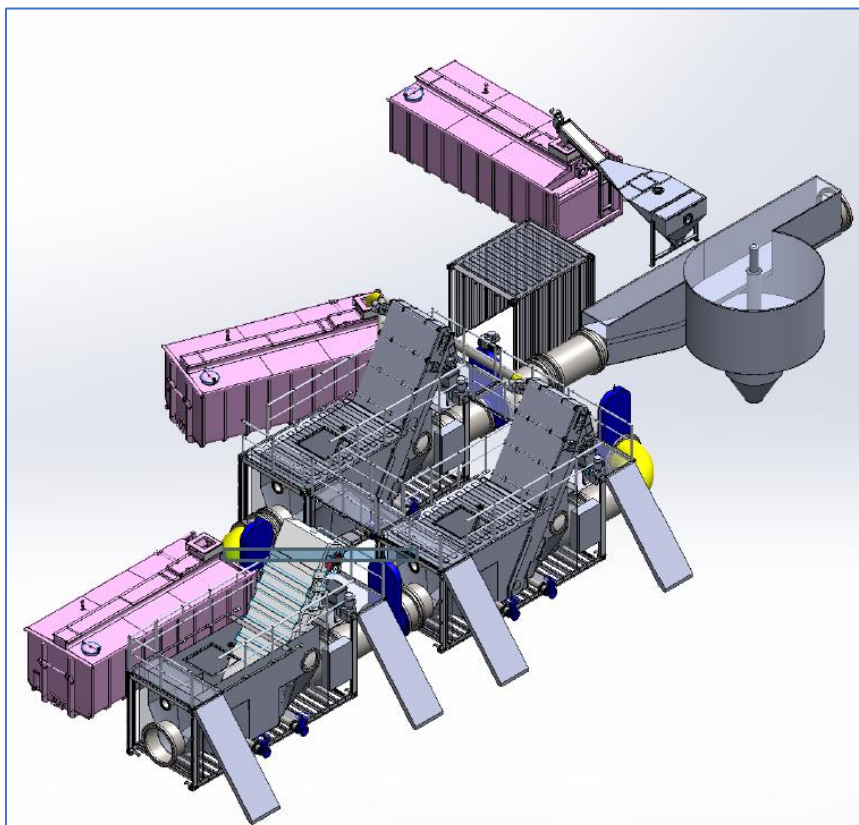


HAZOP/LOPA studie rapport

MOD 125 - Zandverwijdering



project 19052
uitgave Definitief
datum 24 december 2019
auteur Jeroen Mijnaerends-Jansen
controle Herman Jansen

Samenvatting

Het gaat bij deze HAZOP/LOPA studie om de beoordeling van het projectontwerp van MOD 125 – Zandverwijdering. De HAZOP/LOPA studie is uitgevoerd op basis van beschikbare P&ID's, 3D-tekeningen en een team van deskundigen. De HAZOP/LOPA brainstormsessie heeft plaatsgevonden op 15 oktober 2019.

De analyse is verder als volgt uitgevoerd:

1. **Node indeling:** Bepaling welke onderdelen beoordeeld zullen worden.
2. **Identificatie:** Door middel van een brainstormend multidisciplinair kundig team is met gebruikmaking van trefwoorden (bv. 'Druk') en gidswoorden (bv. 'Meer') getracht binnen iedere node te bepalen welke afwijkingen kunnen leiden tot gevaren of ongewenste situaties ('Loss Of Containment' scenario's).
3. **Risicobepaling:** Risico's van de 'Loss Of Containment' scenario's zijn bepaald en geëvalueerd met gebruikmaking van de risicomatrix van Waterschap Vallei en Veluwe en de LOPA methodiek.
4. **Acties:** Aanpassingen, aanbevelingen, nader te onderzoeken onderwerpen zijn afgesproken. Martin van Zetten zal de *Action & Response sheets* distribueren en toezien op de correcte opvolging van de afgesproken acties.

Geanalyseerde nodes

- 0 Algemeen
- 125.1 Centrifugaalzandvanger
- 125.2 Toevoer lucht / airlift pomp
- 125.3 Afvoer zand airliftpomp naar zandwasser
- 125.4 Toevoer bedrijfswater naar zandwasser
- 130.1 Toevoer influent naar container roostergoedverwijdering
- 130.2 Kettingomlooprooster en waspers
- 130.3 Toevoer bedrijfswater naar roostergoedverwijdering
- 130.4 Afvoer lucht naar luchtbehandeling
- 131.1 Toevoer influent naar container roostergoedverwijdering
- 131.2 Perforatierooster en waspers
- 131.3 Toevoer bedrijfswater naar roostergoedverwijdering
- 131.4 Afvoer lucht naar luchtbehandeling
- 440.1 Koppelsystemen

De volgende acties zijn bepaald:

Actie no.	Node no.	Actie omschrijving	Actie uitvoerder
1	0	Voorzie in voldoende aardpunten / aansluitingspunten zodat de installaties aangesloten kunnen worden op (bestaande) aardings- / bliksembeveiligingsinstallatie van de klant.	Martin van Zetten
2	125.1	Voorzien in een be/ontluchting op de zandvanger. Ontluchting moet aangesloten worden op de luchtbehandeling.	Roger Crousen
3	125.1	Neem op in moduleomschrijving dat er periodiek inspecties gedaan worden om slijtage van de zandvanger te beoordelen.	Roger Crousen
4	125.1	Zorg dat de P&ID en het 3D-model de werkelijke situatie weergeven.	Roger Crousen

Tijdens de HAZOP/LOPA studie zijn MOD 125, 130, 131 en 440 beoordeeld. Ten behoeve van documentatie zijn de rapportages per module opgezet. Hierdoor is de actienummering niet volledig opvolgend.

Conclusie

Het ontwerp van de ge-HAZOP-te installatie kan als veilig en opereerbaar verondersteld worden met inachtneming van de bepaalde actiepunten.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	4
1. Introductie	5
1.1 Doel van de HAZOP/LOPA studie	5
1.2 HAZOP studie methodiek	5
1.3 Risico inschatting	5
2. HAZOP/LOPA rapportage	6
2.1 Participanten & datum HAZOP / LOPA sessie	6
2.2 HAZOP / LOPA worksheets	7
3. Referenties	13
Appendix 1 – Toegepaste risicomatrix	14
Appendix 2 – Layer Of Protection Analysis (afk. LOPA)	15
Appendix 3 – P&ID's met node-indeling	16

1. Introductie

1.1 Doel van de HAZOP/LOPA studie

Toetsen van het projectontwerp van de Verdygo modules, waarbij door een multidisciplinair team geanalyseerd wordt of gevaarlijke situaties zich kunnen voordoen of aanwezig kunnen zijn. Veiligheidsrisico's evalueren op basis van de risicomatrix van Waterschap Vallei en Veluwe met gebruikmaking van de LOPA methodiek. De procesinstallatie ook analyseren m.b.t. operationele onvolkomenheden en onderhoudbaarheid.

1.2 HAZOP studie methodiek

De HAZOP brainstorm studie is uitgevoerd volgens NEN-IEC 61882 (ref. [1]). Het doel is om onvolkomenheden in het procesontwerp op te sporen die kunnen leiden tot;

- Gevaarlijke situaties / omstandigheden,
- Ongewenste situaties / omstandigheden,
- Onvoldoende bedrijfszekerheid en efficiëntie,
- Onvoldoende opereerbaarheid van de procesinstallatie,
- Onvoldoende mogelijkheden om de procesinstallatie te onderhouden.

De focus bij deze HAZOP studie lag op het identificeren van gevaarlijke situaties en omstandigheden.

PRIMARY KEYWORDS

Roeren	Hoeveelheid	Compositie	Concentratie	Stroming
Niveau	Druk	Temperatuur	Stress	Onderhoud
Utilities	Corrosie/Erosie	Mens	Materiaal	Statische elektr.
P&ID				

SECONDARY KEYWORDS

Geen	Minder	Meer	Anders dan	Omgekeerd
Later	Eerder	Even als	Fout	Reverse
Fout	Ontlading	Verkeerd	Degradatie	-

Er is gebruik gemaakt van het software pakket "HAZOP Manager Version 7.0" van Lihou. De HAZOP studie participanten en datum zijn weergegeven in hoofdstuk 2.1. De HAZOP/LOPA worksheets zijn weergegeven in hoofdstuk 2.2. De P&ID's met nodes zijn weergegeven in appendix 3.

1.3 Risico inschatting

Risico's zijn bepaald met gebruikmaking van de risicomatrix van Vallei en Veluwe. Deze is weergegeven in appendix 1. Bij de bepaling van een risico of een risico reductie wordt gebruik gemaakt van de LOPA methodiek, zie appendix 2.

2. HAZOP/LOPA rapportage

2.1 Participanten & datum HAZOP / LOPA sessie

Locatie Van der Valk, Molenhoek

Datum 15 oktober 2019

Waterschap Vallei en Veluwe

Martin van Zetten	Senior Projectleider	x
Jeroen Smit	Projectbegeleider beheer en onderhoud	x
Hans Deunk	Senior Projectleider	x
Maarten Speelziek	E-Monteur en PA afgevaardigde	x
Harry van der Liende	KAM/veiligheid medewerker	x
Jaap van de Groep	Maintenance engineer	x

Waterschapsbedrijf Limburg

Michel Meyers	Senior adviseur techniek	x
Peter van der Velden	Adviseur techniek Elektrotechniek	x
Raymond Severens	Productiespecialist	x
Roger Crousen	Senior adviseur techniek	x

Watertechniek Twente

Stephan Oosterveen	Technisch engineer	x
--------------------	--------------------	---

Eliquo water & energy

Robin de Graaf	WTB Engineer	x
----------------	--------------	---

Consiltant

Jeroen Mijnaerends	HAZOP/LOPA facilitator	x
--------------------	------------------------	---

x = aanwezig

pt = part time aanwezig

2.2 HAZOP / LOPA worksheets

NODE: 0		DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019			
ITEM: Algemeen					
DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION	
1	Statische elektr. Ontlading	Blikseminslag op de installatie	Mogelijke gevolgen van blikseminslag zijn locatie specifiek. Mogelijk verstoring van de installatie en persoonlijk letsel (bij aanwezigheid van personen). Valt buiten de scope van de module. Zie aanbeveling.	--	Voorzie in voldoende aardpunten / aansluitingspunten zodat de installaties aangesloten kunnen worden op (bestaande) aardings- / bliksembeveiligingsinstallatie van de klant.
ACTION NO: 1 ASSIGNED TO: Martin van Zetten					

NODE: 125.1

DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019

ITEM: Centrifugaalzandvanger

De Verdygo module zandverwijdering is een module die zowel een zandverwijderingsdeel als ook een zandwasdeel bevat. Als oplossingsmethode voor zandverwijdering is gekozen voor het centrifugaalzandvang principe. Daarbij is de 360° versie met in- en uitstroom recht tegenover elkaar de gekozen variant (alternatief is de 270° versie).

Het verwijderen van zanddeeltjes in een influentstroom is gebaseerd op het verlagen van de stroomsnelheid van het zand bevattende water (typische snelheidsgrens t.b.v. zandafzetting <0,3 m/sec). Daarnaast is het reguleren en eenparig laten stromen van het water een vereiste om zandafzetting te realiseren. Met behulp van een roerwerk wordt een constante roterende snelheid binnen de zandvanger gecreëerd waarmee het zand richting zandvangkamer wordt geleid. Van daaruit wordt het zand met een airlift pomp periodiek naar een zandwasser getransporteerd, waar de vaste stoffen worden afgescheiden en ontwaterd, en organisch materiaal wordt verwijderd.

De gehele Verdygo module is opgebouwd uit meerdere delen. Een aantal functies en onderdelen worden binnen de modulegrens samengevoegd: van zandverwijderingsdeel, zandwasser met compressor/luchtvoorziening, elektrokast en verbindend leidingwerk.

Daarnaast is afhankelijk van de capaciteit de module ook fysiek uit meerdere delen opgebouwd die op locatie samengesteld worden tot één geheel, maar voor transport in kleinere delen worden opgedeeld i.v.m. de maximale transportafmetingen .

DRAWINGS AND DOCUMENTS

MOD-125-S-001 P&ID Zandverwijdering Centrifugaalzandvanger MOD 125 (rev C; 8-10-2019)

DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION
2 Roeren Geen	Roerwerk slaat vast.	Roerwerk kan beschadigd raken. Geen veiligheidsissue.	Roerwerk is thermisch beveiligd (TS-001).	Geen.
3 Roeren Omgekeerd	Roerwerk draait de verkeerde kant op.	Centrifugaalwerking verminderd, meer slib in het zand. Operationele problemen, geen veiligheidsissue.	Wordt bij opstart gecontroleerd.	Geen.
4 Compositie Meer	Geen ont/beluchting in centrifugaalzandvanger.	Lucht zal zich bovenin de zandvanger verzamelen, mogelijk operationele problemen. Geen veiligheidsissue.	--	Voorzien in een be/ontluchting op de zandvanger. Ontluchting moet aangesloten worden op de luchtbehandeling.

ACTION NO: 2 ASSIGNED TO: Roger Crousen

NODE: 125.1 (continued)		DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019			
ITEM: Centrifugaalzandvanger					
DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION	
5	Niveau Meer	Geen afvoer van zandvanger, bijvoorbeeld afsluiter in afvoer gesloten of verstopping in afvoer.	Niveau in zandvanger zal oplopen. Afhankelijk van hydraulisch profiel zal de zandvanger overlopen of in een voorgaande module het niveau oplopen. Mogelijk vrijkomen van afvalwater. Geen direct veiligheidsissue.	--	Geen.
6	Temperatuur Minder	Winterse omstandigheden.	Mogelijk procesverstoringen door bevrozing van bepaalde delen. Geen veiligheidsissue.	--	Geen.
7	Corrosie/ Erosie Meer	Slijtage van zandvanger door zanderosie.	Mogelijk lekkage door erosie; levensduurverkorting. Geen veiligheidsissue	Materiaalkeuze gebaseerd op levensduureis.	Neem op in moduleomschrijving dat er periodiek inspecties gedaan worden om slijtage van de zandvanger te beoordelen.
ACTION NO: 3 ASSIGNED TO: Roger Crousen					
8	P&ID Anders dan	P&ID komt niet overeen met 3d-model	Onduidelijkheden.	--	Zorg dat de P&ID en het 3D-model de werkelijke situatie weergeven.
ACTION NO: 4 ASSIGNED TO: Roger Crousen					

NODE: 125.2		DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019			
ITEM: Toevoer lucht / airlift pomp Zie algemene omschrijving in node 125.1. Eigen luchtcompressor tbv toevoer van lucht. Persdruk ~1,5-2 barg					
DRAWINGS AND DOCUMENTS MOD-125-S-001 P&ID Zandverwijdering Centrifugaalzandvanger MOD 125 (rev C; 8-10-2019)					
DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION	
9	Stroming Meer	a-021 staat volledig open.	Er gaat teveel lucht naar de zandvanger. Geeft mogelijk efficiëntieproblemen, geen veiligheidsissue.	--	Geen.
10	Stroming Anders dan	a-022 staat in de verkeerde positie.	Geeft mogelijk efficiëntie / operationele problemen, geen veiligheidsissue.	Driewegklep voorzien van standmelding: GS-012 en GS-013.	Geen.
11	Stroming Omgekeerd	Terugstroming van water naar luchtcompressor.	Scenario is onwaarschijnlijk. Tevens geen veiligheidsissue.	Terugslagklep in de pers van de pomp.	Geen.
12	Druk Meer	Afsluiter in de pers van de compressor gesloten.	Compressor draait mogelijk warm / kapot. Geen veiligheidsissue.	Veerveiligheid in de pers van de compressor zal bij te hoge druk afblazen.	Geen.

NODE: 125.3		DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019			
ITEM: Afvoer zand airliftpomp naar zandwasser Zie algemene omschrijving in node 125.1.					
DRAWINGS AND DOCUMENTS MOD-125-S-001 P&ID Zandverwijdering Centrifugaalzandvanger MOD 125 (rev C; 8-10-2019)					
DEVIATION		CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION
1 3	Stroming Geen	Zand wordt niet of verminderd afgevoerd, bijv schroef draait niet.	Procesverstoring, verhouding slib/zand is niet goed, geen veiligheidsissue.	--	Geen.
1 4	Stroming Geen	Smeerpomp draait niet of smeermiddel is op.	Onderlager van schroef beschadigd. Geen veiligheidsissue.	LS-010 alarmeert indien smeermiddel op is.	Geen.
1 5	Stroming Meer	Hevelwerking van zandvanger naar zandwasser	Teveel water van zandvanger naar zandwasser. Geen veiligheidsissue.	Hevelbreker / beluchting a-005.	Geen.

NODE: 125.4		DATE REVIEWED: Dinsdag 15 oktober 2019			
<p>ITEM: Toevoer bedrijfswater naar zandwasser Zie algemene omschrijving in node 125.1. Watertoevoer ten behoeve van zand wassen. Sproeit water om zand en organisch materiaal te scheiden. Is actief zodra er nieuw zand vanuit zandvanger aangevoerd wordt.</p> <p>DRAWINGS AND DOCUMENTS MOD-125-S-001 P&ID Zandverwijdering Centrifugaalzandvanger MOD 125 (rev C; 8-10-2019)</p>					
DEVIATION	CAUSE	CONSEQUENCE	SAFEGUARDS	ACTION	
1 6	Stroming Geen	Ergens afsluiter gesloten of geen waterdruk.	Geen wassing van zand. Organisch materiaal in zandcontainer. Geen veiligheidsissue.	--	Geen.
1 7	Stroming Meer	Watertoevoer blijft continu doorlopen.	Verspilling van water en energie. Geen veiligheidsissue.	--	Geen.

3. Referenties

- [1] IEC 61882:2016 “Hazard and operability studies (HAZOP studies)- Application guide”
- [2] CCPS uitgaven over LOPA:
 - Layer of Protection Analysis. Uitgave 2001.
 - Guidelines for Enabling Conditions and Conditional Modifiers in Layer of Protection Analysis. Uitgave 2013.
 - Guidelines for Initiating Events and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis. Uitgave 2015.
- [3] P&ID's, zie Appendix 3

Appendix 1 – Toegepaste risicomatrix

		6	5	4	3	2	1
		Waarschijnlijkheid van voorkomen					
Ernst gevolgen		Minder dan eens per 10 ⁴ jaar	Eens per 10 ³ – 10 ⁴ jaar	Eens per 100-1000 jaar	Eens per 10-100 jaar	Eens per 1-10 jaar	Vaker dan eens per jaar
1	Ernst 1: Gering letsel, EHBO behandeling						RR10
2	Ernst 2: Matig letsel / effect op de gezondheid					RR10	RR10 ²
3	Ernst 3: Ernstig letsel / effect op de gezondheid				RR10	RR10 ²	RR10 ³
4	Ernst 4: Dode of meerdere gewonden			RR10	RR10 ²	RR10 ³	RR10 ⁴
5	Ernst 5: Meerdere doden		RR10	RR10 ²	RR10 ³	RR10 ⁴	REDESIGN

	Zeer hoog risico	Onacceptabel, risico reducerende maatregelen nodig
	Midden risico	Onacceptabel, risico reducerende maatregelen nodig
	Laag, acceptabel risico	Geen maatregelen nodig

In de HAZOP worksheets kan bijvoorbeeld het volgende zijn aangegeven;

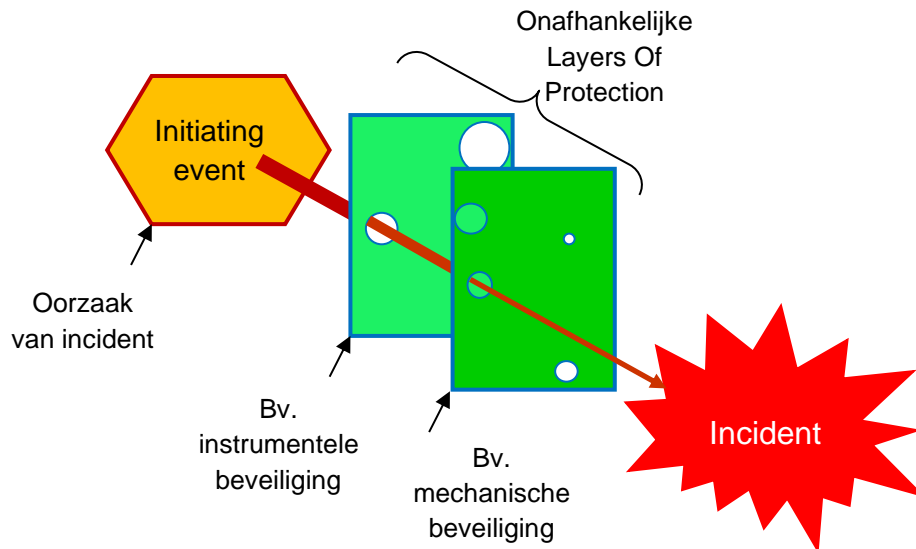
Freq: [3] Waarschijnlijkheid van voorkomen

Svrty: [3] Ernst gevolgen

Risk: [1] Gewenste risicoreductie is 10¹

In dit voorbeeld gaat het om 'Ernstig letsel / effect op de gezondheid' (severity 3) en de ingeschatte frequentie 'Eens per 10 a 100 jaar' is (frequency 3). Die combinatie is een onacceptabel risico. Een aanvullende risico reductie van minimaal een factor 10 is benodigd.

Appendix 2 – Layer Of Protection Analysis (afk. LOPA)



Principe van LOPA

LOPA is de afkorting van 'Layer Of Protection Analysis' (ref. [2]). Tijdens een LOPA studie wordt van een potentieel gevaar of een ongewenste gebeurtenis bepaald wat de mogelijke oorzaken (Initiating Events) en gevolgen kunnen zijn. Het risico wordt bepaald en geëvalueerd mede afhankelijk van eventueel aanwezige 'Independent Protection Layers'. Als referentie is de risicomatrix van appendix 2 gebruikt. De methodiek, faalgegevens en risico reducties zijn ontleend aan CCPS uitgaven m.b.t. LOPA (ref. [2]).

Initiating event (IE)	Initiating Event Likelihood
Regeling faalt.	10^{-1} /jaar
Defecte warmtewisselaar	10^{-2} /jaar
Defect seal van pomp	10^{-1} /jaar
Operator fout	Eens per 100 keer

Generieke waarden voor Initiating Events

Independent Layer of Protection	Risico reductie
Terugslagklep	10
Interlock functie	10
Operator actie	10
Veerveiligheid of breekplaat	100

Generieke waarden voor Independent Protection Layers

Naast 'harde' Protection Layers kan risico ook gereduceerd worden door 'frequency modifiers';

Pp – Waarschijnlijkheid dat iemand aanwezig is binnen de invloedssfeer en gewond raakt (P_{persons})

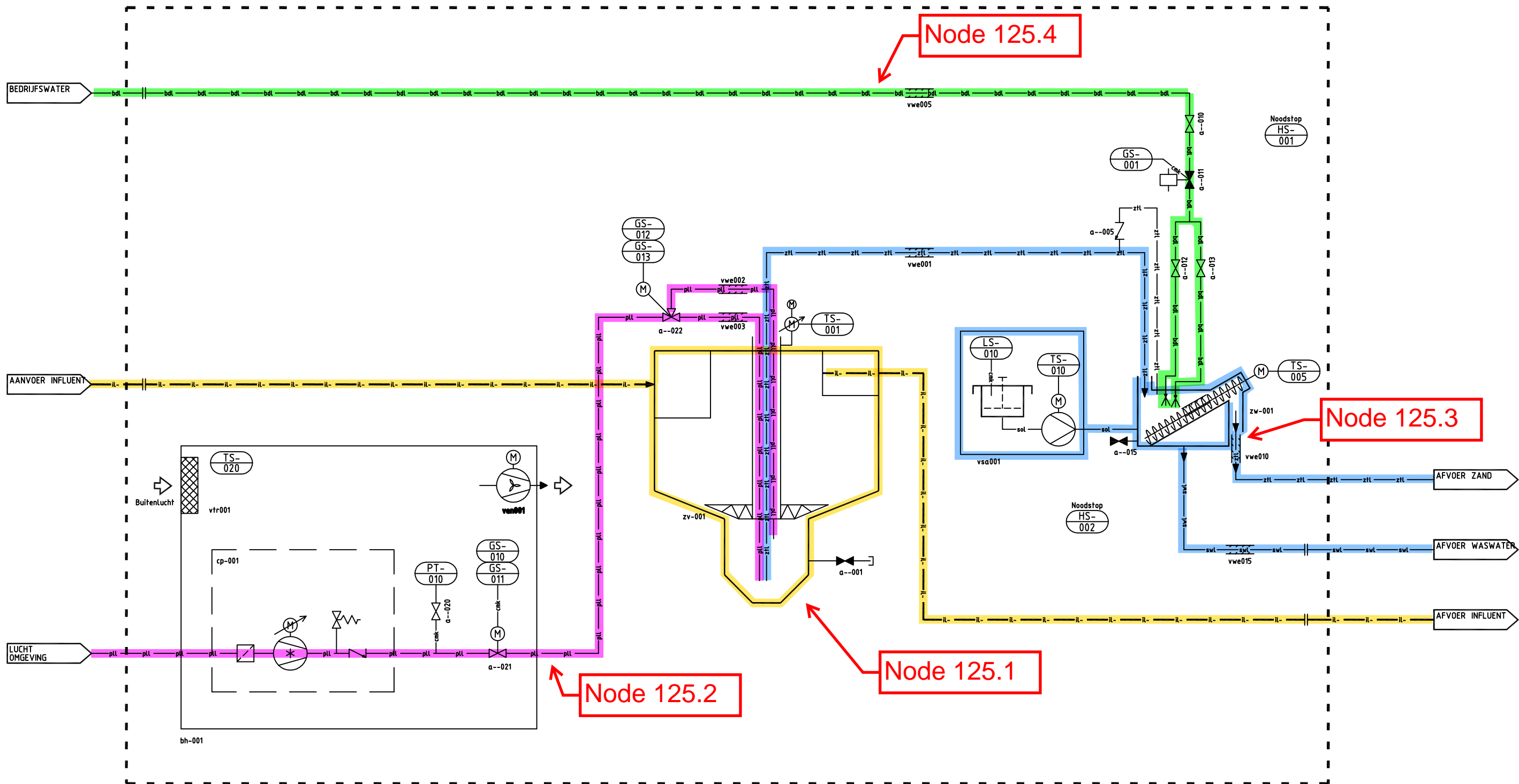
Pinj – Waarschijnlijkheid dat iemand binnen de invloedssfeer het bepaalde letsel ook werkelijk zal oplopen (P_{injury})

Pi – Ontstekingswaarschijnlijkheid (P_{ignition})

Belangrijk is dat wanneer een risicoreductie wordt toegepast de betreffende risicoreducerende maatregel periodiek getest of gevalideerd moet worden.

Appendix 3 – P&ID's met node-indeling

MOD-125-S-001 P&ID Zandverwijdering Centrifugaalzandvanger MOD 125 (rev C; 8-10-2019)



P&ID Zandverwijdering
Centrifugaalzandvanger

MOD 125

Installatiecode:

Procescode:

laatst gewijzigd :	C 8-10-2019	RC	gecontr.: RC	Ventilatie compressor + freq regeling zandvanger
Unit: Zuiveringsbedrijf Municipal Waterschap Postbus 1315 6040 KH Roermond tel.: 088-9420000 fax: 0475-311605 internet: www.wbl.nl e-mail: zuiveringsbedrijf@wbl.nl	WATERSCHAPSBEDRIJF LIMBURG			tek.nr. :
getekend 25-7-2019 RG gecontroleerd RC	schaal : nvt formaat : A2	archiefnummer : MOD-125-S-001		
				bladnr. :