

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: GID
Van: RHDHV
Datum: 13 april 2021
Kopie:
Ons kenmerk: BG9634WATNT2104131652
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door: [Click or tap here to enter text.](#)

Onderwerp: Procesbeschrijving ZLD+ op hoofdlijnen

1 Introductie

AMA is voornemens om in het Amsterdamse havengebied een installatie te realiseren voor de productie van methanol uit pellets door middel van vergassingstechnologie. Bij deze productie komen een aantal afvalwaterstromen vrij. Voor de lozing hiervan zijn verschillende scenario's overwogen, namelijk:

1. De voorkeursvariant ("ZLD+"): Lozing van uitsluitend huishoudelijk afvalwater en (potentieel) verontreinigd hemelwater op de gemeentelijke riolering en lozing van koelwater en ketelspuiwater op het Noordzeekanaal. Hierbij vindt geen lozing plaats van procesafvalwater, want dit wordt met Reverse Osmosis en indamping opgewerkt tot een nuttig toe te passen product (strooizout).
2. Als variant 1 maar lozing van (voorgezuiverd) procesafvalwater en huishoudelijk afvalwater op de gemeentelijke riolering
3. Als variant 1 maar met lozing van volledig gezuiverd procesafvalwater en koelwater/ketelspuiwater op het Noordzeekanaal. Het huishoudelijk afvalwater wordt geloosd op de gemeentelijke riolering.

Voorliggende memo geeft een procesbeschrijving en het ontwerp op hoofdlijnen voor de voorkeursvariant voor het opwerken van de procesafvalwaterstromen. De overige te lozen stromen worden onbehandeld geloosd.

2 Uitgangspunten

2.1 Algemeen

De verwachte afvalwatersamenstelling heeft regelmatig veranderingen ondergaan. G.I. Dynamics (hierna GID), als formele opdrachtgever, heeft op 20 november 2020 een vernieuwde massabalans opgesteld, welke in december 2020 wederom is gewijzigd. De massabalans van December 2020 is de basis voor de zuivering op hoofdlijnen. Randvoorwaardes hierbij zijn:

- Alleen direct procesgerelateerde stromen worden in beschouwing genomen. Koelwater, afstromend regenwater en huishoudelijk afvalwater worden niet door de zuivering geleid.
- Hergebruik van afvalwater blijft onderdeel van de behandeling.

Bij de productie komt vanuit drie procesonderdelen afvalwater vrij: Syngas productie, zuurgaswassing en methanol productie

2.2 Influent

Per locatie komen 2 stromen vrij. In tabel 1 zijn de karakteristieken van deze stromen op de belangrijkste parameters weergegeven. De totale samenstelling is weergegeven in de massabalans bij het blokschema (zie hoofdstuk 6). De stroomnummers in tabel 1 verwijzen naar deze massabalans.

Tabel 1: Afvalwaterkarakteristiek van de te behandelen procesafvalwaterstromen

		Syngas		Acid gas		Methanol plant	
		1	2	3	4	5	6
Parameter	Eenheid	Sour Water	Condens	Afvalwater	Process	Drain	Condens
Debiet	m ³ /d	1.378	224	102	10	1	33
Temperatuur	°C	147	51	88	82	40	45
Druk	Bar	12.5	5	4	5	48	40
COD	kg/d	34	334	6	0	0	2
TN	kg/d	1.667	736	0	0	0	0
Waterstofsulfide	kg/d	17	3	0	0	0	0
Benzeen	kg/d	1	23	0	0	0	0
Naftaleen	kg/d	0	87	0	0	0	0
Cyanide	kg/d	135	1	0	0	0	0

Ongeveer 50% van het CZV wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van anorganische verbindingen (cyanide en sulfide). De organische fractie bestaat voornamelijk uit de zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) benzeen, naftaleen en fenol (na adaptatie afbreekbaar) en slechts in beperkte mate uit gemakkelijk biologisch afbreekbare componenten. Dit, samen met de hoge ammoniakconcentratie in het water, heeft geleid tot de proceskeuze voor een fysisch-chemisch behandelingsproces in plaats van een biologisch behandelingsproces.

3 Procesbeschrijving

In het zuiveringsontwerp zijn BBT-technieken toegepast voor het specifiek verwijderen van de verontreinigingen met een zo hoog mogelijk rendement en gericht op het terugwinnen van grondstoffen (waaronder water). De verschillende stappen worden hieronder toegelicht. Nummers tussen haakjes verwijzen naar de stromen in de massabalans (zie hoofdstuk 6). De hoeveelheid/compositie van (rest)stromen is te vinden in hoofdstuk 4 en de massabalans (hoofdstuk 6).

3.1 Ontgasser, DAF en crystalactor

Opvallend is dat alle stromen bij verhoogde druk vrijkomen, met daarin een (over)verzadigde concentratie aan verschillende gassen, waaronder CO₂. De eerste stap in de behandeling van de meeste stromen is dan ook ontgassing.

Door de ontgassing van het Syngas condensaat (2) gevolgd door dosering van IJzerchloride wordt een deel van de sulfide en van het naftaleen in een flotatieproces (DAF) verwijderd. Het gevormde flotaat zal moeten worden afgevoerd naar een eindverwerker.

Ondanks de ontgassing heeft het condensaat (11) nog een hoge concentratie aan CO₂ en vooral bicarbonaat. Door toepassing van een Crystalactor™ (niet te verwarren met de uiteindelijke Crystallizer) wordt carbonaat neergeslagen en als Calciumcarbonaat pellets afgevoerd. Een eventuele nuttige eindtoepassing is sterk afhankelijk van de verkregen kwaliteit. Voorlopig wordt ervan uitgegaan dat de korrels “om niet” kunnen worden afgezet.

Het niet toepassen van de Crystalactor zal een veel hogere loogdosering vragen en betekent tevens een veel hogere zoutvracht en daarmee ook een veel hoger stoom- en elektriciteitsverbruik.

3.2 Ammoniak stripper

In de Sour water stroom (1) is vooral het gehalte aan CO₂ relatief hoog. Door afgassen en strippen is dit vergaand te verwijderen, tezamen met de sulfide en de sporen HCN en benzeen. Door de hoge druk en temperatuur van het Sour water kan door de waterstroom te “flashen” op stoom worden bespaard.

Het effluent van de Crystalactor zal samen met het ontgaste sour water in een ammoniak stripper worden behandeld. Door loog te doseren is alle ammoniak “vrij te maken” en door toepassing van een relatief hoge R/Q en veel trappen kan tenminste 98% van de stikstof worden afgevangen.

De condities in de stripper (pH >10) verhinderen het meestrippen van sulfides en cyanide. Het vluchtige Benzeen zal voor tenminste 98% worden meegestript. In een condensatiestap kan deze benzeen afgescheiden worden van het eindproduct ammoniakwater (25%) en vervolgens met het flotaat worden afgevoerd. Ook nu is een eventuele nuttige eindtoepassing sterk afhankelijk van de verkregen kwaliteit en wordt weer uitgegaan van afzet “om niet”.

3.3 Koeling en actief koolfiltratie

Na het stripproces bevat het afvalwater nog sporen aan Cyanide, Sulfide en Naftaleen (13). Met name de Naftaleen kan storend werken op de RO-membranen. Om dit te verwijderen wordt actief koolfiltratie toegepast.

Het koolfilter wordt vanuit een tussenbuffer en een koeling gevoed. De koeling is nodig omdat RO-membranen een maximale werkteemperatuur van 40 °C hebben.

3.4 Omgekeerde osmose

De andere 4 procesafvalstromen (3-6) behoeven geen voorbehandeling anders dan ontgassing. Door de verwijdering van een groot deel van de ammoniak en de naftaleen, kan de totale stroom worden opgeconcentreerd door toepassing van omgekeerde osmose (Reverse Osmosis, RO). Het permeaat van de RO-unit wordt hergebruikt als (proces)water (15).

Bepalend voor de toepasbaarheid van RO is de concentratie aan zouten en ammoniak. De zoutconcentratie bepaalt de maximale indikfactor, terwijl ammoniak de component met de laagste retentie is. Met een beginconcentratie aan zouten van ca. 3 g/l is in een standaard RO een concentratiefactor van 5 goed haalbaar. Om de Crystallizer zo klein mogelijk te houden zal in een tweede trap met (U)HD-membranen een zoutgehalte van ca. 50 g/l worden bereikt, overeenkomend met een recovery van ca. 95%.

3.5 Chemische oxidatie en Crystallizer

Om het eindproduct na kristallisatie toe te kunnen passen als strooizout, is verdergaande verwijdering van vooral koolwaterstoffen en cyanide noodzakelijk. Door Chemische oxidatie zullen de Cyanides en de koolwaterstoffen geoxideerd worden tot CO₂, Stikstofgas en water. Door de chemische oxidatie op het concentraat van de RO toe te passen (16), is het debiet relatief beperkt, waardoor ook de tanks kleiner kunnen blijven. Bovendien is er op deze manier geen risico op aantasting van de RO-membranen door doorslag van oxidant (chloorbleekloog). De relatief kleine hoeveelheden CO₂, Stikstofgas en waterdamp zullen met de damp van Crystallizer worden afgevoerd.

In de Crystallizer zal het zout ten slotte worden drooggedampt. Het condensaat van de Crystallizer kan worden teruggevoerd naar de RO-unit, waardoor vrijwel 100% waterhergebruik mogelijk wordt.

4 Emissies en hergebruik

De gehele afvalwaterbehandeling leidt uiteindelijk tot de volgende reststromen/emissies:

- Afgas (voornamelijk CO ₂);	300 m ³ /h
- DAF-flotaat (slib);	2,2 t/d
- CaCO ₃ -pellets;	4,4 t/d
- 25% ammoniak oplossing (kan hergebruikt worden);	9,4 t/d
- Permeaat uit de RO-unit (hergebruikt als proceswater);	72 m ³ /h
- Strooizout.	4,2 t/d

De compositie van het DAF-flotaat, de CaCO₃-pellets, de 25% ammoniak oplossing en de droogrest van de Crystallizer (strooizout) is weergegeven in tabel 2.

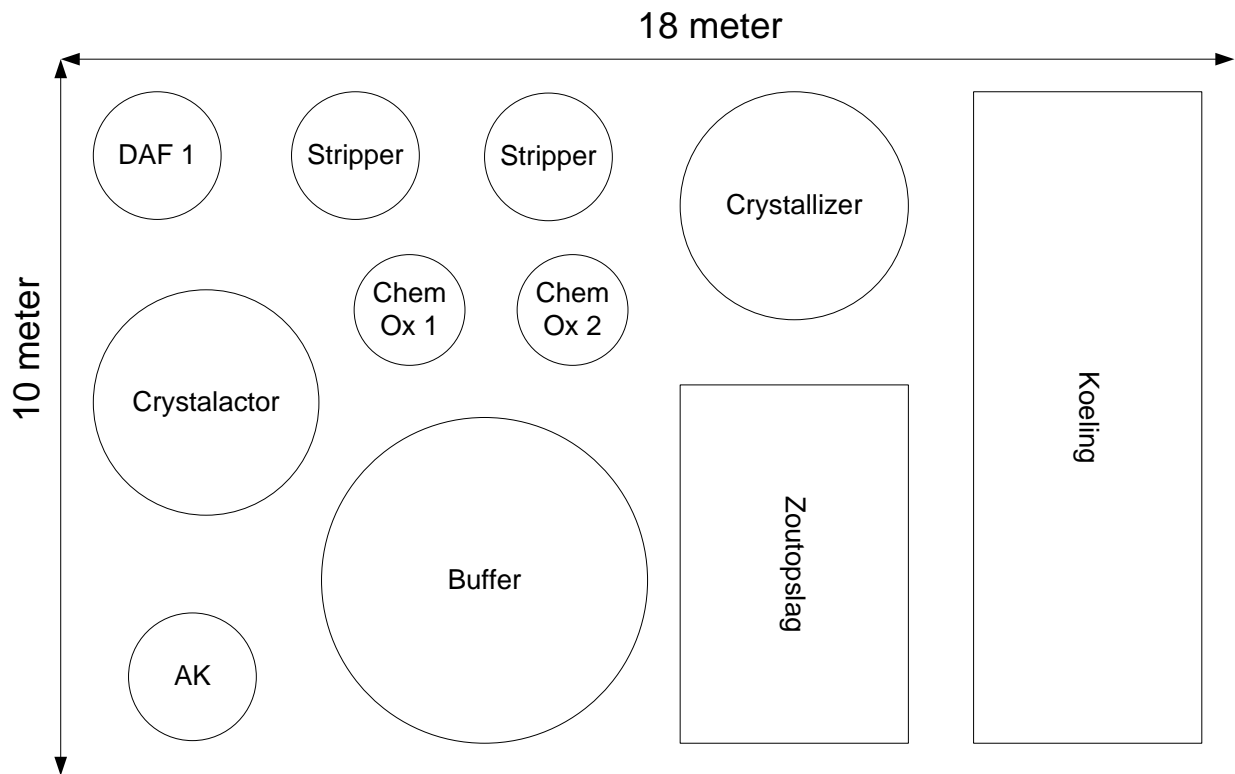
Tabel 2: Compositie van het DAF-flotaat, de CaCO₃-pellets, de 25% ammoniak oplossing en de droogrest van de Crystallizer

Nr. (massabalans)		31	32	33	35
		Flotaat 1	CaCO ₃ Pellets	Ammoniak 25%	Droogrest Crystallizer
Parameter	Eenheid	Slurry	Vaste stof	Vloeistof	Vaste stof
Total	kg/d	2.244	2.632	9.421	4.178
H ₂ S	mg/kg	1.148	traces	traces	70
TN	g/kg	traces	traces	250	11
HCN	mg/kg	traces	traces	traces	52
C ₆ H ₆	mg/kg	1.121	traces	traces	25
C ₁₀ H ₈	mg/kg	29.314	traces	traces	71
C ₆ H ₆ O	mg/kg	traces	traces	traces	33
CH ₃ O	mg/kg	traces	traces	traces	598
Cl	g/kg	traces	traces	traces	579
Na	g/kg	traces	traces	traces	371
Ca	g/kg	traces	360	traces	0,25
HCO ₃	g/kg	traces	540	traces	36
Fe	g/kg	20	traces	traces	traces
H ₂ O	g/kg	979	100	750	12

De hoeveelheid te doseren chemicaliën is te vinden in de massabalans in hoofdstuk 6.

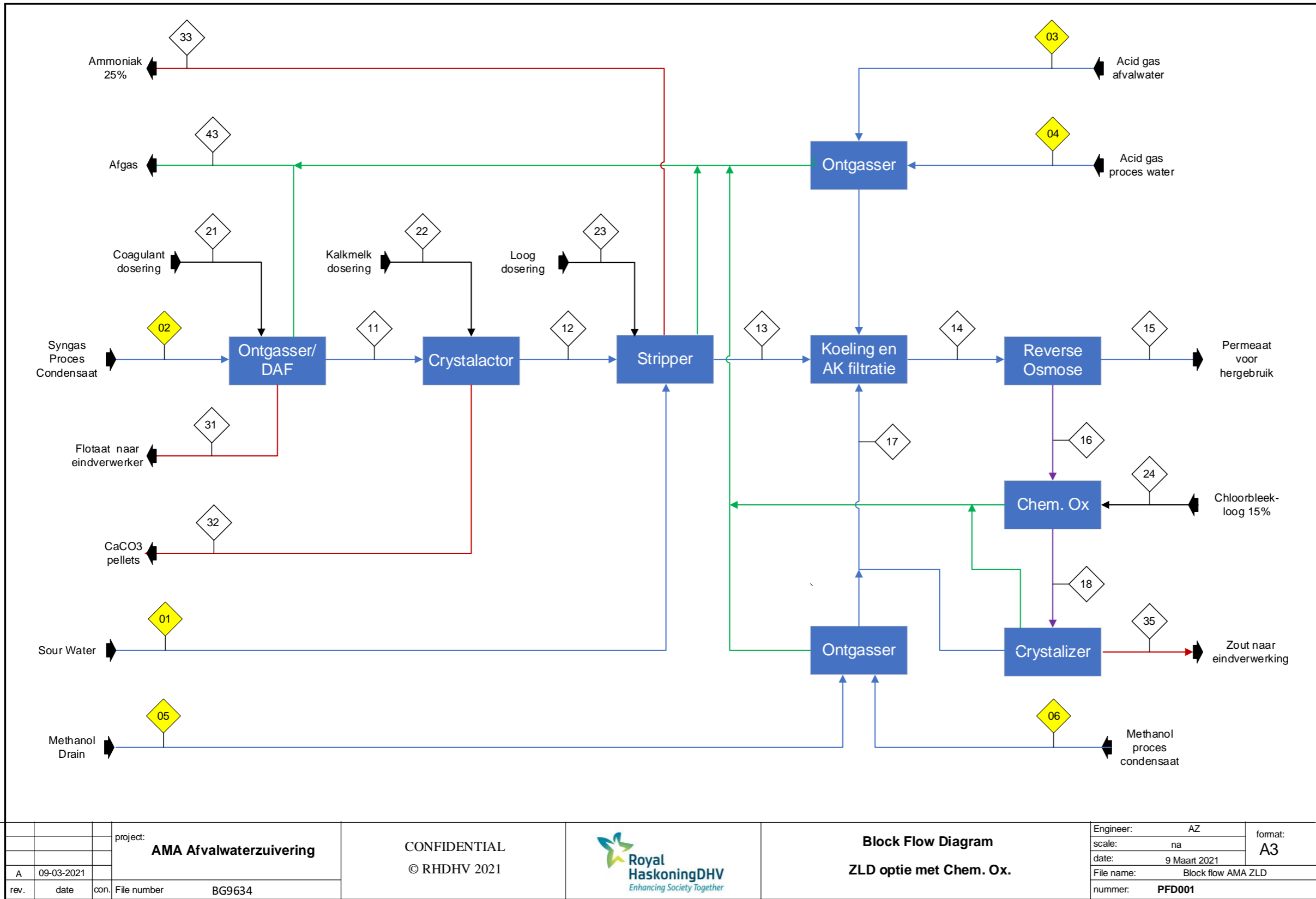
5 Vlekkenplan

In onderstaande figuur is een vlekkenplan voor een greenfield toepassing weergegeven. De RO-unit en de E/I-voorziening worden geplaatst in een al voorzien gebouw.



Figuur 1: Indicatief vlekkenplan

6 Blokdiagram, massabalans en compositie van stromen



Massabalans

nr		1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16	17	18	35	43
Description		Syngas		Gas treatment		Methanol unit										Flow Ton/d	Flow Nm ³ /d
		Sour water	Process condensate	Waste Water	Process Water	Column drain	Process condensate	DAF Effluent	Crystalactor Effluent	Stripper Effluent	RO voeding	RO Permeaat	Concentraat	Retour Crystalizer	Effluent Oxidizer	Zoutfractie	Afgas
Parameter	Unit															vaste stof	gas
Flow	m ³ /d	1378	224	102	10	1	33	222	223	1592	1826	1735	91	89	91	4.2	7100
	m ³ /h	57.4	9.4	4.2	0.4	0.0	1.4	9.3	9.3	66	76	72	4	4	4		300
CO ₂	kg/d	2036	586	0	74	0	0	581	4	41	115	17	98	0	98		2656
H ₂ S	kg/d	17	3	0	0	0	0	0.3	0.3	7	2	0	1	0	0.3	0.3	13
TN	kg/d	1667	736	0	0.2	0	0	736	736	48	48	3	45	0	45	45	29
HCN	kg/d	100	1	0	0	0	0	0.1	0.1	5	1	0	1.1	0	0.22	0.22	95
C ₆ H ₆	kg/d	1	23	0	0	0	0	21	21	0	0	0	0.4	0	0.11	0.11	24
C ₁₀ H ₈	kg/d	0	87	0	0	0	0	21.7	21.7	22	1	0	1.2	0	0.30	0.30	
C ₆ H ₆ O	kg/d	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0.5	0	0.14	0.14	
CH ₃ O	kg/d	0	0	4	0	0	1	0	0	0	5	0	5.0	0	2.50	2.5	
Cl	kg/d	2541	0	0	0	0	0	0	0	2541	2541	121	2420	0	2420	2420	
Na	kg/d	209	0	0	0	0	0	0	0	1627	1627	77	1550	0	1550	1550	
Ca	kg/d	0	0	0	0	0	0	0	1.1	1	1	0	1	0	1	1	
HCO ₃	kg/d	0	3114	0	0	0	0	3114	223	159	159	8	152	0	152	152	
Sulfaat	kg/d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
COD	kg/d	34	334	6	0	0	2	129	129	69	77	0	14	0			
TOD	kg/d	7652	3698	6	1	0	2	3493	3493	287	296	12	222	0			
Druk	bar	12.5	5	4	5	48	40	1	1	1	1	1	1				
Temperatuur	°C	147	51	88	82	40	45	40	40	90	35	35	35				
IE		51015	24652	38	7	0	14	23283	23283	1916	1975	81	1478				
nr		21	22	23	24	31	32	33	35								
Description		Coagulant FeCl ₃ 40%	Kalk 100%	Loog opl. 50%	Hypochloriet 15%	Flotaat	CaCO ₃ Pellets*	Ammoniak 25%	Zoutfractie								
Parameter	Unit						vaste stof		vaste stof								
Flow	ton/d	0.26	0.95	2.8	0.20	2.2	4.4	9.4	4.2								
	m ³ /h	0.01	0.04	0.12	0.01	0.09	0.18	0.39	0.17								

Concentraties

Preliminary flow composition	nr		1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16	17	18	35	43	
	Description		Syngas		Gas treatment		Methanol unit											Flow Ton/d	Flow Nm ³ /d
			Sour water	Process condensate	Waste Water	Process Water	Column drain	Process condensate	DAF Effluent	Crystalactor Effluent	Stripper Effluent	RO voeding	RO Permeaat	Concentraat	Retour Crystalizer	Effluent Oxidizer	Zoufracctie	Afgas	
	Parameter	Unit																vaste stof	gas
Flow	m ³ /d	1378	224	102	10	1	33	222	223	1592	1826	1735	91	89	91	4	7100		
	m ³ /h	57	9	4	0	0	1	9	9	66	76	72	4	4	4		300		
CO ₂	mg/l	1478	2610	0	7577	0	9	2610	20	25	63	10	1071	0	1071		374		
H ₂ S	mg/l	12	13	0	0	0	0	1	1	4	1	0	16	0	3	70	2		
TN	mg/l	1210	3280	0	23	0	2	3309	3295	30	26	2	498	0	498	10824	4		
HCN	mg/l	72	2	0	0	0	0	0	0	3	1	0	12	0	2	52	13		
C ₆ H ₆	mg/l	0	104	0	0	0	0	93	93	0	0	0	5	0	1	25	3		
C ₁₀ H ₈	mg/l	0	390	0	0	0	0	97	97	14	1	0	13	0	3	70			
C ₆ H ₆ O	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	33			
CH ₃ O	mg/l	0	0	38	0	0	35	0	0	0	3	0	55	0	27	595			
Cl	mg/l	1844	0	0	0	0	0	0	0	1596	1391	70	26501	0	26501	576150			
Na	mg/l	152	0	0	0	0	0	0	0	1022	891	45	16977	0	16977	369092			
Ca	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	0	12	0	12	252			
HCO ₃	mg/l	0	13877	0	0	0	0	14001	1000	100	87	4	1661	0	1661	36101			
Sulfaat	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
COD	mg/l	25	1489	57	0	0	52	579	577	43	42	0	153	0					
TOD	mg/l	5554	16476	57	103	0	61	15700	15634	181	162	7	2428	0					
Druk	bar	12,5	5	4	5	48	40	1	1	1	1	1	1						
Temperatuur	°C	147	51	88	82	40	45	40	40	90	35	35	35						
IE		37024	109841	379	687	0	406	104668	104224	1204	1081	46	16190						

OP DE VOLGENDE PAGINA'S INFORMATIE OVER VARIANTEN 4B EN 4C

Memo

Onderwerp: Concept Ontwerp AWZI AMA

Projectnummer: 377390

Referentienummer: 20210311 Concept Ontwerp AWZI AMA.docx

Datum: 11-03-2021

1 Introductie

1.1 Doel

G.I. Dynamics (GID) is voornemens een bio-methanol productie faciliteit te realiseren voor Advanced Methanol Amsterdam (AMA). Het doel van dit project is om een afvalwaterzuivering (AWZI) te ontwikkelen voor de bio-methanol productie faciliteit, die voldoet aan de eisen die door bevoegd gezag worden gesteld.

Dit document geeft een overzicht van het concept ontwerp van de afvalwaterzuivering:

- Uitgangspunten
- Scenario evaluatie en systeemkeuze
- Procesbeschrijving
- Waterkwaliteiten
- Energie- en chemicaliënverbruik

2 Uitgangspunten

2.1 Algemeen

De te realiseren AWZI (Unit 650) heeft als functie het vervuilde proceswater continu te zuiveren tot een kwaliteit die voldoet aan de eisen van bevoegd gezag om te mogen lozen op het oppervlaktewater. Het proceswater is afkomstig van verschillende onderdelen in het productieproces. Hierdoor heeft iedere stroom een andere samenstelling en kwaliteit.

Condensaat en proceswater uit de volgende procesonderdelen worden in de waterzuivering behandeld:

- Zuur water uit Scrubbing & Quench, Unit 116
- Condensaat uit Raw Syngas Adjustment, Unit 220
- Waswater uit Acid Gas Removal, Unit 240
- Water uit Sulfur recovery & CO₂ Polishing, Unit 260 & 280
- Water uit Methanol Unit 310

In de Basis of Design & Scope/Schedule – Waste water (pre)treatment (GID Doc No. 1-650-PR-BOD-001) staat een gedetailleerde beschrijving van deze processtromen, inclusief de verwachte kwaliteit van de stromen.

2.2 Influent

Tabel 3 geeft de samenstelling van het influent van het striptorens in Unit 650 (processtroom 6). De normaal design waarde is gegeven, de verwachting is dat de normale bedrijfssituatie hieronder zal liggen. Bij het bepalen van de normale design is uitgegaan van de bovengrens van de verontreinigingen die kunnen ontstaan in het hoofdproces. Deze

bovengrens wordt gewaarborgd door de controle op de voeding en proces condities.
Tevens is de maximaal design waarde gegeven die incidenteel op zou kunnen treden, door verstoringen in het hoofdproces.

Tabel 1 - Influent van het zuur water stripsysteem

Processtroom 6

Parameter	Eenheid	Normaal design waarde	Maximale design waarde
Debiet	kg/h	71.327,1	78.460
	m ³ /h	74,5	82
CZV	mg-O ₂ /l	333,7	414,1
TSS	mg/l	5,4	10,0
Benzeen	mg/l	13,3	16,3
Naftaleen	mg/l	48,4	52,0
Fenol	mg/l	0,0	0,3
Methanol	mg/l	5,7	7,0
Sulfide-S	mg/l S	10,1	10,6
Vrije Cyanide-HCN	mg/l	55,5	74,3
Totaal Cyanide-HCN	mg/l	55,5	74,3
Cyanaat	mg/l N	0,0	0,0
Ammoniak-N	mg/l N	1330,3	1551,6
Nikkel	mg/l	0	1,2
Overige zware metalen	mg/l	0,025	0,025
Sodium	mg/l	115,8	116,0
Chloride	mg/l	1406,3	1408,2
Sulphate-SO ₄	mg/l	0,0	0,0
CO ₂	mg/l	1453,4	1847,8
HCO ₃ ⁻	mg/l	1723,9	1726,1

3 Proceskeuze

3.1 Systeem evaluatie

De scenario evaluatie wordt in een separaat document nader beschreven. In dit document wordt alleen Scenario 2 verder omschreven (i.e. zuivering van afvalwater en lozen op het oppervlaktewater).

3.2 Proceskeuze

Op basis van de hoeveelheid verontreinigingen in het afvalwater, zoals gedefinieerd in het BOD-document, wordt een chemisch-fysisch behandelingssysteem voorgesteld om de volgende belangrijkste verontreinigingen uit het afvalwater te verwijderen voorafgaand aan lozing:

- CZV / BZV
- Benzeen
- Naftaleen
- Fenol
- Sulfide (afkomstig van H₂S en COS in het afvalwater)
- Cyanide
- Ammoniak-N
- Zware metalen

Vanwege de specifieke bedrijfsparameters/setpoints van het AMA productie processen, zullen de procescondensaten geen andere PAK's, naftol, thiocynaat of fosfor bevatten en deze verbindingen worden dan ook niet meegenomen in het conceptuele ontwerp van de AWZI.

Hoewel het berekende CZV van het afvalwater dicht bij 350 mg/l ligt, wordt ongeveer 50% van het CZV veroorzaakt door de aanwezigheid van anorganische verbindingen (cyanide en sulfide). De resterende organische fractie bestaat uit niet gemakkelijk biologisch afbreekbare organische stoffen (benzeen en naftaleen) en slechts een klein percentage (<5%) is naar schatting gemakkelijk biologisch afbreekbaar. Dit, samen met de hoge ammoniakconcentratie in het water, heeft geleid tot de proceskeuze van een fysisch-chemisch behandlingsproces in plaats van een biologisch behandlingsproces.

De behandelingsstappen die bij het conceptontwerp van de AWZI worden gebruikt, omvatten relevante technieken zoals vermeld in deel 3 van het BREF-document¹ "Techniques to consider in the determination of BAT". De verontreinigingen worden verwijderd in de onderstaande hoofdstappen:

- Zuur water stripsysteem - BREF 3.3.2.3.4.17
 - Belangrijkste behandelingsstap voor het verwijderen van vluchtige organische stoffen, waterstofsulfide, cyanide en ammoniak.
- Ontziltingssysteem - BREF 3.3.2.3.4.7
 - Verwijdering van opgeloste fracties, voornamelijk gericht op chloride reductie voor hergebruik van water.
- Oxidatiereactor - BREF 3.3.2.3.4.4

¹ Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector, 2016

- Oxidatie van resterende cyanide en fenol, evenals oxidatie van resterende sulfiden en VOC's.
- Adsorptie - BREF 3.3.2.3.4.10
 - Verwijderen van resterende organische stoffen.
- Ionenuitwisseling - BREF 3.3.2.3.4.11
 - Verwijderen van opgeloste zware metalen.
- Natte gaswasser - BREF 3.5.1.2.4
 - Verwijdering van ammoniak uit afgas.

De hoofdprocessen kunnen verschillende deelprocessen omvatten en worden hieronder in meer detail toegelicht.

4 Proces beschrijving

Figuur 1 laat het block flow diagram (BFD) zien van het ontwerp van de AWZI. In Bijlage 1 staan naast dit BFD ook de samenstelling en kwaliteit van de genummerde processtromen weergegeven.

4.1 Zuur water stripsysteem

Een tweetraps stoomstripsysteem wordt voorgesteld voor de verwijdering van zure gassen, vluchtige organische stoffen en ammoniak uit het proceswater. Het proceswater uit Unit 116 wordt eerst over een flashdrum geleid waar de druk van het proceswater af wordt gehaald en gemengd met het proceswater van de overige procesunits. Het gemengde proceswater wordt aan de striptoren gevoed en het systeem is voorzien van een patroonfilter waar vaste delen bovenstrooms van de striptoren worden verwijderd.

De eerste striptoren in het proces is ontworpen voor het verwijderen van de zure gassen en vluchtige organische stoffen. Afgas van de eerste striptoren wordt behandeld in de behandelingsinstallatie van AMA. Om de verwijdering van waterstof sulfide en cyanide te verbeteren, wordt het systeem voorzien van een doseerinstallatie waarmee zuur aan het proceswater toegevoegd kan worden om de pH te verlagen.

Het proceswater uit de eerste striptoren wordt naar de tweede striptoren geleid die is ontworpen om ammoniak te verwijderen. Het strippen van ammoniak is optimaal bij een hoge pH (>9,5). Er is een optie om loog te doseren om daarmee de pH van het proceswater te verhogen. Het proceswater uit de tweede striptoren wordt gekoeld (<40°C) en naar het ontziltingssysteem geleid. Het afgas van de tweede striptoren wordt gecondenseerd en een deel van het condensaat wordt gerecirculeerd naar de striptoren. Het ammoniakrijke afgas kan worden gekoeld en gecondenseerd/geabsorbeerd doormiddel van demi water om een 20% ammoniumhydroxide oplossing te creëren.

4.2 Ontziltingssysteem

Het effluent van het zuur water stripsysteem is influent voor het ontziltingssysteem. Het proceswater wordt gezuiverd van opgeloste ionen, voornamelijk natrium en chloride, zodat het geschikt is voor hergebruik in het proces. Een Reverse Osmosis (RO) systeem met membranen met een hoge retentie wordt gebruikt om doorslag van chloride te minimaliseren, zelfs bij water met een hoge temperatuur. Het RO proces wordt uitgevoerd bij een verhoogde pH (~9) om zuurdosering na de striptoren te minimaliseren. Het RO systeem is uitgerust met de benodigde voorfiltratie om eventuele vaste delen en/of

organische vervuiling te verwijderen die kunnen leiden tot vervuiling van de membranen. Een Cleaning-In-Place (CIP) systeem wordt toegepast om verontreinigingen te verwijderen die op het membraan oppervlak accumuleren. Om een continue procesvoering te garanderen worden meerdere RO straten geplaatst zodat ook tijdens het schoonmaken van één van de installaties het volledige afvalwater stroom gezuiverd kan worden. Gebaseerd op de verwachte effluent eisen en het benodigde kwaliteit om het water te hergebruiken in het proces, wordt aangenomen dat 50% van het proceswater teruggewonnen wordt.

Het permeaat van het RO systeem wordt hergebruikt. Het concentraat bevat naast de zouten overige verontreinigingen zoals zware metalen en cyanide. Deze zullen eerst verwijderd moeten worden voordat dit op het oppervlakte water geloosd mag worden.

4.3 Oxidatiesysteem

Het concentraat van het ontziltingssysteem is influent van de oxidatiesysteem. De overgebleven cyanide die niet in de striptoren is verwijderd, wordt verwijderd met behulp van een tweetraps proces bestaand uit precipitatie en geavanceerd oxidatie proces ofwel, Advanced Oxidation Process (AOP). Op basis van berekende verwijderingsrendementen van cyanide in het striptoren, is de verwachte gemiddelde cyanide concentratie in het concentraat < 5 mg/l. Voor het ontwerp is echter uitgegaan van een piekwaarden van ongeveer 10 mg/l (zie ook waterkwaliteit tabellen onder). Dit geeft flexibiliteit in het bedrijfsvoering en leidt tot een robuust proces. Bij een hogere concentratie van cyanide (>5 mg/l), zal, als extra barrière, ijzer(II)sulfaat gedoseerd worden om een onoplosbare ijzercyanide verbinding (Fe(II)Fe(II)CN_6) te vormen die verwijderd kunnen worden met precipitatie/filtratie. Om een lage vrije cyanide concentratie te kunnen garanderen, wordt waterstof peroxide gedoseerd om de overgebleven 5 mg/l cyanide te oxideren naar cyanaat (OCN^-) ($\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CN}^- \rightarrow \text{OCN}^- + \text{H}_2\text{O}$). Het effectiviteit van de oxidatie proces en volledige afbraak van cyanide wordt verbeterd met behulp van UV straling. Naast de omzetting van cyanide, worden ook fenolen en sulfiden geoxideerd met gevormde hydroxyl radicalen. Sulfiden wordt, afhankelijk van de gekozen pH, omgezet naar sulfaten (SO_4^{2-}) of zwavel (S_0). Waterstof peroxide wordt op locatie opgeslagen en met pompen gedoseerd in een reactievat. Een gebruikelijke reactie tijd voor het systeem is 30-45 minuten. Het is mogelijk zuur en loog te doseren om de optimale pH voor precipitatie en oxidatie te kunnen bereiken.

De cyanide verwijdering vindt plaatst door middel van stoomstrippen, toevoegen van ijzer(II)sulfaat en oxidatie door waterstof peroxide en UV. Cyanide kan ook verwijderd worden door dosering van hypochloriet. Deze methode wordt dan ook vaak in industrieën zoals metaalverwerking toegepast. Een voordeel van oxidatie met hypochloriet is omzetting van gevormde cyanaat naar ammoniak door middel van hydrolyse en oxidatie van ammoniak naar stikstof. Een nadeel van het hypochloriet proces is dat er een mogelijk risico bestaat op vorming van organische halogene verbindingen, en op basis hiervan is dit niet opgenomen in het BBT zuiveringsconcept.

4.4 Na-zuivering

Het doel van de na-zuivering is 1) verwijdering van resterende benzeen en naftaleen en 2) verwijdering van zware metalen. Verwijdering van benzeen en naftaleen kan bijvoorbeeld via een filtratie stap, waar gebruik worden gemaakt van een adsorptie medium die speciaal ontwikkeld is voor het verwijdering van deze stoffen (bijvoorbeeld PS85, MyCelx) of door gebruikt te maken van actief kool.

Na verwachten zal een deel van de zware metalen neerslaan in de oxidatiereactor vanwege de hoge pH. Echter kan het zijn dat lage concentraties van zware metalen zoals nikkel en zink nog steeds aanwezig zijn in het effluent. Om ook deze zware metalen te verwijderen wordt een ionenwisseling ingezet als extra barrière met een hars die een lage selectiviteit heeft voor kationen, zoals natrium, en een hoge selectiviteit voor zware metalen. Hierdoor kan de hars lang gebruikt worden voordat regeneratie vereist is. Vanwege de lage vracht kan de hars eenmalig gebruikt worden en kan de hars na verzadiging worden verwerkt/geregenereerd door een externe partij.

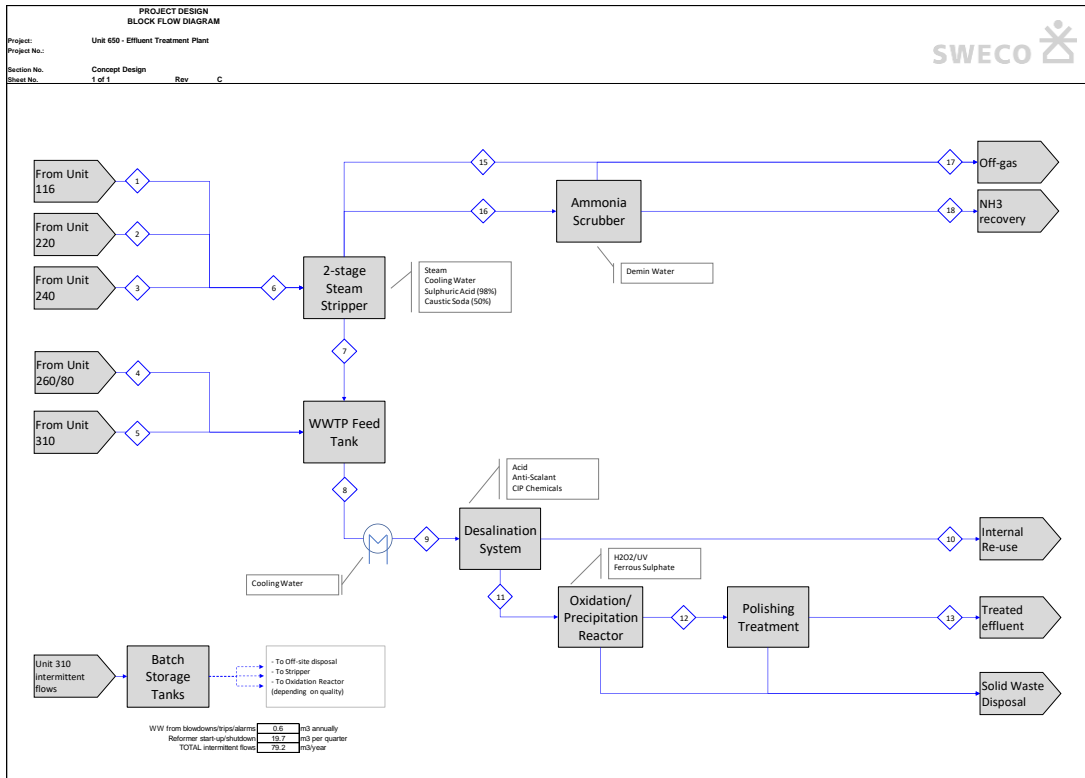
4.5 Verwijderingsrendementen

De verwijderingsrendementen zijn gekozen op basis van 1) procesmodellering met gevalideerde simulatieprogramma's (ChemSep, IMS) en 2) praktijkervaring met soortgelijke processen. De verwachte verwijderingsrendementen zullen in sommige gevallen veel hoger zijn (bijvoorbeeld verwijdering van zware metalen in het oxidatie proces van > 0.0%) en de gekozen rendemente geven voldoende marge voor de zuivering om, ook op basis van maximale vracht vanuit productie, aan de lozingseisen te kunnen voldoen. Bij de maximale vracht kunnen grotere stoomvraag, hogere chemicaliën dosering en meer energie ingebracht worden.

Tabel 2 – Gehanteerde verwijderingsrendementen

Parameter	Striptorens	Oxidatie	Nazuivering
% NH3 verwijdering	> 99.0	0.0	0.0
% S verwijdering	> 95.0	> 50.0	0.0
% HCN verwijdering	> 90.0	> 99.0	0.0
% VOC verwijdering	> 99.8	> 50.0	> 97.0
% HM verwijdering	0.0	0.0	> 99.0

4.6 Block flow diagram



Figuur 1 - Block flow diagram van het ontwerp van de AWZI (unit 650)

5 Waterkwaliteiten

De samenstelling van de belangrijkste processtromen met betrekking tot de AWZI (unit 650) staan in deze sectie toegelicht. De processtromen zijn genummerd zoals in Figuur 1. Een gedetailleerde en volledige beschrijving van de processtromen staat beschreven in het BFD in Bijlage 1.

5.1 Influent

Tabel 3 geeft de samenstelling van het influent van het striptoren in Unit 650 (processtroom 6). De normaal design waarde is gegeven, de verwachting is dat de normale bedrijfssituatie hieronder zal liggen. Bij het bepalen van de normale design is uitgegaan van de bovengrens van de verontreinigingen die kunnen ontstaan in het hoofdproces. Deze bovengrens wordt gewaarborgd door de controle op de voeding en proces condities. Tevens is de maximaal design waarde gegeven die incidenteel op zou kunnen treden, door verstoringen in het hoofdproces. Er is aangegeven in welke processtappen de hoofd verwijdering plaatsvindt.

Tabel 3 - Influent van het zuur water stripsysteem

Processtroom 6

Parameter	Eenheid	Normaal design waarde	Maximale design waarde	Hoofd verwijdering
Debiet	kg/h	71.327,1	78.460	
	m ³ /h	74,5	82	
CZV	mg-O ₂ /l	333,7	414,1	Strippen en oxidatie
TSS	mg/l	5,4	10,0	Polishing
Benzeen	mg/l	13,3	16,3	Strippen en polishing
Naftaleen	mg/l	48,4	52,0	Strippen en polishing
Fenol	mg/l	0,0	0,3	Oxidatie
Methanol	mg/l	5,7	7,0	Strippen en oxidatie
Sulfide-S	mg/l S	10,1	10,6	Striptoren
Vrije Cyanide-HCN	mg/l	55,5	74,3	Strippen en oxidatie
Totaal Cyanide-HCN	mg/l	55,5	74,3	Strippen en oxidatie
Cyanaat	mg/l N	0,0	0,0	Ontstaat bij oxidatie
Ammoniak-N	mg/l N	1330,3	1551,6	Strippen
Nikkel	mg/l	0	1,2	Polishing
Overige zware metalen	mg/l	0,025	0,025	Polishing
Sodium	mg/l	115,8	116,0	RO
Chloride	mg/l	1406,3	1408,2	RO
Sulphate-SO ₄	mg/l	0,0	0,0	N.v.t.
CO ₂	mg/l	1453,4	1847,8	Strippen
HCO ₃ -	mg/l	1723,9	1726,1	Strippen

5.2 Effluent

Processtroom 13 is het effluent van de ionenwisselaar en de adsorptiestap, in de BFD aangegeven als Polishing treatment. Dit is tevens het effluent van unit 650 en wordt geloosd, via het schoonwater bassin, op het Noordzeekanaal. Tabel 4 geeft de samenstelling van deze processtroom. De normaal design waarde is gegeven, de verwachting is dat de normale bedrijfssituatie hieronder zal liggen. Bij het bepalen van de normale design is uitgegaan van de bovengrens van de verontreinigingen die kunnen ontstaan in het hoofdproces. Deze bovengrens wordt gewaarborgd door de controle op de voeding en proces condities. Tevens is de maximaal design waarde gegeven die incidenteel op zou kunnen treden, door verstoringen in het hoofdproces.

Tabel 4 – Gezuiverde effluent vanuit de zuivering (Unit 650)

Processtroom 13			
Parameter	Eenheid	Normaal design waarde	Maximale design waarde
Debiet	kg/h	36.466,0	36.389,4
	m ³ /h	36,8	36,7
CZV	mg-O ₂ /l	7,27	< 12
TSS	mg/l	5,000	< 5
Benzeen	mg/l	0,002	< 0,002
Naftaleen	mg/l	0,002	< 0,002
Fenol	mg/l	0,000	< 0,076
Methanol	mg/l	1,438	< 3
Sulfide-S	mg/l S	0,489	< 0,5
Vrije Cyanide-HCN	mg/l	0,097	<0,1
Totaal Cyanide-HCN	mg/l	0,097	<0,1
Cyanaat	mg/l N	2,593	< 2,593
Ammoniak-N	mg/l N	13,486	< 14,2
Nikkel	mg/l	0,023	< 0,023
Overige zware metalen	mg/l	0,001	< 0,001
Sodium	mg/l	463,972	< 464,488
Chloride	mg/l	2832,815	< 2838,779
Sulphate-SO ₄	mg/l	613,095	< 613,159
CO ₂	mg/l	0,000	< 0,000
HCO ₃ -	mg/l	680,882	< 682,278

5.3 Interne stromen

Binnen unit 650 bevinden zich een aantal interne stromen. De samenstelling van processtroom 11 is hier uitgelicht, de samenstelling van de overige processtromen staan beschreven in bijlage 1.

Tabel 55 geeft de samenstelling van processtroom 11. Deze stroom is het effluent (concentraat) van de ontziltingsinstallatie en dient als influent van de oxidatiereactor.

Tabel 5 - Effluent van de Ontziltingsinstallatie en influent van de oxidatiereactor

Processtroom 11		
Parameter	Eenheid	Waarde
Debiet	kg/h	36.466,0
	m ³ /h	36,8
CZV	mg-O ₂ /l	35,24
TSS	mg/l	0,00
Benzeen	mg/l	0,15
Naftaleen	mg/l	0,15
Fenol	mg/l	0,00
Methanol	mg/l	2,88
Sulfide-S	mg/l S	0,98
Vrije Cyanide-HCN	mg/l	10,20
Totaal Cyanide-HCN	mg/l	10,20
Cyanaat	mg/l N	0,00
Ammoniak-N	mg/l N	13,49
Nikkel	mg/l	2,34
Overige zware metalen	mg/l	0,05
Sodium	mg/l	463,97
Chloride	mg/l	2832,82
Sulphate-SO ₄	mg/l	593,09
CO ₂	mg/l	0,00
HCO ₃ -	mg/l	680,88

5.4 Waterhergebruik

Kwaliteit en kwantiteit van het hergebruikte proceswater. Het proceswater wordt hergebruikt in het productie proces.

Tabel 6 - Het proceswater dat wordt hergebruikt

Processtroom 10		
Parameter	Eenheid	Waarde
Debiet	kg/h	36.466,02
	m ³ /h	36,76
CZV	mg-O ₂ /l	7,46
TSS	mg/l	0,00
Benzeen	mg/l	0,05
Naftaleen	mg/l	0,05
Fenol	mg/l	0,00
Methanol	mg/l	2,88
Sulfide-S	mg/l S	0,05
Vrije Cyanide-HCN	mg/l	1,10
Totaal Cyanide-HCN	mg/l	1,10
Cyanaat	mg/l N	0,00
Ammoniak-N	mg/l N	13,49
Nikkel	mg/l	0,00
Overige zware metalen	mg/l	0,00
Sodium	mg/l	3,04
Chloride	mg/l	18,53
Sulphate-SO ₄	mg/l	0,30
CO ₂	mg/l	0,00
HCO ₃ -	mg/l	18,18

5.5 Gas emissies

- Het zure gas wordt vanuit de stripper teruggevoerd naar de off-gas gasbehandelingsinstallatie van de productie installatie.
- Het ammoniakrijke afgas kan worden gekoeld en gecondenseerd/geabsorbeerd doormiddel van demi water om een ammoniumhydroxide oplossing te creëren.
- Andere procesonderdelen zijn gesloten systemen. Waar eventueel mogelijk emissies kunnen ontstaan, bijv. vanuit een tank ontluchting, worden lokale filters (bijv. actief kool) toegepast.

5.6 Vaste emissies

- Het concept van het proces is om een zo minimaal mogelijk hoeveelheid slib te produceren.
- De te verwachten vaste afvalstoffen ontstaan bij het vervangen van filters en harsen. De verwachting is dat dit op jaar basis tussen de 1 en 5 m³ is.

6 Energieverbruik

Tabel 7 – Energieverbruik

Equipment	Aantal Operationeel	Totaal vermogen (kW)
Striptorens	2	80
Ontziltling	1	90
Oxidatie		
Pompen	1	20
UV lampen	1	15
Circulatie pompen	1	20
Overig	1	10
Na-zuivering		
Absorptie kolom pompen	1	15
Polishing pompen	1	20
Overig voor kleine verbruikers	1	10
Reserve (+/-10%)	1	30
Totaal		310

7 Chemicaliën verbruik

De chemicaliën die in het avalwaterproces worden verbruikt staan beschreven in Tabel 7. Deze zijn tevens toegelicht in de Utility list, Bijlage 2. De MSDS'en van de stoffen zijn toegevoegd in Bijlage 3.

Tabel 7 - Chemicaliën die worden gebruikt ten behoeve van de waterzuivering

Stof	Verbruik		Gebruiksdoel:
Zwavelzuur (98%)	399	l/d	Neutralisatie van het proceswater
Natronloog (50%)	571	l/d	Neutralisatie van het proceswater
Waterstofperoxide (20%)	1440	l/d	Oxidator voor de verwijdering van cyanide
Ozon (gas)	132	kg/d	Oxidator voor de verwijdering van cyanide (alternatief)
IJzer(II)sulfaat (7%)	407	l/d	Precipitatie voor de verwijdering van cyanide
CIP chemicaliën			
Citroenzuur	119	kg/CIP	Reiniging van membranen (4x per jaar)
Natronloog	238	kg/CIP	Reiniging van membranen (4x per jaar)
Antiscalant	4	l/d	Reiniging van membranen (continu)

* Ozon of Waterstofperoxide zijn beide geschikt, proces keuze wordt tijdens volgende ontwerpfase bepaald.

Bijlage 1: BFD

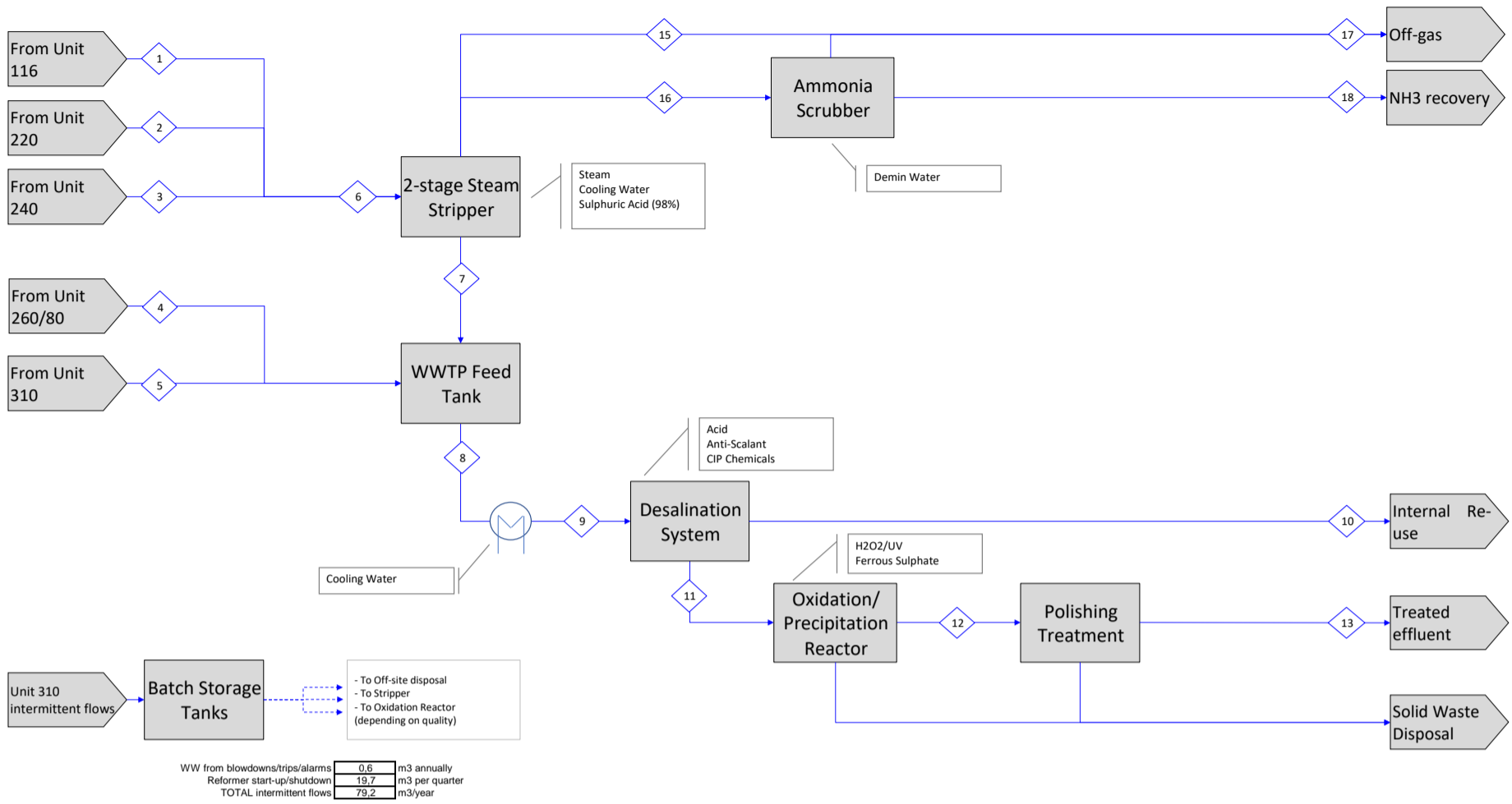
Bijlage 2: Utility list

Bijlage 3: Simulaties en modelberekeningen

PROJECT DESIGN
BLOCK FLOW DIAGRAM



Project: Unit 650 - Effluent Treatment Plant
Project No.:
Section No. Concept Design Rev C
Sheet No. 1 of 1



WW from blowdowns/trips/alarms	0.6	m3 annually
Reformer start-up/shutdown	19.7	m3 per quarter
TOTAL intermittent flows	79.2	m3/year

Stream number	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Flow	kg/h	57247.8	9305.5	4773.8	618.6	1279.9	71327.1	71033.5	72932.0	72932.0	36466.0	36466.0	36466.0	36466.0		195.4	98.2	195.4	596.0
	m3/h	62.4	9.5	4.9	0.6	1.3	74.5	74.2	75.9	73.5	36.8	36.8	36.8	36.8					0.6
Temperature	deg C	147.5	50.5	85.0	10.0	45.0	100.0	100.0	95.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0					40
Pressure	kPa	12.5	5.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	4.0	2.0	1.0	4.0	1.0	1.0					1
Density	kg/m3	918.1	974.7	969.0	999.0	994.0	957.0	957.0	961.0	992.0	992.0	992.0	992.0						992
Benzene	kg/h	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.00		1.0		1.0	
Naphthalene	kg/h	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.00		3.6		3.6	
Phenol	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		0.0		0.0	
Methanol	kg/h	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.42	0.2	0.2	0.2	0.1	0.11	0.05	0.05		0.2		0.2	
Sulphide-S	kg/h	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.02	0.02		0.7		0.7	
Free Cyanide-HCN	kg/h	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.14	0.4	0.4	0.4	0.0	0.38	0.01	0.01		3.7		3.7	
Total Cyanide-CN	kg/h	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.14	0.4	0.4	0.4	0.0	0.38	0.01	0.01		3.7	0.0	3.7	
Cyanate-N	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.10	0.10		0.0	0.0	0.0	
Ammonia-N	kg/h	68.8	30.4	0.0	0.0	0.0	99.15	1.0	1.0	1.0	0.5	0.50	0.50	0.50		98.2	0.0	98.2	
Nickel	kg/h	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.09	0.1	0.1	0.1	0.0	0.09	0.09	0.00		0.0		0.0	
Other HM (sum)	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		0.0		0.0	
Sodium	kg/h	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	8.63	17.2	17.2	17.2	0.1	17.06	17.06	17.06		0.0		0.0	
Chloride	kg/h	104.8	0.0	0.0	0.0	0.0	104.82	104.8	104.8	104.8	0.7	104.13	104.13	104.13		0.0		0.0	
Sulphate-SO4	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	21.8	21.8	21.8	0.0	21.80	22.5	22.54		0.0		0.0	
CO2	kg/h	84.0	24.2	0.1	0.0	0.0	108.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		182.5		182.5	
HCO3-	kg/h	0.0	128.5	0.0	0.0	0.0	128.49	25.7	25.7	25.7	0.7	25.03	25.03	25.03		0.0		0.0	

Stream number	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Flow	kg/h	57247.8	9305.5	4773.8	618.6	1279.9	71327.1	71033.5	72932.0	72932.0	36466.02	36466.0	36466.0	36466.0				
	m3/h	62.4	9.5	4.9	0.6	1.3	74.5	74.2	75.9	73.5	36.76	36.8	36.8	36.8				
COD	mg/l	211.7	1219.7	121.9	32.6	0.0	333.7	25.2	25.0	25.5	7.46	35.24	7.95	7.57				
TSS	mg/l	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.4	5.3	5.2	0.00	0.00	5.00	5.000				
Benzene	mg/l	0.5	100.7	0.0	8.6	0.0	13.3	0.0	0.1	0.1	0.05	0.15	0.07	0.002				
Naphthalene	mg/l	0.0	378.0	0.0	0.0	0.0	48.4	0.1	0.1	0.1	0.05	0.15	0.07	0.002				
Phenol	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.000				
Methanol	mg/l	0.0	0.0	85.9	0.0	0.0	5.7	2.8	2.8	2.9	2.88	2.88	1.44	1.438				
Sulphide-S	mg/l S	10.3	11.6	0.8	0.0	0.0	10.1	0.5	0.5	0.5	0.05	0.98	0.49	0.489				
Free Cyanide-HCN	mg/l	66.0	2.3	0.0	3.0	0.0	55.5	5.6	5.5	5.7	1.10	10.20	0.20	0.204				
Total Cyanide-HCN	mg/l	66.0	2.3	0.0	3.0	0.0	55.5	5.6	5.5	5.7	1.10	10.20	0.20	0.204				
Cyanate-N	mg/l N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	2.59	2.593				
Ammonia-N	mg/l N	1102.9	3180.7	1.9	0.0	0.0	1330.3	13.4	13.1	13.5	13.49	13.49	13.49	13.486				
Nickel	mg/l	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	1.2	1.2	1.1	1.2	0.00	2.34	2.34	0.023				
Other HM (sum)	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.05	0.05	0.001				
Sodium	mg/l	138.4	0.0	0.0	0.0	0.0	115.8	231.3	226.2	233.5	3.04	463.97	463.97	463.972				
Chloride	mg/l	1680.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1406.3	1412.1	1381.1	1425.7	18.53	2832.82	2832.82	2832.815				
Sulphate-SO4	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	293.9	287.4	296.7	0.30	593.09	613.09	613.095				
CO2	mg/l	1347.4	2531.7	27.6	18443.3	1910.3	1453.4	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.000				
HCO3-	mg/l	0.0	13459.0	0.0	0.0	0.0	1723.9	346.2	338.6	349.5	18.18	680.88	680.88	680.882				

Comments: Pre-filter for TSS removal from Unit 116 not shown
Batch collection tanks to be provided to collect intermittent flows from U310 and bleed into WWTP

Revision	Designed	Checked	Date	Issued for:
A	JVA		28-jan-21	First draft
B	JVA		1-feb-21	Revised
C	JVA	MS	22-feb-21	Updated with client comments

Utilities list

Project: GID AMA WWTP
 Project nr: 377390
 Datum: 22-2-2021
 Author: Bas van Oudhuesden
 Checked by: Marc Schetters



Energie en Water verbruik	Waarde	Opmerkingen
Utility:		
Stoom:	Verbruik 14.670 kg/h	
	Druk 500 kPa	LPS
Water	n.t.b. m ³ /h	2" aansluiting voor nooddouche, spoelpunten, aanmaak van chemicaliën, enz
Perslucht	200 Nm ³ /h	Benodigd voor instrumentatie
Demi water	Verbruik 1 m ³ /h	Benodigd voor ammonia gaswasser
Koelwater	Verbruik n.t.b. m ³ /h	
	Temperatuur 25 (min. 15) °C	
Stroomverbruik	310 kWh/h	
Chemicaliën verbruik		
Zwavel zuur (H2SO4) 98%		
Verwachte consumptie:	400 mg/l	
	17 l/h	
	399 l/d	
Natronloog (NaOH) 50%		
Verwachte consumptie:	200 mg/l	
	23,8 l/h	
	571 l/d	
Waterstof Peroxide (H2O2) 20%		
Verwachte consumptie:	160 mg/l	
	60 l/h	
	1.440 l/d	
Ozon (O3)		
Verwachte consumptie:	73 mg/l	Ozon als alternatief voor waterstof peroxide, NTB
	5,5 kg/h	
	132 kg/d	
Ijzersulfaat (FeSO4) 7%		
Verwachte consumptie:	15 mg/l	
	17,0 l/h	
	407 l/d	
CIP chemicaliën		
Verwachte consumptie citroenzuur:	119 kg / iedere 3 maanden	
Verwachte consumptie loog	238 kg / iedere 3 maanden	
Antiscalent		
Verwachte consumptie:	2 mg/l	
	0,2 l/h	
	4 l/d	

Resultaten simulatie stoomstripper

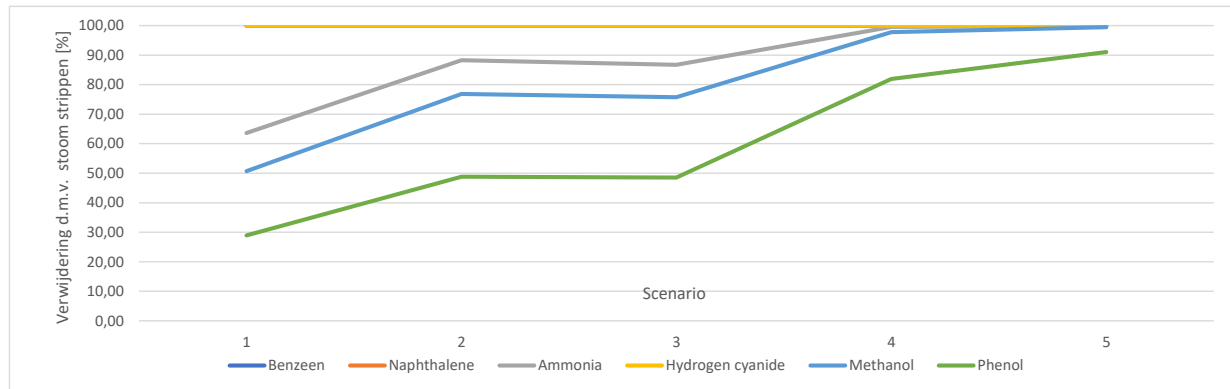
Simulatie parameters

EOS	Peng Robinson
Stoom stripper 1	
Druk	1 bar
Tray efficiency	20 %
Trays	10
Type simulatie	Reboiled stripper zonder condenser
Stoom druk	1 bar
Stoom stripper 2	
Druk	1 bar
Tray efficiency	20 %
Trays	10
Type simulatie	Reboiled stripper zonder condenser
Stoom druk	1 bar

Invoer afvalstroom 6

Debiet	
Water	72882 kg/h
Benzeen	1,1 kg/h
Naphthalene	3,63 kg/h
Ammonia	99,14 kg/h
Hydrogen cyanide	4,14 kg/h
Methanol	0,42 kg/h
Phenol	0,02 kg/h
Druk	1 bar
Temperatuur	80 °C

Scenario	Eenheid	1	2	3	4	5
Stoom verbruik stripper 1	[kg/h]	3.667,0	5.867,1	6.983,2	7.333,9	12.834,4
Stoom verbruik stripper 2	[kg/h]	3.651,0	5.213,5	3.475,6	7.333,9	11.176,3
Totaal stoom verbruik	[kg/h]	7.318,0	11.080,6	10.458,8	14.667,8	24.010,6
Stoom verbruik per hoeveelheid afvalwater	[kg/m3]	100,4	152,0	143,5	201,3	329,4
Verwijdering						
Benzeen	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Naphthalene	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ammonia	%	63,62	88,29	86,75	99,55	99,93
Hydrogen cyanide	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Methanol	%	50,70	76,85	75,75	97,77	99,47
Phenol	%	28,94	48,86	48,54	81,95	91,05



Basic Design

Project name	GID			Permeate flow/train	37.00 m3/h
Calculated by	Ramboll			Raw water flow/train	74.00 m3/h
HP Pump flow	74.00	m3/h		Permeate recovery	50.00 %
Feed pressure	11.3	bar		Element age	3.0 days
Feed temperature	40.0	°C		Flux decline %, first year	12.0
Feed water pH	10.00			Fouling factor	1.00
Chem dose, mg/l, -	H2SO4			SP increase, per year	10.0 %
Specific energy	0.78	kwh/m3			
Pass NDP	8.1	bar			
Average flux rate	15.0	lmh			

Feed type

Waste MF/UF

Pass - Stage	Perm. Flow	Flow / Vessel Feed	Conc	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure			Perm. TDS	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
	m3/h	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		Perm. bar	Boost bar	Conc bar	mg/l			
1-1	37	7.4	3.7	15.1	1	17.3	1.05	0	0	10.3	8.8	SWC5 MAX	60	10 x 6M

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	0.00	0.00	0.000	0.0
Ca	0.00	0.00	0.000	0.0
Mg	0.00	0.00	0.000	0.0
Na	918.85	918.85	3.459	1835.0
K	0.00	0.00	0.000	0.0
NH4	2.00	2.00	0.013	4.0
Ba	0.000	0.000	0.000	0.0
Sr	0.000	0.000	0.000	0.0
H	0.00	0.00	0.000	0.0
CO3	9.44	9.44	0.000	24.0
HCO3	10.00	10.00	0.068	14.7
SO4	0.00	0.00	0.000	0.0
Cl	1400.00	1400.00	5.311	2795.9
F	0.00	0.00	0.000	0.0
NO3	0.00	0.00	0.000	0.0
PO4	0.00	0.00	0.000	0.0
OH	0.00	1.70	0.014	2.4
SiO2	0.00	0.00	0.000	0.0
B	0.00	0.00	0.000	0.0
CO2	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	10.85	10.85	10.85	10.85
TDS	2340.29	2340.29	8.85	4673.63
pH	10.00	10.00	7.91	10.14

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	0	0	0	400
SrSO4 / ksp * 100, %	0	0	0	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	0	0	0	10000
SiO2 saturation, %	0	0	0	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	50000
Ca3(PO4)2 saturation index	0.0	0.0	0.0	2.4
CCPP, mg/l	0.00	0.00	0.00	850
Langelier saturation index	0.00	0.00	0.00	2.8
Ionic strength	0.04	0.04	0.08	
Osmotic pressure, bar	1.9	1.9	3.7	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version : 2.225.84 %

Basic Design

Project name	GID			Permeate flow/train	37.00 m3/h
Calculated by	Ramboll			Raw water flow/train	74.00 m3/h
HP Pump flow	74.00 m3/h			Permeate recovery	50.00 %
Feed pressure	11.3 bar			Element age	3.0 days
Feed temperature	40.0 °C			Flux decline %, first year	12.0
Feed water pH	10.00			Fouling factor	1.00
Chem dose, mg/l, -	H2SO4			SP increase, per year	10.0 %
Specific energy	0.78 kwh/m3				
Pass NDP	8.1 bar				
Average flux rate	15.0 lmh				

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel		Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Feed type			Perm. TDS mg/l	Element Type	Waste MF/UF	
		Feed m3/h	Conc m3/h					Stagewise Perm. bar	Boost bar	Conc bar			Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	37	7.4	3.7	15.1	1	17.3	1.05	0	0	10.3	8.8	SWC5 MAX	60	10 x 6M

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	TDS	Permeate (Stagewise cumulative)		
										Na	NH4	Cl
1-1	1	11.3	0.23	2.1	9.2	0.7	17.3	1.04	4.7	1.827	0.005	2.805
1-1	2	11.1	0.2	2.3	8.7	0.7	16.5	1.04	5.2	2.039	0.008	3.131
1-1	3	10.9	0.17	2.6	8.3	0.6	15.6	1.04	5.9	2.293	0.009	3.52
1-1	4	10.7	0.14	2.9	7.8	0.6	14.8	1.04	6.7	2.601	0.011	3.994
1-1	5	10.6	0.12	3.3	7.3	0.6	13.8	1.04	7.6	2.981	0.012	4.578
1-1	6	10.4	0.1	3.7	6.8	0.5	12.6	1.05	8.9	3.458	0.013	5.309

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version : 2.225.84 %

Email : imsd-support@hydranauticsprojections.net

www.membranes.com +1 760 901 2500

Basic Design

Project name

GID

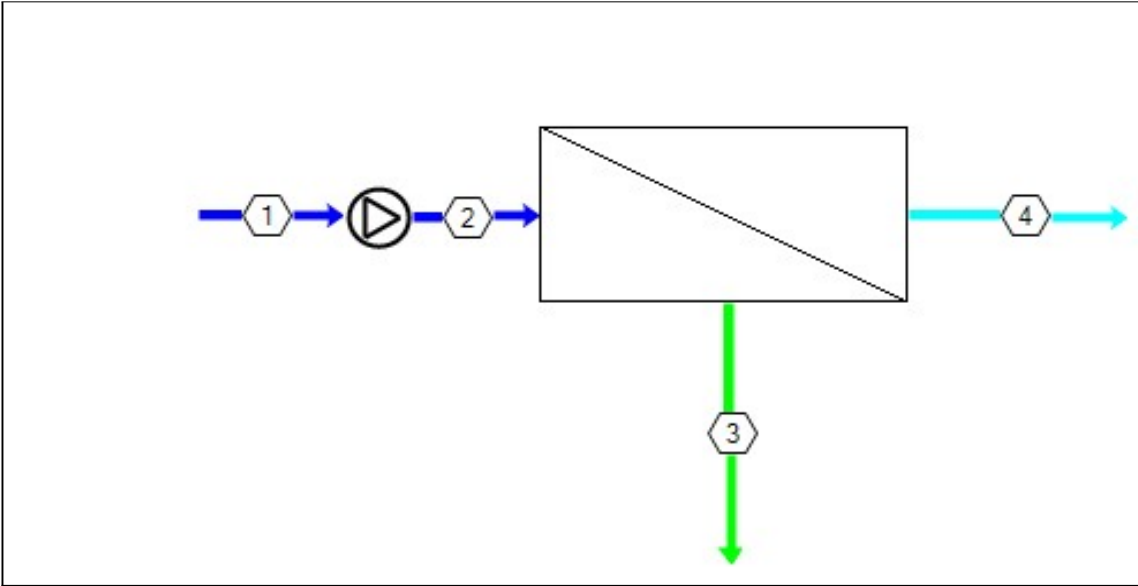
Page : 3/3

Temperature :

40.0 °C

Element age, P1 :

3.0 days



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS (mg/l)	pH	Econd (µs/cm)
1	74.0	0	2340	10.0	4403
2	74.0	11.3	2340	10.0	4740
3	37.0	10.3	4674	10.1	8728
4	37.0	0	8.85	7.91	22.0

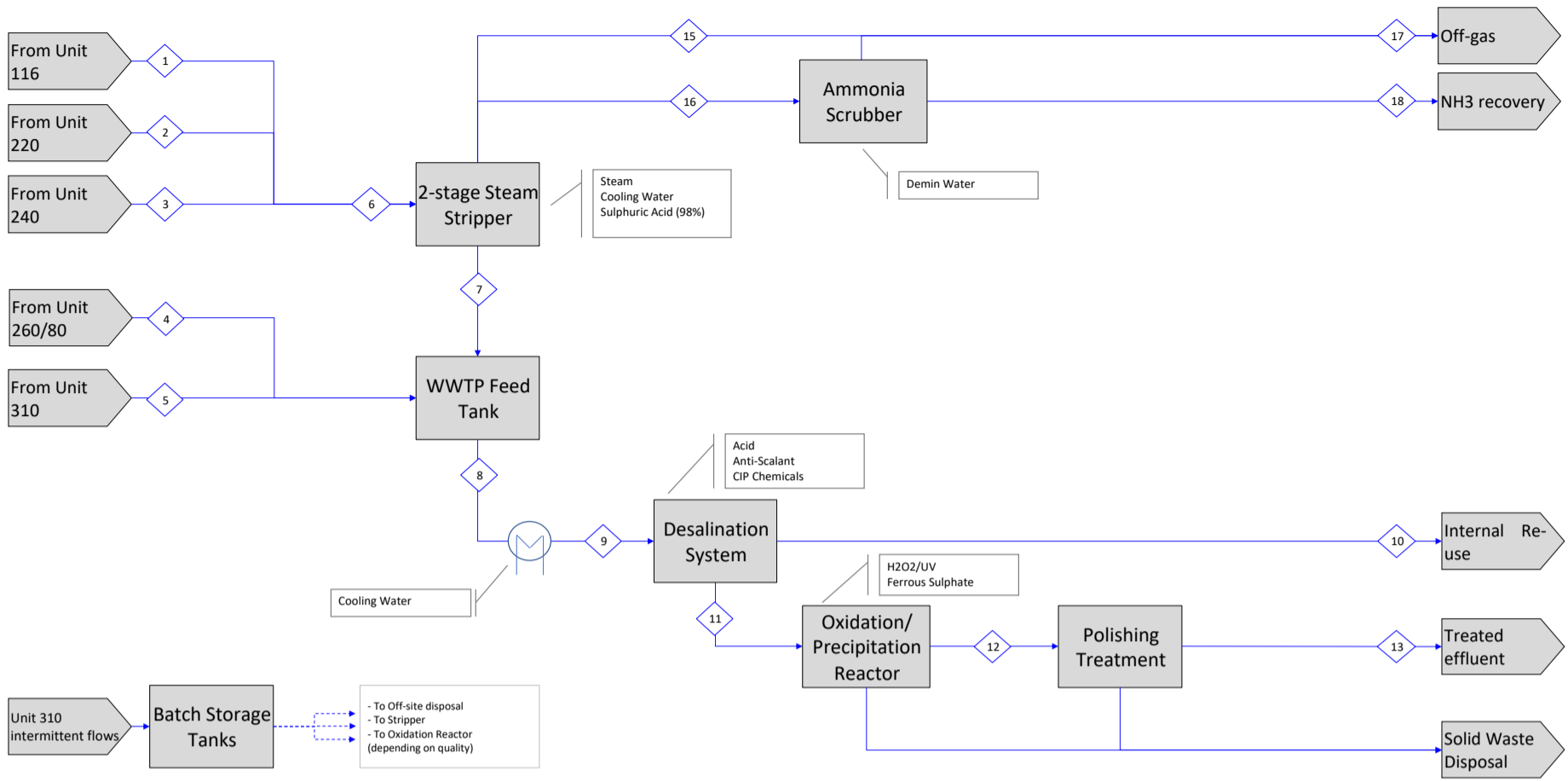
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version : 2.225.84 %

Email : imsd-support@hydranauticsprojections.net

www.membranes.com +1 760 901 2500

PROJECT DESIGN
BLOCK FLOW DIAGRAM

Project: Unit 650 - Effluent Treatment Plant
 Project No.:
 Section No. Concept Design Rev C
 Sheet No. 1 of 1



WW from blowdowns/trips/alarms 0.6 m3 annually
 Reformer start-up/shutdown 19.7 m3 per quarter
 TOTAL intermittent flows 79.2 m3/year
 81,985371

Stream number	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Flow	kg/h	57247.8	9305.5	4773.8	618.6	1279.9	71327.1	71033.5	72932.0	72932.0	36466.0	36466.0	36466.0	36466.0		195.4	98.2	195.4	596.0	173.5
	m3/h	62.4	9.5	4.9	0.6	1.3	74.5	74.2	75.9	73.5	36.8	36.8	36.8	36.8					0.6	
Temperature	deg C	147.5	50.5	85.0	10.0	45.0	100.0	100.0	95.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0					40	
Pressure	kPa	12.5	5.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	4.0	2.0	1.0	4.0	1.0	1.0					1	
Density	kg/m3	918.1	974.7	969.0	999.0	994.0	957.0	957.0	961.0	992.0	992.0	992.0	992.0	992.0					992	
Benzene	kg/h	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.00		1.0		1.0	0.000	0.000
Naphthalene	kg/h	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.00		3.6		3.6	0.000	0.000
Phenol	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		0.0		0.0	0.000	0.000
Methanol	kg/h	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.42	0.2	0.2	0.2	0.1	0.11	0.05	0.05		0.2		0.2	0.053	0.000
Sulphide-S	kg/h	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.02	0.02		0.7		0.7	0.018	0.000
Free Cyanide-HCN	kg/h	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.14	0.4	0.4	0.4	0.0	0.38	0.00	0.00		3.7		3.7	0.004	0.000
Total Cyanide-CN	kg/h	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.14	0.4	0.4	0.4	0.0	0.38	0.00	0.00		3.7	0.0	3.7	0.004	0.000
Cyanate-N	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.10	0.10		0.0	0.0	0.0	0.095	0.001
Ammonia-N	kg/h	68.8	30.4	0.0	0.0	0.0	99.15	1.0	1.0	1.0	0.5	0.50	0.50	0.50		98.2	0.0	98.2	0.496	0.003
Nickel	kg/h	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.09	0.1	0.1	0.1	0.0	0.09	0.09	0.00		0.0		0.0	0.001	0.000
Other HM (sum)	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		0.0		0.0	0.000	0.000
Sodium	kg/h	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	8.63	17.2	17.2	17.2	0.1	17.06	17.06	17.06		0.0		0.0	17.056	0.098
Chloride	kg/h	104.8	0.0	0.0	0.0	0.0	104.82	104.8	104.8	104.8	0.7	104.13	104.13	104.13		0.0		0.0	104.135	0.600
Sulphate-SO4	kg/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	21.8	21.8	21.8	0.0	21.80	22.5	22.54		0.0		0.0	22.537	0.130
CO2	kg/h	84.0	24.2	0.1	0.0	0.0	108.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00		182.5		182.5	0.000	0.000
HCO3-	kg/h	0.0	128.5	0.0	0.0	0.0	128.49	25.7	25.7	25.7	0.7	25.03	25.03	25.03		0.0		0.0	25.029	0.144
																			3.47	0.020

Stream number	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Flow	kg/h	57247.8	9305.5	4773.8	618.6	1279.9	71327.1	71033.5	72932.0	72932.0	36466.02	36466.0	36466.0	36466.0				
	m3/h	62.4	9.5	4.9	0.6	1.3	74.5	74.2	75.9	73.5	36.76	36.8	36.8	36.8				
COD	mg/l	211.7	1219.7	121.9	32.6	0.0	333.7	25.2	25.0	25.5	7.46	35.24	7.65	7.27				
TSS	mg/l	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.4	5.3	5.2	0.00	0.00	5.00	5.000				
Benzene	mg/l	0.5	100.7	0.0	8.6	0.0	13.3	0.0	0.1	0.1	0.05	0.15	0.07	0.002				
Naphthalene	mg/l	0.0	378.0	0.0	0.0	0.0	48.4	0.1	0.1	0.1	0.05	0.15	0.07	0.002				
Phenol	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.000				
Methanol	mg/l	0.0	0.0	85.9	0.0	0.0	5.7	2.8	2.8	2.9	2.88	2.88	1.44	1.438				
Sulphide-S	mg/l S	10.3	11.6	0.8	0.0	0.0	10.1	0.5	0.5	0.5	0.05	0.98	0.49	0.489				
Free Cyanide-HCN	mg/l	66.0	2.3	0.0	3.0	0.0	55.5	5.6	5.5	5.7	1.10	10.20	0.10	0.097				
Total Cyanide-HCN	mg/l	66.0	2.3	0.0	3.0	0.0	55.5	5.6	5.5	5.7	1.10	10.20	0.10	0.097				
Cyanate-N	mg/l N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	2.59	2.593				
Ammonia-N	mg/l N	1102.9	3180.7	1.9	0.0	0.0	1330.3	13.4	13.1	13.5	13.49	13.49	13.49	13.486				
Nickel	mg/l	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	1.2	1.2	1.1	1.2	0.00	2.34	2.34	0.023				
Other HM (sum)	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.025	0.0	0.0	0.0	0.00	0.05	0.05	0.001				
Sodium	mg/l	138.4	0.0	0.0	0.0	0.0	115.8	231.3	226.2	233.5	3.04	463.97	463.97	463.972				
Chloride	mg/l	1680.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1406.3	1412.1	1381.1	1425.7	18.53	2832.82	2832.82	2832.815				
Sulphate-SO4	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	293.9	287.4	296.7	0.30	593.09	613.09	613.095				
CO2	mg/l	1347.4	2531.7	27.6	18443.3	1910.3	1453.4	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.000				
HCO3-	mg/l	0.0	13459.0	0.0	0.0	0.0	1723.9	346.2	338.6	349.5	18.18	680.88	680.88	680.882				

Comments: Pre-filter for TSS removal from Unit 116 not shown
 Batch collection tanks to be provided to collect intermittent flows from U310 and bleed into WWTP

Revision	Designed	Checked	Date	Issued for:
A	JVA		28-jan-21	First draft
B	JVA		1-feb-21	Revised
C	JVA	MS	22-feb-21	Updated with client comments
D	MS		3-mrt-21	Update
E	JVA	MS	11-mrt-21	Final