6	7	35	20	34	36	37
N ₂	0,7%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%
O ₂	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CO	14,9%	29,1%	25,3%	32,7%	15,0%	20,9%	43,3%
CO ₂	8,9%	4,4%	3,8%	25,7%	11,8%	7,4%	15,4%
H ₂	3,0%	30,9%	27,0%	11,1%	5,1%	17,6%	36,6%
CH ₄	4,5%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
H ₂ S	0,4%	0,2%	0,2%	0,5%	0,2%	0,2%	0,4%
HCl	0,7%	0,7%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
C ₂ H ₄ O	6,8%	6,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
H ₂ O	60,1%	34,8%	43,4%	29,8%	67,8%	53,7%	3,9%

Het gasreinigingsproces van de eerste fase wordt hieronder uitvoeriger beschreven aan de hand van de opgestelde apparatuur.

8.4.8.1 Natte gaswassing

In de natte gaswassers worden zure componenten (voornamelijk HCl en sporen HF en HBr) en met het gas meegevoerd stof uitgewassen. Daarnaast fungeren de wassers als direct contact koeling voor het gas. Door verdamping van water daalt de gastemperatuur in de wassers tot circa 98 °C. De aanwezige metaaloxiden in het smelter afgas zijn fijn verdeeld en kunnen na de natte gaswassing worden afgescheiden. In het afgas van de vergasser zijn nauwelijks metaaloxiden aanwezig.

De wassers voor afgassen uit smelter en vergasser zijn daarom verschillend uitgevoerd:

- Afgas uit de vergasser wordt in een (zeer effectieve) venturiwasser behandeld, waarbij ook vrijwel alle stof wordt verwijderd.
- Afgas uit de smelter wordt in een (minder effectieve) druppelwasser behandeld, waarbij grof stof, zure componenten en meegesleurd zout wel, maar fijn stof niet of nauwelijks worden uitgewassen.

In de venturiwasser wordt het waswater in meestroom met het gas gecirculeerd. In de druppelwasser wordt het gas van onder naar boven in tegenstroom met het circulerende water gereinigd. In beide wassers wordt de zuurgraad in het waswater op peil gehouden met NaOH, dat onder pH-controle in het circulerend water wordt geïnjecteerd. Een deel van de circulatiestroom wordt gespuid, zodat het zoutgehalte in de watercirculatie op peil blijft. Het door spui en verdamping verbruikte water wordt gecompenseerd door een gecontroleerde toevoeging van grijs of schoon water. In het basisscenario wordt hiervoor de spuistroom van de koeltoren gebruikt. De spui van beide wassers ondergaat een chemisch/fysische zuivering (beschreven in hoofdstuk 9) alvorens te worden geloosd.

8.4.8.2 *Reheater en stoffilter*

Na het verlaten van de druppelwasser heeft het smeltergas een temperatuur van circa 98 °C. Voor verdere verwerking wordt het eerst opnieuw verhit tot circa 140 °C. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een brander waarin een kleine hoeveelheid gereinigd synthesesgas verbrand wordt met zuurstof. De kleine hoeveelheid rookgas kan worden meegevoerd met het gas. Het gewassen smeltergas wordt vervolgens in het zakkenfilter gefilterd. Hier wordt het metaaloxidedstof verwijderd, opgevangen en aan derden geleverd. Indien het metaaloxide niet aan de specificaties van de afnemer voldoet, kan het opnieuw aan de smelter toegevoerd worden. Er zal dus nooit sprake zijn van naar derden af te voeren, niet herbruikbaar gasreinigingsresidu.

Nadat beide gasstromen een natte wassing hebben ondergaan en uit het smeltergas het stof verwijderd is, worden beide gasen samengevoegd.

8.4.8.3 *Condensatie*

De gecombineerde gasstroom bevat veel waterdamp en wordt in direct contact met een circulerende koud water stroom gekoeld waarbij al het water condenseert. Eventueel nog in het gas aanwezig stof wordt hierbij verder uitgewassen. De circulerende waterstroom wordt op temperatuur gehouden in een warmtewisselaar met koelwater. Er is een spui om het gecondenseerde water af te voeren naar de grijswateropslag of de opslag van suppletiewater voor de koeltoren.

8.4.8.4 *Ontzwaveling*

H₂S wordt in twee processtappen geoxideerd tot elementaire zwavel. Eerst absorbeert H₂S tot HS⁻ in een licht alkalische wasvloeistof (pH = 8,5). Vervolgens wordt het waterstofsulfide in een bioreactor geoxideerd tot elementair zwavel dat in vaste vorm verwijderd wordt en een nuttige toepassing kan vinden. In deze bioreactor wordt eventueel ook het waswater van de ontzwaveling van de hydrofining-unit uit de olie-lijn geoxideerd.

8.4.8.5 *Actief-kool filtratie*

Het gas wordt tenslotte nabehandeld in een actief kool waarin olie sporen, kwikdamp, organische verbindingen en stof uit het kraakgas verwijderd worden. Het filter is als moving bed uitgevoerd. Daarbij wordt verse kool continu aangevoerd. Het met kwik beladen actieve kool zal naar een verwerker van gevaarlijk afval worden afgevoerd of worden teruggeleverd aan de leverancier. In de onderstaande tabel is een typische samenstelling van het gas, voor en na de diverse reinigingsstappen weergegeven. De samenstellingen hebben betrekking op basisscenario VA1. De stroomnummers verwijzen naar het flowschema van de PEC in bijlage 8.3.

8.4.9 Zuurstofproductie

Voor het bedrijven van de vergasser(s) en de smelter(s) is (minimaal 90% zuivere) zuurstof nodig. In VA1 is de jaarlijkse zuurstofbehoefte ca. 10^7 Nm^3 . Indien deze zuurstof niet tegen voldoende aantrekkelijke economische condities kan worden ingekocht, zal een eigen zuurstofvoorziening worden geïnstalleerd, waarmee de benodigde zuurstof geproduceerd wordt. De installatie zal waarschijnlijk worden gehuurd van een zuurstofleverancier.

De betrokken inrichting is een PVSA (Pressure Vacuum Swing Absorption)-eenheid, waar stikstof door absorptie aan moleculaire zeven uit de lucht wordt verwijderd. De zuurstof blijft dan over. Elektriciteit voor het bedrijven van de installatie wordt onttrokken van het openbare elektriciteitsnet of van de eigen WKC.

8.4.10 Opstart- en aflooppcedures

Bij het opstarten van de PEC worden eerst de pyrolyseoven, vergasser en smelter op hogere temperatuur gebracht en wordt de voeding langzaam toegevoerd. Bij opstarten wordt voor de voeding van de pyrolysetrommel gebruikt gemaakt van materiaal dat geen halogenen en metalen bevat, zoals schone biomassa. Hierdoor kunnen geen vervuilende emissies optreden wanneer het gas tijdens opstarten naar de fakkel gevoerd wordt. Voor ondervuring van de trommel wordt tijdens opstarten (wanneer geen synthesegas beschikbaar is) gebruik gemaakt van schone brandstof. Hiermee wordt ook de smelter verhit. Bij stoppen van de installatie wordt deze eerst leeggedraaid en wordt daarna afgekoeld. Voor storingssituaties wordt verwezen naar hoofdstuk 11.

8.5 Eindfase

8.5.1 Algemeen

In de eindfase zullen ten opzichte van de eerste fase geen nieuwe processen worden toegepast. Wel wordt de capaciteit van de PEC installatie vergroot. Uitbreiding van de capaciteit van de PEC-lijn vindt plaats door het bijplaatsen van procesunits met dezelfde capaciteit als de units uit VA1. Hierdoor worden onzekerheden als gevolg van het opschalen van procesunits voorkomen. De volgende procesunits zullen, eventueel gefaseerd, bijgeplaatst worden:

- Een peddeldroger voor RWZI-slib;
- Drie pyrolyse units;
- Drie vergassers;
- Drie smelters.

De nieuwe units functioneren op dezelfde wijze als de in 8.4 beschreven units van VA1 en zullen in dit onderdeel niet apart behandeld worden.

De voorbewerking en de gasreiniging zullen in VA2 wel enige wijzigingen ondergaan t.o.v. VA1 en worden hieronder apart besproken. Daarnaast zal één PEC-lijn in VA2 worden uitgerust voor de verwerking van twee afvalstromen die nadere aandacht behoeven:

- Kwikhoudend afval;
- Asbesthoudend afval.

De verwerking van deze stromen wordt hieronder apart besproken.

8.5.2 Voorbewerking

8.5.2.1 *RWZI-droger*

De capaciteit voor het drogen van zuiveringsslib wordt uitgebreid door het plaatsen van een derde peddeldroger die op dezelfde wijze zal functioneren als beschreven in 8.3.2.3

8.5.2.2 *Gevaarlijk afval droger*

De capaciteit voor het drogen van C2- en C3 slibben zal, net als de meeste onderdelen van de PEC-lijn, verviervoudigd worden ten opzichte van VA1.

8.5.2.3 *Drogen en verkleinen pyrolysevoeding*

In tegenstelling tot VA1 zullen er in VA2 in de pyrolyse te verwerken ingangsstromen worden geaccepteerd, die te vochtig zijn voor directe verwerking in de pyrolysetrommels. Hiervoor zal een aparte droog-unit worden geïnstalleerd waarbij zoveel mogelijk gebruik zal worden gemaakt van de restwarmte van andere units. De shredder in de voorbereiding van de pyrolysevoeding zoals beschreven in 8.4.3.1 (VA1) is mogelijk ongeschikt voor het verkleinen van bepaalde gevaarlijke afvalstromen zoals gebruikte chemicaliënverpakkingen. voor dergelijke stromen zal in dit geval een aparte shredder geïnstalleerd worden met afdoende emissiebeperkende voorzieningen.

8.5.2.4 *Mengen van ingangsstromen*

Mengen van de 'nieuwe' ingangsstromen in deze fase zal plaatsvinden door een gelijktijdige verwerking van deze stromen met andere stromen in de smelter (dus geen menging vooraf). Het feit dat deze vorm van menging onvermijdelijk is voor het verkrijgen van de juiste productkwaliteit komt uitvoeriger aan bod in hoofdstuk 12 en in 8.4.4 en 8.4.5.

8.5.3 Gasbehandeling

De gasbehandeling zal in VA2 bestaan uit dezelfde wasstappen als in VA1 en zal in capaciteit worden aangepast aan de grotere hoeveelheden afgassen van de vergasser en de smelter. De gasreiniging van één smelter-lijn zal specifiek worden uitgerust voor de verwerking van kwikhoudende stromen. Specifieke aanpassingen ten behoeve van de verwerking van kwikhoudende stromen komen in de volgende paragraaf aan bod.

8.5.4 Verwerking van kwikhoudend afval

In de eerste fase (VA1) zullen geen afvalstromen met een hoog kwikgehalte (>10 ppm) verwerkt worden. In de eindfase (VA2) zal de toevoer van een van de smelters zodanig worden aangepast, dat deze geschikt is voor de verwerking van kwikhoudende stromen. Het uitgangspunt voor de verwerking in een PEC-unit is het voorkomen van kwikemissies (0% emissies) en het volledig afscheiden van het kwik (100% verwijdering).

Alle soorten kwikhoudende stromen kunnen worden verwerkt, omdat alle kwikhoudende verbindingen bij de in de smelter heersende temperaturen volledig worden afgebroken. De enige voorwaarde is dat het materiaal klein genoeg is om rechtstreeks in de smelter gebracht te worden. Met name met kwik verontreinigde installatie-onderdelen kunnen dus niet worden verwerkt.

De beoogde kwikstromen zijn, met in acht name van de genoemde beperkingen, met name met kwik beladen actief-kool en met kwik verontreinigde slibben. Deze stromen zijn merendeels afkomstig uit de aardgasproductie (aardgas bevat van nature kwik in lage concentraties).

De belangrijkste voorzieningen en proceskenmerken zijn:

- uitsluitend afname van erkende inzamelaars;
- luchtdicht transport en opslag;
- op lichte onderdruk bedreven opslag- en werkruimten, met luchtsluizen;
- rechtstreekse invoer in de smelter (geen pyrolyse);
- *synthesegasfiltratie met koolfilters*;
- verwerking van afgewerkte kool als kwikhoudend afval in dezelfde PEC-unit.

De verwerking van kwikhoudende stromen geschiedt, afhankelijk van de aangevoerde hoeveelheden, vol continu of in partijen ('batches'). Op grond van de markt voor de verwijdering van kwikhoudend afval, wordt naar verwachting minder dan 1% van de capaciteit van de smelter daadwerkelijk gebruikt voor de verwerking van kwikhoudende afvalstromen. Tijdens de verwerking treedt dus een aanzienlijke verdunning van de kwikconcentratie in de smelter op.

Er is geen technisch acceptatiecriterium voor het percentage kwik in de ingangsstromen. Kwikhoudende stromen zijn echter vanwege hun samenstelling niet geschikt als enige ingangsstroom voor de smelter. Alleen door ze te mengen met andere ingangsstromen en hulpstoffen worden adequate gas- en slakkwaliteiten verkregen en wordt de energietoevoer van het (autotherme) smeltproces verzekerd. Dit geldt overigens niet alleen voor de verwerking van kwikhoudend afval, maar voor alle te verwerken stromen. Voor een nadere beschrijving van de procesvoering van de smelter wordt daarom verwezen naar de betreffende paragraaf (8.4.8).

Voor zover hier van belang, is de consequentie van de eisen die aan de receptuur voor de smeltmassa worden gesteld, dat het percentage kwik daarin veel lager moet zijn dan in de kwikhoudende deelstromen. Gezien het verwijderingsrendement (zie hierna) geldt ook voor de totale smeltmassa geen criterium t.a.v. het kwikpercentage. Hierna wordt in meer detail op de te treffen voorzieningen ingegaan.

8.5.4.1 *Het voorkomen van kwikemissies.*

Hier worden de algemene maatregelen ter voorkoming van kwikemissies beschreven. Daarna wordt, bij de beschrijving van de processen, per onderdeel aangegeven welke maatregelen worden getroffen:

- Kwikhoudende ingangsstromen (< 10 cm) zullen geen voorbereiding ondergaan maar direct in de smelter verwerkt worden. De kwik-smelter zal voorzien worden van een speciale voeding voor kwikhoudend materiaal die stromen met een deeltjesgrootte tot circa 10 cm. kan accepteren.
- Kwikhoudend materiaal wordt in dampdichte transportmiddelen aangevoerd, zo nodig door verwarming ingedampt en opgeslagen. De vrijkomende dampen worden via een koolfilter geleid, om de aanwezige kwikdamp te verwijderen. Afgewerkt filtermateriaal wordt in dezelfde PEC-unit verwerkt als kwikhoudend afval.
- Alle opslag- en werkruimten worden emissievrij uitgevoerd, De opslagruimten zijn dampdicht. Werkruimten en geopende opslagruimten worden op lichte onderdruk bedreven en hebben luchtsluizen. Hiermee worden ongecontroleerde emissies voorkomen.
- De smelter heeft geen proces afgassen, alleen productgas. De gasreiniging wordt uitgevoerd met een extra actief koolfilter vóór de ontwaveling om verontreiniging van de biologische ontwaveling te voorkomen. Afgassen uit werk- en opslagruimten en productgassen worden via een koofilter geleid. Dampvormig kwik blijft in dit filter achter. Hiermee worden kwikemissies naar de lucht voorkomen. Alle filters worden dubbel (parallel) uitgevoerd, zodat bij storing of onderhoud van een filter de emissievrije bedrijfsvoering verzekerd blijft.
- Spoel- en schrobwater wordt beschouwd als kwikhoudend afval en gebruikt als waswater in de kwik-gasreiniging (make up HCl-wasser).

- Alle werkzaamheden worden uitgevoerd door daartoe opgeleid personeel, zondig voorzien van beschermende kleding.

8.5.4.2 *Buffer en invoer*

Er wordt een gesloten invoersysteem geïnstalleerd, bestaande uit een op lichte onderdruk bedreven losruimte met een invoerband. In deze ruimte staat tevens het bedieningspaneel voor de invoerband. Verpakt klein kwikhoudend materiaal wordt direct bij aankomst of vanuit de luchtdichte opslagruimte aangevoerd en op de invoerband gelegd. De smelter heeft twee afsluitbare invoertrechters, een voor kwikhoudende stromen en een voor de andere stromen en hulpstoffen.

8.5.4.3 *Procesbeschrijving*

In de smelter heerst onderdruk, die zuigt aan de invoertrechters. Er kunnen dus geen gassen terugslaan naar de invoerketen. Al het ingevoerde kwik komt in de gasfase terecht. Bij afkoeling in de natte (voor dit doel separate) gaswasser en de gaskoeler zal zich een laag vloeibaar kwik vormen, die regelmatig wordt afgetapt. Het kwik wordt als product verkocht. Het verwijderingsrendement van de beschreven processen wordt bepaald door de dampspanning van kwik in het gas en dus door het kwikgehalte in de voeding. Bij een kwikgehalte van 5,0% in de smeltervoeding is het verwijderingsrendement 99,8% (waarvan 55% in de zuurgaswasser). De overige 0,2% wordt afgevangen op het extra koolfilter. Het verwijderingsrendement is altijd minimaal 99%. Het filter wordt gemonitord op eventuele doorslag van kwikdamp. Bij het bereiken van de ontwerpbelading (3 gewichts-%) worden de filters verwijderd als kwikhoudend afval en aan de ingangstroom toegevoegd. Het gefilterde synthesegas wordt regelmatig bemonsterd en op de aanwezigheid van kwik gecontroleerd. De kwikdamp concentratie in het synthesegas is maximaal 5 pbb. Het totale verwijderingsrendement is dus nagenoeg 100%.

Van zichzelf niet-kwikhoudende stromen worden in deze speciale smelter op dezelfde wijze verwerkt als wel kwikhoudende stromen, zodat 'Cross contaminatie' met kwik tussen te bewerken reststromen geen bezwaar is.

Met kwik verontreinigde installatie-onderdelen (onderhoud) zullen worden gereinigd voordat ze worden afgevoerd. Het afkomende schrob- en spoelwater en slib wordt beschouwd als kwikhoudend afval en als zodanig gebruikt als kool-/waswater in de gaswasser.

8.5.4.4 *Procescontrole*

Indien een storing optreedt bij de aanvoer van kwikhoudend materiaal, wordt de smelter via een separate invoer in bedrijf gehouden met reguliere (niet kwikhoudende) stromen en hulpstoffen. Indien storing optreedt in de aanvoer van de reguliere stromen of hulpstoffen, wordt de aanvoer van kwikhoudende stromen gestaakt, omdat deze naar hun aard niet geschikt zijn om alleen daarmee de smelter te blijven voeden (onvoldoende slakkwaliteit).

Indien een storing optreedt in de smelter of in de gaswasser wordt, afhankelijk van de aard van de storing wordt het smeltproces stilgezet, de aanvoer gestopt en de storing verholpen. De verwerkingsketen is door de volledig gesloten uitvoering geschikt om stil te leggen, zonder dat daardoor emissies optreden.

Aandachtspunten zijn het op- en aflopen van de smelter, en processtoringen. Bij het aflopen van een op bedrijfstemperatuur gebrachte smelter zal het kwik vergassen en op de reguliere wijze worden afgezogen via de koolfilters. Bij een vroegtijdige onderbreking, tijdens het opstarten van de installatie bestaat echter de mogelijkheid dat de temperatuur nog zo laag is, dat vaste of vloeibare kwik of kwikverbindingen achterblijven. Daarom wordt de smelter eerst op bedrijfstemperatuur gebracht zonder kwikhoudend materiaal. Hetzelfde geldt voor het gecontroleerd aflopen van de

installatie, dat eveneens zonder kwikhoudend materiaal geschiedt. De voor een bruikbare slak gewenste verblijftijd in de smelter is ca. 1 uur. De installatie is daarom voorzien van (dubbele) branders, waarmee de smeltmassa onder alle omstandigheden op temperatuur kan worden gehouden of gebracht.

8.5.4.5 *Calamiteiten*

In vergelijking met 'gewone' smelter ontstaan door de verwerking van kwikhoudende stromen geen andere extra risico's dan het vrijkomen van kwikdamp. Een dergelijke gebeurtenis is veiligheidstechnisch niet maatgevend ten opzichte van de ongevalsscenario's, zoals beschreven in hoofdstuk 11.

8.5.5 *Verwerking van asbesthoudend afval*

8.5.5.1 *Algemeen*

In de eindfase zal de PEC-lijn zodanig worden aangepast, dat deze geschikt is voor de verwerking van asbest houdend afval in de smelters. Een smelter produceert o.a. slakmateriaal, dat kan worden gebruikt als bouwstof. Voor een goede slakkwaliteit is o.a. magnesiumoxide nodig. Asbest bestaat voor een deel uit (kristallijn) magnesiumoxide. Het verwerken van asbest vervangt het gebruik van magnesiumoxide als toeslagmateriaal.

De verwerking van asbest houdende stromen geschiedt, afhankelijk van de aangevoerde hoeveelheden, vol continue of in partijen ('batches'). Door mengen met andere ingangsstromen en hulpstoffen worden adequate gas- en slakkwaliteiten verkregen en wordt de energietoevoer van het (autotherme) smeltproces verzekerd. Dit geldt niet alleen voor de verwerking van asbest, maar voor alle te verwerken stromen. Voor een algemene beschrijving van de procesvoering van de smelter wordt verwezen naar de betrokken paragraaf.

Alle asbestsoorten kunnen worden verwerkt, omdat ze bij de in de smelter heersende temperaturen volledig hun structuur verliezen. Het uitgangspunt is het voorkomen van zwevend asbeststof en asbestemissies en het volledig afbreken van het asbest. De belangrijkste voorzieningen en proceskenmerken zijn:

- Uitsluitend afname van erkende asbestverwijderaars / inzamelaars.
- Luchtdicht gesloten transportverpakking.
- Afgesloten of op lichte onderdruk bedreven ruimten, waar nodig met sproei installaties
- Een shredderinstallatie om de grotere stukken asbest (voornamelijk plaatmateriaal) te verkleinen. Hierin zijn ook sproeiers geïnstalleerd om asbest waarvan de verpakking is verbroken vochtig te houden
- De pyrolyse wordt overgeslagen, het asbest gaat rechtstreeks naar de smelter.
- De asbest wordt in de smelter bij de daar heersende temperatuur volledig gesmolten.

8.5.5.2 *Het voorkomen van asbestemissies*

Hier worden in meer de detail maatregelen ter voorkoming van asbestemissies algemeen beschreven. Vervolgens wordt, bij de beschrijving van de processen, per onderdeel aangegeven welke maatregelen worden getroffen.

- Het asbest wordt uitsluitend in gesloten verpakking betrokken van daarvoor erkende verwijderaars/inzamelaars. De grootste stroom is asbest plaatmateriaal (ca. 1 bij 1,2 meter), afkomstig uit de bouw. Omdat deze platen door shredder gaan, dienen ze vrij van grof puin en grote metalen delen te worden aangeleverd. Klein asbesthoudend materiaal mag wel in combinatie met andere materialen worden aangeleverd, omdat dit rechtstreeks de smelters in gaat.
- Om zwevend asbeststof en asbestemissies te voorkomen, worden alle binnenruimten emissievrij uitgevoerd. Opslagruimten worden luchtdicht uitgevoerd. Geopende opslagruimten en

werkruimten worden op lichte onderdruk bedreven. Alle ruimten zijn voorzien van luchtsluizen. De afgezogen lucht wordt via een filter naar de atmosfeer afgelaten. Eventueel zwevend asbest blijft in dit filter achter.

- De afgasfilters van de ventilatie zijn bereikbaar vanuit de op onderdruk bedreven ruimten. Afgewerkte filters worden verwijderd door de luchtstroom om te leiden naar een tweede, parallel geschakeld filter en vervolgens het te verwijderen filter luchtdicht te verpakken (alle werkzaamheden geschieden zoals gezegd conform het Arbeidsomstandighedenbesluit). Het verpakte afval wordt vervolgens in de daarvoor bestemde opslagruimte of de shredder gebracht.
- Alle ruimten voor de opslag, het transport of de verwerking van onverpakt asbest houdend materiaal worden door sproei-ers vochtig gehouden. Aan de ingangsstroom voor de shredder wordt water toegevoegd. Met deze maatregelen wordt de vorming van zwevend asbeststof zoveel mogelijk voorkomen.
- Het sproei- en proceswater wordt gerecirculeerd via een filter, waarmee het asbest wordt verwijderd. Na afloop van het verwerken van een partij asbest worden alle ruimten gereinigd. Het daarbij gebruikte spoelwater wordt eveneens via het filter afgevoerd voor hergebruik of zuivering en lozing. Als alternatief kan worden overwogen om alle waterstromen te beschouwen als asbesthoudend afval, en ongefilterd af te voeren naar de smelter. Daardoor wordt het watermanagement complexer en zijn meer bufferruimten nodig, maar ontstaat minder afgewerkt filtermateriaal.
- Al het afgewerkte filtermateriaal wordt verwijderd als asbest houdend afval en aan de ingangsstroom toegevoegd.
- Alle werkzaamheden worden uitgevoerd door daartoe opgeleid personeel, zondig voorzien van beschermende kleding, e.e.a. conform het Arbeidsomstandighedenbesluit - Afdeling 5 Asbest- (Ministerie SZW, Stb. 1997, nr. 60). Tevens wordt een regime van blootstellingsmetingen ingesteld, conform NEN-EN 689. De concentratie van asbeststof in de lucht mag de grenswaarde van 0,30 vezel per kubieke centimeter - vastgesteld, berekend of gemeten over een referentieperiode van acht uur - niet overschrijden. Indien dat wel gebeurt, moet eerst worden nagegaan of de concentratie verlaagd kan worden. Indien dat niet kan, moet beschermende kleding worden gedragen (maskers e.d.).

8.5.5.3 Voorbehandeling en buffer

Er wordt een gesloten invoersysteem geïnstalleerd, bestaande uit een op lichte onderdruk bedreven losruimte met een invoerband. In deze ruimte staat tevens het bedieningspaneel van de shredderinstallatie. Het verpakte asbest wordt direct bij aankomst of vanuit een luchtdichte opslagruimte aangevoerd en op de invoerband gelegd.

De transportband leidt naar een tweede, eveneens op onderdruk bedreven ruimte, waar een shredderinstallatie staat opgesteld. In deze ruimte werkt tevens een sproei installatie, waardoor asbeststof direct neerslaat.

Het verpakte asbest valt vanaf de transportband via een invoertrechter in de shredderinstallatie, waar het asbest en het verpakkingsmateriaal worden vermalen. Tijdens het shredderen wordt tevens water toegevoegd, om stofvorming te voorkomen. De verpakking van het asbest gaat pas open tijdens het shredderproces. De verwerkingscapaciteit van het invoersysteem is maximaal 2.000 kg/uur.

Het materiaal dat uit de shredder komt is vochtig en kleiner dan 5mm. Het wordt met een afvoerband via een gesloten, op onderdruk bedreven kanaal afgevoerd naar de smelters, of naar een gesloten opslagruimte, waar het vochtig wordt gehouden. Van daaruit wordt het met eenzelfde op onderdruk bedreven afvoerband. De smelters zelf worden eveneens op onderdruk bedreven en 'zuigen' aan de invoerzijde, zodat geen zwevende deeltjes terug kunnen slaan.

8.5.5.4 Procescontrole / calamiteiten

Tijdens het proces is de (afgesloten) shredderruimte onbemand. Het shredderproces wordt op afstand bewaakt. Calamiteiten in de zin van explosie, brand of het verspreiden van giftige stoffen zijn niet mogelijk, door het ontbreken van daarvoor geëigende materialen en processen/installaties.

Calamiteiten zijn alleen mogelijk door van buiten komende oorzaken. De activiteiten die samen hangen met de aanvoerketen geschieden daarom op een afgescheiden terreingedeelte, waar alleen vrachtwagens voor het aanvoertransport mogen komen. Door beton/staal barrières wordt voorkomen dat de vrachtwagens schade aan de invoerketen veroorzaken. De afstand tot de overige installaties wordt zo groot gehouden, dat brand of explosie buiten het afgescheiden terreingedeelte de invoerketen niet kunnen beschadigen.

Indien een storing optreedt in de smeltreactor wordt, afhankelijk van de aard van de storing, de samenstelling van de invoer gewijzigd. In een uiterste geval wordt het smeltproces stilgezet en de aanvoer gestopt en de storing verholpen. De aanvoerketen (gesloten) is naar zijn aard geschikt om stil te leggen, zonder dat daardoor emissies optreden. Bij storingen in de asbestaanvoer wordt de smelter met andere ingangsstromen (via de andere invoertrechter) in bedrijf gehouden. Bij storing in de aanvoer van de andere materialen wordt de aanvoer van asbest (en de smelter) stil gelegd, omdat de smelter niet alleen met asbest kan worden bedreven.

Aandachtspunten zijn het op- en aflopen van de smelter, en processtoringen. Bij het aflopen van een op bedrijfstemperatuur gebrachte smelter zal het aanwezige asbest volledig worden afgebroken op de resttemperatuur van de smeltmassa en de eventuele naverwarming. De smelter zal in dat geval enige tijd door draaien met behulp van ingevoerde brandstof, zonder aanvoer van nieuwe invoerstroom, waarna de gevormde slak afgevoerd wordt. De voor een bruikbare slak gewenste verblijftijd in de smelter is ca. 1 uur.

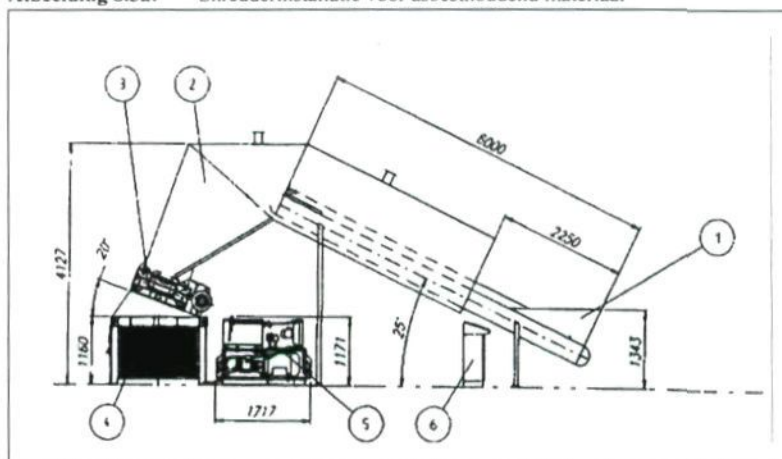
Bij een vroegtijdige onderbreking, tijdens het opstarten van de installatie bestaat de mogelijkheid dat de temperatuur nog zo laag is, dat asbest achter blijft. Daarom zal de smelter altijd eerst op bedrijfstemperatuur worden gebracht zonder asbest houdend materiaal.

8.5.5.5 De shredderinstallatie

Afbeelding 8.5a geeft de shredderinstallatie weer.

Afbeelding 8.5a: Shredderinstallatie voor asbesthoudend materiaal

- Legenda**
- 1 = Invoerband
 - 2 = Invoertrechter
 - 3 = Shredder
 - 4 = Standaard met afvoerband
 - 5 = Hydraulische krachtbron
 - 6 = Bedieningspaneel





Milieueffectrapport
Recycling and Utilities North

9

Integraal watermanagement

MERlijn / OAG

Koninginnegracht 23, 2514 AB, Den Haag
tel. (070) 426 00 40, fax (070) 426 00 41
e-mail : merlijn@oag.nl
<http://www.oag.nl>

Den Haag : Juli 1998
Document : G:\OAG\Hoofdstuk 9

INHOUDSOPGAVE

9	INTEGRAAL WATERMANAGEMENT	1
9.1	Overview waterhuishouding en -systemen North Refinery	1
9.2	Bronnen van verontreinigd afvalwater	3
9.2.1	Proces(afval)water	3
9.2.2	Plateauwater	5
9.2.3	Tankdrainwater	5
9.2.4	Spoel-/schoonmaak- en bluswater	5
9.2.5	Laboratoriumafvalwaterstromen	5
9.3	Procesinstallaties	6
9.3.1	Algemeen	6
9.3.2	PACT-waterzuivering	6
9.3.3	Nieuwe biorotor	10
9.3.4	Ultrafilter	11
9.4	Ondergrondse opvangsystemen	11
9.4.1	Het drainagesysteem	11
9.4.2	Het rioleringsysteem	12
9.4.3	Het afvalwaterriool	12
x 9.5	Specificaties van afvalwaterstromen	12
9.5.1	Afvalwaterstromen naar de PACT-zuiveringsinstallatie	13
9.5.2	Influent en effluent specificaties PACT zuivering	14
9.5.3	Lozingslimieten PACT zuivering	16
9.5.4	De afvalwatersstroom uit de nieuwe biorotor	20
9.5.5	Effluent specificaties nieuwe biorotor	21
9.5.6	(Afval)waterstromen uit de PEC- unit	21
9.5.7	Totale lozingen op de persleiding/oppervlaktewater	24
9.6	Mogelijkheden van interne en externe waterhergebruik (cascadering)	25

9 INTEGRAAL WATERMANAGEMENT

9.1 Overview waterhuishouding en -systemen North Refinery

Vanuit het perspectief van hergebruik van waterstromen binnen de voorgenomen activiteiten, wordt in dit hoofdstuk inzicht gegeven in de waterhuishouding. Veel van de ingangsstromen hebben een substantieel watergehalte. Dit water komt bij de be-/verwerking van de ingangsstromen vrij. Dit kan bijvoorbeeld al het geval zijn bij de opslag van de ingangsstromen (door het uitzakken van water in de opslagtank), maar ook bij processtappen elders in de installatie.

In het algemeen worden alle waterstromen die vrijkomen bij de be-/verwerkingsprocessen na het passeren van de PACT-waterzuiveringsinstallatie geloosd op het oppervlaktewater. Hergebruik vindt bij het huidige bedrijf slechts plaats op kleine schaal, bijvoorbeeld voor het schoonspoelen van tanks en verontreinigde procesonderdelen. Voor de voorgenomen activiteit is optimalisatie van het watergebruik gewenst, gezien de verwachte toename van het waterverbruik, de milieubelasting en de kosten. Door de toegenomen activiteiten nemen de hergebruiksmogelijkheden voor het de vrij komende water ook toe, en is kringloopsluiting beter haalbaar.

Vanaf de eerste fase zullen de diverse waterstromen gescheiden worden opgevangen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen primaire en secundaire waterstromen.

- **Primair:** Water dat onderdeel uit maakt van de ingangsstromen en schoonhemel-/drainagewater. Dit water is in principe herbruikbaar.
- **Secundair:** Water dat vrijkomt bij het be-/verwerken van de ingangsstromen. Afhankelijk van de ontstane waterkwaliteit kan het eveneens hergebruikt worden. De benodigde waterkwaliteit is gerelateerd aan de functies die het water vervult. Binnen de installaties kan secundair water bijvoorbeeld hergebruikt worden als:
 - » Proceswater, dat weliswaar al in een procesonderdeel gebruikt is en/of vrijkomt, maar voor een ander proces toch geschikt is.
 - » Spoelwater dat gebruikt wordt voor het schoonmaken van verontreinigde procesonderdelen en tanks.
 - » Sturingswater dat bijvoorbeeld gebruikt kan worden voor het geschikt maken van andere stromen voor verwerking in een bepaald proces.

Afhankelijk van de ingangsstroom en de be-/verwerking van deze stromen worden de volgende waterstromen op basis van de waterkwaliteitsaspecten als volgt gedefinieerd:

- Grijs water: proceswater dat voldoet aan de lozingslimiet¹ voor de persleiding en het oppervlaktewater;
- 'Inspec' water: proceswater dat voldoet aan de **influent specificaties** van de PACT-waterzuiveringsinstallatie of de nieuwe biorotor-installatie (zie paragraaf 9.3.1).
- Vuil water: proceswater dat niet voldoet aan de influent specificaties;
- 'Sup' water: suppletiewater dat voldoet aan de influentspecificaties van de koeltoren van de PEC-unit.

¹ Voor zover niet expliciet anders is aangegeven, wordt met de lozingslimiet de aangevraagde lozingslimiet voor het PACT-effluent bedoeld.

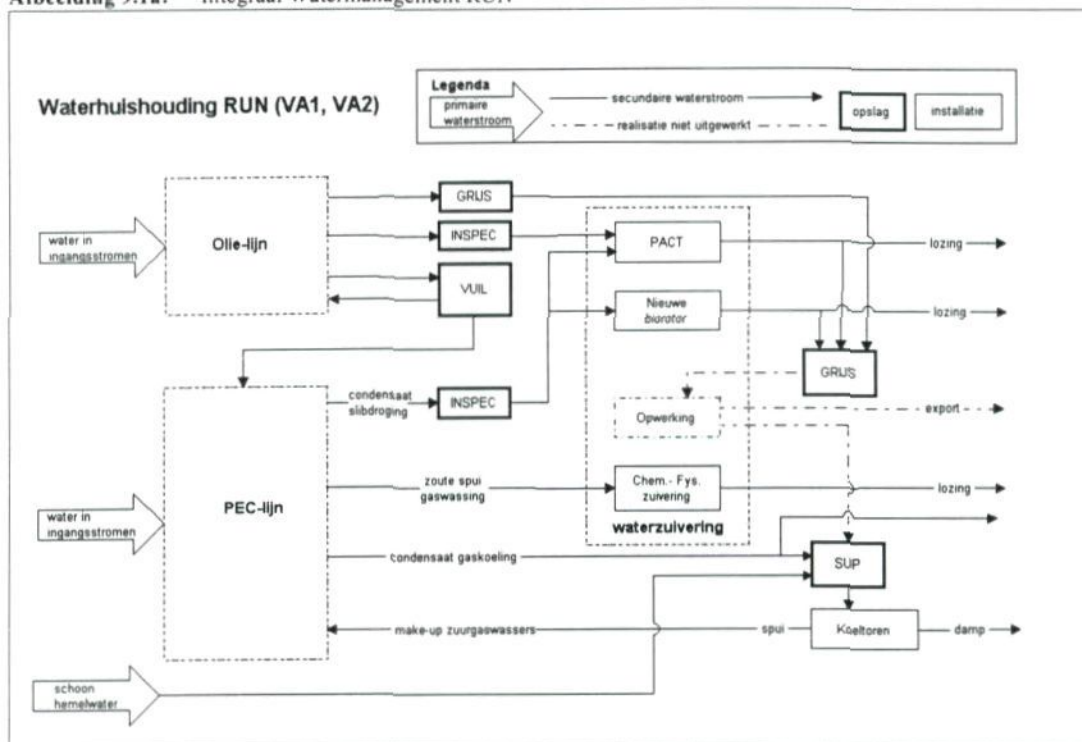
Tabel 9.1a geeft een overzicht van de in principe voor hergebruik beschikbare waterstromen. Voor de definitie van de verschillende waterstromen in deze tabel wordt verwezen naar paragraaf 9.5.1. De getallen geven een inzicht in de hoeveelheden vrijkomend water in de huidige situatie, de eerste fase en de eindfase van de voorgenomen activiteit. De vrijkomende waterstromen hebben verschillende kwaliteiten zoals hiervoor is aangegeven. De aangedragen kwantiteiten vloeien voort uit de massabalans van de 'base case', die is uitgewerkt in de bijlage behorende bij hoofdstuk 5.

Tabel 9.1a: In principe voor hergebruik beschikbare stromen water.

Secundaire waterstromen Bronnen en kwantiteiten (ton/jr)				
OLIE - LIJN				
Diverse onderdelen	Categorie	Huidige situatie	Eerste fase	Eindfase
Boorgruis Recycling Plant-water	Inspec	1.790	3.530	3.380
Destillatiewater: - 2-trapsverdamer - Atmosferische destillatie - Ontwateringsinstallatie 'zware fractie' - Vacuüm destillatie - Destillatiewater bij hydrofining	Inspec	3.921	6.692	1.4748
Waswater hydrofining/nafta	Inspec	-	4.053	9.222
Niet thermisch water	Inspec	7.875	1.1970	29.700
Verontreinigd spoel-/schoonmaakwater	Inspec	400	950	1.790
PEC - LIJN				
Slibdroogcondensaat (RWZI-slib)	Inspec	-	38.749	4.8484
PEC-condensaat afkomstig van de gaskoeling *)	Inspec/grijs/sup	-	ca 45.000	ca. 160.000
OVERIGE BRONNEN				
Hemelwater	Grijs/inspec/sup	1.400	3.425	4.825
*) Indien het condensaat niet voldoet aan de lozingslimieten wordt het opgeslagen in een wateropslag voor suppletiewater, dat als koelwater ingezet zal worden voor de koeltoren van de PEC-unit Opm 1: vuilwater is niet opgenomen in de tabel in verband met de huidige acceptatiecriteria voor de ingangstromen. Deze zijn afgestemd op de PACT-waterzuivering. Bij de voorgenomen activiteiten zullen ook andere verwerkingsmogelijkheden beschikbaar zijn waardoor het wel mogelijk is andere ingangstromen in te nemen. Het is niet ondenkbaar dat vuilwater als primaire waterstroom wordt ingenomen en daarna verwerkt door een daarvoor geschikt installatieonderdeel.				

In afbeelding 9.1a is een schema van de toekomstige waterhuishouding weergegeven. Opgemerkt wordt dat het condensaat van de drogers uit de PEC-lijn twee stromen omvat, namelijk het condensaat van de C2/C3-slibdroger en het condensaat van de RWZI-slibdroger. Deze stromen worden in principe verwerkt in respectievelijk de PACT-waterzuivering en de nieuwe biorotor. Het is niet ondenkbaar het C2/C3-droogcondensaat in de nieuwe biorotor i.p.v. in de PACT te zuiveren, voor zover geen sprake is van een zeer hoge CZV en/of toxische stoffen. In het RUN-initiatief wordt het C2/C3-condensaat primair hergebruikt als injectiewater in de vergasser van de PEC-lijn.

Afbeelding 9.1a: Integraal Watermanagement RUN



De voorraden grijs, inspec, sup en vuil water kunnen in diverse installatieonderdelen worden gebruikt. Grijs water kan bijvoorbeeld als spoelwater worden gebruikt voor de centrifuges en de boorgruisplant (BRP). Het uitgaande water is in dit geval van mindere kwaliteit dan het inkomende water en varieert in kwaliteit van inspec tot vuil. Het gebruik van grijs water als proceswater vindt plaats bij de gasbehandeling en/of vergassing in de PEC-installatie. Het veelal als grijswater aan te merken spuiwater van de koeltoren wordt gebruikt als 'make-up' water van de zuurgaswassers, die tevens dienen als direct-contact koelers. Hier verdampt het water en wordt het meegevoerd met het synthesegas. Vuil/grijs/inspec water kan worden ingezet in de vergasser van de PEC-installatie waar water een onderdeel uitmaakt van de reactanten. De temperaturen die hier worden gehanteerd zijn zo hoog dat elke organische verbinding zal worden omgezet in synthese gas (zie hoofdstuk 8). Voorts wordt het procescondensaat van de condensor van de syngaskoeling als koelwater hergebruikt.

Door het proceswater binnen de inrichting herhaaldelijk te gebruiken, vermindert het water- en energieverbruik en wordt de waterzuiveringsinstallatie beter benut. In paragraaf 9.6 zal nader worden ingegaan op een voorbeeld van optimaal hergebruik van proceswater, dat kan leiden tot het realiseren van een volledige kringloopsluiting.

9.2 Bronnen van verontreinigd afvalwater

9.2.1 Proces(afval)water

Inleiding

Zoals aangegeven in paragraaf 9.1, worden in het huidige bedrijf alle afvalwaterstromen in de PACT-waterzuiveringsinstallatie gereinigd. In de eerste fase zal een andere waterhuishouding plaatsvinden. Een deel van het water zal dan een andere bestemming krijgen. Het meest vervuilde water zal naar de vergasser van de PEC worden gevoerd. In de vergasser wordt water geïnjecteerd, om roetvorming

de vergasser van de PEC worden gevoerd. In de vergasser wordt water geïnjecteerd, om roetvorming te voorkomen. Relatief schoon water (bijvoorbeeld uit de tweetrapsverdamer) zal als proceswater kunnen worden hergebruikt. Het water afkomstig van de slibdrogingsunit wordt gezuiverd in de nieuwe biorotor-installatie². Uit het oogpunt van integraal watermanagement zullen alle gezuiverde afvalwaterstromen die aan de lozingslimieten voldoen, primair als suppletiewater worden gebruikt voor de koeltoren van de PEC-unit.

Door hergebruik van afvalwater ten behoeve van verschillende doeleinden zal de hoeveelheid afvalwater die uiteindelijk wordt geloosd minder dan evenredig zal toenemen met de verwerkingscapaciteit.

Nulalternatief

In het nulalternatief vindt binnen de inrichting geen waterzuivering plaats. Het afvalwater wordt afgevoerd naar de rwzi van Garmerwolde.

Huidig bedrijf

In de verschillende processtappen wordt water aan het bewerkingsproces onttrokken. Het betreft de volgende stromen:

- Water dat tijdens het centrifuge- en het decanterproces vrijkomt;
- Water afkomstig van de scheidingstanks na de tweetrapsverdamer;
- Destillatie water dat tijdens het destillatieproces vrijkomt;
- Verontreinigd water dat bij het wassen van benzinecomponenten vrijkomt;
- Water afkomstig van de afloop van ontwateringsinstallatie voor de 'zware fractie' uit de centrifuge;
- Water dat vrijkomt bij de voorontwatering en de thermische verwerking van boorspoelingen, en bij de voorzuivering van het water uit de was- en uitspuitfaciliteit;
- Water afkomstig van het afgassysteem.

Eerste fase en eindfase

Vanaf de eerste fase ontstaan de volgende additionele afvalwaterstromen:

- Water dat vrijkomt bij het drogen van RWZI-slib en overige zuiveringsslibben. Dit water wordt in principe gezuiverd middels de nieuwe biorotor. Het is niet uitgesloten dat een deel via de PACT wordt gezuiverd. Dit kan gebeuren bij onderhoudswerkzaamheden aan de biorotor-installatie en/of een extreem hoog aanbod van rwzi-slib.
- Water afkomstig van nieuwe ingangstromen, zoals afgewerkte smeerolie. Naast centrifuge/decanterwater worden vacuüm- en hydo-finingwater onderscheiden.
- Procescondensaat afkomstig van:
 - » de condenser van de C-2/C-3 slibdroger: dit condensaat wordt gebruikt als injectiewater bij de vergasser. Deze stroom is in het basisscenario niet toereikend voor de vergasser en zal derhalve moeten worden aangevuld;
 - » de condensor van de gasreiniging van de PEC-lijn: dit water zal deels als suppletiewater worden gebruikt voor de koeltoren van de PEC-unit en deels als injectiewater voor de vergasser.
- Zoutwater afkomstig van de zuurgaswassers van de PEC-unit.

² North Refinery beschikt momenteel over een mobiele biorotor voor het zuiveren van grondwater (zie paragraaf 9.3.1).

9.2.2 Plateauwater

Onder plateauwater wordt verstaan alle met olie-verontreinigde waterstromen die via de putten in de vloeistofdichte plateaus in het olie-water systeem terechtkomen. Het betreft vuilhemelwater, olielekages e.d. De volgende onderdelen met plateaus worden onderscheiden:

- centrifuge/decanter;
- pompen;
- destillatie-units: atmosferische destillatie, tweetrapsverdamper, ontwateringsinstallatie 'zwarte fractie' en vacuümdestillatie;
- ketels: stookolie en hete olie ketel.

Deze onderdelen van de installatie zijn op het olie-water systeem aangesloten om eventuele spills met olie te kunnen opvangen. De jaarlijkse productie hangt sterk af van de weersomstandigheden (hemelwater). Middels een vacuümpomp die deel uit maakt van het oliewater systeem (O/W systeem) wordt het met olie verontreinigde water automatisch afgezogen en afgevoerd naar de ondergrondse buffertank met skimmer.

9.2.3 Tankdrainwater

Water dat door het uitzakken in de voedingstanks vrijkomt. Dit water wordt regelmatig afgezogen.

9.2.4 Spoel-/schoonmaak- en bluswater

Spoel-/schoonmaakwater dat gebruikt wordt om leidingen en andere installaties door te spoelen en dat vrijkomt bij onderhoud- en schoonmaakwerkzaamheden. Bluswater ontstaat bij calamiteiten.

9.2.5 Laboratoriumafvalwaterstromen

Er worden twee typen afvalwaterstromen onderscheiden:

- huishoudelijk afvalwater met betrekking tot sanitaire faciliteiten;
- afvalchemicaliën afkomstig van uitgevoerde chemische analyses.

Huishoudelijk afvalwater

Het huishoudelijk afvalwater wordt afgevoerd via het rioleringsstelsel waarin septic tanks zijn opgenomen, naar de schoonhemel waterput (zie ook 9.3.1 en 9.4.2).

Afvalchemicaliën

De afvalchemicaliën en oliewaterstromen die tijdens het uitvoeren van de analyses vrijkomen worden gescheiden verzameld in daarvoor bestemde in categorieën ingedeelde vaten. De volgende categorieën worden gehanteerd:

- zure waterige oplossingen afkomstig van bijvoorbeeld CZV-bepalingen; wordt afgevoerd naar een gespecialiseerde externe verwerker;
- basisch waterige oplossingen van onder andere Kjeldahl-bepalingen; afvoer vindt plaats naar een gespecialiseerde externe verwerker;
- oliehoudende stromen; deze stromen worden afgevoerd naar het olie-watersysteem (O/W-systeem) van North Refinery en komen uiteindelijk in de PACT-zuiveringsinstallatie terecht.

9.3 Procesinstallaties

9.3.1 Algemeen

North Refinery beschikt over een biologische waterzuiveringsinstallatie met toepassing van de Powder Activated Carbon Treatment, het zogenaamde PACT-proces en een mobiele biorotor. De PACT-waterzuiveringsinstallatie dient voor het zuiveren van afvalwater afkomstig van de huidige bronnen van verontreinigd afvalwater. De biorotor wordt ingezet voor het saneren van grondwater dat onttrokken moet worden op grond van monitoringsresultaten van het grondwater op een aantal plekken op het terrein van North Refinery. In de eerste fase van de voorgenomen activiteit wordt een nieuwe biorotor geïnstalleerd voor het zuiveren van het droogcondensaat afkomstig van de slibdrogingsunit van rioolwaterzuiveringsslib (rwzi-slib).

De (afval)waterstromen die in de voorgenomen activiteiten afkomstig zijn van de PEC-unit, te weten het procescondensaat en het zoutwater, bevatten nauwelijks organische verontreinigingen en behoeven dus niet in de PACT-zuiveringsinstallatie te worden behandeld. Het procescondensaat wordt deels gebruikt als injectiewater bij de vergasser en deels als suppletiewater voor de koeltoren van de PEC-unit. Het zoutwater zal na een fysisch/chemische zuivering worden geloosd.

In het huidig bedrijf vindt lozing van gezuiverd procesafvalwater plaats op de Oosterhornhaven en het huishoudelijk-, drainage- en schoonhemelwater op een watergang ten zuidoosten van het terrein. Door het Havenschap is op het industrieterrein een persleiding/centraal rioolstelsel aangelegd voor de afvoer van afvalwater naar de rwzi Delfzijl. In juni 1995 is deze persleiding in gebruik genomen, doch wegens aantastingen op diverse plaatsen thans niet operationeel. Zodra de persleiding weer in gebruik is, zal lozing geschieden via dit centrale stelsel. In een op te stellen rioleringsplan dat ter goedkeuring zal worden voorgelegd aan het bevoegd gezag, zal de realisatie van de aansluiting op het rioolstelsel worden uitgewerkt. Tot dat ogenblik zal het gezuiverd procesafvalwater worden geloosd op de Oosterhornhaven.

9.3.2 PACT-waterzuivering

De behandeling van het afvalwater geschiedt in een biologische zuiveringsinstallatie met toepassing van de Powder Activated Carbon Treatment. Dit houdt in dat er in de actief slibinstallatie dosering plaatsvindt met actieve poederkool. Het PACT-proces is een bewezen technologie die operationeel is bij North Refinery en speciaal ontworpen is voor bedrijven met een multi-purpose productiesysteem. Uit een recent uitgevoerde literatuurstudie blijkt dat het PACT-proces wordt beschouwd als de best bestaande techniek (bbt) voor oliehoudende afvalwaterstromen (zie bijlage 9.2).

Door de toepassing van het PACT proces is bij North Refinery een biologische zuivering gerealiseerd met een zuiveringsrendement voor BZV van meer dan 99%. De reductie van het CZV is significant, ofschoon minder dan de reductie van het BZV. Praktijkervaring leert dat een rendement van circa 95% realistisch is. Voor de behandeling van het afvalwater worden de volgende installaties ingezet:

- een buffertank met skimmer,
- een separator (indien nodig),
- drie verzamel-/opslagtanks,
- een actief-slibinstallatie bestaande uit:
 - » een continue biologische zuivering in een beluchtingstank met een puntbeluchter en poederkool dosering;
 - » twee beluchtingstanks met instelbare bellenbeluchters;
 - » een nabezinktank/slibafscheider;

» een zandfilter.

In afbeelding 9.3a wordt een overzicht gegeven van de totale waterzuiveringsinstallatie.

Buffertank met skimmer

In dit deel van de afvalwaterbehandelingsinstallatie wordt het afvalwater dat verontreinigd of mogelijk verontreinigd is met olie middels een fysische behandeling grotendeels ontdaan van olie. De waterstroom is afkomstig van het olie-watersysteem en andere olie bevattende afvalstromen. Het olie-watersysteem (O/W-systeem) vangt het water op van alle plateaus waar contaminatie van olie en water kan ontstaan.

Voor de scheiding van olie en water wordt in de huidige situatie in een ondergrondse tank van circa 6 m³ met een skimmer de olielaag verwijderd. In de toekomst zal de skimmer worden geplaatst in een bovengrondse tank van circa 125 m³ (T 803). Het scheiden van olie en water is een fysisch proces. Omdat de dichtheid van olie kleiner is dan die van water, stijgen de vrije oliedeeltjes, vloeien samen (coalesceren) en vormen een olielaag op het water. De gevormde drijflaag wordt met een skimmer afgestreken en teruggepompt naar de voedingstank. Het afvalwater dat grotendeels ontdaan is van olie wordt samen met het niet met olie verontreinigd afvalwater (minst vervuilde waterstroom) naar een verzameltank afgevoerd. Het sediment in deze tank wordt als zware fractie periodiek afgevoerd naar de indamper (de zware fractie ontwatering; zie hoofdstuk 7).

Suparator

Deze installatie wordt slechts ingezet indien blijkt dat de verwijdering van de olielaag in de skimmertank niet toereikend is geweest. De Suparator is eveneens een installatie om drijvende stoffen continu af te voeren. Via schotten die op een specifieke wijze zijn geplaatst in de stroomrichting van het met olie verontreinigde water vindt er een vergaande splitsing van olie en water plaats. Doorgaans is deze installatie niet in werking. De Suparator-unit heeft geen vaste plaats in de zuiveringsketen en kan derhalve worden ingezet na de buffertank met skimmer, maar ook na de verzamel-/opslagtanks.

Verzamel-/opslagtanks

De van olie ontdane afvalwaterstromen en de niet met olie verontreinigde waterstromen worden geleid langs drie in serie geschakelde verzamel-/opslagtanks van respectievelijk 123 m³ (T 804), 647 m³ (T 806) en 647 m³ (T 805) met als doel het bufferen en egaliseren van het afvalwater. Het sediment in deze tanks wordt afgevoerd naar de indamper. De laatste verzameltank (T 805) dient als voedingstank voor de actief-slibinstallatie. Deze afvalwaterstroomroute wordt in de huidige situatie gebruikt.

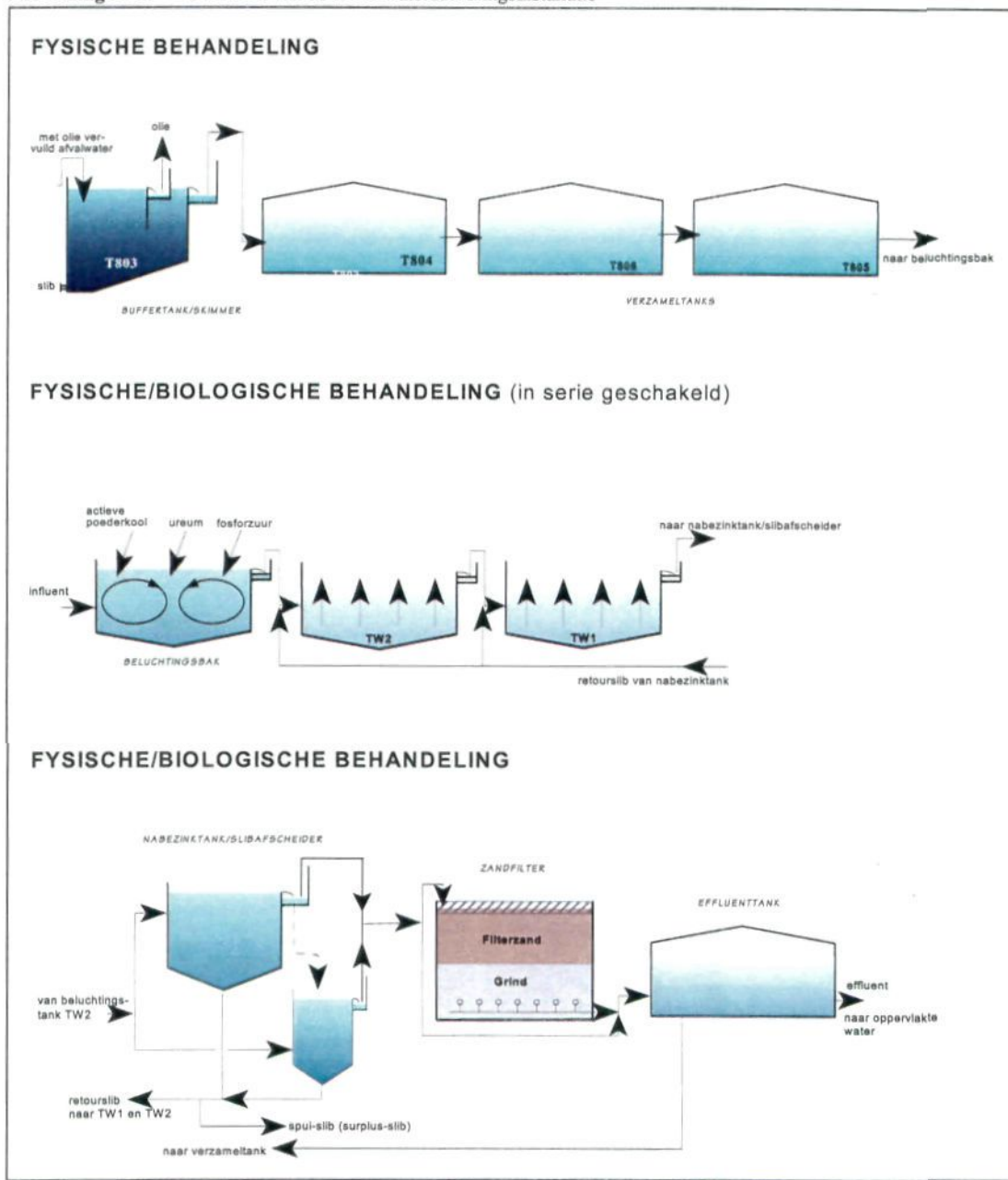
In de eerste fase zullen de hierna genoemde afvalwaterstromen separaat worden opgeslagen.

- **Grijswateropslag:** proceswater dat voldoet aan de lozingslimiet voor de persleiding.
- **PACT-opslag:** proceswater dat voldoet aan de influent specificaties van de PACT-waterzuiveringsinstallatie.
- **Vuilwateropslag:** proceswater dat niet voldoet aan de influent specificaties. Dit proceswater wordt als injectiewater gebruikt bij de vergasser
- **Suppletiewateropslag:** proceswater dat voldoet aan de influent specificaties van de koeltoren in de PEC-unit

Daartoe wordt het bestaande tankenpark voor de wateropslag (zie bijlage 1) in de eerste fase uitgebreid met tanks 807/808 die flexibel kunnen worden ingezet voor verschillende doeleinden en een extra wateropslag voor suppletiewater met een volume van circa 2000 m³. De suppletiewaterop-

slag wordt voorzien van water afkomstig van de grijswateropslag, de condensor van de gasreiniging van de PEC-unit en het drainage/regenwater systeem.

Afbeelding 9.3a: Overzicht van de totale waterzuiveringsinstallatie



Actief-slibinstallatie

In de actief-slibinstallatie vindt de biologische zuivering van afvalwaterstromen plaats die aan de acceptatiecriteria (zie acceptatiedocument) voor de slibinstallatie voldoen. Het eerste onderdeel van de slibinstallatie bestaat uit een beluchtingsbak die voor 95% is afgedekt met name om de temperatuurwisselingen op de biologische activiteit te verminderen. Een neveneffect van de overkapping is het tegengaan van de verspreiding van mogelijke nevel die zou kunnen ontstaan. Stankoverlast als

gevolg van geurende componenten is als gevolg van de huidige bedrijfsvoering niet gesignaleerd. Dit blijkt uit het registratiedocument met zowel interne als externe klachten. Dit registratiedocument is opgenomen in het milieuzorgsysteem van North Refinery. In de eerste en de eindfase dient rekening te worden gehouden met een toename van de sulfide concentratie in het influent door afvalwaterstromen afkomstig van de hydrofining. Gezien de kennishiaten die er zijn ten aanzien van de hydrofining techniek, in dit geval met betrekking tot de hoogte van de sulfide concentratie in het was- en destillatiewater, moet de gehanteerde concentratie op juistheid worden getoetst. Op grond hiervan wordt besloten welke emissiereducerende maatregelen genomen dienen te worden, bijvoorbeeld geheel overkappen, lucht afzuigen en door een biofilter reinigen.

In de beluchtingsbak wordt het afvalwater voor het eerst in contact gebracht met het actief slib. De hoeveelheid afvalwater die vanuit de voedingstank naar de beluchtingsbak wordt gepompt, bevat een CZV-vracht (chemisch zuurstofverbruik) variërend van 300 tot circa 800 kg CZV/dg ofwel een BZV-vracht (biochemisch zuurstofverbruik) van 200 tot 550 kg/dg. Hogere vrachten zijn mogelijk, echter hiervoor moet een nadere engineering plaatsvinden met als gevolg uitbreiding van de bestaande zuiveringsinstallatie. In het huidig bedrijf is de capaciteit toereikend. In de eerste fase dient rekening te worden gehouden met een uitbreiding van 40% en in de eindfase met 100%. De uitbreiding is gebaseerd op de veronderstelde toename van de CZV vracht in de eerste en eindfase.

Het eerste biologische afbraakproces van de verontreinigingen vindt in deze beluchtingsbak plaats. Het betreft hier met name organische verontreinigingen.

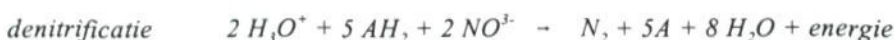
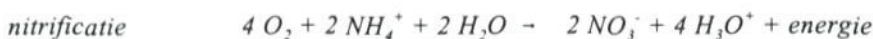
De algemene reactievergelijking voor deze afbraak ziet er als volgt uit:



De benodigde zuurstof wordt via een drijvende puntbeluchter aangevoerd. De zuurstofcapaciteit ligt tussen 44 en 66 kg O₂ per uur. De zuurstofconcentratie bedraagt gemiddeld 8 mg/l. In deze stap vindt weinig stikstofomzetting plaats gezien een hoge CZV/N_{Kj} verhouding.

Een deel van de verontreinigingen wordt verwijderd door actieve poederkool die toegevoegd is aan het slib-/watermengsel. De verwijdering geschiedt op basis van fysisch/chemische adsorptie. Dosering van actieve poederkool heeft tot doel stoffen te adsorberen die toxisch zijn voor micro-organismen, microbiologisch moeilijk afbreekbaar zijn en wellicht ook schadelijk zijn voor het milieu. De hoeveelheid gedoseerde actieve poederkool bedraagt 20 kilo per week. In de beluchttingsbak (circa 300 m³) vindt op basis van monitoring dosering van enkele essentiële nutriënten plaats, te weten ureum en fosforzuur met het oog op een goed verloop van het biologisch proces.

Vanuit de eerste beluchttingsbak wordt het afvalwater geleid naar twee beluchtingstanks (TW2 en TW1/tank 802 en tank 801) die zowel in serie als parallel geschakeld kunnen worden. In deze tanks wordt de restconcentratie afgebroken. Zuurstofinbreng vindt plaats middels instelbare blowers die onafhankelijk van elkaar regelbaar zijn. De zuurstofcapaciteit in beide tanks bedraagt 12 kg O₂ per uur. Het zuurstofgehalte is circa 7 mg/l. De pH in deze beluchtingstanks wordt geregeld door toevoeging van natriumhydroxide (NaOH) en/of zoutzuur (HCl) via doseerpompen. Sturing van de zuurstofconcentratie en de pH heeft tot doel het nitrificatie/denitrificatie proces optimaal te laten verlopen. De reactievergelijkingen luiden als volgt:



(AH_2 : aanwezige slibstoffen welke als waterstofdonor fungeren)

Het denitrificatieproces vindt plaats in een anoxische omgeving. Eventuele optredende schuimvorming in deze tank wordt bestreden door via een sproei-installatie water op de schuimlaag te sproeien. Het doel van nitrificatie/denitrificatie is het verminderen van de uitstoot van nitraat met het oog op de vermistingsproblematiek. Het tegengaan van vermisting kan echter in dit geval leiden tot een bijdrage aan het broeikas effect vanwege de N_2O -vorming. Bij het nitrificatie/denitrificatie proces is N_2O -vorming mogelijk omdat bepaalde denitrificerende stammen niet beschikken over een N_2O -reducerend systeem. Zo is bekend dat bij sommige facultatieve anaërobe bacteriestammen, zoals *Bacillus licheniformis* o.a. vorming van N_2O kan plaatsvinden bij aanwezigheid van nitraat en organische verbindingen. Vorming van N_2O vindt voornamelijk plaats bij zeer laagbelaste actief slibinstallaties en niet optimale condities voor nitrificatie/denitrificatie. N_2O wordt beschouwd als een broeikasgas met een omrekeningsfactor van 310 [Min. v. Vrom, 1997d]. De vorming van N_2O blijft beperkt gezien de procescondities bij de zuiveringsinstallatie bij North Refinery. Er vindt met name omzetting van ammonium naar nitraat plaats. Omzetting in stikstofgas geschiedt in mindere mate.

Hoge zoutgehalten in het afvalwater kunnen het zuiveringsproces beïnvloeden. De maximaal toelaatbare chloride concentratie is gesteld op 5.000 mg/l, hoewel goede zuivering is verkregen bij een concentratie van 10.000 mg/l. Wanneer een verhoging van het zoutgehalte in het aangeboden water wordt geconstateerd, wordt het influent verdund met het effluent van de zuivering of door ingenomen drainage-/schoonhemel water.

Het gereinigde afvalwater loopt onder vrij verval naar een nabezinktank/slibtrechter waarin scheiding van actiefslib en gereinigd afvalwater plaatsvindt. Het afvalwater loopt vervolgens over de rand naar een zandfilter waar zwevend materiaal verwijderd wordt. Als extra veiligheid staat er een kleinere tweede nabezinktank die ingeschakeld wordt wanneer de grote nabezinktank zou doorslaan.

Uit praktijk metingen blijkt dat in de beluchtingsbak een CZV/BZV verwijdering plaats vindt van circa 80 %. De overige afbraak tot 95% en hoger vindt plaats in de twee in serie geschakelde beluchtingstanks (TW2 en TW3). In deze tanks treedt met name omzetting van ammoniak in nitraat en nitraat in stikstof.

Het schone effluent wordt verzameld in de effluenttank van circa 2 m³ en na controle op verschillende componenten geloosd op de Oosterhornhaven. Wanneer na controle blijkt dat het niet mag worden geloosd wordt het water weer verpompt naar de eerste beluchtingsbak. Bij het gereedkomen van de persleiding zal het effluent via de persleiding worden afgevoerd naar rwzi.

Het bezonken actiefslib wordt deels teruggevoerd naar de eerste en tweede beluchtingstank (het *retourslib*) en deels als *surplusslib/spuislib* gespuid op slibdroogbedden. Verdere ontwatering van het slib geschiedt met een kamerfilterpers. Toevoeging van ijzerchloride en kalk resulteert in een drogestofgehalte van circa 40%. De hoeveelheid spuislib bedraagt circa 500m³ per jaar. De ontstane koek wordt gestort op een C₃-deponie. In de eerste fase en eindfase bestaat de mogelijkheid deze koek in de smelter te verwerken. Het filtraat wordt na neutralisatie en zuivering geloosd. Gezien een toename van de activiteiten bij de PACT-zuiveringsinstallatie van North Refinery is een aanvang gemaakt met het opstellen van een werkplan voor nieuwbouw van slibdroogbedden.

9.3.3 Nieuwe biorotor

De behandeling van het droogcondensaat van rwzi-slib geschiedt in een nieuwe biorotor. Het slibdroogcondensaat wordt afgevoerd naar tank T 809, welke als voedingstank dient voor de nieuwe

biorotor Deze bestaat uit een horizontale centrale as waarop schijven van kunststof zijn bevestigd. Deze schijven fungeren als aanhechtingsoppervlak voor de biomassa. Het geheel is gemonteerd in een bassin. Op het rotormedium dat een groot specifiek oppervlak bezit, ontwikkelt zich een biologische massa die beurtelings wordt belucht en ondergedompeld in het afvalwater. Biorotors hebben o.a. als voordeel dat zij een laag energieverbruik hebben, onderhoudsvriendelijk en eenvoudig in bediening zijn. Biorotors zijn met name geschikt voor laag belaste systemen. De capaciteit van de te installeren biorotor bedraagt circa 6m³/uur.

9.3.4 Ultrafilter

Voor de behandeling van de zoute spuistromen van de zuurgaswassers uit de PEC-lijn wordt een chemisch-fysische waterzuivering geïnstalleerd voor de verwijdering van zware metalen. Deze installatie is één der onderdelen van de PEC-unit (zie hoofdstuk 8). De zuivering bestaat uit twee stappen: een stoffilter en een ultrafilter.

In het stoffilter wordt het merendeel van de verontreinigingen gewonnen als filterkoek. De filterkoek wordt gerecirculeerd naar de voedingsbunker van de pyrolyse of de smelter.

Het filtraat wordt op een pH van circa 11 gebracht met een natronloog-injectie. Hierbij slaan opgeloste zware metalen neer als fijnverdeelde hydroxiden. Dit precipitaat wordt vervolgens verwijderd met een keramisch ultrafilter. Het precipitaat wordt eveneens gerecirculeerd naar de voeding. Het filtraat kan vervolgens worden geloosd.

9.4 Ondergrondse opvangsystemen

North Refinery beschikt op dit moment over drie ondergrondse systemen voor het transport van (afval)water, te weten:

- het drainage systeem;
- het rioleringsstelsel;
- het afvalwaterriool.

In bijlage 9.3 is een tekening opgenomen van het huidige rioleringsstelsel. In verband met de voorgenomen activiteiten en de verplichte aansluiting op de aangelegde persleiding wordt in een op te stellen rioleringsplan het toekomstige rioleringsstelsel uitgewerkt. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op het huidige rioleringsstelsel.

9.4.1 Het drainagesysteem

In de huidige situatie wordt op het terrein van North Refinery al het hemel- en drainagewater dat op de onverharde terreingedeelten valt, opgevangen in een drainage systeem. De afvoer is aangesloten op een hemelwaterput. Via deze put wordt het hemel-/drainagewater geloosd op de ten zuidoosten van het bedrijf gelegen hoofdwatgang. Deze stroom wordt continu gemonitord. Indien het water verontreinigd is c.q. niet voldoet aan de lozingseisen in de gedoogbeschikking, wordt het alvorens te lozen eerst gezuiverd via de bestaande mobiele biorotor. Dit geldt ook voor verontreinigd grondwater dat op basis van het aangelegde monitoringssysteem op een aantal plekken van North Refinery onttrokken en gesaneerd dient te worden. Het saneren geschiedt in nauw overleg met stichting BSB (Bodemsanering in gebruik zijnde bedrijfsterreinen). De resultaten van de sanering worden gerapporteerd aan het Zuiveringsbeheer Provincie Groningen (ZPG). In de eerste en de eindfase zal het schoonhemel-/drainagewater, afkomstig van het bestaande en nieuwe terrein, na een geschiktheidsproef worden gebruikt als suppletiewater voor de koeltoren van de PEC-unit.

Het totaaldebiet van het schoonhemel-/drainagewater (87.200 m³) en huishoudelijk afvalwater (400 m³ in Huidig Bedrijf) wordt geschat op 87.600 m³ per jaar. De samenstelling is als volgt:

Tabel 9.4a: Analyse gegevens AW 2 1997.

Parameters/componenten	waarden	eenheid
CIV	54	mg/l
N _{Totale}	6,2	mg/l
Minerale olie	1,3	mg/l
pH	7,3	-

9.4.2 Het rioleringsstelsel

Het rioleringsstelsel is bestemd voor opvang van het huishoudelijk afvalwater. In dit rioleringsstelsel zijn de septic tanks opgenomen. Lozing van dit water vindt eveneens via de schoonhemel waterput op de ten zuidoosten van het bedrijf gelegen hoofdwatgang plaats. De lozing geschiedt conform de lozingseisen voor AW-2 in de gedoogbeschikking van november 1997.

Het voornemen is het huishoudelijk afvalwater in de toekomst af te voeren naar rwzi. De uitwerking hiervan vindt plaats in een werkplan dat ter goedkeuring zal worden voorgelegd aan ZPG.

9.4.3 Het afvalwaterriool

Dit systeem dient voor het transport van het effluent van de PACT-zuiveringsinstallatie. Het effluent bestaat uit de gezuiverde afvalwaterstromen afkomstig van de diverse verontreinigde bronnen. Dit gezuiverde water wordt thans op de Oosterhornhaven geloosd conform de lozingsvoorschriften in de gedoogbeschikking van november 1997. In de toekomst zal het effluent via de persleiding worden afgevoerd naar rwzi. Hiervoor dienen aanvullende technische voorzieningen te worden getroffen voor de aansluiting op de persleiding. Op dit moment vindt er een inventarisatie plaats van de transport-/rioleringsleidingen en de technische aansluitingsvoorwaarden. Deze data en andere aspecten, bijvoorbeeld de fasering voor de aansluiting op de persleiding en de nieuw aan te leggen leidingen zullen worden uitgewerkt in een rioleringsplan. Het plan zal binnen een nog nader vast te stellen tijd aan het bevoegd gezag ter goedkeuring worden voorgelegd.

De aan te leggen transport-/rioleringsleidingen zullen in de toekomst dienen voor de afvoer van vier stromen, te weten:

- het effluent van de PACT-zuiveringsinstallatie (huidige situatie, eerste en eindfase)
- het effluent van de nieuwe biorotor (eerste en eindfase)
- het procescondensaat van de gaskoeler in de PEC-lijn in bijzondere situaties (eerste en eindfase)
- het zoutwater afkomstig van de PEC-lijn (eerste en eindfase)

Het beschreven rioleringsstelsel in paragraaf 9.4.2. zal in de toekomst worden gekoppeld aan dit systeem indien het huishoudelijk afvalwater betreft.

9.5 Specificaties van afvalwaterstromen

Voor de lozing op de persleiding worden de volgende hoofdstromen onderscheiden:

1. het effluent afkomstig van de PACT-zuiveringsinstallatie;
2. het effluent van de nieuwe biorotor-installatie;
3. het zoutwater van de PEC;
4. het procescondensaat van de zuurgaswaster uit PEC-lijn (slechts tijdens onderhoudswerkzaamheden);
5. het huishoudelijk afvalwater.

Het huishoudelijk afvalwater wordt voorlopig geloosd op de hoofdwatergang. Het voornemen is in de toekomst deze stroom uiteindelijk af te voeren naar de persleiding. Uitwerking vindt plaats in een werkplan dat voorgelegd wordt aan het bevoegd gezag. Derhalve wordt in onderstaande subparagrafen niet ingegaan op het huishoudelijk afvalwater. Het procescondensaat dat als koelwater wordt gebruikt zal slechts tijdens onderhoudswerkzaamheden worden geloosd (zie tabel 9.5j).

9.5.1 Afvalwaterstromen naar de PACT-zuiveringsinstallatie

De samenstelling van het influent van de PACT-zuiveringsinstallatie wordt bepaald door onderstaande ingangstromen:

- *Huidige bedrijf:*
 - » oliehoudende afvalwaterstromen zoals off-spec partijen en o/w/s/-mengsels,
 - » laagcalorische afvalstoffen, bijvoorbeeld oliehoudend boorgruis en water verontreinigd met oil based muds.
- *Voorgenomen activiteiten in eerste fase en eindfase:*
 - » eerder genoemde stromen,
 - » afgewerkte smeerolie,
 - » halogeename oplosmiddelen,
 - » halogeene- en PCB houdende oliestromen.

Afvalwaterstromen uit de PEC-unit hoeven in principe niet te worden afgevoerd naar de PACT-zuiveringsinstallatie gezien de lage concentraties aan organische verontreinigingen. Als gevolg van deze nieuwe ingangstromen, de beschikbare ontwateringsprocessen en het hergebruik van het ontstane water worden de volgende afvalwaterstromen die naar de PACT-zuiveringsinstallatie gaan onderscheiden:

- niet-thermisch water, dit is water dat ontstaat bij:
 - » centrifugeren,
 - » decanteren,
 - » en tankdrainage;
- destillatiewater, water dat ontstaat door thermische ontwatering en condensatie:
 1. Thermische ontwatering bij:
 - » tweetrapsverdamer,
 - » atmosferische destillatie,
 - » ontwateringsinstallatie 'zwarte fractie',
 - » destillatiewater bij hydrofining;
 2. Condensatie van stripstroom bij
 - » vacuümdestillatie;
- waswater bij hydrofining/nafta,
- Boorgruis Recycling Plant water (samengesteld uit condensaat en water verontreinigd met Oil Based Muds).

Daar verschillende afvalwaterstromen qua samenstelling elkaar niet veel zullen ontlopen is voor de modelberekening ten behoeve van de lozingslimieten de volgende indeling gehanteerd:

1. BRP-water: destillatie/condens en niet thermisch water
2. Destillatie water afkomstig van tweetrapsverdamer, ontwateringsinstallatie zwarte fractie en atmosferische en vacuümdestillatie
3. Destillatiewater van hydrofining
4. Waswater hydrofining
5. Niet-thermisch water afkomstig van OWS-mengsels/off spec olie
6. Niet-thermisch water afkomstig van afgewerkte olie
7. Verontreinigd spoel-/schoonmaakwater

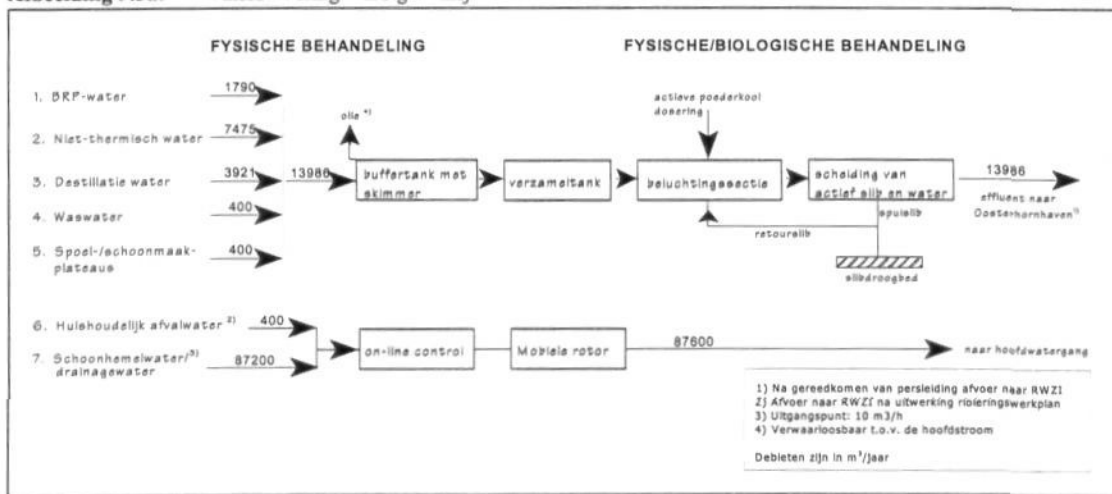
In bijlage 9.4 worden de specificaties gegeven van bovengenoemde deelstromen. Deze specificaties zijn gebaseerd op literatuur data.

9.5.2 Influent en effluent specificaties PACT zuivering

Huidige bedrijf

Op basis van de gegevens in bijlage 9.4 is de samenstelling van het influent en het effluent berekend. De resultaten staan gegeven in tabel 9.5a. Het betreft hier gemiddelde waarden die gebaseerd zijn op de debieten die in het base case scenario (hoofdstuk 5) zijn gehanteerd. Met nadruk wordt er op gewezen dat het hier gaat om gemiddelde waarden en dat er geen rekening is gehouden met de diverse inherente onzekerheden en een toenemende vervuiling in de ingangsstromen. Zo is berekend dat de gemiddelde chloride concentratie in het influent 1920 mg/l bedraagt. In werkelijkheid betreft het een chloride concentratie, afhankelijk van de te zuiveren deelstroom, die kan variëren van 500 mg/l tot 15.000 mg/l.

Afbeelding 9.5a: Waterzuivering Huidig Bedrijf



Er is geen berekening uitgevoerd voor zwevend stof daar deze parameter afhankelijk is van verschillende factoren, zoals kwaliteit voeding, tekort aan bepaalde nutriënten, te korte verblijftijd in de nabezinktank etc. Een voeding (influent) met een lage concentratie aan zwevende stof hoeft niet in te houden dat deze concentratie laag blijft. Het is doorgaans aannemelijk dat de concentratie kan toenemen doordat er bijvoorbeeld licht slib ontstaat. Door uitspoeling van licht slib neemt de concentratie van zwevend stof toe. Voor een overzicht van de waterhuishouding van bestaande activiteiten wordt verwezen naar afbeelding 9.5a en bijlage 9.5.

Tabel 9.5a: Berekende influent en effluent samenstelling van de PACT-zuiveringsinstallatie

Parameter component	influent gemiddeld		effluent (gemiddeld)				verwijderings-rendement ¹⁾
			concentraties		vrachten		
debiet	38,3	m ³ /d	-	m ³ /d	38,3	m ³ /d	-
CZV	16.700	mg/l	668	mg/l	25,6	kg/d	96
BZV	10.202	mg/l	20	mg/l	0,78	kg/d	99,8
N _{totale}	211	mg/l	19	mg/l	0,73	kg/d	91,0
zwevend stof (*)	-	mg/l	-	mg/l	-	kg/d	-
olie	397	mg/l	7,9	mg/l	0,31	kg/d	98,0
MAK	28,2	mg/l	56,4	μg/l	2,2	g/d	99,8
PAK	1,3	mg/l	6,7	μg/l	0,3	g/d	99,5
EOCI	17	mg/l	86,5	μg/l	3,3	g/d	99,5
PCB	157	μg/l	0,3	μg/l	12	mg/d	99,8
Cadmium	15	μg/l	1,5	μg/l	57	mg/d	90,0
Kwik	14	μg/l	1,4	μg/l	52	mg/d	90,0
overige metalen ¹⁾	5,5	mg/l	0,55	mg/l	21	g/d	90,0
Fenolen	21,7	mg/l	43,4	μg/l	1,7	g/d	99,8
Acrylaten ²⁾	0,7	mg/l	1,4	μg/l	0,06	g/d	99,8
Sulfaat	865	mg/l	778	mg/l	30	kg/d	10,0
Chloride	1920	mg/l	1728	mg/l	66,3	kg/d	10,0
Lood	0,32	mg/l	32	μg/l	1,3	g/d	90,0
Molybdeen	0,85	mg/l	85	μg/l	3,3	g/d	90,0
Zink	1,76	mg/l	176	μg/l	6,7	g/d	90,0
Sulfide	1	mg/l	0,05	mg/l	1,9	g/d	95,0

¹⁾ bepaald als de som van Cr, Ni, Cu, As, Co, Mo, Sn, Ag, en V

²⁾ bepaald als de som van de gehalten aan: ACMO/acrylonitril, methyl-,ethyl-,tert. butyl-, en butylacrylaat. (MACMO) methacrylonitril, methyl-, ethyl- en butylacrylaat

³⁾ Het rendement is gebaseerd op praktijkervaring bij North Refinery en diverse artikels:
A survey of pollutant levels in wastewaters and residuals from the petroleum refining industry, E.H. Snieder en F.S. Manning (1981)
Identification of trace organics in a treated lubricating oil refinery wastewater, I. Töws, G. Albers et al. (1994)

(*) zwevend stof is erg afhankelijk van componenten/slibbestanddelen in nabezinktank

opm 1: debiet berekend 13986/365 m³/dag

opm 2: Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor CN daar het niet bekend is wat de concentratie is in de verschillende deelstromen.

In tabel 9.5b worden de berekende concentraties van het effluent vergeleken met de metingen uit 1997. Over het algemeen komen de berekende en gemeten waarden goed met elkaar overeen. Enkele uitschieters illustreren de hierboven geschetste inherente onzekerheden.

Tabel 9.5b: Berekende en gemeten concentraties van het effluent PACT-waterzuiveringsinstallatie

Parameter/component		berekende effluent	gemeten (gem)effluent in 1997
debiet	m ³ /j	13.986	10.220
CZV	mg/l	660	602
BZV	mg/l	20	19
N _{Kjeldahl}	mg/l	19	17
zwevend stof (*)	mg/l	-	28
olie	µg/l	7948	2490
MAK	µg/l	54,4	1
PAK	µg/l	4,7	3
EOCI	µg/l	84,5	70
PCB	µg/l	0,3	0,2
Cadmium	µg/l	1,5	1,6
Kwik	µg/l	1,4	0,7
overige metalen ¹⁾	mg/l	0,35	0,3
Fenolen	µg/l	43,4	22
Acrylaten ²⁾	mg/l	1,4	< 25
Sulfaat	mg/l	778	-
Chloride	g/l	1,8	-
Lood	µg/l	32,5	20
Molybdeen	µg/l	84,9	72
Zink	µg/l	176	160
Sulfide	mg/l	0,05	niet bekend
Cyanide	µg/l	niet berekend	46

¹⁾ bepaald als de som van Cr, Ni, Cu, As, Co, Mo, Sn, Ag, en V
²⁾ bepaald als de som van de gehalten aan: ACHD/acrylonitril, methyl-, ethyl-, tert. butyl-, en butylacrylaat. (HACMO) methacrylonitril, methyl-, ethyl- en butylacrylaat
 (*) zwevend stof is erg afhankelijk van componenten/slibbestanddelen in nabezinktank
 opm 1: Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor CN daar het niet bekend is wat de concentratie is in de verschillende deelstromen

9.5.3 Lozingslimieten PACT zuivering

Als uitgangspunten voor de aan te vragen lozingslimieten voor het effluent uit de PACT-installatie worden gehanteerd:

- een te verwachten scenario dat als volgt wordt gedefinieerd:
 - » de te verwachten gemiddelde en maximale concentraties liggen respectievelijk een factor 2 en 2,5 hoger dan de berekende concentraties van een optimaal functionerende zuiveringsinstallatie om de volgende redenen:
 - een fluctuerende samenstelling van de ingangsstromen,
 - een niet optimaal draaiende zuiveringsinstallatie,
 - onzekere factoren bij verschillende toe te passen technieken met als gevolg andere concentraties.
 - » de te verwachten vrachten als product van twee parameters:
 - de te verwachten gemiddelde concentratie vermenigvuldigd met circa 1,5 maal het berekend debiet van base case scenario (HA: 60 m³/uur, VA1: 115 m³/uur en VA2: 245 m³/uur).
 - » maximale debiet: 2,5 maal het berekend debiet base case scenario.
- een verhoogde vracht en/of concentratie voor de componenten CZV, BZV, N-Kjeldahl en zwevend stof in verband met een verdere zuivering ('polishing') van het effluent in rwzi Delfzijl, met name in de eerste en eindfase.

Huidige situatie

Op basis van deze uitgangspunten wordt in tabel 9.5c een overzicht gegeven van de huidige, gedoogde, en aangevraagde lozingslimieten (concentraties en vrachten).

Tabel 9.5c: Lozingslimieten PACT-waterzuiveringsinstallatie huidige situatie

Parameter/component		lozingslimiet gedoogbeschikking			aangevraagde lozingslimieten		
		concentraties		vracht	concentraties		vracht
		gemiddeld	maximaal		gemiddeld	maximaal	
debiet	m ³ /d		110		38,3	95	
CZV	mg/l	-	1500	41,3 kg/d	1336	1670	80,1 kg/d
BZV	mg/l	-	40	1,1 kg/d	41	80 ¹⁾	2,4 kg/d
N _{totale}	mg/l	-	30	0,83 kg/d	38	48 ¹⁾	2,3 kg/d
zwevend stof (*)	mg/l	20	50	1 kg/d	35 ¹⁾	65 ¹⁾	1,5 kg/d
olie	mg/l	10	15	500 g/d	16	20	954 g/d
MAK	µg/l	5000	10000	250 g/d	112	141	6,8 g/d
PAK	µg/l	50	100	2,5 g/d	13	17	0,8 g/d
EOCI	µg/l	100	200	5 g/d	172	216	10 g/d
PCB	µg/l	1	2	50 mg/d	0,6	0,7	38 mg/d
Cadmium	µg/l	1	5,0	55 mg/d	3	4	55 ¹⁾ mg/d
Kwik	µg/l	1	5,0	55 mg/d	2	3	55 ¹⁾ mg/d
overige metalen ¹⁾	mg/l	5	10	250 g/d	1,1	2	65 g/d
Fenolen	µg/l	1000	2000	50 g/d	87	108	5,2 g/d
Acrylaten ²⁾	µg/l	1000	2000	50 g/d	2,9	4	173 mg/d
Sulfaat	mg/l	-	-	-	1555	1944	93 kg/d
Chloride	g/l	-	-	-	3,5	10 ¹⁾	207 kg/d
Lood	µg/l	-	-	-	65	81	3,9 g/d
Molybdeen	µg/l	-	-	-	170	212	10,2 g/d
Zink	µg/l	-	-	-	351,7	439	21,1 g/d
Sulfide	µg/l	-	-	-	100	125	6 g/d
Cyanide	mg/l	1,0	2,0	50 g/d	1,0 ¹⁾	2,0 ¹⁾	50 ¹⁾ g/d

¹⁾ bepaald als de som van Cr, Ni, Cu, As, Co, Mo, Sn, Mn, Ag, en V

²⁾ bepaald als de som van de gehalten aan: ACMO/acrylonitril, methyl-,ethyl-,tert. butyl-, en butylacrylaat. (MACMO) methacrylonitril, methyl-, ethyl- en butylacrylaat

¹⁾ Dit zijn incidentele gemeten maximale waarden in 1997

¹⁾ Extra in verband met verdere zuivering in rwzi Delfzijl

¹⁾ Lozingslimiet gedoogbeschikking aangehouden

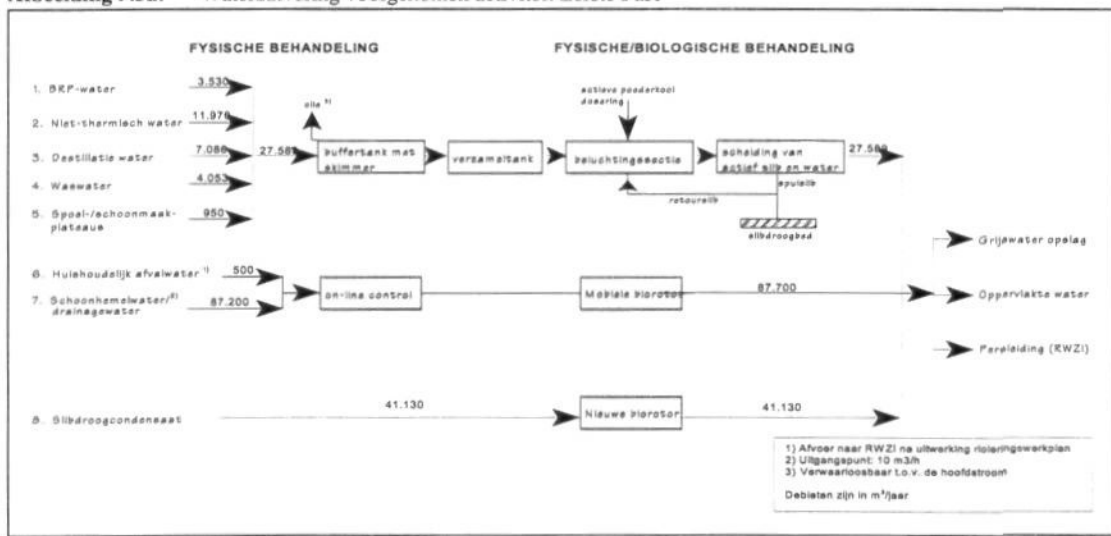
¹⁾ Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor EN daar het niet bekend is wat de concentratie is in de verschillende deelstromen, derhalve limieten aangehouden van de gedoogbeschikking

(*) zwevend stof is erg afhankelijk van componenten/slibbestanddelen in nabezinktank

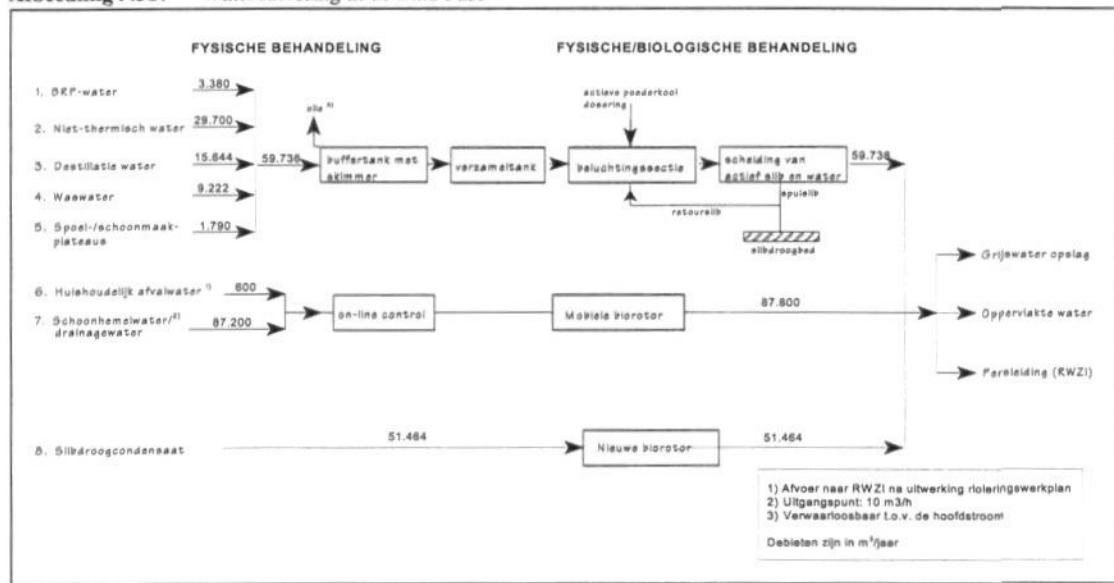
Eerste fase en eindfase

In de eerste en de eindfase is de samenstelling van het influent en het effluent op dezelfde wijze berekend. Voor de samenstelling van het influent wordt verwezen naar bijlage 9.4, tabel 3. De effluentsamenstelling zoals die opgenomen is in Wvo-vergunningaanvraag, is weergegeven in tabellen 9.5d en 9.5e. In de afbeelding 9.5a en 9.5b wordt een overzicht gegeven van het zuiveringssysteem van de voorgenomen activiteiten in eerste fase en eindfase.

Afbeelding 9.5a: Waterzuivering voorgenomen activiteit Eerste Fase



Afbeelding 9.5b: Waterzuivering in de Eind Fase



Tabel 9.5d: Lozingslimieten PACT-waterzuiveringsinstallatie eerste fase

Parameter/component		berekende debiet en concentraties	aangevraagde lozingslimieten		
			concentraties		vracht
			gemiddeld	maximaal	
debiet	m ³ /d	75,6		190	
CZV	mg/l	606,3	1212,5	1515	139,4 kg/d
BZV	mg/l	19,1	38,2	47,8	6,0 ¹⁾ kg/d
N _{totale}	mg/l	13,6	27,2	34,1	3,2 kg/d
zwevend stof (*)	mg/l	-	25	40	2,8 kg/d
olie	mg/l	7,5	15,1	18,8	1732 g/d
MAK	µg/l	44,2	88,4	110,5	10,2 g/d
PAK	µg/l	7,3	14,6	18,3	1,7 g/d
EDC	µg/l	71,1	142	177,7	16,3 g/d
PCB	µg/l	0,3	0,7	0,8	74,8 mg/d
Cadmium	µg/l	2	3,9	4,9	453 mg/d
Kwik	µg/l	1,2	2,5	3,1	285 mg/d
overige metalen ¹⁾	mg/l	0,8	1,6	1,9	178,5 g/d
Fenolen	µg/l	40,4	80,9	101,1	9,3 g/d
Acrylaten ²⁾	µg/l	1,2	2,4	3	0,28 g/d
Sulfaat	mg/l	632,3	1265	1580	145,4 kg/d
Chloride	g/l	1,9	3,8	4,7	428 kg/d
Lood	µg/l	27,4	54,7	68,4	6,3 g/d
Molybdeen	µg/l	163	325	407	37,4 g/d
Zink	µg/l	152	304	380	35 g/d
Sulfide	mg/l	16,6	33,1	41,4	3,8 kg/d
Cyanide	mg/l	-	1,0 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾	50 ⁴⁾ g/d

¹⁾ bepaald als de som van Cr, Ni, Cu, As, Co, Mo, Sn, Mn, Ag, en V

²⁾ bepaald als de som van de gehalten aan: ACO/acrylonitril, methyl-,ethyl-,tert. butyl-, en butylacrylaat. (MACMO) methacrylonitril, methyl-, ethyl- en butylacrylaat

³⁾ Extra aangevraagd in verband met verdere zuivering in rwzi Delfzijl

⁴⁾ Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor CN daar het niet bekend is wat de concentratie is in de verschillende deelstromen, derhalve limieten aangehouden van de gedoogbeschikking

(*) zwevend stof is erg afhankelijk van componenten/slibbestanddelen in nabezinktank

opm I: De verwachting is dat de sulfide concentratie lager zal zijn in verband met de aanwezige zware metalen

Tabel 9.5e: Lozingslimieten PACT-waterzuiveringsinstallatie eindfase

Parameter/component		berekende debiet en concentraties	aangevraagde lozingslimieten		
			concentraties		vracht
			gemiddeld	maximaal	
debiet	m ³ /d	163,7		410	
CZV	mg/l	618	1236	1545	303 kg/d
BZV	mg/l	19,2	38,3	48	9,4 kg/d
N _{totale}	mg/l	15,9	31,9	39,9	7,8 kg/d
zwevend stof (*)	mg/l	-	25	40	3,4 kg/d
olie	mg/l	6,7	13,5	16,9	3,3 kg/d
MAK	μg/l	44,9	89,7	112	22,0 g/d
PAK	μg/l	4,5	9	11,2	2,2 g/d
EOCI	μg/l	81,2	162,5	203,1	39,8 g/d
PCB	μg/l	0,2	0,3	0,4	85,0 mg/d
Cadmium	μg/l	1,5	3,0	3,8	0,7 g/d
Kwik	μg/l	0,9	1,7	2,2	0,4 g/d
overige metalen ¹⁾	mg/l	0,5	1,03	1,3	0,3 kg/d
Fenolen	μg/l	37,5	75	93,7	18,4 g/d
Acrylaten ²⁾	μg/l	1,2	2,4	3,0	0,6 g/d
Sulfaat	mg/l	623	1246,5	1558	306 kg/d
Chloride	g/l	0,9	1,8	2,3	443 kg/d
Lood	μg/l	29,9	59,8	74,7	14,7 g/d
Molybdeen	μg/l	134,8	269,7	337	66,1 g/d
Zink	μg/l	170,8	341,6	426,9	83,7 g/d
Sulfide	mg/l	17,4	34,8	43,5	8,5 kg/d
Cyanide	mg/l	-	1,0 ³⁾	2,0 ³⁾	50 ³⁾ g/d

¹⁾ bepaald als de som van Cr, Ni, Cu, As, Co, Mo, Mn, Sn, Ag, en V

²⁾ bepaald als de som van de gehalten aan: ACHO/acrylonitril, methyl-, ethyl-, tert. butyl-, en butylacrylaat. (MACMO) methacrylonitril, methyl-, ethyl- en butylacrylaat

³⁾ Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor CN daar het niet bekend is wat de concentratie is in de verschillende deelstromen, derhalve limieten aangehouden van de gedoogbeschikking

(*) zwevend stof is erg afhankelijk van componenten/slibbestanddelen in nabezinktank

9.5.4 De afvalwaterstroom uit de nieuwe biorotor

De samenstelling van het influent van de nieuwe biorotor-installatie wordt bepaald door de samenstelling van het RWZI-slib, het type slib (uitgegist of niet uitgegist slib) en de toe te passen droogtechniek (direct of indirect). Er zal gebruik worden gemaakt van een indirect droogstelsel (peddeldroger) en uitgegist slib. De te verwachten samenstelling van het droogcondensaat is in tabel 9.5f weergegeven. In hoofdstuk 8 worden de RWZI-slibdroger en C2/C3-slibdroger besproken.

Tabel 9.5f: Samenstelling influent Nieuwe biorotor

Parameter/component		eerste fase		eindfase	
		minimaal	maximaal	minimaal	maximaal
Debiet ¹⁾	m ³ /j		41.130		51.464
CZV	mg/l	4000	8000	4000	8000
BZV	mg/l	2800	5600	2800	5600
N-kjeldahl	mg/l	200	400	200	400

¹⁾ debieten gehanteerd van het base case scenario (hoofdstuk 5)

9.5.5 Effluent specificaties nieuwe biorotor

Gezien de kwaliteit van het influent is de verwachting dat er een efficiënte reiniging wordt verkregen met de nieuwe biorotor. De literatuur vermeldt verwijderingrendementen van 95% en 99,5% voor respectievelijk CZV en BZV [Metcalf & Eddy, 1981 en Eckenfelder, 1989]. *Tran T.F, et al* [Tran, 1991] noemen in hun onderzoek percentages van 80% voor fenolen en meer dan 90% voor ammonium stikstof. In het laatste geval betreft het een afvalwaterstroom van een olieraffinaderij. Daar het droogcondensaat een niet-complexe afvalwaterstroom is, is het aannemelijk verwijderingrendementen te hanteren van 95%, 99,5% en 90% voor respectievelijk CZV, BZV en N-kjeldahl. Op basis van deze uitgangspunten zal de samenstelling van het effluent er als in tabel 9.5g uitzien.

Tabel 9.5g: Te verwachten samenstelling effluent nieuwe biorotor

Parameter/component		eerste fase		eindfase	
		gemiddeld	maximaal	gemiddeld	maximaal
Debiet ¹⁾	m ³ /u	4,6	6	5,9	6
CZV	mg/l	300	400	300	400
BZV	mg/l	21	28	21	28
N-kjeldahl	mg/l	0,3	0,4	0,3	0,4

¹⁾ debieten gehanteerd van het base case scenario (hoofdstuk 5)

De verwachting is dat op basis van praktijkervaring de concentraties een factor 1,5 hoger zullen liggen. De aangevraagde lozingslimieten worden hierop gebaseerd.

9.5.6 (Afval)waterstromen uit de PEC- unit

In de PEC-unit worden vier (afval)waterstromen onderscheiden:

- het condensaat afkomstig van de C2-slibdroger,
- het condensaat van de gaskoeler,
- zoutwater van de zuurgaswasser,
- de spui van de koeltoren.

Het condensaat afkomstig van de C2-slibdroger

Het condensaat van de C-2 slibdroger wordt gebruikt als injectiewater in de vergasser. Geurende componenten en andere aanwezige verontreinigingen in het condensaat zullen bij de in de vergasser heersende temperaturen worden vernietigd. Indien noodzakelijk voor de procesvoering kan dit condensaat ook gebruikt worden als injectiewater in de uitlaat van de smelter. Op basis van berekeningen van het geïntegreerde base case scenario zoals beschreven in hoofdstuk 5 is het droogcondensaat van de C2-slibdroger niet toereikend voor de injectie in de uitlaat van de vergasser. Het kan worden aangevuld met het condensaat van de gasreiniging of het water uit de vuilwateropslag.

Het condensaat van de gaskoeler van de zuurgaswasser

Een deel van dit condensaat zal als injectiewater bij de vergasser worden gebruikt. Het andere deel wordt afgevoerd naar de suppletiewateropslag indien het niet voldoet aan de lozingslimieten. Via een overloop staat de grijswateropslag in verbinding met de suppletiewateropslag. Overloop van suppletiewater (condensaatreiniging naar de grijswateropslag) is alleen mogelijk indien uit analyses blijkt dat het voldoet aan de aangevraagde lozingslimieten voor PACT en PEC-procescondensaat van de gaskoeler. De samenstelling en relevante parameters van het condensaat staan gegeven in tabel 9.5h. De aangevraagde lozingslimieten zijn eveneens in de tabel opgenomen.

Tabel 9.5h: Procescondensaat PEC-unit eerste fase en eindfase

Componenten/parameters		VA-1			VA-2		
		gemiddeld	maximaal	vracht [g/d]	gemiddeld	maximaal	vracht [g/d]
debiet productie procescondensaat	m ³ /j m ³ /d	17000 49	26000 200		59500 172	91000 700	
debiet ten behoeve van lozing	m ³ /j m ³ /d	1000 3,2			1500 4,8		
pH		7,5	10		7,5	10	
CZV	mg/l	50	100	320	50	100	480
BZV	mg/l	30	60	192	30	60	288
N-Kjeldahl	mg/l	5	15	48	5	15	72
MAK	mg/l	-	1	3,2	-	1	4,8
PAK	mg/l	-	1	3,2		1	4,8
Overige metalen (As, Cd, Mo, Hg, Cu, Pb, Ni, Zn)	mg/l	2	5	16	2	5	24
Hg	µg/l	-	2	0,006	-	2	0,009
Cd	µg/l	2	10	0,032	2	10	0,048
totaal stof	mg/l	25	50	160	25	50	240
totaal organische stof	mg/l	10	20	64	10	20	96
Chloride	mg/l	1	10	32	1	10	48
H ₂ S	mg/l	-	5	16	-	5	24

Zoutwater van de zuurgaswasser

Het kraak- en smeltergas worden respectievelijk in een kraak- en een smeltergaswasser tegen circulerend water gewassen. De wastemperatuur stelt zich in door verdamping van het water. Bij het water worden o.a. HCl, HBr, HF en stof uit het gas verwijderd. De zuurgraad in het waswater wordt op peil gehouden door toevoeging van natronloog en vervolgens gezuiverd middels de ultrafilterinstallatie. Een deel van het circulerend water wordt als zoutwater gespuid. Relevante parameters en concentraties zijn opgenomen in bijlage 9 en in tabel 9.5i. Uitwerking van de verschillende parameters leidt tot de volgende vrachten die per dag worden afgevoerd als zoutwater.

Tabel 9.5i: Vrachten zoutwater.

Componenten/ Parameters		Eerste fase		Eindfase	
		verwacht	maximaal	verwacht	maximaal
CZV	g/d	833,6	1667,2	2791,4	5582,7
BZV	g/d	0	83,36	0	279,1
N-Kjeldahl	g/d	41,68	125,0	139,6	418,7
totaal zware metalen	g/d	4,2	8,3	14,0	27,9
Hg	mg/d	0	8,3	0	27,9
Cd	mg/d	8,3	16,7	27,9	55,8
Chloride	kg/d	758,6	758,6	2540,1	2540,1
Dioxines	mg/d	0	0,8	0	2,8

Een nadere analyse van de gegevens in tabel 9.5i en de samenstelling van het zoutwater (bijlage 9, tabel 5) geeft aan dat op basis van de bestaande gedoogbeschikking het effluent niet nagezuiverd dient te worden. Het enige aandachtspunt is de chloride concentratie. In tabel 9.5i wordt een overzicht gegeven van de chloridevrachten van de PACT-zuiveringsinstallatie en het zout water.

Tabel 9.5i: Chloridevracht (kg/etmaal)

Bron	Huidige situatie	eerste fase	eindfase
PACT-installatie	132	281	296
PEC-zoutwater	-	758	2540
Totaal	132	1039	2836

Uitgaande van een maximaal toelaatbare chloridevracht van 2200 kg/d op de persleiding betekent dat er pas in de eindfase maatregelen dienen te worden genomen. Gezien de onzekere factoren (leemte in kennis bij verschillende toe te passen technieken) die de eerste fase omvatten met betrekking tot de opgevoerde ontwerpparameters, is een nadere toetsing bij in bedrijfstelling van de PEC-unit wenselijk. Indien er nog geen aansluiting op de persleiding mogelijk is, kan worden gedacht aan de volgende varianten:

1. Het ter plaatse indampen van het zoutwater en het afvoeren van het zout.
2. Het afvoeren van het zoutwater naar derden ter behandeling.

De totale investeringskosten voor het plaatsen van een indamper in de eerste fase worden geraamd op 3,5 miljoen gulden. Na indamping moet nog worden onderzocht of het restproduct verhandelbaar c.q. afzetbaar is. Voorts moeten er voorzieningen worden getroffen voor opslag en afvoer. In het ergste geval zal er gestort moeten worden. Dit zal moeten blijken uit een nadere analyse. Een indamper plaatsen met een capaciteit voor zowel de eerste fase als de eindfase vanwege het kostenaspect is niet aan te bevelen gezien de leemten in kennis inzake een aantal punten bij het totaal project. Het behandelen van het water bij derden is mogelijk. Ook hier zullen de kosten een belangrijk aspect zijn. Er is nog geen opgave gekregen van deze kosten. Vaststaat dat op langere termijn dit financieel onaantrekkelijk zal zijn. Milieuhygiënisch gezien kleeft aan beide opties enig nadeel, te weten het hoge energieverbruik tenzij gebruik kan worden gemaakt van elders vrijgekomen warmte. Ook de afvoer van het product, hetzij als zoutwater hetzij als zout, vergt energie en veroorzaakt emissies naar lucht. Gezien de hoge financiële kosten op korte termijn in relatie met onzekere aspecten met betrekking tot enkele parameters, de genoemde milieubezwaren met betrekking tot energieverbruik en emissies door transport en het gereedkomen van de persleiding in de nabije toekomst is het tijdelijk lozen op het oppervlaktewater onvermijdelijk. De verwachting is dat het effect op het milieu beperkt zal zijn gezien de hele lage concentraties van zware metalen, CZV en BZV in

het zoutwater en de hoeveelheid zoutwater ten opzichte van de hoeveelheid stromend water in de Oosterhornhaven. In hoofdstuk 17 wordt nader ingegaan op het effect van de emissies.

In tabel 9.5j worden de samenstelling en de aangevraagde lozingslimieten weergegeven. De vracht is het product van het debiet (VA-1: 8,34 m³/etmaal en VA-2 27,9 m³/etmaal) en maximale concentratie.

Tabel 9.5j: Zout water PEC-unit eerste fase en eindfase

Componenten/parameters		VA-1			VA-2		
		gemiddeld	maximaal	vracht [g/d]	gemiddeld	maximaal	vracht [g/d]
debiet	m ³ /j m ³ /d	2600 7	3000 25		9100 24,5	10500 87,5	
temperatuur			30			30	
pH		8-8,5	6,5-10		8-8,5	6,5-10	
CZV	mg/l	100	200	1667	100	200	5583
BZV	mg/l	0	10	83,4	0	10	279,1
N-Kjeldahl	mg/l	5	15	125,1	5	15	418,7
MAK	mg/l	-	-	-	-	-	-
PAK	mg/l	-	-	-	-	-	-
Overige metalen (As, Cd, Mo, Hg, Cu, Pb, Ni, Zn)	mg/l	0,5	1	8,34	0,5	1	27,9
Hg	µg/l	-	1	0,008	-	1	0,03
Cd	µg/l	1	2	0,017	1	2	0,056
totaal stof	mg/l	-	-	-	-	-	-
totaal organische stof	mg/l	-	-	-	-	-	-
Chloride	g/l	91	91	758576	91	91	2540138
Dioxines	µg/l	-	0,1	0,0008	-	0,1	0,003

Spuiwater van de koeltoren

Afhankelijk van de kwaliteit van het suppletiewater van de koeltoren zal 10 à 40 % van de voeding de koeltoren als ingedikt spui verlaten. In het basis scenario is er van uitgegaan dat deze spui van voldoende kwaliteit is om te dienen als make-up water voor de zuurgaswassers in de PEC-unit. Eventuele verontreinigingen in deze spui komen terecht in één van de zuiveringsstappen van de gasreiniging. Deze spui behoort tot het interne circuit binnen het watersysteem van de PEC-unit, hetgeen inhoudt dat die niet als uitgaande stroom wordt beschouwd.

9.5.7 Totale lozingen op de persleiding/oppervlaktewater

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat er een aantal waterstromen zijn die geloosd zullen/moeten worden op de persleiding en/of het oppervlaktewater (Oosterhornhaven). In tabel 9.5.j worden de debieten van de verschillende stromen weergegeven per fase. Opgemerkt wordt dat bij de voorgenomen activiteiten het water primair hergebruikt zal worden als suppletiewater voor de

koeltoren. De genoemde debieten moeten derhalve worden beschouwd als een 'worse case' scenario voor de verschillende fasen.

Tabel 9.5k: Lozingsdebiet (m³/jaar)

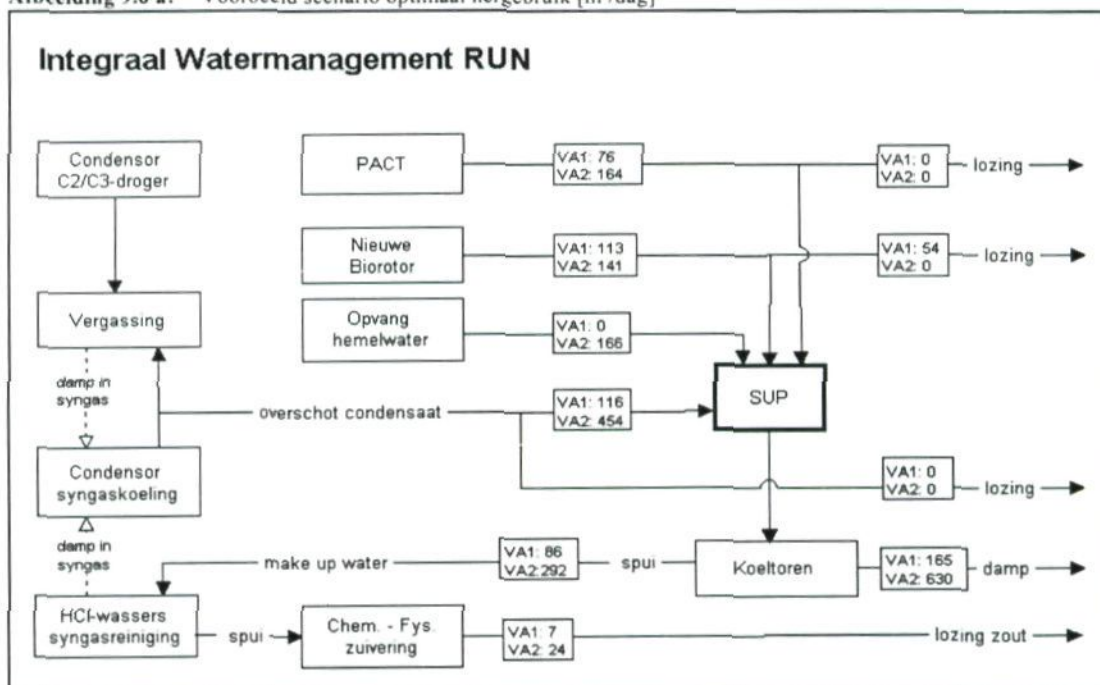
Bron	HB	VAI	VA2
PACT	13.986	27.589	59.736
Nieuwe biorotor	-	41.130	51.464
PEC-procescondensaat	-	1.000	1.500
PEC-zoutwater	-	2.605	8.723
Totaal	13.986	72.324	121.423

Opm 1: In de tabel is de lozing op hoofdwatergang niet opgenomen.
Opm 2: De lozing van PEC-procescondensaat zal slechts plaatsvinden bij onderhoud e.d.
 HB: Huidig bedrijf
 VAI: Voorgenomen activiteit eerste fase
 VA2: Voorgenomen activiteit einde fase

9.6 Mogelijkheden van interne en externe waterhergebruik (cascadering)

Middels 'waterpinchen' wordt er gestreefd naar een maximale reductie van de lozing. In de huidige situatie wordt het effluent van de PACT-waterzuiveringsinstallatie hergebruikt als spoelwater bij alle units. Vooral in de eerste en einde fase zal het 'waterpinchen' een belangrijkere rol gaan spelen. Het vrijkomende proceswater bij de verschillende units zal vanwege zijn kwaliteit hergebruikt kunnen worden voor verschillende doeleinden. In onderstaande afbeelding 9.6a is een voorbeeld van het hergebruik van proceswater als suppletiewater voor de koeltoren in de PEC-unit. Met nadruk wordt erop gewezen dat het een voorbeeld scenario betreft.

Afbeelding 9.6 a: Voorbeeld scenario optimaal hergebruik [m³/dag]



Uit dit schema blijkt dat in de eerste fase het aanwezige proceswater toereikend is als koelwater. In de tweede fase zal er water gesuppleerd moeten worden. Het water zal dan worden onttrokken van het regen-/drainage systeem. Dat er geen of nauwelijks accumulatie van verontreinigingen in het koelwatersysteem te verwachten is, wordt toegeschreven aan de interne zuivering middels de ultrafilter-installatie. Suppleren met regen-/drainagewater betekent een verminderde lozing op de hoofdwatgang. De verwachting is dat ondanks een uitbreiding van het verharde oppervlak door de voorgenomen activiteiten geen toename zal plaatsvinden van de lozing op de hoofdwatgang.

Naast de interne cascadering zal binnen het project ook ruimte worden gecreëerd voor externe cascadering gezien de gunstige ligging van North Refinery.

Geconcludeerd wordt dat bij hergebruik van proceswater als suppletiewater in de koeltoren de feitelijke reductie van de lozing afhankelijk is van de invloed van de restverontreinigingen in het PACT- en nieuwe biorotor effluent, met het oog op:

- geuremissies bij de koeltoren;
- eventuele vervuiling van de koeltoren;
- kwaliteitsverandering van het synthesegas.

Een nullozing is slechts denkbaar indien geen effecten worden waargenomen en het zoutwater ter plaatse of elders zal worden ingedampt en het voorbeeld scenario daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

•

•

•

•