



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Proteus Handleiding

Project : Proteus 5

Versie : 5.3.5

Datum : 26 augustus 2026

Auteur : Eric-Wubbo Lameijer / CGI Nederland; Alex van Gulik, Gert Huisman, Jan Koole / RWS

Document management

Wijziging historie

Datum	Versie	Auteur	Wijziging
12 januari 2022	5.1	IBM	Zuren en basen eigenschappen toegevoegd IC50 bacterie grens van 1000 mg/l verwijderd
7 maart 2023	5.1.11	CGI	Meldingvenster, Unit Zoekfunctionaliteit, BeluchtingsVolume aan te passen middels keuze selectie en de oplosbaarheid verschaald met een factor 1000.
23 augustus 2023	5.1.12	CGI	Update van applicatie versie
3 oktober 2024	5.1.14	CGI	Update met veranderingen 5.1.14
26 februari 2026	5.3.2	CGI	Update met veranderingen 5.3.2
21 april 2026	5.3.3	RWS	Initiele versie 0.1 5.3.3
22 april 2026	5.3.3	RWS	Bijgewerkte versie 0.2: toevoegen lijst bekende problemen
29 april 2026	5.3.3	RWS	Rijkswaterstaat logo vervangen
4 juni 2026	5.3.3	RWS	Bergend volume tankputten
24 juni 2026	5.3.5	RWS	Handleiding Bergend volume tankputten aangepast
25 augustus 2026	5.3.5	RWS	Zuren en basen buffercapaciteit waarden aangepast

Review

Date	Version	Reviewer	Function
		Jan Koole RWS	Functioneel beheer
		Gert Huisman RWS	Kerngebruiker

Controle en goedkeuring

Date	Version	Reviewer	Function
		René Duivenvoorden	Applicate beheer

Inhoudsopgave

1. Algemeen	10
1.1. Proteus	10
1.2. Welkom	10
1.3. Voorwoord	11
1.4. Wat is Proteus	11
1.5. Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van vorige versies	13
1.5.1. Belangrijkste wijzigingen van Proteus 4 naar Proteus 5	13
1.5.2. Veranderingen van Proteus 3 naar Proteus 4	15
1.5.3. Veranderingen van Proteus II naar Proteus III	16
1.6. Algemene afspraken	22
1.7. Installatie	24
1.7.1. Systeemeisen	24
1.7.2. Installatie voorbereiding	24
1.7.3. Installatie	25
1.7.4. Tussenresultaten log meest recente berekening	27
1.8. Wijzigingen Proteus 3.2 t.o.v. Proteus II	27
1.9. Wijzigingen in versie 3.3.1.7 t.o.v. Proteus 3.2	29
1.10. Wijzigingen in versie 4.0 t.o.v. Proteus 3.3	34
1.11. Kanttekeningen bij de release van Proteus 4	36
1.12. Wijzigingen in release 5.3.3	37
2. Proteus in vogelvlucht	41
2.1. Inleiding	41
2.2. Aanmaken van een nieuw project	41
2.3. Openen van een bestaand project	41
2.4. Invoeren en wijzigen van gegevens	42
2.5. Uitvoeren van een berekening	44
2.6. Bekijken numerieke resultaten	45
2.7. Uitleg MSI grafiek	46
2.8. Rapporteren van het project	47
2.9. Stoffen	48
2.10. Afsluiten	50
3. Het programma	51
3.1. Muis en toetsenbord	51
3.2. Hoofdscherm	51
3.3. Projectschermbord	52
3.3.1. Tekenschermbord	52
3.3.2. Statusbalk	54
3.4. Meldingvenster	55
3.5. Zoekfunctionaliteit	56
3.6. Gegevensverkenner	56

4. Bediening	59
4.1. Menubalk	59
4.1.1. Menu Bestand	60
4.1.2. Menu Wijzigen	61
4.1.3. Menu Beeld	62
4.1.4. Menu Lagen	63
4.1.5. Menu Tools	64
4.1.6. Menu Analyse	65
4.1.7. Menu Help	75
4.2. Taakbalk	76
5. Invoeren en wijzigen van gegevens	80
5.1. Inleiding	80
5.2. Units	80
5.2.1. Afsluiters	81
5.3. Installaties	83
5.4. Opvangunits	83
5.5. Watersystemen	83
5.6. Stoffen	84
6. Risico-Units	85
6.1. Bulkopslag	85
6.1.1. Algemene beschrijving	85
6.1.2. Eigenschappen	85
6.1.3. Connectors	86
6.1.4. Installaties	86
6.1.5. Scenario's	86
6.2. Stukgoedopslag	89
6.2.1. Algemene beschrijving	89
6.2.2. Eigenschappen	89
6.2.3. Connectors	90
6.2.4. Installaties	90
6.2.5. Scenario's	91
6.3. Productie-eenheid	97
6.3.1. Algemene beschrijving	97
6.3.2. Eigenschappen	97
6.3.3. Connectors	98
6.3.4. Installaties	99
6.3.5. Scenario's	99
6.4. Overslag bulkschip	99
6.4.1. Algemene beschrijving	99
6.4.2. Eigenschappen	99
6.4.3. Connectors	100

6.4.4. Installaties	101
6.4.5. Scenario's	101
6.5. Overslag stukgoedschip	104
6.5.1. Algemene beschrijving	104
6.5.2. Eigenschappen	105
6.5.3. Connectors	105
6.5.4. Installaties	106
6.5.5. Scenario's	106
6.6. Overslag spoor	109
6.6.1. Algemene beschrijving	109
6.6.2. Eigenschappen	109
6.6.3. Connectors	110
6.6.4. Installaties	110
6.6.5. Scenario's	110
6.7. Overslag weg	112
6.7.1. Algemene beschrijving	112
6.7.2. Eigenschappen	113
6.7.3. Connectors	114
6.7.4. Installaties	114
6.7.5. Scenario's	114
6.8. Leiding	115
6.8.1. Algemene beschrijving	115
6.8.2. Eigenschappen	116
6.8.3. Connectors	116
6.8.4. Installaties	117
6.8.5. Scenario's	117
6.9. Userdefined (MFT)	119
6.9.1. Algemene beschrijving	119
6.9.2. Eigenschappen	119
6.9.3. Connectors	120
6.9.4. Installaties	120
6.9.5. Scenario's	120
7. Installaties	121
7.1. Opslagtank	121
7.1.1. Algemene beschrijving	121
7.1.2. Eigenschappen	122
7.1.3. Risico-Units	123
7.1.4. Scenario's	123
7.2. Opslagsectie	126
7.2.1. Algemene beschrijving	126
7.2.2. Eigenschappen	126

7.2.3. Risico-Units	126
7.2.4. Scenario's	126
7.3. Batchreactor.....	129
7.3.1. Algemene beschrijving	129
7.3.2. Eigenschappen	129
7.3.3. Risico-Units	131
7.3.4. Scenario's	131
7.4. Continuereactor	133
7.4.1. Algemene beschrijving	133
7.4.2. Eigenschappen	133
7.4.3. Risico-Units	135
7.4.4. Scenario's	136
7.5. Afvul-installatie.....	139
7.5.1. Algemene beschrijving	139
7.5.2. Eigenschappen	139
7.5.3. Risico-Units	140
7.5.4. Scenario's	140
8. Opvangunits, ook Doorstroomunits genoemd.....	142
8.1. Standaard put	142
8.1.1. Algemene beschrijving	142
8.1.2. Eigenschappen	142
8.1.3. Connectors.....	144
8.1.4. Model	145
8.2. Riool.....	146
8.2.1. Algemene beschrijving	146
8.2.2. Eigenschappen	146
8.2.3. Connectors.....	147
8.2.4. Model	147
8.3. Pompput.....	149
8.3.1. Algemene beschrijving	149
8.3.2. Eigenschappen	149
8.3.3. Connectors.....	149
8.3.4. Model	150
8.4. Skimmer.....	152
8.4.1. Algemene beschrijving	152
8.4.2. Eigenschappen	152
8.4.3. Connectors.....	152
8.4.4. Model	152
8.5. BWZI	153
8.5.1. Algemene beschrijving	153
8.5.2. BWZI in MSI grafiek	154

8.5.3. Eigenschappen.....	154
8.5.4. Connectors	155
8.5.5. Model.....	156
8.6. P-Splitter	161
8.6.1. Algemene beschrijving	161
8.6.2. Eigenschappen.....	162
8.6.3. Connectors	162
8.6.4. Model.....	162
8.7. Q-Splitter	163
8.7.1. Algemene beschrijving	163
8.7.2. Eigenschappen.....	163
8.7.3. Connectors	163
8.7.4. Model.....	163
8.8. RWZI	164
8.8.1. Algemene beschrijving	164
8.8.2. Eigenschappen.....	165
8.8.3. Model.....	166
8.8.4. Faalscenario's	167
9. Watersystemen	172
9.1. Algemene rekenregels	172
9.1.1. Berekening plasoppervlak	173
9.1.2. Berekening massastroom van de plas naar het oppervlaktewater	173
9.1.3. Berekening volumecontaminatie bij toxische lozingen.....	174
9.1.4. Berekening volumecontaminatie door zuurstofverbruik	182
9.1.5. Maatregelen om de berekeningsduur te beperken	186
9.2. Kanaal	188
9.2.1. Algemene beschrijving	188
9.2.2. Eigenschappen.....	188
9.2.3. Oeververvuiling	189
9.2.4. Gecontamineerd watervolume	190
9.3. Rivier	190
9.3.1. Algemene beschrijving	190
9.3.2. Eigenschappen.....	190
9.3.3. Oeververvuiling	191
9.3.4. Gecontamineerd watervolume	192
9.4. Meer	192
9.4.1. Algemene beschrijving	192
9.4.2. Eigenschappen.....	193
9.4.3. Oeververvuiling	193
9.4.4. Gecontamineerd watervolume	194
9.5. Estuarium	195

9.5.1. Algemene beschrijving	195
9.5.2. Eigenschappen	195
9.5.3. Oeververvuiling	196
9.5.4. Gecontamineerd watervolume	197
9.6. Sloot.....	197
9.6.1. Algemene beschrijving	197
9.6.2. Eigenschappen	197
9.6.3. Oeververvuiling	197
9.6.4. Gecontamineerd watervolume	198
9.7. Stagnant.....	198
9.7.1. Algemene beschrijving	198
9.7.2. Eigenschappen	198
9.7.3. Oeververvuiling	199
9.7.4. Gecontamineerd watervolume	199
10. Stoffen	201
10.1. Enkelvoudige stoffen	201
10.1.1. Eigenschappen	201
10.2. Mengsels.....	202
10.2.1. Eigenschappen	202
11. Begrippen en afkortingen.....	205
12. Bijlagen.....	210
12.1. Bijlage 1: Referentiekader drijfslagvormende stoffen.....	210
12.2. Bijlage 2: Brand scenario's, generieke berekeningen	235
12.2.1. Ontstekingskans.....	235
12.2.2. Generieke berekeningen.....	235
12.2.3. Brandscenario's	237
12.3. Bijlage 3: F-X berekeningen	238
12.3.1. Inleiding	238
12.3.2. Ontwerp van de grafiek	239
12.4. Bijlage 4: Flowcharts.....	242
12.5. Bijlage 5: BerekenTox_2D Toxische stoffen volumecontaminatie	250
12.6. Bijlage 6: BerekenTox_1D, toxische stoffen volume contaminatie plasvorming	253
12.7. Bijlage 7: Stroomschema beoordeling RWZI/ BWZI op "drijvers" en "zinkers" ..	256
12.8. Bijlage 8: Beoordelingskader RWZI's	257
12.9. Bijlage 9: Verklarende woordenlijst	284
12.10. Bijlage 10: Overzicht van de criteria en effecten bij het beoordelingskader milieurisico's onvoorziene lozingen op een RWZI.	285
12.11. Bijlage 11: Beoordelingskader falen RWZI	287
12.12. Bijlage 12: rekenvoorbeelden	288
12.13. Bijlage 13: Deelnemers projectgroep referentiekaders RWZI's	293
12.14. Bijlage 14: Volumecontaminatie theoretische zuurstofverbruik.....	294

12.15. Bijlage 15: Stroomschema lozing via een RWZI.....	298
12.16. Bijlage 16: Zuren en Basen berekeningen.....	299

1. Algemeen

1.1. Proteus

Proteus was in de oudheid gezien als een godheid met profetische gaven. Hij is of een zoon van Poseidon of een zoon van Oceanus en Tethys. Hij is herder van de zeehonden van Poseidon en verblijft gewoonlijk op het eiland Pharos vlakbij Egypte. Hij zal alleen de toekomst voorspellen aan degene die hem vangt en stevig vasthoudt. Om te voorkomen de toekomst te voorspellen zal hij allerlei mogelijke vormen en gedaanten aannemen. Na zijn tegenspartelen neemt hij zijn eigen gedaante weer aan en geeft hij antwoord op de aan hem gestelde vragen.

De applicatie Proteus is een programma waarmee milieurisico's door onvoorziene lozingen op het oppervlaktewater kunnen worden voorspeld. Gebeurtenissen als de SANDOZ-calamiteit in 1986, maar ook andere, veelal kleinere en frequentere ongevallen, tonen de noodzaak aan van een milieurisicoprogramma.

1.2. Welkom

Het programma Proteus is een gestandaardiseerde rekenmethodiek voor het berekenen van de milieurisico's van inrichtingen. Proteus is in opdracht van het voormalige RIZA ontwikkeld. Proteus 4 is een verdere ontwikkeling van Proteus. Proteus is een programma waarmee milieurisico's als gevolg van onvoorziene lozingen voor het oppervlaktewater kunnen worden bepaald. Het is gebaseerd op twee door de overheid ontwikkelde milieurisicomodellen, te weten RISAM en VERIS. VERIS kwantificeert de risico's op basis van scores uit een enquête. In RISAM worden de risico's gekwantificeerd op basis van scenariodefinities.

In de eerdere versies van Proteus wordt nog gebruik gemaakt van een enquête, de zgn. questionnaire. Dit is een vragenlijst over het veiligheidsbeheer bij het bedrijf. De resultaten van de questionnaire leiden tot een herberekening van de faalkansen van installatieonderdelen binnen het rekenprogramma. Gebleken is dat bij de gebruikers van Proteus er zowel voorstanders als tegenstanders van het gebruiken van een questionnaire zijn, elk met hun eigen argumentatie. Voorstanders hadden suggesties voor verbeteringen. Vanaf Proteus versie 3 is besloten de questionnaire niet langer meer te gebruiken.

1.3. Voorwoord

Deze handleiding beschrijft het programma en leert de gebruiker hoe de gewenste berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Er wordt bij de gebruiker enige kennis en ervaring op het gebied van de risicoanalyse verondersteld. De rekenprogramma's zijn als prototype en testversies getest. Het uiteindelijke resultaat is beschikbaar voor praktische toepassingen.

De keuzen en gegevens die ten grondslag liggen aan de berekeningen in Proteus zijn oorspronkelijk afkomstig uit een tweetal RIZA nota's uit 1992: RIZA nota 92.002 en RIZA nota 92.028, die in samenwerking met resp. Haskoning en AVIV en TNO IMET zijn opgesteld. Bij de introductie van Proteus II zijn daar enkele wijzigingen in doorgevoerd. In Proteus III is een aantal fouten uit de programmatuur gehaald en is het programma op punten verbeterd en overgezet in een andere taal. Door dit laatste is het beheer en onderhoud beter gegarandeerd. Ook zijn de interface en rapportage verbeterd en is de questionnaire verwijderd.

In Proteus 4, is naast het aanpassen van bugs getracht tegemoet te komen aan wensen en nieuwe inzichten. Naast diverse nieuwe efficiëntie aanpassingen is het BZV-model verbeterd en zijn de effecten op oppervlaktewater door het falen van een RWZI zichtbaar gemaakt. Vanwege het grote aantal aangepaste items in de release is helaas niet met alle verzoeken/wensen van de gebruikersgroep rekening gehouden.

In Proteus 5 zijn de effecten van zuren en basen verwerkt. De stoffendatabase is daarom uitgebreid met een aantal extra stofgegevens. Voor een uitleg van de toegepaste methodiek, zie bijlage 16.

Het continu verbeteren van het programma valt en staat bij een actieve participatie van de gebruikersgroep in het doorspelen van informatie tijdens het evalueren en werken met Proteus. Voor de ontvangen suggesties zijn wij uiteraard zeer dankbaar en wij hopen dat deze praktijk ook in de toekomst zal worden voortgezet.

1.4. Wat is Proteus

Proteus is een gestandaardiseerde rekenmethodiek voor het bepalen van de milieurisico's van inrichtingen.

Een inrichting heeft één of meerdere installaties met milieugevaarlijke stoffen. Door diverse oorzaken kunnen gevaarlijke stoffen vrijkomen. Voorbeelden van deze oorzaken zijn brand of leidingbreuk. Nadat er op een ongecontroleerde wijze een hoeveelheid gevaarlijke stof vrijkomt, zal deze stof zich verspreiden over het bedrijfsterrein. De verspreiding kan beperkt worden door op het bedrijf aanwezige veiligheidsvoorzieningen als bijvoorbeeld een tankput of een calamiteiten bassin. In een aantal situaties zal er een mogelijkheid zijn dat er een bepaalde hoeveelheid gevaarlijke stof op het oppervlaktewater terechtkomt. Dit kan leiden tot vissterfte in het ontvangende oppervlaktewater dan wel tot het falen van de communale zuivering.

In bovenstaande alinea kunnen drie aspecten worden onderkend: bronnen, buffers en ontvangers. Bronnen zijn de bedrijfsonderdelen waaruit gevaarlijke stoffen kunnen vrijkomen. In Proteus worden dit Risico-units en installaties genoemd. Voorbeelden zijn tankopslagen, stukgoedloodsen en leidingen. Buffers zijn bedrijfsonderdelen die er bedoeld of onbedoeld voor zorgdragen dat de uitstroming geheel of gedeeltelijk wordt opgevangen. In Proteus worden deze buffers opvangunits genoemd. Ontvangers zijn de met contaminatie bedreigde oppervlaktewateren. Deze heten in Proteus Watersystemen. Tot versie 4 waren RWZI's (communale zuiveringen) ook gerekend tot de Watersystemen, maar vanaf versie 4 zijn ze geprogrammeerd als opvang units. Vanuit communale zuiveringen vindt vanaf die versie uitstroming naar oppervlaktewater plaats.

In Proteus zijn een aantal veel voorkomende Risico-units en Installaties gedefinieerd. Deze zijn: Opslag van stukgoederen; Opslag van bulkgoederen; Overslag naar tankwagen, spoorketelwagon, en schip; en Intern transport met een leiding. Voor afwijkende bronnen kan de gebruiker met een zogenaamde MFT "User defined" zelf de uitstroombrequentie, uitstroombhoeveelheid en uitstroombduur definiëren. Aan de standaard bronnen zijn scenario's gekoppeld die beschrijven hoe vaak een uitstroming plaatsvindt, hoe lang deze uitstroming plaatsvindt en hoe groot de uitstroming is. De scenariodefinities zijn in de handleiding opgenomen. De uitstromingen zijn vanzelfsprekend afhankelijk van een aantal eigenschappen van de bron. Bij bulkopslag is het onder meer van belang te weten welke stof(fen) er opgeslagen zijn, hoeveel stof er opslagen is of de stof altijd aanwezig is. Deze eigenschappen kan de gebruiker invoeren. Proteus komt waar mogelijk met een geschikte standaard waarde.

Als uit een installatie een hoeveelheid stof vrijkomt, dan zal de uitstroming niet direct op het oppervlaktewater terechtkomen. De uitstroming zal een bepaald pad volgen naar het watersysteem. In dit pad bevinden zich buffers die een gedeelte van de uitstroming kunnen opslaan zodat de resterende uitstroming beperkt wordt. Een aantal van deze buffers is specifiek ontwikkeld voor het beperken van de uitstroming. Voorbeelden hiervan zijn een tankput of een calamiteitenbassin. Er zijn ook buffers denkbaar die een zelfde functie hebben maar niet primair voor dit doeleinde zijn aangelegd. Voorbeelden zijn greppels of oneffenheden in het bedrijfsterrein. Tenslotte kan het, doordat de inrichting omsloten is met een dijk en de inrichting lager ligt dan het oppervlaktewater, onmogelijk zijn dat er een uitstroming op het oppervlaktewater plaatsvindt.

In Proteus zijn een aantal veel voorkomende Opvangunits gedefinieerd. Dit zijn Standaard putten, Pompputten, Riolering, Skimmer en Bedrijfszuiveringsinstallatie en vanaf Proteus versie 4 de communale zuiveringen. De buffers hebben eigenschappen als buffercapaciteit en tubelure/afsluiters combinaties. Bij elke buffer is er een kans dat de uitstroming niet (geheel) door de buffer zal worden opgevangen. In bedrijfszuiveringsinstallaties en communale zuiveringen vinden nog andere processen plaats. De resterende uitstroming zal doorstromen. Uiteindelijk kan de uitstroming een watersysteem bereiken.

Als watersystemen zijn oppervlaktewaters gedefinieerd. De vervuiling op het oppervlaktewater wordt met twee parameters beschreven. Deze zijn: Gecontamineerd watervolume en gecontamineerde oeverlengte.

De drie blokken bronnen, buffers en ontvangers worden met elkaar verbonden. Dit gebeurt met relaties. Relaties kunnen worden gelegd tussen uitgaande connector en een inkomende connector. Een bron heeft tenminste één uitgaande connector. Een Opvangunit heeft een inkomende connector en tenminste één uitgaande connector. Een watersysteem één inkomende connector.

De uitstromingen van een Unit zijn gekoppeld aan een uitstroomconnector. Door een relatie te leggen tussen een uitgaande connector van een Unit en de inkomende connector van bijvoorbeeld een Opvangunit of een Watersysteem wordt de uitstroming die gekoppeld is aan de uitgaande connector, doorgegeven aan de inkomende connector. Op deze wijze is het mogelijk om de afstroompaden van het vrijkomen van de gevaarlijke stof tot het watersysteem te modelleren.

Met de bouwstenen Risico-units, Installaties, Relaties, Opvangunits en Watersystemen kan de gebruiker het specifieke bedrijf modelleren. Proteus berekent de risico's van dit model uitgaande van scenario definities van de Units, de afstroompaden en de gedefinieerde watersystemen.

1.5. Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van vorige versies

1.5.1. Belangrijkste wijzigingen van Proteus 4 naar Proteus 5

Importeren projecten uit 4.5 en 5.1.14

Release 5.1.14 veroorzaakte meerdere problemen bij het importeren van release 4.5 projecten. In release 5.3.3 treden deze problemen niet meer op wanneer 4.5 projecten geïmporteerd worden.

Wanneer projecten bewaard in release 5.1.14 worden geïmporteerd in release 5.3.3 dient een correctie plaats te vinden:

- Units Overslag Schip-Bulkschip, Overslag Schip-Stukgoed, Overslag Spoor en Overslag Weg dienen handmatig verwijderd- en daarna opnieuw aangemaakt te worden in het netwerk. Door conflicterende software constructies tussen 4.5 en 5.1.14 is er geen andere oplossing mogelijk.

Oplosbaarheids criterium is gewijzigd in release 5

Het oplosbaarheids criterium is al eerder in release 5.1 aangepast, maar het is dermate belangrijk dat dit hier nogmaals wordt genoemd: het criterium is gewijzigd van 100 g/l naar 100 mg/l. Het is daarmee aannemelijk dat de risico's in projecten verschuiven van drijfvaagvorming naar volumecontaminatie.

Het overzicht van geïmplementeerde wensen en defecten in release 5.3.3 staan in hoofdstuk 1.12

Na importeren van release 4.5 project ontbreken stoffen in stoffenlijst

Sommige oudere 4.5 projecten bevatten dubbele stoffen door een onbekende oorzaak. Het gevolg hiervan is dat de stoffenlijst niet ingeladen wordt en gebruikers gedefinieerde stoffen ontbreken in de stoffenlijst. *Noot: het is niet mogelijk om via de user interface van Proteus twee of meer stoffen met dezelfde naam in te voeren.*

Tot nu toe zijn de volgende stoffen als dubbele stoffen aangetroffen in oudere projecten:

- methyl tert-butyl ether
- sodium sulfide (anhydrous)

Er zijn een aantal oplosrichtingen voor dit issue:

- Met behulp van database editors zoals CompactView kan de tabel Componenten bekeken worden en kunnen de dubbele stoffen verwijderd worden (let op: de IDs ofwel nummers van de stoffen kunnen afwijken ten opzichte van de hier getoonde nummers 21, 81, 104 en 105):

21	methyl tert-butyl ether	104	sodium sulfide (anhydro...
81	methyl tert-butyl ether	105	sodium sulfide (anhydro...

- Het opsporen van dubbele stoffen kan bijvoorbeeld door middel van SQL statements:

CompactView - C:\Users\VALEX\Documents\IBM\RWS_Inzet_Proteus_2025_2026\Axosoft_Entries_Docs\AXO_105708_stoffen\Test bron 105708.sdf

File Edit Query Tools Help

Read only

```
SELECT Name, COUNT(*) AS HowMany
FROM Components
GROUP BY Name
HAVING COUNT(*) > 1
ORDER BY HowMany DESC;
```

1 Querys, 2 rows, 14 milliseconds

Name	HowMany
methyl tert-butyl ether	2
sodium sulfide (anhydrous)	2

- Hernoem één van de twee dubbele stoffen in release 4.5:
 - o Open in Proteus 4.5 het gewraakte project
 - o Open de stoffenlijst
 - o Zoek de stoffen met de namen hierboven genoemd op, of zoek op andere dubbele stofnamen
 - o Hernoem één van de gevonden meervoudig aanwezige stoffen naar bijvoorbeeld "methyl tert-butyl ether 2" en "sodium sulfide (anhydrous) 2"

076	methyl tert-butyl ether	Nee	Systeem	✓
077	methyl tert-butyl ether 2	Nee	G/S	✓
103	sodium sulfide (anhydrous)	Nee	G/S	
104	sodium sulfide (anhydrous) 2	Nee	G/S	✓

- o Bewaar de stoffenlijst en het project
- o Open het project in 5.3.3. Nu worden alle stoffen correct geladen.

1.5.2. Veranderingen van Proteus 3 naar Proteus 4

Importeren uit Proteus 2

Importeren uit Proteus 2 is niet meer mogelijk onder Proteus 4. Proteus 2 files kunnen in Proteus 3.3 geïmporteerd worden en daarna geopend worden in Proteus 4. Om deze reden blijft Proteus 3.3 als download beschikbaar.

Openen van een Proteus 3.3 file in Proteus 4

- Indien een Proteus 3.3. bestand wordt geopend in Proteus 4 verschijnt een waarschuwing die aangeeft dat indien het bestand geopend wordt in Proteus 4, het bestand niet meer kan worden geopend in Proteus 3.3.
- Bij het openen Proteus 3.3 bestanden wordt, indien niet aanwezig, standaard een (default) waarde voor de de $IC50_{bact}$ van de gebruikte stoffen ingevuld. Deze waarde wordt geschat op 10 maal de LC50-, EC50- of $IC50_{alg}$ - waarde van de stof. Indien onjuist kan de gebruiker altijd de juiste waarde invullen. Dit wordt gedaan om stoffen verplicht aan een toetsing te onderwerpen bij de (eventuele) aanwezigheid van BWZI of RWZI.
- Bij het openen van Proteus 3.3 bestanden wordt standaard een check uitgevoerd of de ingevoerde namen uniek zijn. Dit betekent dat in Proteus 4 elke Unit of installatie een unieke naam moet hebben. Deze namen kunnen worden ingevuld in de gegevensbrowser van unit of installatie. Het niet toekennen van unieke namen resulteert in het flashen van de unit en er zal geen berekening worden uitgevoerd.

RWZI is geen watersysteem meer in Proteus 4

Dat betekent dat na een RWZI altijd een watersysteem gekozen moet worden als eindpunt van een afstroomroute.

Tussenvolgende resultaten worden weergegeven

Door in een effect op de Afstroomroute te klikken toont Proteus een overzicht van het verloop in de QMFT voor het betreffende effect:

Scenario	Stof	Afstroomroute	Frequentie [1/j]	Massa uitstroom [kg]	Volcom [m3]
et nader opgeg...	002 SlibZinker	SlibZinker[B]->R...	1.000E-5	6.048E+7	8.38
et nader opgeg...	002 SlibZinker	SlibZinker[B]->R...	1.000E-5	6.048E+7	8.38

		SlibZinker[B]	RWZI SlibZinker[B]	W56
M		1.000E+7	6.048E+7	6.048E+7
F		1.000E-5	1.000E-5	1.000E-5
T		1.000E+2	6.048E+5	6.048E+5

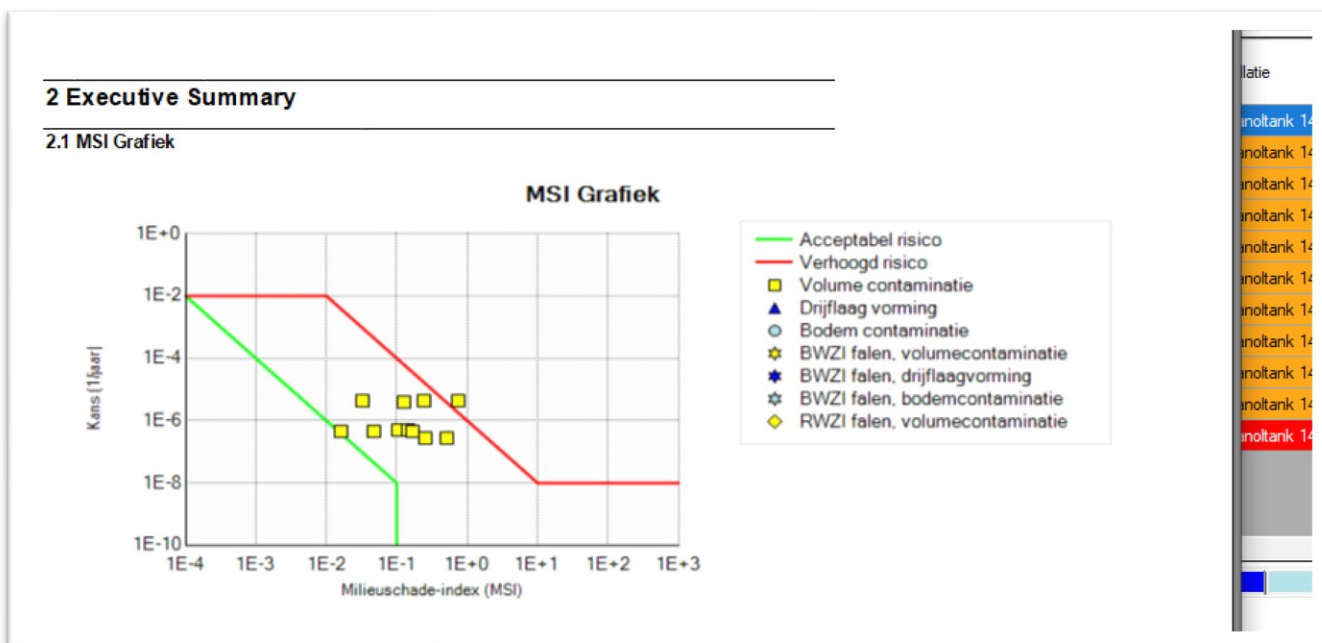
Van BZV naar TZV

In Proteus 4 is de keuze gemaakt om de stofeigenschap BZV te vervangen door de TZV. Met zuurstofdepletie veroorzakende stoffen worden met name organische stoffen bedoeld met een hoge BZV-waarde. Wanneer het BZV-getal niet kan worden gevonden in de literatuur, moet deze op een andere manier worden bepaald. Dat kan het beste door het uitvoeren van de BZV-bepaling. Een andere benadering is gebruik te maken van het theoretische zuurstofverbruik of totaal zuurstofverbruik (in Proteus 4 aangeduid als TZV. De afkorting TZV wordt meestal niet hiervoor gebruikt en zal in een latere versie kunnen worden vervangen door de meer gebruikelijke angelsaksische afkorting voor Theoretical Oxygen Demand: ThOD). TZV wordt bepaald uit de formule voor oxidatie van de stof tot CO₂ en H₂O. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat stikstof niet geoxideerd wordt tot NO₂, maar tot ammoniak. Ook ammoniak NH₄OH is een stof die in oppervlaktewater een oxidatieproces ondergaat en dus zuurstof consumeert. Maar dat proces verloopt veel trager en wordt daarom niet relevant geacht. Ook in de BZV-bepaling of CZV-bepaling wordt stikstof oxidatie niet meegenomen.

1.5.3. Veranderingen van Proteus II naar Proteus III

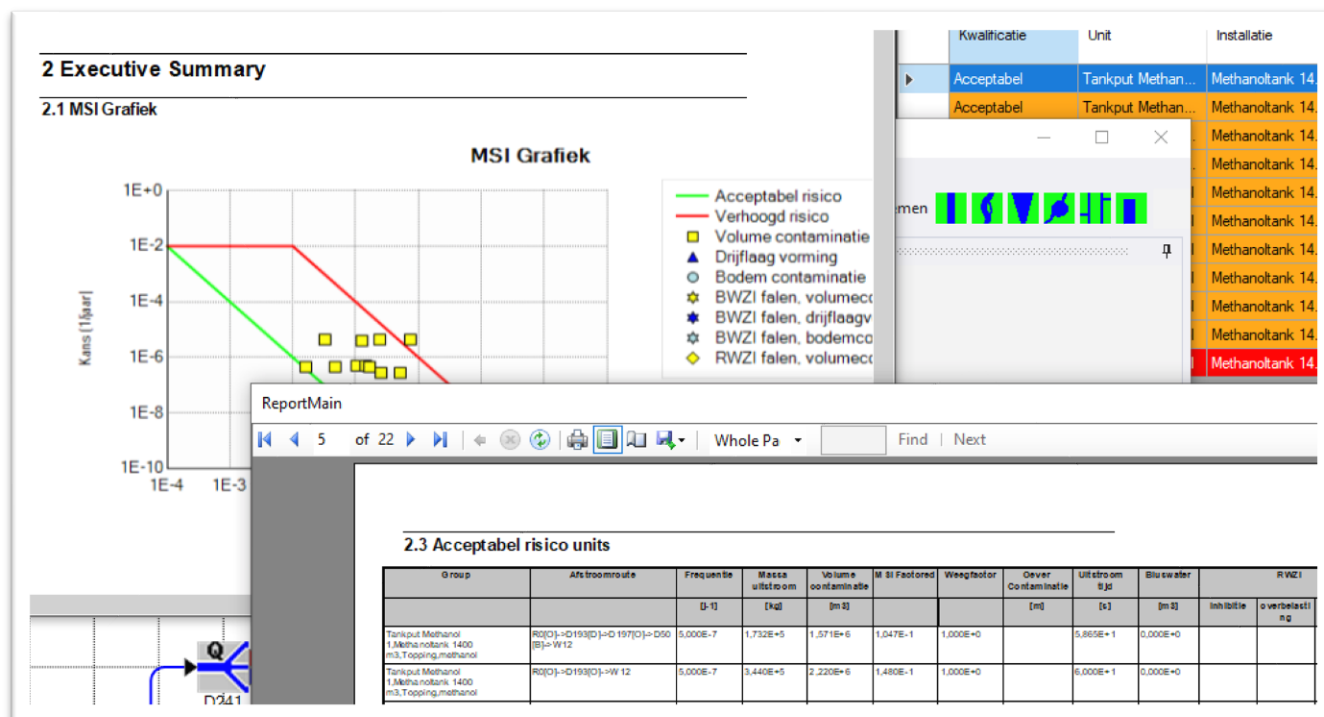
Rapportage

De rapportage in Proteus versie III is sterk verbeterd. Hoewel de mogelijkheden tot ordening bij het laten doorrekenen van de milieurisico's vrij uitgebreid waren was het gegenereerde rapport onoverzichtelijk. Proteus III biedt geen mogelijkheid meer tot ordening. Het effectenanalyserapport is zodanig ingericht dat per installatie scenario's, risico's, uitstroomhoeveelheden, effecten overzichtelijk gerapporteerd worden zodat ordening overbodig is.



Figuur 1 Rapportage

In de milieurisicorapportage (MR) is in Proteus III een “executive summary” opgenomen waarin de belangrijke effecten die vallen in het “verhoogd risico gebied” zijn weergegeven.



Figuur 2 Executive Summary

Ten slotte wordt in Proteus III in de effectenrapportage ook aangegeven of een RWZI/ BAWZ faalt of niet.

Numeriek resultaat		Numeriek per unit
Kwalificatie	Unit	
RWZI faalt	nitificati	
Acceptabel	UD gee	
Verhoogd risico	UD gee	
RWZI faalt	UD Opl	
RWZI faalt	UD Drij	

Figuur 3 Melding falen bedrijfszuivering

Overbelasting	Nitrificatie remming	Actief slib beïnvloeding	
	ja (BWZI)		2
		ja (BWZI)	9
		ja (BWZI)	9
ja (RWZI)			1
		ja (RWZI)	1
		ja (RWZI)	1
	ja (RWZI)		2

Figuur 4 Falen, Inhibitie en slib beïnvloeding RWZI en BWZI

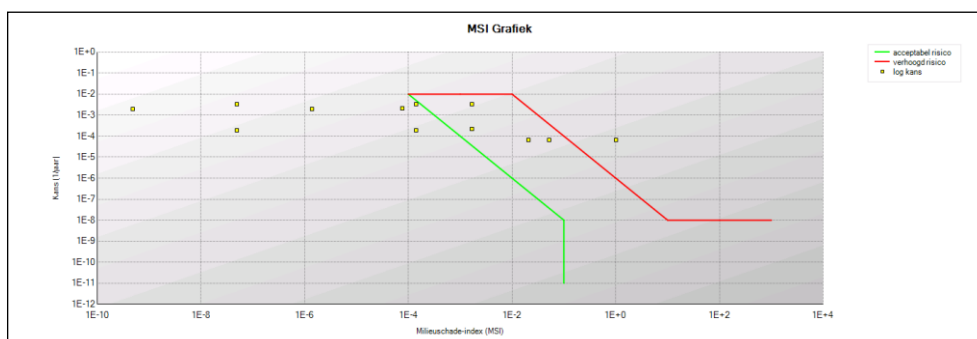
Afstroomroute

In de kolom afstroomroute geeft een letter achter de unit aan of de doorstroming via de Doorstroomafsluiter [D], de Bufferafsluiter [B] of via Overstroming [O] plaatsvindt.

Afstroomroute
R14[B]->D33[D]->W12
R14[O]->D33[D]->W12
R14[D]->W12

Referentiekaders

Nieuw bij de milieurisicorapportage is de toevoeging van referentiekaders. De rapportage biedt referentiekaders voor volumecontaminatie en drijfslaagvorming. Effecten worden automatisch in de referentiegrafieken geplaatst en effecten met een “verhoogd risico” zijn in de rapportage geaccentueerd.



Figuur 5 Referentiekaders en effecten

Additionele installaties

Proteus III biedt de mogelijkheid om in de unit Bulkopslag een installatie “custom tank” toe te voegen. Deze mogelijkheid is ingebouwd om tanks in de modellering te plaatsen die afwijken van de standaard te kiezen tanks. De keuze voor een “custom tank” is echter verbonden aan strikte voorwaarden.

Besturingssysteem

Proteus III is de opvolger van Proteus II. Proteus II is gebouwd in Delphi. De gebruiksvriendelijkheid en duidelijkheid van de user interface en de duidelijkheid van de resultaten van de berekeningen werd als onvoldoende beschouwd. Op basis van Proteus II is daarom Proteus III gebouwd. Proteus III moet kunnen functioneren onder de operating systemen Windows XP, Windows 7, Windows 8 en Windows 10.

User-interface

Bij de ontwikkeling van Proteus III is de user-interface gewijzigd. Proteus bestaat uit een hoofdscherm waarin een netwerk van units met onderlinge relaties getekend wordt. De units worden geplaatst in lagen. Er kan een ondergrond worden toegevoegd aan het project. Hierdoor kunnen objecten “geografisch” worden geplaatst en hierdoor verandert het abstracte Proteus plaatje in een beter inzichtelijk geografisch plaatje. De grafische presentatie in rapportage is verbeterd.

Eigenschappen zijn voorzien van eenheden die door de gebruiker zijn in te stellen. In de rapportage worden de waarden in de door de gebruiker gekozen eenheden weergegeven.

De meeste velden van een unit in de gegevensverkenner krijgen per default de initiële waarde “Niet ingevuld”.

Het tekenen van de relaties tussen de objecten is verbeterd. Er hoeven in deze versie van Proteus geen actie-iconen aangeklikt te worden om relaties te tekenen, units te verplaatsen of te verwijderen. Bij het tekenen van een relatie klikt de gebruiker op een connector en beweegt richting de gewenste connector. Proteus tekent de relatie tijdens dit verplaatsen. Wanneer de gewenste connector benaderd wordt zal deze rood oplichten en wordt de relatie automatisch verbonden. De gebruiker kan nog steeds het eindpunt van de relatie verplaatsen in dit geval.

De relaties worden als orthogonale lijnen getekend. Het is mogelijk om dit wijzigen in niet haakse lijnen. Ook is het mogelijk om punten in een relatie toe te voegen.

Het is nu mogelijk om units in verschillende lagen toe te voegen. Door lagen aan- of uit te zetten kan het overzicht op het model verbeteren. Daarnaast is het mogelijk om units te groeperen en de groep als geheel te verkleinen. Ook dit verbetert het overzicht over het model.

Het is nu mogelijk om de paden van en naar een unit toe te markeren.

Het tekencanvas biedt de mogelijkheid om een grid te tonen. Ook kunnen de units vastklikken op het al dan niet getoonde grid. Beide functies zijn in- of uit te schakelen.

Na een berekening toont Proteus de rekenresultaten in een tabel. Onder de tabel worden de MSI waarden van de scenario's in een grafiek weergegeven. Een rode en groene lijn geven de verwaarloosbare, acceptabele en verhoogd risico gebieden aan.

In de msi tabbladen kan ingezoomd worden op de verschillende types.

Wanneer de gebruiker een rij in de tabel selecteert wordt het desbetreffende punt in de MSI grafiek benadrukt. Andersom, wanneer de gebruiker een punt in de grafiek klikt wordt de rij in de tabel geselecteerd.

In een tabblad kan de gebruiker per unit inzoomen op de rekenresultaten.

Faalkansen en scenario's

In 2012 is door TNO een GAP analyse uitgevoerd in opdracht van RWS. Doel van de studie was om te bezien of de scenario's en faalkansen in Proteus up to date zijn en in overeenstemming met de scenario's die worden toegepast in het rekenmodel dat in het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) wordt gebruikt. Voor een deel van de scenario's is het oordeel dat er goede overeenstemming is tussen beide rekenmodellen. Er waren geen kant en klare verbeterpunten die meteen konden worden ingevoerd. De studie heeft geleid tot een aantal aanbevelingen om de uitgangspunten in Proteus te heroverwegen.

1.6. Algemene afspraken

De handleiding

Bij de beschrijvingen en beeldscherm afdrukken in deze handleiding, is uitgegaan van gebruik van een kleurenscherm. In de handleiding voorkomende afwijkende lettertypes hebben een specifieke betekenis. De afwijkende lettertypen die in deze handleiding worden gebruikt zijn in onderstaande tabel gespecificeerd.

Lettertype	Wordt gebruikt voor...
Vet	Woorden en of letters/cijfers die door de gebruiker moeten worden ingetoetst.
<i>Cursief</i>	Bij cursief gedrukte woorden moet de gebruiker zelf een naam invoeren, bijvoorbeeld als in de handleiding staat cd <i>foldernaam</i> , dan zou de gebruiker kunnen typen: cd Proteus.
<u>Onderstreept</u>	Onderstreepte teksten zijn letterlijke teksten uit Proteus, Bijvoorbeeld: door het intoetsen van ALT+B B wordt het menu <u>Bestand</u> geactiveerd en vervolgens de optie <u>Bewaren</u> geselecteerd.
<u>Vet+onderstreept</u>	Karakters die zowel vet als onderstreept zijn, zijn onderdeel van sneltoetsen. Indien de onderstreepte tekst een menu betreft, wordt het menu geactiveerd door ALT vet onderstreepte karakter in te toetsen. Indien het een optie in een actief menu betreft wordt de optie geactiveerd door het vet onderstreepte karakter in te toetsen.

Figuren en tabellen worden aangegeven met een index, voorafgegaan door het hoofdstuknummer. Bij de verwijzing naar figuren en tabellen in hetzelfde hoofdstuk wordt het hoofdstuknummer weggelaten.

Het programma

Aanduiding van specifieke toetsen. Functie toetsen worden aangegeven met een (niet vette) letter F, zonder spatie gevolgd door één of twee (niet vette) cijfers.

Functietoetsen	Betekenis
ENTER	Druk op de ENTER of RETURN toets.

Funcietoetsen

PIJL OP,
PIJL NEER,
PIJL RECHTS, PIJL
LINKS

Betekenis

Hiermee wordt het intoetsen van respectievelijke PIJL-TOETSEN bedoeld.

HOME, END, PAGE
UP,
PAGE DOWN, ESC,
INSERT, CTRL

Hiermee worden de overeenkomstige toetsaanslagen bedoeld.

Sneltoetsen

Er zijn in principe veel sneltoets combinaties mogelijk. Deze moeten gelijktijdig of achtereenvolgens worden ingetoetst. Met een plus wordt aangeduid dat de toetsen gelijktijdig moeten worden ingedrukt en een spatie duidt aan dat de toetsen achtereenvolgens moeten worden ingedrukt. Bijvoorbeeld SHIFT+F1 betekent druk de SHIFT toets gelijktijdig met de functietoets F1 in. ALT+A 1 betekent: druk eerst de ALT-toets gelijktijdig met de A toets in, gevolgd door het intoetsen van 1. De sneltoets combinaties worden met hoofdletters aangegeven.

Muisacties

KLIK

Betekenis

Breng de muis-cursor boven een specifiek veld en druk één keer op de linker button.

RKLIK

Breng de muis-cursor boven een specifiek veld en druk één keer op de rechter button.

DUBBEL KLIK

Breng de muis-cursor boven een specifiek veld en druk twee keer op de linker button.

De helpfile

In de helpfile wordt gebruik gemaakt van hypertext-functies. Dit betekent dat er in de tekst verwijzingen zijn naar andere onderdelen in de helpfile. Er zijn twee typen hypertext:

hypertext sprong:

Tekst is ~~groen~~ en onderstreept. Bij teksten in de header zijn de teksten geel en onderstreept. Door aanklikken van de hypertext wordt naar een ander deel van de helpfile gesprongen, eventueel in een tweede venster.

hypertext pop-up:

Tekst is groen met stippellijn. Door aanklikken van de hypertext verschijnt extra informatie op het scherm. De informatie verdwijnt weer door nogmaals de hypertext aan te klikken.

1.7. Installatie

1.7.1. Systeemeisen

De applicatie is gemaakt voor “stand-alone computers” en voor gebruik onder Citrix. Voor correct functioneren is een lees en schrijfbevoegdheid noodzakelijk van de folder waarin Proteus is geïnstalleerd. In deze folder wordt tijdens het werken met Proteus een tijdelijke folder “werkbestanden” aangemaakt en na afsluiten weer verwijderd.

Voor het werken met Proteus zijn minimaal benodigd:

- Windows XP of hoger. De Proteus installatie is succesvol getest onder Windows 10.
- harddisk met 40 Mb vrije ruimte (20 Mb voor het programma en bijbehorende databestanden),
- muis,
- kleurenscherm.

1.7.2. Installatie voorbereiding

De volledige **installatiebeschrijving** kunt u vinden in het SCOM document. Hieronder volgt beknopt de hoofdpunten van de installatie.

Unzip Installatie pakket

Unzip het bestand **Proteus-<versienummer>-<datum>.zip**. De volgende bestanden zijn te vinden na het uitpakken:

- Folder **Proteus-<versienummer>-<datum>** met hierin de bestanden:
 1. ProteusXSetup.msi
 2. setup.exe

Installeer .NET

Windows 10 bevat vanaf mei 2019 standaard versie 4.8. Versie 4.8 ondersteunt applicaties geschikt voor .NET 4.0 tot en met 4.7.2. Het is daarom niet meer noodzakelijk om .NET te installeren onder Windows 10.

Voor andere Windows versies kan het noodzakelijk zijn om .NET 4.6 te installeren. Haal de .NET 4.6 installer op bij Microsoft:

<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=53344>

Windows 8 en Windows 10: extra bibliotheken installeren

Vanaf Proteus 4 worden de SQL CE bibliotheken meegeleverd in het installatiepakket. Er is daarom geen noodzaak meer om deze afzonderlijk te installeren. Mocht dit door veiligheidsinstellingen van uw organisatie niet mogelijk zijn voer dan de onderstaande beschrijving voor het installeren van de bibliotheken uit.

Onder Windows 8 en Windows 10 moeten zowel de 32 bits als de 64 bits SQL CE bibliotheken geïnstalleerd worden. Wanneer deze niet geïnstalleerd zijn zal Proteus weliswaar installeren, maar niet correct opstarten. De foutmelding zal lijken op deze:

```
System.Data.SqlServerCe.NativeMethods.CheckVersionMismatch
```

De 32 en 64 bits bibliotheken kunnen bij Microsoft onder deze URL gevonden worden. Hierbij wordt één installatieprogramma gedownload (SSCERuntime-ENU.exe). Uitvoeren van dit programma leidt tot het downloaden van beide bibliotheken:

<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=5783>

Haal bij Microsoft de meest recente versies op van deze bibliotheken:

- SSCERuntime_x87-ENU.msi
- SSCERuntime_x64-ENU.msi

Installeer beide bibliotheken.

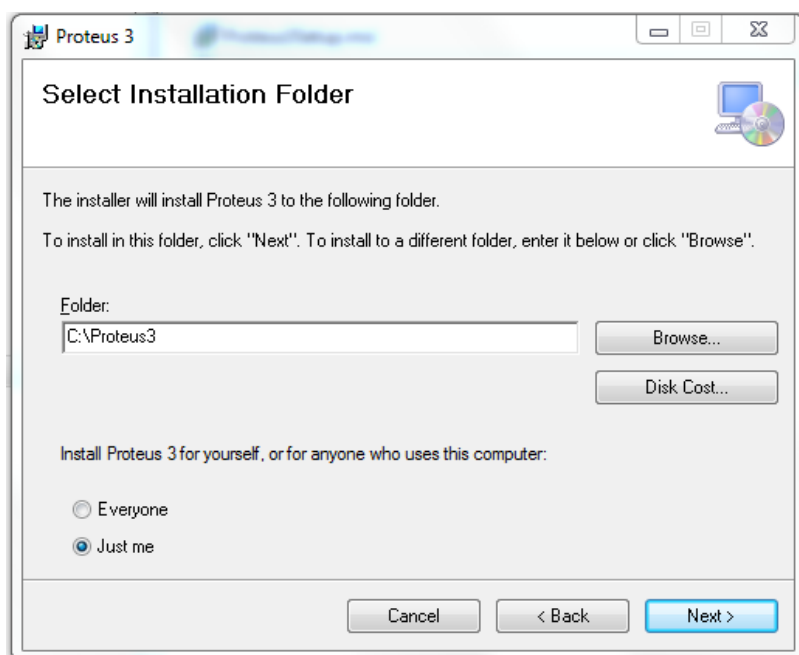
1.7.3. Installatie

Eerste installatie

Voer setup.exe uit om Proteus 4 te installeren in folder "C:\Program Files\IBM\Proteus 4\".

Om bij voorbaat problemen met diverse Windows 7 versies te voorkomen is het verstandig om Proteus te installeren in de directory: C:\Proteus3.

Dit kan door in de installatieprocedure deze directory te specificeren in de dialoog:



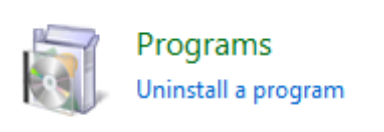
Beveiligingsinstellingen kunnen een installatie van Proteus voorkomen. Zoek in dat geval contact met systeembeheer of applicatie-ondersteuning in uw organisatie.

Update installatie

In Control Panel (Configuratiescherm) onder de Windows toets



selecteer "Uninstall Program":



Voer daarna Setup.exe van de nieuwe of oude deployment uit.

Update release vóór versie 3.1.4.0

Vanaf 3.1.4.0 is de installatieprocedure gewijzigd. Gebruik Control Panel (Configuratiescherm) om de oude Proteus te verwijderen. Ga daarna verder zoals beschreven in hoofdstuk 0 .

Het programma wordt geleverd op een CD of kan worden gedownload vanaf de website van Helpdesk Water. U kunt Proteus op uw computer installeren door het installatieprogramma Proteus3Setup.msi uit te voeren. Na installatie zijn de volgende bestanden en folders op de harde schijf in de folder “C:\Proteus 4” geïnstalleerd:

Bestand	Functie
Proteus 3.exe	Het eigenlijke programma
App_Data	De folder met de databases gebruikt door Proteus
DLL	De folder met systeembestanden gebruikt door Proteus
en	De folder met taalkeuze systeembestanden
Help	De folder met de helpbestanden
Icons	De folder met de in Proteus gebruikte iconen
Resource	De folder met de bitmaps voor de units
Diverse DLLs	Systeembestanden noodzakelijk voor Proteus

Tabel 1-1 Bestanden Proteus

Bovenstaande bestanden zijn noodzakelijk voor de werking van het programma. Indien één van deze bestanden ontbreekt zal het programma niet conform de specificaties functioneren.

In tabel 1-2 zijn de gegevensbestanden weergegeven. Dit zijn bestanden die door de gebruiker bewaard worden.

Bestand	Functie
*. sdf	Proteus projectbestanden Een database met de gegevens van een Proteus project. Dit omvat de netwerk-, component- en systeem specifieke gegevens

1.7.4. Tussenresultaten log meest recente berekening

Proteus schrijft de tussenresultaten van een berekening weg in een log bestand. Dit bestand is getiteld “LatestCalculation.log”. Vanaf versie 3.3 wordt dit bestand in een tabblad in de numerieke resultaten getoond. Dit logbestand kan bewaard worden.

In de logfile is meer gedetailleerde informatie te vinden over hoe de berekeningen van unit tot unit plaatsvinden. Bijvoorbeeld voor elke unit wordt aangegeven de inkomende- en uitgaande QMFT (stroom [m³/s], massa [kg], frequentie [1/j] en tijd [sec]). Daarnaast kan ook informatie gevonden worden over gemengde stromen, mengsels en functioneren van de BAWZ en de RWZI, de TZV berekening en etcetera.

1.8. Wijzigingen Proteus 3.2 t.o.v. Proteus II

In Proteus III zijn de volgende problemen van Proteus II opgelost:

- Fouten opgelost in de berekening en modellering van volumecontaminatie door TZV
- Fouten opgelost in de berekening van volumecontaminatie door LC50

- Fouten opgelost in de berekening van volumecontaminatie door drijfslaagvorming
- Fouten opgelost in het aanroepen van scenario's. Hierdoor werden in Proteus II onder sommige omstandigheden scenario's niet aangeroepen en verschenen dus niet in de rapportage.
- Fouten bij scenario's. Bij een aantal units werden scenario's verwisseld.
- Fouten opgelost in de berekening van "overvullen".
- Fouten opgelost in de berekening van falen BWZI
- Fouten opgelost in de berekening van falen RWZI
- Fouten opgelost bij het aanroepen van opvangunits. Een aantal opvangunits werden niet meegenomen in de berekening.

Het volgende hoofdstuk noemt de wijzigingen in deze nieuwe versie.

1.9. Wijzigingen in versie 3.3.1.7 t.o.v. Proteus 3.2

Algemene verbeteringen of verbeteringen van de gebruikersinterface

Item	Onderwerp	Uitleg
1	Toggle naam-omschrijving-logische naam units	In versie 3.2 konden gebruikers de verkorte namen op het canvas aanpassen met een unieke naam. Dit gaf problemen aangezien: 1. De rapportage de verkorte namen weergaf en gebruikers geen verband konden leggen tussen de verkorte namen en de werkelijke namen. 2. De gebruikte lange namen de rapportage onoverzichtelijk maakten. Het is nu mogelijk om op het canvas de verkorte naam onder de unit (door Proteus gegeven, U1, O1, W1, etc.) af te wisselen (togglen) met de naam van de omschrijving van de unit.
2	Legenda voor de door het systeem gekozen unit-naam	Legenda voor de verkorte unit namen is toegevoegd aan het rapport.
3	Naam voor berekening	Het is nu mogelijk om een naam voor elke afzonderlijke berekening in te voeren.
4	Na berekening kan het een tijdje duren voor het resultaat getoond wordt	In de vorige versie werd niets getoond waardoor de gebruiker soms dacht dat Proteus was vastgelopen. Proteus toont nu een dialoog "Even geduld..."
5	Er bestaat nu de mogelijkheid om alleen relevante resultaten te tonen in de MSI-grafiek	Het is mogelijk om het volledige resultaat af te wisselen met het relevante resultaat door het bereik van de x-as te beperken. Het bereik van de x-as wordt beperkt tot 10-4. Ook alle effectpunten van vóór 10-4 verdwijnen.
6	De gekozen kleuren van Risico uitstromingen in de grafiek zijn verbeterd. Tevens is het kleurenschema in de rapportage aangepast	De in versie 3.2 gebruikte kleuren waren soms slecht zichtbaar. De kleuren zijn aangepast in verband met kleurenblinden.
7	Assen benoemen bij Milieu risico en Risico uitstromingen grafieken	Deze waren in de vorige versie niet benoemd.
8	Compatibiliteit met Windows 8	Compatibiliteit met Windows 8 is nu gegarandeerd. Testen hebben uitgewezen dat Proteus 3.3 ook op Windows 10 draait.
9	De (maximale) stroom uit een unit leiding is aangepast.	Een leiding heeft nu een extra parameter gekregen namelijk "lengte insluitsysteem". In een industriële omgeving zijn er voorzieningen dat in de praktijk bij het falen van een leiding een insluitsysteem afgesloten kan worden. De lozing via dit insluitsysteem is toegevoegd. De lozing uit een falende leiding wordt beperkt door deze lengte. Het betekent wel dat indien een file uit versie 3.2 wordt ingelezen het ontbrekende gegeven van de unit leiding, lengte insluitsysteem, moet worden ingevuld.
10	Indicatie falen door slib-deactivering wordt beter weergegeven	In de rapportage is een extra kolom toegevoegd om dit falen weer te geven.

11	Logfile wordt weergegeven in de rapportage	In versie 3.2 werd na een berekening een logfile gegenereerd. Deze file was echter slecht toegankelijk en werd in Windows onder %appdata% weggeschreven. Dit gaf in het bijzonder voor gebruikers die onder netwerksystemen werkten grote problemen. 1. De logfile wordt nu getoond in een apart tabblad in de numerieke resultaten. 2. De logfile kan ook geëxporteerd worden.
12	In de rapportage wordt een header geplaatst op elke nieuwe pagina bij een doorlopende tabel	Door lange tabellen ontbraken de headings op nieuwe pagina's. Dit maakte de tabellen onoverzichtelijk.
13	Gemiddelde vullingsgraad van tanks is veranderd naar vergunde vullingsgraad van tanks	De in versie 3.2 genoemde "Gemiddelde vullingsgraad" is vervangen door "Vergunde vullingsgraad". De vulgraad is in overeenstemming gebracht met de maximaal vergunde hoeveelheid stof voor betreffende tank en/of installatie. Met deze maximale vulgraad wordt een "worst-case scenario" beschouwd.
14	De weegfactor ontbrak in de rapportage	De weegfactor watersysteem wordt nu getoond in rapportage.
15	Bij falen van een RWZI wordt abusievelijk de term "verhoogd risico" weergegeven	In principe faalt een RWZI/ BWZI wel of niet. De term "verhoogd risico" is voorbehouden aan een stroom met een volumecontaminatie en een faalkans. De tekst "verhoogd risico" is voor de RWZI vervangen door "RWZI faalt". Bij een BWZI falen wordt "BWZI faalt" getoond.
16	Plotten van resultante stromen van een BWZI is onduidelijk	Resultante stromen van BWZI's waren onduidelijk aangegeven. Dit is gecorrigeerd door middel van het introduceren van nieuwe symbolen.
17	Faalkansen in P3 zijn gelijk getrokken met BEVI.	In versie 3.2 waren reeds de meeste faalkansen aangepast. In versie 3.3 zijn de overige faalkansen aangepast: Bulkopslag instantaan falen: 5×10^{-6} (was: 1×10^{-5}) Stukgoedopslag vloeistoffen Drum: 0.9×10^{-5} (was 1×10^{-4}) Stukgoedopslag vaste stoffen Containers: 1×10^{-5} (was $2,5 \times 10^{-8}$) Productie batchreactor Instantaan falen: 5×10^{-6} (was 1×10^{-5}) Productie continuereactor Instantaan falen: 5×10^{-6} (was 1×10^{-5})
18	De kleur rood in de rapportage is storend	Dit is aangepast. Nu is er een witte tekst op een rode achtergrond. De kleur van de rijen BWZI falen en RWZI falen is nu licht rood.
19	Kolommen in de rapportage kunnen in numeriek overzicht aan- of uitgezet worden	In de rapportage zijn er veel kolommen met gegevens. Niet iedere gebruiker vindt alle kolommen relevant. Het aantal kolommen kan naar wens aan- of uitgezet worden.

20	In de MSI grafiek kunnen de symbolen vergroot of verkleind worden	Het vergroten of verkleinen van symbolen geeft de gebruikers de gelegenheid om resultaten leesbaarder te maken.
21	De naam van de specifieke doorrekening is niet zichtbaar in het rapport	De naam van de specifieke berekening is toegevoegd aan het titelblad.

A. Correctie van bevindingen

Item	Beschrijving	Uitleg
22	Numerieke resultaten worden te ver afgerond.	Waarden van IC50Algae or IC50Alg werden afgerond van 0,0025454... naar 0,0 Dit is gecorrigeerd.
23	Het kiezen van "Pad hier vandaan" gaf soms een crash in Proteus 3.2	Dit was het gevolg van een oneindige lus in de modellering. Een lus in de modellering is nog steeds niet toegestaan. Proteus geeft nu netjes een foutmelding aan.
24	Een lus in de modellering geeft een "OutOfMemoryException" foutmelding	Een lus in de modellering is nog steeds niet toegestaan. Proteus geeft nu een foutmelding aan waarbij gemeld wordt dat er een lus aanwezig is.
25	Bij de som van de massafractie van gemengde stoffen kon een waarde van groter dan 100% worden opgegeven	Het maximum is gezet op 100%.
26	De stoffendatabase kon niet sorteren op het veld Mengsel	Dit is gecorrigeerd.
27	In de rapportage hadden waarden een nauwkeurigheid van groter dan 5 decimalen. Dit geeft een nauwkeurigheid aan die in principe niet aanwezig is.	De afronding is nu teruggebracht tot 5 cijfers achter de komma.
28	In de installatie "Batch reactor" kan de tijdfractie aanwezig op groter dan 100% gezet worden.	Dit is gecorrigeerd.
29	Project file groeit naar extreme waarden na een berekeningsrun	Dit is gecorrigeerd.
30	Kleine projectfiles produceren een groot modelleringsschema in het rapport	Dit is gecorrigeerd.
31	Wanneer de gebruiker een aantal units dezelfde naam geeft dan wordt in de rapportage maar één unit weergegeven	Dit is gecorrigeerd.
32	De milieu risico grafiek "Falen RWZI" frequentie is niet correct	Wanneer er meerdere RWZI faalfrequenties zijn toonde de grafiek niet de hoogste. Dit is gecorrigeerd.
33	Het algoritme van de pompunit is niet correct	Niet alle mogelijke stromen resulterend uit een scenario werden berekend. Dit is gecorrigeerd.

34	Unit productie mist één connector	In tegenstelling tot Proteus 2 ontbrak in Proteus versie 3.2 de bufferconnector. Deze connector is met name belangrijk voor bluswater uit brandscenario's. De connector is toegevoegd. Het betekent wel dat indien een file uit versie 3.2 wordt ingelezen de connector verbonden moet worden.
35	Fout unit "Stagnant water"	Proteus gaf een foutmelding bij het gebruiken van het watersysteem "Stagnant water". Dit kwam omdat bij Stagnant water een stroomsnelheid van 0 m.s^{-1} wordt gehanteerd. Dit is gecorrigeerd.
36	Rapportage wordt gegarandeerd bij grote files	In versie 3.2 gaven grote files een foutmelding. Dit kwam doordat er een te grote rapportagefile werd gegenereerd. Het probleem is opgelost door: 1. Het format van de rapportage te wijzigen. Units worden nu gecombineerd in één tabel 2. Rapportage op te bouwen na de aanvraag. Dit is geheugenefficiënt.
37	Binaire tekens in het stoffenbestand zorgen voor een crash	Indien binaire tekens werden gebruikt in het stoffenbestand (b.v. als naam) weigerde Proteus te rekenen. Nu kunnen ze gebruikt worden.
38	De reageertijd bij RWZI/ BWZI is aangepast	In versie 3.2 werd op sommige plaatsen een referentietijd van 10 uur gebruikt en op andere plaatsen een referentietijd van 8 uur. Referentietijd is nu overal gezet op 8 uur.
39	Correctie faalkans Customtanks	De opgegeven faalkans van Customtanks werd niet gehanteerd in de berekeningen. Dit is gecorrigeerd.
40	Bij grote rivieren geeft contaminatie via TZV geen resultaat	TZV berekening geeft nu resultaat voor brede én smalle rivieren.
41	Geen automatische update bij gemengde stoffen	Indien één van de stoffen in een mengsel aangepast werd, werden niet de eigenschappen van het mengsel door Proteus aangepast. Dit is gecorrigeerd.
42	Uitgestroomd volume bij "overslag schip" is verkeerd	Dit is gecorrigeerd.
43	Verkeerde rapportage reactorunit	De rapportage werd tweemaal getoond. Dit is gecorrigeerd.
44	Verkeerde berekening LC50 in resultante stroom BWZI	De LC50 van een resultante stroom na een BWZI werd verkeerd berekend. Dit is gecorrigeerd.
45	Verkeerde berekening uitgestroomde massa resultante stroom BWZI	Dit is gecorrigeerd.

46	Faalkans bij overslag schip niet correct	De faalkans is aangepast conform de eerdere Proteus 2 versie.
----	--	---

1.10. Wijzigingen in versie 4.0 t.o.v. Proteus 3.3

In release 4.0 van proteus zijn de volgende wijzigingen aangebracht:

Proteus 4.0 Fase 1 eisen		
Item	Onderwerp	Uitleg
1	Toon QMFT-resultaat van elke unit van een gekozen berekeningpad	In het numerieke resultaat kan de gebruiker op de afstroomroute klikken. Proteus toont daarna een dialoog waarin het verloop van QMFT getoond wordt.
2	Optie om berekening alleen uit te voeren op een deelselectie van het totale netwerk	In het netwerk kan een aantal units geselecteerd worden waarvoor specifiek de berekening uitgevoerd wordt.
3	Contexthelpfunctie opent naar de betreffende unit	De helpfunctie opende niet op de helpfunctie van de geselecteerde unit
4	TZV berekening is gecontroleerd en aangepast	De dispersie en TZV afbraak in de verontreinigde plug worden correct in 2 dimensies berekend. De effecten van de beweging van de plug door het watersysteem worden nu meegenomen in het eindresultaat.
5	Windows 10 ondersteuning	Proteus werkt nu onder Windows 7, 8 en 10
6	Proteus 2 ondersteuning is verwijderd	De import functie van Proteus 2 projecten is verwijderd.
7	P-Splitter werkt bij andere taalinstellingen van het OS	Hierbij trad een fout op. Deze is nu hersteld.
8	Resultaat grafiek afgekapt bij risico frequentie < 10-2	
9	Scenario duur "Overslag weg" unit is te lang	Gecorrigeerd in deze versie
10	Proteus 3.2 project leest mengsel incorrect in	Gecorrigeerd in deze versie
11	Fout in berekening volumecontaminatie zeer toxische stoffen	Gecorrigeerd in deze versie
12	Unit "Riool" veroorzaakte in sommige gevallen een fout in de berekening	Gecorrigeerd in deze versie

Proteus 4.0 Fase 2 eisen		
Item	Onderwerp	Uitleg
15	Implementatie Beoordelingskader RWZI	RWZI is vanaf deze versie een opvang unit en geen watersysteem. De effecten ten gevolge van overbelasting en inhibitie worden berekend in de vorm van ongezuiverd lozen van het influent gedurende 21 of minder dagen.
16	RWZI unit is een opvangunit	Vóór versie 4 was de RWZI een eindpunt in de berekening. In 4 wordt de lozing via de RWZI doorgegeven aan een watersysteem.
17	Oxidatiebed verwijderd uit RWZI unit	Oxidatiebedden komen niet meer voor in Nederland vanwege de strenge eisen die aan het effluent worden gesteld
18	v.e. als eenheid toegevoegd aan ontwerpcapaciteit RWZI	V.E. is gedefinieerd als 150 gram TZV per dag.
19	Term BZV vervangen door TZV	BZV getal is vaak alleen te berekenen als TZV uit de oxidatieformule van de stof;
20	IC50 als verplicht veld bij het invoeren en aanpassen van componenten. Controle op dit veld bij importeren van versie 3.3 projecten	IC50 is bepalend voor het al of niet vergiftig raken van het actieslib en daarmee het falen van de RWZI
21	Importeren Proteus 2 projecten is verwijderd	Gebruik versie 3.3 om Proteus 2 projecten te lezen en te bewaren als 3.3 project. 3.3 Projecten kunnen in Proteus 4 gelezen worden.
22	Drie verschillende resultaten worden in aparte MSI grafieken getoond	Er is een onderscheid gemaakt tussen Volume-, drijver- en zinkerresultaten

Opgeloste bevindingen in Proteus 4

Item	Beschrijving	Uitleg
4.1	De faalkans van Spigot is aangepast	De faalkans bij Spigot is aangepast aan BEVI normen. Op basis van de historische achtergrond bleek heroverweging van de faalkans voor spigot / continu falen in Proteus op zijn plaats. De faalkans voor continu falen in combinatie met spigot is daarom nu gesteld op 5*10-6.

4.2	Unieke namen verplicht voor Units en Installaties	Dit is gedaan om de resultaten eenduidig te kunnen vastleggen en terugvinden
4.3	Bug pompput opgelost	Berekeningen pompput waren niet correct
4.4	Items in resultaten-kolom kunnen worden ingesteld naar wens.	Hiermee wordt het achterhalen van de bronnen en routes van berekende milieuschade resultaten sterk verbeterd

1.11. Kanttekeningen bij de release van Proteus 4

Kanttekeningen release Proteus 4

Bij het in release gaan van Proteus 4 zijn er tijdens de GAT-testen en de impact analyse nog enkele zaken naar voren gekomen. Vanwege de tijdsdruk en de complexiteit bij het aanpassen van sommige constateringingen is ervoor gekozen de release "als is" uit te brengen. In een komende update van Proteus, verwacht in het eerste kwartaal van 2022, zullen deze constateringingen aangepast dan wel uitgewerkt worden.

Geconstateerde tekortkomingen zijn:

1. *Volume beluchtingsbassin RWZI*

Omdat de gebruikersgroep van Proteus had geconstateerd dat specifieke informatie over een RWZI moeilijk te verkrijgen is, is binnen Proteus 4 gekozen voor een vereenvoudigde rekenmethodiek. Deze methodiek neemt aan dat het volume van de beluchtingstank in een RWZI ongeveer 10% is van de capaciteit van de RWZI in ve. Alhoewel dit in vele gevallen consistent is met RWZI ontwerp en gebaseerd is op ervaringsdeskundigen hoeft dit niet in alle gevallen zo te zijn. Proteus zal in geval van een te lage beluchtingscapaciteit een overschatting geven met betrekking tot het falen. Om dit tijdelijk op te vangen is voor de gebruiker, die op basis van exacte gegevens constateert dat de beluchtingscapaciteit groter dan 10% is, een Excel file ontwikkeld. Deze Excel file vergelijkt de faalkans van de Proteus berekening met een zelf door de gebruiker ingevulde beluchtingscapaciteit.

2. *Kans "doorstroom zonder afsluiter"*

Wanneer bij een tankput de doorstroom plaatsvindt via "doorstroom zonder afsluiter", laat Proteus afwijkende faalkansen zien. De faalkansen lijken vermenigvuldigd met 0,9. Dit lijkt erop te wijzen dat de faalkans van "doorstroom zonder afsluiter" per abuis op 0,9 staat in plaats van op 1.

3. *Faalkansen en scenario's*

Sommige faalkansen en scenario's in Proteus moeten in het kader van dynamische ontwikkeling (wederom) worden gesynchroniseerd met Bevi.

4. *Uitstromen tankput*

Bij een tankput wordt de afvoer na falen van een tank berekend als een uitstroom van de in de tankput aanwezige hoeveelheid in 60 seconden. Er wordt geen rekening gehouden met de diameter van de afvoerleiding, waardoor de uitstroomtijd aanzienlijk in de praktijk zou kunnen toenemen.

5. *Stoffen database*

In de stoffenlijst wordt onderscheid gemaakt tussen stoffen met als bron "systeem" en stoffen met als bron "gebruiker". Veel records van stoffen met bron "systeem" zijn niet volledig ingevuld; de gebruiker moet daarvoor de ontbrekende stofgegevens invullen. Om de stof in het programma te kunnen gebruiken moeten alle verplichte velden worden ingevuld. Als na invulling van alle verplichte velden de stofgegevens worden opgeslagen, zijn de stofgegevens daarna niet meer te wijzigen. Dit laatste is zeer onpraktisch voor de gebruiker. Een (tijdelijke) oplossing is mogelijk door eerst een kopie van de stof te maken en deze kopie te

gebruiken in de berekeningen.

6. Helpfile

De helpfile in Proteus is in sommige gevallen niet in overeenstemming met de omschrijving in de handleiding; de aanwezige links werken in sommige gevallen niet.

7. Kleine lozingen

Het gevolg van het verbeterde BZV-model is dat Proteus ook de volumecontaminatie van kleine lozingen doorrekent. Dit kan in sommige gevallen leiden tot een te lange rekeningduur van Proteus. Om dit te voorkomen is gekozen voor een aanpak waarbij lozingen afhankelijk van een bepaalde MSI en een lage faalkans apart worden berekend. Wanneer de te verwachten MSI_factored / faalkans in het verwaarloosbare en in sommige gevallen acceptabele gebieden valt wordt het theoretisch maximum effect volume als eindresultaat genomen zonder uitvoeren van de TZV berekening. Dit kan in sommige gevallen leiden tot niet consistente resultaten.

1.12. Wijzigingen in release 5.3.5

Opgeloste defecten		
Item / AXO nr	Onderwerp	Uitleg
1	Vanaf Proteus 5.1.12 wordt een stof als oplosbaar gezien indien de oplosbaarheid >100 mg/l is.	Vóór release 5.x gebruikte Proteus 100 g/l als criterium.
91089	08. het kopiëren of nieuw mengsel maken (m.b.v.) van een eerder aangemaakt mengsel moet mogelijk zijn en aanpassen documentatie.	Het is nu mogelijk om een bestaand mengsel te kopiëren
105144	Bug: Mengsels en stoffen kunnen niet aangepast worden in projecten uit versie 4.5	Zodra de individuele stoffen van een een mengsel correct zijn bijgewerkt wat betreft zuur/base attribuut wordt het zuur/base attribuut van het mengsel bijgewerkt
105155	Proteus 5.x laadt een project met Overslag weg en Overslag Spoor uit Proteus 4.5 verkeerd in (tenminste 1 missende parameter)	Is gecorrigeerd voor 4.5 projecten. Projecten bewaard in 5.1.14 moeten handmatig bijgewerkt worden zoals eerder in dit document is aangegeven
105173	Bug Item Eigenschappen van Overslag spoor, standaard put en User defined unit en één eigenschap Overslag schip bulkschip ontbreken in Helpfunctie	Helpfunctie aangepast
105708	Importeren stoffen via projectbestand van versie 4.5 werkt niet.	Importeren stoffen verloopt nu correct, mits dubbele stofnamen

Opgeloste defecten		
Item / AXO nr	Onderwerp	Uitleg
		niet meer voorkomen in het 4.5 bestand. Zie opmerking hierover in hoofdstuk 1.5.1
105710	Bug Importfunctie Laden Stoffenbestand werkt niet goed.	Laden stoffenbestand werk correct, met in acht name van hetgeen vermeld bij 105708
106850	BUG: eenheden stroomsnelheid in watersystemen meter / seconde naar kilometer / uur wordt niet goed omgerekend	Omrekenfactor gecorrigeerd
108394	BUG: Modelleren met continue reactor niet mogelijk sinds versie 5.2.1	De productie eenheid unit en continu- en batch reactor installaties zijn gecorrigeerd
108519	Jaartal van release 5.2.5. klopt niet, 2024 moet 2025 zijn	Jaartal van 5.3.3 is aangepast
110622	Bug Overslag schip - bulkschip kan niet worden gebruikt voor een berekening in Proteus 5.2.5	Overslag units zijn gecorrigeerd
110879	Bug v. 5.1.14 - 5.2.5. Overslag Schip - Stukgoed wordt niet berekend door foutmelding	Overslag units zijn gecorrigeerd
111085	Prio 3 De waarde van het oplosbaarheids criterium 100 mg/l toevoegen aan Helpfunctie	Tekst toegevoegd aan helpfunctie
112167	Analyse: Fout delen door nul bij gebruik pompput. Oplossing implementeren in story 112750	Pompput berekening aangepast
112310	Proteus executable versie 5.x heeft als naam "Proteus 3" moet zijn "Proteus"	Executable naam gewijzigd
112399	Bug Van in P4.5 gemaakt project in 5.2.5 en met gecorrigeerde gebruikte stoffen de berekening gestart, volgt melding: "Fout: De objectverwijzing..."	Overslag units zijn gecorrigeerd
112491	bug: geen berekening van maximale te verontreinigen volume van het watersysteem i.i.g sloot bij 1200 ton, wel uitgevoerd bij de doorslag van 1300 ton.	De TZV-berekening kan tijdrovend zijn. Voor lage faalkansen is ervoor gekozen om de berekening niet uit te voeren, maar om een theoretisch maximum te hanteren. In het geval van een sloot is een beperkt volume dat verontreinigd kan raken, namelijk het slootvolume, in dit geval 12500 m ³ . Wanneer de faalfrequentie bij een geschatte MSI onder een zekere waarde komt, in dit geval onder 5E-9, wordt de tijdrovende berekening, overgeslagen. En dat is dus wat gebeurde bij de 1200 ton

Opgeloste defecten		
Item / AXO nr	Onderwerp	Uitleg
		doorslag. Het maximeren van het verontreinigd volume op het aanwezige volume is nu gecorrigeerd.
112658	Oplossing voor ongeldige leestekens in ID, naam of omschrijving uit projecten gemaakt in vorige versies aanbieden	Gebruiker krijgt een melding dat er ongeldige leestekens aanwezig zijn in het project.
112659	Bug een project waarin ongeldige leestekens worden ingevoerd in ID, Naam en/of Omschrijving kan geen berekening uitvoeren en toont een foutmelding	Gebruiker krijgt een melding zodra er ongeldige leestekens ingevoerd zijn en het invoerveld de focus verliest.
112750	Bug: Fout delen door nul bij gebruik pompput uit story 112167 oplossen.	Pompput berekening gecorrigeerd
112981	Prio 2 Bug Juiste gatgrootte gebruiken voor batch- en continueactor in scenario continufalen en in logging laten zien	Proteus gebruikte de diameter van de warmtewisselaar pijpenaansluiting. Een gatgrootte van 0,05 m wordt nu gebruikt
112987	Prio 1 Modelleren met continueactor niet mogelijk sinds versie 5.2.1 door fout in percentage massafractie aanwezige stoffen	Het percentage van de massafractie stoffen overschreed 100%. Dit is gecorrigeerd.
112995	Bug Prio Could Batchreactor invoer druk foutmelding bij 1 atmosfeer: controle in max-min waardes database	De omrekenfactor voor atmosfeer wekeken fractie af. Is gecorrigeerd.
Geïmplementeerde wensen		
Item	Onderwerp	Uitleg
99317	Wens 20. netto bergend volume tankput geheel juist berekenen.	De berekening zal geen fout meer produceren als een instantaanfalende bulkopslag wordt gekoppeld aan een put.
112588	Wens Een melding tonen van de vergunde vullingsgraadvolume bij batch- en continueactor bij overschrijding van volumecomponenten (stoffen)	Proteus toont een waarschuwing wanneer het vergunde volume overschreden wordt. Proteus stopt een berekening wanneer het totale volume van de reactor overschreden wordt. De gebruiker wordt geacht degemiddelde massa van stoffen in de reactoren te corrigeren zodat er geen overschrijding plaatsvindt.

Bekende defecten		
Item / AXO nr	Onderwerp	Uitleg
91244	Geen verblijftijd bij continue proces	
91245 - 112980	OCAP RWZI formule controleren en aanpassen ivm Kjeldahl stikstof KjN element	
91082-91246	In unit overslag van tankcontainers lek en breuk in overeenstemming brengen met BKL regeling	
91241	Bug/wens: Effect door overvullen lijkt niet beïnvloed te worden door stroomsnelheid	
112921	Berekening in continureactor negeert toegevoegd water	Ten tijde van schrijven opgelost in 112987
99323	Een grotere lozing moet een groter effect tonen dan een kleinere lozing	
99324	de kans vanuit bulkopslag via de doorstroomconnector naar de volgende unit goed doorgeven	
99325	De tijden waarmee Proteus rekent bij scenario overvullen bulkopslag moeten kloppen	
99326	Blustijden vermeld in bijlage 2 handleiding moeten kloppen	
112920	Wanneer Massatransport naar water vanuit drijfslag is 0 moet het zuurstofverbruik effectvolume gelijk gesteld worden aan 0	In optimalisatie (voor gegeven frequentie en MSI waardes) wordt geen rekening gehouden met $dM2_H2O=0$
113107	Dubbele stofnamen in project laadt netterk wel, maar componentenlijst niet	Wanneer dubbele stofnamen voorkomen moet melding getoond worden en geen project geladen worden. Oplossing staat beschreven in SUM 5.3.3

2. Proteus in vogelvlucht

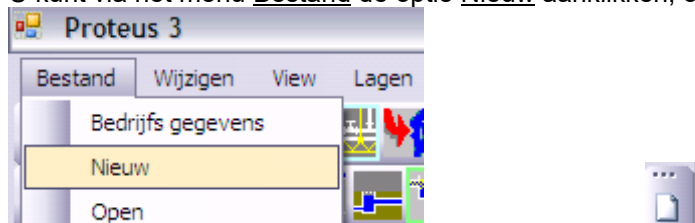
2.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden op een zo beknopt mogelijke wijze de belangrijkste functies van de Proteus uitgelegd. Er zijn acht paragrafen onderscheiden. Iedere paragraaf bespreekt een afzonderlijk onderwerp. Uitgebreidere informatie over een specifiek onderwerp kan worden verkregen via de verwijzingen. De paragrafen zijn:

-  Aanmaken van een nieuw project;
-  Openen van een bestaand project;
-  Invoeren en wijzigen van gegevens;
-  Uitvoeren van een berekening;
-  Rapporteren van het project;
-  Analyse van de resultaten;
-  Stofgegevens;
-  Afsluiten.

2.2. Aanmaken van een nieuw project

U kunt via het menu Bestand de optie Nieuw aanklikken, of u klikt op de knop Nieuw.

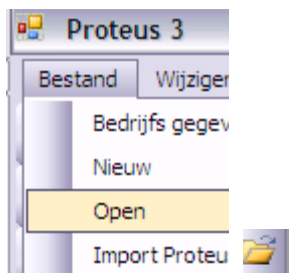


Voorafgaand aan het maken van een nieuw project wordt het eventueel bestaande project afgesloten. Als dit project gewijzigd is wordt gevraagd of de wijzigingen moeten worden bewaard. Hierbij heeft u de optie om de bewerking op te heffen.

2.3. Openen van een bestaand project



U kunt via het menu Bestand de optie Open aanklikken, of u klikt op de knop Openen in de taakbalk.



U krijgt de bestandsdialoog te zien. U selecteert het gewenste bestand waarna u gegevens kunt wijzigen of invoeren.

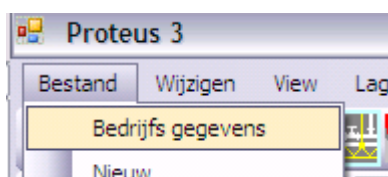
Voorafgaand aan het openen van een project wordt het eventueel bestaande project afgesloten. Als dit project gewijzigd is wordt gevraagd of de wijzigingen moeten worden bewaard. Hierbij heeft u de optie om de bewerking op te heffen.

2.4. Invoeren en wijzigen van gegevens

De gegevens kunnen in een willekeurig volgorde worden ingevoerd. Op elk willekeurig tijdstip kunnen gegevens worden toegevoegd of verwijderd. Als onervaren gebruiker is het raadzaam onderstaande volgorde aan te houden:

1. Bedrijfsgegevens (projectgegevens),
2. Risico-units, Installaties,
3. Opvangunits
4. Watersystemen
5. Relaties

Bedrijfsgegevens kunnen gewijzigd worden via het menu Bestand en de optie Bedrijfsgegevens.



In de dialoog kunnen de gegevens van het bedrijf ingevoerd worden.

ManageCompanyData

Company Data

Company name: Happy Chemicals

Description:

Contact person: John Appleseed

Phone: 0123456789

Email: J.Appleseed@me.com

Postaladdress: here

Postalcode: 1244KL

City: There

Executed by: Me

Of company: HC

Surface company: 50000 (m2)

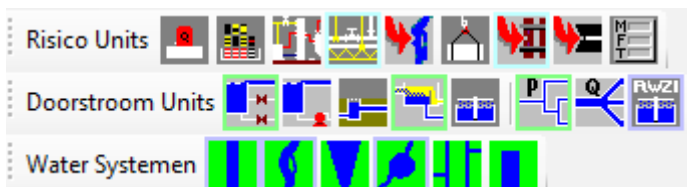
Center x: 2000,00 (RDS)

Center y: 4500,00 (RDS)

OK Close

Objecten op het tekencanvas kunnen altijd geselecteerd worden.

U kunt Risico-units op het geografische scherm plaatsen door op de betreffende knop in een van de unit werkbalken te klikken.



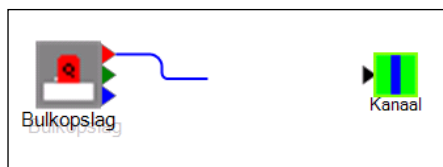
Door daarna op het tekencanvas te klikken wordt de unit geplaatst. Door nogmaals op de geplaatste unit te klikken worden de gegevens van de unit getoond in de gegevens verkenner.

De units bulkopslag, stukgoedopslag en productie moeten worden voorzien van tenminste een installatie. Installaties kunt u toevoegen door op de betreffend unit te dubbelklikken. Hierdoor wordt een dialoog geopend. Het plaatsen van installaties op de ondergrond van de unit verloopt gelijk aan plaatsen van een unit op de bedrijfsondergrond.

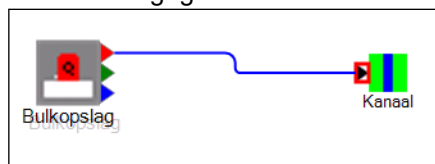
Het plaatsen van de opvangunits en watersystemen verloopt gelijk aan het plaatsen van de risico-units.

De laatste stap betreft het verbinden van de geplaatste objecten:

1. Klik op een connector van een unit
2. Beweeg richting de gewenste unit. Proteus tekent een relatie:



3. Wanneer de muiscursor in de buurt van de gewenste unit komt zal de relatie vastklikken op een connector. Deze wordt roodomrand weergegeven.

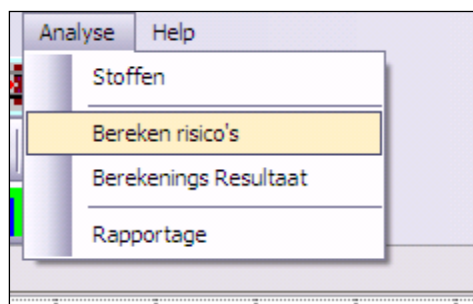


4. Het is nog altijd mogelijk om de relatie te verplaatsen door de cursor te bewegen.

Na het invullen van alle gegevens en het leggen van alle relaties, kan er gerekend worden.

2.5. Uitvoeren van een berekening

Nadat de gebruiker de gegevens heeft ingevoerd of gewijzigd, kunnen de risico's worden berekend via het menu Analyse en Bereken risico's



Als niet alle gegevens zijn ingevuld of als er een fout is ontstaan volgt de mededeling dat de berekening is afgebroken.

Als er gegevens ontbreken zal Proteus een lijst tonen met velden die nog niet ingevuld zijn.

2.6. Bekijken numerieke resultaten

Na het uitvoeren van de berekening kunnen de numerieke resultaten bekeken worden.

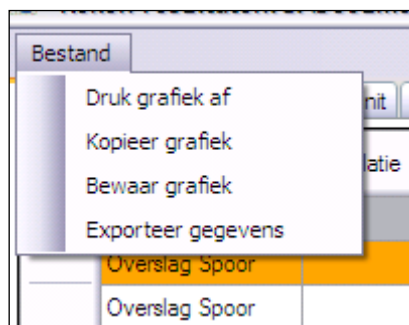


In de bovenste helft van het scherm staan de numerieke resultaten in een tabel. De acceptabele scenario's zijn oranje gemarkeerd, de verhoogd risico scenario's rood. Verwaarloosbare risico scenario's worden wit weergegeven.

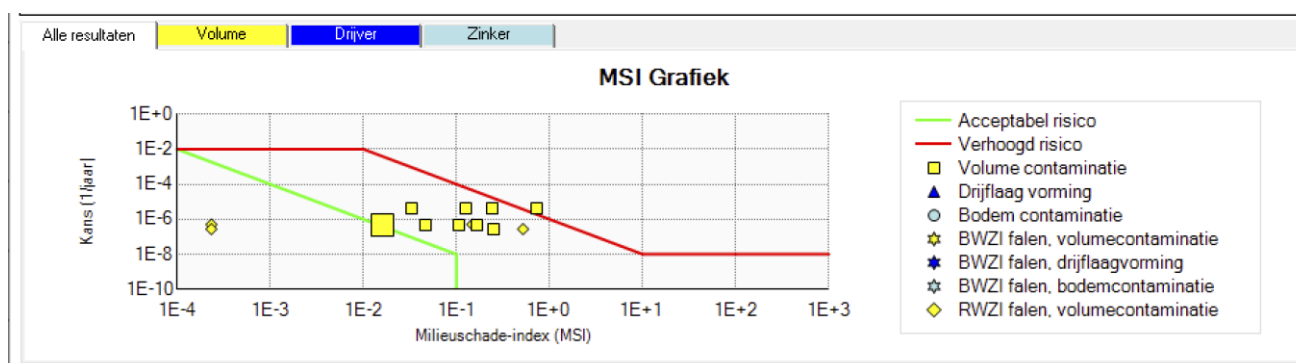
Wanneer een rij geselecteerd wordt, benadrukt Proteus het betreffende punt in de grafiek met een groter vierkant. Andersom, na selectie van een punt in de grafiek wordt de desbetreffende rij in de tabel geselecteerd.

In sommige gevallen zal één afstroomscenario twee keer wordt gepresenteerd als berekeningsresultaat: één keer voor het effect volumecontaminatie en één keer voor het effect drijfslagvorming. Dit is nodig omdat voor de beide effecten een aparte milieuschade-index wordt berekend en gepresenteerd in de MSI-grafiek.

Vanuit het menu kan de grafiek bewaard, gekopieerd of afgedrukt worden. Daarnaast kunnen de gegevens uit de tabel geëxporteerd worden naar een bestand in CSV-formaat.



In het tabblad getiteld Numeriek per unit kunnen de resultaten per unit bekeken worden:



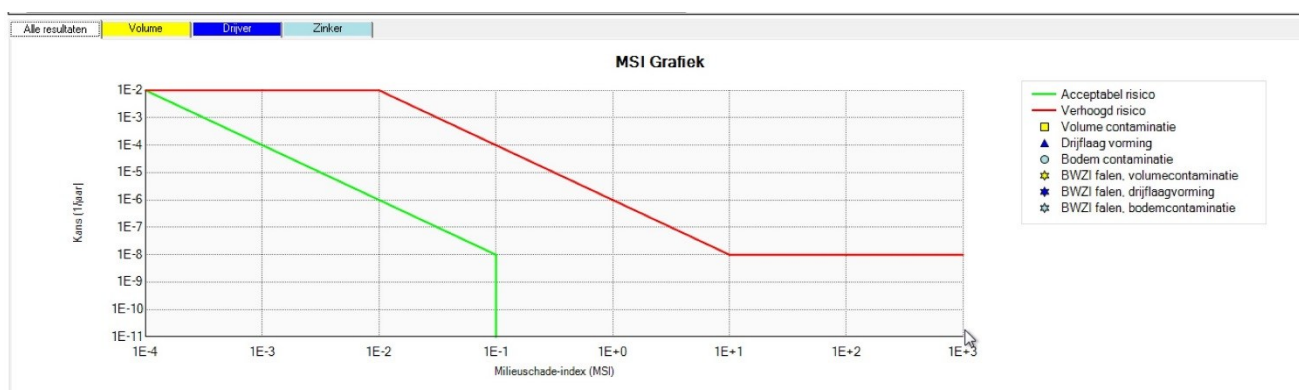
In de rij staat een kolom Opmerking. Wanneer op een cel in deze kolom geklikt wordt verschijnt er een pop-up met alle opmerkingen in rijen onder elkaar.

2.7. Uitleg MSI grafiek

De MSI grafiek geeft aan welke stof emissies een volumecontaminatie genereren die ligt binnen de regio's "verwaarloosbaar risico", "acceptabel risico" en "verhoogd risico". Binnen de MSI-grafiek worden de volgende punten geplott:

1. **Het vierkantje.** Dit betreft volume contaminatie vanwege toxiciteit of zuurstofdepletie. Het referentievolume voor volumecontaminatie is $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. (Bijlage 1)
2. **Het driehoekje.** Dit betreft een calamiteuze lozing van een niet goed oplosbare stof met een soortelijk gewicht dat lichter is dan water (drijfslagvormende stof). Het referentievolume voor lozing van drijfslagvormende stoffen is 12.000 m^3 . (bijlage 1). Let wel op dat bij de emissie van drijfslagvormende stoffen er ook massatransport plaatsvindt van de drijvende laag naar het oppervlaktewater, volumecontaminatie. Dit wordt dan weer aangegeven door een vierkantje. Kortom bij de emissie van een drijfslagvormende stof zal Proteus in sommige gevallen twee regels opnemen in de numerieke tabel en zowel een vierkantje als een driehoekje plotten.

3. **Het rondje.** Dit betreft een calamiteuze lozing van een niet goed oplosbare stof (zinker) met een soortelijk gewicht dat zwaarder is dan water (bodem contaminatie). Het referentievolume voor lozing van een zinker is ook 12.000 m³. (bijlage 1). Gekozen is voor een apart symbool omdat ten eerste de volumecontaminatieberekening anders is en ten tweede om aan te geven dat het een zinker betreft. Net als bij de drijfslagvormende stof kan ook bij emissie van een zinker zowel een vierkantje als een driehoekje geplot worden.
4. **Het sterretje.** Het falen van een BWZI wordt hiermee aangegeven. De positie van het sterretje wordt bepaald door de volumecontaminatie van de resulterende stof uit de BWZI.
5. **Het ruitje.** Hiermee wordt falen van een RWZI aangegeven. De positie van het sterretje wordt bepaald door de volumecontaminatie van de resulterende stof uit de RWZI.



Tabbladen:

Witte tabblad alle resultaten: Laat alle verschillende risico's zien.

Gele tabblad Volume: Laat alleen de risico's van de volume contaminaties zien

Donker Blauwe tabblad Drijver: laat alleen de risico's van de lozingen van de drijfslagvormende stoffen zien

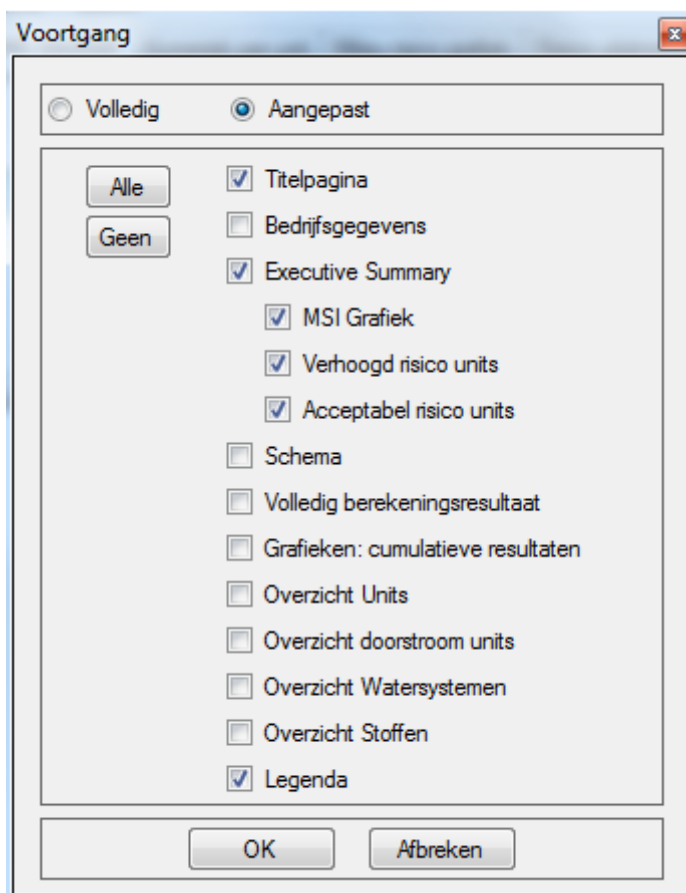
Licht Blauwe tabblad Zinker: laat alleen de risico's van de lozingen van de zinkers zien

2.8. Rapporteren van het project

U heeft een project geheel of gedeeltelijk ingevuld en u wilt deze gegevens op papier presenteren. U kunt via het menu Analyse, optie Rapportage, een rapport opstellen.

Dit rapport kan als PDF of als Excel bestand bewaard worden of rechtstreeks vanuit Proteus afgedrukt worden.

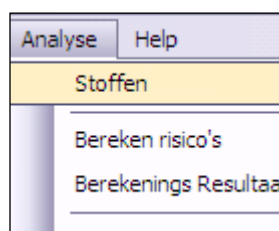
Bij het opstellen van het rapport kunnen onderdelen voor het rapport gekozen worden.



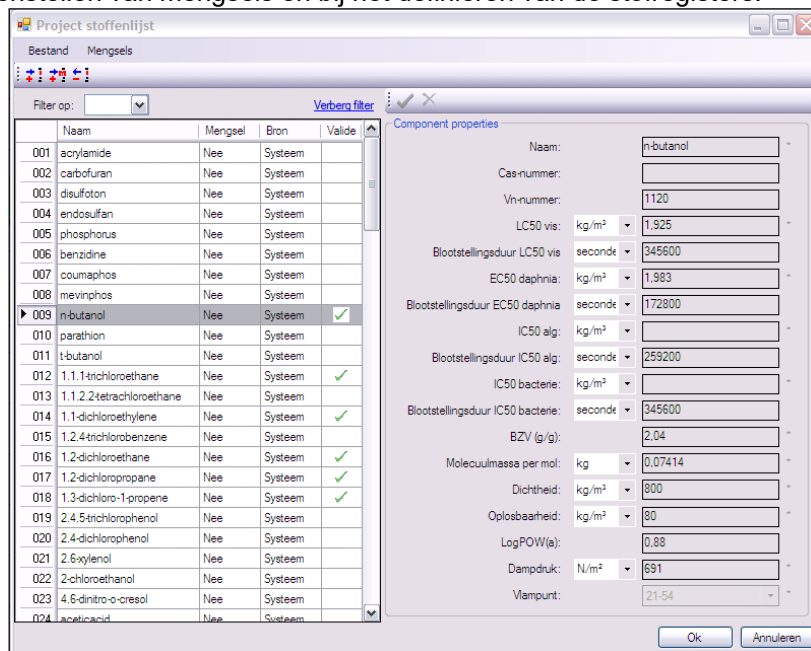
Wanneer het aantal niet relevante berekeningsresultaten erg groot is kan de omvang van het rapport gereduceerd worden. Verwijder daartoe "Volledig berekeningsresultaat" uit de lijst met aangevinkte items.

2.9. Stoffen

Proteus heeft een stoffenbestand waaruit stoffen kunnen worden geselecteerd. Het zal vaak voorkomen dat niet alle stoffen van een inrichting in dit bestand voorkomen. In dat geval kunt u de betreffende stof invoeren. De dialoog om de stoffen te beheren wordt via het menu Analyse, optie Stoffen geactiveerd:



In de dialoog kunnen stoffen en mengsels toegevoegd worden. Alleen volledig correct ingevulde stoffen worden getoond bij het samenstellen van mengsels en bij het definiëren van de stofregisters.



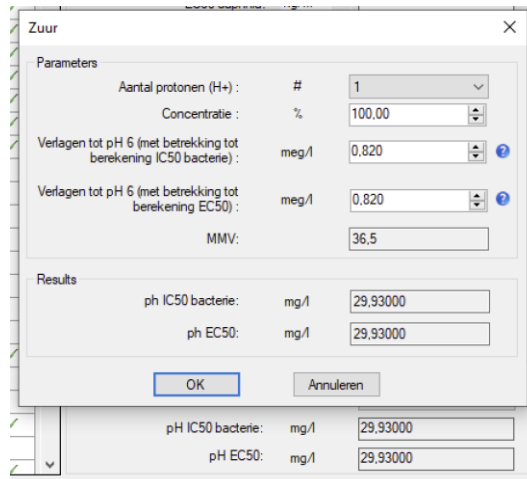
Naam	Mengsel	Bron	Valide
001	acrylamide	Nee	Systeem
002	carbofuran	Nee	Systeem
003	disulfoton	Nee	Systeem
004	endosulfan	Nee	Systeem
005	phosphorus	Nee	Systeem
006	benzidine	Nee	Systeem
007	coumaphos	Nee	Systeem
008	mevinphos	Nee	Systeem
009	n-butanol	Nee	Systeem
010	parathion	Nee	Systeem
011	t-butanol	Nee	Systeem
012	1.1.1-trichloroethane	Nee	Systeem
013	1.1.2.2-tetrachloroethane	Nee	Systeem
014	1.1-dichloroethylene	Nee	Systeem
015	1.2.4-trichlorobenzene	Nee	Systeem
016	1.2-dichloroethane	Nee	Systeem
017	1.2-dichloropropane	Nee	Systeem
018	1.3-dichloro-1-propene	Nee	Systeem
019	2.4.5-trichlorophenol	Nee	Systeem
020	2.4-dichlorophenol	Nee	Systeem
021	2.6-xylenol	Nee	Systeem
022	2-chloroethanol	Nee	Systeem
023	4.6-dinitro-o-cresol	Nee	Systeem
024	acetic acid	Nee	Systeem

Component properties	
Naam:	n-butanol
Cas-nummer:	
Vn-nummer:	1120
LC50 vis:	kg/m³ 1.925
Blootstellingsduur LC50 vis:	seconden 345600
EC50 daphnia:	kg/m³ 1.983
Blootstellingsduur EC50 daphnia:	seconden 172800
IC50 alg:	kg/m³
Blootstellingsduur IC50 alg:	seconden 259200
IC50 bacterie:	kg/m³
Blootstellingsduur IC50 bacterie:	seconden 345600
BZV (g/g):	2.04
Molecuulmassa per mol:	kg 0.07414
Dichtheid:	kg/m³ 800
Oplosbaarheid:	kg/m³ 80
LogPOW(a):	0.88
Dampdruk:	N/m² 691
Vlampunt:	21-54

Voor zuren en basen worden extra gegevens gevraagd na keuze in een dropdown box.

Let op: Vanaf versie 5.1.14 is het programma aangepast aan de toekomstige inclusie van zuren en basen als toxische stoffen. In afwachting op dit nieuwe en aanvullende beleid, conform Handboek Onvoorziene lozingen, dient u in de stoffeigenschappen van aanwezige of nieuwe stoffen bij de vraag 'zuren of basen?', "Geen van beide" in te vullen.

Na keuze Zuur of Base wordt een dialoog getoond waarin de gegevens voor de zuur of base ingevoerd en gekozen kunnen worden:



Parameters		
Aantal protonen (H+) :	#	1
Concentratie :	%	100.00
Verlagen tot pH 6 (met betrekking tot berekening IC50 bacterie) :	mg/l	0.820
Verlagen tot pH 6 (met betrekking tot berekening EC50) :	mg/l	0.820
MMV:		36.5

Results		
pH IC50 bacterie:	mg/l	29.93000
pH EC50:	mg/l	29.93000

2.10. Afsluiten

Via het menu Bestand, optie Sluit Project, kunt u een bestand sluiten terwijl Proteus actief blijft. Als u Proteus wilt sluiten kunt u voor de optie Exit kiezen. U kunt de applicatie eveneens beëindigen met de sneltoets combinatie ALT+F4, of door de sluitbutton rechtsboven in het applicatiescherm aan te klikken.

3. Het programma

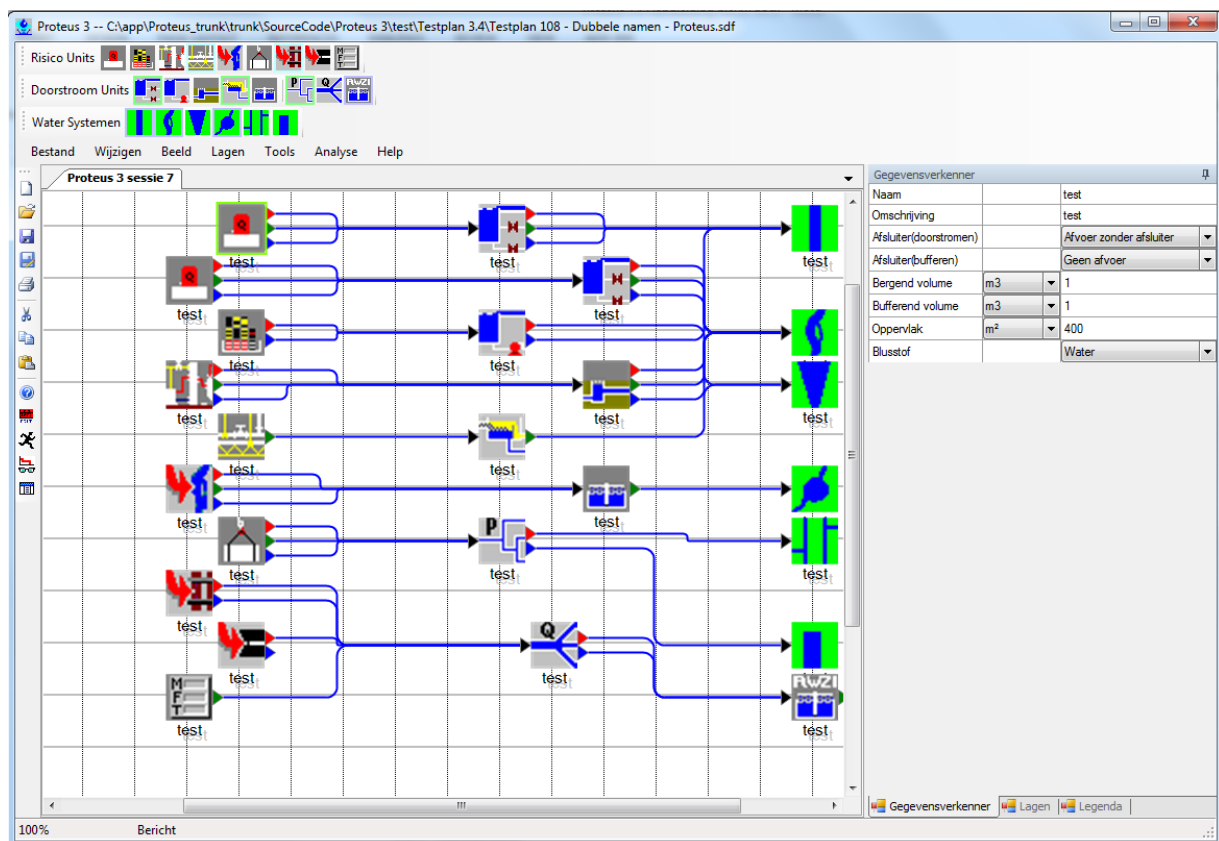
3.1. Muis en toetsenbord

Proteus maakt gebruik van bedieningselementen uit de grafische werkomgevingen van Microsoft Windows. Het programma kan zowel met de muis als het toetsenbord worden bediend.

Om binnen een invulscherm van één onderdeel naar een ander onderdeel te gaan worden de toetsen TAB (verder naar volgende onderdeel) of SHIFT+TAB (terug naar vorige onderdeel) gebruikt.

3.2. Hoofdscherm

Boven aan de applicatie bevindt zich de menubalk (paragraaf 4.1). Onder de Menubalk bevindt zich de taakbalken (toolbars) (paragraaf 4.2). Onder de taakbalk bevindt zich het werkveld met daarop het projectscherm (paragraaf 3.3). De gegevensverkenner (paragraaf 3.4) bevindt zich aan de rechterzijde van het scherm, onder de taakbalk.



Figuur 3-1. Hoofdscherm

3.3. Projectschermb

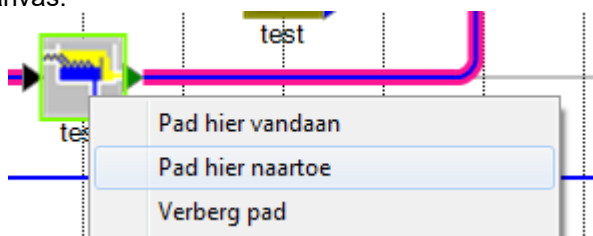
3.3.1. Tekenschermb

In het tekenschermb onderscheiden we de volgende functies:

Grid Via de menuoptie View|Toggle grid kan een grid zichtbaar worden

Snap Via de menuoptie View|Toggle snap kan de snapfunctie aan- of uitgezet worden. Als snap aanstaat zullen nieuwe units op het canvas op de kruispunten van het grid geplaatst worden.

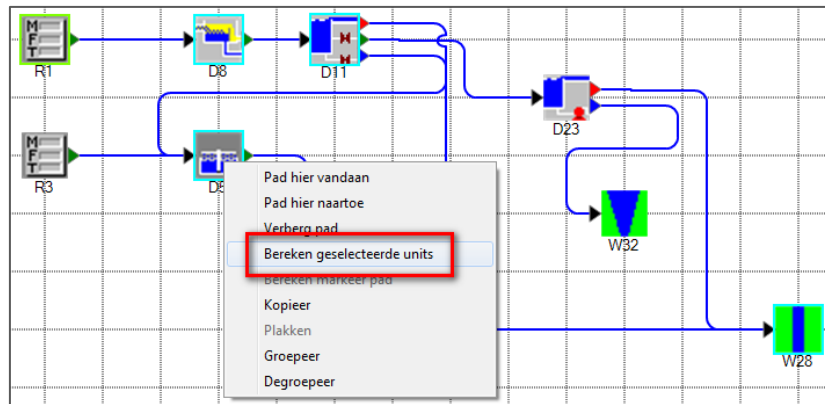
Paden Door met de rechermuisknop op een unit te klikken verschijnt er een menu. In dit menu staan opties om paden van- en naar een unit te tonen in het canvas.



Na het kiezen van een pad kan een berekening gemaakt worden voor het gekozen pad. Er dient wel aan het begin van het pad een risico unit en een watersysteem aan het eind van het pad aanwezig te zijn:

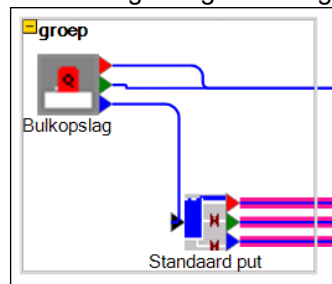


Proteus kan ook een berekening maken voor handmatig geselecteerde units:



Groeppeer

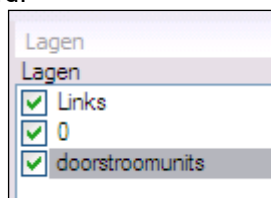
Selecteer een aantal units in het canvas door een rechthoek om de units te tekenen. Kies daarna uit het menu Lagen|Groeppeer. De geselecteerde units worden samengevoegd in een groep.



Door op de – te drukken wordt de gehele groep geminimaliseerd. Door te dubbelklikken op de naam van de groep kan de naam gewijzigd worden.

Lagen

Via menu optie Lagen|Nieuwe laag wordt een nieuwe laag toegevoegd aan het tekencanvas. Wanneer deze laag geselecteerd is in het Lagen paneel worden nieuw toegevoegde units aan deze laag toegevoegd. Wanneer het vinkje voor een laag weggeklikt wordt zal de laag met de units niet meer zichtbaar zijn. Via menu optie Lagen|Huidige laag verwijderen wordt de huidige geselecteerde laag verwijderd.



Kopiëren

Geselecteerde units in het tekenscherm kunnen gekopieerd

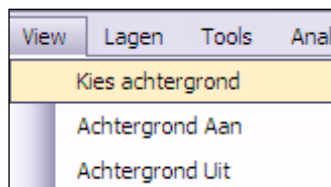
worden door de toetscombinatie <Ctrl><C>. Door <Ctrl><V> worden de gekopieerde units geplaatst, inclusief relaties indien deze al aanwezig waren.

Undo/Redo

Alle actie uitgevoerd in het tekenscherf kunnen ongedaan gemaakt worden door de toetscombinatie <Ctrl><Z>. De combinatie <Ctrl><Y> voert het gecancelde commando nogmaals uit.

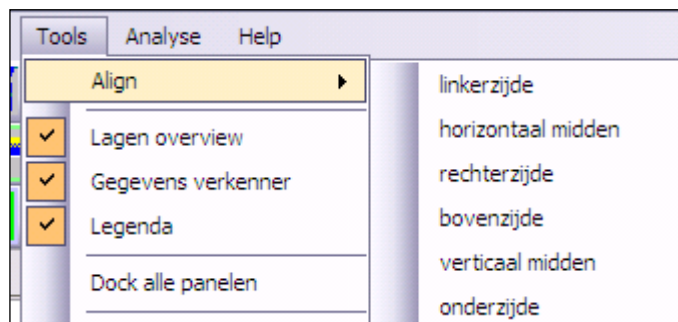
Achtergrond

De menu optie View|Kies achtergrond maakt het mogelijk om een grafisch bestand als achtergrond te gebruiken. De menu opties Achtergrond Aan en Achtergrond Uit maken het mogelijk om deze achtergrond aan of uit te zetten.



Align

De menu optie Align maakt het mogelijk om meerdere geselecteerde units uit te lijnen.



Legenda

De legenda verschaft uitleg over hetgeen in het werkveld is weergegeven. Door met de muis op een aangevinkt vakje links van de beschrijving te klikken, verdwijnt het vinkje en ziet u het item niet meer in het werkscherf. Wanneer het vakje nogmaals aangeklikt wordt, is het item weer zichtbaar.

3.3.2. Statusbalk

In de projectstatusbalk, onderaan in het projectscherm, wordt van links naar rechts de volgende informatie weergegeven.

- Zoomfactor;
- Een melding over de meest recent uitgevoerde activiteit



Figuur 3-2. Projectstatusbalk

3.4. Meldingvenster

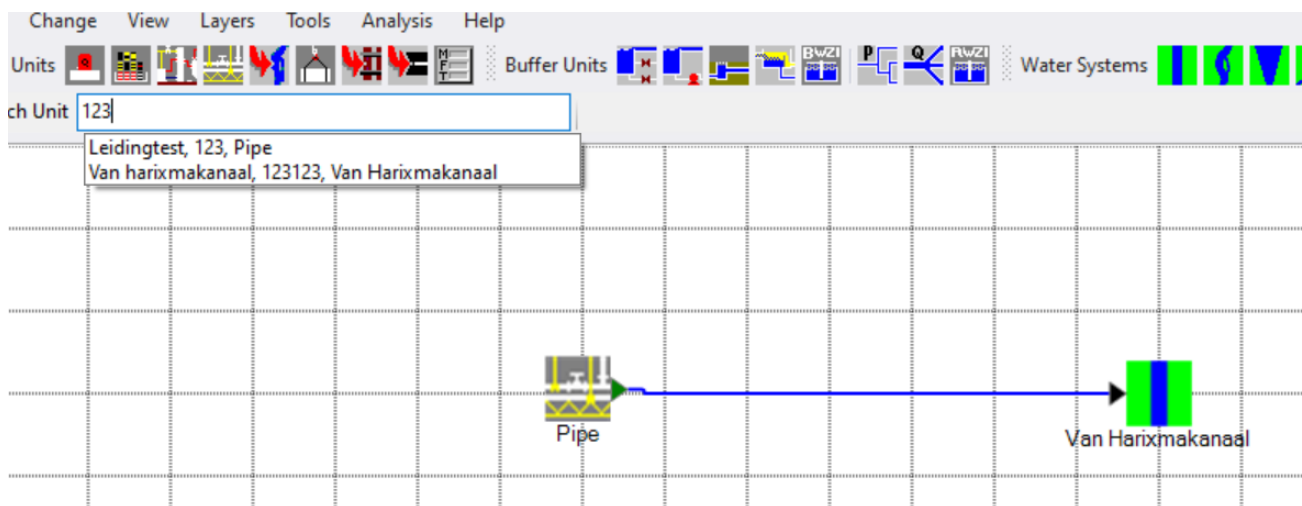
Poteus heeft een meldingscherm welke verschijnt wanneer stoffen en of units incompleet zijn. Dit scherm, zoals hieronder getoond, is interactief. Wanneer de gebruiker dubbel klikt op een rij zal deze unit geselecteerd worden. Na het aanpassen van de melding in de gegevensverkennen zal het venster automatisch updaten. Het zelfde geldt voor stoffen, wanneer bij een stof een waarde ontbreekt of een fout optreedt zal proteus dit kenbaar maken in het melding venster en eveens door op de melding te dubbel klikken de stoffen editor openen. De juiste stof is automatisch geselecteerd.

	Error	Type	Unit
►	omschrijving Niet ingevuld	Unit	RWSProteusApplication.nodes.LeidingNode
	naam Niet ingevuld	Unit	RWSProteusApplication.nodes.KanaalNode

Figuur 3-3. Gegevensverkenner

3.5. Zoekfunctionaliteit

In de applicatie zit een zoek functie om gemakkelijk units in het tekenscherf op te zoeken. Door in de het invoerveld link bovenin genaams “Unit zoeken” te typen zal er bij de aanwezigheid van unit suggesties worden gegeven vanuit de volgende variabelen; ID, Omschrijving en naam. Wanneer men op een item van de dropdownlist klikt zal de unit in het venster verschijnen.



3.6. Gegevensverkenner

De eigenschappen van units worden gewijzigd via de gegevensverkenner (figuur 3-4). In de gegevensverkenner zijn drie kolommen zichtbaar. De eerste kolom bevat de naam van de eigenschap. In de tweede kolom is de eenheid van de waarde gegeven en in de derde kolom is de waarde van de eigenschap gegeven.

De breedte van de kolommen kan worden aangepast door de cursor op de verticale lijn te plaatsen, waardoor de pijl verandert in ||. Door te dubbelklikken op de scheidingslijn tussen twee kolommen wordt de breedte automatisch aangepast aan de breedte van het veld op de aangeklikte rij.

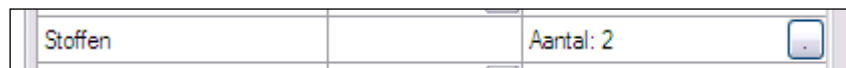
Iedere eigenschap wordt weergegeven in een rij. De eigenschap wordt actief door deze met de muis aan te klikken. In figuur 3 is dit de eigenschap Omschrijving.

Gegevensverkenner			
Naam			bulkopslag 1
Omschrijving			Dit is een bulkopslag
Afsluiter(doorstromen)			Handbediend (gesloten) ▼
Afsluiter(bufferen)			Handbediend (gesloten) ▼
Bergend Volume	m3	▼	0
Bufferend Volume	m3	▼	0
Oppervlak	m2	▼	50000
Blusstof			Water ▼

Figuur 3-3. Gegevensverkenner

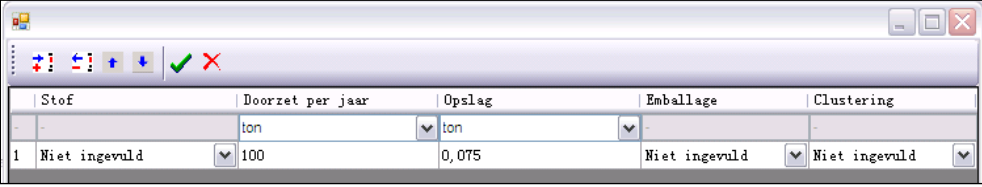
Tijdens het wijzigen van de waarde in standaard invoervelden kunt u de wijzigingen ongedaan maken door ESC in te toetsen. U accepteert de waarde met ENTER.

Naast een standaard invoerveld zijn er nog twee andere invoervelden. Dit zijn een uitgebreid invoerveld en een keuzeveld. Als bij de selectie van een invoerveld de  knop zichtbaar is, dan is er sprake van een uitgebreid invoerveld. Door op de button te klikken wordt het invoerscherm dat nodig is om de gegevens van deze eigenschap te wijzigen geactiveerd. In figuur 3-4 is een voorbeeld gegeven van een invoerveld dat een uitgebreid invoerscherm kan activeren.



Figuur 3-4. Invoerveld dat een uitgebreid invoerscherm activeert.

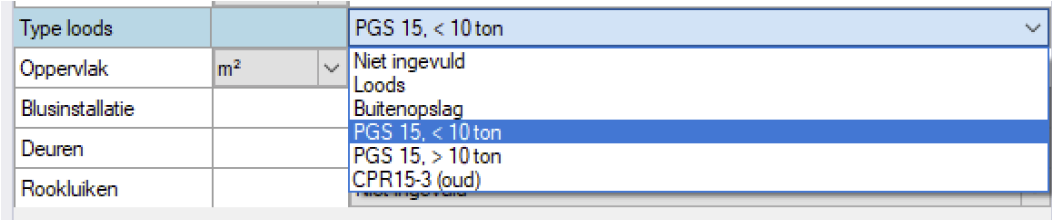
De gegevens in het invoerveld zijn een samenvatting van de gegevens van de eigenschap. Deze gegevens kunnen alleen via het uitgebreide invoerveld worden gewijzigd. Het uitgebreide invoerveld kan een data-grid zijn. In figuur 3-5 is een voorbeeld van een data-grid gegeven voor de eigenschap Stofregister.



	Stof	Doorzet per jaar	Opslag	Emballage	Clustering
1	Niet ingevuld	100	0,075	Niet ingevuld	Niet ingevuld

Figuur 3-5. Data-grid (uitgebreid invoerscherm)

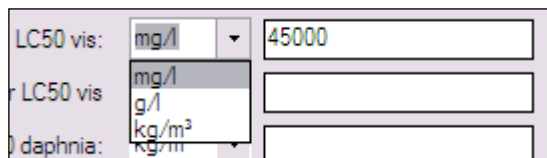
Het laatste type invoerveld betreft een keuzeveld. Als bij de selectie van een invoerveld een  knop zichtbaar is, dan is er sprake van een keuzeveld. Door op de button te klikken wordt de keuzelijst zichtbaar. Hieruit kan de gewenste optie worden geselecteerd. Figuur 3-6 geeft het keuzeveld voor Type loads bij Stukgoedopslag.



Type loads		
Oppervlak	m²	PGS 15, < 10 ton
Blusinstallatie		Niet ingevuld
Deuren		Loods
Rookluiken		Buitenopslag
		PGS 15, < 10 ton
		PGS 15, > 10 ton
		CPR15-3 (oud)

Figuur 3-6. Keuzeveld met keuzelijst.

De keuzevelden worden ook gehanteerd in de tweede kolom, de eenheden van de eigenschap. Als voor een eigenschap geen eenheid is te selecteren, dan is dit veld leeg. In figuur 3-7 zijn enige opties gegeven.



The screenshot shows a table with three rows. The first row is for 'LC50 vis' with a unit dropdown set to 'mg/l' and a value of '45000'. The second row is for 'LC50 vis' with a unit dropdown set to 'g/l' and an empty value field. The third row is for 'daphnia' with a unit dropdown set to 'kg/m³' and an empty value field. The unit dropdowns are open, showing the selected unit and other available options.

Figuur 3-7. Opties eenheden.

Niet van alle eigenschappen kan de eenheid worden ingesteld.

In figuur 3-7 is een keuzelijst van eenheden weergegeven. Het betreft hier de eenheid van LC50 vis. Er is een keuze uit mg/l, g/l en kg/m³. De gebruiker kan de gewenste eenheid in de keuzelijst selecteren. Na selectie worden de waarden van de eigenschap weergegeven in de gekozen eenheid. De door u gekozen eenheden worden in de rapporten opgenomen.

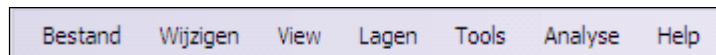
! Let op de volgorde van het invoeren van gegevens als u de eenheid wilt wijzigen. Als u bijvoorbeeld 1.9 mg/l wilt invoeren, is het verstandig om eerst de eenheid op mg/l te zetten en vervolgens de waarde 1.9 in te vullen bij het betreffende invoerveld.

4. Bediening

4.1. Menubalk

Zoals de meeste Windows-programma's beschikt ook Proteus over een menubalk waarmee de gebruiker de verschillende programmafuncties kan oproepen. Deze menubalk kan handig zijn om het programma via het toetsenbord te bedienen, bijvoorbeeld als de muis tijdelijk niet werkt. De menubalk van het programma staat steeds horizontaal bovenaan in het scherm en kunt u NIET uitschakelen.

Menu's worden via de menubalk geactiveerd. In figuur 1 is de menubalk gegeven. De menubalk is te selecteren met F10.



Figuur 4-1. Menubalk

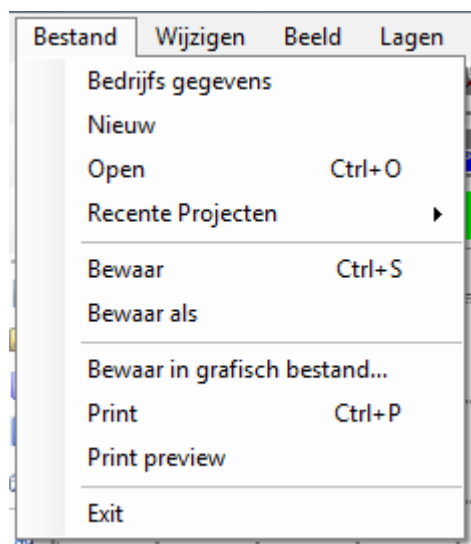
De getoonde menu's en submenu's zijn statisch, dat wil zeggen dat deze niet veranderen wanneer de gebruiker een ander scherm opent. Een ander scherm bevat een eigen menu wanneer dit noodzakelijk is.

Een menu is te activeren met één van de volgende handelingen:

- | | |
|-------------|--|
| Toetsenbord | Activeer de menu's door het intoetsen van ALT + de eerste letter van het menu-item in de menubalk. Voor het activeren van het bestandsmenu moet Alt+B ingetoetst worden. Vervolgens kan met PIJL LINKS, PIJL RECHTS, PIJL OP en PIJL NEER het gewenste menu worden geselecteerd en met ENTER worden geactiveerd. |
| Muis | Klikt met de muis direct op het gewenste menu. |

4.1.1. Menu Bestand

Het menu Bestand moet gebruikt worden voor het openen en sluiten van bestanden en het beëindigen van het programma.



Figuur 4-2. Menu Bestand



Nieuw project

Bij menu Bestand Nieuw wordt een nieuw project geïnitieerd.



Open project...

Bij de optie Open wordt de bestandsdialoog actief. U selecteert het gewenste project bestand.



Bewaren

Bewaart het actieve project. Als de bestandsnaam gelijk is aan Nieuw verschijnt een bestandsdialoog met een lijst van alle Proteus-bestanden in de actieve directory. U typt een naam in of selecteert een naam uit de keuzelijst. Indien een ingetoetste naam reeds in de actieve directory voorkomt, volgt een waarschuwing. Als het bestand een andere naam heeft, wordt het bestand bewaard.



Bewaren als...

Een bestandsdialoog verschijnt met een lijst van alle bestanden in de actieve directory. U typt een naam in of selecteert een naam uit de keuzelijst, dan wel behoudt de oorspronkelijke naam van het bestand. Indien een ingetoetste naam reeds in de actieve directory voorkomt, volgt een waarschuwing.



Print

Het actieve scherm wordt afgedrukt op de printer.

Sluit Project

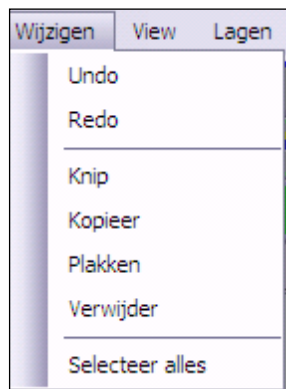
Als het project gewijzigd is, verschijnt er een dialoog Bestanden bewaren met drie opties: Ja, Nee en Annuleren. Indien u Ja kiest verschijnt een bestandsdialoog met de naam van het actieve bestand. Indien u Nee kiest wordt het bestand gesloten zonder de wijzigingen te bewaren. Indien u Annuleren kiest wordt de bewerking opgeheven. U kunt het project tevens afsluiten door op het kruisje rechtsboven het projectscherm te klikken.

Proteus afsluiten (Sneltoets: ALT+F4)

Met ALT+F4 of via het menu Bestand optie Proteus afsluiten, verlaat u het programma. Indien er een bestand actief is, wordt gevraagd of dit actieve bestand moet worden bewaard. U kunt de applicatie eveneens afsluiten door op het kruisje rechtsboven de applicatie te klikken.

4.1.2. Menu Wijzigen

Het menu Wijzigen kan gebruikt worden voor het wijzigen en of selecteren van gegevens.



Figuur 4-3. Menu Wijzigen

Undo <CTRL><Z>

De gebruiker kan hier de laatste wijziging als het verschuiven van een unit of het toevoegen/verwijderen van een unit ongedaan maken.

Redo <CTRL><Y>

Hiermee kan de gebruiker ongedaan gemaakte wijzigingen weer herstellen.

Knip

Deze opdracht zet het geselecteerde object op het tekenscherf op het klembord en verwijderf het object van het tekenscherf.

Kopieer

Deze opdracht kopieert de geselecteerde unit of units.

Plakken

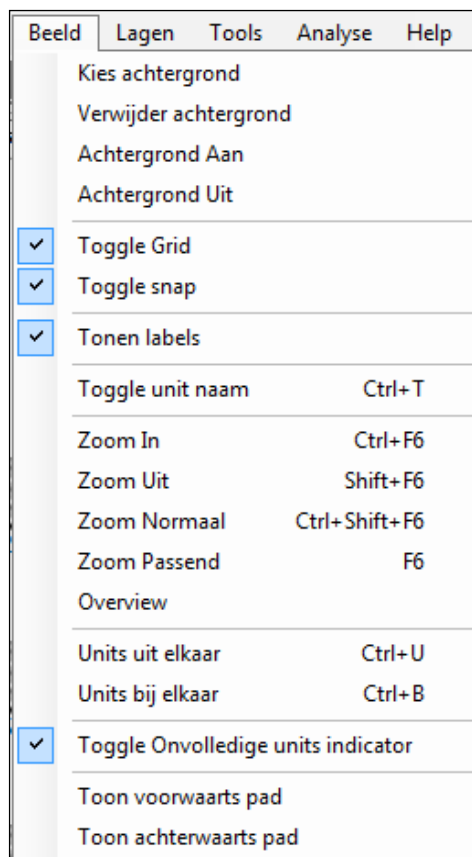
Deze opdracht plakt de gekopieerde unit of units. De kopieën worden over de originele geplaatst.

Verwijder

Deze opdracht wordt actief als er een object op het geografische scherm is geselecteerd. Met deze opdracht wordt het betreffende object verwijderd.

4.1.3. Menu Beeld

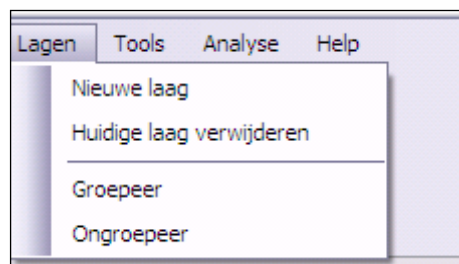
Het menu Beeld kan gebruikt worden voor het instellen van de achtergrond, grid, snap, zoomfuncties, openen overviewscherf, uit elkaar of dichter bij elkaar plaatsen van units, het aan- en uit zetten van de onvolledige units indicator en het tonen van paden naar- en van een unit. Ook kan men de korte naam onder de unit afwisselen met de lange naam en de omschrijving.



Figuur 4-4. Menu Beeld

4.1.4. Menu Lagen

In figuur 4-5 is het menu Lagen gegeven.



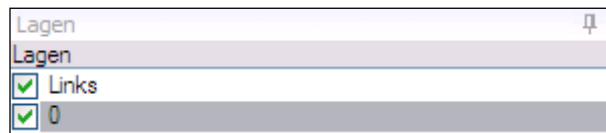
Figuur 4-5. Menu Analyse

Nieuwe laag

Nieuwe laag voegt een nieuwe laag toe aan het tekencanvas.

Huidige laag verwijderen

Huidige laag verwijderen verwijdert de huidig geselecteerde laag. In het panel Lagen is dit de geselecteerde laag.



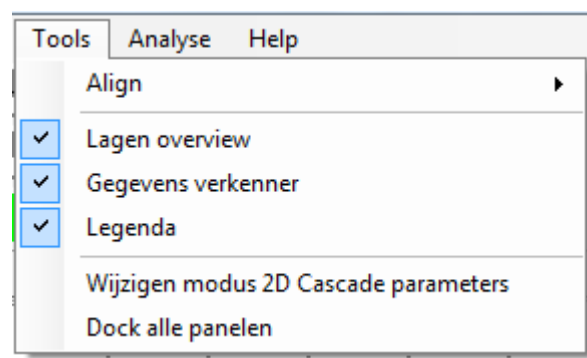
Groepeer

Deze functie groepeerd de geselecteerde units in het tekencanvas.

Ongroepeer

Deze functie haalt de units uit een groep en verwijdert de groep.

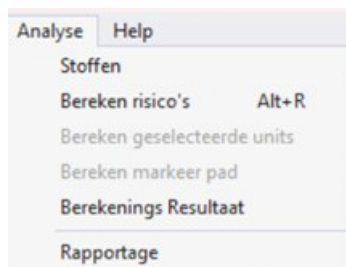
4.1.5. Menu Tools



Figuur 4.6 Menu Tools

Dit menu toont hulpmiddelen om units uit te lijnen, de panelen zichtbaar te maken of te verbergen en (voor de toekomst, nog niet in deze versie) een taalkeuze.

4.1.6. Menu Analyse



Figuur 4.7 Menu Analyse

Stoffen

Algemeen

Met deze opdracht wordt de stoffendialoog geopend waarmee u stoffen en/of mengsels kunt wijzigen, toevoegen, verwijderen. In Proteus zijn in totaal 117 stoffen opgenomen in het stoffen bestand. Van 29 stoffen zijn de volledige gegevens opgenomen. Van een overige 88 stoffen ontbreken een of meerdere stofgegevens. In praktijk zal de gebruiker dus vrijwel altijd stoffen aan het bestand toevoegen. Alleen de volledig correct ingevulde stoffen worden getoond bij het samenstellen van mengsels en bij het definiëren van de stofregisters. Bij de stoffen worden drie verschillende type stofbestanden onderscheiden:

Systeembestand

Het systeembestand wordt alleen gebruikt bij het nieuw aanmaken van een project. Bij het aanmaken van een nieuw project wordt het systeemstoffenbestand gekopieerd naar het project stoffenbestand. Dit houdt in dat wijzigingen van het systeemstoffenbestand geen invloed hebben op het project stoffenbestand en omgekeerd, dat wijzigingen in een project geen invloed hebben op het systeemstoffenbestand. Via de dialoog kan het projectstoffenbestand wel worden overschreven met het systeem stoffenbestand, of met een ander stoffenbestand. Ook het systeemstoffenbestand kan worden overschreven.

Project bestand

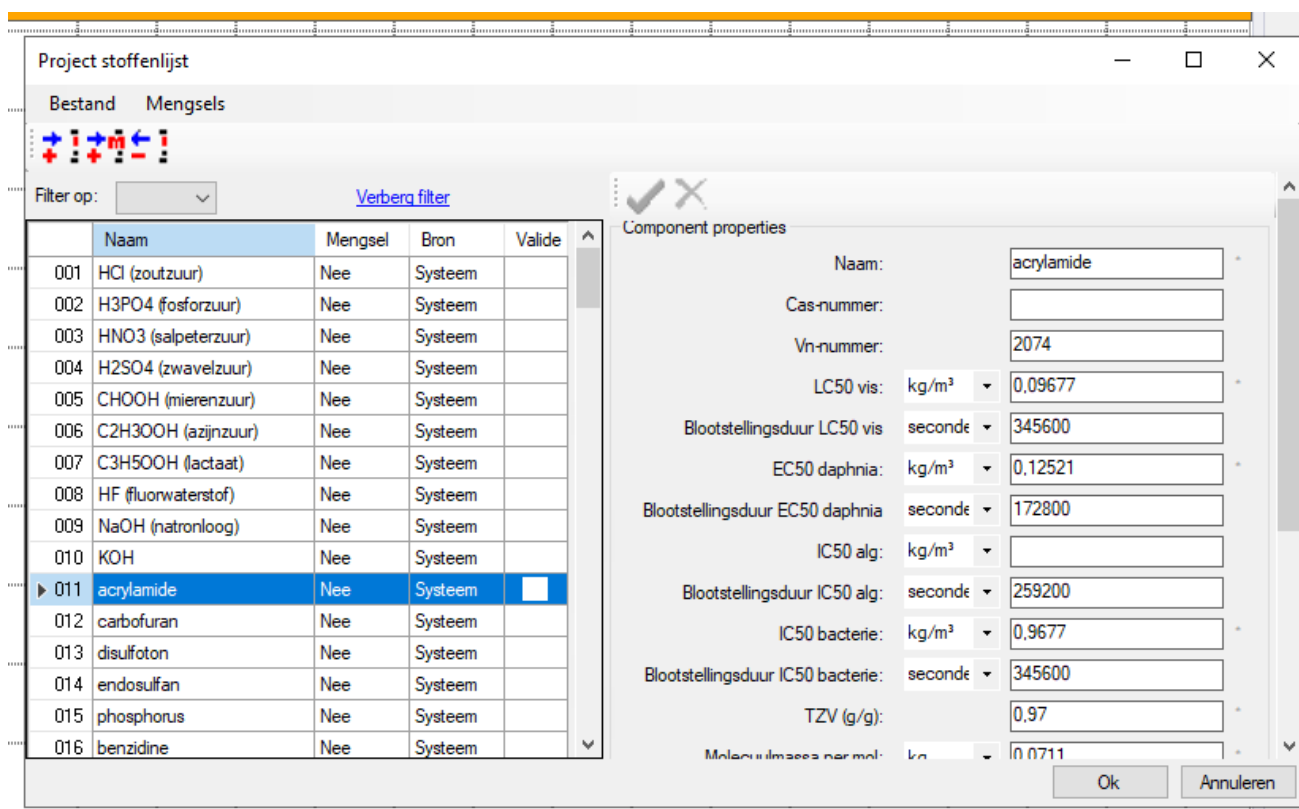
De stoffen worden bewaard in een projectstoffenbestand. Dit bestand is onderdeel van het project. In de dialoog kan het projectstoffenbestand voor gebruik in andere projecten worden bewaard als extern stoffenbestand. Stoffenbestanden hebben de extensie p2s. Via de stoffendialoog is het mogelijk om het systeem stoffenbestand te overschrijven met het project stoffenbestand of een extern stoffenbestand.

Extern bestand

Via de dialoog is het mogelijk om het systeem stoffenbestand of een projectbestand als extern bestand te bewaren.

De Dialoog

De stoffendialoog is in figuur 4-8 gegeven.



Figuur 4-8. Stoffendialoog

In de dialoog zijn een menubalk, een taakbalk en drie deelschermen zichtbaar.

Taakbalk

Op de taakbalk zijn knoppen zichtbaar:



Voegt een mengsel toe aan het bestand. De eigenschappen wordt getoond in het stoffenscherf, en de samenstelling wordt getoond in het mengselscherf.

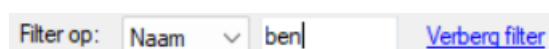


Voegt een singuliere stof toe aan het stoffenbestand. De eigenschappen worden getoond in het stofscherf en kunnen daar gewijzigd worden.



Verwijdert de geselecteerde record uit het stoffenbestand. Dit is alleen mogelijk bij niet systeemstoffen.

[Toon filter](#) Maakt het mogelijk de stoffenlijst te filteren. Nadat de button is aangevinkt verschijnen de filteropties.



In het menu zijn de opdrachten uit de taakbalk aanwezig, aangevuld met een aantal extra opdrachten. De extra opdrachten bevinden zich in het submenu bestand:

Stoffenbestand laden:

Laadt een extern stoffenbestand.

Laad systeemstoffen

Laadt het systeembestand

Bewaren

Bewaart wijzigingen in het stoffenbestand

Bewaren als

Bewaart het stoffenbestand onder een door de gebruiker vast te stellen bestandsnaam

Nieuwe stof

Maakt een regel aan met door de gebruiker in te vullen stofnaam en eigenschappen

Kopieer stof

Maakt een regel aan en kopieert eigenschappen van bestaande stof

Nieuw mengsel

Maakt een regel aan met door de gebruiker in te vullen mengselnaam en eigenschappen

Kopieer mengsel

Maakt een regel aan en kopieert eigenschappen van bestaand mengsel

Verwijder record

Verwijdert de regel van een stof of mengsel met hun eigenschappen

Bestandsscherm

Het meest linker deelscherm, het bestandscherm, geeft een overzicht van de aanwezige stoffen in het bestand. Er worden vier eigenschappen getoond:

Stofnaam	De naam van de stof.
Mengsel	De eigenschap heeft twee waarden: Ja of Nee. Ja: De betreffende stof is samengesteld uit een of meerdere enkelvoudige stoffen Nee: De betreffende stof is singulier
Bron	De eigenschap geeft de herkomst van de gegevens weer. Er zijn drie waarden: Systeem Dit zijn stoffen die afkomstig zijn van SERIDA. De systeemstoffen bevatten alle noodzakelijke gegevens. Deze stoffen zijn niet te wijzigen of te verwijderen. Gebruiker Dit zijn stoffen die door een gebruiker zijn gedefinieerd. De stoffen zijn te wijzigen en te verwijderen. De stoffen moeten een unieke naam hebben. G/S Dit zijn stoffen die afkomstig zijn van SERIDA. De systeemstoffen bevatten echter niet alle noodzakelijke gegevens. Deze stoffen moeten door de gebruiker worden aangevuld voordat ze kunnen worden toegepast in de berekening. Alle eigenschappen zijn hierbij te wijzigen.

Valide Indicatie of alle vereiste gegevens ingevoerd zijn. De eigenschap heeft twee waarden: e of <leeg>.

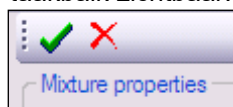
e: De betreffende stof is gevalideerd voor berekening en selecteerbaar

<leeg>: De betreffende stof is niet gevalideerd en kan niet geselecteerd worden

Het stoffeigenschapscherm

Door met de muis op een record in het bestandscherm te klikken wordt een stof geselecteerd en worden de eigenschappen van de stof getoond in het scherm rechts boven, het stofscherf. Bij systeemstoffen worden de eigenschappen alleen getoond en kunnen de eigenschappen niet gewijzigd worden. De getoonde eigenschappen worden weergegeven op een grijze ondergrond. Bij de overige brontypen kunnen eigenschappen wel worden gewijzigd.

Bovenaan het eigenschappen scherm is een taakbalk zichtbaar:



Op het vinkje drukken betekent dat wijzigingen geaccepteerd worden. Op het kruisje drukken betekent dat wijzigingen ongedaan gemaakt worden.

Een belangrijk onderscheid wordt gemaakt tussen mengsels en singuliere stoffen. Bij singuliere stoffen zijn, mits geen systeemstof, alle eigenschappen te wijzigen in het stofscherf. Bij mengsels is alleen de stofnaam te wijzigen. De overige gegevens worden weergegeven op een iets donkerder ondergrond. In figuur 4-9 is dit detail weergegeven.

Naam:	Nieuw mengsel	*
Vn-nummer:		
LC50 vis:	kg/m ³	0,00727272727272727
EC50 daphnia:	kg/m ³	0,011865671641791
IC50 alg:	kg/m ³	
IC50 bacterie:	kg/m ³	

Figuur 4-9. Invoerveld "Naam" bij een stofmengsel

Het Mengselscherm

Het mengselscherm wordt zichtbaar als de geselecteerde stof een samengestelde stof is. Het mengselscherm bevindt zich rechtsonder in de stofdialog. Boven het mengselscherm is een kleine taakbalk zichtbaar met drie knoppen:



Voegt een singuliere stof toe aan het mengsel.



Verwijdert de geselecteerde record uit het mengsel. Dit is alleen mogelijk als het mengsel uit meer dan 1 stof bestaat.

Berekent nieuwe stoffeigenschappen van de samengestelde stof en toont de eigenschappen in het stofscherf.

In het mengselscherm worden twee eigenschappen getoond:

- Stof** De naam van de stof. De stofnaam is te selecteren uit een stofselectielijst. Deze is in figuur 4-10 weergegeven. In de stofselectielijst zijn alle enkelvoudige stoffen uit de stoflijst opgenomen die correct en volledig zijn ingevuld.
- Fractie** De fractie wordt in procenten aangegeven en heeft een waarde tussen 0 en 100%. De fractie geeft de massafractie van de betreffende stof in het mengsel. De som van de fracties mag niet groter zijn dan 100%. Als de som van de fracties kleiner is dan 100% wordt het mengsel aangevuld met een stof met eigenschappen vergelijkbaar met water.

Stof	Massafractie (%)
1.1.1-trichloroethane	50
acrolein	50
acrolein	
acrylonitrile	
adipic acid	
benzene	
carbendisulfide	
chlorobenzene	
cyclohexanol	
dichloromethane	

Figuur 4-10. Stoffselectielijst bij stofmengsel

De eigenschappen van een mengsel worden door Proteus berekend (zie hoofdstuk 10). Dit zal ertoe kunnen leiden dat de eigenschappen van een mengsel van een slecht oplosbare, drijf laagvormende stof en een goed oplosbare stof vergelijkbaar is met die van een goed oplosbare stof. Het effect drijf laagvorming verdwijnt hierdoor uit de risicoberekening, terwijl in de praktijk er nog steeds een drijf laagvormende stof geloosd kan worden. Voor een goede beoordeling van de risico's dient met dit effect van de berekening van mengseleigenschappen rekening te worden gehouden.

Bereken risico's

Rekent de risico's uit.

Bereken geselecteerde units

Rekent de risico's uit van geselecteerde units.

Zie ook 3.3.1. Tekenscherm

Bereken markeer pad

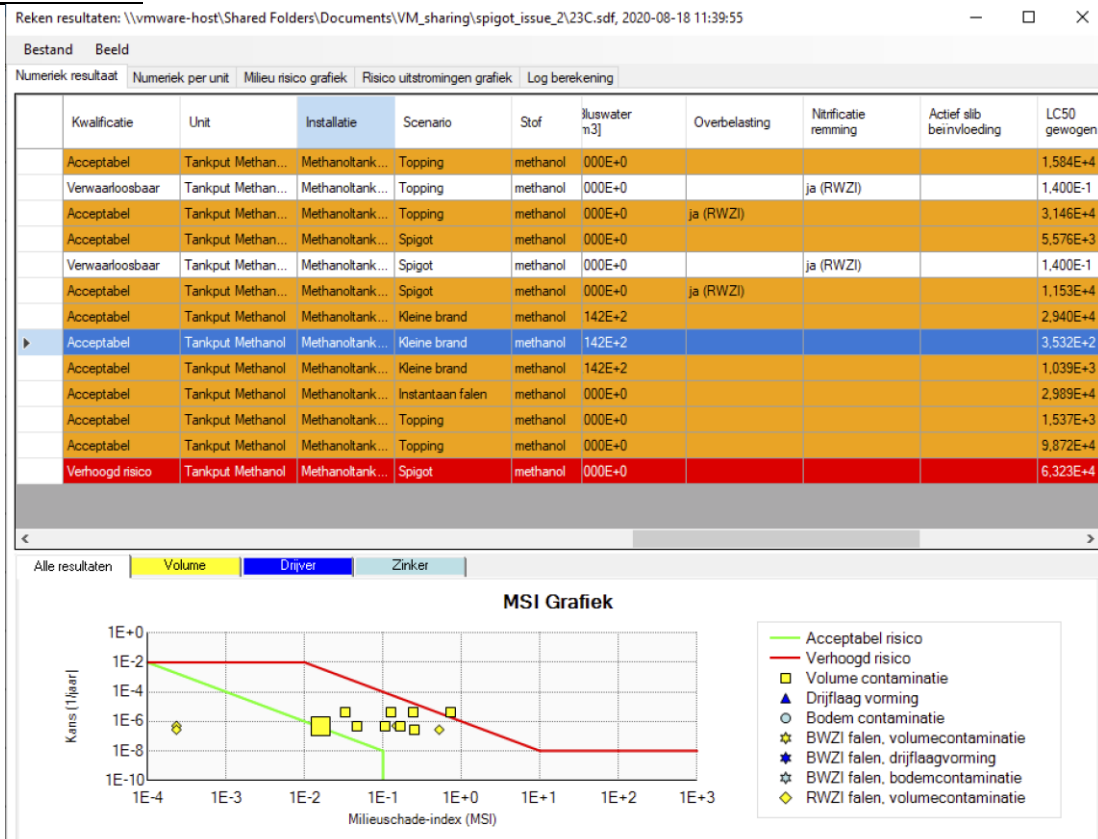
Rekent de risico's uit van geselecteerde units via het gemarkeerde pad.

Zie ook 3.3.1. Tekenscherm

Berekenings Resultaat

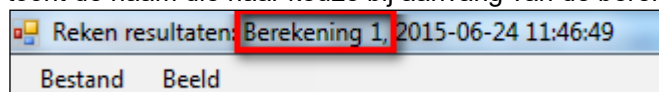
Toont een dialoog waarin de numerieke resultaten van de berekening getoond worden. Het resultaat staat verdeeld vier tabbladen:

Numeriek resultaat

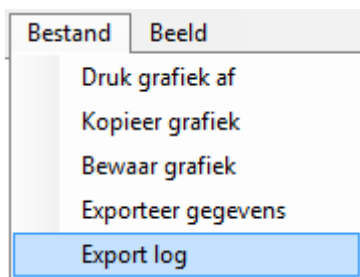


Aan de bovenzijde bevindt zich een tabel waarin de numerieke resultaten staan. Onder deze tabel staat een MSI grafiek waarin de frequentie tegen de MSI gewogen uitgezet staat. De rijen kunnen gesorteerd worden door op de kolomtitels te klikken. Door op een rij in de tabel te drukken wordt het desbetreffende punt in de grafiek benadrukt. Andersom, door te klikken op een punt in de grafiek wordt een rij in de tabel gekozen.

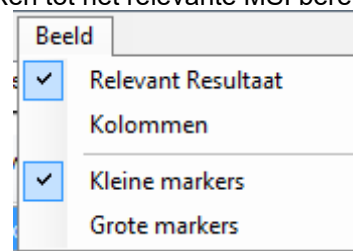
De titelbalk van de dialoog toont de naam die naar keuze bij aanvang van de berekening is ingevoerd.



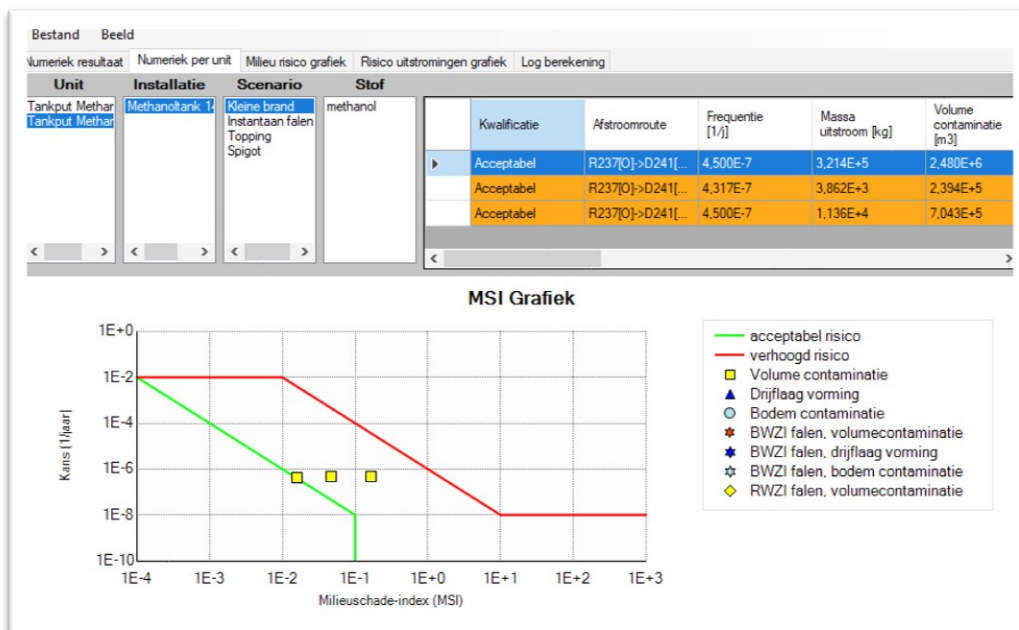
In het menu bestand staan de opties om de grafiek af te drukken, te kopiëren of te bewaren. Daarnaast kunnen de gegevens als CSV bestand geëxporteerd worden en kan de log met de tussenliggende berekeningsresultaten bewaard worden. Deze log helpt bij het analyseren van de berekening.



In het menu beeld staan de opties om de markers groter of kleiner te maken, om kolommen te tonen of te verbergen en om het resultaat te beperken tot het relevante MSI bereik.



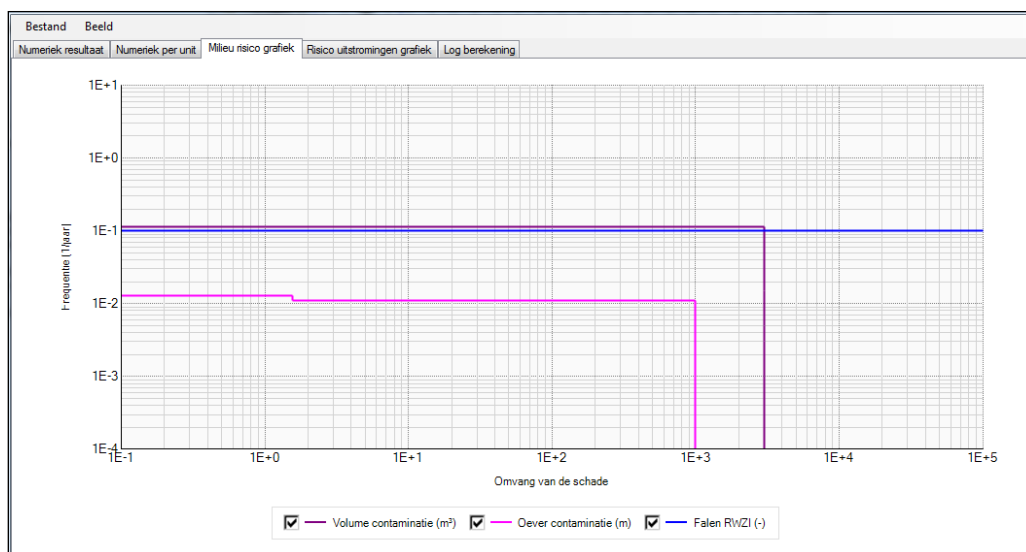
Numeriek per unit



Aan de bovenzijde bevinden zich een aantal kolommen waarin een combinatie van Unit, Installatie, Scenario en Stof gekozen kan worden. Ernaast staat een tabel waarin de betreffende numerieke resultaten staan. Onder deze tabel staat een MSI grafiek waarin de frequentie tegen de MSI gewogen uitgezet staat. Door op een rij in de tabel te drukken wordt het desbetreffende punt in de grafiek benadrukt. Andersom, door te klikken op een punt in de grafiek wordt een rij in de tabel gekozen.

Milieurisico grafiek

Het milieurisico wordt gepresenteerd middels drie curven: Volumecontaminatie, Oevercontaminatie en het falen van de communale zuivering. De laatste curve is een horizontale lijn waarbij de frequentie van falen van de verticale as kan worden afgelezen. Een voorbeeld is in figuur 4-11 gegeven. In bijlage 3 wordt getoond hoe de cumulatieve frequentiecurven totstand komen.



Figuur 4-11. Milieurisicoscherm

Let op: vanaf versie 3.3 zijn een aantal kleuren gewijzigd om de grafiek voor kleurenblinden beter leesbaar te maken.

Risico uitstromingen grafiek

De uitstroomrisico's worden gelijktijdig met de milieurisico's berekend. De uitstroomrisico's worden eveneens in een grafiek getoond. In bijlage 3 wordt getoond hoe dit type cumulatieve frequentiecurven tot stand komen. Hierbij worden drie verschillende curven getoond:

Uitgestroomde massa (kg):

Is de cumulatieve hoeveelheid stof die door een accident de watersystemen uitstroomt, uitgezet tegen de frequentie.

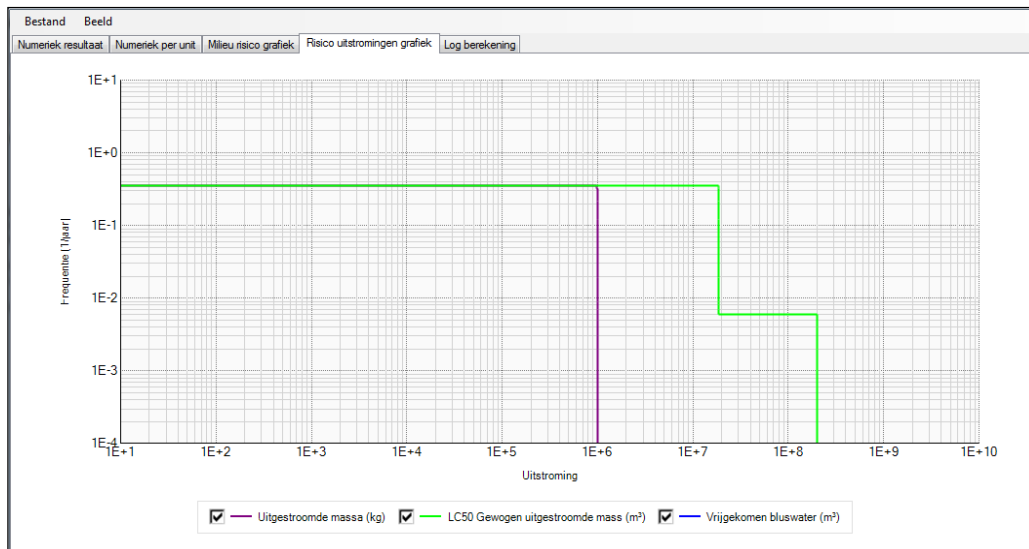
LC50 gewogen uitgestroomde massa (m³):

Is identiek aan de uitgestroomde massa, maar dan is de massa van iedere uitstroming gedeeld door de LC50 van de uitgestroomde stof.

Bluswatervolume (m³):

Is de cumulatieve hoeveelheid bluswater uitgezet tegen de frequentie.

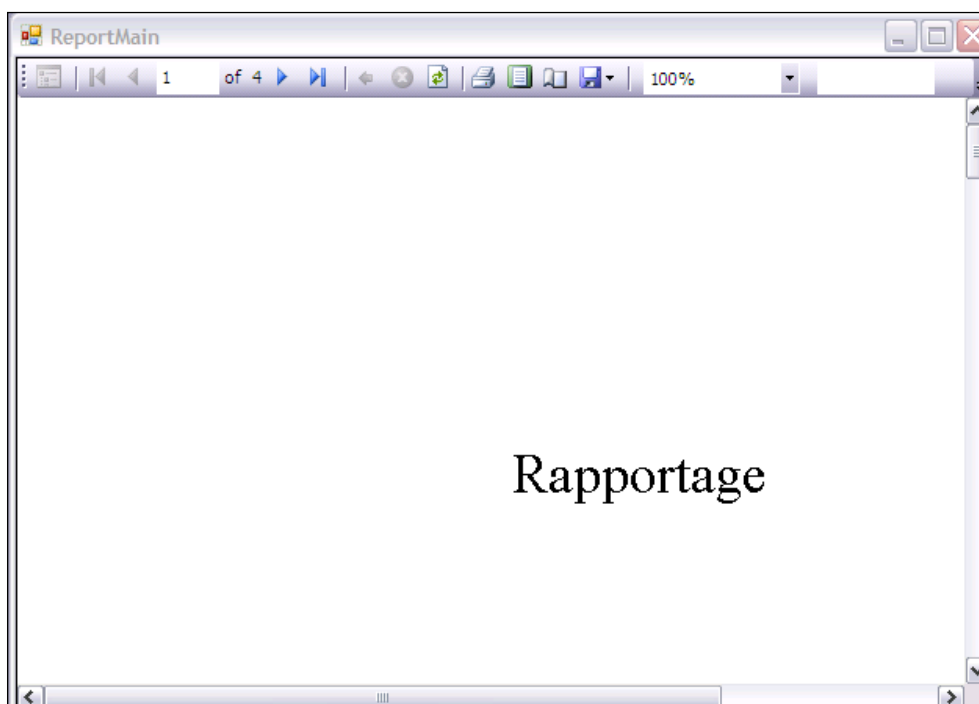
In figuur 4-12 is de grafiek gegeven.



Figuur 4-12. Uitstroomrisicoscherm

Rapportage

Toont een dialoog waarin de rapportage getoond wordt. Tijdens de aanmaak van het rapport ziet u het aantal pagina's toenemen. Dit kan bij grote rapportages enige tijd duren.

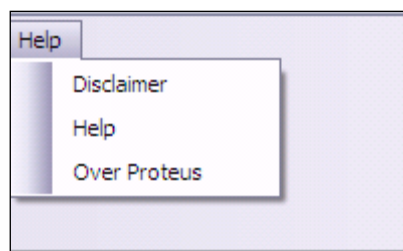


Figuur 4.13 Rapportage dialoog

In de rapportage dialoog worden de volgende functies getoond:

- Bladeren door het document
- Print
- Print layout bekijken
- Pagina instelling
- Export: het rapport kan als PDF en als Excel sheet geëxporteerd worden

4.1.7. Menu Help



Figuur 4.14 Menu Help

Disclaimer

Toont een dialoog waarin een disclaimer staat.

Help

Toont een dialoog waarin de volledige help geraadpleegd kan worden.

Als een unit is geselecteerd dan zal de help openen op het hoofdstuk van de geselecteerde unit.

Over Proteus

Toont een dialoog waarin de versie gegevens van Proteus getoond worden.

4.2. Taakbalk

Via de taakbalk (toolbar) van het programma heeft u snel toegang tot veelgebruikte instructies (zoals 'Stoffen' of 'Start Berekening'). Er zijn groepen van taakbalken. De eerste groep betreft de taakbalk met alle Units, de tweede groep betreft een taakbalk met een aantal instructies zoals in de menu's van de menubalk.

De gebruiker kan de taakbalken naar andere locaties in het scherm verschuiven. Tijdens het werken met Proteus kan extra informatie over de knoppen worden verkregen door de muiscursor een aantal seconden op één van deze pictogrammen laat rusten. Hierdoor zal een bij die toets horende, kleine omschrijving (de 'hint' of 'tooltip' tekst) worden afgebeeld.

Voor de betekenis van de instructies wordt verwezen naar de paragraaf Menubalk in § 4.1.

Voor een milieurisicoanalyse, MRA, moet een model worden gemaakt van de te onderzoeken inrichting. Dit model bevat de bouwstenen Units, Installaties, Opvangunits, Watersystemen en Relaties. Voor het plaatsen van deze bouwstenen moeten de taakbalken met Units worden gebruikt. Deze taakbalken zijn in figuur 4-13 weergegeven.



Figuur 4-14 Taakbalken met Units

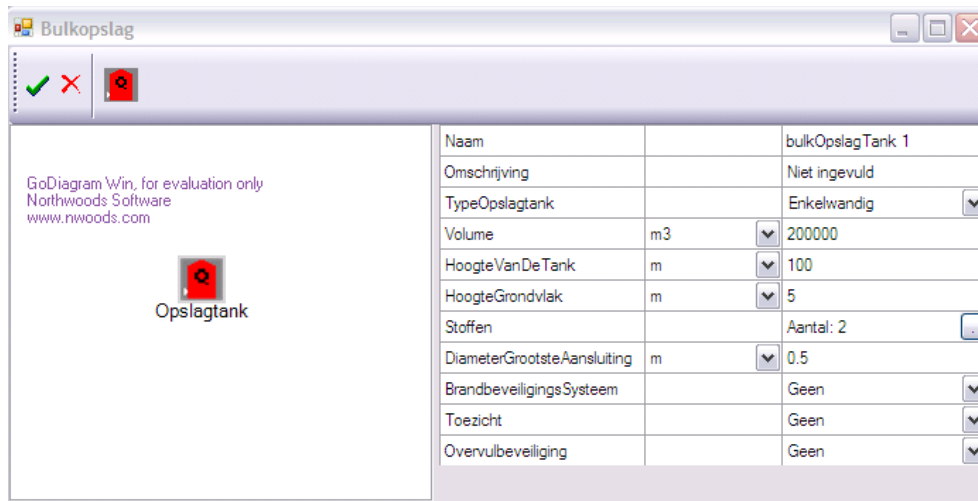
Het plaatsen van units is eenvoudig. U klikt met de muis op de unit die u wilt plaatsen. De unit wordt met een muisklik geplaatst op het scherm.

Er zijn drie units waaraan installaties moeten worden toegekend:

- Bulkopslag met installatie Opslagtank
- Stukgoedopslag met installatie Opslagsectie
- Productie met installaties Batch reactor, Continu reactor en Afvul-installatie.

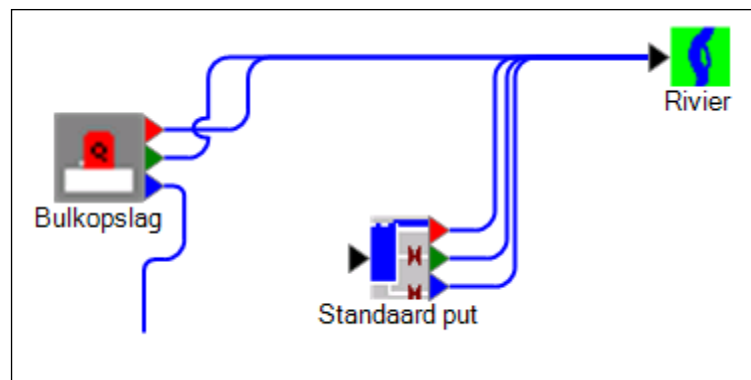
Door te dubbelklikken op de units wordt de bijhorende installatiedialoog geopend. Hierdoor wordt een uitvergroting getoond van het grondvlak van de unit. In de taakbalk worden alle relevante installaties getoond die op het grondvlak kunnen worden gezet. De te volgen procedure is identiek aan de procedure in het teken

scherm. In figuur 4-15 is de dialoog gegeven van Bulkopslag. De dialoog heeft een eigen gegevensverkenner. De invoer kan worden bevestigd door ☐ aan te klikken en geannuleerd door ☐ aan te klikken.



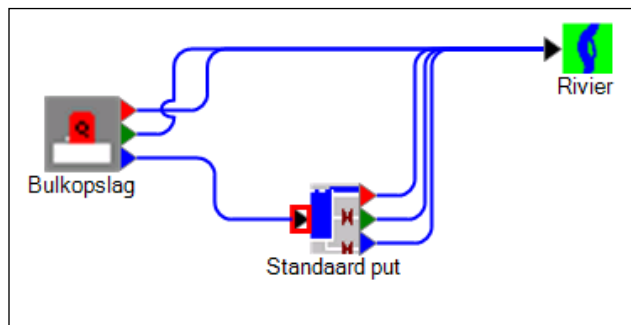
Figuur 4-15. Installatiedialoog

Na het plaatsen van de units, opvangunits en watersystemen moeten er relaties tussen de units gelegd worden. Een relatie wordt gelegd door met de linker muisknop op een van de connectoren, de driehoeken naast een unit te klikken en de linkermuisknop ingedrukt te houden. Beweeg met de muiscursor richting de unit waarmee de relatie gelegd moet worden. Proteus tekent nu een relatie die mee beweegt met de cursor.



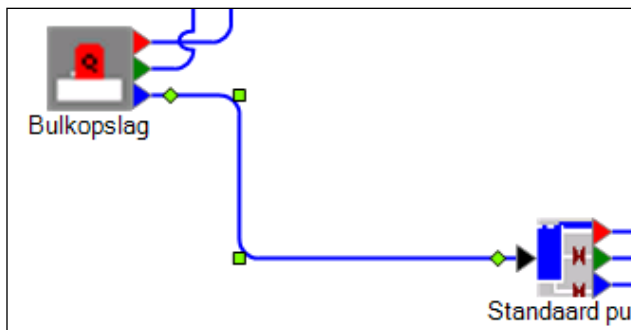
Figuur 4.16 Relatie beweegt mee met de cursor

Zodra de cursor in de buurt komt van de doel unit zal de relatie zich vastklikken op een van de connectoren van die unit. Deze connector wordt rood. Zolang de linker muisknop ingedrukt blijft is het mogelijk om de relatie naar een andere connector of een andere unit te verplaatsen.



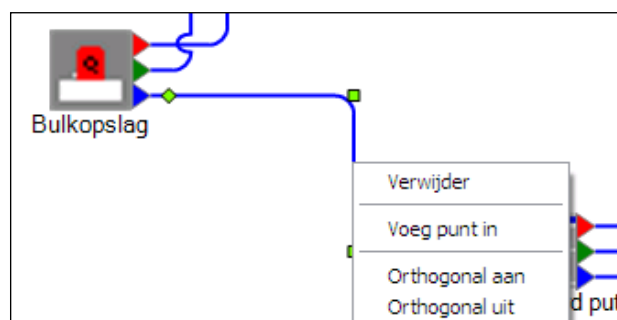
Figuur 4.17 Relatie gelegd, linker muisknop nog ingedrukt

Door op een relatie te klikken worden zogenaamde handles zichtbaar:



Door middel van deze handles kunnen de relaties van vorm gewijzigd worden.

Druk met de rechter muisknop een relatie. Er verschijnt een menu:



Verwijder verwijdert de relatie. Dit kan ook met de Delete knop op het toetsenbord of de toetscombinatie <Ctrl><X>. Dit kan altijd ongedaan gemaakt worden met de toetscombinatie <Ctrl><Z> of het menu item Wijzigen|Undo.

Voeg punt in plaatst een extra handle in de relatie.

Orthogonaal aan en uit wijzigen de relatie in een horizontale en verticale lijn met rechte hoeken of in een schuine lijn.

5. Invoeren en wijzigen van gegevens

5.1. Inleiding

De bouwstenen van een milieurisicoanalyse zijn te groeperen in Units, Opvangunits of ook wel doorstroomunits, Watersystemen, Installaties en Stofgegevens. De gegevens worden per groep behandeld.

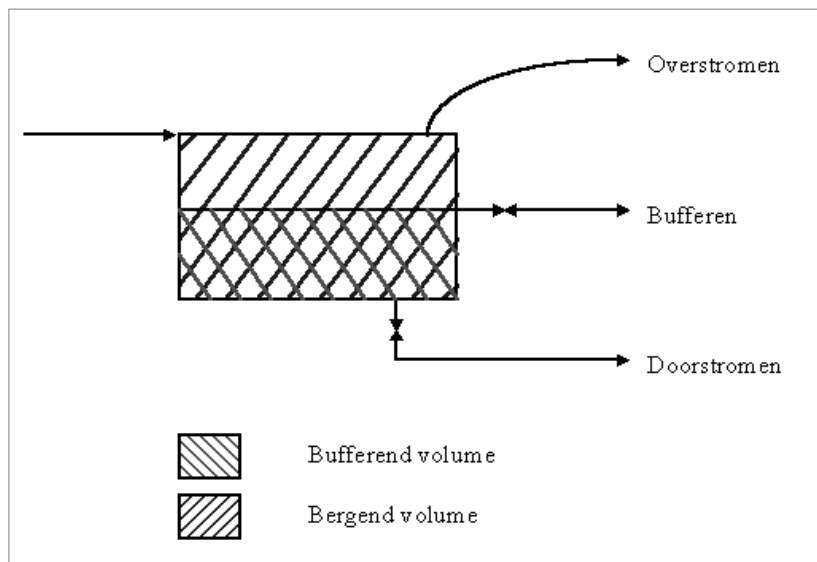
5.2. Units

Units zijn afzonderlijke bedrijfsonderdelen. Lozingen kunnen buiten de unit komen via drie te onderscheiden connectors. Ieder unit heeft een of meer uitgaande connectors (dit zijn de rood, groen of blauw gekleurde driehoekjes aan de rechterkant van een unit of opvangunit). Een standaard opvangcapaciteit kent drie connectors:

De bovenste (rode) connector betreft de overstroomconnector. De overstroomconnector wordt niet voorafgegaan door een afsluiter. Als de opvang overstroomt worden lozingen doorgegeven via deze connector. De middelste connector betreft de bufferconnector. De bufferconnector wordt voorafgegaan door een afsluiter. De kans op uitstroming via de bufferconnector wordt beïnvloed door het gekozen type afsluiter. De kans varieert van 0 (Gekozen afsluiter type: Geen afvoer) tot 1 (Gekozen afsluiter type: Afvoer zonder afsluiter). In het eerste geval treedt geen uitstroming op. Een voorbeeld van een buffersysteem is een blus/koelwater afvoer in een tankput.

De onderste connector betreft de doorstroomconnector. De doorstroomconnector wordt voorafgegaan door een afsluiter. De kans op uitstroming wordt beïnvloed door het gekozen type afsluiter. De kans varieert van 0 (Gekozen afsluiter type: Geen afvoer) tot 1 (Gekozen afsluiter type: Afvoer zonder afsluiter). In het eerste geval treedt geen uitstroming op. In het laatste geval zal elke uitstroming in de opvangcapaciteit via deze connector door worden gegeven aan het volgende object. Een voorbeeld van een doorstroomconnector is de hemelwaterafvoer in een tankput.

Figuur 5-1 toont een schematische weergave van een standaard opvangcapaciteit.



Figuur 5-1. Standaard opvangcapaciteit.

De Bulkopslag, Put en Riool zijn voorzien van standaard opvangcapaciteiten. De units Stukgoedopslag, Overslag weg, Overslag spoor zijn nagenoeg standaard. Bij deze units ontbreekt alleen de bufferconnector.



Let op: De betekenis van de connectors is bij Productie, Overslag stukgoedschip en Overslag bulkschip afwijkend. Een uitleg voor de specifieke betekenis wordt bij de betreffende units gegeven.

Units kunnen geen lozingen ontvangen van andere objecten en hebben dus geen inkomende connector (dit is het zwarte driehoekje aan linkerkant van een object). Via de connectors worden lozingen doorgegeven naar de objecten die middels relaties aan de uitgaande connector zijn verbonden. De lozingen worden vastgesteld met scenario's. De lozing wordt beschreven met de hoeveelheid uitgestroomde massa, de tijdsduur, de hoeveelheid bluswater en de frequentie van de lozing. Bij units waaraan installaties moeten worden toegekend (Bulkopslag, Stukgoedopslag en Productie) zijn de scenario's gekoppeld aan de installaties. De daaruit resulterende lozingen worden doorgegeven aan de Unit, die vervolgens de lozing verdeelt over de connectors. Aan de units zijn extra scenario's gekoppeld die de gebeurtenissen bij brand modelleren. Bij een Bulkopslag en Stukgoedopslag kan de brand leiden tot domino-ontwikkelingen waarbij er meerdere installaties falen.

Aan overige units kunnen geen installaties worden toegekend. De units zijn: Overslag bulkschip, Overslag stukgoedschip, Overslag spoor, Overslag weg, Leiding en User defined. Deze units hebben eigen scenario's, die resulteren in lozingen met een bepaalde bronsterkte, uitstroomtijden en frequenties.

5.2.1. Afsluiters

De faalkans voor een falende afsluiter is als volgt gedefinieerd:

- Geen afvoer $P = 0.00$
- Handbediend, gesloten $P = 0.10$
- Handbediend, open $P = 0.90$
- Automatisch $P = 0.01$
- Afvoer zonder afsluiter $P = 1.00$

Een andere uitleg:

- Handbediende gesloten afsluiters: Handbediende gesloten afsluiters zijn afsluiters die door menselijk falen een faalkans van 10% hebben. Dit betekent dat een handbediend gesloten afsluiter een kans van 10% heeft dat de afsluiter openstaat. Proteus zal dan ook een scenario/ route uitrekenen via deze afsluiter. Hetzelfde geldt voor handbediend open afsluiters waarbij een kans van 10% genomen wordt dat de afsluiter gesloten is.
- Automatische afsluiters: automatische afsluiters hebben een kans van 1 % dat de afsluiter openstaat terwijl de afsluiter dicht moet zijn.

5.3. Installaties

Installaties zijn onderdelen van een Risico-unit. Iedere installatie heeft een of meerdere scenario's voor het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. De uitstromingen worden "doorgegeven" aan de unit waartoe de installatie behoort. Binnen de Risico-unit dient de naam van installatie uniek te zijn! Er worden vijf installaties onderscheiden: Opslagtank, Opslagsectie, Batchreactor, Continueactor en Afvulunit. De Opslagtank is de enige installatie van de Risico-unit Bulkopslag. De Opslagsectie is de enige installatie van de Risico-unit Stukgoed opslag. De Batchreactor, Continueactor en Afvulunit zijn installaties die kunnen worden toegekend aan de Risico-unit Productie. De installaties worden uitgebreid besproken in het hoofdstuk "Installaties"

5.4. Opvangunits

Opvangunits zijn systemen die eventuele lozingen geheel of gedeeltelijk kunnen opvangen of systemen die het verloop van de afstroming beïnvloeden. In Proteus worden de volgende opvangunits onderscheiden: Put, Pompput, Riool, Skimmer, BWZI, P-splitter, Q-splitter en de RWZI. Opvangunits genereren geen lozingen. Een uitzondering is de RWZI: wanneer deze faalt zal het influent ongezuiverd als lozing worden doorgegeven aan het opvolgende watersysteem.

Een opvangunit ontvangt lozingen van een Unit of een andere opvangunit. Iedere opvangunit heeft een inkomende connector (dit is het zwarte driehoekje aan linkerkant van een object).

Een opvangunit draagt lozingen over aan een andere opvangunit of een watersysteem. Iedere unit heeft een of meerdere uitgaande connectors (dit zijn de rode, groene en blauwe driehoekjes aan rechterkant van een object).

De inkomende stroom wordt middels rekenregels verdeeld over de uitgaande connectors.

5.5. Watersystemen

Proteus kwantificeert de risico's van stationaire inrichtingen op het hen omringende aquatische ecosysteem ten gevolge van incidentele lozingen. Hierbij worden op een uniforme wijze de schadelijke gevolgen voor het ontvangende watersysteem bepaald door het doorlopen van een beslismodel. Bij het kwantificeren van de effectparameter is getracht om het aantal effectparameters zoveel mogelijk te beperken. Er zijn drie effectparameters gedefinieerd:

Voor oppervlaktewater:

- Gecontamineerd watervolume:
 - Het totale watervolume met een concentratie van de geloosde stof groter dan de

- LC50 voor vissen,
- IC50 waarde voor algen
- EC50 waarde voor daphnia.
- Het watervolume met een concentratie zuurstof lager dan $3.5 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$
- Gecontamineerde oeverlengte: De oeverlengte die vervuild wordt door drijfslagen

Onder watersysteem worden oppervlaktewateren verstaan. Oppervlaktewateren worden onderverdeeld in:

- Stagnant: kleine oppervlaktewateren die geen open verbinding met een ander oppervlaktewater hebben,
- Sloten: kleine oppervlaktewateren die eenvoudig in te dammen zijn;
- Rivieren: oppervlaktewateren met een significante stroomsnelheid;
- Kanalen: oppervlaktewateren met een lage of verwaarloosbare stroomsnelheid;
- Meren: oppervlaktewateren met een grote breedte-lengte verhouding;
- Estuaria: oppervlaktewateren met een overheersende getijdenstroming.

De berekening van de effectparameters verschilt per watersysteem. De watersystemen (klein stagnant water, meer, kanaal, rivier en estuarium) zullen in het navolgende worden behandeld. Bij ieder watersysteem wordt eerst gedefinieerd wat onder het betreffende watersysteem wordt verstaan, vervolgens zal worden ingegaan op de effecten die relevant zijn voor het betreffende water. Als derde item wordt het aangenomen lozingspunt behandeld, gevolgd door de aangenomen verdunningsrelatie. Tenslotte wordt de definitie van de effectparameter nader toegelicht.

5.6. Stoffen

Een substantie die op het bedrijf wordt getransporteerd, opgeslagen of geproduceerd en een ongewenst effect op een of meerdere watersystemen kan hebben. Individuele stoffen onderscheiden zich door hun fysische, chemische en biologische eigenschappen. In het algemeen wordt uitgegaan van chemisch zuivere stoffen of oplossingen in water. Binnen Proteus is het eveneens mogelijk om Mengsels van stoffen te gebruiken. Deze worden samengesteld uit 1 of meer singuliere stoffen. Alle volledig correct ingevulde stoffen worden getoond bij het samenstellen van mengsels en bij het definiëren van de stofregisters.

Van gassen wordt over het algemeen verondersteld dat de milieurisico's voor het aquatisch milieu als gevolg van een calamiteit verwaarloosbaar zijn. Uitzonderingen vormen sommige in water oplosbare gassen, die wel degelijk zeer relevant kunnen zijn, zoals zuurstof, kooldioxide, ammoniak en chloor.

Alleen van stoffen die op het water blijven drijven en slecht oplosbaar zijn wordt het vormen van drijfslagen als een relevant effect beschouwd. Onder de vertegenwoordigers van dit type effect bevinden zich de aardolieproducten.

In navolging van het EG-beoordelingssysteem worden stoffen met een LC50 groter dan 100 mg/l niet meer als schadelijk voor het aquatische milieu beschouwd;

6. Risico-Units

6.1. Bulkopslag

6.1.1. Algemene beschrijving



Een bulkopslag is het terrein waarop zich opslagtanks bevinden. Veelal betreft het een tankput. Er moet zich tenminste een opslagtank op een bulkopslag bevinden. Er kunnen meerdere tanks op een bulkopslag worden geplaatst. Een opslagtank zonder tankput moet eveneens op een bulkopslag worden geplaatst. Hierbij moet bij het bergend volume en het bufferend volume de waarde 0 worden ingevoerd.

Bergend volume

Vanaf Proteus versie II berekent het model de tankputhoogte uit het door de gebruiker ingevoerde bruto tankput oppervlakte en het netto bergend volume. Dit betekent dat de gebruiker zelf een netto bergend volume moet berekenen door de bruto tankputinhoud te corrigeren voor het volume van de in de tankput aanwezige opslagtanks en mogelijk andere objecten. Ter controle wordt bij de rekenresultaten de door het model berekende tankputhoogte opgegeven.

(In de eerste versie van Proteus was dit anders en corrigeerde Proteus het bruto bergend volume voor het aantal in de tankput aanwezige tanks).

6.1.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	Bulkopslag		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit van de unit. Dit is de bruto opvangcapaciteit minus het volume wat hiervan ingenomen wordt door alle tanks en mogelijke andere objecten.	Ja
Bufferend volume	Niet ingevuld	m ³	Het netto volume (met aftrek van eventuele voorbelasting) dat beschikbaar is voordat het vloeistofniveau de bufferafsluiter bereikt.	Ja
Oppervlak	Niet ingevuld	m ²	Het oppervlak van de tankput	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>-Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja
Afsluiter (bufferen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>-Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja
Blusstof	Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja

Tabel 6-1 Eigenschappen van Bulkopslag

Voorbeeld Bergend volume:

Bruto oppervlak tankput = 2000 m²

Tankputhoogte = 1 meter

Bruto opvangcapaciteit is dus 2000 m³

In de tankput staan 2 tanks met oppervlak 250 m². Volume van deze tanks tot aan de tankputdijk is dus 2 tanks x 1 m x 250 m² = 500 m³

Daaruit volgt netto bergend opvangcapaciteit van de unit is 2000 m³ – 500 m³ = 1500 m³.

6.1.3. Connectors

De unit heeft drie connectors. De connectors zijn standaard (zie algemene beschrijving).

6.1.4. Installaties

Er kan een type installatie worden toegekend. Dit is een opslagtank. De bulkopslag moet tenminste een opslagtank bevatten. Er mogen meerdere opslagtanks in een bulkopslag worden geplaatst. Bij de aanwezigheid van meerdere tanks is het mogelijk dat bij brand meerdere opslagtanks bijdragen aan een lozing.

6.1.5. Scenario's

Bulkopslag ontvangt uitstroming van de opslagtanks. Er zijn twee hoofdscenario's: instantaan falen van de tank en continue uitstroming. Bij instantaan falen wordt het topping-scenario berekend. Bij continue uitstroming wordt het spigot-scenario berekend.

Topping

Topping is het verschijnsel dat kan optreden bij het instantaan falen van een tank in een tankput. Hierbij kan door de beweging van de plotseling vrijkomende inhoud van de tank een hoeveelheid vloeistof over de rand van de tankput golven. De standaardkans dat dit scenario optreedt is klein, maar het effect groot, zodat een groot risico resulteert. De hoeveelheid product die over de rand stroomt is afhankelijk van de hoogte van de tankput en de hoogte van het vloeistofniveau in de tank. Topping wordt berekend met de onderstaande empirische formule.

$$Q_0 = A * (X^3 - 1) + B*(X^2 - 1) + C*(X-1);$$

Met

- Q_0 : Fractie van de uitstroming;
- A : Constante (- 0.17);
- B : Constante (0.7);
- C : Constante (-1.3);

Waarin

$$X = V_b / A_{tp} / h_l$$

Met

- V_b : Bergend volume (m³);
- A_{tp} : Netto Oppervlak van de tankput (m²);
- h_l : Hoogte van de vloeistofspiegel van de tank ten opzichte van het grondvlak van de tankput

Wanneer het bergend volume in de bulkopslag gelijk is aan 0 door het ontbreken van een tankputwand wordt Q_0 gelijk aan 1 gesteld.

Opmerkingen:

1. Afhankelijk van de situatie zal niet alle vloeistof naar een watersysteem of riool afstromen. Het zal dan nodig zijn om in het model aanpassingen te doen, bijvoorbeeld door het modelleren van een opvangpunt voor de fractie die op het land wordt geborgen. Dit kan bijvoorbeeld door een Q-splitter die aan één zijde afloopt in een voldoende grote berging (opvangput).
2. De geldigheid van de formule is in 2010 door Deltares getoetst met behulp van computersimulaties (Deltares, 2010). Hieruit is gebleken dat de uitkomsten van de formule conservatief zijn, met uitzondering van tankputten met een tankputwand bestaande uit een dijk met taluds onder 45 °. De formule geldt vooral voor één tank in een tankput. Voor complexere praktijksituaties zijn schattingen

mogelijk, waarbij ook van de uitkomsten van het genoemde Deltares onderzoek gebruik kan worden gemaakt. Voorwaarde is dan wel dat de dimensies zoals afstanden, hoogtes en diameters aansluiten bij de modelberekeningen in het Deltares onderzoek. In afwijkende situaties dienen op andere wijze schattingen te worden gemaakt aan de hand van specifieke computersimulaties.

Spigot

Spigot treedt op bij het continu falen van een tank in een tankput. Door een lek (gat) in de tankwand ontstaat een straal waardoor een deel van de inhoud over de rand van de tankput spuit. De hoeveelheid die over de rand van de tankput stroomt is afhankelijk van de hoogte van de tankput, de hoogte van het vloeistofniveau ten opzichte van de tankput, de afstand van de tank tot de rand van de tankput en de diameter van de tank. Beide ontwikkelingen worden berekend.

$$V = At * (0.5 * h_l - ((4 * L^2) * \ln((h_{\max} / h_{\min}) / (9 * (h_{\max} - h_{\min})))));$$

Met:

V : Volume over de tankput (m³)

At : Oppervlakte tank ($\pi * R^2$)

Atp : Netto oppervlak grondvlak tankput (m²)

h_l : Hoogte vloeistofspiegel tov. Tankputrand (m)

R : Straal opslagtank (m)

L : Gemiddelde afstand tussen tankmuur en tank (m),

L wordt berekend met:

$$L = \sqrt{(Atp)/\pi} - R$$

h_{min}, h_{max} : hoogte waartussen uitstroming over de tankputrand plaatsvindt (m)

h_{min}, h_{max} worden berekend met:

$$h_{\max} = 0.5 * (h_l + \sqrt{(h_l^2 - (16 * L^2 / 9))});$$

$$h_{\min} = 0.5 * (h_l - \sqrt{(h_l^2 - (16 * L^2 / 9))});$$

Bij brandbare stoffen wordt rekening gehouden met een brandscenario. Hierbij wordt alleen gekeken naar de tankputbrand. De ontwikkelingen zijn afhankelijk van de brandduur. De brandduur wordt bepaald uit de hoeveelheid brandbaar materiaal en het oppervlak van de plasbrand. De benadering is uitgewerkt in bijlage 2. Als de brandduur langer is dan de kritieke brandduur wordt rekening gehouden met het vrijkomen van de inhoud van een van de overige tanks.

De hoeveelheid bluswater wordt vastgesteld uit de brandduur en het oppervlak van de brand. De benadering is uitgewerkt in bijlage 2. Als de brandduur groter is dan een minimum brandduur, wordt aangenomen dat alle in de tankput aanwezige tanks worden gekoeld met water. De hoeveelheid koelwater per oppervlak tankwand bedraagt 10 l/m²/min.

6.2. Stukgoedopslag

6.2.1. Algemene beschrijving



Een stukgoed opslag is een deel van het bedrijfsterrein waar stukgoederen worden opgeslagen. Bijvoorbeeld een loods of een buitenopslag. Bij het plaatsen van een stukgoedopslag wordt alleen het gebouw/terrein gedefinieerd. Aan een stukgoedopslag moet tenminste een opslagsectie worden toegekend. Er kunnen meerdere secties worden toegekend.

6.2.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Stukgoedopslag		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Type loods	Niet ingevuld		Het type loods moet hier worden geselecteerd. De standaardwaarde is: <u>Niet ingevuld</u> . De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen uit: <u>Loods</u> ; <u>Buitenopslag</u> ; <u>PGS15 < 10 ton</u> ; <u>PGS15 > 10 ton</u> ; <u>CPR15-3 (oud)</u> . Voor alle typen loodsen wordt een faalkans van 0,00088 aangehouden.	Ja
Oppervlak	Niet ingevuld	m ²	Oppervlak van de gehele loods.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De opvangcapaciteit in de stukgoedopslag.	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De standaard waarde is: <u>Niet ingevuld</u> . De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>-Geen afvoer</u> ; <u>Handbediend(gesloten)</u> ; <u>Handbediend (open)</u> ; <u>Automatisch</u> en <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Blusinstallatie	Niet ingevuld		De gebruiker moet uit een van de opties kiezen. De volgende opties zijn aanwezig: <u>Sprinklers</u> ; <u>deluge</u> ; <u>automatische gas-blus installatie</u> ; <u>lokale brandweer + droog deluge</u> ; <u>Hi-Ex</u> ; <u>bedrijfsbrandweer met deluge blussing</u> ; <u>bedrijfsbrandweer met droge blussing</u> ; <u>bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzet-tijd<6 min)</u> ; <u>bedrijfsbrandweer + binnenaanval (inzet-tijd<15 min)</u> en <u>Hi-Ex +inside air</u> .	Ja
Deuren	Niet ingevuld		De gebruiker moet uit een van de opties kiezen De standaard waarde is: <u>Niet ingevuld</u> . De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>-Niet van toepassing</u> ; <u>Niet aanwezig</u> ; <u>Niet automatisch</u> en <u>Automatisch</u>	Ja
Rookluiken	Niet ingevuld		De gebruiker moet uit een van de opties kiezen De gebruiker kan kiezen tussen <u>-Niet van toepassing</u> ; <u>Niet aanwezig</u> ; <u>Niet automatisch</u> en <u>Automatisch</u>	

Tabel 6-2 Eigenschappen van Stukgoedopslag

6.2.3. Connectors

De Risico-unit heeft twee connectors. De bufferconnector is niet aanwezig. De overige connectors zijn standaard (zie algemene beschrijving).

6.2.4. Installaties

Er kan een type installatie worden toegekend. Dit is een Opslagsectie. De Stukgoedopslag moet tenminste een Opslagsectie bevatten. Er mogen meerdere Opslagsecties in een stukgoedopslag worden geplaatst. Bij meerdere secties wordt, afhankelijk van het blussysteem, rekening gehouden met een uitgebreidere brand.

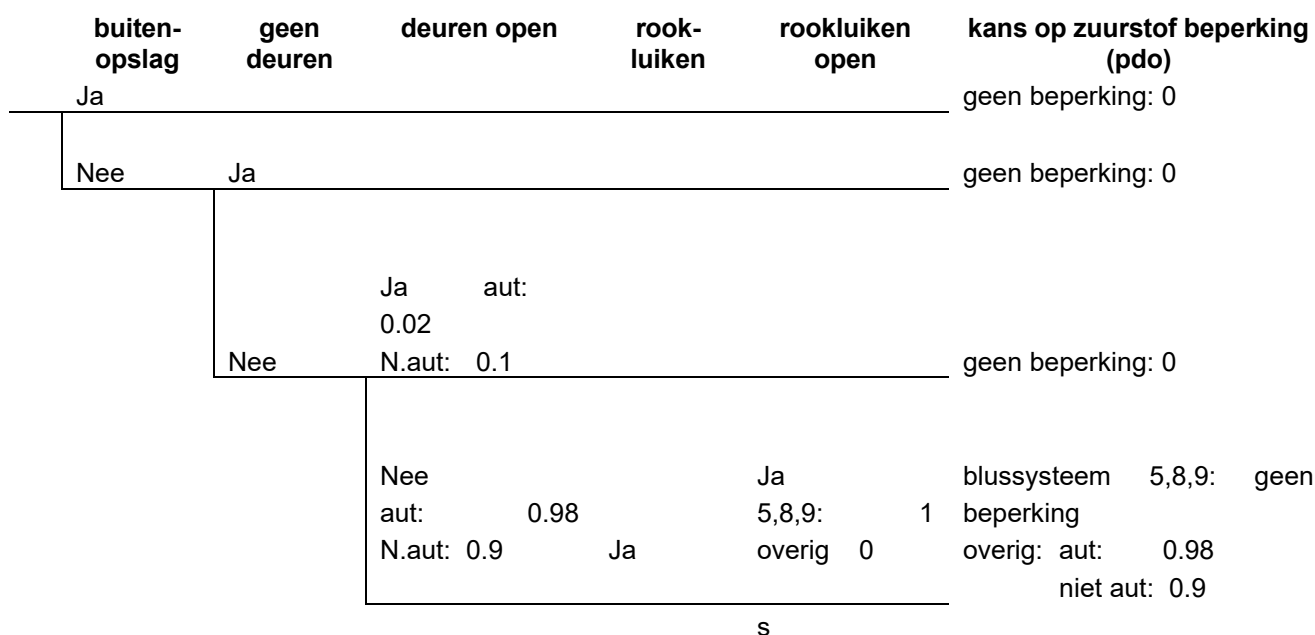
6.2.5. Scenario's

De lozingen bij gebeurtenissen zonder brand worden van de opslagsectie verkregen. Daarnaast is er een brandscenario. De ontwikkelingen in een brandscenario zijn onderverdeeld in een aantal discrete oppervlaktes: 20, 50, 100, 300, 900, 1500 en 2500 m². De kans dat een brand zich ontwikkelt tot een van de oppervlaktes is afhankelijk van het brandbestrijdingssysteem. In tabel 3 zijn de ontwikkelingskansen per brandbestrijdingssysteem voor een aantal brandoppervlaktes weergegeven.

Nr	Brandbestrijding-systeem	Brandoppervlak						
		20	50	100	300	900	1500	2500
1	sprinkler	0.45	0.44	0.1	0.001	0.004	0.0009	1 x 10 ⁻⁴
2	deluge	0.63	0.26	0.1	0.001	0.004	0.0009	1 x 10 ⁻⁴
3	aut. gasblus installatie	0.99	0	0	0	0	0	0.01
4	lokale brandweer+ droog deluge	0	0	0	0.6	0	0	0.4
5	Hi-Ex	0.89	0.09	0.01	0.005	0.004	0.001	0
6	bedrijfsbrandweer met deluge blussing	0.35	0.45	0.1	0.05	0.04	0.009	0.001
7	bedrijfsbrandweer met droge blussing	0	0.2	0.3	0.25	0.2	0.045	0.005
8	bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<6 min)	0	0.2	0.3	0.28	0.16	0.06	0
9	bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<15 min)	0	0	0	0.78	0.16	0.04	0.02
10	Hi-Ex +inside air	0.89	0.09	0.01	0.005	0.004	0.0009	0.0001

Tabel 6-3. Kansen op ontwikkeling tot een brand met een bepaalde omvang, afhankelijk van het brandbestrijdingssysteem.

De ontwikkelingskansen worden mede bepaald door de kans op zuurstofbeperking. De kans op zuurstofbeperking is afhankelijk van het type loads (buitenopslag/overig), type deuren en rookluiken. Dit is in onderstaande gebeurtenissenboom weergegeven.



Figuur 6-1. Gebeurtenissenboom zuurstofbeperking

Zowel de hoeveelheid bluswater, de fractie van de bij de brand betrokken opslag die met het bluswater afstroomt en de blustijd zijn afhankelijk van blussysteem en van de ontwikkeling van de brand (brandend oppervlak). In tabel 4 wordt de fractie gegeven. In tabel 5 wordt de hoeveelheid bluswater gegevens. De toxische eigenschappen van de vrijgekomen stoffen worden bepaald door de betreffende secties als mengsels te beschouwen (zie Stofmengsels).

Brandbestrijding-systeem	Brandoppervlak m ²						
	20	50	100	300	900	1500	2500
Sprinkler	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Deluge	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
aut. Gasblus installatie	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5
lokale brandweer+ droog deluge	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5
Hi-Ex	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.5
bedrijfsbrandweer met deluge blussing	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
bedrijfsbrandweer met droge blussing	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<6 min)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.5
bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<15 min)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Hi-Ex +inside air	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004

Tabel 6-4. Fractie van de massa die met het bluswater afstroomt, afhankelijk van oppervlak en brandbestrijdingssysteem.

Brandbestrijding-systeem	Brandoppervlak m ²						
	20	50	100	300	900	1500	2500
Sprinkler	100	100	100	100	500	500	500
Deluge	100	100	100	100	500	500	500
aut. gasblus installatie	100	100	100	100	500	500	10000
Lokale brandweer+ droog deluge	50	50	50	50	250	250	250
Hi-Ex	25	25	25	25	125	125	10000
bedrijfsbrandweer met deluge blussing	200	200	200	200	1000	1000	10000
bedrijfsbrandweer met droge blussing	50	50	50	50	250	250	2500
bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<6 min)	200	200	200	200	1000	1000	10000
bedrijfsbrandweer+binnenaanval (inzettijd<15 min)	200	200	200	200	1000	1000	10000
Hi-Ex +inside air	25	25	25	25	125	125	125

Tabel 6-5. Het bluswatervolume voor de onderscheiden situaties in m³

Er wordt aangenomen dat de uitstroomduur van de lozing gelijk is aan de blustijd. In tabel 6 zijn de blustijden gegeven voor de onderscheiden oppervlaktes en bestrijdingsmiddelen.

Brandbestrijding-systeem	Brandoppervlak m ²						
	20	50	100	300	900	1500	2500
Sprinkler	3600	3600	3600	3600	7200	7200	7200
Deluge	3600	3600	3600	3600	7200	7200	7200
aut. gasblus installatie	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
Lokale brandweer+ droog deluge	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
Hi-Ex	600	600	600	3600	7200	7200	216000
bedrijfsbrandweer met deluge blussing	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
bedrijfsbrandweer met droge blussing	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
bedrijfsbrandweer+bin-nenaanval (inzettijd<6 min)	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
bedrijfsbrandweer+bin-nenaanval (inzettijd<15 min)	3600	3600	3600	3600	7200	7200	216000
Hi-Ex +inside air	600	600	600	3600	7200	7200	7200

Tabel 6-6 De blustijden voor de onderscheiden oppervlaktes (s)

Alle bovengenoemde ontwikkelingen kunnen in een gebeurtenissenboom worden samengevat. Deze gebeurtenissenboom is in figuur 6-2 gegeven.

kans brand	kans zuurstof beperking	oppervlak en kans op oppervlak	automatisch blussysteem	schuimblussysteem	Vuit	fractie %M	Tuit
f0	1	20,50,100,300	ja:systeem 1,2,3,5,10	ja: systeem 5,10	25	0.4	3600
		(corresponderende kansen in tabel 3)		nee: systeem 1,2,3	100	5	3600
			nee: systeem 4,6,7,8,9	Ja: systeem 4,7	50	1	3600
				nee: systeem 6,8,9	200	13	3600
	1-pdo	900,1500	ja:systeem 1,2,3,5,10	ja: systeem 5,10	125	0.4	7200
		(corresponderende kansen in tabel 3)		nee: systeem 1,2,3	500	5	7200
			nee: systeem 4,6,7,8,9	ja: systeem 4,7	250	1	7200
				nee: systeem 6,8,9	1000	13	7200
		2500	ja:systeem 1,2,10	ja:systeem 10	125	0.4	7200
		(corresponderende kansen in tabel 3)		nee 1,2	500	5	7200
			nee: systeem 6,7,9	ja: systeem 7	2500	1	21600
				nee: systeem 6,9	10000	13	21600

Figuur 6-2. Gebeurtenissenboom voor de brandscenario's

6.3. Productie-eenheid

6.3.1. Algemene beschrijving



De Productie-eenheid is een deel van het bedrijfsterrein waar productie plaatsvindt. Voorbeelden zijn een fabriekshal of een deel van het terrein met vergelijkbare afstroming. Bij het plaatsen van een Productie wordt alleen het gebouw/terrein gedefinieerd. Aan een Productie-eenheid moet tenminste een Installatie worden toegekend. Er kunnen meerdere installaties worden toegekend.

6.3.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Productie		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Afvoer zonder afsluiter		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen: <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend (gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u>	
Afsluiter (Bufferen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen: <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend (gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u>	Ja
Bergend volume	400	m ³	Opslagcapaciteit van de productie.	Ja
Bufferend volume	200	m ³	Opslagcapaciteit van de productie.	Ja

Tabel 6-7 Eigenschappen van Productie

6.3.3. Connectors

De Risico-unit heeft drie connectors. De doorstroomconnector en de overstroomconnector zijn standaard (zie algemene beschrijving). De bufferconnector is *niet* standaard. Deze connector is verbonden met de koelwaterafvoer van de warmtewisselaars.

6.3.4. Installaties

Er kunnen drie verschillende installaties op een productie worden geplaatst: Continuereactor, Batchreactor en een Afvul-installatie. De Productie-eenheid moet tenminste een Installatie bevatten. Er mogen meerdere Installaties in een Productie worden geplaatst.

6.3.5. Scenario's

De Risico-unit neemt de lozingen over van de installaties. Lozingen via het koelwater (lekkage binnenmantel) worden door gegeven aan de bufferconnector. De overige uitstromingen vinden plaats op de vloer van Productie. Afhankelijk van de waarden van de doorstroomafsluiter en de opvangcapaciteit van Productie worden de lozingen of een fractie van de lozingen doorgegeven aan de overstroomconnector en/of de doorstroomconnector.

Brand vindt uitsluitend plaats bij het vrijkomen van een brandbare vloeistof uit één van de installaties. Er wordt geen domino-effect aangenomen. Het oppervlak van de brandende plas is gelijk aan het oppervlak van de Productie. Bij de afwezigheid van een opvangcapaciteit (als het bergend volume = 0) wordt een vrij spreidende plas aangenomen. De brandduur en het bluswatervolume worden berekend uit het plasoppervlak. De gehanteerde benadering is gegeven in bijlage 2.

Het bluswater wordt berekend op basis van het oppervlak van de brandende plas.

6.4. Overslag bulkschip

6.4.1. Algemene beschrijving



Overslag van en naar een schip heeft uitsluitend betrekking op bulkgoed. De scenario's zijn van toepassing op binnenvaartschepen.



De scenario's zijn gebaseerd op binnenvaartschepen. Voor overslag naar zeeschepen zijn nog geen scenario's gedefinieerd. Totdat deze scenariodefinities zijn geïmplementeerd wordt aangeraden gebruik te maken van de overslag naar binnenvaartschepen. Het scenario aanvaring zal leiden tot een overschatting van de risico's. Bij overslag naar zeevaart wordt dan ook aangeraden de scheepvaartintensiteit op 0 te zetten zodat wordt voorkomen dat het scenario aanvaring wordt meegenomen. Bij binnenvaart moet voor de scheepvaartintensiteit de som de passerende zee- en binnenvaart worden ingevuld.

6.4.2. Eigenschappen

Eigenschap		Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam		Overslag bulkschip		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving		Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Type overslagverbinding		Niet ingevuld		De gebruiker moet kiezen tussen <u>Laadarm</u> en een <u>Laadslang</u> .	Ja
Diameter overslag-verbinding		Niet ingevuld	m	Diameter van de overslag verbinding.	Ja
Scheepvaartintensiteit		Niet ingevuld		Scheepvaartintensiteit wordt gebruikt om frequentie van lekwaren vast te stellen. Voor overslag naar een binnenvaartschip moet hier de intensiteit van zeeschepen + binnenvaartschepen worden opgegeven. Voor overslag naar een zeeschip moet hier 0 worden ingevuld.	Ja
Stofregister					
	Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
	Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
	Laden of lossen	Niet ingevuld		Keuze uit <u>Laden</u> of <u>Lossen</u> . Bij laden (van het schip) wordt het scenario overvullen toegevoegd.	Ja
	Doorzet(per jaar)	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die wordt overgeslagen.	Ja
	Verlading per schip	Niet ingevuld	ton	Hoeveelheid stof die per scheepsbezoek wordt omgeslagen	Ja
	Tijd aanwezig	Niet ingevuld	uur	Tijd dat het schip ligt aangemeerd	Ja

Tabel 6-8 Eigenschappen Overslag bulkschip

6.4.3. Connectors

De unit heeft drie connectors. De connectors zijn niet standaard.

Overstroomconnector: Uitstromingen via deze connector vinden plaats op de kade. Eventuele opslagcapaciteit van de kade kan gemodelleerd worden met een standaard put.

Bufferstroomconnector: Uitstromingen via deze connector vinden plaats op het dek van het schip. Eventuele opslagcapaciteit van het schip kan gemodelleerd worden met een standaard put.

Doorstroomconnector: Uitstromingen via deze connector betreffen uitstromingen die direct op het oppervlaktewater plaatsvinden. De gebruiker moet aan deze connector een oppervlaktewater verbinden anders wordt de berekening geblokkeerd met de melding: De doorstroomconnector is niet met een oppervlaktewater verbonden.

6.4.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Overslag bulkschip

6.4.5. Scenario's

Er zijn drie scenario's: Aanvaring van het aangemeerde schip, Falen van de overslagverbinding en overvullen.

Bij een aanvaring van het aangemeerde schip worden twee ontwikkelingen beschouwd: het ontstaan van een groot en een klein gat. De frequentie van het optreden van dit scenario is evenredig met de aanlegtijd per bezoek, het aantal bezoeken en het aantal passerende schepen. Het aantal bezoeken wordt berekend met:

$$ns = \frac{D}{M_o}$$

met

ns: aantal bezoekende schepen

D: doorzet (kg)

M_o: verlading per scheepsbezoek (kg)

De basisfrequentie bedraagt 6.7×10^{-11} per passage, per uur aanlegtijd. De uitstroomtijd en de uitgestroomde hoeveelheid zijn vaste parameter waarden. In tabel 9 zijn de parameterwaarden van dit scenario gegeven.

Parameter	Eenheid	Waarde
Frequentie per passerend schip, per uur aanleg tijd	/uur	6.70×10^{-11}
Kans op grote uitstroming gegeven een aanvaring	-	0.1
Kans op kleine uitstroming gegeven een aanvaring	-	0.2
Tijdsduur grote uitstroming	s	1800
Tijdsduur kleine uitstroming	s	1800
Volume grote uitstroming	m ³	75
Volume kleine uitstroming	m ³	30

Tabel 6-9. Parameterwaarden van het scenario aanvaring schip

Het scenario falen van de overslagverbinding kent twee ontwikkelingen: Lekkage en breuk van de overslagverbinding. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de overslagverbinding, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt tevens aangenomen dat diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de overslagverbinding. De uitstroomtijd is generiek en bedraagt 20 seconden.

De uitstroomfrequentie is evenredig met de faalfrequentie en de overslagduur. De totale overslagduur wordt vastgesteld met:

$$t_0 = \frac{D}{Q * \rho}$$

Met

t_0 totale overslagtijd (s)

D: doorzet (kg)

ρ dichtheid vloeistof (kg/m³)

In tabel 10 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven.

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/uur]
Breuk overslagverbinding	
Laadslang	4.00×10^{-6}
Laadarm	3.00×10^{-8}
Lekkage overslagverbinding	
Laadslang	4.00×10^{-5}
Laadarm	3.00×10^{-7}

Tabel 6-10 Faalfrequenties van het scenario falen overslagverbinding

Bij de gedefinieerde scenario's wordt aangenomen dat 50% van de uitstromingen op de kade plaatsvindt, 25% op het schip en de resterende 25% van de uitstromingen vindt plaats op het water. De gebeurtenissenboom is in figuur 3 gegeven.

	Uitstroming op water	Uitstroming op kade	Kansverdeling		Connector
Spil	Ja (0.25)	..	0.25	Op het water	Doorstroom
		Ja (0.667)	0.5	Op de kade	Overstroom
	Nee (0.75)	Nee (0.333)	0.25	Op het schip	Buffer

Figuur 6-3. De gebeurtenissenboom uitstromingen bij falen overslagverbinding naar schip

Het scenario overvullen wordt alleen toegepast bij het laden van het vaartuig. De uitstroomdebiet is gelijk aan het debiet van het laden. Deze is afgeleid van de diameter van de overslagverbinding. De berekening van het debiet is in bijlage 2 gegeven.

De uitstroomfrequentie is evenredig met de faalfrequentie (tabel 11) en het aantal (overslag)koppelingen. Het aantal koppelingen wordt bepaald uit de doorzet, de massa per overslag en het aantal gebruikte koppelingen per overslag.

$$n_a = \frac{D}{M_o} * n_{oo}$$

Met

- na : aantal koppelingen
- D: doorzet (kg/jaar);
- M0: overslag per aangemeerd schip (kg);
- n0 0 aantal koppelingen per aangemeerd schip;

Het aantal koppelingen n0 0 wordt vastgesteld uit het debiet bij verlading, de overslag per aangemeerd schip en de tijdsduur van de verlading. De waarde is groter of gelijk aan 1. De tijdsduur die beschikbaar is voor verlading bedraagt 75% van de tijd dat het schip is aangemeerd. In die tijd is de verladen massa per pomp gelijk aan:

$$M_p = Q_v * \rho$$

Met $Q_v = \text{minimum}(Q_{\text{pomp}} * f_r * t_a, V_{\text{ladingtank}})$

Met

Q_v : Verladen volume (m^3),
 $V_{ladingtank}$: Volume ladingtank ($380 m^3$),
 M_p : verladen massa per pomp gedurende de verlaadtijd (kg),
 Q_{pomp} : Debiet pomp (m^3/s); generiek berekend uit de diameter van leiding,
 f_r : fractie van de "tijd aanwezig", beschikbaar voor verlading (0.75),
 t_a : tijd aanwezig (s).

$$n_o = M_o / M_p$$

Met

n_o : aantal koppelingen per aangemeerd schip,
 M_o : overslag per aangemeerd schip (kg),
 M_p : verladen massa per pomp gedurende de verlaadtijd (kg).

De faalfrequentie van overvullen is gegeven in tabel 6-12

Ontwikkeling	Standaard frequentie [per overslag]
Overvullen	5.8×10^{-5}

Tabel 6-12 Faalfrequenties overvullen.

De uitstroming vindt op het dek plaats. In tabel 6-13 zijn de parameterwaarden van dit scenario gegeven.

Parameter	Eenheid	Waarde
Uitstroomtijd overvullen	s	20
Kans lozing op schip	-	1

Tabel 6-13 Parameterwaarden van het scenario overvullen.

6.5. Overslag stukgoedschip

6.5.1. Algemene beschrijving



Overslag van en naar een schip heeft uitsluitend betrekking op stukgoed. Er wordt geen onderscheid gemaakt naar zeevaart- en binnenvaartschepen.

6.5.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaardwaarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Overslag stukgoedschip		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Stofregister				
Eigenschap	Standaardwaarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Doorzet (per jaar)	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die wordt overgeslagen.	Ja
Emballage	Niet ingevuld		Verpakking. Keuze uit <u>Zakken</u> , <u>Vaten</u> , <u>Bigbags</u> , <u>IBC</u> en <u>Tanktainers</u> .	Ja
Clustering	Niet ingevuld		Clustering. Keuze uit <u>Geen</u> , <u>Boxcontainers</u> en <u>Pallets</u>	Ja

Tabel 6-14 Eigenschappen overslag stukgoedschip

6.5.3. Connectors



De Risico-unit heeft drie connectors. De connectors zijn niet standaard.

Overstroomconnector: Uitstromingen via deze connector vinden plaats op de kade. Eventuele opslagcapaciteit van de kade kan gemodelleerd worden met een standaard put.

Bufferstroomconnector: Uitstromingen via deze connector vinden plaats op het dek van het schip. Eventuele opslagcapaciteit van het schip kan gemodelleerd worden met een standaard put.

Doorstroomconnector: Uitstromingen via deze connector betreffen uitstromingen die direct op het oppervlaktewater plaatsvinden. De gebruiker moet aan deze connector een oppervlaktewater verbinden anders wordt de berekening geblokkeerd met de melding: De doorstroomconnector is niet met een oppervlaktewater verbonden.

6.5.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Overslag stukgoedschip

6.5.5. Scenario's

Bij overslag van stukgoed worden alleen scenario's beschouwd die betrekking hebben op het falen van de verpakking. In tegenstelling tot bij de overslag van bulkgoed wordt het scenario aanvaring met een schip niet als relevant beschouwd omdat, vanwege de aanwezigheid van een extra containment, de kans op het vrijkomen van gevaarlijke stoffen bij een dergelijke gebeurtenis gering is. Tussen bedrijven onderling zullen aanmerkelijke verschillen met betrekking tot de behandeling (overslag, intern transport en opslag) van gevaarlijke stoffen in containers en los stukgoed aanwezig kunnen zijn. Er is uitgegaan van een generieke aanpak. In de literatuur beschikbare ervaringscijfers hebben eveneens een generiek karakter. De kans op falen wordt gerelateerd aan het aantal handelingen. Het aantal handelingen wordt vastgesteld uit de gegevens van het stofregisters. Hierbij zijn de navolgende uitgangspunten gehanteerd.

Er worden vijf verschillende types verpakking onderscheiden: Zakken, Vaten, Bigbags, IBC en Tanktainers. Het aantal overgeslagen eenheden wordt bepaald door het totale overgeslagen gewicht (doorzet per jaar) te delen door de specifieke massa van de betreffende verpakking. Bij zakken en Bigbags wordt een vaste stof aangenomen. Bij de overige verpakkingswijzen wordt vloeistof aangenomen.

Het aantal overgeslagen pallets bij stukgoedoverslag van vloeistoffen en vaste stoffen wordt bepaald door aantal overgeslagen eenheden te delen door het aantal eenheden per pallet. Er wordt gerekend met 14 zakken en 4 vaten per pallet

Bij boxcontainers vindt veelal samenladen van meerdere stoffen plaats. Derhalve wordt een vereenvoudiging toegepast door te rekenen met een uitstroombrequentie die gebaseerd is op het minimaal aantal containers dat benodigd is om de doorzet te realiseren (Hierbij wordt het overgeslagen gewicht gedeeld door 20000 kg). De kans op een vloeistof uitstroming uit een boxcontainer wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een container uit de portainer valt.

Voor het overslaan van stukgoed zijn de volgende scenario's onderscheiden

Verpakking	Uitstromingsscenario
Vloeistoffen	
Drums	scenario 1
IBC	scenario 2
Tankcontainers	
Continu	scenario 3
Instantaan	scenario 4
Vaste stoffen	
Zakken	scenario 6
Bigbags	scenario 7
Containers	
Vaste stoffen (zak/Bigbag)	scenario 9
Vloeistoffen (vat/IBC)	scenario 10

Tabel 6-15 Onderscheiden scenario's

De frequentie is evenredig met het aantal overslagen. In tabel 6-16 worden de frequenties en ontwikkelingskansen voor de scenario's gegeven.

Verpakking	Kans per over-slag	Vervolgkans	Scenario
Tankcontainers	1×10^{-6}		
Lek		1.0	scenario 3
Breuk		0.1	scenario 4
Containers			
Vast	1×10^{-5}	0.1	scenario 8
Vloeistof	2.5×10^{-6}	1.0	scenario 9
Stukgoed (vloeistof)			
Drums	0.9×10^{-5}	1.0	scenario 1
IBC-vloeistof	1×10^{-4}	1.0	scenario 2
Stukgoed (vast)			
Zakken	1×10^{-4}	0.1	scenario 6
Bigbags	1×10^{-4}	0.1	scenario 7

Tabel 6-16 Gehanteerde uitstroomkansen (per overslag) en uitstroomscenario's

Uit het literatuuroverzicht zijn een aantal scenario's gedefinieerd voor resp. tankcontainers, stukgoed (drums, cilinders, IBC) en stukgoed in boxcontainer resp. trailer. Deze zijn in tabel 16 en 17 weergegeven voor respectievelijk vloeistoffen en vaste stoffen. Vermeld zijn de uitstromingshoeveelheid en tijdsduur van uitstroming.

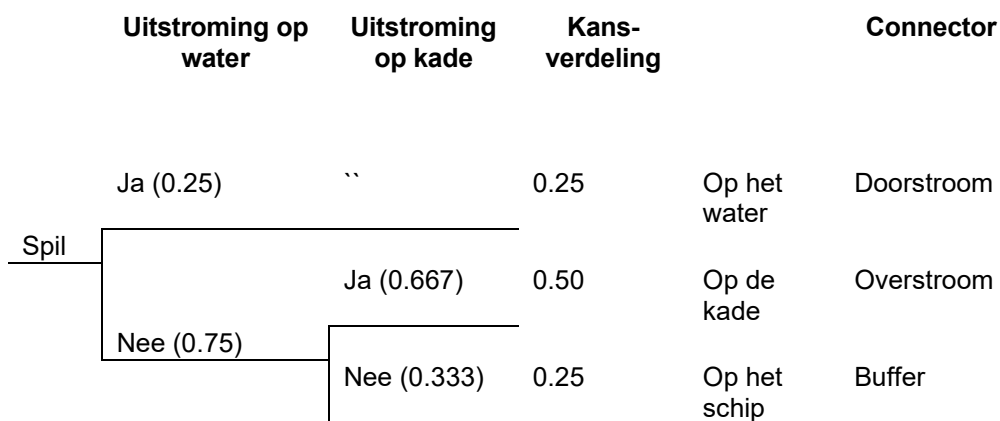
Scenario	Omschrijving	Hoeveelheid [m³]	Uitstroombuur [s]	Laagdikte plas [mm]
1	Drum	0.22	30	5
2	4* Drum/IBC	1.0	30	5
3	Tankcontainer ~ ø = 50 mm	9	1800	10
4	Tankcontainer instantaan	20	30	20
9	Containers	1.0	30	5

Tabel 6-17. Uitstroombuurscenario's vloeistoffen

Scenario	Omschrijving	Model	Uitgestroomde hoeveelheid [kg]
6	Zakken	vaste stof instantaan	60
7	Bigbags	vaste stof instantaan	1000
9	Containers	vaste stof instantaan	100

Tabel 6-18 Uitstromingscenario's vaste stoffen

Bij de gedefinieerde scenario's wordt aangenomen dat 50% van de uitstromingen op de kade plaatsvindt, 25% op het schip en 25% van de uitstromingen vindt plaats op het water. De gebeurtenissenboom is in figuur 4 gegeven.



Figuur 6-4. De gebeurtenissenboom uitstromingen bij stukgoedoverslag naar schip

6.6. Overslag spoor

6.6.1. Algemene beschrijving



Overslag van en naar een spoorketelwagon heeft uitsluitend betrekking op bulkgoed. De scenario's voor de overslag van stukgoed worden uitsluitend beschouwd bij Stukgoed opslag.

6.6.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	Overslag		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit van de unit. Dit is de totale opvangcapaciteit minus de hoeveelheid die normaliter aanwezig is	Ja
Oppervlak	Niet ingevuld	m ²	Oppervlak van de laadlos inrichting	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend (gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja
Blusstof	Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja
Type overslagverbinding	Niet ingevuld		De gebruiker moet kiezen tussen <u>Laadarm</u> en een <u>Laadslang</u> .	Ja
Diameter overslag-verbinding	Niet ingevuld	m	Diameter van de overslag verbinding.	Ja
Stofregister				
Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Laden of lossen	Niet ingevuld		Keuze uit <u>Laden</u> of <u>Lossen</u> . Bij laden (van het spoorketelwagon) wordt het scenario overvullen toegevoegd.	Ja
Doorzet(per jaar)	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die per jaar wordt overgeslagen	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Laadgewicht transportmiddel	Niet ingevuld	ton	Hoeveelheid stof die per bezoek wordt overgeslagen	Ja
Tijd aanwezig	Niet ingevuld	uur	Tijd dat het transportmiddel aanwezig is op de laad- losplaats	Ja

Tabel 6-19 Eigenschappen verlading naar spoorketelwagon

6.6.3. Connectors

De Risico-unit heeft twee connectors. De bufferconnector is niet aanwezig. De overige connectors zijn standaard (zie algemene beschrijving).

6.6.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Overslag spoor

6.6.5. Scenario's

Er zijn drie scenario's: Falen van de spoorketelwagon, falen van de overslagverbinding en overvullen.

Bij het scenario falen van het transportmiddel wordt uitsluitend het instantaan falen van het transportmiddel beschouwd. De bronsterkte is gelijk aan de door de gebruiker opgegeven Laadgewicht transportmiddel. De uitstroomtijd bedraagt 60 seconden.

De frequentie van het optreden van dit scenario is evenredig met de Tijd aanwezig en het aantal bezoeken. Het aantal bezoeken wordt afgeleid uit de Doorzet en het Laadgewicht transportmiddel. In tabel 6-20 zijn de initiële frequenties gegeven voor de gemiddelde situatie. De standaard frequentie is afkomstig van [2]. De spreiding is afkomstig uit [1].

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Falen spoorketelwagon	1.0×10^{-5}

Tabel 6-20 Initiële frequentie scenario falen spoorketelwagon

Het scenario falen van de overslagverbinding kent twee ontwikkelingen: Lekkage en breuk van de overslagverbinding. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de overslagverbinding, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt aangenomen dat diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de overslagverbinding. De uitstroomtijd is generiek en bedraagt 20 seconden.

De frequentie is evenredig met het aantal overslagen. Het aantal overslagen wordt afgeleid uit de Doorzet en het Laadgewicht transportmiddel. In tabel 20 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven. De Standaard frequenties zijn afkomstig uit [2].

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/uur]
Breuk overslagverbinding Laadslang Laadarm	4.00×10^{-6} 3.00×10^{-8}
Lekkage overslagverbinding Laadslang Laadarm	4.00×10^{-5} 3.00×10^{-7}

Tabel 6-21 Faalfrequenties van het scenario

Het scenario overvullen wordt alleen toegepast bij het laden van het voertuig. Het uitstroomdebiet is gelijk aan het debiet van het laden. Deze is afgeleid van de diameter van de overslagverbinding. De berekening van het debiet is in bijlage 2 gegeven. De uitstroomtijd bedraagt 20 seconden.

Bij alle gedefinieerde scenario's wordt aangenomen dat de gehele uitstroming in de laadlosplaats terecht komt. Als het Bergend volume kleiner is dan de hoeveelheid die in de laadlosplaats vrijkomt zal de laadlosplaats overstromen. Afhankelijk van de waarde van de eigenschap van de afsluiter zal een deel van de uitstroming via de doorstroomconnector worden doorgegeven.

Het brandscenario treedt op als er uitstroming van een brandbare stof in de laadlosplaats plaatsvindt. De brandduur, de hoeveelheid bluswater en de met het bluswater afstromende hoeveelheid stof worden berekend conform bijlage 2. De frequentie van een brand wordt vastgesteld uit frequentie van de uitstromingen en de kans op ontsteking van de uitgestroomde vloeistof. De ontstekingskans is afhankelijk van het vlampunt. In bijlage 2 zijn de ontstekingskansen gegeven.

6.7. Overslag weg

6.7.1. Algemene beschrijving



Overslag van en naar een tankwagen heeft uitsluitend betrekking op bulkgoed. De scenario's van de overslag van stukgoed worden uitsluitend beschouwd bij Stukgoed opslag.

6.7.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	Overslag weg		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit van de unit. Dit is de totale opvangcapaciteit minus de hoeveelheid die normaliter aanwezig is	Ja
Oppervlak	Niet ingevuld	m ²	Oppervlak van de landloos inrichting	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend(open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja
Blusstof	Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja
Type overslagverbin-ding	Niet ingevuld		De gebruiker moet kiezen tussen <u>Laadarm</u> en een <u>Laadslang</u> .	Ja
Diameter overslag-verbinding	Niet ingevuld	m	Diameter van de overslag verbinding.	Ja
Stofregister				
Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Laden of lossen	Niet ingevuld		Keuze uit <u>Laden</u> of <u>Lossen</u> . Bij laden (van de tankauto) wordt het scenario overvullen toegevoegd.	Ja
Doorzet (per jaar)	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die per jaar wordt overgeslagen.	Ja
Laadgewicht transport middel	Niet ingevuld	ton	Hoeveelheid stof die per bezoek wordt overgeslagen	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Tijd aanwezig	Niet ingevuld	uur	Tijd dat het transportmiddel aanwezig is op de laadlosplaats	Ja

Tabel 6-22 Eigenschappen van Overslag weg

6.7.3. Connectors

De Risico-unit heeft twee connectors. De bufferconnector is niet aanwezig. De overige connectors zijn standaard (zie algemene beschrijving).

6.7.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Overslag weg

6.7.5. Scenario's

Er zijn drie scenario's: Falen van de tankwagen, falen van de overslagverbinding en overvullen.

Bij het scenario falen van het transportmiddel wordt uitsluitend instantaan falen van het transportmiddel beschouwd. De bronsterkte is gelijk aan de door de gebruiker opgegeven Laadgewicht transportmiddel. De uitstroomtijd bedraagt 60 seconden.

De frequentie van het optreden van dit scenario is evenredig met de Tijd aanwezig en het aantal bezoeken. Het aantal bezoeken wordt afgeleid uit de Doorzet en het Laadgewicht transportmiddel. In tabel 23 zijn de initiële frequenties gegeven voor de gemiddelde situatie. De Standaard frequentie is afkomstig van [2].

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Falen tankwagen	1.0×10^{-5}

Tabel 6-23 Initiële frequentie scenario falen tankwagen

Het scenario falen van de overslagverbinding kent twee ontwikkelingen: lekkage en breuk van de overslagverbinding. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de overslagverbinding, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt tevens aangenomen dat diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de overslagverbinding. De uitstroomtijd is generiek en bedraagt 20 seconden.

De frequentie is evenredig met het aantal overslagen. In tabel 24 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven.

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/uur]
Breuk overslagverbinding	
Laadslang	4.00×10^{-6}
Laadarm	3.00×10^{-8}
Lekkage verslagverbinding	
Laadslang	4.00×10^{-5}
Laadarm	3.00×10^{-7}

Tabel 6-24 Faalfrequenties van het scenario

Het scenario overvullen wordt alleen toegepast bij het laden van het voertuig. Het uitstroomdebiet is gelijk aan het debiet van het laden. Deze is afgeleid van de diameter van de overslagverbinding. De berekening van het debiet is in bijlage 2 gegeven. De uitstroomtijd bedraagt 20 seconden.

Bij alle gedefinieerde scenario's wordt aangenomen dat de gehele uitstroming in de laadlosplaats terecht komt. Als het Bergend volume kleiner is dan de hoeveelheid die in de laadlosplaats vrijkomt zal de laadlosplaats overstromen. Afhankelijk van de waarde van de eigenschap van de afsluiter zal een deel van de uitstroming via de doorstroomconnector worden doorgegeven.

Het brandscenario treedt op als er een uitstroming van een brandbare stof in de laadlosplaats plaatsvindt. De brandduur, de hoeveelheid bluswater en de met het bluswater afstromende hoeveelheid stof worden berekend conform bijlage 2. De frequentie van een brand wordt vastgesteld uit frequentie van de uitstromingen en de kans op ontsteking van de uitgestroomde vloeistof. De ontstekingskans is afhankelijk van het vlampunt. In bijlage 2 zijn de ontstekingskansen gegeven.

6.8. Leiding

6.8.1. Algemene beschrijving



Met Intern transport wordt bedoeld het verplaatsen van stoffen via leidingen (bulkgoed) over het bedrijfsterrein van de ene bedrijfsunit naar de andere. Uitstromingen zullen, afhankelijk van de plaats van het gat, verschillend afstromen. Voor iedere afstroommogelijkheid moet een object intern transport worden gedefinieerd.

6.8.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	Leiding		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Lengte	100	m	Lengte van de leiding	Ja
Toezicht	Niet ingevuld		De eigenschap toezicht beïnvloedt de reactietijd bij een uitstroming. Er moet gekozen worden uit een van de opties: <u>Toezicht&back-up</u> , <u>Gegarandeerd</u> , <u>Beperkt</u> , <u>Geen</u>	Ja
Lengte insluitsysteem	Niet ingevuld	m	In een industriële omgeving zijn er voorzieningen om in de praktijk bij het falen van een leiding een insluitsysteem af te sluiten. De lozing via dit insluitsysteem is toegevoegd. De lozing uit een falende leiding wordt beperkt door deze lengte.	Ja
Stoffen				
Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Fractie van de tijd in bedrijf	Niet ingevuld	%	Geeft aan hoe groot de fractie van de tijd is dat de betreffende leiding gevuld is met de aangegeven stof en onder druk staat.	Ja
Diameter leiding	Niet ingevuld	m	Diameter van de leiding.	Ja

Tabel 6-25 Eigenschappen van Intern transport

U kunt bij het stofregister meerdere stoffen invullen. De gesommeerde fractie mag groter zijn dan 1 en de diameter kan per stof worden opgegeven. Hierdoor wordt de mogelijkheid geboden om een leidingstraat met dit object te definiëren. Voorwaarde is dat de uitstromingen op gelijke wijze zullen afstromen.

6.8.3. Connectors

De Risico-unit heeft een connector. Alle uitstromingen gaan via deze connector.

6.8.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Intern transport

6.8.5. Scenario's

Er wordt uitsluitend het scenario falen van de leiding beschouwd. Het scenario falen van de leiding kent twee ontwikkelingen: Lekkage en breuk. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de leiding, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt aangenomen dat de diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de overslagverbinding, met een maximum van 5 cm. De uitstroomtijd is afhankelijk van het toezicht. In tabel 25 worden de uitstroomtijden gegeven.

Een leiding heeft nu een extra parameter gekregen namelijk "lengte insluitsysteem". In een industriële omgeving zijn er voorzieningen die in de praktijk bij het falen van een leiding een insluitsysteem afsluiten. De lozing via dit insluitsysteem is toegevoegd. De lozing uit een falende leiding wordt beperkt door deze lengte.

De feitelijke lozing vindt plaats gedurende 120 seconden bij een gegeven debiet. Daarna loopt het ingesloten segment leeg.

Indien een project uit versie 3.2 of 3.3 wordt ingelezen het ontbrekende gegeven van de unit leiding, lengte insluitsysteem, moet worden ingevuld.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	120
Gegarandeerd	600
Beperkt	900
Geen	1800

Tabel 6-26 Uitstroomtijden als functie van toezicht

De frequentie van het optreden van dit scenario is evenredig met de Fractie van de tijd in bedrijf. De initiële frequentie is afhankelijk van de gatgrootte en wordt vastgesteld:

Bij breuk

$$F_0 = 10^{-(0.0064 \cdot d + 5.56)}$$

Met:

F_0 : initiële faalfrequentie
d : diameter de leiding (mm)

De definitieve faalfrequentie bij breuk wordt bepaald door:

$$F = L * F_0 * F_{rtransdag} * F_{instantaanFalen}$$

Met:

L : lengte leiding
 $F_{rtransdag}$: Fractie van de tijd in de leiding
 $F_{instantaanFalen}$: initiële faalfrequentie instantaan falen = 0,999

Bij lekkage:

$$F_0 = 10^{-(0.026 * d + 5.32)}$$

Met:

F_0 : initiële faalfrequentie
d : diameter gat (mm)

De definitieve faalfrequentie bij lekkage wordt bepaald door:

$$F = L * F_0 * F_{rtransdag} * F_{continuFalen}$$

Met:

L : lengte leiding
 $F_{rtransdag}$: Fractie van de tijd in de leiding
 $F_{continuFalen}$: initiële faalfrequentie continu falen = 0,999

In tabel 6-27 zijn de correctiefactoren op de initiële frequenties gegeven voor de gemiddelde situatie.

Ontwikkeling	Standaard Corrective [-]
Lek en breuk leiding	1

Tabel 6-27. Correctiefactoren op de initiële faalfrequentie

Het geloosde volume is gelijk aan de pompflow vermenigvuldigd met de reactietijd met daarbovenop het volume in het insluitsysteem:

$$V_{lozing} = Q_{pomp} * T_{reactie} + V_{insluitsysteem}$$

Het volume van het insluitsysteem is bepaald door de diameter van de leiding en de lengte van het insluitsysteem.

6.9. Userdefined (MFT)

6.9.1. Algemene beschrijving



Dit object biedt de gebruiker de mogelijkheid om zelf een lozing te definiëren los van vooraf bepaalde scenario's. U vult zelf een massa in die vrijkomt, de frequentie waarmee dit gebeurt en een tijdsduur van de lozing.

6.9.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht	
Naam	Leiding		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja	
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja	
Frequentie	Niet ingevuld	1/jaar	Frequentie van de lozing	Ja	
Lengte insluitsysteem	Niet ingevuld	m	In een industriële omgeving zijn er voorzieningen die in de praktijk bij het falen van een leiding een insluitsysteem afsluiten.	Ja	
Stoffen					
	Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
	Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
	Vrijgekomen massa	Niet ingevuld	Kg	Massa van de lozing	Ja
	Tijdsduur van uitstroming	Niet ingevuld	uur	Tijdsduur van de uitstroming .	Ja

Tabel 6-28 Eigenschappen Userdefined

U kunt bij de stofregister meerdere stoffen invullen. De massa en tijdsduur kunnen per stof worden opgegeven.

6.9.3. Connectors

De Risico-unit heeft een uitgaande connector. Alle uitstromingen gaan via deze connector.

6.9.4. Installaties

Er kunnen geen installaties worden toegekend aan Userdefined

6.9.5. Scenario's

De gebruiker definieert het scenario zelf door de uitgestroomde hoeveelheid, de uitstroomtijd en de frequentie op te geven.

7. Installaties

7.1. Opslagtank

7.1.1. Algemene beschrijving

Een opslagtank wordt gebruikt voor de opslag van bulkgoederen. In Proteus worden alleen atmosferische opslagtanks beschouwd. Bij bulkopslag worden, in aansluiting op PGS 3 (Paarse Boek, CPR18E) de volgende categorieën onderscheiden:

- Enkelwandige atmosferische opslag,
- Atmosferische opslag met eenvoudige beschermwand,
- Atmosferische opslag met double containment,
- Atmosferische opslag met full containment,
- Een custom tank met een door de gebruiker te specificeren faalkans

Dit onderscheid in opslagtanks is gebaseerd op indeling in [2] faalfrequenties en type scenario's.

Custom tank

In het programma is voor het eerst een custom tank opgenomen als onderdeel van bulkopslag. De custom tank in Proteus geeft de gelegenheid om zelf een onderbouwde faalkans in te vullen. Toepassing van custom tank is alleen toegestaan wanneer een onderbouwing aan het bevoegd gezag wordt verstrekt. Dergelijke onderbouwingen zullen in overleg met het Wm bevoegd gezag en na advies van RIVM worden beoordeeld. Doordat een statistische onderbouwing meestal niet mogelijk is, kunnen er slechts beargumenteerde schattingen van nieuwe faalkansen worden gemaakt.

In recent verleden is door TNO voor een nieuw te bouwen tankopslag nagegaan hoe tot een onderbouwing van een nieuwe faalkans kan worden gekomen. Deze aanpak vormt een goed vertrekpunt voor een aan het bevoegd gezag te verstrekken onderbouwing.

(D&C Engineering heeft voor Shtandart Tank Terminal heeft een uitgebreide onderbouwing gegeven die in meer detail ingaat op de historie van de tankopslag, de internationale context en de relatie met faalkansen. Hiervan is nu nog niet bekend of het bevoegd gezag de conclusies uit dit rapport overneemt).

Aanleiding tot custom tank

Tankopslagbedrijven bouwen nieuwe tanks onder strengere richtlijnen en normen (PGS 29, NEN 14015). Ook inspectie en onderhoud hebben zich sterk ontwikkeld (bijvoorbeeld EEMUA 159). Ook wordt voor opslagtanks geclaimd dat de standaardfaalkans gebaseerd lijkt te zijn op verouderde en ongevalscausistiek die niet toepasselijk is voor tanks gebouwd volgens de huidige inzichten. Met name dit laatste punt is nog onderwerp van discussie bij bevoegd gezag en RIVM.

7.1.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Ver-plicht
Identificatie	Opslagtank		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Type opslagtank	Niet ingevuld		Er kan gekozen worden tussen vijf tanktypes, een enkelwandige tank en drie dubbelwandige tanks: <u>Enkelwandig</u> , <u>Eenvoudige beschermwand</u> , <u>Doublecontainment</u> , <u>Full containment</u> . Daarnaast nog een <u>custom tank</u> waarbij de faalkans opgegeven dient te worden door de gebruiker.	Ja
Volume	Niet ingevuld	m ³	Inhoud van de tank bij een vullingsgraad van 100%	Ja
Hoogte van de tank	Niet ingevuld	m	De hoogte van de vloeistof-spiegel in de tank bij een vullingsgraad van 100%.	Ja
Hoogte grondvlak	Niet ingevuld	m	De hoogte van het grondvlak ten opzichte van de vloer van de tankput	Ja
Stoffen	Aantal: 0		Aanwezige stoffen binnen de installatie.	Ja
Diameter van de grootste aansluiting	Niet ingevuld	m	Diameter van de grootste aansluiting. Er wordt aangenomen dat de tank wordt gevuld via deze leiding.	Ja
Brandbeveiligingssysteem	Niet ingevuld		Keuze uit vier opties : <u>Geen</u> , <u>Sprinkler</u> , <u>Schuim</u> , <u>Schuim-sprinkler</u>	Ja
Toezicht	Niet ingevuld		De eigenschap toezicht beïnvloedt de reactie tijd bij een uitstroming. Er moet gekozen worden uit een van de opties: <u>Toezicht&back-up</u> , <u>Gegarandeerd</u> , <u>Beperkt</u> , <u>Geen</u>	Ja
Overvulbeveiliging	Niet ingevuld			Ja

Eigenschap		Standaard- waarde	Eenheid	Omschrijving	Ver- plicht
Stoffen					
	Eigenschap	Standaardwaar- de	Eenheid	Omschrijving	Ver- plicht
	Stof			Keuze uit een lijst met aanwe- zige valide stoffen	Ja
	Gemiddelde vullingsgraad	Niet ingevuld	%	Vergunde vullingsgraad	Nee
	Fractie van de tijd aanwezig	Niet ingevuld	%	Fractie van de tijd waarin de tank gevuld is met de betreffende stof	Nee

Tabel 7-1. Eigenschappen van een opslagtank

7.1.3. Risico-Units

De installatie kan worden toegekend aan de Risico-unit Bulkopslag

7.1.4. Scenario's

Aan de basis van het falen van een installatie liggen twee oorzaken ten grondslag:

1. Falen van de tank (falen van equipment)
2. Overvullen van de tank (vaak menselijk falen)

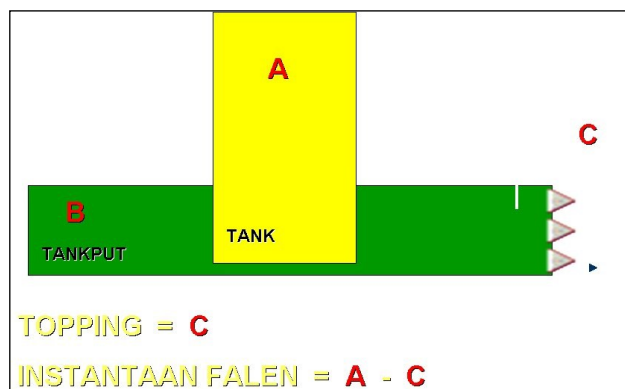
1. Falen van een tank

Bij het falen van een tank worden twee ontwikkelingen onderscheiden: instantaan falen en continue falen.

a. Instantaan falen

Instantaan falen kan optreden bij alle tanktypes.

De ontwikkeling instantaan falen resulteert in een uitstroming in de tankput. In de tankput wordt de fractie berekend die door de impuls van de uitstroming over de tankputrand stroomt, "**scenario topping**". De rest van de uitstroming in de tankput die via de doorstroom- en bufferconnector de tankput verlaat wordt door Proteus "**scenario instantaan falen**" genoemd.



Figuur 7-1 Effecten tijdens Topping

De bronsterkte is gelijk aan de hoeveelheid stof die in de tank aanwezig is. Dit wordt bepaald uit de vullingsgraad (door de gebruiker in het stofregister opgegeven) en het volume van de tank. De uitstroomtijd bedraagt 60 seconden

De faalfrequentie is afhankelijk van het type opslagtank. In tabel 2 is een overzicht van de gehanteerde faalfrequenties gegeven.

Tanktype	Standaard frequentie [1/jaar]
Enkelwandige atmosferische opslag	5.0×10^{-6}
Atmosferische opslag met eenvoudige beschermwand	1.0×10^{-6}
Atmosferische opslag met double containment	2.5×10^{-8}
Atmosferische opslag met full containment	1.0×10^{-8}

Tabel 7-2. Initiële faalfrequenties van het scenario instantane uitstroming

De uitstroming wordt doorgegeven aan de unit bulkopslag. Deze unit berekent hoeveel materiaal er door “Topping” of “Instantaan falen” wegstroomt via de connectoren en wordt overgegeven aan het volgende object.

b. Continue falen

Het scenario treedt uitsluitend op bij een enkelwandige opslagtank.

De ontwikkeling continue falen resulteert in een uitstroming in de tankput. In de tankput wordt de fractie berekend die door de impuls van de uitstroming over de tankputrand stroomt, “**scenario spigot**”. De rest van de

uitstroming in de tankput die via de doorstroom- en bufferconnector de tankput verlaat wordt door Proteus “**scenario continue falen**” genoemd.

De gehanteerde frequentie is:

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Lekkage enkelwandige tank	5.0×10^{-6}

Tabel 7-3. Initiële faalfrequenties van het scenario continue uitstroming

De uitstroming wordt doorgegeven aan de unit bulkopslag. Deze unit berekent hoeveel materiaal er door “Spigot” of “Continue falen” wegstroomt via de connectoren en wordt overgegeven aan het volgende object.

2. Overvullen

Het scenario overvullen wordt vastgesteld op basis van generieke gegevens. Het scenario treedt uitsluitend op bij een enkelwandige opslagtank. Het uitstroomdebiet is gelijk aan het debiet van het laden. Deze is afgeleid van de diameter van de grootste aansluiting. De berekening van het debiet is in bijlage 2 gegeven. De uitstroomtijd is afhankelijk van het toezicht. In tabel 4 worden de uitstroomtijden gegeven.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	120
Gegarandeerd	600
Beperkt	900
Geen	1800

Tabel 7-4. Uitstroomtijden als functie van toezicht

In tabel 5 is de frequenties gegeven voor de gemiddelde situatie.

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Overvullen	1.6×10^{-6}

Tabel 7-5. Initiële faalfrequenties van het scenario overvullen

De uitstroming wordt doorgegeven aan de unit bulkopslag. Deze unit berekent hoeveel materiaal er via de connectoren wordt overgegeven aan het volgende object.

7.2. Opslagsectie

7.2.1. Algemene beschrijving

Een afgescheiden deel van een stukgoedopslag (bv. loods).

7.2.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Identificatie	Opslagsectie		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Oppervlakte sectie	Niet ingevuld	m ²	Oppervlak van de opslagsectie	Ja
Stoffen				
Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Doorzet (1/jaar)	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die wordt overgeslagen.	Ja
Opslag	Niet ingevuld	kg	Hoeveelheid opgeslagen gevaarlijke stof.	Ja
Emballage	Niet ingevuld		Verpakking. Keuze uit <u>Zakken</u> , <u>Vaten</u> , <u>Bigbags</u> , <u>IBC</u> en <u>Tanktainer</u> .	Ja
Clustering	Niet ingevuld		Clustering. Keuze uit: <u>Geen</u> ; <u>Boxcontainers</u> en <u>Pallets</u> .	Ja

Tabel 7-6. Eigenschappen opslagsectie

7.2.3. Risico-Units

De installatie kan worden toegekend aan de Risico-unit Stukgoedopslag.

7.2.4. Scenario's

Er worden vijf verschillende types verpakking onderscheiden: Zakken, Vaten, Bigbags, IBC en Tanktainer. Het aantal overgeslagen eenheden wordt bepaald door het totale overgeslagen gewicht te delen door de specifieke massa van de betreffende verpakking. Bij zakken en Bigbags wordt vaste stof aangenomen. Bij de overige verpakkingswijzen wordt vloeistof aangenomen.

Het aantal overgeslagen pallets bij stukgoedoverslag van vloeistoffen en vaste stoffen wordt bepaald door het aantal overgeslagen eenheden te delen door het aantal eenheden per pallet. Er wordt gerekend met 14 zakken en 4 vaten per pallet

Bij boxcontainers vindt veelal samenladen van meerdere stoffen plaats. Derhalve wordt een vereenvoudiging toegepast door te rekenen met een uitstroombrequentie die gebaseerd is op het minimaal aantal containers dat benodigd is om de doorzet te realiseren. (Hierbij wordt het overgeslagen gewicht gedeeld door 20000 kg).

Voor het overslaan van stukgoed zijn de volgende scenario's onderscheiden

Verpakking	Uitstromingsscenario
Vloeistoffen	
Drums	scenario 1
IBC	scenario 2
Tankcontainers:	
Continu	scenario 3
Instantaan	scenario 4
Vaste stoffen	
Zakken	scenario 6
Bigbags	scenario 7
Containers	
Vaste stoffen (zak/Bigbag)	scenario 9
Vloeistoffen (vat/IBC)	scenario 10

Tabel 7-7. Onderscheiden scenario's

De frequentie is evenredig met het aantal overslagen. In tabel 8 zijn de frequenties en ontwikkelingskansen voor de scenario's gegeven.

Verpakking	Kans [per overslag]	Vervolgkans	Scenario
Tankcontainers* Lek Breuk	1.10^{-7}	1.0 0.1	scenario 3 scenario 4
Containers* Vast Vloeistof	1×10^{-5} $2,5 \times 10^{-7}$	0.1 1.0	scenario 8 scenario 9
Stukgoed (vloeistof): Drums IBC- vloeistof	0.9×10^{-5} 1.10^{-4}	1.0 1.0	scenario 1 scenario 2
Stukgoed (vast): Zakken Bigbags	1.10^{-4} 1.10^{-4}	0.1 0.1	scenario 6 scenario 7

Tabel 7-8. Gehanteerde uitstroomkansen (per overslag) en uitstroomscenario's

*) In verband met de aard van overslag zijn de faalfrequenties van tankcontainers en containers lager dan de frequenties bij overslag naar schip.

Uit het literatuuroverzicht zijn een aantal scenario's gedefinieerd voor resp. tankcontainers, stukgoed (drums, cilinders, IBC) en stukgoed in boxcontainer resp. trailer. Deze zijn in tabel 9 en 10 weergegeven voor respectievelijk vloeistoffen en vaste stoffen. Vermeld zijn de uitstromingshoeveelheid en tijdsduur van uitstroming.

Scenario	Omschrijving	Hoeveelheid [m ³]	Uitstroomduur [s]	Laagdikte plas [mm]
1	Drum	0.22	30	5
2	4* Drum/IBC	1.0	30	5
3	Tankcontainer ~ $\varnothing = 50$ mm	9	1800	10
4	Tankcontainer instantaan	20	30	20
9	Containers	1.0	30	5

Tabel 7-9. Uitstroomscenario's vloeistoffen

Scenario	Omschrijving	Model	Uitgestroomde hoeveelheid [kg]
6 7	Zakken Bigbags	vaste stof instantaan vaste stof instantaan	60 1000
8	Containers	vaste stof instantaan	100

Tabel 7-10. Uitstroomscenario's vaste stoffen

Bij de gedefinieerde scenario's wordt de gehele uitstroming doorgegeven aan de Stukgoedopslag waaraan de installatie is toegekend.

7.3. Batchreactor

7.3.1. Algemene beschrijving



Onder batchreactor wordt een reactorvat verstaan waar de reagentia in worden geladen en gedurende enige tijd een chemische en of fysische reactie ondergaan. Aan het einde van het proces worden de reactieproducten uit de reactor verwijderd.

De batchreactor is voorzien van een warmtewisselaar omdat uit de casuïstiek blijkt dat veel lozingen via het koelwater op het oppervlaktewater terechtkomen. Voor systemen waarbij gebruik wordt gemaakt van een koelwatersysteem waarbij een lekkage van de warmtewisselaar leidt tot een lozing op het oppervlaktewater moet de eigenschap voorzien van warmtewisselaar met ja worden beantwoord. Er zijn echter koelsystemen waarbij lozingen op het oppervlaktewater niet mogelijk zijn. In die gevallen moet de eigenschap voorzien van warmtewisselaar met nee worden beantwoord.

7.3.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Identificatie	Batchreactor		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Volume	Niet ingevuld	m ³	Inhoud van de tank bij een vullingsgraad van 100%	Nee
Hoogte van de tank	Niet ingevuld	m	De hoogte van de vloeistofspiegel in de tank bij een vullingsgraad van 100%.	Nee
Diameter pijp (warmtewisselaar)	Niet ingevuld	m	Diameter van de pijp van de warmtewisselaar.	Nee
Brandbeveiligingssysteem	Niet ingevuld		Keuze uit vier opties: <u>Geen</u> , <u>Sprinkler</u> , <u>Schuim</u> , <u>Schuimsprinkler</u> .	Ja

Eigenschap		Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Verplicht
Blusstof		Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja
Toezicht		Niet ingevuld		De eigenschap toezicht beïnvloedt de reactie tijd bij een uitstroming. Er moet gekozen worden uit een van de opties: <u>Toezicht&back-up</u> , <u>Gegarandeerd</u> , <u>Beperkt</u> , <u>Geen</u> .	Ja
Recept					
Eigenschap		Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Verplicht
Naam		Niet ingevuld		Naam van een recept. Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie. Naam moet uniek zijn binnen de recepten.	Nee
Aantal batches		Niet ingevuld	1/jaar	Aantal keer dat het recept op de reactor wordt gerund	Ja
Reactieduur		Niet ingevuld	s	Reactieduur van het proces	Ja
Vergunde vullingsgraad		Niet ingevuld	%	Fractie van het volume dat wordt gebruikt. Dit is óf de vergunde- óf de gebruikte vullingsgraad.	Ja
Druk		Niet ingevuld	atm	Druk van het reactievat	Ja
Run away reactie mogelijk		Nee		Hier moet aangegeven worden of er sprake is van een Run away reactie. Een voorbeeld is het ongeval bij Cindu-Uithoorn en het ongeval in Seveso, Italië.	Ja
Gebruik warmte-wisselaar		Nee		Aangeven of bij het proces een warmtewisselaar wordt gebruikt	Ja
Samenstelling		Lijst met stoffen die voorkomen in het recept. Er moet minimaal 1 en maximaal 100 stoffen worden toegevoegd. Dit zijn de grondstoffen, hulpstoffen en reactieproducten voor zover ze vanuit milieurisicoanalytisch oogpunt relevant zijn			
Eigenschap		Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Verplicht
Stof		Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Gem. massa in batch		Niet ingevuld	Kg	De hoeveelheid van de stof die gemiddeld in de batchreactor aanwezig is	Ja
Tijdsfractie		Niet ingevuld	%	De tijdsfractie van de gehele procesduur dat deze stof in reactor aanwezig is.	Ja

Tabel 7-11. Eigenschappen van een batchreactor

!

De warmtewisselaar mag alleen toegepast worden als een afstroming op een watersysteem mogelijk is bij falen van de warmtewisselaar. Dit impliceert dat de druk in reactor groter moet zijn dan de druk van het koelmedium en dat het koelmedium met het oppervlaktewater verbonden is.

7.3.3. Risico-Units

De installatie kan worden toegekend aan de Risico-unit Productie

7.3.4. Scenario's

Er worden twee scenario's onderscheiden: Falen van de reactor en Falen van de warmtewisselaar. Bij het falen van de reactor worden twee ontwikkelingen beschouwd: Instantane uitstroming en Continue uitstroming. Zowel bij instantaan als bij continue falen wordt de inhoud van de reactor (het recept) als mengsel beschouwd (paragraaf stofgegevens). Het totale volume van het recept wordt berekend uit de opgegeven aanwezige massa en de dichtheden van de stoffen. Als het berekende volume kleiner is dan het volume in de reactor (berekend als het product van de vullingsgraad en het volume van de reactor), wordt het mengsel aangevuld met een neutrale stof. De eigenschappen van deze stof zijn: goed oplosbaar, niet toxisch, niet brandbaar en de dichtheid en dampspanning zijn gelijk aan die van water. De berekening van de stofgegevens is identiek aan de berekening zoals die bij stofmengsels plaatsvindt.

Bij instantaan vrijkomen van de stof wordt de hoeveelheid berekend uit de vullingsgraad (dit is een eigenschap van het recept) en het volume (een eigenschap van de reactor). De uitstroomtijd is generiek en bedraagt 20 s. Bij continue uitstroming is de uitstroomtijd afhankelijk van het toezicht. In tabel 12 worden de uitstroomtijden gegeven.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	120
Gegarandeerd	600
Beperkt	900
Geen	1800

Tabel 7-12. Uitstroomtijden als functie van toezicht.

Het debiet wordt berekend met gatgrootte van 0.05 m en de opgegeven druk. Er wordt aangenomen dat het gat zich op halve hoogte van de reactor bevindt. Hierdoor stroomt er maximaal 50% van de inhoud van de reactor uit.

De frequentie is evenredig met het aantal batches en de reactieduur van het recept. In tabel 13 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven. De standaard frequentie komt overeen met [1].

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Instantane uitstroming	5.0×10^{-6}
Continue uitstroming	1.0×10^{-4}

Tabel 7-13 Faalfrequenties van het scenario falen batchreactor

Als een warmtewisselaar aan de reactor is verbonden en het betreffende recept maakt gebruik van de warmtewisselaar, wordt het scenario Falen warmtewisselaar toegepast. Hier worden vier ontwikkelingen onderscheiden: Interne lekkage, lekkage mantel, interne breuk, mantelbreuk. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de leiding van de warmtewisselaar, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt aangenomen dat de diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de leiding. De uitstroomtijd is afhankelijk van het toezicht. In tabel 14 worden de uitstroomtijden gegeven.

Ontwikkeling	Uitstroomgatgrootte	Afstroming	Uitstroomtijd
Intern lek	10% van de leiding-diameter in de warmtewisselaar	koelwater circuit	de maximale uitstroomtijd is begrensd tot 10 uur
Lekkage mantel	10% van de leiding-diameter in de warmtewisselaar	productie	uitstroomtijd afhankelijk van toezicht (tabel 15)
Interne breuk	de leidingdiameter in de warmtewisselaar	koelwater circuit	de maximale uitstroomtijd begrensd tot 10 uur
Mantel breuk	de leidingdiameter in de warmtewisselaar	productie	uitstroomtijd afhankelijk van toezicht (tabel 15)

Tabel 7-14 Scenario's warmtewisselaar

De afstroming naar het koelwatercircuit is verbonden met de bufferconnector.

Toezicht	Uitstroomtijd (s)
Toezicht + back-up	300
Gegarandeerd	600
Beperkt	1200
Geen	1800

Tabel 7-15. Uitstroomtijden als functie van toezicht

De frequentie is evenredig met het aantal batches en de reactieduur van het recept. In tabel 16 worden standaard frequenties voor de ontwikkelingen gegeven.

	Standaard frequentie [1/jaar]
Intern lek	1.00×10^{-2}
Interne breuk	1.00×10^{-3}
Lekkage mantel	1.00×10^{-4}
Mantel breuk	1.00×10^{-5}

Tabel 7-16 Faalfrequenties falen warmtewisselaar

Uitstromingen bij interne lekkage en interne breuk worden via de bufferconnector van de unit Productie naar een volgend object overgedragen. De uitstromingen bij lekkage mantel en breuk mantel worden doorgegeven aan de Unit productie.

7.4. Continuereactor

7.4.1. Algemene beschrijving



Onder continuereactor wordt een continu doorstroomd vat verstaan waarin de reagentia continu in de reactor geladen worden en de reactieproducten eveneens continu de reactor verlaten.

7.4.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Identificatie	Continu-reactor		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Volume	Niet ingevuld	m ³	Inhoud van de tank bij een vullingsgraad van 100%	Nee
Hoogte van de tank	Niet ingevuld	m	Hoogte van de vloeistofspiegel bij een vullingsgraad van 100% ten opzichte van het grondvlak van de tank	Nee

Diameter pijp (warmtewisselaar)	Niet ingevuld	m	Diameter van de pijp van de warmtewisselaar.	Nee
Brandbeveiligingssysteem	Niet ingevuld		Keuze uit vier opties : <u>Geen</u> , <u>Sprinkler</u> , <u>Schuim</u> , <u>Schuimsprinkler</u> .	Ja
Blusstof	Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja
Toezicht	Niet ingevuld		De eigenschap toezicht beïnvloedt de reactietijd bij een uitstroming. Er moet gekozen worden uit een van de opties: <u>Toezicht&back-up</u> , <u>Gegarandeerd</u> , <u>Beperkt</u> , <u>Geen</u> .	Ja

Recepten					
	Eigenschap	Standaard dwaarde	Een- heid	Omschrijving	Ver- plicht
	Naam	Niet ingevuld		Naam van een recept. Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie. Naam moet uniek zijn binnen de recepten	Ja
	Tijdfractie in bedrijf	Niet ingevuld	-	Tijdfractie die dat het betreffende recept op de reactor wordt verwerkt	Ja
	Verblijftijd	Niet ingevuld	s	Verblijftijd in de reactor	Nee
	Vergunde vullingsgraad	Niet ingevuld	o/o	Fractie van het volume dat wordt gebuikt. Dit is óf de vergunde- óf de gebruikte vullingsgraad.	Nee
	Druk	Niet ingevuld	atm	Druk in de reactor	Nee
	Run away reactie mogelijk	nee	-	Aangeven of Run away reactie mogelijk is	Nee
	Gebruik warmte-wisselaar	Nee		Aangeven of bij het proces een warmtewisselaar wordt gebruikt	Nee
	Samen- stelling	Lijst met stoffen die voorkomen in het recept. Er moet minimaal 1 en maximaal 100 stoffen worden toegevoegd. Dit zijn de grondstoffen, hulpstoffen en reactieproducten voor zover ze vanuit milieurisicoanalytisch oogpunt relevant zijn			
	Eigenschap	Standaard dwaarde	Een- heid	Omschrijving	Ver- plicht
	Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
	Gem. massa in reactor	Niet ingevuld	kg	Massa van de stof in de reactor	Ja

Tabel 7-17. Eigenschappen Continu reactor tijdfractie staat in het scherm



De warmtewisselaar mag alleen toegepast worden als afstroming op een watersysteem mogelijk is bij falen van de warmtewisselaar. Dit impliceert dat de druk in reactor groter moet zijn dan de druk van het koelmedium en dat het koelmedium met het oppervlaktewater verbonden is.

7.4.3. Risico-Units

De installatie kan worden toegekend aan de Risico-unit Productie

7.4.4. Scenario's

Er worden twee scenario's onderscheiden: Falen van de reactor en Falen van de warmtewisselaar. Bij het falen van de reactor worden twee ontwikkelingen beschouwd: Instantane uitstroming en Continue uitstroming. Zowel bij instantaan als bij continu falen wordt de inhoud van de reactor (het recept) als mengsel beschouwd (paragraaf stofgegevens). Het totale volume van het recept wordt berekend uit de opgegeven aanwezige massa en de dichtheden van de stoffen. Als het berekende volume kleiner is dan het volume in de reactor (berekend als het product van de vullingsgraad en het volume van de reactor), wordt het mengsel aangevuld met een neutrale stof. De eigenschappen van deze stof zijn: goed oplosbaar, niet toxisch, niet brandbaar en de dichtheid en dampspanning zijn gelijk aan die van water. De berekening van de stofgegevens is identiek aan de berekening zoals die bij stofmengsels plaatsvindt.

Bij instantaan vrijkomen van de stof wordt de hoeveelheid berekend uit de vullingsgraad (dit is een eigenschap van het recept) en het volume (een eigenschap van de reactor) gesommeerd met uitstroming uit de grootste diameter. De uitstroomtijd bedraagt 2 minuten. Bij continue uitstroming is de uitstroomtijd afhankelijk van het toezicht. In tabel 18 worden de uitstroomtijden gegeven.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	120
Gegarandeerd	600
Beperkt	900
Geen	1800

Tabel 7-18. Uitstroomtijden als functie van toezicht.

Het debiet wordt berekend voor een gatgrootte van 0.05 m en de opgegeven druk. Er wordt aangenomen dat het gat zich op halve hoogte van de reactor bevindt.

De frequentie is evenredig met de tijdsduur dat de reactor in bedrijf is met het betreffende recept. Deze tijdsduur is gelijk aan de tijdfractie * 1 jaar. In tabel 19 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven. De standaard frequentie komt overeen met [1].

Ontwikkeling	Standaard frequentie [1/jaar]
Instantane uitstroming	5.0×10^{-6}
Continue uitstroming	1.0×10^{-4}

Tabel 7-19. Faalfrequenties van het scenario falen continuereactor

Als een warmtewisselaar aan de reactor is verbonden en het betreffende recept maakt gebruik van de warmtewisselaar, wordt het scenario “falen warmtewisselaar” toegepast. Hier worden vier ontwikkelingen onderscheiden: Interne lekkage, Lekkage mantel, Intern breuk, Mantelbreuk. De bronsterkte wordt afgeleid van de diameter van de leiding van de warmtewisselaar, onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s. Er wordt aangenomen dat de diameter van een lek gelijk is aan 10% van de diameter van de leiding. De uitstroomtijd is afhankelijk van het toezicht. In tabel 21 worden de uitstroomtijden gegeven.

Ontwikkeling	Uitstroombatgrootte	Afstroming	Uitstroomtijd
Intern lek	10% van de leiding-diameter in de warmtewisselaar	koelwater circuit	de maximale uitstroomtijd is begrenst tot 10 uur
Lekkage mantel	10% van de leiding-diameter in de warmtewisselaar	productie	uitstroomtijd afhankelijk van toezicht (tabel 21)
Interne breuk	de leidingdiameter in de warmtewisselaar	koelwater circuit	de maximale uitstroom tijd begrenst tot 10 uur
Mantel breuk	de leidingdiameter in de warmtewisselaar	productie	uitstroomtijd afhankelijk van toezicht (tabel 21)

Tabel 7-20. Onderscheiden scenario's bij falen warmtewisselaar.

De afstroming naar het koelwatercircuit is verbonden met de bufferconnector.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	300
Gegarandeerd	600
Beperkt	1200
Geen	1800

Tabel 7-21. Uitstroomtijden als functie van toezicht

De frequentie is evenredig met de tijdsduur dat de reactor in bedrijf is met het betreffende recept. In tabel 22 worden standaard frequenties voor beide ontwikkelingen gegeven.

	Standaard frequentie [1/jaar]
Intern lek	1.00×10^{-2}
Interne breuk	1.00×10^{-3}
Lekkage mantel	1.00×10^{-4}
Mantel breuk	1.00×10^{-5}

Tabel 7-22. Faalfrequenties falen warmtewisselaar

Afstroming van interne lekkage en interne breuk worden via de bufferconnector van de unit Productie naar een volgend object overgedragen. De afstromingen bij lekkage mantel en breuk mantel worden doorgegeven aan de unit Productie.

7.5. Afvul-installatie

7.5.1. Algemene beschrijving



Een afvul-installatie is een installatie voor het vullen van stukgoed verpakkingen.

7.5.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Identificatie	Afvlunit		Vrij door de gebruiker te kiezen naam of identificatie van de installatie. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Diameter vulopening	Niet ingevuld	m	Diameter van de vul opening. Diameter wordt gebruikt om het vuldebiet vast te stellen.	Nee
Controle	Niet ingevuld		Controle bij het vullen van de verpakkingen. Er is een keuze uit: <u>Volledig automatisch</u> , <u>Automatische niveau controle</u> , <u>Volledig handbediend</u> .	Ja
Blusstof	Niet ingevuld		De gebruiker kan kiezen tussen <u>water</u> , <u>schuim</u> of <u>geen</u> als blusstof van een eventuele brand.	Ja
Toezicht	Niet ingevuld		De eigenschap toezicht beïnvloedt de reactietijd bij een uitstroming. Er moet gekozen worden uit een van de opties: <u>Toezicht&back-up</u> , <u>Gegarandeerd</u> , <u>Beperkt</u> , <u>Geen</u> .	Ja
Stoffen				
Lijst met stoffen die bij de afvlunit worden verwerkt				
Eigen-schap	Waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Stof	Niet ingevuld		Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Doorzet per jaar	Niet ingevuld	ton	Totale hoeveelheid van de betreffende stof die wordt afgevuld.	Ja
Embal-lage	Niet ingevuld		Verpakking. Keuze uit <u>Zakken</u> , <u>Vaten</u> , <u>Bigbags</u> , <u>IBC</u> en <u>Tanktainers</u> .	Ja

Tabel 7-23. Eigenschappen van een Afvulunit

7.5.3. Risico-Units

De installatie kan worden toegekend aan de Risico-unit Productie

7.5.4. Scenario's

Er worden drie scenario's onderscheiden: Falen van verpakking, Overvullen en Foutief aansluiten.

Bij het falen van de verpakking wordt een instantane uitstroming beschouwd van de eenheid. De bronsterkte is gelijk aan de volledige inhoud van een verpakkingseenheid. De volgende verpakkingseenheden zijn mogelijk: Zakken, Vaten, Bigbags, IBC en Tanktainers. De uitgestroomde hoeveelheden zijn in tabel 24 weergegeven.

Aggregatie toestand	Verpakkingseenheid	Hoeveelheid
Vloeistof	Vat IBC Tantainers	0.22 m ³ 1.0 m ³ 20 m ³
Vaste stof	Zak Bigbag	60 kg 1000 kg

Tabel 7-24. Bronsterkte falen verpakkingseenheid

De uitstroomtijd is generiek en bedraagt 10 seconden.

De frequentie is evenredig met het aantal afge vulde eenheden. De frequenties zijn gegeven in tabel 25. De faalfrequenties zijn overgenomen uit [1].

Scenario	Standaard frequentie [per eenheid]
Instantaan falen verpakking	1.00 x 10 ⁻⁶

Tabel 7-25. Frequentie Falen verpakking

De scenario's Overvullen en Foutief aansluiten verschillen weinig. Bij beide scenario's wordt aangenomen dat de bronsterkte gelijk is aan het volledige debiet. Het debiet wordt afgeleid van de diameter van de vulopening,

onder de aanname van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s (zie ook bijlage 2). De uitstroomtijd is afhankelijk van de eigenschap toezicht. De relatie tussen de uitstroomtijd en de eigenschap toezicht is in tabel 26 gegeven.

Toezicht	Uitstroomtijd [s]
Toezicht + back-up	5
Gegarandeerd	10
Beperkt	30
Geen toezicht	60

Tabel 7-26. Uitstroomtijden als functie van toezicht.

De frequentie is evenredig met de afgevlude hoeveelheid eenheden. In tabel 27 worden de standaard frequenties voor beide scenario's gegeven.

Scenario	Standaard frequentie [per eenheid]
Incorrect aansluiten	2.00×10^{-4}
Overvullen	1.60×10^{-6}

Tabel 7-27. Faalfrequenties afvul-installatie

De frequentie is eveneens afhankelijk van wijze waarop de afvul unit wordt bediend. De eigenschap Controle kent de volgende opties: Volledig automatisch, Automatische niveau controle, Volledig handbediend. In tabel 28 is een correctiefactor op de frequentie gegeven voor de drie opties bij controle.

Controle	Correctiefactor
Volledig Automatisch	0.005
Automatische niveau controle	0.01
Volledig Handbediend	0.05

Tabel 7-28. Correctiefactoren voor de controle

De afstromingen worden doorgegeven aan de unit Productie.

8. Opvangunits, ook Doorstroomunits genoemd

8.1. Standaard put

8.1.1. Algemene beschrijving

Een standaard put is een opvangcapaciteit voor lozingen. Als de put een of twee afvoeren heeft, stroomt de lozing onder de zwaartekracht verder. Voorbeelden van een standaard put zijn calamiteitenbassins, opvangputten, maar ook gaten of kuilen in het bedrijfsterrein waar eventuele lozingen in blijven liggen.

8.1.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Put		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit van de unit. Dit is de totale opvangcapaciteit minus de hoeveelheid die normaliter aanwezig is	Ja
Bufferend volume	Niet ingevuld	m ³	Het netto volume (met aftrek van eventuele voorbelasting) dat beschikbaar is voordat het vloeistofniveau de bufferafsluiter bereikt. Bufferend volume moet kleiner zijn dan het bergend volume.	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja

Eigenschap	Standaard waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Afsluiter (bufferen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja

Tabel 8-1. Eigenschappen van een standaard put

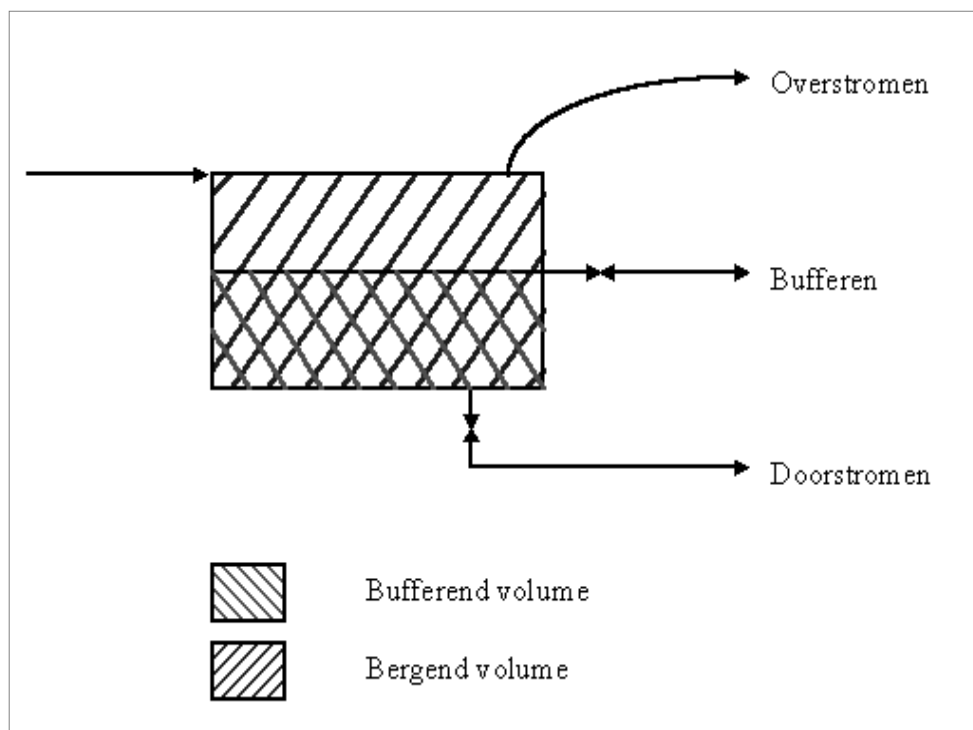
8.1.3. Connectors

De Standaard Put heeft een inkomende connector en drie uitgaande connectors. De betekenis van de uitgaande connectors is identiek aan die van een Bulkopslag:

De bovenste (rode) connector betreft de overstroomconnector. De overstroomconnector wordt niet voorafgegaan door een afsluiter. Als de opvang overstroomt worden lozingen doorgegeven via deze connector. De middelste connector betreft de bufferconnector. De bufferconnector wordt voorafgegaan door een afsluiter. De kans op uitstroming via de bufferconnector wordt beïnvloed door het gekozen type afsluiter. De kans varieert van 0 (Gekozen afsluiter type: Geen afvoer) tot 1 (Gekozen afsluiter type: Afvoer zonder afsluiter). In het eerste geval treedt geen uitstroming op. Een voorbeeld van een buffersysteem is een blus/koelwater afvoer in een tankput.

De onderste connector betreft de doorstroomconnector. De doorstroomconnector wordt voorafgegaan door een afsluiter. De kans op uitstroming wordt beïnvloed door het gekozen type afsluiter. De kans varieert van 0 (Gekozen afsluiter type: Geen afvoer) tot 1 (Gekozen afsluiter type: Afvoer zonder afsluiter). In het eerste geval treedt geen uitstroming op. In het laatste geval zal elke uitstroming in de opvangcapaciteit via deze connector door worden gegeven aan het volgende object. Een voorbeeld van een doorstroomsysteem is de hemelwaterafvoer in een tankput.

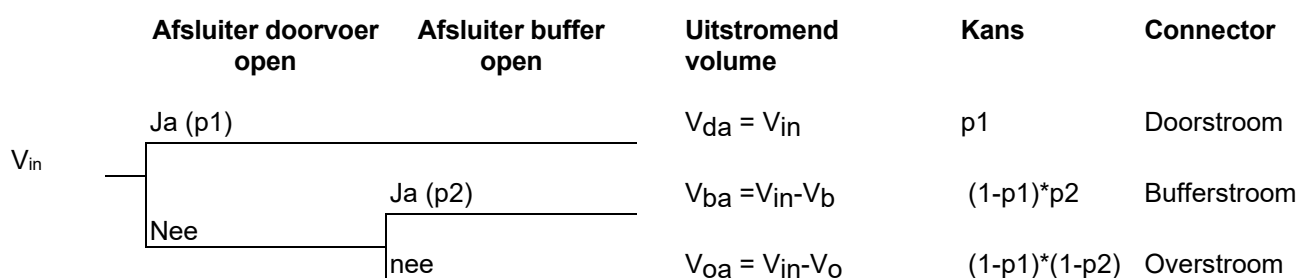
In figuur 1 toont een schematische weergave van een standaard opvangcapaciteit.



Figuur 8-1. Standaard opvangcapaciteit.

8.1.4. Model

Als de doorstroomafsluiter openstaat stromen alle lozingen die binnenkomen ongewijzigd door naar de doorstroomconnector. De kans dat deze afsluiter openstaat (p_1) is afhankelijk van de geselecteerde optie bij de afsluiter (doorstromen). Als de doorstroomafsluiter dicht is (de kans hierop is gelijk aan $(1-p_1)$) zal, bij een open bufferafsluiter (kans = p_2) de fractie van de lozing die groter is dan het bufferend volume via de bufferconnector afstromen. Als ook deze afsluiter dicht is (kans = $(1-p_1)*(1-p_2)$) zal de fractie van de lozing die groter is dan het bergend volume via de overstroomconnector afstromen. Dit kan met een eenvoudige gebeurtenissenboom worden weergegeven.



Met

- V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
- V_{da} : Volume van de lozing via de Doorstroomconnector;
- V_{ba} : Volume van de lozing via de Bufferstroomconnector;
- V_{oa} : Volume van de lozing via de Overstroomconnector;
- V_b : Bufferend volume;
- V_o : Bergend volume;
- p_1 : Kans op geopende Doorstroomafsluiter;
- p_2 : Kans op geopende Bufferstroomafsluiter;

De kansen p_1 en p_2 zijn afhankelijk van de gekozen afsluiter.

Afsluiter	Kans afsluiter is geopend
Geen afvoer	0
Handafsluiter gesloten	0.1
Handafsluiter open	0.9
Automatische afsluiter	0.01
Afvoer altijd open	1

Tabel 8-2. Kans op geopende afsluiter, afhankelijk van type afsluiter.

8.2. Riool

8.2.1. Algemene beschrijving

Een riool is een opvangcapaciteit. In Proteus heeft het Riool dezelfde functionaliteit als van de standaard put.

8.2.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Riool		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit van de unit. Dit is de totale opvangcapaciteit minus de hoeveelheid die normaliter aanwezig is	Ja
Bufferend volume	Niet ingevuld	m ³	Het netto volume (met aftrek van eventuele voorbelasting) dat beschikbaar is voordat het vloeistofniveau de bufferafsluiter bereikt. Bufferend volume moet kleiner zijn dan het bergend volume.	Ja
Afsluiter (doorstromen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Afsluiter (bufferen)	Niet ingevuld		Het type afsluiter moet hier worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een andere waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> , <u>Handbediend(gesloten)</u> , <u>Handbediend (open)</u> , <u>Automatisch</u> , <u>Afvoer zonder afsluiter</u> .	Ja

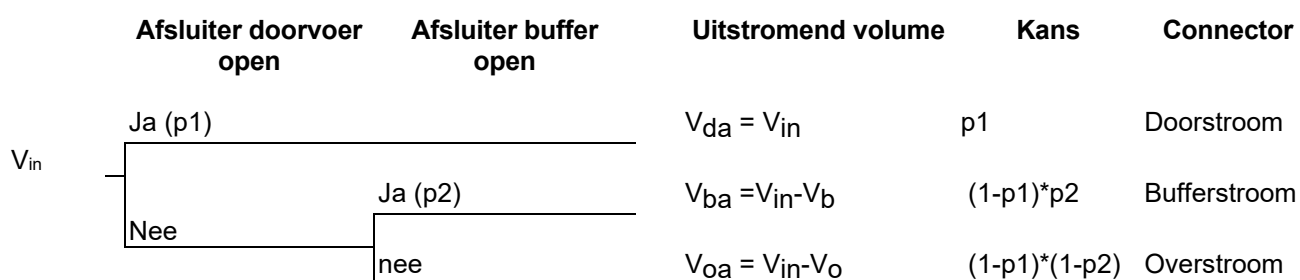
Tabel 8-3. Eigenschappen Riool.

8.2.3. Connectors

Het Riool heeft een inkomende connector en drie uitgaande connectors. De betekenis van de uitgaande connectors is identiek aan die van een Standaard Put (§8.1)

8.2.4. Model

Als de doorstroomafsluiter openstaat stromen alle lozingen die binnenkomen ongewijzigd door naar de doorstroomconnector. De kans dat deze afsluiter openstaat (p_1) is afhankelijk van de geselecteerde optie bij de afsluiter (doorstromen). Als de doorstroomafsluiter dicht is (de kans hierop is gelijk aan $(1-p_1)$) zal de fractie van de lozing die groter is dan het bergend volume via de overstroomconnector afstromen. Dit kan met een eenvoudige gebeurtenissenboom worden weergegeven.



Met

- V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
- V_{da} : Volume van de lozing via de doorstroomconnector;
- V_{ba} : Volume van de lozing via de Bufferstroomconnector;
- V_{oa} : Volume van de lozing via de Overstroomconnector;

- V_b : Bufferend volume;
 V_o : Bergend volume;
 p_1 : Kans op geopende doorstroomafsluiter;
 p_2 : Kans op geopende bufferstroomafsluiter;

De kansen p_1 en p_2 zijn afhankelijk van de gekozen afsluiter.

Afsluiter	Kans afsluiter is geopend
Geen afvoer	0
Handafsluiter gesloten	0.1
Handafsluiter open	0.9
Automatische afsluiter	0.01
Afvoer altijd open	1

Tabel 8-4. Kans op geopende afsluiter, afhankelijk van type afsluiter.

8.3. Pompput

8.3.1. Algemene beschrijving



Een pompput is een variant op de standaard put. De afvoer vindt plaats middels een pomp. Als de pomp faalt en de lozing op de put is groter dan het bergend volume, zal de put overstromen.

8.3.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	PompPut		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De ingevulde naam moet uniek zijn binnen de installaties van de unit.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	De netto opvangcapaciteit. Dit is de totale opvangcapaciteit minus de hoeveelheid die normaliter aanwezig is	Ja
Volume activeren pomp	Niet ingevuld	m ³	Volume waarbij de pomp geactiveerd wordt.	Ja
Capaciteit pomp(1/s)	Niet ingevuld	m ³ /s	Capaciteit van de pomp	Ja
Pomptype	Niet ingevuld		Hier moet de bedieningswijze van de pomp worden geselecteerd. De gebruiker is verplicht een waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Geen afvoer</u> ; <u>Handbediend(bij put)</u> ; <u>Handbediend (op afstand)</u> ; <u>Automatisch(enkelvoudige niveaucontrole)</u> ; <u>Automatisch(dubbele niveaucontrole)</u> ; <u>Altijd afvoer</u> .	Ja

Tabel 8-5 Eigenschappen Pompput

8.3.3. Connectors

De Pomput heeft een inkomende connector en twee uitgaande connectors. De betekenis van de uitgaande connector overstromen is identiek aan die van een Bulkopslag. Als de opvang overstromt worden lozingen doorgegeven via deze connector.

De onderste connector betreft de doorstroomconnector. De doorstroomconnector wordt voorafgegaan door een pomp. De kans op uitstroming wordt beïnvloed door het gekozen type pomp. De kans varieert van 0.1 (Gekozen

afsluitertype: Geen afvoer) tot 1 (Altijd afvoer). In het laatste geval zal elke uitstroming in de opvangcapaciteit via deze connector door worden gegeven aan het volgende object.

8.3.4. Model

We onderscheiden in de pompput twee situaties en drie stromen:

- A. Pomp faalt:
 - 1. Overstromen
- B. Pomp operationeel
 - 1. Overstromen
 - 2. Doorstromen door pomp

In situatie **A. Pomp faalt** is één stroom mogelijk:

1. Overstromen: er wordt een deel van de lozing opgevangen in de pompput. Het restant, als de pompput niet de gehele lozing op kan vangen, stroomt via de overstroomconnector door naar de volgende unit.

$$V_{oa} = QMFT_{in} \cdot V - V_o$$

Met

- V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
- V_{oa} : Volume van de lozing via de Overstroomconnector;
- V_o : Bergend volume;

De faalfrequentie van de pomp is afhankelijk van het geselecteerde pomptype. Proteus gebruikt de kans p_1 dat de pomp aan staat, dus $P_{falen_pomp} = (1 - P_1)$, zie tabel 8-6

In situatie **B. Pomp operationeel** zijn er twee stromingen mogelijk:

2. Overstromen: Tijdens de lozingsduur zal de pomp een deel van de lozing wegpompen. Na de lozingsduur zal de pomp het bergend volume leegpompen. Immers, gedurende de lozingsperiode wordt de pompput gevuld door de lozing. Het restant van de lozing wordt via de overstroomconnector doorgegeven aan de volgende unit.

$$V_{oa} = QMFT_{in} \cdot V - V_{pomp} - V_o$$

Met

V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
 V_{pump} : Volume van de lozing via de pomp gedurende de lozingsperiode;
 V_{oa} : Volume van de lozing via de Overstroomconnector;
 V_o : Bergend volume;

De tijdsduur van de stroom door de overstroomconnector is gelijk aan:

$$T = QMFT_{IN.T} - T_{vullen_bergend_volume}$$

Met:

$$T_{vullen_bergend_volume} = \text{BergendVolume} / QMFT_{IN.Q}$$

De faalfrequentie is ook hier afhankelijk van het geselecteerde pomptype.

3. Doorstromen door de pomp: zoals al bij 2. Genoemd is het volume gelijk aan:

$$V_{da} = V_{pump} - V_o$$

Met

V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
 V_{da} : Volume van de lozing via de Doorstroomconnector;
 V_{pump} : Volume van de lozing via de pomp;
 V_o : Bergend volume;

De tijdsduur van de stroom door de doorstroomconnector is gelijk aan:

$$T = V_{da} / \text{Pompcapaciteit}$$

De kans p1 is afhankelijk van de gekozen afsluiter.

Afsluiter	Kans pomp aan
Handbediend (bij put)	0.5
Handbediend (op afstand)	0.7
Automatisch (enkelvoudige niveaucontrole)	0.9
Automatisch (dubbele niveaucontrole)	0.95
Automatisch (pomp uit)	0

Tabel 8-6 Kans op geopende afsluiter, afhankelijk van type afsluiter.

8.4. Skimmer

8.4.1. Algemene beschrijving



Een skimmer is een installatie die gebruikt wordt voor het scheiden van twee niet mengbare vloeistoffen met verschillende dichtheden. Veelal een waterlaag en een laag met koolwaterstoffen.

8.4.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Skimmer		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Bergend volume	Niet ingevuld	m ³	Hoeveelheid wat achterblijft in de skimmer.	Ja
Afvoerwijze drijfslag	Automatisch		Geeft aan op welke wijze de drijfslag wordt afgevoerd: <u>Automatisch</u> of <u>Handmatig</u> .	Ja
Afvoerdebiet drijfslag	Niet ingevuld	m ³ /s	Het normale afvoerdebiet van de drijfslag.	Ja

8.4.3. Connectors

De Skimmer heeft een inkomende connector en een uitgaande connector. De skimmer scheidt een lichte van een zwaardere stroom. De lichte stroom wordt als contaminant beschouwd. De andere stroom betreft de hoofdstroom. De hoofdstroom is verbonden met de uitgaande connector.

8.4.4. Model

De hoofdstroom raakt gecontamineerd met een bepaald volume als de lozing groter is dan de capaciteit plus het afvoerdebiet:

$$V_{con} = V_{loz} - V_{skim} - Q_{skim} \cdot t_{loz}$$

Als $V_{con} > 0$

$$t_{con} = t_{loz} \cdot \left(1 - \frac{V_{skim}}{V_{loz}} \right)$$

Met

- V_{con} : Volume contaminant in effluent (m^3);
- t_{con} : Tijdsduur van het contamineren van het effluent (s);
- V_{loz} : Volume lozing (m^3);
- V_{skim} : Capaciteit skimmer (m^3);
- Q_{skim} : Afvoerdebiet skimmer (m^3/s);
- t_{loz} : Tijdsduur lozing (s);

Er treedt alleen contaminatie op van het effluent als $V_{con} > 0$

8.5. BWZI

8.5.1. Algemene beschrijving



De BWZI (Bedrijfswaterzuiveringsinrichting) is een zuiveringsinrichting op het bedrijfsterrein. Er worden verschillende typen onderscheiden. Dit onderscheid wordt gemaakt zowel op basis van het toegepaste zuiveringsproces als op de toegepaste techniek om het betreffende zuiveringsproces te realiseren. Daarnaast is onderscheid te maken op basis van de capaciteit van een BWZI. Indien het bedrijf stoffen loost op de BWZI kan dit tot gevolg hebben dat de werking van deze BWZI geheel of gedeeltelijk ontregeld raakt, waardoor er ongezuiverd of minder goed gezuiverd effluent wordt geloosd.

Een BWZI wordt geacht te falen als er nitrificatie remming optreedt, als de BWZI gedurende langere tijd wordt overbelast of als het aanwezige actief slib wordt beïnvloed. Om dit vast te stellen worden de uitstromingen op de BWZI geëvalueerd waarbij de TZV en IC50 bacterie van de geloosde stoffen worden gebruikt. Als de BWZI faalt wordt verondersteld dat het influent ongezuiverd wordt doorgegeven naar het volgende systeem. Dit kan een watersysteem zijn, bijvoorbeeld een rivier, kanaal of een RWZI.



Indien er geen waarde voor IC50 is ingevuld gaat Proteus ervan uit dat de IC50 niet relevant is. De gebruiker dient in acht te nemen dat producenten van chemicaliën vaak de IC50 niet opgeven in data sheets ondanks het feit dat deze wel significant is. Het is aan de gebruiker om de IC50 te achterhalen. Ondanks het feit dat er geen directe relatie is met de LC50 zou de LC50-waarde gebruikt kunnen worden als eerste benadering van de IC50-waarde.

Er worden twee typen BWZI onderscheiden. De typen verschillen in de specifieke gevoeligheid van de nitrificatiestap en de mate waarin de BWZI kan worden overbelast.

Type	Nitrificeert	Belasting
B1 Laag belaste actief-slib inrichting	vergaand	0,05 kg TZV/kg ds etmaal
B2 Hoog belaste actief-slib inrichting	gedeeltelijk	0,15 kg TZV/kg ds etmaal

Bij de bepaling van de effecten op een BWZI de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij een lozing wordt verondersteld dat de totale vracht van de lozing gedurende een periode van 8 uur (tijdsduur waarop de gemiddelde dagafvoer van een BWZI wordt betrokken) op de zuivering aankomt.
- Het volume van de incidentele lozing wordt buiten beschouwing gelaten.
- Er is sprake van falen als de daggemiddelde lozing leidt tot overschrijding van de aanwezige capaciteit.

Let op! De normale belasting van de BWZI, uitgaande van een verblijftijd van 24 uur, is dermate laag, dat een derde van de inhoud in 8 uur uitstroomt.

De Laagbelaste actiefslib inrichting wordt als ideale menger beschouwd. Bij de hoogbelaste actiefslib inrichting kan worden gekozen uit een propstroom- of een ideale menger ontwerp. Propstroom BWZI's worden gekenmerkt door een geleidelijke afname van de influentconcentratie van het afvalwater. Bij volledig gemengde systemen zal direct na menging de concentratie in de BWZI zeer sterk worden afgevlakt.

8.5.2. BWZI in MSI grafiek

Ondanks het feit dat een BWZI geen eind-unit (oppervlaktewater) is wordt de BWZI toch geplot in de MSI-grafiek. Dit heeft verschillende redenen:

- In de meeste gevallen is de BWZI de laatste opvangunit voor het oppervlaktewater. Het is belangrijk om te weten in welke mate de BWZI bijdraagt als er lozingen in het risicovolle gebied zijn. Bij het falen van een BWZI bestaat de uitstroom uit ongezuiverde normale input naar de BWZI plus de geloosde stof. (Dit kan verwarrend zijn aangezien de uitstroom een hogere massa (kg) laat zien dan de specifieke stof die naar de BWZI is gestuurd. In het commentaarveld wordt aangegeven hoeveel van deze massa bestaat uit de geloosde stof)
- Het falen van een BWZI wordt gezien als een belangrijk mankement dat een prominente plaats moet krijgen in het beoordelingskader. Let wel dat alhoewel de BWZI geplot wordt in de MSI-grafiek er geen referentie voor is ontwikkeld. Het is gewoon de indicatie van het falen van een essentieel bedrijfs onderdeel.

8.5.3. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	BWZI		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Type zuivering	Niet ingevuld		De gebruiker is verplicht een waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Aeroob</u> ; <u>Hoogbelast</u> en <u>Laagbelast</u> . Bij beide zuiveringstype wordt een ideaal gemiddelde doorstroming aangenomen.	Ja
Volume	Niet ingevuld	m ³	(Indien er sprake is van een gemengde reactor moet hier het volume van het beluchtingbassin worden ingevuld)	Ja
Ontwerpbelasting	Niet ingevuld	kg/d	Ontwerpbelasting van de zuivering	Ja
Debiet	Niet ingevuld	m ³ /s	Debiet van het influent	Ja
Influent TZV	Niet ingevuld	g/l	Concentratie TZV in het influent	Ja

8.5.4. Connectors



De BWZI heeft een inkomende connector en een uitgaande connector. De BWZI zuivert het aangeboden afvalwater. Het effluent gaat via de uitgaande connector.

8.5.5. Model

	TYPE BWZI	DOORSTROMING
B1	Laag belast	Gemengd
B2	Hoog belast	Gemengd

Tabel 8-7 Onderscheiden typen bedrijfswaterzuiveringen

Proteus onderscheidt manieren waarop een BWZI kan falen:

1. Beoordeling op basis van Nitrificatie remming
2. Beoordeling op basis van overbelasting
3. Beoordeling op basis van beïnvloeding actief slib

Beoordeling op basis van Nitrificatie remming

Concentratie berekening:

$$C_{\max} = \frac{M}{V_{\text{bel}}}$$

Met M : Lozing (kg) (Lozing geïndexeerd op t_{ref})
 V_{bel} : volume van het beluchtingbassin (m^3)
 T_{ref} : Referentietijd, 8 uur (s)

Er is sprake van verstoring van elk type BWZI wanneer

$$C_{\max} > C_{\text{kritisch}}$$

Voor C_{kritisch} wordt de IC50 waarde van de stof gehanteerd. Deze waarde geeft aan bij welke concentratie van de stof in een BWZI de nitrificatie met 50% wordt geremd.

Beoordeling op basis van overbelasting

Het bepalen van het falen door een organische piekbelasting is terug te brengen tot de vraag hoelang de verschillende BWZI-typen onder anaërobe condities kunnen draaien alvorens schade optreedt. Als $t_{\text{loz}} < t_{\text{ref}}$ dan wordt de TZV-vracht van de lozing over de referentietijd berekend met

$$Z_{\text{loz}} = M \cdot BZV_{\text{stof}}$$

Met

Z_{loz} : Extra zuurstofvraag als gevolg van lozing (kg);

M : Geloosde spil (kg);

TZV_{stof} : TZV van de geloosde stof (kg/kg);

De actuele TZV-vracht wordt berekend met:

$$Z_{act} = Q_{DWA} \cdot t_{ref} \cdot BZV_{in}$$

Met:

Z_{act} : Actuele zuurstofvraag van influent (kg);

Q_{DWA} : Droogweer aanvoer (m^3/s);

TZV_{in} : TZV van influent (kg/m^3),

T_{ref} : Referentietijd, 8 uur (s)

De totale vracht wordt berekend met

$$Z_{tot} = Z_{act} + Z_{loz}$$

Met Z_{tot} : Totale zuurstofvraag in het influent van BWZI (kg)

De overbelasting (belasting groter dan de ontwerpbelasting) wordt bij een lozingsduur twee keer zo lang als de referentietijd.

Het type BWZI dat meer gevoelig is voor organische overbelasting (B2) kan een overschrijding van de ontwerp-TZV-belasting van de BWZI met 50% (B2) gedurende 8 uur verwerken alvorens de zuivering faalt. Voor de minder gevoelige BWZI-typen (B1) is de toegestane overschrijding van ontwerp-TZV-belasting op 100% gesteld.

BWZI-Type	Schadecriteria
B1 Laag belast	$Z_{tot} > 2,00 \cdot OB_{ontw}$
B2 Hoog belast	$Z_{tot} > 1,50 \cdot OB_{ontw}$

Berekening resulterende stroom na falen BWZI

Als de BWZI faalt wordt de TZV-vracht van de calamiteuze stof en de TZV-vracht van het influent (geïndexeerd aan de reactietijd) aan het volgende systeem doorgegeven. Bij de berekening worden de volgende aannames gemaakt:

1. De BWZI is een ideale menger. Dit betekent dat de inhoud van de tank (influent eigenschappen) en de lozing direct gemengd zijn na de calamiteit

2. De lozingstijd (t_{loz}) van de geloosde stof is relatief klein ten opzichte van de verblijftijd in aeratietank (typisch 24 uur)
3. De reactietijd van de BWZI is 8 uur. Aangenomen wordt dat na het verstoren van de aeratietank de BWZI nog 8 uren doorgaat met lozen. Het lozingsdebiet is hierbij gelijk aan het influent-debiet van de BWZI.

De reactietijd is gesteld op 8 uur omdat wordt aangenomen dat in een continueproces het stilleggen van een BWZI meer voeten in de aarde heeft. Strikt genomen wordt hier een “worst case scenario” geportretteerd. De meeste bedrijven zullen met betrekking tot het falen van de BWZI een aantal LOD's (Lines of defence) gereed te hebben.

In het effluent wordt een stofmengsel gedefinieerd met een samenstelling:

- a. Stof in de beluchtingstank
- b. Geloosde stof

De TZV-waarde van de stof in de beluchtingstank kan gesteld worden op:

$$BZV_{bel} = \frac{BZV_{in}}{\rho_{water}}$$

Met:

TZV_{bel} : TZV van de stof in de beluchtingstank (kg/kg);

TZV_{in} : TZV van influent (kg/m³),

ρ_{water} : Dichtheid influent, aanname gelijk aan water (1000 kg/m³);

De fractie van de geloosde stof in het effluent is:

$$f_1 = \frac{M_{loz}}{M_{loz} + \left(\frac{V_{bel}}{V_{bel} + V_{loz}} \right) * V_{bel} * \rho_{water}}$$

Met f_1 : Fractie van geloosde stof in effluent(-);

V_{bel} : volume van het beluchtingbassin (m³)

M_{loz} : Massa van de geloosde stof (kg)

V_{loz} : Volume van de geloosde stof (m³)

ρ_{water} : Dichtheid influent (1000 kg/m³);

Er wordt aangenomen dat een BWZI. altijd een ideale menger is. Dit betekent dat t_{sys} wordt berekend met:

$$t_{sys} = \frac{V_{bel}}{\left(Q_{DWA} + \frac{V_{loz}}{t_{loz}} \right)}$$

De fysische eigenschappen van het effluent kunnen berekend worden met behulp van de massafractie van de geloosde stof in het effluent.

De TZV-waarde van het effluent bedraagt:

$$BZV_{eff} = f_1 * BZV_{loz} + (1 - f_1) * \frac{BZV_{in}}{\rho_{water}}$$

Met TZV_{eff} : TZV van de effluent stof (kg/kg)
 f₁ : Fractie van geloosde stof in effluent(-);
 TZV_{loz} : TZV van de geloosde stof (kg/kg);
 TZV_{in} : TZV van influent (kg/m³)

De LC50-waarde van het effluent bedraagt:

$$LC50_{eff} = LC50_{loz} * \frac{1}{f_1}$$

Met LC50_{eff} : LC50 van de effluent stof (kg/m³)
 f₁ : Fractie van geloosde stof in effluent(-);
 LC50_{loz} : LC50 van de geloosde stof (kg/m³);

De berekende massa en volume van het stofmengsel zijn:

$$M_{eff} = Q_{DWA} * T_{reac} * \rho_{water} + M_{loz}$$

$$V_{eff} = Q_{DWA} * T_{reac} + \frac{M_{loz}}{\rho_{water}}$$

Met M_{eff} : Massa van de effluent stof uit de BWZI (kg);
 V_{eff} : Volume van de effluent stof uit de BWZI (m³);
 Q_{DWA} : Droogwee aanvoer (m³/s);

T_{reac} : maximale reageertijd na calamiteit, 8 uur (sec);
 M_{loz} : Massa van de geloosde stof (kg)
 V_{loz} : Volume van de geloosde stof (m^3)
 ρ_{water} : Dichtheid influent (1000 kg/m^3);

Beoordeling op basis van beïnvloeding actief slib

Een BWZI faalt als gevolg van de lozing van “drijvers” en “zinkers”:

Indien de geloosde stof een “drijver” is

Wanneer een drijver op een BWZI wordt geloosd zal er geen resultante stof met stofeigenschappen berekend worden.

1. De aanname is dat de stof niet goed oplost en zodanig niet meedoet aan het verstoren van de BWZI op het gebied van nitrificatie remming of overbelasting.
2. De stof kan wel de werking van de BWZI verstoren, dus de RWZI/ BWZI laten falen, door de werking en eigenschappen (bezinkbaarheid) van het actief slib te beïnvloeden.
3. Bij het berekenen wanneer de BWZI faalt ten gevolge van deactivering/beïnvloeding bezinkeigenschappen van slib zijn de volgende aannames gemaakt:
 - De concentratie van actief-slib in de aeratieruimte is 4 g/l (4 kg/m^3);
 - Beïnvloeding van actief slib wordt uitgedrukt in kg drijfslaagvormende stof per kg actief-slib;
 - Indien een kwart (25%) van het actieve slib bestaat uit drijfslaagvormende stof, zal de BWZI zeker falen;
 - Als voorbeeld: Een BWZI van 3.000 m^3 zal 12.000 kg actief slib in de aeratietank hebben. Indien 25% van deze slibhoeveelheid bestaat uit drijfslaagvormende stof, 3.000 kg , zal de RWZI/ BWZI falen. Dit komt overeen met 3.000 kg drijfslaagvormende stof.
4. **De totale hoeveelheid van de drijfslaagvormende stof** zal door de BWZI gaan en op oppervlaktewater geloosd worden. Proteus zal aan de hand van deze hoeveelheid nogmaals de contaminatie met betrekking tot drijfslaagvormende stoffen berekenen.

Indien de geloosde stof een “zinker” is

1. Wanneer een “zinker” op een BWZI wordt geloosd zal er geen resultante stof met stofeigenschappen berekend worden.
2. De aanname is dat de stof niet goed oplost en zodanig niet meedoet aan het verstoren van de BWZI op het gebied van nitrificatieremming of overbelasting.
3. De stof kan wel de werking van de BWZI verstoren, dus de BWZI laten falen, door de werking van het actief slib te beïnvloeden. De zinker drukt actief-slib uit de installatie, waardoor de zuiveringscapaciteit snel daalt.
4. Bij het berekenen wanneer de BWZI faalt ten gevolge van deactivering van slib geldt precies hetzelfde als voor de “drijver”:
 - a. De concentratie van actief slib is 4 g slib/l (4 kg/m^3);
 - b. Beïnvloeding van actief slib wordt uitgedrukt in kg “zinker” per kg slib;
 - c. Indien een kwart (25%) van het actieve slib is vervangen door een stof die kan worden aangemerkt als zinker zal de BWZI falen;

- d. Als voorbeeld: Een BWZI met een tankinhoud van 3.000 m³ zal 12.000 kg actief slib hebben. Indien 25% van deze slibhoeveelheid bestaat uit een “zinker” 3.000 kg, zal de BWZI falen. Dit komt overeen met 3.000 kg “zinker”.
5. **Niet de totale hoeveelheid van de zinker** zal door de BWZI gaan en op oppervlaktewater geloosd worden. Aangenomen wordt dat een “zinker” een gedeelte van het actieve slib zal wegdrukken uit de bezinker. Met andere woorden de BWZI zal een hoeveelheid van de lozing van de “zinker” opslaan. De aanname is dat deze hoeveelheid gelijk is aan de inhoud van de BWZI.
6. De hoeveelheid zinker die op het watersysteem terecht komt is dus de totale lozing naar de BWZI gedurende de reactietijd minus het volume van de BWZI. Proteus zal aan de hand van deze hoeveelheid nog eens de contaminatie met betrekking tot zinkers berekenen.

Bijlage 7 geeft de stappen en aannames in een stroomschema weer.

8.6. P-Splitter

8.6.1. Algemene beschrijving



De P-splitter, een kans-splitter (de P staat voor “Probability”), is een object voor het vergroten van de flexibiliteit van het model. Bij Proteus kan een uitgaande connector met maximaal één inkomende connector worden verbonden. Een splitter maakt het mogelijk om twee vervolgsystemen te verbinden aan een connector. Bij de P-splitter wordt de kansverdeling door de gebruiker vastgesteld. De kans bestaat dat 100% van de stroom via de bovenste uitgaande connector gaat of dat 100% van de stroom via de onderste uitgaande connector gaat. Voor het modelleren van een volume/ massa verdeling, moet de gebruiker een Q-splitter gebruiken.

8.6.2. Eigenschappen

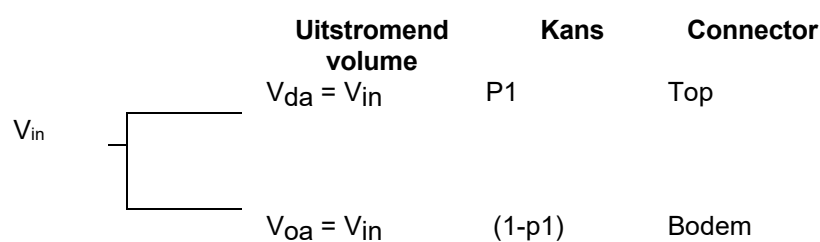
Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	PSplitter		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Nee
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Kans top	Niet ingevuld	--	De kans voor een lozing over de top connector	Ja

8.6.3. Connectors

Een P-Splitter heeft twee uitgaande connectors en een inkomende connector. De bovenste uitgaande connector betreft de top-connector, de onderste uitgaande connector wordt de bodem-connector genoemd.

8.6.4. Model

De gebruiker geeft de eigenschap Kans top een waarde $p1$. Dit betekent dat er een kans $p1$ is dat de volledige lozing het pad via de topconnector volgt. De kans dat de volledige lozing via de bodem-connector gaat bedraagt dan $1-p1$.



Met

- V_{in} : Volume van de inkomende lozing;
- V_{da} : Volume van de lozing via de top-connector;
- V_{oa} : Volume van de lozing via de bodem-connector;
- V_o : Bergend volume;
- $p1$: Kans top (eigenschap kan via de gegevensverkenner worden gewijzigd);

8.7. Q-Splitter

8.7.1. Algemene beschrijving



De Q-splitter, een hoeveelheids-splitter (de Q staat voor “Quantity”), is een object voor het vergroten van de flexibiliteit van het model. Bij Proteus kan een uitgaande connector met maximaal één inkomende connector worden verbonden. Een splitter maakt het mogelijk om twee vervolgsystemen te verbinden aan een connector. Bij de Q-splitter kan de gebruiker de verdeling van de volumestroom over beide uitgaande connectors opgeven. Voor het modelleren van een kansverdeling over de twee uitgaande connectors, moet de gebruiker een P-splitter gebruiken.

8.7.2. Eigenschappen

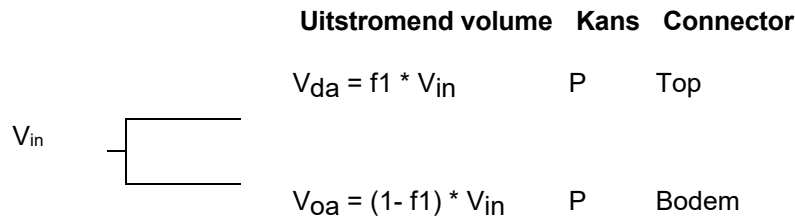
Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	QSplitter		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Nee
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Volume-fractie top	Niet ingevuld	--	Fractie van de inkomende stroom die via de top connector verder afstroomt.	Ja

8.7.3. Connectors

Een Q-Splitter heeft twee uitgaande connectors en een inkomende connector. De bovenste uitgaande connector betreft de top-connector, de onderste uitgaande connector wordt de bodem-connector genoemd.

8.7.4. Model

De gebruiker geeft de eigenschap Volumefractie top een waarde f1. Dit betekent dat een fractie f1 van de volledige lozing het pad via de top-connector volgt.



Met

- V_{in} : Volume van de inkomende lozing (m³);
- V_{da} : Volume van de lozing via de top-connector (m³);
- V_{oa} : Volume van de lozing via de bodem-connector (m³);
- V_o : Bergend volume (m³);
- P : Kans op Lozing (-)
- f1 : Volume fractie top (eigenschap kan via de gegevensverkenner worden gewijzigd);

Let OP: Bij het toepassen van een Q-splitter wordt iedere lozing gesplitst in twee *onafhankelijke* lozingen. Een grote lozing wordt gesplitst in twee kleinere lozingen. Dit impliceert een verdubbeling van de frequentie en een halvering van de lozingsomvang.

8.8. RWZI

8.8.1. Algemene beschrijving



De RWZI (Riool Water Zuiverings Inrichting) is een communale zuiveringsinrichting buiten het bedrijfsterrein. In Nederland bestaan circa 500 communale riolwaterzuiveringsinrichtingen, die tot taak hebben het afvalwater afkomstig van huishoudens en bedrijven te zuiveren. Binnen de RWZI's kunnen verschillende typen worden onderscheiden. Dit onderscheid kan worden gemaakt zowel op basis van het toegepaste zuiveringsproces als op de toegepaste techniek om het betreffende zuiveringsproces te realiseren. Daarnaast is onderscheid te maken op basis van de capaciteit van een RWZI. De gegevens van de RWZI zijn voor iedere inrichting beschikbaar en opvraagbaar bij de verantwoordelijke waterkwaliteitsbeheerder.

De verbinding tussen een bedrijf en de communale zuiveringsinrichting verloopt meestal via het normale riool. Indien het bedrijf stoffen loost op de RWZI kan dit tot gevolg hebben dat de werking van deze RWZI geheel of gedeeltelijk ontregeld raakt. Dit kan gebeuren door overbelasting, nitrificatie (bacterieremming) of slibbeïnvloeding. Hiertoe worden de uitstromingen op de RWZI geëvalueerd op de stoffeigenschappen TZV, toxiciteit en IC50 bacterie.

Deze versie van Proteus beschouwt de RWZI als een opvangunit. Een verontreiniging ontvangen door een RWZI wordt na beoordeling van het functioneren van de RWZI doorgegeven aan een opvolgend watersysteem.

Wanneer de RWZI faalt ten gevolge van overbelasting of inhibitie zal de influent gedurende een aantal dagen hersteltijd ongezuiverd geloosd worden.

Beluchttingsvolume RWZI

Bij de faalberekeningen van de RWZI wordt in Proteus 5.1.11 standaard de waarde 0.1*Ocap in ve. Ofwel 10% van de ontwerpbelasting gebruikt. Wanneer gewenst is een eigen waarde te gebruiken voor de beluchttingsvolume dan kan er gekozen dit naar eigen wens in te vullen middels de combobox selectie van beluchttingsvolume op "Eigen waarde" te zetten en het veld wat hierdoor verschijnt te voorzien van een eigen waarde.

8.8.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	RWZI		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Type zuivering	Niet ingevuld		De gebruiker is verplicht een waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Hoogbelast</u> en <u>Laagbelast</u>	Ja
Type doorstroming	Niet ingevuld		Als er een Hoogbelaste RWZI is geselecteerd, dan is verplicht een waarde te kiezen. De gebruiker kan kiezen tussen <u>Propstroom</u> en <u>Gemengde Batch</u>	Ja
BeluchttingsVolume	10% van ontwerpbelasting in v.e.	m ³	10% van ontwerpbelasting of de keuze om een eigen waarde in te vullen.	Ja
Eigenwaarde	1733.333	m ³	Wanneer eigen waarde als optie bij BeluchttingsVolume is gekozen zal deze waarde van toepassing worden.	Ja
Ontwerpbelasting	2600	kg/s	Ontwerpbelasting van de zuivering Als eenheid kan ook v.e. (150 gram TZV per dag) worden opgegeven als eenheid.	Ja
DWA	0.1	m ³ /s	Droogweeraanvoer van de zuivering (daggemiddelde waarde)	Ja

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Ver-plicht
Naam	RWZI		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Influent TZV	0.1	kg/m3	Concentratie TZV in het influent (daggemiddelde waarde)	Ja

8.8.3. Model

Binnen een RWZI vindt afbraak van organisch materiaal plaats. Daarnaast wordt in RWZI's stikstof verwijderd. Afhankelijk van de belasting treedt in RWZI's gedeeltelijke of vergaande nitrificatie op. Eventuele verwijdering van fosfaat wordt hier buiten beschouwing gelaten. Bij de RWZI worden overbelasting, afsterving van bacteriën of beïnvloeding van het actief slib door onopgeloste stoffen als representatieve effecten beschouwd. Bacterieremming wordt verondersteld, indien de concentratie van de geloosde stof in de RWZI hoger is dan de kritische concentratie die voor de betreffende stof geldt. Het kan dan gaan om een oplosbare stof die giftig is voor het actief slib of om een onoplosbare stof die de werking van het actief slib teniet doet. Met Organische overbelasting wordt verondersteld indien de TZV van de incidentele lozing opgeteld bij de actuele TZV van de RWZI de ontwerp-TZV-belasting van de RWZI met een bepaald percentage overschrijdt.

Er worden twee typen RWZI's in Proteus onderscheiden. De typen verschillen in de specifieke gevoeligheid van de nitrificatiestap en de mate waarin de RWZI kan worden overbelast.

Type	Nitrificeert	Belasting
B1 Laag belaste actief-slib inrichting	vergaand	0,05 kg TZV/kg ds etmaal
B2 Hoog belaste actief-slib inrichting	gedeeltelijk	0,15 kg TZV/kg ds etmaal

De trend in Nederland is duidelijk richting laag belaste actief-slibinrichtingen. Dit vanwege de stikstofeisen.

Bij de bepaling van de effecten op een RWZI zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij een lozing op de zuivering wordt verondersteld dat de totale vracht van de lozing in de in het scenario opgegeven lozingsduur op de RWZI aankomt.
- Er is sprake van falen als de lozing bij een daggemiddelde situatie leidt tot overschrijding van de aanwezige capaciteit.

Er worden twee typen reactoren beschouwd:

1. Plug flow reactor (PFR)

2. Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)

De laagbelaste actief-slib inrichting wordt als ideale menger beschouwd. Bij de hoogbelaste actief-slib inrichting kan worden gekozen uit een propstroom- of een ideale menger ontwerp. Propstroom RWZI's worden gekenmerkt door een geleidelijke afname van de influentconcentratie van het afvalwater. Bij volledig gemengde systemen zal direct na menging de concentratie in de RWZI zeer sterk worden afgevlakt. Door de genoemde uitgangspunten te betrekken op de verschillende typen RWZI's ontstaat onderstaande tabel:

	Type RWZI	Doorstroming
A1	Laag belast	Gemengd
A2	Hoog belast	Propstroom
A3	Hoog belast	Gemengd

Tabel 8-8 Uitgangspunten voor RWZI-types en doorstroming

8.8.4. Faalscenario's

Het falen van de RWZI kan worden veroorzaakt door een viertal mechanismen:

1. Overbelasting
2. Afsterving van bacteriën en/of remming van bacteriën
3. Beïnvloeding actief slib door slecht oplosbare drijvende stoffen
4. Beïnvloeding actief slib door slecht oplosbare zinkende stoffen

De beoordeling vindt plaats aan de hand van het "Beoordelingskader betreffende het restrisico van een onvoorziene lozing op een RWZI", 14 februari 2018 (Hoofdstuk 13.8 bijlage 8)

Beoordeling op basis van overbelasting

Overbelasting treedt op als er een omvangrijke lozing van opgeloste en goed afbreekbare stoffen op de RWZI plaatsvindt. Een eenvoudige benadering van dit mechanisme is dat er meer zuurstof voor de afbraak van de geloosde stof nodig is dan er in de RWZI beschikbaar is:

$$Z_{loz} = M_I \times TZV_{stof}$$

Z_{loz} : Extra zuurstofvraag als gevolg van de onvoorziene lozing (kg O₂)

M_I : Massa van de onvoorziene lozing (kg)

TZV_{stof} : Totale zuurstofbehoefte volledige afbraak geloosde stof (g O₂/g)

$$Z_{reg} = O_{cap} \times 0,15$$

Z_{reg} : Zuurstofvraag RWZI als gevolg van de reguliere lozing (kg O₂)

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (in v.e)

De O_{cap} is een invoergegeven bij de eigenschappen van de RWZI.

De totale vracht van lozing en invoer naar de RWZI wordt berekend met:

$$Z_{tot} = Z_{reg} + Z_{loz}$$

De RWZI zal niet onmiddellijk falen als gevolg van overbelasting. RWZI's hebben in vrijwel alle gevallen extra beluchtingscapaciteit boven de ontwerpcapaciteit. Daarom is de verwachting dat bij laagbelaste installatie de zuivering pas zal falen wanneer de ontwerpcapaciteit met een factor 2 wordt overschreden. Bij hoger belaste installaties kan deze tolerantie minder hoog liggen, daarom is daar een factor 1,5 aangehouden.

Tabel Faalcriteria versus belasting van de RWZI

Type	Slibbelasting [kg BZV/kg ds etmaal]	Faalcriteria:
Laag belast actief-slib	$\leq 0,05$	$Z_{tot} > 2,00 * Z_{reg}$
Hoog belast actief-slib	$> 0,15$	$Z_{tot} > 1,50 * Z_{reg}$

Resultante stroom uit de RWZI bij overbelasting

Bij overbelasting (zuurstofvraag) gaan de rekenregels er vanuit dat de resultante stroom bestaat uit de TZV-vracht van de lozing die doorgeleid wordt naar het oppervlaktewater, gecorrigeerd voor het gedeelte dat in de RWZI nog extra kan worden verwijderd. Voor laag belast en hoog belast actief-slib resulteert dat in het overzicht in de volgende tabel:

Tabel Resultante stroom versus belasting van de RWZI

Type	Slibbelasting [kg BZV/kg ds etmaal]	Resultante stroom
Laag belast actief-slib	$\leq 0,05$	$Z_{tot} = Z_{tot} - Z_{reg}$
Hoog belast actief-slib	$> 0,15$	$Z_{tot} = Z_{tot} - 0,5 * Z_{reg}$

Beoordeling op basis van bacterieremming

Maximale concentratie in een PFR:

$$C_{max} = \frac{M_l}{1,7 * Q_{dwa} * t_{ref}}$$

C_{max} : Maximale concentratie in beluchtingsruimte (g/l)
 M_l : Massa van de onvoorziene lozing (kg)
 Q_{DWA} : Droogweeraanvoer RWZI (m³/uur)
 T_{ref} : Referentietijd, 4 uur

Maximale concentratie in een CSTR:

$$C_{\max} = \frac{M_l}{V_{\text{bel}}}$$

$C_{\max}$	:	Maximale concentratie in beluchtingsruimte (g/l)
M_l	:	Massa van de onvoorziene lozing (kg)
V_{bel}	:	Volume van het beluchtingbassin (m ³)

Er is sprake van verstoring van elk type RWZI wanneer: $C_{\max} > C_{\text{kritisch}}$.

Voor C_{kritisch} wordt de inhibitieconcentratie van een stof aangehouden, de concentratie waarbij de remming 50% is (IC₅₀).

Indien de gebruiker geen IC₅₀ bacterie invult wordt deze als volgt geschat: $IC_{50} = 10 * LC_{50}$. Bij voorkeur wordt de LC₅₀-waarde voor bacteriën gebruikt.

Resultante stroom door falen van de RWZI bij afsterving van bacteriën

Tabel Hersteltijd RWZI in relatie tot capaciteit

Capaciteit RWZI (v.e.)	Hersteltijd (T_h) na falen door afsterving van bacteriën (dagen)
≤ 50.000	7
> 50.000	21

De resultante TZV-vracht na falen door inhibitie wordt als volgt vastgesteld:

$$Z_{\text{loz}} = T_h \times O_{\text{cap}} \times 0,15$$

Z_{loz} : Extra zuurstofvraag als gevolg van lozing (TZV van de meerdaagse lozing in kg O₂);

T_h : Tijd van de ongezuiverde lozing (7 of 21 dagen);

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (aantal v.e.)

Toxiciteit in het effluent terwijl de RWZI niet faalt

Bij het ontwikkelen van de rekenregels voor dit faalscenario is duidelijk geworden dat het ook theoretisch mogelijk is, dat – wanneer de RWZI niet faalt – en de toxische stof de zuivering ongehinderd passeert, deze alsnog een effect kan hebben in het ontvangende oppervlaktewater. Zo zou een moeilijk afbreekbare stof met een lage LC₅₀ voor vissen en/of algen, maar een hoge LC₅₀/IC₅₀ voor bacteriën ongehinderd en zonder verstoring van het zuiveringsproces kunnen worden doorgegeven aan het oppervlaktewater. Als voorbeeld zou een herbicide in gedachten kunnen worden genomen.

Om het effect van de toxische lozing te berekenen in Proteus wordt gemakshalve gerekend alsof de toxische lozing rechtstreeks (dus zonder passage via de RWZI) plaatsvindt

Beoordeling op basis van beïnvloeding actief slib - Drijver

De drijver, een stof die slecht oplost en lichter is dan water, kan de RWZI laten falen door de werking en eigenschappen (bezinkbaarheid) van het actief-slib te beïnvloeden.

Bij het berekenen wanneer de RWZI faalt ten gevolge van slibbeïnvloeding (drijver) zijn de volgende aannames gemaakt:

- De concentratie van actief-slib in de aeratieruimte is 4 g/l (4 kg/m³);
- Indien een tiende (10%) van het actief-slib bestaat uit drijfslagvormende stof, zal de RWZI zeker falen.

Berekening hoeveelheid actief-slib:

$$M_{\text{slib}} = 4 \times V_{\text{bel}}$$

Met:

M_{slib} : Massa actief-slib (kg)

V_{bel} : inhoud van de beluchtingstank (m³)

Wanneer de inhoud van de beluchtingstank niet bekend is, kan deze worden geschat:

$$V_{\text{bel}} = 0,10 \times O_{\text{cap}}$$

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (verontreinigingsequivalent, v.e.);

Er is sprake van verstoring van de RWZI (slibbeïnvloeding) wanneer:

$$M_{\text{loz}} > 0,10 \times M_{\text{slib}}$$

Resultante stroom als gevolg van slibbeïnvloeding door drijfslagen

Voor de berekeningen, effecten en aannames van de resultante stroom wordt verwezen naar “*Resultante stroom door falen van de RWZI bij afsterving van bacteriën*”. (Afhankelijk van de RWZI 7 of 21 dagen ongezuiverd lozen)

Beoordeling op basis van beïnvloeding actief slib - Zinker

Bij het berekenen wanneer de RWZI faalt ten gevolge van slibbeïnvloeding (zinker) zijn de volgende aannames gemaakt:

- De concentratie van actief-slib in de aeratieruimte is 4 g/l (4 kg/m³);
- Beïnvloeding van actief-slib wordt uitgedrukt in kg zinkende stof per kg actief-slib;
- Indien 10 % van het actief-slib bestaat uit een zinker, zal de RWZI falen. Dit percentage is na deskundigenoverleg, op grond van casuïstiek bepaald;

Berekening hoeveelheid actief-slib:

$$M_{\text{slib}} = 4 \times 0,10 \times O_{\text{cap}}$$

Met:

M_{slib} : Massa actief-slib (kg)

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (verontreinigingsequivalent, v.e);

Er is sprake van verstoring van de RWZI (slibbeïnvloeding) wanneer:

$$M_{\text{loz}} > 0,10 \times M_{\text{slib}}$$

Resultante stroom als gevolg van slibbeïnvloeding door een zinker

Er wordt verondersteld dat zinkers in de vorm van een emulsie (slib plus stof) in de nabezinktank blijven. Er vindt dus geen uitspoeling plaats.

Net als bij slibbeïnvloeding door drijfslagen wordt wel de RWZI verstoord. Dit zal leiden, afhankelijk van de grootte van de RWZI, tot een (gedeeltelijk) ongezuiverde lozing. Voor de berekeningen, effecten en aannames van de resultante stroom wordt verwezen "*Resultante TZV-vracht bij afsterving van bacteriën*".

Invloed toxische stoffen op doorstroom via de RWZI

In Hoofdstuk 10 bijlage 8 is via een stroomschema aangegeven wanneer Proteus bij de evaluatie van het functioneren ook de invloed van toxische stoffen meeneemt in de berekeningen.

9. Watersystemen

9.1. Algemene rekenregels

Relevantie van stoffen

Allereerst evalueert Proteus de content van de geloosde calamiteit op relevante stoffen. De bepaling van de relevante geachte effecten vindt plaats op basis van de stofgegevens:

1. Een aantal stoffen is aquatoxisch (LC50, EC50);
2. Een aantal stoffen kan zuurstofdepletie (TZV) veroorzaken;
3. Een aantal stoffen kan het falen van een BWZI of RWZI veroorzaken (IC50, TZV, oplosbaarheid).
4. Een aantal stoffen heeft alle drie van bovenstaande eigenschappen

Bij emissies van stoffen die aquatoxisch zijn of zuurstofdepletie veroorzaken wordt het grootste volume genomen dat resulteert uit de berekening van het gecontamineerde volume door een toxische vervuiling en het volume met significante zuurstofdepletie.

Oplosbaarheid van stoffen

Een aantal stoffen worden als slecht oplosbaar beschouwd. Dit zijn stoffen met een oplosbaarheid kleiner dan 100 mg/l. Voor deze stoffen wordt eerst het plasoppervlak berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen stoffen lichter dan water (drijvers) en stoffen zwaarder dan water (zinkers).

Stoffen lichter dan water veroorzaken een drijvende plas die resulteert in een gecontamineerde oeverlengte. Naast de oevercontaminatie kunnen deze stoffen ook nog leiden tot een volume contaminatie. Om dit te bepalen wordt de massastroom vanuit de plas naar het oppervlaktewater berekend.

Bij stoffen zwaarder dan water wordt het plasoppervlak berekend onder de aanname dat de plas op de bodem van het watersysteem een dikte van 10 cm heeft. Het oppervlak wordt berekend uit een evenwichtsvergelijking van het lozingsdebiet en de verdwijnterm oplossen. Vervolgens wordt de massastroom vanuit de plas naar het oppervlaktewater berekend.

Oeververvuiling

De effectparameter "oeververvuiling" wordt berekend onder de aanname dat de dikte van de plas 4 mm bedraagt. Het plasoppervlak wordt bepaald uit een evenwichtsvergelijking van lozingsdebiet en de verdwijnterm oplossen. Bij drijfvlagen wordt de verdwijnterm verdamping toegevoegd.

Effectconcentratie

In dit hoofdstuk wordt het begrip **effectconcentratie** gehanteerd. De effectconcentratie is gedefinieerd als de minimumwaarde van de LC50vis, EC50daphnia en IC50alg.

9.1.1. Berekening plasoppervlak

Er wordt aangenomen dat er sprake is van plasvorming als de geloosde stof slecht oplosbaar is. Een stof wordt als slecht oplosbaar beschouwd als de oplosbaarheid kleiner is dan 100 mg/l.

Het plasoppervlak wordt berekend met:

$$A_{plas} = \frac{V_l}{d}$$

Met

A_{plas} : oppervlak van de plas (m²);

V_l : volume van lozing (m³);

d : dikte van de plas (m)

Er wordt onderscheid gemaakt tussen zinkende en drijvende stoffen. Dit gebeurt op basis van de dichtheid. Als de dichtheid groter is dan 1000 kg/m³ is er sprake van een zinker, bij lagere dichtheden is er sprake van een drijver. Bij drijvers wordt een dikte van de plas aangenomen van 0.004 m. Bij zinkers wordt, door de grotere bodemoneffenheden, een plasdikte aangenomen van 0.1 m.

9.1.2. Berekening massastroom van de plas naar het oppervlaktewater

Bij moeilijk oplosbare stoffen wordt eerst plasvorming op de waterbodem dan wel op het wateroppervlak verondersteld. Vanuit deze plas wordt een virtuele bronterm gedefinieerd, waarbij de overdrachtscoëfficiënt wordt berekend conform de penetratietheorie.

De bronterm wordt:

$$M_{v,loz} = k \cdot A_{plas} \cdot C_{sat}$$

Met $M_{v,loz}$: virtuele bronterm(kg/s)

C_{sat} : verzadigingsconcentratie(kg/m³)

A : oppervlak(m²)

$$k = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot D}{t_e}}$$

Met t_e : contacttijd $\square 1$ sec
 D : diffusiecoëfficiënt $\square 1.10^{-9}$ m²/s
wordt k : 1.10^{-4} m/s

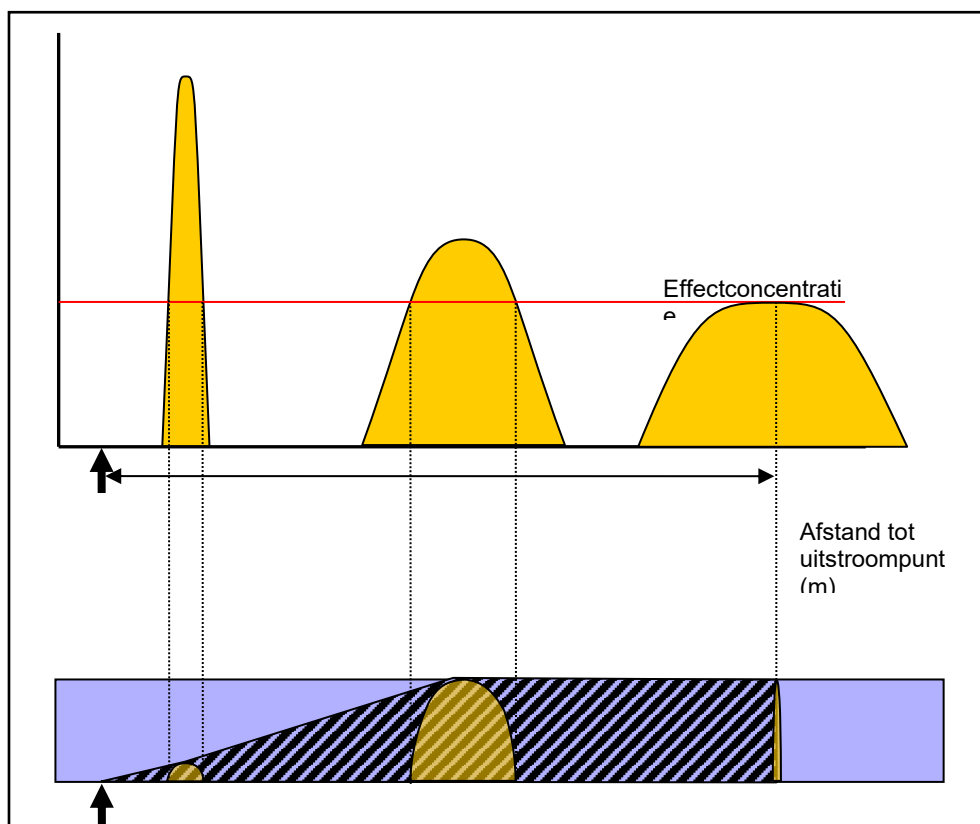
De virtuele lozingsduur wordt:

$$t_{v,loz} = \frac{M_{loz}}{M_{v,loz}}$$

Met
 $t_{v,loz}$: Virtuele lozingsduur (s);
 $M_{v,loz}$: Virtuele bronterm (kg/s);
 M_{loz} : Geloosde hoeveelheid (kg);

9.1.3. Berekening volumecontaminatie bij toxische lozingen

Bij de berekening van de effectparameter gecontamineerd watervolume wordt verondersteld dat bij stromende watersystemen het gecontamineerde ecosysteem plaatsgebonden is, dus niet met de stroom meebeweegt. Dit uitgangspunt heeft consequenties voor de berekening van het gecontamineerde volume. Het gecontamineerde volume is dus niet de maximale “wolkomvang” van de lozing, maar het totale volume van het oppervlaktewater waar de wolk gepasseerd is met een concentratie groter dan de effectconcentratie. In figuur 1 is de benadering schematisch weergegeven voor een goed oplosbare wolk.



Figuur 9-1. Schematische weergave van de bepaling van het gecontamineerd watervolume.

In het bovenste deel van figuur 1 is op drie verschillende tijdstippen de concentratie van de geloosde stof uitgezet tegen de afstand tot het lozingspunt. Het lozingspunt is aangegeven met een pijl. Tevens is hier de effectconcentratie weergegeven met de rode horizontale lijn. De meest linker situatie betreft de vorm van de wolk vlak na de emissie. De wolk heeft een scherpe piek vorm. De concentratie verloopt in het begin evenredig met het kwadraat van de afstand tot het uitstroompunt. De wolk wordt breder en zal op enige afstand de andere oever bereiken. In deze fase is het verloop van de concentratie met de afstand lineair. Na het bereiken van de andere oever (middelste situatie) wordt de concentratie homogeen over de breedte. De wolk dijt in de lengte richting van de vaarweg uit, totdat de maximale concentratie net onder de effectconcentratie ligt (rechter situatie). In het onderste deel van figuur 1 is de projectie van de wolk (concentratie groter dan de effectconcentratie) op de vaarweg getoond. Het gecontamineerde volume wordt berekend als product van het oppervlak van het gearceerde gebied en de diepte.

Bij de berekening van de effectparameter *gecontamineerd volume* wordt onderscheid gemaakt tussen:

1. emissies met een goed oplosbare stof;
2. emissies met een slecht oplosbare stof.

Emissies met een slecht oplosbare stof

Bij slecht oplosbare stoffen vindt plasvorming plaats. De plasvorming heeft invloed op de bronsterkte. Tevens wordt bij plasvorming aangenomen dat er volledige menging over de breedte en de diepte optreedt. De dispersie wordt bepaald met een dimensionale Gaussische verspreiding. (zie bijlage 6)

De eendimensionale vergelijking voor een instantane emissie is

$$C(x,t) = \frac{M_{loz}}{b \cdot d \cdot 2 \cdot \sqrt{\pi \cdot D_x \cdot t}} e^{\frac{-(x-ut)^2}{4 \cdot D_x \cdot t}}$$

Op het punt waarvoor $x = u \cdot t$ geldt, vervalt de rechter term van de vergelijking. Zodat voor de maximale afstand geldt:

$$x_{\max} = \left(\frac{M}{c_{\text{eff}} \cdot b \cdot d \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot D_x}{u}}} \right)^2$$

Met:

- $x_{\max}$: Maximale afstand tot concentratie c^* (m);
- c_{eff} : Effectconcentratie (kg/m^3);
- b : Breedte van het oppervlaktewater (m);
- d : Diepte van het oppervlaktewater (m);
- D_x : Longitudinale dispersie (m^2/s);

In het geval van plasvorming is de volumecontaminatie berekening als volgt:

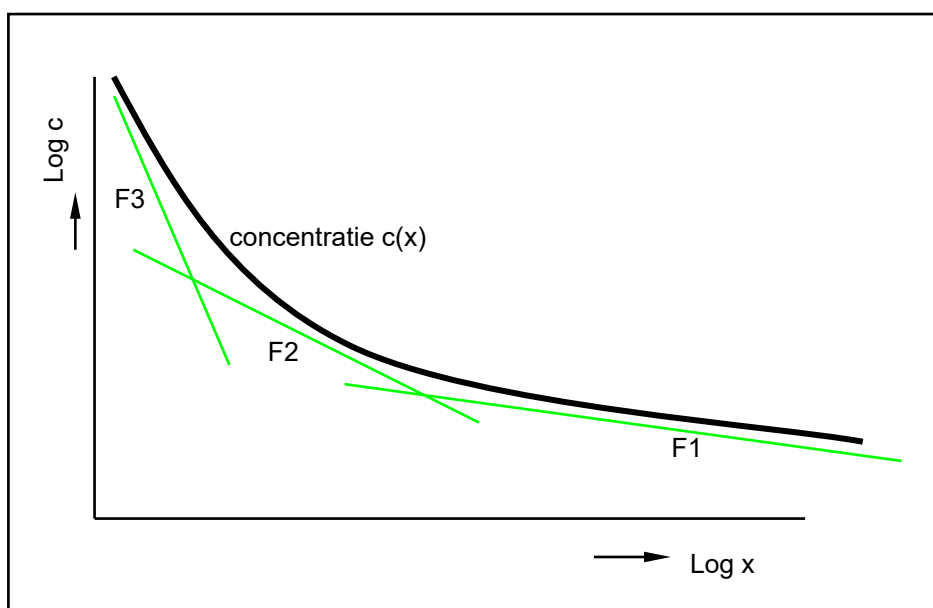
$$V_{\text{dynamisch}}: V_{\text{dyn}} = B \cdot D \cdot x \cdot \text{Re} \cdot s$$

$$V_{\text{statisch}}: V_{\text{stat}} = \frac{QMFT \ln M}{\text{tox} \cdot \sqrt{(0.25 \cdot \pi \cdot e^0)}}$$

Bij plasvorming is de Volumeverontreiniging Maximum(V_{dyn} , V_{stat})
Zie bijlage 6 voor details

Emissies met een goed oplosbare stof

Lozingen zonder plasvorming gedragen zich als puntlozingen. Hierbij speelt de verspreiding over de breedte een rol. In deze situaties worden de effecten berekend met een tweedimensionaal gaussisch verspreidingsmodel. Hierin wordt aangenomen dat de stof volledig mengt over de diepte. De verspreiding wordt berekend en vindt plaats in drie stappen. In de eerste stap wordt de afstand berekend van het uitstroompunt tot het punt waar de concentratie in het oppervlaktewater gelijk is aan de effectconcentratie. Deze afstand wordt gemodelleerd met een model dat gebaseerd is op de gaussische verdunningsvergelijkingen. In figuur 2 is deze benadering schematisch weergegeven. In de gaussische verdunningsvergelijking zijn drie regimes onderscheiden. Het regime waarin de concentratie afneemt met de wortel van de afstand, het regime waarin de concentratie lineair afneemt met de afstand en het regime waar de concentratie kwadratisch afneemt met de afstand.



Figuur 9-2. Schematische weergave voor de gaussische vereenvoudiging

Deze functies zijn respectievelijk:

$$C = \frac{M \cdot F_1}{\sqrt{x}}$$

$$C = \frac{M \cdot F_2}{x}$$

$$C = \frac{M \cdot F_3}{x^2}$$

Met C : Concentratie op afstand x van het lozingspunt (kg/m³);
M : Geloosde massa
F₁, F₂, F₃: Functies;
x : de afstand tot het lozingspunt (m)

De waarden F₁, F₂ en F₃ zijn voor een bepaald watersysteem constant en hangen af van de eigenschappen van het watersysteem als dispersie en stroomsnelheid.

Voor de functies gelden de volgende relaties:

F₁: relatie tussen concentratie en de 1/√x:

$$F_1 = \frac{1}{b \cdot d \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot D_x}{u}}}$$

Functie F₁ wordt toegepast voor afstanden groter dan $x = (F_2 / F_1)^2$. Op dit punt bedraagt de concentratie:

$$c^* = M \cdot F_1^2 / F_2;$$

Als effectconcentratie EC van de beschouwde stof kleiner is dan c*
Geldt:

$$x_{res} = \left(\frac{M \cdot F_1}{c_{eff}} \right)^2$$

Met x_{res}: Afstand tot het lozingspunt (m) waarbij de concentratie juist gelijk is aan de effectconcentratie;

F₂: relatie tussen concentratie en de 1/x:

$$F_2 = \frac{0.1 \cdot (0.4 + u^{0.85})}{b \cdot d \cdot \sqrt{D_x \cdot D_y}} \cdot \left(\sqrt{D_x \cdot D_y} + \frac{D_x \cdot D_y}{1000 \cdot (0.1 + u) + b} \right)$$

Functie F₂ wordt toegepast voor afstanden tussen $x = (F_2 / F_1)^2$ met een concentratie op het overgangspunt van

$$c = M \cdot F_1^2 / F_2;$$

en de afstand $x = F_3 / F_2$ met een concentratie op het overgangspunt van

$$c = M \cdot F_2^2 / F_3$$

Voor de afstand tot het uitstroompunt bij concentratie net gelijk aan de effectconcentratie geldt:

$$x_{res} = \frac{M \cdot F_2}{c_{eff}}$$

F_3 : relatie tussen concentratie en de $1/x^2$

$$F_3 = \frac{0.235}{d \cdot \sqrt{D_x \cdot D_y}}$$

De functie F_3 wordt toegepast voor afstanden kleiner dan $x = F_3 / F_2$ met een concentratie op het overgangspunt van

$$c = M \cdot F_2^2 / F_3$$

Met

b	: Breedte (m);
d	: Diepte (m);
Dx	: Dispersie X (m ² /s);
Dy	: Dispersie Y (m ² /s);
u	: Stroom (m/s);
M	: Lozing (kg)

Voor de afstand tot het uitstroompunt bij concentratie net gelijk aan de effectconcentratie (x_{res}) geldt:

$$x_{res} = \sqrt{\frac{M \cdot F_3}{c_{eff}}}$$

Hiermee wordt het volume van de verontreinigingswolk voor 2D:

$$\text{Als } x_{res} \leq \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^2 :$$

$$V_{wolk} = 0.5 * x_{res} * \frac{\left(\left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2 - x_{res}\right)}{\left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2} * B$$

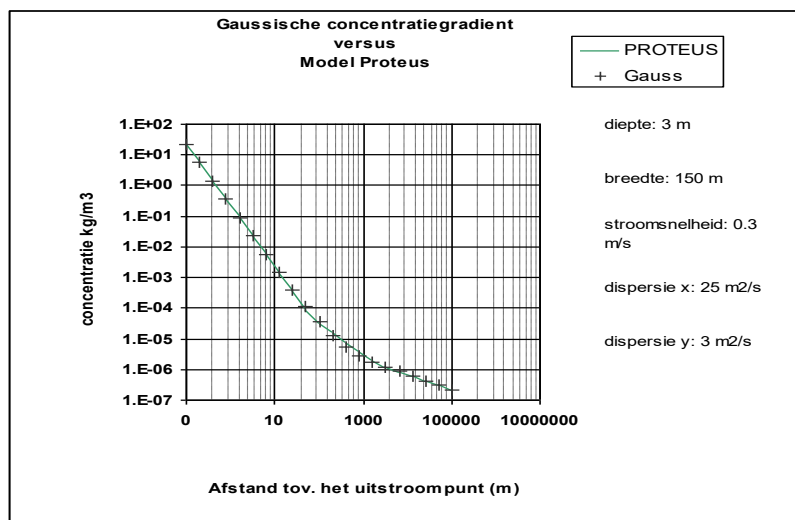
Als $x_{res} > \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2$:

$$V_{wolk} = B * (x_{res} - 0,5) * \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2$$

Met V_{wolk} : Volumecontaminatie (m3)

In bijlage 5 zijn de gedetailleerde afleidingen weergegeven.

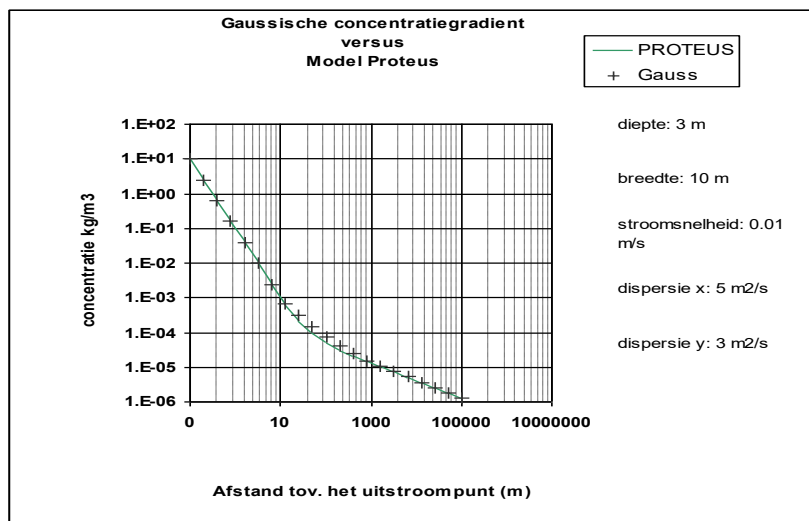
Het bovenstaande quasi-empirisch model is geverifieerd met een twee dimensionaal gaussisch model. De uitgangspunten en resultaten voor twee verschillende watersystemen zijn in case 1 tot 3 weergegeven Figuur 3 t/m 5.



Figuur 9-3 Case 1. Rivier

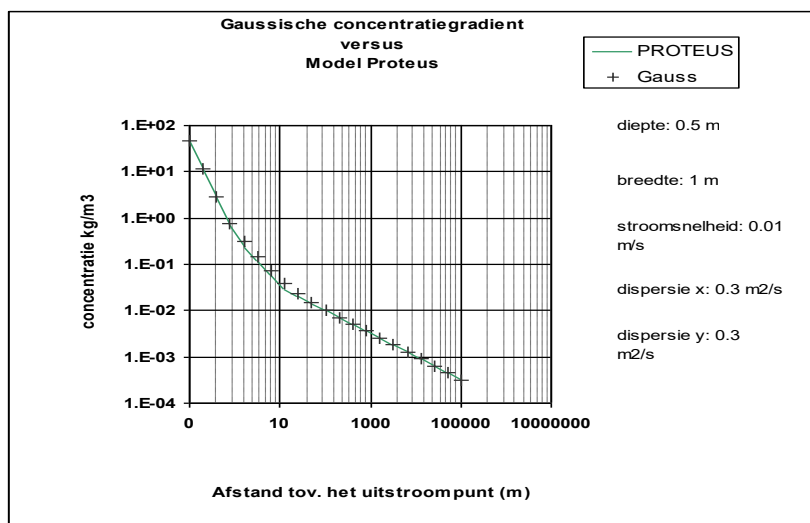
massa	1.0	Kg
diepte	3	m
breedte	150	m
dispersie x	25	m²/s
dispersie y	3	m²/s

massa	1.0	Kg
stroomsnelheid	0.3	m/s



Figuur 9-4. Case 2. Kanaal

massa	1.0	kg
diepte	3	m
breedte	10	m
dispersie x	5	m ² /s
dispersie y	3	m ² /s
stroomsnelheid	0.01	m/s

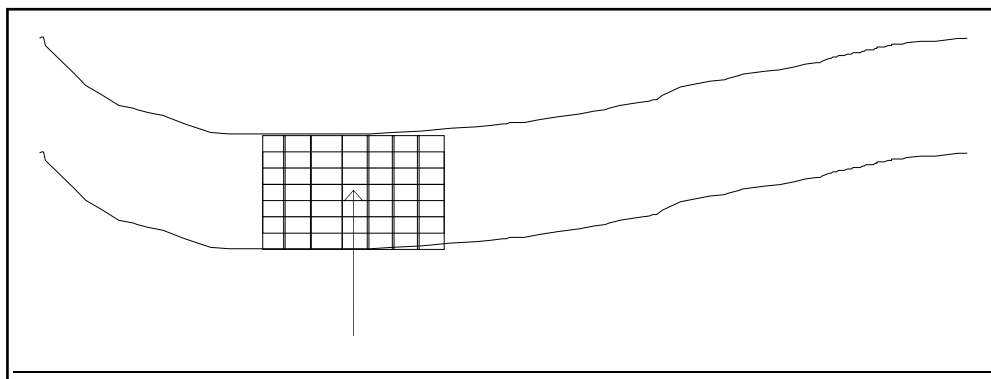


Figuur 9-5. Case 3 Klein stagnant oppervlaktewater

massa	1.00E+00
diepte	0.5
breedte	1.00E+00
dispersie x	3.00 x 10 ⁻¹
dispersie y	3.00 x 10 ⁻¹
stroomsnelheid	1.00 x 10 ⁻²

9.1.4. Berekening volumecontaminatie door zuurstofverbruik

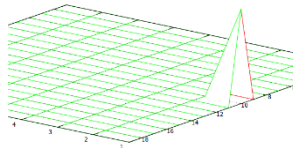
Het TZV model is gemodelleerd als een cascade van ideale mixers, die met de stroomsnelheid van het oppervlaktewater beweegt. Hierdoor wordt het advectioneel transport en het dispersief transport gescheiden.



Figuur 9-6. Definitie cascade model van een stromend oppervlaktewater

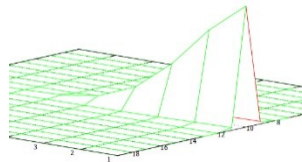
Het dispersieve transport wordt binnen de prop gesimuleerd. De initiële omvang van de prop is gerelateerd aan de hoeveelheid zuurstof in de prop en de hoeveelheid geloosde TZV.

Bij de initiële lozing treedt er een piek op, al dan niet gelokaliseerd in één enkele cel (afhankelijk van de lozingsduur en de stroomsnelheid wordt de lozing verdeeld over één of meerdere cellen langs de rand van de plug):

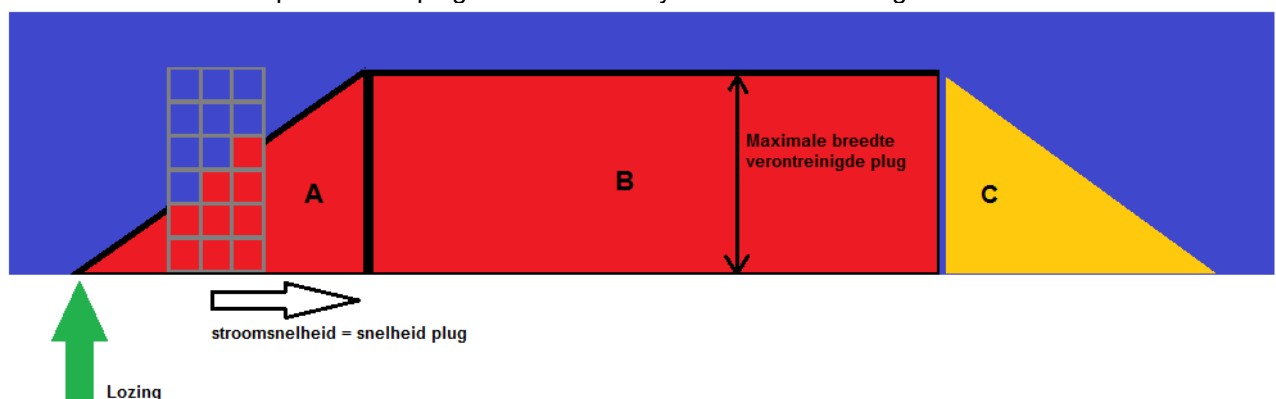


Het initiële volume van de cel wordt zo gekozen dat er minimaal in één cel in de plug de zuurstofgrens onder 3.5 mg/l zal komen. Gebaseerd op de afmetingen van de cel wordt de tijdstap van de simulatie gekozen.

Hierna zal ten gevolge van dispersie de lozing zich in X- en Y-richting verspreiden over de aanwezige cellen in de plug:



Het effect van het transport van de plug door het watersysteem wordt als volgt berekend:



1. Na de aanvang van de lozing wordt het bereiken van de maximale breedte van de verontreinigde plug geregistreerd. Dit is begrensd door de breedte van het watersysteem, maar kan bij brede systemen kleiner zijn dan die van het watersysteem.
2. Gedurende de tijd nodig om de maximale breedte te bereiken wordt de afstand ten gevolge van de beweging van de plug door het watersysteem met behulp van de stroomsnelheid berekend. Dit resulteert in een verontreinigd volume A. Een driehoekige vorm is het resultaat van dit volume, aangezien de dispersie in dwarsrichting als een lineaire vorm wordt beschouwd.
3. Daarna beweegt de verontreinigde plug met een vaste breedte door het watersysteem. Het moment waarop het aantal verontreinigde cellen in de plug afneemt wordt beschouwd als het eindpunt van de iteratie. Het verontreinigd volume in dit deel van de iteratie is volume B. Dit is een rechthoekig volume.
4. De verontreiniging ten gevolge van de beweging van de plug door het watersysteem na afname van het aantal cellen wordt niet meegenomen in het eindresultaat. Dit is volume C.
5. Het totaal verontreinigd volume ten gevolge van de beweging van de plug door het watersysteem is de som van volumes A en B.
6. Met name bij kleine lozingen kan de berekende volumecontaminatie de theoretische maximale volumecontaminatie op basis van massa en TZV overschrijden. Dit volume is daarom gemaximeerd op the theoretisch maximaal verontreinigd volume ten gevolge van TZV. Dit theoretisch maximale volume is gelijk aan:

$$M_{lozing} * TZV_{lozing} / \text{conc_O2_lc50}$$

$$\begin{aligned} M_{lozing} &= \text{massa lozing [kg]} \\ TZV_{lozing} &= \text{TZV lozing [kg.kg}^{-1}\text{]} \\ \text{concTheoretischMax} &= 20.0\text{E-3 kg.m}^{-3} \end{aligned}$$

De concTheoretischMax wordt verder uitgewerkt in Hoofdstuk 12.9 Bijlage 9: "Volumecontaminatie theoretische zuurstofverbruik".

Processen

Dispersie: dubbele massabalans voor zuurstof en TZV

$$\begin{aligned} kX &= 0.5 \frac{\text{dispersionX}}{L_{cel}^2} \Delta t \\ kY &= 0.5 \frac{\text{dispersionY}}{B_{cel}^2} \Delta t \end{aligned}$$

Met

Bcel: breedte cel;
Lcel: lengte cel;
dispersionX, dispersionY: dispersie in x- en y-richting
 Δt : tijdstap

Voor TZV geldt:

$$\begin{aligned} \text{TZV}[x,y,t+\Delta t] = & \text{TZV}[x,y,t] + \\ & K_x^*(\text{TZV}[x-1,y,t] - \text{TZV}[x,y,t]) + K_x^*(\text{TZV}[x+1,y,t] - \text{TZV}[x,y,t]) + K_y^*(\text{TZV}[x,y-1] - \text{TZV}[x,y,t]) + \\ & K_y^*(\text{TZV}[x,y+1,t] - \text{TZV}[x,y,t]) + \\ & \Delta \text{TZV} \end{aligned}$$

Voor O₂ geldt:

$$\begin{aligned} \text{O}_2[x,y,t+\Delta t] = & \text{O}_2[x,y,t] + \\ & K_x^*(\text{O}_2[x-1,y,t] - \text{O}_2[x,y,t]) + K_x^*(\text{O}_2[x+1,y,t] - \text{O}_2[x,y,t]) + \\ & K_y^*(\text{O}_2[x,y-1,t] - \text{O}_2[x,y,t]) + K_y^*(\text{O}_2[x,y+1,t] - \text{O}_2[x,y,t]) + \\ & \Delta \text{TZV}_0 + \text{reaeratie} \end{aligned}$$

Met

TZV[x,y,t]: concentratie TZV in cel x,y op tijdstip t;
O₂[x,y,t]: concentratie O₂ in cel x,y op tijdstip t;
ΔTZV₀: zuurstof vraag door TZV

Afbraak

Voor ΔTZV geldt:

$$\Delta \text{TZV} = O_2(t) * (1 - e^{-(ac*\Delta t)})$$

Met

ac: 1^o orde afbraakcoëfficiënt voor TZV: 0.7 dag⁻¹
O_{2min}: schade criterium zuurstof, 3.5 mg.l⁻¹

Reaeratie: Beluchting via het wateroppervlak

Nieuw:

Reaeratie volgens O'Connor en Dobbins:

$$kl = 3.93 \frac{\sqrt{u_{stroom}}}{D \sqrt{D}} \text{ [dag}^{-1}\text{]}$$

Reaeratieconstante wordt de maximale waarde van kl_{min} en kl .

$kl_{min} = 0.937e-5 \text{ ms}^{-1}$
 {zie banks et al 1975 }
 {reaeratie gedomineerd door windsnelheid }
 {dus verwaarloosbare stroomsnelheid }
 {windsnelheid is 5 m/s genomen }
 {vergelijking $kl = 4.19e-6 * \sqrt{uw}$ }
 }

D: diepte watersysteem [m]
 U_{stroom} : stroomsnelheid van oppervlaktewater [m.s^{-1}]

$reaeratie = reaeratie_constante * ((O_2(max) - O_2[t]) / diepte)$

$O_2(max)$: verzadigingsconcentratie zuurstof: 9.0 mg/l

Schade criterium

Zuurstof concentratie waarbij 50% van de meest kwetsbare organismen komt te overlijden. Er wordt aangenomen dat dit overeenkomt met een zuurstofconcentratie van 3.5 mg/l

De minimale zuurstofconcentratie komt tijdens de simulatie niet onder de 1 mg/l.
 De maximale zuurstofconcentratie komt tijdens de simulatie niet boven de 9 mg/l.

9.1.5. Maatregelen om de berekeningsduur te beperken

Omdat de meest recente wijzigingen in de TZV berekening de rekentijd laten toenemen, wordt de simulatie van de TZV berekening beperkt tot maximaal 23 dagen, 2 miljoen seconden.

~~Er worden minimaal 40 iteratiestappen uitgevoerd indien het berekende effect gelijk is aan 0. Door trage dispersie en geringe afbraak treedt de LC50 concentratie O_2 in een aantal gevallen pas laat op.~~

Daarnaast wordt, om de rekentijd te verkorten, op basis van $concTheoretischMax = 20 \text{ mg/l}$, de te verwachten $MSI_factored$ uitgerekend vóór aanvang van de TZV berekening. Wanneer de te verwachten $MSI_factored$ / faalkans in het verwaarloosbare en in sommige gevallen acceptable gebieden valt wordt dit theoretisch maximum effect volume als eindresultaat genomen zonder uitvoeren van de TZV berekening. Dit is mede zo gekozen, omdat juist in deze gebieden de rekentijd vaak zeer lang bleek. De gekozen gebieden zijn:

$MSI_factored > 1$ & $f < (5.0 * 1E-9)$
 $MSI_factored \leq 1$ & $f < (1E-8)$
 $MSI_factored \leq 1E-1$ & $f < (1E-8)$
 $MSI_factored \leq 1E-2$ & $f < (5.0 * 1E-3)$
 $MSI_factored \leq 1E-3$ & $f < (5.0 * 1E-3)$
 $MSI_factored \leq 1E-4$

De tijdstap in de simulatie wordt bij aanvang van de simulatie gekozen aan de hand van de omvang van de lozing en de lozingsduur. Wanneer de doorlooptijd van de simulatie lang duurt wordt de tijdstap tijdens de simulatie incrementeel verhoogd om de rekenduur te verminderen.

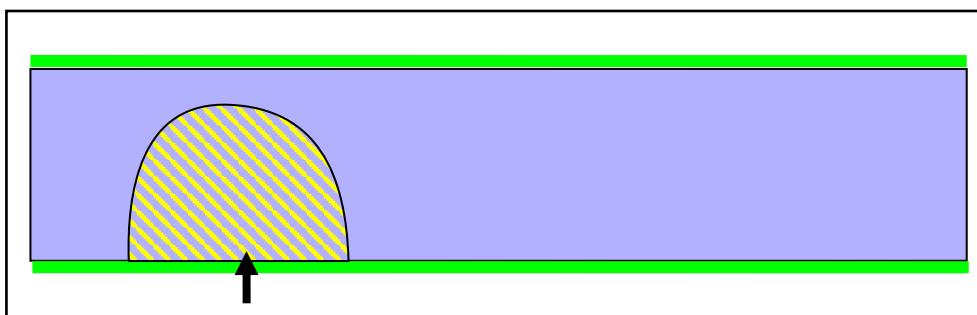
Met name bij falen van de RWZI gedurende 21 dagen kan er een lange rekentijd optreden. Dit hangt sterk af van de omvang van de resultante lozing. In een toekomstige versie van Proteus zal ervoor gekozen kunnen worden om de langdurende berekening af te breken en te maximeren op het theoretisch maximum bij 20 mg/l.

9.2. Kanaal

9.2.1. Algemene beschrijving

Onder kanalen wordt oppervlaktewater verstaan met een lage stroomsnelheid en een relatief kleine breedte/lengte verhouding. Voorbeelden van kanalen zijn: Eemskanaal, Amsterdam Rijnkanaal, Noordzeekanaal.

De veronderstelde lozingssituatie is in figuur 9-7 gegeven.



Figuur 9-7. Lozingssituatie kanaal.

De beschouwde effecten zijn:

- Oevercontaminatie;
- Toxiciteit;
- Zuurstofdepletie.

9.2.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Kanaal		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Breedte	100	m	Breedte van het oppervlaktewater.	Ja
Diepte	3	m	Diepte van het oppervlaktewater.	Ja
Dispersie (x)	20		Longitudinale dispersie in het oppervlaktewater.	Ja
Dispersie (y)	0.3		Dispersie dwars op de (stroom)richting van het oppervlaktewater.	Ja

Stroomsnelheid	0.02	m/s	Stroomsnelheid van het oppervlaktewater	Ja
Haven aanwezig	Nee		Als de verlading in een haven plaatsvindt, moet hier <u>Ja</u> worden ingevuld	Ja
Lengte vd haven	Niet Ingevuld	m	Lengte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Breedte vd haven	Niet ingevuld	m	Breedte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Dispersie in haven	Niet ingevuld		Dispersie in de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Afstand tot hoofdstroom	Niet ingevuld	m	Afstand van de overslagplaats tot de hoofdstroom. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt als aangegeven is dat er een haven is	Alleen indien er sprake is van een haven

9.2.3. Oeververvuiling

Bij kleine plassen wordt aangenomen dat de plasvorm een halve cirkel is (zie figuur 6), bij grote plassen (als de straal van de plas groter is dan de breedte van het kanaal) wordt aangenomen dat de plasvorm een rechthoek is.

De gecontamineerde oeverlengte bedraagt:

$$E_{oever} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{plas}}{\pi}}$$

Met:

E_{oever} : Gecontamineerde oeverlengte (m);

A_{plas} : Oppervlak van de plas (m²);

Als $E_{oever} > 2 \cdot b$ dan is:

$$E_{oever} = 2 \cdot \frac{A_{plas}}{b}$$

Met:

b : Breedte van het watersysteem (m);

9.2.4. Gecontamineerd watervolume

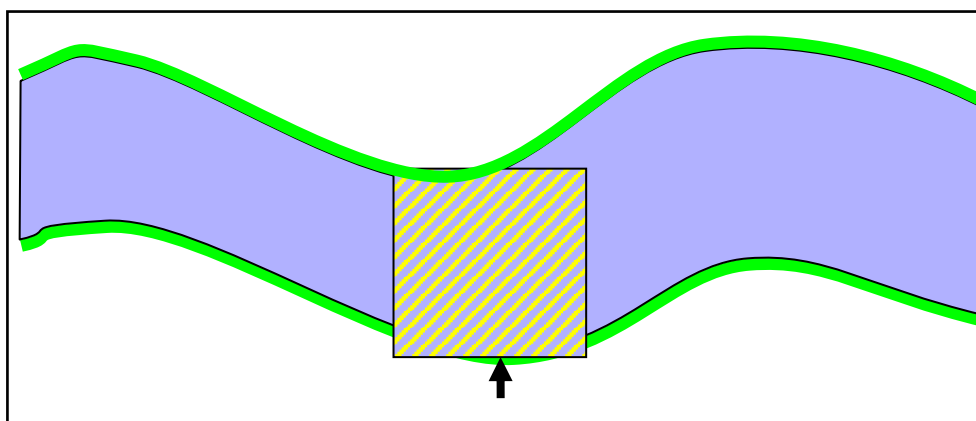
De berekening van het gecontamineerde watervolume is weergegeven in het hoofdstuk algemene rekenregels

9.3. Rivier

9.3.1. Algemene beschrijving



Onder rivieren worden watersystemen verstaan met een relatief grote stroomsnelheid. Voorbeelden zijn: Rijn, Waal, Maas, Linge etc.



Figuur 9-8. Lozingssituatie rivier

De beschouwde effecten zijn:

- Oever contaminatie;
- Toxiciteit;

Bij rivieren wordt, evenals bij kanalen en estuaria, het lozingspunt aan de zijkant van het water verondersteld, (zie figuur 9-8)

9.3.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
------------	------------------	---------	--------------	-----------

Naam	Rivier		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Breedte	150	m	Breedte van het oppervlaktewater.	Ja
Diepte	5	m	Diepte van het oppervlaktewater.	Ja
Dispersie (x)	20		Longitudinale dispersie, dispersie in de stroomrichting van het oppervlaktewater.	Ja
Dispersie (y)	0.3		Transversale dispersie, dispersie dwars op de stroomrichting van het oppervlaktewater.	Ja
Stroomsnelheid	0.3	m/s	Stroomsnelheid van het oppervlaktewater	Ja
Haven aanwezig	Nee		Als de verlading in een haven plaatsvindt, moet hier <u>Ja</u> worden ingevuld	Ja
Lengte vd haven	Niet ingevuld	m	Lengte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Breedte vd haven	Niet ingevuld	m	Breedte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Dispersie in haven	Niet ingevuld		Dispersie in de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Afstand tot hoofdstroom	Niet ingevuld	m	Afstand van de overslagplaats tot de hoofdstroom. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt als aangegeven is dat er een haven is	Alleen indien er sprake is van een haven

9.3.3. Oeververvuiling

Bij kleine plassen wordt aangenomen dat de plasvorm een halve cirkel is, bij grote plassen (als de straal van de plas groter is dan de breedte van de rivier) wordt aangenomen dat de plasvorm een rechthoek is (zie figuur 7).

De gecontamineerde oeverlengte bedraagt:

$$E_{oever} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{plas}}{\pi}}$$

Met:

E_{oever} : Gecontamineerde oeverlengte (m);

A_{plas} : Oppervlak van de plas (m^2);

Als $E_{oever} > 2 \cdot b$ dan is:

$$E_{oever} = 2 \cdot \frac{A_{plas}}{b}$$

Met:

b : Breedte van het watersysteem (m);

9.3.4. Gecontamineerd watervolume

De berekening van het gecontamineerde watervolume is weergegeven in de paragraaf “Algemene rekenregels”

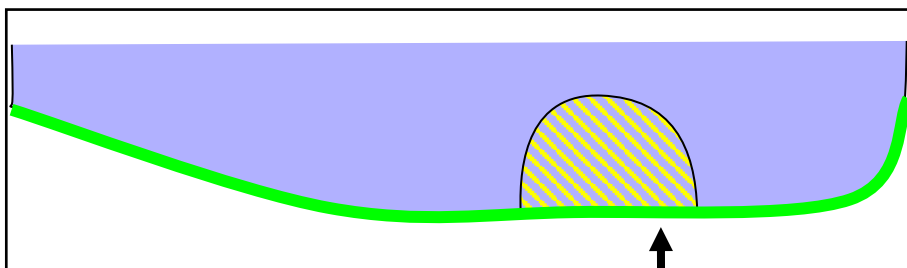
9.4. Meer

9.4.1. Algemene beschrijving



Onder meren worden grote oppervlaktewateren verstaan met een relatief kleine doorstroming, waarbij de lengte en de breedte in dezelfde ordegrootte liggen. Voorbeelden van meren zijn IJsselmeer, Sneekmeer, Veluwemeer etc.

Voor dit watersysteem worden oeververvuiling, toxiciteit en zuurstofdepletie als relevante effecten beschouwd. Er wordt vanuit gegaan dat een incidentele lozing aan de oever plaatsvindt, waarbij de lozing als puntlozing wordt verondersteld. Het gecontamineerde waterpakket wordt slechts eenzijdig begrensd. Dit is in figuur 9-9 aangegeven.



Figuur 9-9. Lozingssituatie Meer

9.4.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Meer		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Oppervlak	2.5E5	m ²	Oppervlakte van het meer	Ja
Diepte	3	m	Diepte van het meer	Ja
Dispersie	0.1	m ² /s	Dispersie in het oppervlaktewater.	Ja
Haven aanwezig	Nee		Als de verlading in een haven plaatsvindt, moet hier <u>Ja</u> worden ingevuld	Ja
Lengte vd haven	Niet ingevuld	m	Lengte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Breedte vd haven	Niet ingevuld	m	Breedte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Dispersie in haven	Niet ingevuld		Dispersie in de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Afstand tot hoofdstroom	Niet ingevuld	m	Afstand van de overslagplaats tot de hoofdstroom. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt als aangegeven is dat er een haven is	Alleen indien er sprake is van een haven

9.4.3. Oeververvuiling

Bij oeververvuiling wordt aangenomen dat de plasporm een halve cirkel is, waarbij de oever over de diameter van de plas gecontamineerd raakt (zie figuur 8).

De gecontamineerde oeverlengte bedraagt:

$$E_{oever} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{plas}}{\pi}}$$

Met:

E_{oever} : Gecontamineerde oeverlengte (m);

A_{plas} : Oppervlak van de plas (m²);

4.4. Gecontamineerd watervolume

De berekening van het gecontamineerde watervolume wijkt af van de berekening in het hoofdstuk “Algemene rekenregels”.

Uit pragmatische overwegingen wordt de lozing zowel bij goed als bij niet goed oplosbare stoffen als puntbron gemodelleerd. De concentratie als functie van de afstand tot het lozingspunt wordt gemodelleerd met een Gaussische verdunningsvergelijking met ideale menging over de diepte.

$$V_{\max} = \frac{M}{e \cdot C_{\text{eff}}}$$

Met:

- $V_{\max}$: Maximaal gecontamineerd watervolume (m³);
- M : Massa van de lozing (kg)
- e : Natuurlijk grondtal (2.71828183)
- C_{eff} : Effectconcentratie (kg/m³)

$$t_{\max} = \frac{V_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot d \cdot D_r}$$

Met:

- $t_{\max}$: Tijdstip waarop het maximaal gecontamineerd watervolume optreedt (s).
- d : Diepte meer (m);
- D_r : Dispersie (m²/s);

$$V = V_{\max} \cdot e^{-0.055 \left(\frac{t_{\text{loz}}}{t_{\max}} \right)^{1.55}}$$

Met:

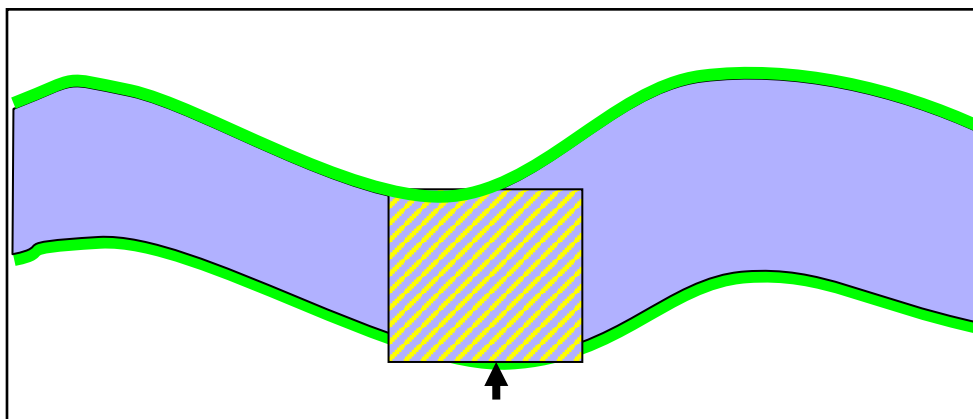
- V : Gecontamineerd watervolume (m³);

9.5. Estuarium

9.5.1. Algemene beschrijving



Onder estuaria worden watersystemen verstaan met een relatief grote, getijgebonden stroomsnelheid. Voorbeelden zijn: Westerschelde en Eemsmonding.



Figuur 9-10. Lozingssituatie estuarium

De beschouwde effecten zijn:

- Oevercontaminatie;
- Toxiciteit;

Bij estuaria wordt, evenals bij kanalen, het lozingspunt aan de zijkant van het estuarium verondersteld, zie figuur 9-10.

9.5.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Een-heid	Omschrijving	Verplicht
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Breedte	150	m	Breedte van het oppervlaktewater.	Ja
Diepte	10	m	Diepte van het oppervlaktewater.	Ja
Getijgemiddelde dispersie(x)	0.5	m ² /s	Longitudinale dispersie, dispersie in de stroomrichting van het oppervlaktewater.	Ja
Getijgemiddelde dispersie(y)	0.5	m ² /s	Transversale dispersie, dispersie dwars op de stroomrichting van het oppervlaktewater.	Ja
Stroomsnelheid	0.5	m/s	Getijgemiddelde stroomsnelheid	Ja

Haven aanwezig	Nee		Als de verlading in een haven plaatsvindt, moet hier <u>Ja</u> worden ingevuld	Ja
Lengte vd haven	Niet ingevuld	m	Lengte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Breedte vd haven	Niet ingevuld	m	Breedte van de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Dispersie in haven	Niet ingevuld		Dispersie in de haven. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt bij een haven.	Alleen indien er sprake is van een haven
Afstand tot hoofdstroom	Niet ingevuld	m	Afstand van de overslagplaats tot de hoofdstroom. Deze eigenschap wordt alleen gebruikt als aangegeven is dat er een haven is	Alleen indien er sprake is van een haven

9.5.3. Oeververvuiling

Bij kleine plassen wordt aangenomen dat de plasvorm een halve cirkel is, bij grote plassen (als de straal van de plas groter is dan de breedte van het estuarium) wordt aangenomen dat de plasvorm een rechthoek is (zie figuur 9).

De gecontamineerde oeverlengte bedraagt:

$$E_{oever} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{plas}}{\pi}}$$

Met:

E_{oever} : Gecontamineerde oeverlengte (m);

A_{plas} : Oppervlak van de plas (m²);

Als $E_{oever} > 2 \cdot b$ dan is:

$$E_{oever} = 2 \cdot \frac{A_{plas}}{b}$$

Met:

b : Breedte van het watersysteem (m);

9.5.4. Gecontamineerd watervolume

De berekening van het gecontamineerde watervolume is weergegeven in de paragraaf “Algemene rekenregels”

9.6. Sloot

9.6.1. Algemene beschrijving



Een sloot is een relatief klein oppervlaktewater dat bij een eventuele calamiteit snel afsluitbaar is. De afsluitbaarheid van het oppervlaktewater speelt een belangrijke rol bij het vaststellen van de omvang van de schade. In het model wordt in voorgaande versies van Proteus aangenomen dat de sloot over maximaal 500 meter wordt gecontamineerd. In de huidige versie kunnen ook andere slootlengtes worden meegenomen. De stroomsnelheid van het oppervlaktewater is verwaarloosbaar klein. Als relevante effecten bij dit watersysteem zullen oeververvuiling, toxiciteit en zuurstofdepletie worden beschouwd. Door het beperkte volume van de sloot zullen ook beperkte volumecontaminaties en drijfslagen worden gevonden.

9.6.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Sloot		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Breedte	3	m	Breedte van het oppervlaktewater.	Ja
Diepte	2	m	Diepte van het oppervlaktewater.	Ja
Lengte	500	m	Lengte van de sloot	Ja
Dispersie (x)	1		Longitudinale dispersie in het oppervlaktewater.	Ja
Dispersie (y)	0.1		Dispersie dwars op de (stroom)richting van het oppervlaktewater.	Ja

9.6.3. Oeververvuiling

Bij oeververvuiling wordt aangenomen dat de plasmvorm een rechthoek is.

De gecontamineerde oeverlengte bedraagt:

$$E_{oever} = 2 \cdot \frac{A_{plas}}{b}$$

Met:

b : Breedte van het watersysteem (m);

Waarbij de effectgrootte maximaal 1000 meter bedraagt omdat wordt aangenomen dat de sloot wordt gedempt voordat de lengte van de plas groter is dan 500 meter.

9.6.4 Gecontamineerd watervolume

De berekening van het gecontamineerde watervolume is weergegeven in het paragraaf “Algemene rekenregels”. Het gecontamineerde volume bedraagt:

$$V_{max} = 500 \cdot d \cdot b$$

Met:

V_{max} : maximaal gecontamineerd watervolume (m³);

d : diepte van de sloot (m);

b : breedte van de sloot (m);

9.7. Stagnant

9.7.1. Algemene beschrijving



Onder stagnant water wordt oppervlaktewater verstaan dat relatief klein is en geen open verbindingen heeft met ander oppervlaktewater. Voorbeelden zijn vennen, kleine meertjes, grachten etc.

Deze categorie is onderscheiden omdat bij deze watersystemen, als er sprake is van een incidentele lozing, het gehele watersysteem gecontamineerd zal worden. Als relevante effecten bij dit watersysteem worden oeververvuiling, toxiciteit en zuurstofdepletie beschouwd.

9.7.2. Eigenschappen

Eigenschap	Standaard-waarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Naam	Stagnant water		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.	Ja
Omschrijving	Niet ingevuld		Vrij door de gebruiker te kiezen omschrijving. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128.	Ja
Breedte	3	m	Breedte van het oppervlaktewater.	Ja
Diepte	2	m	Diepte van het oppervlaktewater.	Ja
Lengte	100	m	Lengte van het oppervlaktewater.	Ja

9.7.3. Oeververvuiling

Als het plasoppervlak groter is dan het oppervlak van het oppervlaktewater wordt de effectparameter "oeververvuiling" gelijk verondersteld aan de omtrek van het beschouwde watersysteem. Bij een kleiner plasoppervlak wordt dezelfde berekeningsmethodiek als bij een meer gevolgd.

9.7.4. Gecontamineerd watervolume

Bij de berekening van de verdunning wordt bij deze wateren uitgegaan van een ideale menging. Met dit uitgangspunt wordt de concentratie van een toxische belasting berekend:

$$C = \frac{M}{V}$$

Met

- C : Concentratie (kg/m³);
- M : Geloosde hoeveelheid (kg);
- V : Volume van het oppervlaktewater (m³);

Als de concentratie groter is dan de effectconcentratie wordt de effectparameter "gecontamineerd volume" gelijk verondersteld aan het volume van het watersysteem. Als de concentratie lager is dan de effectconcentratie wordt dezelfde berekening gevolgd als bij een meer.

Bij zuurstofdepletie wordt de aanwezige zuurstof in het oppervlaktewater vergeleken met het TZV van de lozing, zonder rekening te houden met rearatie en de afbraaksnelheid. Als het TZV groter is dan de aanwezige zuurstof

wordt de effectparameter "gecontamineerd volume" gelijk verondersteld aan het volume van het watersysteem. Als het TZV lager is dan de hoeveelheid aanwezige zuurstof wordt dezelfde berekening gevolgd als bij een meer.

10. Stoffen

10.1. Enkelvoudige stoffen

10.1.1. Eigenschappen

Eigenschap	Eenheid	Omschrijving
Naam		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.
VNnr	-	Nummer van de stof volgens de (gevaarlijke stoffen) lijst van de Verenigde Naties.
LC50vis	kg/m3	Letale concentratie van de stof voor vis bij 50% sterfte in mg/l.
Blootstellingsduur LC50vis	S	Blootstellingtijd waarvoor de LC50 is vastgesteld in uur.
EC50daphnia	kg/m3	Effect concentratie van de stof voor daphnia's waarbij voor 50% van de daphnia's negatieve effecten worden geobserveerd, mg/l
Blootstellingsduur EC50daphnia	S	Blootstellingtijd waarvoor de EC50 is vastgesteld in uur.
IC50alg	kg/m3	Inhibitie concentratie van de stof voor algen waarbij voor 50% van de algen negatieve effecten worden geobserveerd, mg/l
Blootstellingsduur IC50alg	S	Blootstellingtijd waarvoor de IC50 is vastgesteld in uur.
IC50bact	kg/m3	Inhibitie concentratie van de stof voor bacteriën waarbij voor 50% van de bacteriën negatieve effecten worden geobserveerd, mg/l
Blootstellingsduur IC50bact	S	Blootstellingtijd waarvoor de IC50 is vastgesteld in uur.
TZV (g/g)	-	Aandeel in het zuurstofverbruik als factor [g TZV/g stof]
Molecuulmassa	kg/mol	Molmassa van de stof in kg/mol
Dichtheid	kg/m3	Dichtheid of soortelijke massa van de stof bij 20 °C en 1 atmosfeer
Oplosbaarheid	kg/m3	Oplosbaarheid van de stof in water bij 20 °C [mg/l]
LogPOW (a)	-	Logaritme van de verhouding van de oplosbaarheid in een octaan-water mengsel
Dampdruk	atm	Dampdruk van de stof bij 20 °C [atm]
Vlampunt	-	Vlampunt van de stof in graden Celsius. De klassen K1, K2, K3, K4 zijn afhankelijk van het vlampunt de stof (zie tabel 10-1):

Het Vlampunt kent de volgende indeling:

Vlampuntklasse	Vlampunt van de stof
K1	< 21 °C
K2	21 - 54 °C
K3	55 - 100 °C
K4	>100 °C

Tabel 10-1 Indeling in vlampuntklassen.

10.2. Mengsels

Een mengsel kan worden samengesteld uit een of meerdere singuliere stoffen. De eigenschappen van het mengsel worden berekend uit de stoffeigenschappen van de singuliere stoffen en de fracties waarin deze stoffen voorkomen in het mengsel.

De fysische eigenschappen van mengsels worden berekend door het (gewogen) gemiddelde te nemen van de fysische eigenschappen van de in het mengsel aanwezige stoffen. Dit is natuurlijk een grove benadering van de fysische eigenschappen van het mengsel. In het geval van een mengsel van goed- en niet goed oplosbare stoffen kan dit tot ernstige problemen leiden. Het kan gebeuren dat het mengsel in z'n geheel goed oplosbaar of niet goed oplosbaar wordt. Dit probleem was al in Proteus II bekend. Toch is besloten de aanpak van mengsels in Proteus III niet te veranderen omdat:

- De benadering om goede mengeigenschappen te krijgen te complex is
- De "gemiddelde" benadering in de meeste gevallen een werkbare oplossing biedt

In het geval van mengsels die bestaan uit goed- en niet goed oplosbare stoffen zal de modelleerder gebruik moeten maken van zogenaamde modelstoffen. Deze modelstoffen zullen aangepast moeten worden om de TZV- en LC50 eigenschappen van het mengsel te benaderen.

10.2.1. Eigenschappen

Eigenschap	Eenheid	Omschrijving
Naam		Vrij door de gebruiker te kiezen naam. Het maximaal aantal tekens bedraagt 128. De naam moet uniek zijn.

Voor de stoffen die aan het mengsel worden toegevoegd moeten de volgende eigenschappen worden opgegeven.

Eigenschap	Standaardwaarde	Eenheid	Omschrijving	Verplicht
Stof	Niet ingevuld	-	Keuze uit een lijst met aanwezige valide stoffen	Ja
Massafractie	100	%	Massafractie van de betreffende stof in het mengsel	Ja

De belangrijkste stofeigenschappen worden herberekend. Er zijn twee berekeningsgrondslagen. Het bepalen van stofeigenschappen van mengsels vanuit de stofeigenschappen van de singuliere stof gaat gepaard met grote onzekerheden. Bij de berekening wordt aangenomen dat de stoffen in het mengsel niet met elkaar interacteren of reageren.

De berekeningsgrondslag 1:

$$P_r = \sum_i f_{m,i} \cdot P_i + \dots (1 - \sum_i f_{m,i}) \cdot P_w$$

Met:

P_r : Berekende eigenschap;

$f_{m,i}$: Massafractie van component i in het mengsel;

P_i : Beschouwde eigenschap van component i;

P_w : Beschouwde eigenschap van extra toegevoegd component water waarbij de gesommeerde massafracties gelijk worden aan 1;

De berekeningsgrondslag 2:

$$\frac{1}{P_r} = \sum_i \frac{f_{m,i}}{P_i} + \frac{\left(1 - \sum_i f_{m,i}\right)}{P_w}$$

De berekeningwijzen voor volume fracties verloopt analoog. Hierbij wordt de fractie gebaseerd op het volume in plaats van op de massa.

De stofeigenschappen die worden berekend op basis van de stofsamenstelling zijn:

Eigenschap	Eenheid	Berekenings- grondslag	Massa of volume fractie
LC50vis	kg/m3	2	M
EC50daphnia	kg/m3	2	M
IC50alg	kg/m3	2	M
IC50bact	kg/m3	2	M
Dichtheid	kg/m3	1	M
Oplosbaarheid	kg/m3	1	V
TZV	-	1	M
Dampdruk	Pascal	1	V

Eigenschap	Eenheid	Berekenings- grondslag	Massa of volumefractie
Molmassa	kg/mol	2	M
Vlampunt	-	2	M

Tabel 10-2 Berekeningsgrondslagen voor de eigenschappen van mengsels

11. Begrippen en afkortingen

aquatische toxiciteit

de schadelijke of giftige eigenschappen van een stof voor waterorganismen.

bacterieremmers

stoffen met bacteriegroeiremmende eigenschappen.

bacterietoxiciteit

de schadelijke of giftige eigenschappen van een stof voor bacteriën, meestal gezien in de context van het biologisch zuiveringsproces van afvalwater; een maat hiervoor is de IC50 die bijvoorbeeld kan aangeven bij welke concentratie van de stof in een RWZI de nitrificatie met 50% wordt geremd.

BCF

bioconcentratiefactor: maat voor het vermogen van een stof zich op te hopen in dierlijk weefsel na opname van de stof vanuit het omringende water; de BCF geeft de berekende of experimenteel bepaalde verhouding weer tussen de concentratie van de stof in het organisme en die in het water.

berekeningsmodule

onderdeel van het beslismodel waarin een berekening moet worden uitgevoerd.

beslismodel

schema waarmee de gebruiker stapsgewijs tot een beoordeling kan komen van het risico dat een inrichting oplevert voor het aquatisch milieu ten gevolge van incidentele lozingen.

beslismodule

onderdeel van het beslismodel waarin een beslissing moet worden genomen.

carcinogenen

kankerverwekkende stoffen; afhankelijk van de bewijsvoering wordt gesproken van humane (voor de mens) carcinogenen en dierexperimentele carcinogenen.

CAS-nummer

uniek identificatienummer van een stof volgens de Chemical Abstract Service.

CPR

Commissie Preventie Rampen.

Daphnia

watervlogeslacht.

debiet

hoeveelheid stof (bijvoorbeeld water) die per tijdseenheid een bepaalde dwarsdoorsnede passeert.

DT50

disappearing time (50%): halfwaarde tijd: (= tijd die nodig is om de concentratie van een stof met de helft te doen afnemen); maat voor de afbreekbaarheid van een stof.

EC50

effect concentratie (50%): als LC50 maar nu met een subleetaal effect, bijvoorbeeld remming van groei of beweeglijkheid.

ecologische schade

kwantificeerbare schadelijke effecten op het aquatisch milieu als gevolg van een incidentele lozing; in dit rapport toegespitst op acute sterfte van waterorganismen en oeververontreiniging.

gevaarsaspect

een bepaalde stofeigenschap; wanneer een stof met deze eigenschap in het milieu terechtkomt kan dit gevaar voor het milieu opleveren (voorbeelden zijn giftigheid voor waterorganismen of vermogen tot voedselketenvergiftiging).

IC50

inhibitie concentratie (50%): als LC50 maar nu specifiek toegepast voor acute bacterietoxiciteit.

incidentele lozing

elke niet-reguliere lozing van stoffen vanuit een stationaire inrichting in oppervlaktewater of via de riolering naar een aangesloten RWZI.

IUPAC-naam

naamgeving van een stof volgens de International Union of Pure and Applied Chemistry.

LC50

letale concentratie (50%): maat voor de acute toxiciteit van een stof voor waterorganismen, dit is de experimenteel bepaalde concentratie waarbij 50% van een blootgesteld populatie van toetsorganismen overlijdt. De waarde van de LC50 is afhankelijk van het toetsorganisme en de blootstellingsduur. De OECD heeft een aantal standaard toetsprotocollen opgesteld voor zoetwaterorganismen uit drie niveaus van de voedselketen (vissen, schaaldieren en ééncellige algen).

leetaal

dodelijk.

lipofiliteit

een maat voor de vetoplosbaarheid van een stof (zie ook log Pow).

Log Pow

de logaritme van de partitiecöfficient (P) van een stof voor een mengsel van octanol (O) en water (W); de log Pow van een stof geeft aan of een stof waterminnend of waterafstotend is en is daarmee een maat voor de vetoplosbaarheid (lipofiliteit) van een stof; in het algemeen geldt voor organische stoffen met een hoge log Pow dat zij zich gemakkelijk in de voedselketen ophopen.

Maximum Credible Accident (MCA) methodiek

methode waarbij de maximale calamiteitenscenario's worden gedefinieerd welke nog als aannemelijk worden beschouwd.

mutageniteit

het vermogen van een stof veranderingen in het erfelijk materiaal van het blootgestelde organisme aan te brengen.

NOEC

no observed effect concentration: de berekende of experimenteel bepaalde concentratie van een stof waarbij het blootgestelde organisme het beschouwde effect niet meer vertoont.

normstelling

het definiëren van hoe vaak een "kleinere" of "grotere" incidentele lozing van een of meerdere stoffen toelaatbaar wordt geacht.

nulrisico

het blootstellingsrisico als gevolg van incidentele lozingen dat resteert na het nemen van de best beschikbare (volgens PGS) veiligheidsmaatregelen binnen een inrichting.

PGS

Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen

QMFT

De uitstromingen worden beschreven met QMFT's. Hierin staat Q voor de totale hydraulische belasting, M voor de massastroom, F staat voor de frequentie en tenslotte staat T voor de tijdsduur. Iedere QMFT verwijzing naar de vrijgekomen stof, het scenario, de Unit en de installatie. Bij de scenario's zonder brand wordt zowel het uitgestroomde debiet alsook de uitgestroomde massa bepaald door de hoeveelheid vrijgekomen stof. Bij brandscenario's zijn de uitgestroomde massa gevaarlijke stof en het debiet afhankelijk van de beschouwde ontwikkeling. De hydraulische belasting is afhankelijk van het blusregime.

risico

een presentatie van de ernst en de frequentie van het vrijkomen van bepaalde hoeveelheden stoffen uit een inrichting in het aquatisch milieu.

RWZI

rioolwaterzuiveringsinrichting.

scenariodefinitie

een nauwkeurige kwalitatieve en kwantitatieve omschrijving van de wijze waarop milieugevaarlijke stoffen vanuit een beschouwde inrichting in oppervlaktewater of RWZI kunnen geraken (hoeveel, hoe vaak, hoe lang).

stationaire inrichting

fabriek, inrichting, bedrijf, opslagloods etc.

stoffen

zowel individuele chemische stoffen en verbindingen als mengsels, preparaten, oplossingen etc. zolang er voor de gehanteerde beslisriteria maar een waarde aan kan worden toegekend.

subleetaal

niet-dodelijk; wordt gehanteerd om alle niet-dodelijke effecten aan te duiden die een organisme kan ondervinden na blootstelling aan een bepaalde concentratie van een stof, voorbeelden van subletale effecten zijn groeiremming of biochemische effecten.

terrestrische toxiciteit

de schadelijke of giftige eigenschappen van een stof voor plant- en diersoorten welke op land leven.

toelaatbaar risico

een overeengekomen maximale waarde van het risico dat een inrichting mag opleveren voor het omringende aquatisch milieu ten gevolge van incidentele lozingen.

veiligheidsniveau

De set van preventieve maatregelen die een bedrijf kan nemen teneinde het optreden van calamiteuze lozingen te beperken; hierbij wordt gerefereerd naar de nota's van de PGS (Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen) en de RIZA nota Beschrijving van de stand der veiligheidstechniek 1999..

verwaarloosbaar risico

een overeengekomen verwaarloosbare waarde van het risico dat een inrichting mag opleveren voor het omringende aquatisch milieu ten gevolge van incidentele lozingen.

watersysteem

een op grond van (geo)hydrologische criteria gedefinieerd type water waarin de incidentele lozing terecht komt.

zuurstofdepletie
zuurstoftekort.

12. Bijlagen

12.1. Bijlage 1: Referentiekader drijfslagvormende stoffen

Auteurs: D. Vroon en Y. de Nooijer
Met medewerking van het Rijkswaterstaat BRZO-specialisten- team

Samenvatting

Rijkswaterstaat heeft haar werkwijze bij de beoordeling van restrisico's van onvoorziene lozingen behorend bij het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO) uitgebreid en vastgelegd in een nieuw beoordelingskader. De belangrijkste wijziging ten opzichte van het vorige kader, betreft de ontwikkeling van een referentiekader voor drijfslagvormende stoffen.

In hoofdlijn is gekozen voor een referentiekader dat zoveel mogelijk aansluit bij het bestaande kader voor opgeloste stoffen (volumecontaminatie). Risicobeoordeling van drijfslagvormende stoffen vindt evenals de beoordeling van oplosbare stoffen in 3 stappen plaats. Eerst bekijken of er sprake is van de stand der veiligheidstechniek. Vervolgens de resterende risico's zo goed mogelijk inschatten en kwantificeren. Ten slotte deze restrisico's beoordelen aan de hand van een referentiekader.

Stand der veiligheidstechniek drijfslagvormende stoffen

Rijkswaterstaat heeft onderzoek laten doen naar de huidige organisatie en omgang van bedrijven met calamiteuze lozingen van drijfslagvormende stoffen. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het rapport "Naar een referentiekader voor drijfslagvormende stoffen". Uit de praktijk blijkt dat er een "stand der techniek" (SVT) te definiëren voor het beheersen en opruimen van drijfslagen. Deze SVT kan vastgelegd worden in de reactiesnelheid en beheerstijd door het nemen van maatregelen door het bedrijf bij een calamiteit.

Samengevat kunnen de volgende tijdselementen worden afgeleid:

- voor de reactiesnelheid geldt dat binnen een half uur de organisatie voor het beheersen van de drijfslag moet zijn gemobiliseerd;
- Voor de beheersnelheid geldt dat binnen 1 á 2 uur de drijfslag beheersbaar moet zijn.
- voor het verstrekken van opdracht aan een reinigingsbedrijf geldt dat binnen 1 á 2 uur opdracht moet kunnen worden verstrekt. Afspraken/contracten moeten dus al bestaan;
- het opruimmaterieel van het reinigingsbedrijf moet binnen 1,5 – 6 uur ter plaatse zijn om de drijfslag op te ruimen.

De marges binnen de gestelde tijden zijn voornamelijk afhankelijk van (vaar)afstanden.

Modelleren en beoordelen restrisico's

Sinds 2007 wordt het programma Proteus (versie II) gebruikt om een risicomodel te maken van een inrichtingssituatie. Met dit programma worden de risico's van onvoorziene lozingen voor het oppervlaktewater voor een specifieke situatie bepaald. Hetzelfde model kan gebruikt worden voor drijfslagvormende stoffen.

De gevolgen van een onvoorziene lozing met drijfslagvormende stoffen wordt bepaald door de uitgestroomde hoeveelheid. Deze hoeveelheid kan het model Proteus berekenen.

Als referentie voor significante of langdurige schade aan zoetwater- of mariene habitats worden evenals voor volumecontaminatie de uitgangspunten van de SEVESOII (96/82/EG) gehanteerd. Het maximale referentie-uitstroomvolume is vastgesteld op 12.000 m³. Deze 12.000 m³ is dan ook vastgesteld als het referentievolume ofwel MilieuSchadelIndex (MSI) 1. Met de algemeen geaccepteerde kans van 1 x 10⁻⁶ (groepsrisico voor mensen) levert dit de bovengrens op van het acceptabel risico bij grote rivieren en kanalen (300 meter breed en groter). Aan de hand van de gegevens van een minder groot watersysteem kan de MSI passend worden gemaakt voor dat specifieke watersysteem.

Door de koppeling van een bepaalde milieuschade (effect) en de waarschijnlijkheid (kans) wordt een referentiekader verkregen. Daarbij wordt, analoog aan humane risico's, een zogenaamde hellingshoek gehanteerd van -2. Dit betekent dat een toename van het effect met een bepaalde factor moet worden gecompenseerd met een kwadratische afname van de waarschijnlijkheid. Vervolgens kunnen op vergelijkbare wijze als volumecontaminatie de scenario's worden getoetst aan het referentiekader.

Compenseren opgeruimde hoeveelheid

Voordat het uitstroomvolume wordt ingevuld in de referentiekadergrafiek, mag een bedrijf nog de hoeveelheid op te ruimen drijfslag van het effect aftrekken, zodat het juiste restrisico wordt bepaald. Uitgangspunt voor Rijkswaterstaat is dat een drijfslag altijd in zijn geheel moet worden opgeruimd. Dit geldt niet in het kader van risicobeperking, maar wel als een scenario daadwerkelijk is opgetreden.

De hoeveelheid drijfslagvormende stof die een bedrijf in het kader van risicobeperking kan opruimen hangt af van de inzetbare opruimcapaciteit (OC) en de realistische opruimtijd (OT).

Wat realistisch is qua opruimtijd in het kader van risicobeperking hangt af van lokale factoren, zoals afstand tot natuurgebieden, drinkwaterinname en de invloed van de drijfslag op omliggende bedrijven (inname koel- en proceswater, stilleggen aan- en afvoer). Ieder bedrijf zal dat voor zijn specifieke situatie moeten vertalen.

Gevolgen toetsen aan referentiekader

Scenario's met een uitstroomhoeveelheid die binnen de OT volledig kunnen worden opgeruimd, behoeven vanuit het oogpunt van risicodenken geen aandacht meer. Wel is een goede beschrijving nodig van (de organisatie van) het opruimen van de drijfslag en het voldoen aan de SVT. Bij inspecties zal RWS toetsen of deze aannames terecht zijn.

Voor scenario's die niet geheel binnen het OT kunnen worden opgeruimd, maar na aftrek van de op te ruimen hoeveelheid binnen het acceptabele gebied vallen, geldt in principe hetzelfde. Als aanvulling zal een bedrijf in zijn MRA moeten ingaan op de organisatie en rol bij het verder opruimen van het 'onbeheerste' deel van de drijfslag.

Wanneer bij de uitwerking van een scenario het risico, ondanks aftrek van opgeruimde hoeveelheid, in het verhoogde gebied blijft liggen, moet een veiligheidsstudie worden uitgevoerd. De veiligheidsstudie moet altijd leiden tot een conclusie (ja, het mag of nee, het mag niet). De te volgen stappen zijn hetzelfde als beschreven bij volumecontaminatie:

- Reflectie t.a.v. aan de stand der veiligheidstechniek;
- Nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk (inclusief mogelijk te nemen maatregelen en kosten om kans en effect van deze scenario's te reduceren tot een acceptabel niveau.

1. Inleiding

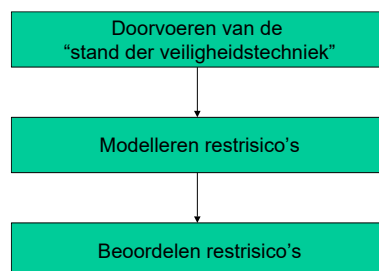
Deze nota beschrijft de werkwijze van Rijkswaterstaat bij de beoordeling van restrisico's van onvoorziene lozingen op oppervlaktewater. Het vastleggen van een uniforme, eenduidige werkwijze wordt door zowel RWS als het bedrijfsleven van groot belang geacht. Zo kunnen de voorbereiding en daadwerkelijke uitvoering van inspecties efficiënter en effectiever worden uitgevoerd.

Het beleidskader voor risico's van onvoorziene lozingen naar oppervlaktewater is verwoord in het CIW-rapport "Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen" d.d. februari 2000. Dit CIW-rapport is in principe van toepassing op alle situaties die risico's voor het oppervlaktewater kunnen vormen. Het beleidskader kan worden toegepast bij Waterwet- en Wabo-vergunningverlening en bij de uitvoering van het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO'99). Het BRZO is de wettelijke implementatie van de Europese Seveso-II Richtlijn. Deze richtlijn heeft tot doel de risico's van grote ongevallen met gevaarlijke stoffen in de industrie, voor zowel mens als milieu, zoveel mogelijk te beperken.

Het verkleinen van de risico's begint bij de basis, namelijk de Stand der Veiligheidstechniek (SVT), zoals schematisch is weergegeven in figuur 1. De SVT beschrijft het niveau van de voorzieningen om onvoorziene lozingen, of de gevolgen daarvan, zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen. Dit uitgangspunt geldt ongeacht de aard van de inrichting en de daar gehanteerde stoffen en processen.

Figuur 1.

Risicobeoordeling vindt in 3 stappen plaats. Eerst bekijken of er sprake is van stand der veiligheidstechniek. Vervolgens de resterende risico's zo goed mogelijk inschatten en kwantificeren. Ten slotte deze restrisico's beoordelen aan de hand van een referentiekader.



Ondanks het toepassen van de SVT blijven er restrisico's bestaan. Deze resterende risico's moeten zo goed mogelijk worden gekwantificeerd om uiteindelijk te kunnen beoordelen of deze acceptabel zijn. Het bepalen van de grootte van de restrisico's is een complexe aangelegenheid omdat veel factoren op het risico kunnen inwerken. Te denken valt aan verdergaande technische maatregelen, de invloed van menselijk handelen en invloeden van buitenaf. Vandaar de keuze voor een model om de werkelijkheid te vereenvoudigen. Dit risicomodel is gebaseerd op casuïstiek: beschrijving van opgetreden ongevallen en de oorzaken en gevolgen die tot deze ongevallen hebben geleid.

Sinds 2007 wordt het programma Proteus (versie II) gebruikt om een model te maken van een inrichtingssituatie. Met dit programma worden ook de (rest-)risico's van onvoorziene lozingen voor het oppervlaktewater voor die specifieke situatie bepaald. Op dit moment wordt gewerkt aan een update van Proteus II naar Proteus III. Behalve verbeteringen in gebruiksvriendelijkheid en in de rekenregels van het model zal de nieuwe versie van het programma ook beter aansluiten bij de voorliggende werkwijze van Rijkswaterstaat. De verwachting is dat Proteus III in het voorjaar van 2013 beschikbaar is voor het bedrijfsleven.

Alvorens er gebruik wordt gemaakt van Proteus, moet eerst worden bepaald welke stoffen en installaties bij een bedrijf als risicovol worden beschouwd. In de CIW-nota "Integrale aanpak van de risico's van onvoorziene lozingen" zijn voor oplosbare stoffen en drijfslaagvormende stoffen drempelwaarden vastgesteld voor oppervlaktewater (figuur 2). Bedrijven die grotere hoeveelheden stoffen hebben opgeslagen dan deze drempelwaarden dienen een milieurisicoanalyse (MRA) uit te voeren. Onderdeel van deze MRA is een modellering met Proteus.

Tabel 1. Drempelwaarden voor het opstellen van een MRA voor oplosbare stoffen (effect: acute toxiciteit en zuurstofdepletie ofwel volumecontaminatie) en onoplosbare stoffen (effect: drijfslaagvorming).

Acute toxiciteit	Effectparameter		Drempelhoeveelheid (in kg)
	Zuurstofdepletie	Vorming van drijfslagen	
R50	BZV > 1.5		1.000
R51	0.15 < BZV < 1.5		10.000
R52	BZV < 0.15		100.000
100 < LC50 < 1000		$\rho < 1000 \text{ kg/m}^3$ en oplosb. < 100 mg/l	1.000.000
R53			10.000.000

TZV is uitgedrukt als g TZV/g stof.

Nadat de restrisico's door middel van Proteus zijn gekwantificeerd, is het noodzakelijk de restrisico's te beoordelen, de laatste stap uit figuur 1. Zijn de onderzochte restrisico's van een bedrijf nu verwaarloosbaar, acceptabel of verhoogd? Hiertoe is het onontbeerlijk om te

beschikken over referentiekaders om landelijke uniformiteit in de beoordeling van de restrisico's te verkrijgen.

Vanwege de verschillen in effecten tussen toxische en/of zuurstofvragende oplosbare en drijfslaagvormende onoplosbare stoffen, zijn twee referentiekaders nodig:

1. Referentiekader volumecontaminatie (oplosbare stoffen);
2. Referentiekader drijfslaagvormende stoffen (onoplosbare stoffen).

Een referentiekader voor volumecontaminatie is sinds 1999 beschikbaar en beschreven in de RIZA-nota 'Naar een referentiekader voor risico's van onvoorziene lozingen op oppervlaktewater', RIZA 99.034. Met enkele aanpassingen, uitgewerkt in voorliggende nota, voldoet dit referentiekader geheel aan de eis om restrisico's eenduidig en uniform te beoordelen.

Voor drijfslaagvormende stoffen was tot op heden nog geen referentiekader beschikbaar. Deze nota beschrijft een referentiekader voor drijfslaagvormende stoffen om in deze kennisleemte te voorzien.

2. Restrisico opgeloste stoffen (volumecontaminatie)

2.1. Het berekenen van effectvolume, weegfactor en milieuschade-index

Het gevolg (effect) van een onvoorziene lozing met oplosbare stoffen wordt uitgedrukt in het oppervlaktewatervolume (m^3) dat negatief is beïnvloed, het zogenaamde effectvolume (Vow).

Toxische stoffen

Voor toxische stoffen wordt het effectvolume berekend aan de hand van de LC50, dispersievergelijkingen en gegevens van het watersysteem. Met behulp van deze vergelijkingen wordt het punt bepaald waar de concentratie van de stof gelijk is aan de LC50-concentratie. Door de afstand tot het lozingspunt te vermenigvuldigen met de breedte en de diepte van het watersysteem wordt het effectvolume bepaald.

Zuurstofbindende stoffen

Voor zuurstofbindende stoffen wordt ook een effectvolume berekend: het oppervlaktewatervolume waarin de zuurstofconcentratie minder dan 5 mg/l bedraagt. In het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (Bkmw 2009) en de onderliggende Regeling monitoring kaderrichtlijn water (Regeling monitoring) zijn eisen gesteld, waaraan de kwaliteit van de oppervlaktewater- en grondwaterlichamen in Nederland in beginsel moet voldoen. Deze eisen vloeien voort uit de Kaderrichtlijn Water, de Richtlijn prioritaire stoffen en de Grondwaterrichtlijn.

Referentievolumina

Of het berekende effectvolume relevant is voor een watersysteem moet getoetst worden aan een referentievolume. Wat door de Europese commissie als significante of langdurige schade aan zoetwater- of mariene habitat wordt gedefinieerd, is vastgelegd in SEVESO-II(96/82/EG). Voor rivieren en kanalen wordt een maximale effectlengte van 10 km gehanteerd uit de SEVESO-II(96/82/EG). Referenties voor andere watersystemen uit deze richtlijn zijn:

- Meren 1 ha
- Delta 2 ha
- Kustzone of zee 2 ha

Calamiteiten die als effect hebben dat de genormeerde effectlengte of -oppervlakte wordt bereikt, moeten conform SEVESO-II (artikel 15, lid 1) door een lidstaat worden gerapporteerd aan de Europese Commissie.

Met behulp van gegevens voor standaardwatersystemen kunnen de effectlengten en -oppervlakten worden omgerekend in referentievolumina. In de CIW-nota "Integrale aanpak van de risico's van onvoorziene lozingen" is er voor gekozen om de verschillen in de genormeerde maximale effectlengte uit de SEVESO-II-richtlijn voor de diverse oppervlaktewateren te vertalen in een weegfactor (tabel 2.)

Tabel 2. Weegfactoren om het effect van een onvoorziene lozing op verschillende typen oppervlaktewater te compenseren (uit tabel 7, bijlage 2 CIW-nota "Integrale aanpak van de risico's van onvoorziene lozingen").

Oppervlaktewater		Weegfactor
Type	Voorbeeld	(-)
Rivier groot	Maas, Rijn	1
Rivier middel	Vecht	10
Rivier klein	Donge, Linge	100
Kanaal groot	Noordzeekanaal	1
Kanaal middel	Twentekanaal, Zuid-Willemsvaart	10
Kanaal klein	Afwateringskanaal	10

Estuarium	Schelde, Eems Dollard	10
Zeehaven	Botlek	1
Meer (stagnant)	Randmeren	1000

De in tabel 1 genoemde drempelhoeveelheden hebben betrekking op grote ontvangende oppervlaktewateren. Wanneer de lozing als gevolg van een calamiteit op een kleiner oppervlaktewater wordt geloosd, zal een lagere drempelwaarde moeten worden aangehouden. Deze drempelwaarde kan worden berekend door de betreffende waarde uit tabel 1 te delen door de bij het watersysteem passende weegfactor uit tabel 2.

De bestaande weegfactoren zoals genoemd in tabel 2, gelden algemeen voor een bepaald type watersysteem. In de praktijk is deze benadering soms te grof, waardoor teveel van de werkelijke situatie wordt afgeweken. Het gevaar bestaat dat er wordt overgecompenseerd of juist een te conservatieve inschatting gemaakt. Daarom wil Rijkswaterstaat vanaf nu uitgaan van een berekende weegfactor, die wordt bepaald aan de hand van gegevens van het bij het bedrijf gelegen watersysteem. Dit heeft bovendien als voordeel dat beheerders van – over het algemeen kleiner – regionaal water deze werkwijze kunnen overnemen.

Berekende weegfactor referentievolumina

In tabel 3 staan enkele voorbeelden van berekende referentievolumina (maximale effectlengte x breedte x diepte of maximale effectoppervlakte x diepte) per watersysteem.

Tabel 3. Voorbeelden van referentievolumina per type watersysteem. Het referentievolumen (15 x E6 m³) van een grote rivier (Maas, Rijn) wordt het standaardreferentievolumen genoemd.

Type oppervlaktewater	Voorbeeld	Breedte/Diepte (m/m)	Volume (*E6 m ³)
Rivier			
Groot	Maas, Rijn	300/5	15
Middel	Vecht	50/4	2
Klein	Donge, Linge	10/3	0,3
Kanaal			
Groot	Noordzeekanaal	150/15	22,5
Middel	Twentekanaal	100/4	4
Klein	Afwateringskanaal	30/3	0,9
Meer	IJsselmeer	-/3	0,03

Stagnant water	Stadswater	/1	0,01
----------------	------------	----	------

Op grond van bovenstaande tabel kunnen nauwkeuriger - en meer betrouwbaar - weegfactoren voor verschillende lokale situaties ten opzichte van het standaardreferentievolume (grote rivier) worden geformuleerd, waarbij RWS de volgende uitgangspunten hanteert:

- Het standaardreferentievolume kan niet groter zijn dan $15 \times E6 \text{ m}^3$, dus rivieren met een grotere breedte en diepte (300/5) hebben in principe geen groter referentievolume. Het betreft vooral rivieren/estuaria met getijdebeweging (Eems/Dollard, Westerschelde). Bij gebruik van de daadwerkelijke breedte van dergelijke rivieren, soms meer dan 5 km, zouden onrealistisch hoge referentievolumes ontstaan. die geen recht doen aan het criterium maximale effectlengte van 10 km. Hetzelfde geldt voor een groot kanaal.
- Tot nog toe werden estuaria op basis van de CIW-nota getoetst met een weegfactor 10, ten opzichte van een grote rivier. De impact op deze watersystemen zal bij een vergelijkbare onvoorziene lozing niet sterk verschillen. Bepaald is om voor de twee estuaria die Nederland rijk is, namelijk de Westerschelde en de Eems/Dollard, het referentievolume ook op maximaal $15 \times E6 \text{ m}^3$ te houden (weegfactor 1);
- Havens krijgen het referentievolume van het oppervlaktewater waaraan ze zijn gelegen;
- Volledige en homogene menging over breedte, diepte en lengte. Dit is een theoretische aanname, waarvan Proteus II (en III) en het huidige referentiekader volumecontaminatie ook al uitgaan.

Uit het specifieke referentievolume van het watersysteem is dan ook de specifieke weegfactor te berekenen. In tabel 4 zijn voorbeelden van weegfactoren voor verschillende oppervlaktewateren weergegeven.

Voor rivieren, kanalen en havens is de weegfactor is specifiek per situatie te berekenen door de volgende formule:

Weegfactor = $15 \times 10^6 / (10.000 \text{ m} \times \text{breedte oppervlaktewater in m} \times \text{diepte oppervlaktewater in m})$.

Voor meren en stagnant water hanteert de EU een andere norm als voor rivieren, namelijk een effect op 1 hectare. Daarmee wordt de formule anders namelijk:

Weegfactor = $15 \times 10^6 / (10.000 \text{ m}^2 \times \text{diepte oppervlaktewater in m})$

Tabel 4. Voorbeelden van berekende weegfactoren ten opzichte van het standaardreferentievolumen per type oppervlaktewater.

Type oppervlaktewater	Voorbeelden	Weegfactor
Rivier	Maas, Rijn, Schelde, Eems/Dollard Vecht Dongel, Linge	1
Groot		
Middel		7,5
Klein		50
Kanaal	Noordzeekanaal Twentekanaal Afwateringskanaal	1
Groot		
Middel		3,8
Klein		16,7
Zeehaven	Botlek	1
Meer	IJsselmeer	500
Stagnant water	Stadswater	1500

De getallen in tabel 4 impliceren een exactere weging dan de weegfactoren in tabel 2. Dit doet meer recht aan de praktijk situatie, waarbij oppervlaktewateren sterk kunnen variëren in diepte en breedte. Bovendien is het van belang uit te gaan van de afmetingen van het oppervlaktewater ter plaatse van het bedrijf. Het gaat bij een lozing als gevolg van een calamiteit op kanalen en rivieren immers om een genormeerde effectlengte van 10 km. De plaats waar stoffen vrijkomen (lozingspunt op oppervlaktewater) zal bij een calamiteit meestal ter plaatse van het bedrijf zijn.

MSI

De gevolgen van onvoorziene lozingen kunnen, behalve in een effectvolume, ook worden uitgedrukt in een zogenaamde milieuschade-index (MSI), waarbij rekening wordt gehouden met de grootte van het ontvangende oppervlaktewater. De MSI kan met behulp van het effectvolume (Vow), standaardreferentievolumen (Vref) en de weegfactor voor watersystemen (Fws) voor volumecontaminatie of zuurstofdepletie als volgt worden berekend:

$$MSI = (Vow \times Fws) / Vref.$$

Het standaardreferentievolumen staat vast op 15 x E6 m3

Het effectvolume (Vow) wordt verkregen met een modellering met Proteus. De weegfactor moet worden berekend op basis van de hierboven beschreven methode.

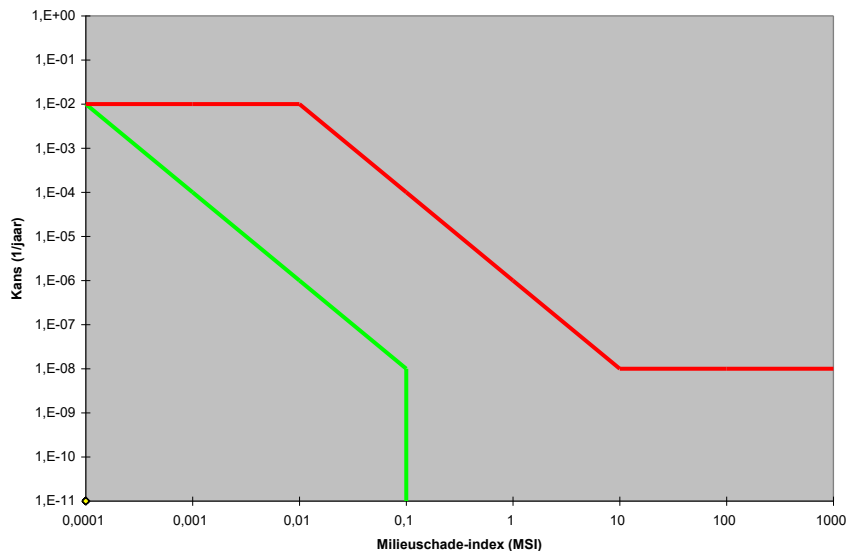
2.2. Toetsing van de MSI aan het referentiekader volumecontaminatie

In Nederland wordt bij de toetsing van risico's voor omwonenden een systeem gebruikt dat een relatie legt tussen de kans van een voorval en de consequenties daarvan. In de grafiek zijn de logaritmen van effect en kans tegen elkaar uitgezet. Door deze koppeling tussen een bepaalde milieuschade (effect) en de waarschijnlijkheid (kans) ook voor risico's van onvoorziene lozingen aan te brengen, wordt een referentiekader verkregen. Daarbij wordt, analoog aan humane risico's een zogenaamde hellingshoek gehanteerd van -2. Dit betekent dat een toename van het effect met een bepaalde factor (bijvoorbeeld: 10), moet worden gecompenseerd met een kwadratische afname van de waarschijnlijkheid (in dit voorbeeld: 100).

Voor de getalsmatige invulling van het referentiekader is een referentiepunt noodzakelijk. Dit referentiepunt wordt gevormd door het maximale effectvolume of MSI dat nog juist toelaatbaar wordt geacht bij een bepaalde kans. Bij een MSI van 1 wordt aangesloten bij het groepsrisico voor mensen. Op grond hiervan zou een voorval met een MSI van 1 slechts toelaatbaar zijn wanneer de waarschijnlijkheid minder dan 10 E-6 bedraagt.

De grafiek van het referentiekader (zie fig 2) kan dan als volgt worden ingevuld:

1. het referentiepunt ($\text{MSI} = 1$, kans = 10 E-6);
2. het maximaal toelaatbaar risico, vertrekkend uit het referentiepunt met een hellingsfactor -2;
3. afkapgrens voor voorvallen met een relatief grote kans ($>10 \text{ E-2}$); deze zijn zo waarschijnlijk dat ze niet meer als onvoorziene lozing worden gerangschikt. In deze gevallen moeten altijd maatregelen genomen worden. Er is dan geen sprake van calamiteiten, maar voorzienbare gevaren die bij reguliere vergunningstrajecten moeten worden beoordeeld. Met het toepassen van de stand der veiligheidstechniek zijn dergelijke faalkansen niet te verwachten;
4. afkapgrens voor voorvallen met een zeer geringe kans ($< 10 \text{ E-8}$), maar met een groot effect ($\text{MSI} > 10$).
5. De lijn voor verwaarloosbare risico's is bepaald door de MSI door 100 te delen bij gelijkblijvende kans



Figuur 2. Grafiek Referentiekader volumecontaminatie

2.3. Gevolgen toetsing referentiekader volumecontaminatie

Wanneer bij de uitwerking van een scenario blijkt dat het risico in het verhoogde gebied komt te liggen, moet een *aanvullende veiligheidsstudie* worden uitgevoerd. De veiligheidsstudie moet altijd leiden tot een conclusie: ja, het mag of nee, het mag niet.

In deze aanvullende veiligheidsstudie moeten de volgende stappen worden doorlopen, om te komen tot een beoordeling:

- reflectie ten aanzien van de stand der veiligheidstechniek;
- nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk, inclusief de mogelijk te nemen maatregelen om kans en effect van deze scenario's te reduceren tot een acceptabel niveau, inclusief de kosten van deze maatregelen;
- Bij onvoldoende risicoreductie een nadere beschouwing van de korte en/of lange termijneffecten van een stof.

2.3.1 Reflectie t.a.v. aan de stand der veiligheidstechniek.

Uitgangspunt van de SVT is dat procedures, voorzieningen en maatregelen gericht zijn op het beperken van de frequentie en/of de omvang van de negatieve effecten van onvoorziene lozingen zo dicht mogelijk op de potentiële bron. Deze procedures, voorzieningen en maatregelen behoren tot de normale inspanning die van bedrijven verlangd wordt om (onvoorziene) lozingen in het oppervlaktewater te voorkomen. Voor situaties die aan de SVT voldoen betekent dit dat binnen een inrichting per (onderdeel van een) installatie of per activiteit een specifiek op de situatie toegesneden pakket aan risicoreducerende procedures, voorzieningen en maatregelen beschikbaar is. Vaak wordt in hoofdlijnen deze SVT per activiteit beschreven in een MRA. Voor de restrisiko's die in het verhoogde gebied vallen, wordt in de risicostudie een specifieke uitwerking verwacht van de risicoreducerende procedures, voorzieningen en maatregelen relevant voor het desbetreffende scenario.

2.3.2 Nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk

Risico is kans x effect. Het reduceren van de kans van optreden van een calamiteit (faalkansreductie) is duidelijk anders dan het reduceren van het effect van de calamiteit (effectreductie). Het referentiekader volumecontaminatie (zie ook 3.1) is zo opgesteld dat bij verhoogde risico's, alleen de faalkansen bekeken moet worden die tussen de 10^{-2} en 10^{-8} liggen. Als de faalkans kleiner wordt dan 10^{-8} dan is verder onderzoek niet meer nodig.

2.3.2.1. Faalkansreductie

De kans dat een bepaald scenario optreedt, is een optelsom van de kansen van het falen van installaties en/of handelingen binnen dat scenario. Proteus werkt met de faalkansen die zijn vastgesteld in de handleiding Risicoberekeningen Bevi (Besluit externe veiligheid inrichtingen). Het bedrijfsleven wil graag dat de faalkansen worden geupdated. Vooral bij nieuwe tanks zouden de faalkansen lager zijn dan in de huidige PGS-richtlijnen wordt voorgesteld. Rijkswaterstaat heeft in dat kader TNO gevraagd of en zo ja, hoe de faalkans kan worden beïnvloed door het nemen van maatregelen. Het TNO-rapport *Beoordeling van reductiefactoren op de faalkans van atmosferische opslagtanks* (2010) laat duidelijk zien dat de faalkans van een tank kan worden verminderd.

RIVM-methodiek

TNO heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de faalkans te verminderen volgens een door het RIVM voorgestelde methodiek. Gemakshalve wordt dit verder de RIVM-methodiek genoemd:

- Verdelen van de generieke faalfrequentie voor opslagtanks over de relatieve bijdragen van de verschillende faaloorzaken. Niet alle faaloorzaken zijn in iedere situatie relevant.
- Toepassen van deze verdeling op een installatiespecifieke situatie waardoor een specifieke faalfrequentie voor de betreffende opslagtank wordt verkregen. Wanneer (deel)faaloorzaken niet relevant zijn, neemt de faalkans af.
- Waarderen van de effectiviteit van risicoreducerende maatregelen die aanvullend op de stand der veiligheidstechniek worden aangebracht. Dit zijn maatregelen bij het ontwerp, inspectie en onderhoud die invloed hebben op het proces dat tot falen leidt of die het falen in een aantal gevallen voorkomen.
- Berekenen van de resulterende faalfrequentie.

Case 1

in het TNO-rapport zijn de relevante faaloorzaken afgeleid uit een statistisch onderzoek naar falen van atmosferische opslagtanks. Twee hoofdoorzaken met daarin 7 deelloorzaken kunnen worden onderscheiden. De standaardfaalkans is aan de hand van de uit het statische onderzoek bekende bijdragen verdeeld in een zevental deelfaalkansen. Voor het specifieke geval bij bedrijf X is eerst nagegaan welke deelfaalkansen oorzaak van belang zijn. Doordat een deelloorzaak uitviel, kon de faalkans al gereduceerd worden van de standaardfaalkans van 5 E-6 naar 4,64 E-6. Vervolgens zijn voor zeven extra maatregelen boven PGS 29 de effecten bepaald en is een nieuwe faalkans berekend. Deze herberekening resulteerde in een nieuwe faalkans na maatregelen van 8,64 E-7.

Case 2

Op bedrijf Y vindt afvoer van een afvalproduct plaats via een verlaadplaats waar een tankauto wordt beladen. De totale inhoud van de zwavelzuurtank van het bedrijf is kleiner dan de inhoud van de tankauto. Door een voorschrift op te stellen dat voorafgaand aan de verlading de inhoud van de vrachtwagen moet worden gecontroleerd (tankauto dient leeg op het bedrijfsterrein aan te komen), kan de faalkans worden gereduceerd. De kans dat deze procedure faalt, wordt geschat op 3 E-3 per verlading. Per jaar omgerekend is dat een faalkans van 0,16.

Case 3

Op bedrijf Z worden dieseltanks gebruikt. Een faalscenario is het overvullen van de dieseltank tijdens het aanleveren van dieselolie. Als extra maatregel vindt het vullen plaats met behulp van een vulpistool, waardoor in geval van overvullen direct gestopt kan worden. De faalkans wordt gesteld op E-2 per verlading. Afhankelijk van het aantal vullingen (x per jaar) leidt dit tot een reductie van x E-2.

Effectreductie

Wanneer een calamiteit optreedt, kan het effect uiteindelijk zijn dat er een lozing van een stof op oppervlaktewater plaatsvindt. Proteus berekent naast de kans dat een bepaalde calamiteit of scenario zich voordoet, ook het effect van een dergelijk scenario. Om het effect te reduceren kunnen er soms maatregelen worden genomen. Een bekend voorbeeld is een opvangvoorziening of calamiteitenbassin om een uitgestroomde hoeveelheid vloeistof (product) op te vangen. Niet in alle gevallen is het eenvoudig om maatregelen te benoemen die het effect reduceren. Zo is voor het scenario “Topping”, een golf of tsunami van product over de tankputwand heen als gevolg van instantaan falen van een tank, evident dat een calamiteitenbassin niet de oplossing is, zeker als een tank dicht aan de waterkant staat. Rijkswaterstaat heeft door Deltares onderzoek laten doen naar effectgerichte maatregelen bij het instantaan falen van tanks. Deltares heeft dit onderzoek gedaan door berekeningen met een hydrologisch model (ComFlow). Het rapport *Onderzoek naar overslag als gevolg van falen van verticale opslagtanks* is in 2010 afgerond.

In dit onderzoek zijn systematische berekeningen gemaakt van het falen van opslagtanks en de invloed van factoren (tankputhoogtes, putdijk of verticale keerwand, afstand tussen tank en putdijk, tanks tussen falende tank en de putdijk, reducerende maatregelen, soort tankfalen, praktijksituaties) op de hoeveelheid product die over de tankputdijk stroomt. Soms kan met behulp van de resultaat tabellen in het rapport een redelijke/goede inschatting gemaakt kan worden van het effect van verschillende maatregelen. Wanneer dat niet kan zal een ComFlow-modellering nodig zijn.

Soms kan met behulp van de resultaat tabellen in het rapport een redelijke/goede inschatting gemaakt kan worden van het effect van verschillende maatregelen. Wanneer dat niet kan zal een ComFlow-modelering nodig zijn.

2.3.2.3 . Beschouwing korte en lange termijn effecten

Als de effectgerichte maatregel (eventueel in combinatie met de eerdergenoemde faalkansreductie) leidt tot voldoende risicoreductie is verder onderzoek niet meer nodig. Als nog niet voldoende risicoreductie is behaald, moet nader worden gekeken naar de (lokale) effecten van uitgestroomde stof. Is er sprake van korte termijn effecten (stoffen verdwijnen weer volledig binnen beperkte tijd uit het milieu waardoor de hersteltijd van het watersysteem kort is), dan kan het verhoogde risico worden geaccepteerd, mits het bedrijf motiveert dat er geen kosteneffectieve aanvullende maatregelen meer zijn te nemen (die allen liggen boven SVT en SVT+) en de ecologische gevolgen beperkt zijn. Bij deze afweging moet worden meegenomen dat regionale watersystemen in het algemeen een hogere en daarmee een gevoeliger functie dan de grote rivieren. Dit betekent dat een voorval eerder leidt tot langdurig

functieverlies. Aangezien een relatief klein voorval gevolgen kan hebben voor een groot deel van het watersysteem is de hersteltijd relatief groot.
Is sprake van lange termijn effecten, dan kan het risico niet worden geaccepteerd. Een bedrijf moet dan opnieuw kijken naar de SDVT+-maatregelen (bestaande situatie) om wel binnen het acceptabele gebied te komen.

3. Restrisico onopgeloste stoffen (drijfslagen)

3.1. Het berekenen van effectvolume, weegfactor en milieuschade-index

Drijfslagvormende stoffen

Drijfslagvorming ontstaat als een stof slecht oplost in water en het soortelijke gewicht $<1000 \text{ kg/m}^3$ is. Proteus II berekent een restrisico voor het vrijkomen van drijfslagvormende stoffen aan de hand van de uitgestroomde hoeveelheid bij een bepaald scenario met een bepaalde kans. De specifieke eigenschappen van verschillende soorten drijfslagvormende stoffen, zoals oplosbaarheid, dampspanning en vlamtemperatuur verschillen sterk. Door de verschillende eigenschappen varieert ook de schadelijkheid, beheersbaarheid en opruimbaarheid van drijfslagen in het aquatisch milieu, zoals blijkt uit onderstaande tabel:

Tabel 3. Enkele belangrijke eigenschappen van drijfslagvormende stoffen die van invloed zijn op de schade aan het (aquatisch) milieu (+---- = veel/goed – zeer veel/zeer goed, - - - - = weinig/slecht – zeer weinig/zeer slecht).

Stof	(oever) natuur Schade	Vluchtig	Volumecontaminatie Waterlichaam	Drijfslag beheersbaar	Drijfslag opruimbaar
<i>Benzine</i>	-	+++	++	---	---
<i>Stookolie</i>	+++	--	0	+++	+++
<i>Crude</i>	+++	-+	+	+++	+++
<i>Dieselolie</i>	+	+	0	+	+
<i>Kerosine</i>	+	+	0	+	+
<i>Biodiesel</i>	-	---	++	+++	+++

Zodra een drijfslagvormende stof in het oppervlaktewater terechtkomt start deze met verspreiding over het wateroppervlak. De snelheid daarvan is voornamelijk afhankelijk van de viscositeit van de stof. Hoe lager de viscositeit, hoe sneller de verspreiding optreedt. Maar ook temperatuur, stroming, getij en windrichting en –snelheid hebben een groot effect op de verspreiding. In de praktijk heeft een kleine spill van een drijfslagvormende stof (bijvoorbeeld 1 ton olie) al na 10 minuten een drijfslagdikte van gemiddeld 10 mm. Zonder beheersmaatregelen wordt deze drijfslag al na enige uren beduidend dunner (kleiner dan 1 mm) en na een kritische dikte van ongeveer 0,1 mm valt de drijfslag in delen uiteen die zich nog weer verder kunnen verspreiden. Door dispersie als gevolg van turbulentie (golfslag) verdwijnt de drijfslag vervolgens van het wateroppervlak.

Het model Proteus rekent bij scenario's waarbij wel beheersmaatregelen worden getroffen met een standaard drijfslagdikte van 4 mm. Hierbij wordt verder geen rekening gehouden met de viscositeit van de specifieke stof. Simulaties met het model OILMAP, dat voorspelt hoe een

grote oliespill zich verspreidt, tonen aan dat 4 mm een realistische drijflaagdikte is na enkele uren.

Er wordt vanuit gegaan dat in de tijd dat een drijflaag op het water terechtkomt en weer wordt opgeruimd, de schade aan watermilieu minimaal is. In werkelijkheid is het mogelijk dat er in een drijflaagvormende stof zich een kleine hoeveelheid oplosbare stof bevindt, die van invloed kan zijn op de waterkwaliteit.

De uitgestroomde hoeveelheid alleen, geeft weinig inzicht in de beheersbaarheid en de geschikte methode voor het opruimen van een drijflaag. De beheersbaarheid van drijflaagvormende stoffen wordt in belangrijke mate bepaald door locale factoren. Voorbeelden van locale factoren zijn: aanwezigheid van een haven die afsluitbaar is en de beschikbaarheid van voorzieningen zoals oilbooms en reinigingsvaartuigen. Ook factoren als stroming, wind etc. kunnen bepalend zijn. Er is dus geen uniforme werkwijze in deze te benoemen.

Rijkswaterstaat heeft onderzoek laten doen naar de huidige werkwijze binnen de industrie voor wat betreft de organisatie en omgang van calamiteiten met drijflaagvormende stoffen. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het rapport Naar een referentiekader voor drijflaagvormende stoffen (2010). Uit de praktijk blijkt dat er een "stand der techniek" te definiëren valt voor het beheersen en opruimen van drijfvlagen. Het betreft organisatorische en technische maatregelen om zo snel mogelijk, binnen het zogenaamde "gouden uur", de drijflaag beheersbaar te maken met bijvoorbeeld oilbooms of -schermen en vervolgens te starten met opruimen. De benodigde tijd om te reageren en de tijd om acties te ondernemen om de drijflaag daadwerkelijk te beheersen, zijn hierbij belangrijk. Het onderzoek dat Rijkswaterstaat met het bedrijfsleven heeft uitgevoerd (rapport "Naar een referentiekader voor drijflaagvormende stoffen") en het onderzoek naar de inzet van haar eigen middelen (het project 'Aanpak bestrijding milieu-incidenten Rijkswateren') komen op vergelijkbare uitgangspunten m.b.t. reactiesnelheid en beheersnelheid.

De volgende tijdselementen kunnen worden afgeleid:

- Voor de reactiesnelheid geldt dat binnen een half uur de organisatie voor het beheersen van de drijflaag moet zijn gemobiliseerd;
- Voor de beheersnelheid geldt dat binnen 1 á 2 uur de drijflaag beheersbaar moet zijn. Dit geldt voor bijv. het afsluiten van een haven en is gebaseerd op de huidige ervaring binnen het bedrijfsleven. Rijkswaterstaat hanteert voor haar eigen materiaal 1,5 tot 4 uur, Het gaat dan om vlekken op open water, waar eerst naar toe moet worden gevaren. Dit betekent dat een bedrijf niet in alle gevallen op Rijkswaterstaat kan rekenen om aan de SVT te voldoen!;
- Voor het verstrekken van opdracht aan een reinigingsbedrijf geldt dat binnen 1 á 2 uur opdracht moet kunnen worden verstrekt. Afspraken/contracten moeten dus al bestaan;
- Het opruimmaterieel van het reinigingsbedrijf moet binnen 1,5 – 6 uur ter plaatse zijn om de drijflaag op te ruimen.

Het bovenstaande beschrijft de Stand der Veiligheidstechniek (SVT) voor het opruimen voor drijfvlagen en gaat uit van het begrip zo spoedig mogelijk, maar binnen de gestelde tijden.

Referentievolumina

De gevolgen van een onvoorziene lozing met drijfslaagvormende stoffen wordt bepaald door de uitgestroomde hoeveelheid. Als referentie voor significante of langdurige schade aan zoetwater- of mariene habitats worden ook hier de uitgangspunten van de SEVESOII(96/82/EG) gehanteerd:

- 10 km of meer van een stroom, een kanaal of een rivier;
- 1 ha of meer van een vijver of een meer;
- 2 ha of meer van een delta;
- 2 ha of meer van een kustzone of van de zee.

Met behulp van de standaard drijfslaagdikte en de oppervlakte van het water (voor een kanaal of rivier 10000 meter x breedte in meter) kan het standaard uitstroomvolume voor een grote rivier worden berekend. Net als bij volumecontaminatie wordt weer uitgegaan van een breedte van 300 meter voor het bepalen van het maximale uitstroomvolume. Bij een nog grotere breedte van het oppervlaktewater worden de maximale uitstroomvolumes onrealistisch hoog. Deze doen dan geen recht meer doen aan het criterium (effectlengte) uit de SEVESO-II-richtlijn. Met andere woorden: met een uitstroomvolume van maximaal 12.000 m³ (10 km x 300 m x 4 mm) blijft men precies binnen het criterium van 10 km effectlengte. Hierbij wordt uitgegaan van een theoretische, homogene dikte van drijfslaag over de gehele breedte van de rivier. Van de andere watersystemen is referentie-uitstroomvolume dan, op basis van de oppervlakte die door de drijfslaag wordt ingenomen als volgt:

Type oppervlaktewater	Voorbeeld	Breedte/Diepte (m/m)	Uitstroomvolume (m ³)
Rivier			
Groot	Maas, Rijn	300/5	12000
Middel	Vecht	50/4	2000
Klein	Donge, Linge	10/3	400
Kanaal			
Groot	Noordzeekanaal	150/15	6000
Middel	Twentekanaal	100/4	4000
Klein	Afwateringskanaal	30/3	1200
Meer	IJsselmeer	-/3	40
Stagnant water	Stadswater	/1	40

Op grond van bovenstaande tabel zijn weegfactoren voor verschillende lokale situaties ten opzichte van het referentie-uitstroomvolume (grote rivier) geformuleerd, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- het referentie-uitstroomvolume kan niet groter zijn 12000 m³, dus rivieren met nog grotere breedte kunnen geen groter referentie-uitstroomvolume ontvangen. Bij gebruik van de daadwerkelijke breedte van dergelijke rivieren, soms meer dan 5 km,

zouden onrealistisch hoge referentievolumes ontstaan. die geen recht meer doen aan het criteria maximale effectlengte van 10 km;

- havens krijgen het referentievolume van het oppervlaktewater waaraan ze zijn gelegen;
- de theoretische aanname dat er homogene verdeling van de drijfslaag plaatsvindt. De dikte van de drijfslaag is overal gelijk;
- de diepte van het oppervlaktewater speelt geen rol in het bepalen van het referentie-uitstroomvolume. In werkelijkheid kan de diepte van het water wel een factor van belang zijn vanwege het zuurstofgehalte in het water. Een drijfslaag belemmert de zuurstofinbreng in het oppervlaktewater door de uitwisseling met de lucht (diffusie) tegen te gaan. Hoe ondieper het oppervlaktewater, hoe groter het mogelijk effect op het zuurstofgehalte in het betreffende oppervlaktewater. Vanwege de complexiteit en het feit dat drijfslagen binnen afzienbare tijd moeten worden opgeruimd, is besloten om de diepte van het oppervlaktewater voor drijfslaagvormende stoffen niet mee te nemen in het bepalen van het referentie-uitstroomvolume.

Weegfactor drijfslaagvormende stoffen

In het geval dat op een kleiner oppervlaktewater dan een grote rivier wordt geloosd zal ook voor drijfslaagvormende stoffen een lagere drempelwaarde gehanteerd moeten worden. Bepaald is, evenals bij volumecontaminatie, uit te gaan van berekende weegfactoren.

In de onderstaande tabel zijn de weegfactoren voor verschillende oppervlaktewateren uitgewerkt. De weegfactor is specifiek per situatie te berekenen door de volgende formule:

$$\text{Weegfactor} = 12.000 \text{ m}^3 / (10.000 \text{ m} \times \text{breedte opp.water in m} \times 0,004 \text{ m dikte drijfslaag})$$

Voor meren en stagnant water hanteert de EU een andere norm als voor rivieren, namelijk een effect op 1 hectare. Daarmee staat de weegfactor voor de wateren vast. De breedte van het oppervlaktewater doet er niet toe, immers het maximaal verontreinigd oppervlak is vastgesteld op 10.000 m² (1 ha).

Type oppervlaktewater	Voorbeelden	Weegfactor
Rivier		
Groot	Maas, Rijn, Schelde, Eems/Dollard	1
Middel	Vecht	6
Klein	Donge, Linge	30
Kanaal		
Groot	Noordzeekanaal	2
Middel	Twentekanaal	3
Klein	Afwateringskanaal	10

Meer	IJsselmeer	300
Stagnant water	Stadswater	300

De gevolgen van onvoorziene lozingen worden ook bij drijfslaagvormende stoffen uitgedrukt in een milieuschade-index (MSI). Met behulp van het uitstroomvolume (Vow), het referentie-uitstroomvolume (Vref) en de weegfactor voor watersystemen (Fws) kan de MSI voor drijfslagen als volgt worden berekend:

$$MSI = (Vow \times Fws) / Vref$$

Het (maximale) referentie-uitstroomvolume (Vref) staat vast op 12.000 m³. Het effect(uitstroom)volume (Vow) wordt verkregen met een modellering met Proteus. Proteus berekent de uitgestroomde massa van een drijfslaagvormende stof. Om dit te vertalen naar een volume (m³) moet de uitgestroomde massa (kg) gedeeld worden door de dichtheid (kg/m³) van de desbetreffende stof.

De methodiek om de weegfactor te berekenen is hierboven beschreven.

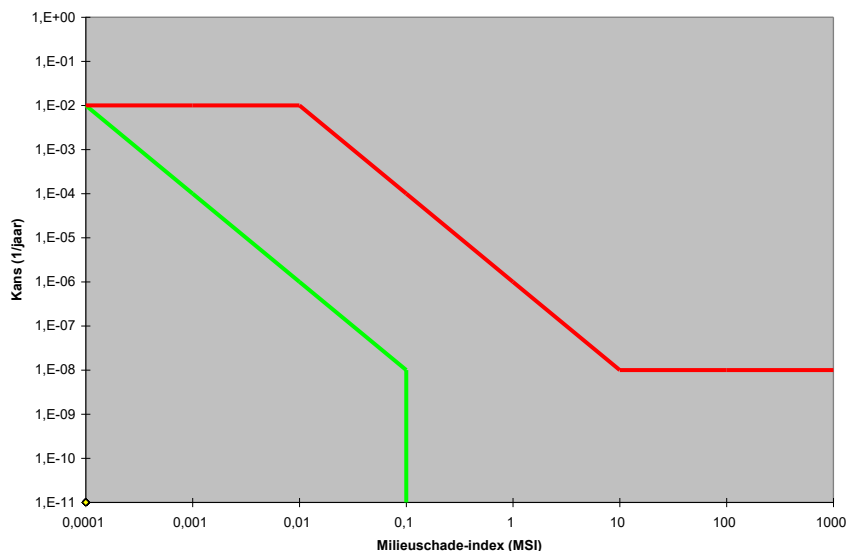
3.2. Referentiekader drijfslagen

Het referentiekader voor drijfslagen gaat uit van dezelfde uitgangspunten als volumecontaminatie. Feitelijk zit er alleen verschil in het bepalen van de MSI (zie paragraaf 4.0) en het compenseren voor de op te ruimen hoeveelheid olie, wat wordt uitgelegd in de navolgende paragraaf.

De grafiek van het referentiekader (zie figuur 3) kan dan als volgt worden ingevuld:

1. Het referentiepunt (MSI = 1, kans = 10 E-6). Bij een grote rivier komt dit punt overeen met 12.000 m³ uitstroomvolume.
2. Het maximaal toelaatbaar risico, vertrekkend uit het referentiepunt met een hellingsfactor -2.
3. Afkapgrens voor voorvallen met een relatief grote kans (>10 E-2); deze zijn zo waarschijnlijk dat ze niet meer als onvoorziene lozing worden gerangschikt. In deze gevallen moeten altijd maatregelen genomen worden. Er is dan geen sprake van calamiteiten, maar voorzienbare gevaren die bij reguliere vergunningstrajecten moeten worden beoordeeld. Met het toepassen van de stand der veiligheidstechniek zijn dergelijke faalkansen niet te verwachten.
4. Afkapgrens voor voorvallen met een zeer geringe kans (< 10 E -8), maar met een zeer groot effect (MSI > 10).
5. De lijn voor verwaarloosbare risico's is bepaald door de MSI door 100 te delen bij gelijkblijvende kans

Figuur 3. Referentiekader drijfslaagvormende stoffen



3.3. Compenseren voor opgeruimde hoeveelheid

Voordat het uitstroomvolume wordt ingevuld in de referentiekadergrafiek, mag een bedrijf nog de hoeveelheid op te ruimen drijfslaag van het effect aftrekken, zodat het juiste restrisico wordt bepaald. Uitgangspunt voor Rijkswaterstaat is dat een drijfslaag altijd wordt opgeruimd, maar dan niet meer in kader van risicobeperking, maar een effect bij een daadwerkelijk scenario. De hoeveelheid drijfslaagvormende stof die een bedrijf in het kader van risicobeperking kan opruimen hangt af van de inzetbare opruimcapaciteit (OC) en de realistische opruimtijd (OT).

Inzetbare Opruimcapaciteit (OC)

Er zijn diverse soorten technieken en materiaal geschikt om drijfslaagvormende stoffen van oppervlaktewater te verwijderen. Wat inzetbaar is, is sterk afhankelijk van de locatie. Uitgangspunt moet zijn het volledig opruimen van de drijfslaag

Over de toepasbaarheid van in te zetten middelen en de beschikbaarheid van deze middelen per regio is binnen RWS (WOCB) veel kennis beschikbaar. Deze informatie is te vinden op de site van de WOCB:
http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/calamiteiten_en_het_milieu/oliebestrijding/wocb/

Realistische Opruimtijd (OT)

Wat realistisch is qua opruimtijd in het kader van risicobeperking hangt af van lokale factoren → zoals afstand tot natuurgebieden, drinkwaterinname en de invloed van de drijflaag op omliggende bedrijven (inname koel- en proceswater, stilleggen aan- en afvoer). Een bedrijf waar geen natuurgebieden, drinkwaterinnamepunten en andere bedrijven in de omgeving liggen, heeft veel meer mogelijkheden om in het kader van risicobeperking een drijflaag op te ruimen dan bedrijven die wel in een dergelijke omgeving liggen.

Om te beoordelen of het restrisico bij een incident met drijflaagvormende stoffen acceptabel is, dient een bedrijf uit te gaan van het grootste risico: het maximale uitstroomscenario van een drijflaagvormende stof dat met Proteus wordt berekend, in combinatie met de grootste kans van voorkomen. Bij drijflopen is het mogelijk dat op basis van de OC en OT een bedrijf niet zijn maximale uitstroomscenario op kan ruimen, maar dat de risico's toch in het acceptabele gebied komen. Hieronder zal dat met een rekenvoorbeeld worden toegelicht. Er kunnen meerdere scenario's in het verhoogde gebied liggen, die moeten dan allemaal worden beschouwd.

Voorbeeld

Een bedrijf is gelegen aan een haven. Het heeft met Proteus berekend dat het scenario instantaan falen van een tank het grootste risico vormt voor het vrijkomen van een drijflaagvormende stof is:

Scenario:	Instantaan falen van een tank
Berekende kans:	1×10^{-6}
Berekend uitstroomvolume:	15.000 m ³

Wanneer geen rekening wordt gehouden met risicobeperking door opruimen, ligt dit scenario in het verhoogde gebied.

Stap 1: Het bepalen van de OC

De haven blijkt, in dit voorbeeld, door middel van een oilboom binnen 1 uur te kunnen worden afgesloten. De drijflaagvormende stof blijft binnen de haven. Vanwege de beperkte breedte van de haven, is één reinigingsvaartuig met een opruimcapaciteit van 30 m³/h inzetbaar. De OC bedraagt 720 m³ per dag bij een inzet van 24 uur. Op basis van de uitgestroomde hoeveelheid heeft het reinigingsvaartuig $15.000 \text{ m}^3 / 720 \text{ m}^3 = 21$ dagen nodig om de uitgestroomde drijflaag op te ruimen.

Stap 2: Het bepalen van de OT

In dit voorbeeld zou de haven 21 dagen afgesloten moeten worden, voor het volledig opruimen van de drijflaag. Dit is niet realistisch omdat er andere bedrijven aan de haven zitten die vanwege de afsluiting in de problemen komen (aan- en afvoer). De kosten om een haven zo lang af te sluiten zijn niet financieel te dragen door het desbetreffende bedrijf. In dit voorbeeld gaan we er vanuit dat de haven maximaal 5 dagen zonder al te grote problemen kan worden afgesloten. Dit betekent dat er $5 \text{ dagen} \times 720 \text{ m}^3 = 3600 \text{ m}^3$ kan worden opgeruimd door het bedrijf in een beheerste situatie.

Eerder is al aangegeven dat een bedrijf deze hoeveelheid (relatief eenvoudig) op te ruimen olie in een beheerste situatie mag aftrekken van het maximale uitstroom scenario.

In dit voorbeeld wordt de hoeveelheid die moet worden getoetst aan het referentiekader: $15.000 \text{ m}^3 - 3600 \text{ m}^3 = 11.400 \text{ m}^3$. Met een faalkans van 1×10^{-6} maakt dit dat het risico binnen het acceptabele gebied ligt.

Uiteraard zal een effect van 11.400 m^3 uitgestroomde olie in een haven niet worden geaccepteerd door de waterkwaliteitsbeheerder. Als een dergelijk scenario daadwerkelijk optreedt, zal het zo volledig mogelijk opruimen van de drijfslag uitgangspunt zijn. Deze hoeveelheid kan door een bedrijf bijna nooit in een beheerste situatie worden opgeruimd. Een dergelijke calamiteit zal derhalve via de diverse hulpdiensten worden afgehandeld.

3.4 Gevolgen toetsing referentiekader drijfslagen

Scenario's met een uitstroomhoeveelheid die binnen de OT volledig kunnen worden opgeruimd hoeven vanuit het oogpunt van risicodenken geen aandacht meer. Wel is een goede beschrijving nodig van (de organisatie van) het opruimen van de drijfslag. Bij inspecties zal RWS toetsen of deze aannames terecht zijn.

Voor scenario's die niet geheel binnen het OT kunnen worden opgeruimd, maar na aftrek van de op te ruimen hoeveelheid binnen het acceptabele gebied vallen, geldt in principe hetzelfde. Als aanvulling het bedrijf moeten ingaan op de organisatie en rol bij het verder opruimen van het onbeheerste deel van de drijfslag.

Wanneer bij de uitwerking van een scenario het risico, ondanks aftrek van opgeruimde hoeveelheid, in het verhoogde gebied blijft liggen, moet altijd een veiligheidsstudie worden uitgevoerd. De veiligheidsstudie moet altijd leiden tot een conclusie: (ja, het mag of nee, het mag niet). Deze veiligheidsstudie zou volgens een standaard-format kunnen worden gemaakt. De te volgen stappen zijn hetzelfde als beschreven bij volumecontaminatie:

- reflectie t.a.v. aan de stand der veiligheidstechniek;
- nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk (inclusief mogelijk te nemen maatregelen en kosten om kans en effect van deze scenario's te reduceren tot een acceptabel niveau.
- Bij onvoldoende risicoreductie een nadere beschouwing van de korte en/of lange termijneffecten van een stof.

3.3.1. Reflectie t.a.v. de SVT

Een bedrijf moet in het MRA beschrijven hoe aan de SVT wordt voldaan. Uitgangspunt van de SVT is dat procedures, voorzieningen en maatregelen gericht zijn op het beperken van de frequentie en/of de omvang van de negatieve effecten van onvoorziene lozingen zo dicht mogelijk op de potentiële bron. Deze procedures, voorzieningen en maatregelen behoren tot de normale inspanning die van bedrijven verlangd wordt om (onvoorziene) lozingen in het oppervlaktewater te voorkomen. Voor situaties die aan de SVT voldoen betekent dit dat binnen een inrichting per (onderdeel van een) installatie of per activiteit een specifiek op de situatie toegesneden pakket aan risicoreducerende procedures, voorzieningen en maatregelen beschikbaar is. Vaak wordt in hoofdlijnen deze SVT per activiteit beschreven in een MRA. Voor de restrisico's die in het verhoogde gebied vallen, wordt in de risicostudie een specifieke uitwerking verwacht van de risicoreducerende procedures, voorzieningen en maatregelen relevant voor het desbetreffende scenario.

3.3.2 Nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk.

Risico is kans x effect. Het reduceren van de kans van optreden (faalkansreductie) is duidelijk anders dan het reduceren van het effect (effectreductie). Het referentiekader volumecontaminatie (zie ook 3.1) is zo opgesteld dat bij verhoogde risico's, alleen de faalkansen bekeken moet worden die tussen de 10^{-2} en 10^{-8} liggen. Als de faalkans kleiner wordt dan 10^{-8} dan is verder onderzoek niet meer nodig.

3.3.2.1. Faalkansreductie

Zie 2.3.2.1. Gelijk aan oplosbare stoffen.

3.3.2.2. Effectreductie

Zie 2.3.2.2. Gelijk aan oplosbare stoffen.

3.3.2.3 . Beschouwing korte en lange termijn effecten

Als de effectgerichte maatregel (evt in combinatie met de eerdergenoemde faalkansreductie) leidt tot voldoende risicoreductie is verder onderzoek niet meer nodig. Als nog niet voldoende risicoreductie is behaald, moet nader worden gekeken naar de (lokale) effecten van uitgestroomde stof. Om de effecten van drijfslaagvormers te beoordelen is er veel informatie beschikbaar op de site van de WOCB.

http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/calamiteiten_en_het_milieu/oliebestrijding/wocb/

Is er sprake van korte termijn effecten (stoffen verdwijnen weer volledig binnen beperkte tijd uit het milieu waardoor de hersteltijd van het watersysteem kort is), dan kan het verhoogde risico worden geaccepteerd, mits het bedrijf motiveert dat er geen kosteneffectieve aanvullende maatregelen meer zijn te nemen (die allen liggen boven SVT en SVT+) en de ecologische gevolgen beperkt zijn. Bij deze afweging moet worden meegenomen dat regionale watersystemen in het algemeen een hogere en daarmee een gevoeliger functie dan de grote rivieren. Dit betekent dat een voorval eerder leidt tot langdurig functieverlies. Aangezien een relatief klein voorval gevolgen kan hebben voor een groot deel van het watersysteem is de hersteltijd relatief groot.

Is sprake van lange termijn effecten, dan kan het risico niet worden geaccepteerd. Bedrijf moet dan opnieuw kijken naar de SDVT+-maatregelen (bestaande situatie) om wel binnen het acceptabele gebied te komen.

12.2. Bijlage 2: Brand scenario's, generieke berekeningen

12.2.1. Ontstekingskans

Er kan een brand ontstaan indien de eigenschap "vlampunt" van een stof aan bepaalde eisen voldoet

Stof	Range	Ontstekingskans (P)
K1	< 21 °C	0,13
K2	21-54 °C	0,01
K3	55-100 °C	0
K4	> 100 °C	0

(Handleiding Proteus bijlage 2)

Concreet betekent dit dat alleen bij stoffen met een vlampunt dat lager of gelijk is aan 54 °C een brandscenario kan ontstaan. (K1 of K2)

12.2.2. Generieke berekeningen

Berekening van brandduur

De berekening van de brandduur verloopt in twee stappen. Eerst wordt de maximale brandtijd T_b van de lozing berekend:

$$T_b = M/B_s$$

Met:

- T_b : Maximale brandtijd (s);
- B_s : Brandbronsterkte (kg/s);
- M : In de tankput vrijgekomen massa (kg);

B_s wordt benaderd uit het product van het brandoppervlak en een generieke plasbrand flux:

$$B_s = 0.1 * A_{\text{plas}}$$

Met:

- A_{plas} : Oppervlak van de plas;
- B_s : Brandbronsterkte (kg/s)

Vervolgens wordt de blustijd berekend. De blustijd is afhankelijk van het oppervlak van de brandende plas. Hiertoe worden verschillende situaties onderscheiden:

Oppervlak (m ²)		Blustijd (s)
van	Tot	
0	300	1800
300	900	3600
900	2500	7200
>2500	-	21600

Tabel 12-1 Generiek blustijd als functie van het oppervlak van de brandende plas

De brandduur is gelijk aan de kleinste waarde van de maximale brandtijd en blustijd uit tabel 1.

Er wordt met een brandscenario gerekend als de brandduur groter is dan 900 s. Bij kleinere brandduren worden deze niet relevant verondersteld.

Berekening volume bluswater

De hoeveelheid bluswater wordt bepaald met het generieke bluswaterdebiet.

$$V_b = (10^{-2}/60) * A_{\text{plas}} * T_{\text{brand}}$$

Met

- V_b : Volume bluswater (m³);
- A_{plas} : Oppervlak van de plas (m²);
- T_{brand} : Brandduur (s);

Berekening volume koelwater

Het koelwatervolume is evenredig met het buitenoppervlak van de te koelen tank. Het koelwatervolume wordt in de analyses beschouwd als bluswater.

$$V_b = (10^{-2}/60) * A_{\text{tank}} * T_{\text{brand}}$$

Met

- V_b : Volume bluswater (m³);
- A_{tank} : Oppervlak omhulling van de tank (m²);
- T_{blus} : Brandduur (s)

Berekening van plasoppervlak vrije uitstroming

Voor de berekening van het plasoppervlak bij vrije uitstroming wordt uitgegaan van een plasdikte van 1 cm. Bij overslag naar spoor wordt aangenomen dat de plasdikte 2.5 cm bedraagt.

Berekening debiet

Het debiet in leidingen wordt berekend uitgaande van een vaste vloeistofsnelheid van 4.8 m/s.

$$Q = 4.8 * 0.25 * \pi * D_{\text{leiding}}^2$$

Met

Q : Debiet (m³/s)

D_{leiding} : Diameter van de leiding (...)

12.2.3. Brandscenario's

Bij Risico-units wordt rekening gehouden met de volgende brandscenario's:

- a. Kleine brand
- b. Grote brand
- c. Loodsbrand

Bepaling brandscenario

Over het algemeen gelden de volgende stappen bij het bepalen van een brandscenario:

1. Bepaal voor de brandoppervlaktes: 20, 50, 100, 300, 900, 1500 en 2500 m² of er sprake is van een kleine-, grote-, of loodsbrand.
2. Bepaal de kans op brand aan de hand van het brandoppervlak, het brandbestrijdingssysteem en de kans op zuurstofbeperking.
3. Bepaal de resulterende massa en het bluswater aan de hand van het brandoppervlak en het brandbestrijdingssysteem
4. Bepaal de actuele brandduur/ blustijd . aan de hand van het brandoppervlak en het brandbestrijdingssysteem.

Voor brandscenario's geldt:

Indien: $A_{\text{BRAND}} < A_{\text{SECTIE}}$ Kleine brand (met of zonder zuurstofbeperking)

Indien: $A_{\text{BRAND}} < A_{\text{LOODS}}$ Grote brand

Indien: $A_{\text{BRAND}} \geq A_{\text{LOODS}}$ Volledige Loodsbrand

Met: $A_{\text{BRAND}} =$ Oppervlakte van de brand (m²)

$A_{\text{SECTIE}} =$ Oppervlakte van de Sectie in de (Stukgoed) opslag (m²)

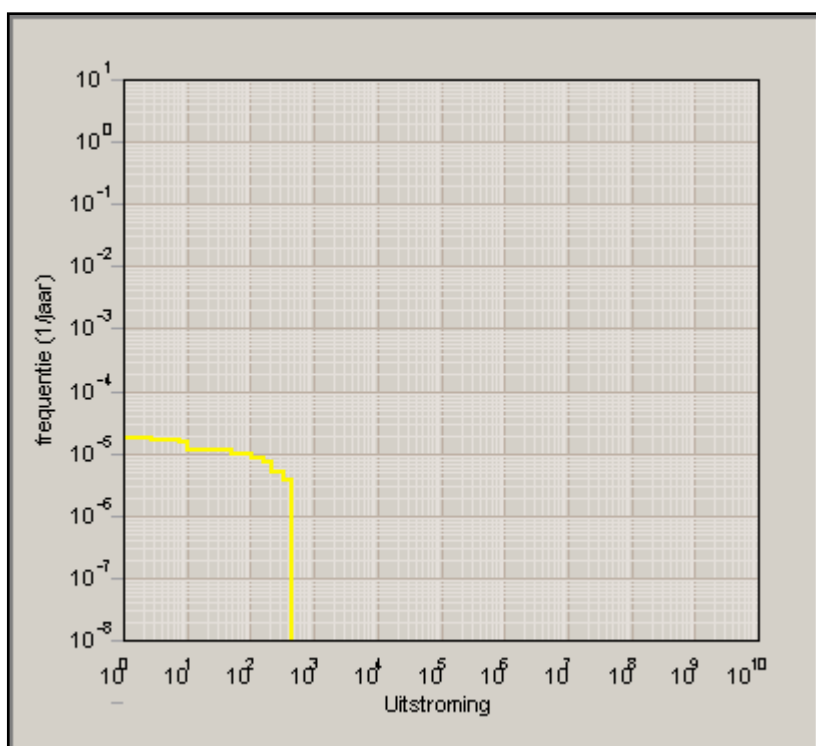
$A_{\text{LOODS}} =$ Oppervlakte van de Loods in de (Stukgoed) opslag (m²)

12.3. Bijlage 3: F-X berekeningen

12.3.1. Inleiding

De resultaten van Proteus worden onder andere gepresenteerd in zogenaamde F-X curven. De F-X verstrekt informatie over de mogelijke omvang van een ramp en de kans daarop. Die informatie wordt van belang geacht om de risico's van inrichtingen te beoordelen.

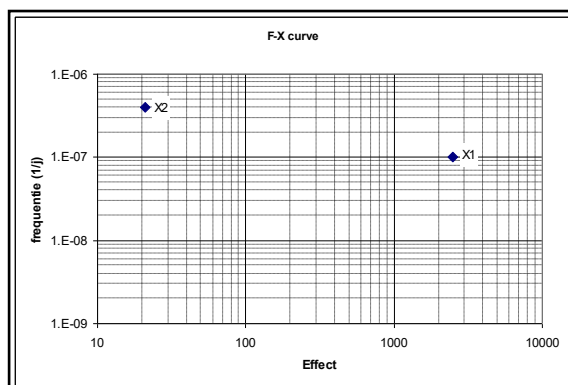
Om het groepsrisico te presenteren wordt een grafiek gebruikt die betrekking heeft op een specifieke inrichting. Verticaal staat de frequentie cumulatief uitgezet tegen de omvang van de schade. In figuur 1 is een voorbeeld gegeven van de karakteristieke vorm die de grafieken hebben. Hoe de F-X curve tot stand komt, waarom een F-X curve een karakteristieke vorm heeft en wat een F-X-curve voorstelt wordt in het volgende uitgelegd.



Figuur 1

12.3.2. Ontwerp van de grafiek

De risicoanalist heeft een exercitie uitgevoerd met Proteus. Hier wordt de situatie vereenvoudigd tot twee ongevalsscenario's. In het reële geval ontstaat een heel spectrum van mogelijke situaties van het vrijkomen van een hoeveelheid gevaarlijk stof. Elke mogelijkheid heeft zijn eigen kans van optreden. Het eerste ongevalsscenario is bijvoorbeeld een ongeval waarbij de grootste hoeveelheid gevaarlijke stof vrijkomt. Een voorbeeld is een brand van de totale opslagruimte voor gevaarlijke stoffen. Die brand veroorzaakt een uitstroming met giftige verbrandings- en ontledingsproducten en onverbrande reststoffen. De maximale omvang van het effect wordt uitgerekend. Die is bepaald uit de concentratie die voor 50% van de populatie dodelijk is. Met de rekenmodellen wordt bepaald hoe groot het volume is van het waterpakket met een concentratie groter of gelijk aan de LC50. Stel dat het resultaat 2500 m³ is. en stel dat de kans op deze ramp P1 is. Er is nu één gegeven vastgesteld nl. de kans P1 ($P1 = 1 \times 10^{-7}$ 1/j) op een gecontamineerd watervolume van 2500 m³. Proteus geeft dit resultaat weer in de grafiek als een punt (figuur 2, punt X1). Proteus gaat vervolgens uit van een ongevalsscenario waarbij niet de complete ruimte in brand staat, maar een beperkt deel. Dit stelt bijvoorbeeld de situatie voor waarin het sprinklersysteem (veiligheidsmaatregel) branduitbreiding voorkomt. Zo'n situatie resulteert in een kleinere uitstroming. De kans op dit kleiner ongeval is groter dan die op een volledige loodsbrand. Proteus berekent het gecontamineerde watervolume van deze kleinere uitstroming. Het zal duidelijk zijn dat dit resulteert in een kleiner gecontamineerd watervolume. Stel 12 m³ met een kans P2 ($P2 > P1$; $P2 = 4 \times 10^{-7}$ 1/j). Proteus kan nu een tweede punt (X2) in de grafiek plaatsen (zie figuur 3A). Volgens dezelfde stappen worden alle overige mogelijke calamiteiten bij het bedrijf worden doorgerekend. Elke calamiteit (ongevalscenario) heeft zijn kans van optreden en zijn eigen specifieke gevolg (uit te drukken in aantal m³).



Figuur 2

Om een goed leesbare grafiek te krijgen wordt langs de verticale as niet de frequentie, maar de cumulatieve frequentie uitgezet. De verticale as geeft daarmee de kans weer op X of meer m³ gecontamineerd watervolume.

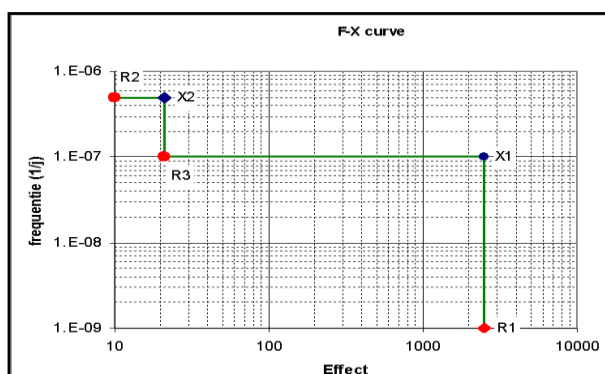
Om de betekenis van de grafiek in een curve zichtbaar te maken volgt er een nabewerking. Van rechts naar links wordt de bij de frequentie van een punt, de gesommeerde frequentie van het voorliggende punt gesommeerd.

Punt	F	fcum	E
X1	1×10^{-7}	1×10^{-7}	2500
X2	4×10^{-7}	5×10^{-7}	12

Omdat er slechts twee punten zijn is het duidelijk dat de cumulatieve frequentie van punten links van punt X2 gelijk aan de cumulatieve frequentie P2 moet zijn. Voor punten rechts van punt X1 moet de cumulatieve frequentie Nihil zijn. Deze twee punten R1 en R2 kunnen aan de tabel worden toegevoegd. Deze redenatie is te volgen voor punten tussen X2 en X1. Hiervan is de frequentie gelijk aan P1 (de frequentie van punt X1). Ook dit punt kan aan de tabel worden toegevoegd. In de onderstaande tabel is zijn alle relevante punten opgenomen.

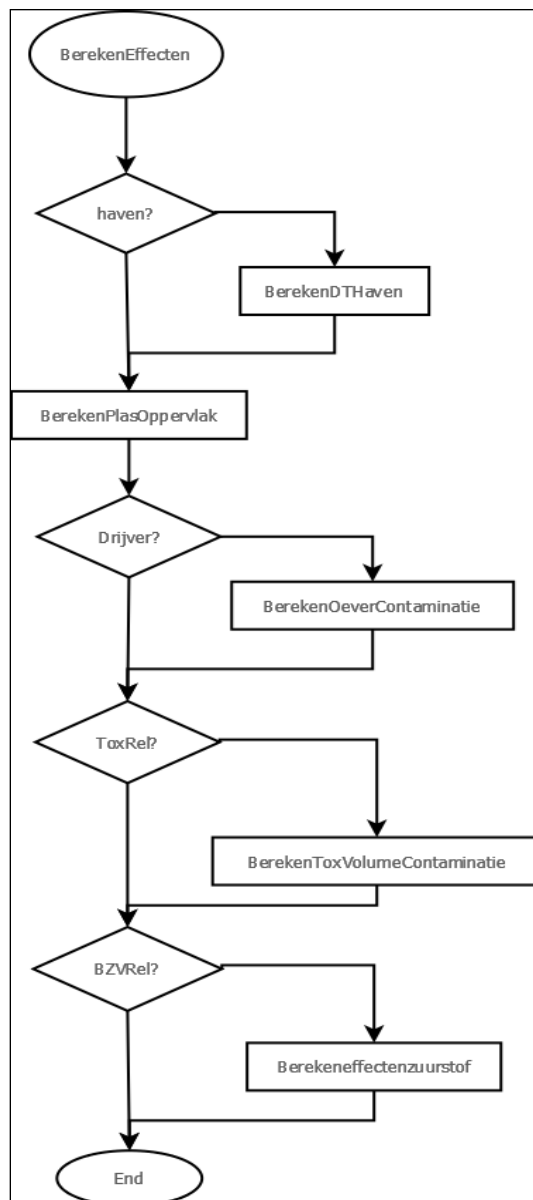
Punt	F	fcum	E
R1	Nihil	Nihil (in de grafiek 10^{-9})	$2500 + \delta$
X1	1×10^{-7}	1×10^{-7}	2500
R2	Nihil	1×10^{-7}	$12 + \delta$
X2	4×10^{-7}	5×10^{-7}	12
R3	Nihil	5×10^{-7}	Nihil (in de grafiek 10)

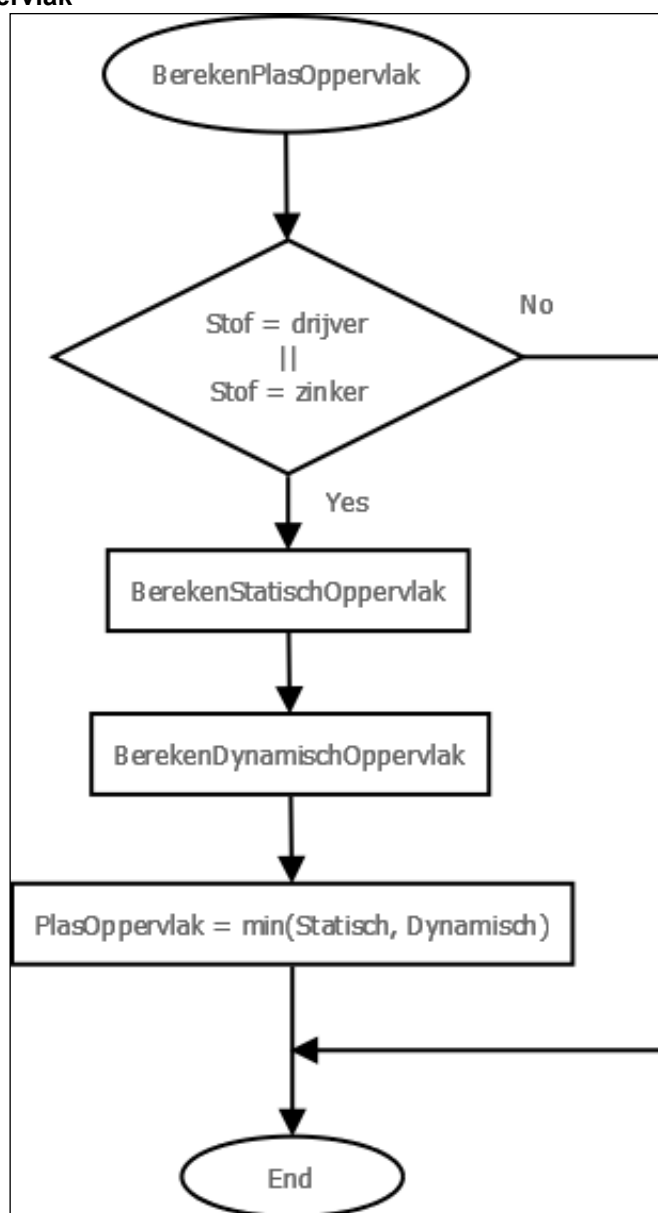
In figuur 3 zijn de punten met lijnen verbonden. Daarmee is de F-X curve zichtbaar



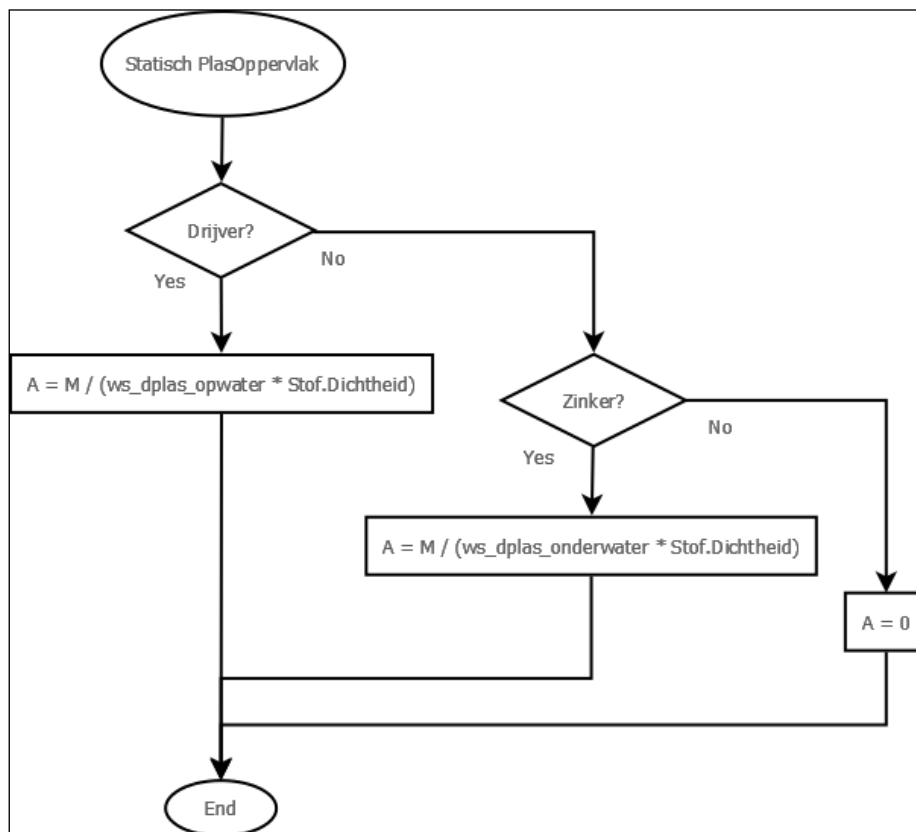
12.4. Bijlage 4: Flowcharts

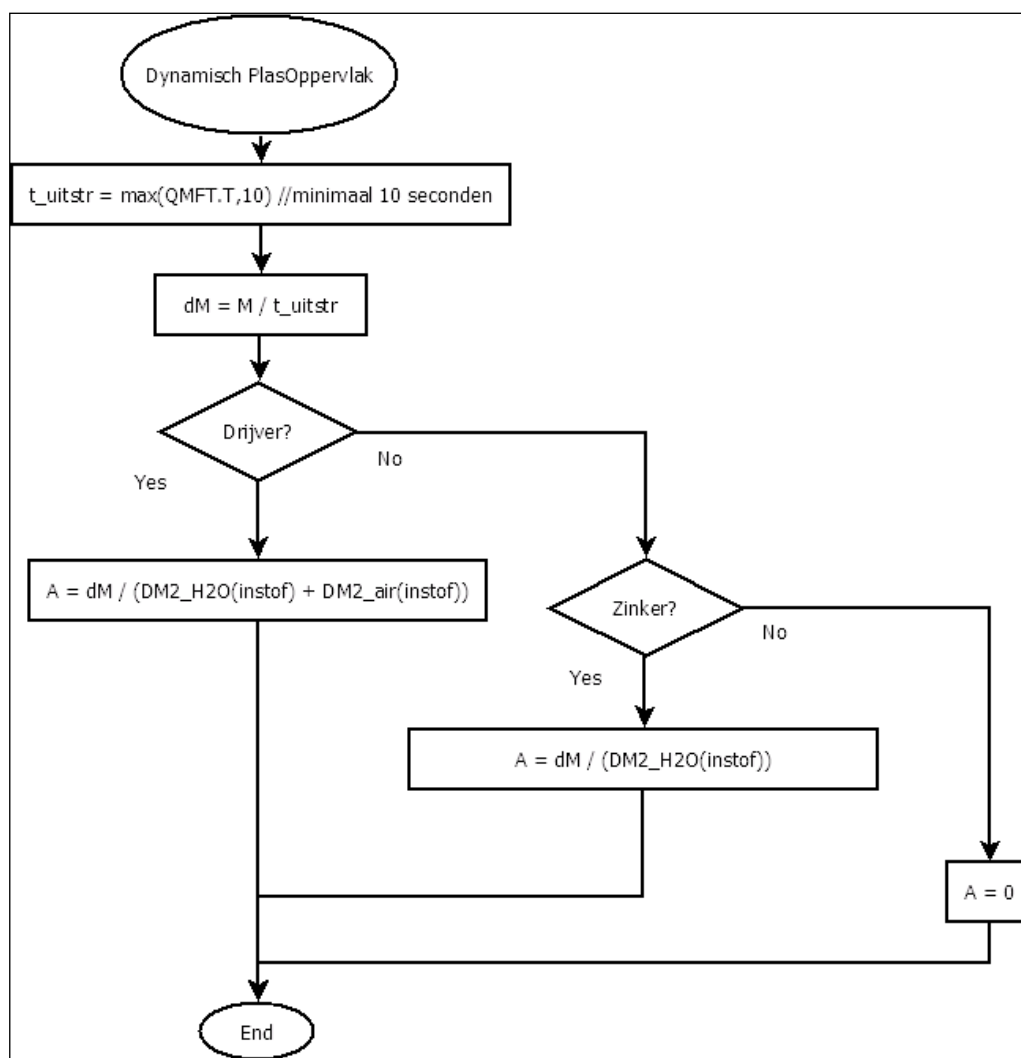
Dit hoofdstuk toont de flows van de berekeningen zoals toegepast in het algoritme van Proteus.

Bereken Effecten

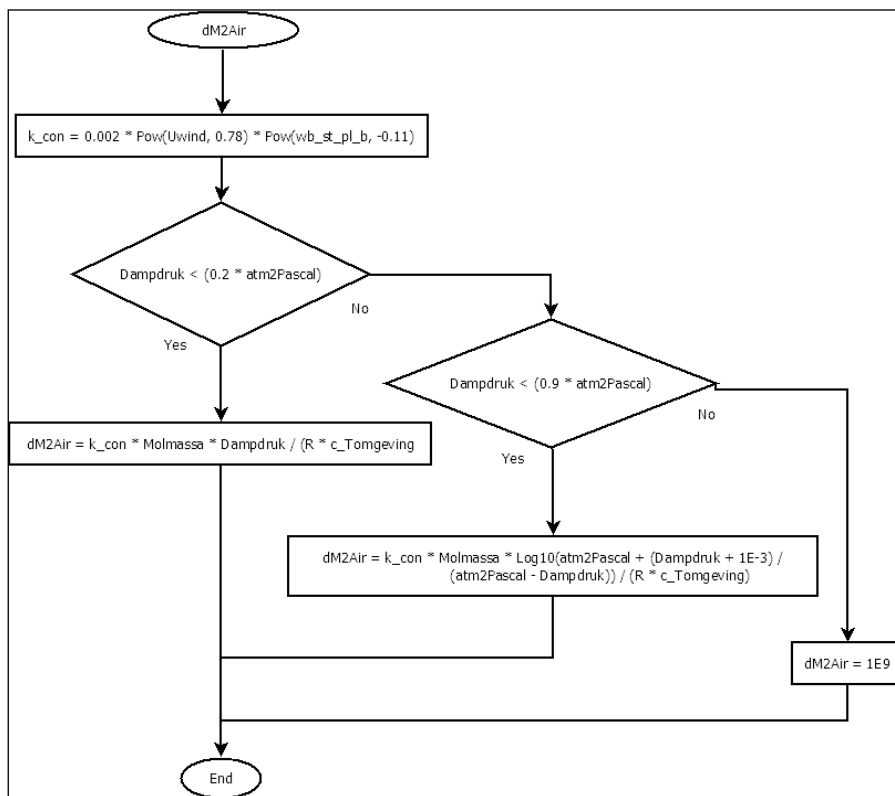
Bereken Plasoppervlak

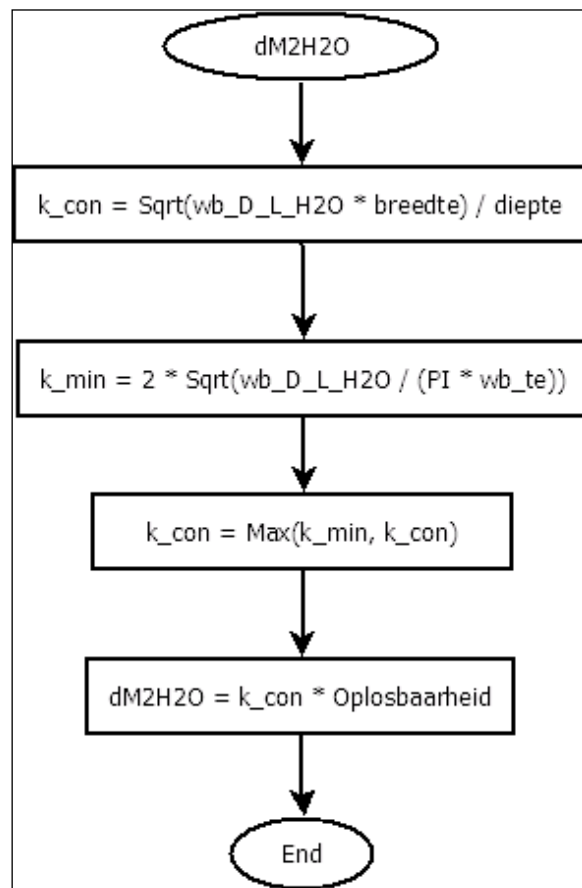
Statisch Plasoppervlak



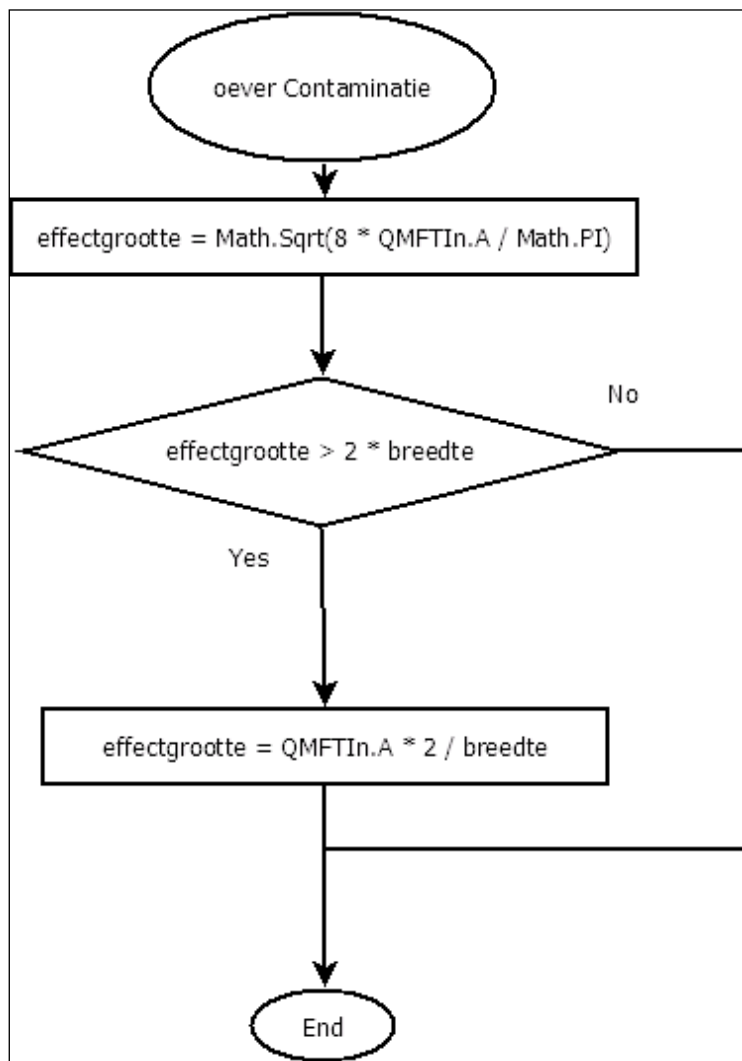
Dynamisch Plasoppervlak

dM2Air

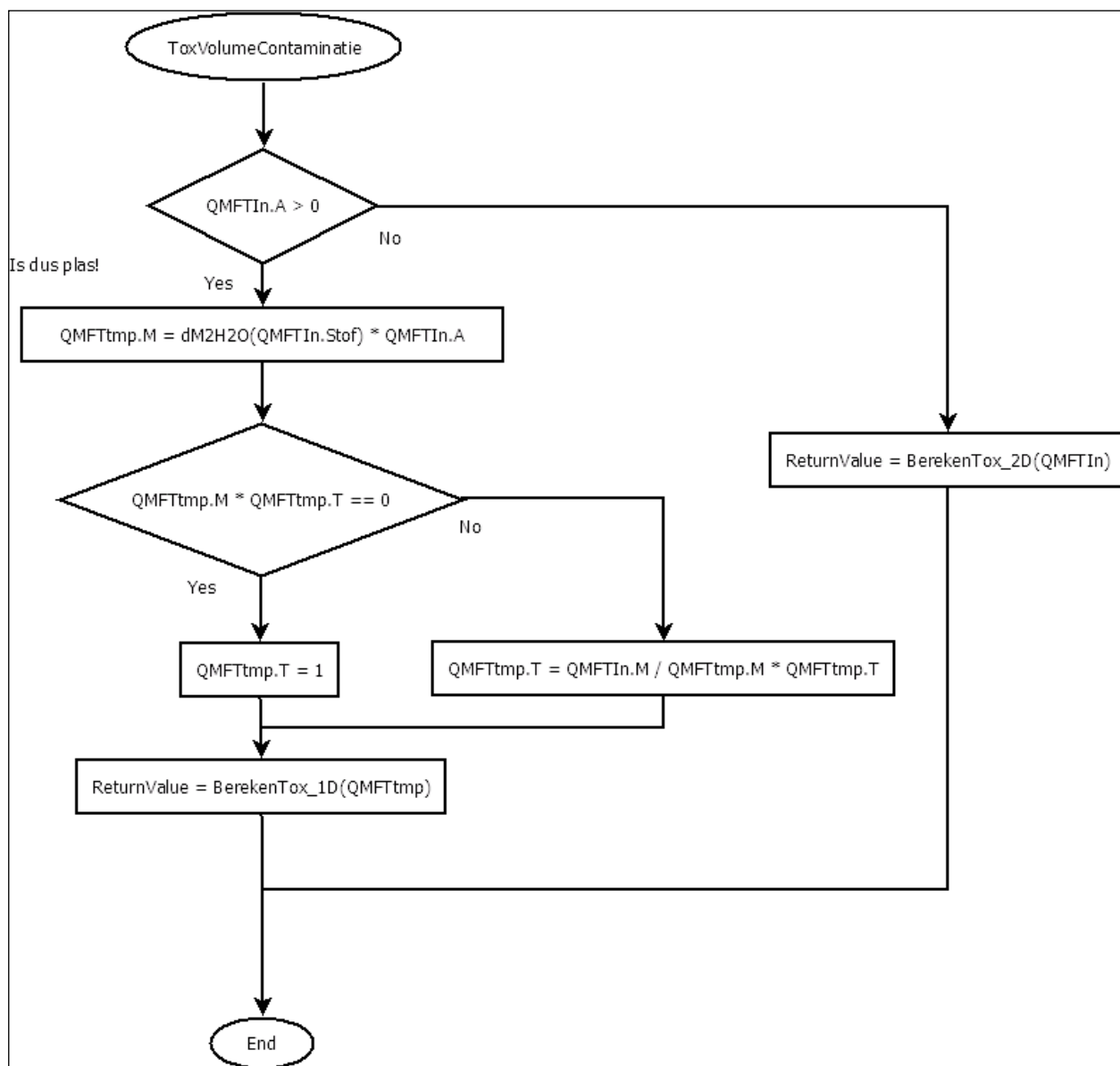


dM2H2O

Oever contaminatie



Tox Volume contaminatie



12.5. Bijlage 5: BerekenTox_2D Toxische stoffen volumecontaminatie

Alex van Gulik / Leon Braam

Tox = QMFTin.stof.LC50

D = diepte watersysteem

Dx = dispersie X

Dy = dispersie Y

Ustroom = stroomsnelheid

F1:
$$dcdx_{2_2D} = \frac{0.235}{\left(D * \sqrt{d_Y / d_X}\right)} \quad // \text{ Dit is eigenlijk F3! relatie tussen concentratie en } 1/x^2$$

F2: Dcdx_2d:

$$dcdx_{2D} = \frac{0.1 * (0.4 + U_{stroom}^{0.85})}{\left(D * \sqrt{d_Y * d_X}\right)} * \frac{(\sqrt{Dx * Dy}) + \frac{Dx * Dy}{1000 * (0.1 + U_{stroom})} + B}{B}$$

F3: Dcdx05_2d:
$$dcdx_{05_2D} = \frac{1}{\left(B * D * 2 * \sqrt{\pi * \frac{D_X}{U_{stroom}}}\right)}$$

Snijpunt F1/F2: Xx2_x:
$$xx_{2_x} = \frac{F1}{dcdx_{2D}}$$

Snijpunt F2/F3: Xx_x05:
$$xx_{x05} = \left(\frac{dcdx_{2d}}{dcdx_{05_2D}}\right)^2$$

Concentratie op snijpunt F1/F2: Cx2_x:
$$Cx2_x = QMFTIn.M * \frac{F1}{xx2_x^2}$$

Concentratie op snijpunt F2/F3: Cx_x05:
$$Cx_x05 = QMFTIn.M * \frac{dcdx05_2d}{\sqrt{xx_x05}}$$

if Cx_x05 < tox then
begin

if Cx2_x < tox then

$$xres = \sqrt{QMFTIn.M * \frac{F1}{tox}} \quad // F3?$$

else

$$xres = QMFTIn.M * \frac{dcdx_2d}{tox} \quad // F2?$$

end
else

$$xres = (QMFTIn.M * \frac{dcdx05_2d}{tox})^2 \quad // F1?$$

xtmp:
$$xtmp = \left(\frac{QMFTIn.M}{(tox * D * 2 * \sqrt{\pi * \frac{Dy}{Ustroom}})} \right)^{\frac{2}{3}}$$
 Dit is voor continu uitstroming (proteus

1)

btmp:
$$btmp = 2 * \sqrt{\pi * \frac{Dy}{Ustroom}}$$
 Dit is de breedte uitstroming (proteus 1)

if (bTmp * sqrt(xTmp)) > fbreedte then

$$x_{tmp} = \frac{QMFT_{in} \cdot M}{tox \cdot D \cdot B}$$

// het volgende komt ook uit Proteus 1 technisch Achtergronddocument
if (xTmp <= fustroom * (QMFTin.t + dtHaven)) then

xRes := xTmp;

if (xRes <= xx_x05) then

$$V_{wolk} = 0.5 * x_{Res} * \frac{(xx_x05 - x_{Res})}{xx_x05} * B$$

Else // xRes > xx_x05

$$V_{wolk} = B * (x_{Res} - 0.5 * xx_x05)$$

12.6. Bijlage 6: BerekenTox_1D, toxische stoffen volume contaminatie plasvorming

Tox = QMFTin.stof.LC50

$$dc_dsqrtx_1D = \left(\frac{QMFTin.M}{B * D * 2 * \sqrt{PI * d_X / U_{stroom}}} \right)$$

xA = 0.1

Toptimaal:
$$t_A = \frac{(-D_x + \sqrt{(D_x^2 + (U_{stroom} * x_A)^2}))}{U_{stroom}^2} \quad [s]$$

Conc_1D:
$$c_A = F1_1D(QMFTin.M, t_A) * F2(x_A, t_A)$$

$$F1_1D = \frac{QMFTin.M * k1_1D}{\sqrt{t_A}}$$

k1_1D:
$$k1_1D = \frac{1}{D * B * 2 * \sqrt{\pi * D_x}}$$

$$F2 = e^{(-(x_A - U_{stroom} * t_A)^2 * \frac{k2}{t_A})}$$

k2:
$$k2 = \frac{1}{4 * D_x}$$

$$xB: xB = \frac{4 * D_X}{U_{stroom}}$$

$$cB: cB = \frac{dc - dsqrtx - 1d}{\sqrt{xB}}$$

$$Cmax: c_{max} = \frac{QMFTinM}{(QMFTinT + dtHaven) * B * D * U_{stroom}}$$

dtHaven:

Vhaven := fdiepte * fLhaven * fBhaven;

if QMFTin.V < 1000 * Vhaven then

dtmax := fLhaven / fDispersieHaven / 4

else

dtmax := 0;

x := min(fXtotHoodfstroom, fLhaven);

Dthaven := max(0, dtmax * (X - 2 * fbhaven));

Cmax = max(Cmax, cA) // In Proteus II is dit altijd Cmax aangezien cA altijd 0 is, want k1_1D wordt niet berekend in Proteus II en is daarom altijd gelijk aan 0.

if Cmax < tox then // als Cmax kleiner dan de LC50 van de stof

xRes := 0

else if cB < tox then

$$xRes = \frac{1}{\left(\frac{1}{xa} + \frac{(tox - cA)}{(cB - cA)} * \left(\frac{1}{xB} - \frac{1}{xA}\right)\right)}$$

Else // cB >= tox

$$xRes = \left(\frac{dc - dsqrt - 1d}{tox}\right)^2$$

end;

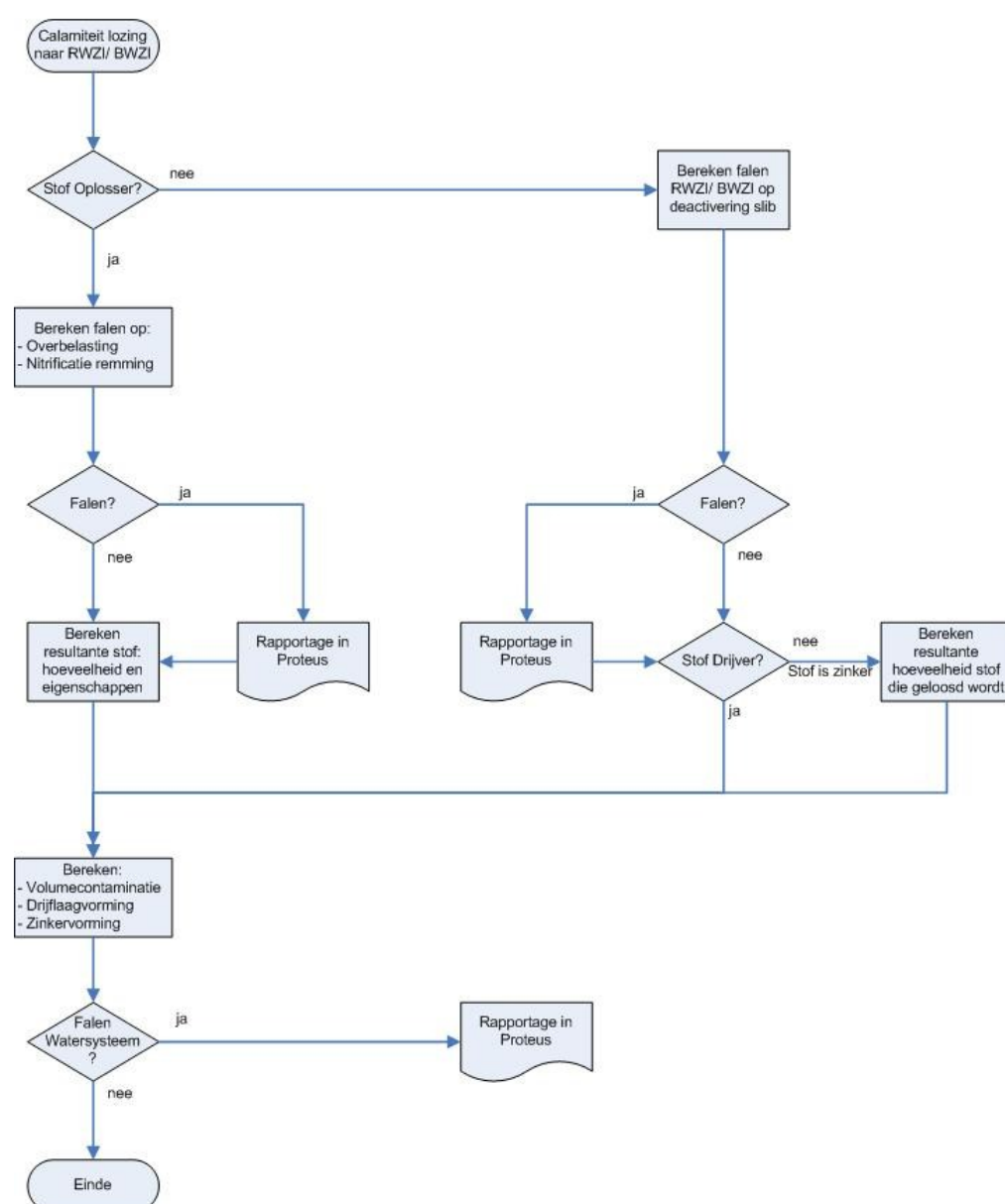
Vdynamisch: $V_{dyn} = B * D * x_{Res}$

Vstatisch:
$$V_{stat} = \frac{QMFTln .M}{tox * \sqrt{(0.25 * \pi * e^0)}}$$

Resultaat = Max(Vstatisch, Vdynamisch)

12.7. Bijlage 7: Stroomschema beoordeling RWZI/ BWZI op “drijvers” en “zinkers”

Schema lozing op RWZI/ BWZI i.k.v. Proteus3



12.8. Bijlage 8: Beoordelingskader RWZI's

Beoordelingskader betreffende het restrisico van een onvoorziene lozing op RWZI's

Datum	26 juli 2019
Status	Update

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Uitgevoerd door	BRZO-specialistenteam RWS/Waterschappen
Opmaak	Peter Kuiper, David Vroon en Patrick de Visscher
Datum	26 juli 2019
Status	Update
Versienummer	11

Handleiding Proteus 5.3.3

RWS INFORMATIE - | Beoordelingskader betreffende het restrisico van een onvoorziene lozing op RWZI's | 26
juli 2019

VOORWOORD

Er zijn bij een onvoorziene lozing als gevolg van een calamiteit bij een bedrijf meerdere afstroomroutes en effecten op o.a. een RWZI en het oppervlaktewater mogelijk. De onvoorziene lozing kan in sommige gevallen afstromen via het riool naar de RWZI. De afstroming naar de RWZI kan ertoe leiden dat de zuiverende werking van de RWZI wordt verstoord. De verstoring van de RWZI zal vervolgens kunnen leiden tot een ongezuiverde lozing van afvalwater op het oppervlaktewater. Voor het beoordelen van de risico's wordt gebruik gemaakt van kaders of afspraken. Uit de beoordeling kunnen wensen tot vermindering van de risico's voortkomen.

Voor de beoordeling van het risico van de onvoorziene ongezuiverde lozing via de RWZI op oppervlaktewater bestond in principe al de mogelijkheid via het bestaande kader voor de risicobeadoordeling van onvoorziene lozingen op oppervlaktewater (beschreven in het CIW document Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen). Van deze mogelijkheid werd nauwelijks gebruik gemaakt, omdat dit niet expliciet was meegenomen in de risicomodellering: de RWZI was in de modellering een eindstation en had geen afstroomroute. In dit rapport wordt daarom uitgewerkt welke resulterende risico's er voor het oppervlaktewater te verwachten zijn en hoe deze kunnen worden beoordeeld, mede met behulp van de risicomodellering.

Voor het falen van de RWZI bestond al een eenvoudig afwegingskader, dat gebruikt werd door de beheerders van de RWZI's, in casu de Waterschappen. Bij dit eenvoudige afwegingskader wordt alleen gekeken naar de faalkans. In dit document wordt het milieueffect daaraan toegevoegd, waardoor een nieuw beoordelingskader ontstaat. Het afwegingskader voor het falen van de RWZI (op basis van alleen de faalkans) is in dit document bijgesteld en opgenomen als secundaire beoordelingsstap (stap 2).

De beoordeling zal leiden tot een oordeel over de situatie en de eventueel gewenste mitigaties. Voor de risico's van lozing op het oppervlaktewater worden de effecten bij overschrijding van de toelaatbaar geachte risico's ernstiger beoordeeld dan het mogelijke falen van de RWZI. Over het algemeen kan ervan worden uitgegaan, dat wanneer de RWZI faalt, dat ook zal leiden tot ontoelaatbaar te achten lozingen op het oppervlaktewater.

Voor de lozing op het oppervlaktewater zijn de waterbeheerders bevoegd gezag. Ze kunnen, als dat wenselijk is, vergunningsvoorschriften formuleren om ontoelaatbare risico's zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

Waterbeheerders zijn geen bevoegd gezag ten aanzien van lozingen via de riolering op een RWZI (indirecte lozingen) maar hebben als beheerder van de RWZI wel een adviserende en toezichthoudende rol. Dit adviesrecht is in de Wabo geregeld ter bescherming van de doelmatige werking van de RWZI en ter bescherming van het ontvangende watersysteem.

Handleiding Proteus 5.3.3

Samenvatting

Rijkswaterstaat en de waterschappen hebben gezamenlijk een werkwijze voor de beoordeling van het restrisico van een onvoorziene lozing op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) opgesteld. Het resultaat hiervan vindt u in deze nota.

Een onvoorziene lozing op een RWZI kan resulteren in het falen van het zuiveringsproces. Een RWZI is in de meeste gevallen geen oplossing voor een onvoorziene lozing, maar verergert juist het effect van de onvoorziene lozing door het vrijkomen van ongezuiverd rioolwater dat op het oppervlaktewater wordt geloosd.

Het falen van de RWZI kan worden veroorzaakt door een viertal mechanismen:

1. Overbelasting
2. Afsterving van bacteriën en/of remming van bacteriën
3. Beïnvloeding actief slib door slecht oplosbare drijvende stoffen
4. Beïnvloeding actief slib door slecht oplosbare zinkende stoffen

De omvang van de resulterende lozing uit een falende RWZI heeft meestal een groot effect op de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Zeker in gevallen waarbij een grote RWZI loost op relatief klein oppervlaktewater. Zuurstofdepletie in het ontvangende oppervlaktewater door de afbraak van organische stoffen die in geloosd ongezuiverd rioolwater zitten, is het belangrijkste effect dat kan optreden als gevolg van een onvoorziene lozing op een RWZI.

Op basis van expert judgement zijn eenvoudige, worst case, rekenregels opgesteld, waarbij de effecten van de verschillende faalmechanismen op verschillende typen RWZI's (laagbelast en hoogbelast, volledig gemengd of propstroom) kunnen worden berekend. Deze rekenregels zijn vervolgens ingebouwd in Proteus, zodat de restrisico's van onvoorziene lozingen op RWZI's nu met dit model kunnen worden berekend. De beoordeling vindt plaats aan de hand van het bestaande referentiekader voor onvoorziene lozingen (volumecontaminatie).

Los van het milieueffect wil de beheerder zoveel mogelijk voorkomen dat de RWZI door een onvoorziene lozing zal falen. Wanneer blijkt dat het milieurisico niet verhoogd is volgens het referentiekader, dient daarom nog getoetst te worden of de faalkans van de RWZI verhoogd is.

Dit document kan worden beschouwd als een verdere uitwerking van de CIW-nota Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen, 2000. Tot het gereedkomen van een herziening van deze nota (2019) zal dit document door de waterkwaliteitsbeheerders en het bedrijfsleven worden benut bij de invulling van de risicobeoordeling van onvoorziene lozingen op RWZI's.

1 Inleiding

Achtergrond

Dit document beschrijft de werkwijze van de waterkwaliteitsbeheerders (Rijkswaterstaat en waterschappen) bij de beoordeling van restrisico's van onvoorziene lozingen op RWZI's. Het vastleggen van een uniforme, eenduidige werkwijze wordt door zowel de waterkwaliteitsbeheerders als het bedrijfsleven van groot belang geacht. Zo kunnen de voorbereiding en daadwerkelijke uitvoering van inspecties efficiënter en effectiever worden uitgevoerd.

Hieronder is onder het kopje Toelichting op het beleidskader nader ingegaan op de plaats van dit kader bij vergunningverlening en handhaving.

Een onvoorziene lozing op een RWZI kan resulteren in het falen van de RWZI door overbelasting en/of beïnvloeding van de werking van het actief-slib. Tot nu toe werd bij de beoordeling van het risico van een onvoorziene lozing op een RWZI geen rekening gehouden met de resulterende lozing op het oppervlaktewater. Het falen van de RWZI als gevolg van een onvoorziene lozing werd gezien als een risico, onafhankelijk van de effecten op het ontvangende oppervlaktewater. De RWZI werd dus gezien als een eindstation van de onvoorziene lozing.

In de praktijk blijkt dat de onvoorziene lozing op de RWZI in veel gevallen leidt tot een verergering van de lozing op het ontvangende oppervlaktewater, omdat ook het reguliere rioolwater op de RWZI niet of slechts gedeeltelijk wordt gezuiverd. De lozing uit een falende RWZI kan een groot effect hebben op de waterkwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Zeker in gevallen waarbij een grote RWZI loost op relatief klein oppervlaktewater.

Beleidskader

Restrisico's van onvoorziene lozingen moeten in het kader van het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) en de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (Wabo) zoveel mogelijk worden voorkomen. Voor bepaalde categorieën bedrijven geldt dat ze een milieurisicoanalyse (MRA) moeten uitvoeren. Bij de vergunningverlening in het kader van de Wabo geldt dat moet worden voldaan aan de stand der veiligheidstechniek. Onderdeel daarvan kan ook weer zijn dat er een MRA moet worden uitgevoerd. Hoe en wanneer een MRA moet worden uitgevoerd staat beschreven in de nota "De integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen" (CIW, mei 2000, opgenomen in de wet en regelgeving als BBT document). Het voorliggende rapport is een aanvulling op de uitvoeringsvoorschriften voor het opstellen van een MRA, zoals in genoemde CIW nota is beschreven.

Als voorbeeld kun je denken aan een bedrijf dat veel zuurstof verbruikende stoffen in de opslag heeft staan waarvan het risico bestaat dat deze bij een calamiteit via de riolering geloosd zouden kunnen worden. Een voorbeeld van zo'n incident is het zogenoemde Melasse incident bij Delfland in 1999. Hierbij scheurde een melasse opslagtank en de melasse kwam in het riool, er ontstonden anaerobe condities in het ontvangstwerk van de RWZI Houtrust, waarbij explosieve gassen gevormd werden. Het overschrijden van de lower explosion level had tot gevolg dat de beluchting etc. uitgezet werd en vervolgens werd er ongezuiverd geloosd op het oppervlaktewater.

De risicobeoordeling wordt uitgevoerd met het model Proteus. Hoewel hiermee lang niet alle mogelijke rampscenario's worden beschreven, geeft het de mogelijkheid om een

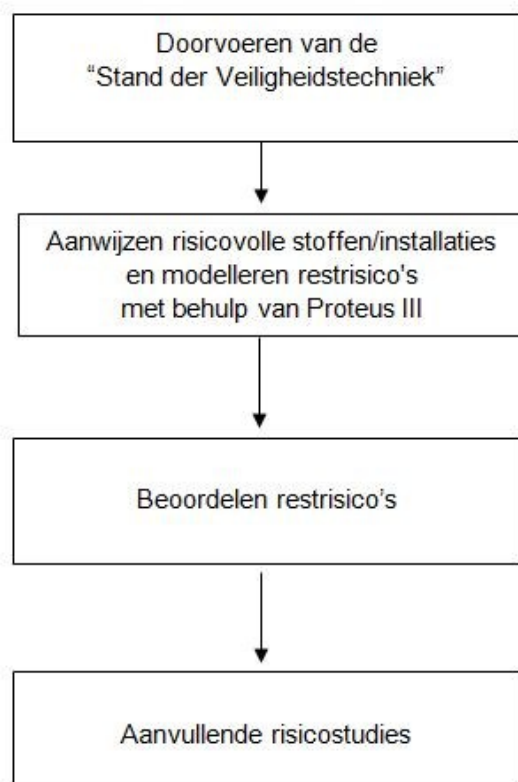
min of meer grove indicatie te verkrijgen over de belangrijke restrisico's voor de RWZI en het ontvangende oppervlaktewater. Met die kennis kan vervolgens op zoek worden gegaan naar maatregelen om de restrisico's zoveel mogelijk te beperken.

Toelichting op het beleidskader

Het beleidskader voor risico's van onvoorziene lozingen naar oppervlaktewater is verwoord in het CIW-rapport "Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen" d.d. februari 2000. Dit CIW-rapport is in principe van toepassing op alle situaties die risico's voor het oppervlaktewater kunnen vormen. Het beleidskader kan worden toegepast bij Waterwet- en Wabo-vergunningverlening en bij de uitvoering van het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO 2015). Het BRZO is de wettelijke implementatie van de Europese Seveso-III Richtlijn. Deze richtlijn heeft tot doel de risico's van grote ongevallen met gevaarlijke stoffen in de industrie, voor zowel mens als milieu, zoveel mogelijk te beperken.

Het verkleinen van de risico's begint bij de basis, namelijk bij de Stand der Veiligheidstechniek (SVT), zoals schematisch is weergegeven in figuur 1. De SVT beschrijft het niveau van de voorzieningen om onvoorziene lozingen, of de gevolgen daarvan, zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen. Dit uitgangspunt geldt ongeacht de aard van de inrichting en de daar gehanteerde stoffen en processen.

Figuur 1.



Risicobeoordeling vindt in vier stappen plaats. Eerst wordt bekeken of er voldaan wordt aan de SVT. Vervolgens vindt een inschatting en kwantificering plaats van de resterende risico's. De berekende restrisico's worden beoordeeld aan de hand van een referentiekader. Wanneer de restrisico's volgens het referentiekader te hoog zijn, moeten aanvullende risicostudies worden gedaan, met als doel de risico's nauwkeuriger in beeld te brengen en te beoordelen of aanvullende maatregelen mogelijk zijn.

Ondanks het toepassen van de SVT blijven er restrisico's bestaan. Deze resterende risico's moeten zo goed mogelijk worden gekwantificeerd om uiteindelijk te kunnen beoordelen of deze acceptabel zijn. Het bepalen van de grootte van de restrisico's is een complexe aangelegenheid omdat veel factoren op het risico kunnen inwerken. Te denken valt aan verdergaande technische maatregelen, de invloed van menselijk handelen en invloeden van buitenaf. Vandaar de keuze voor een model om de werkelijkheid te vereenvoudigen. Dit risicomodel is gebaseerd op casuïstiek: beschrijving van opgetreden ongevallen en de oorzaken en gevolgen die tot deze ongevallen hebben geleid.

Het programma Proteus wordt gebruikt om een model te maken van een inrichtingssituatie. Met dit programma kunnen de (rest)risico's van onvoorziene lozingen direct of indirect (via riolering en RWZI) op het oppervlaktewater voor die specifieke situatie worden bepaald. Regelmatig vinden updates van het programma plaats en het model Proteus is inmiddels aangepast aan de voorliggende werkwijze zodat ook restrisico's kunnen worden berekend van onvoorziene lozingen met een afstroomroute via een RWZI naar oppervlaktewater

Alvorens er gebruik wordt gemaakt van Proteus, moet eerst worden bepaald welke stoffen en installaties bij een bedrijf als risicovol worden beschouwd. In de CIW-nota "Integrale aanpak van de risico's van onvoorziene lozingen" zijn voor oplosbare stoffen en drijfslaagvormende stoffen drempelwaarden vastgesteld voor het geval deze bedrijven aan oppervlaktewater liggen of een afstroomroute hebben naar riolering en RWZI.

In tabel 1 en tabel 2 zijn de tabellen uit de CIW-nota overgenomen, nu met GHS¹ classificatie. In tabel 1 staan de drempelwaarden voor oplosbare en onoplosbare stoffen die kunnen afstromen naar het oppervlaktewater en in tabel 2, die voor het afstromen op de RWZI. Voor de lozing op de RWZI van één bijzondere categorie oplosbare stoffen die niet biologisch afbreekbaar zijn en het actief slib niet beïnvloeden, gelden de drempelwaarden van tabel 1 die horen bij de LC₅₀ waarden (in kolom 3). Bedrijven die grotere hoeveelheden stoffen hebben opgeslagen dan deze drempelwaarden dienen een de milieurisico's in beeld te brengen. Op installatieniveau liggen de drempelwaarden een factor 10 lager. Onderdeel van het in kaart brengen van

¹ Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals (afgekort tot GHS) is de wijze van indeling, kenmerking en etikettering van chemische stoffen en preparaten.

de milieurisico's kan een modellering met Proteus zijn voor de installaties die de installatiedrempelwaarden overschrijden.

In verband met de discussies over het BZV-getal van stoffen en het ontbreken van data voor dit getal, ligt het voor de hand om gebruik te maken van het TZV-getal. TZV staat voor het theoretisch zuurstofverbruik. Dit getal kan worden berekend uit de reactievergelijking van de volledige oxidatie van de stof met zuurstof. In de praktijk werd al vaak gebruik gemaakt van het TZV getal. Voordeel is dat dit het hiaat van ontbrekende BZV-getallen ondervangt. Ook kan op deze manier de invloed van stikstof in bepaalde verbindingen worden meegenomen. Stikstof wordt in oppervlaktewater en RWZI's ook geoxideerd, waarbij relatief veel zuurstof wordt verbruikt. Omdat lang niet alle stoffen gemakkelijk afbreken in het oppervlaktewater of de RWZI, kan het TZV-getal natuurlijk altijd voor de biologische afbreekbaarheid worden gecorrigeerd als daar kwantitatieve gegevens over bekend zijn.

Tabel 1. Selectie van stoffen op inrichtingsniveau bij directe afstroming naar oppervlaktewater voor oplosbare stoffen (effect: acute toxiciteit en zuurstofdepletie ofwel volumecontaminatie) en onoplosbare stoffen (effect: drijfslaag/zinker).

GHS aanduiding Tekst GHS		Acute toxiciteit LC ₅₀ vissen, EC ₅₀ kreeftachtigen of IC ₅₀ algen [mg/l]	Zuurstof- Depletie TZV [gO ₂ /g]	Zinker of drijfslaag oplosb.heid [mg/l]	Drempel- waarde [kg]
H400	Zeer giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen	≤1	>1,5	>100	1.000
H410	Idem	1≤		>100	1.000
H411	Giftig voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen	>1 tot ≤10	0,15 ≤ tot ≤1,5	>100	10.000
H412	Schadelijk voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen	>10 tot ≤100	≤ 0,15	≤100	100.000
		>100 tot ≤1000		>100	1.000.000
H413	Kan langdurige schadelijke gevolgen voor in het water levende organismen hebben	>1000		>100	10.000.000

Toelichting tabel:

LC₅₀ = (Lethale) concentratie van een stof in mg/l waarbij de gemeten sterfte van een specifieke soort (vis) 50% is.

EC₅₀ = (Effect) concentratie van een stof in mg/l waarbij het gemeten effect (bv. mobiliteit) op een specifieke soort (bv. kreeftachtigen) 50% is.

IC₅₀ = Concentratie in mg/l waarbij de inhibitie of remming van de groeisnelheid van algen 50% is.

TZV = Theoretisch = Totaal Zuurstof Verbruik, uitgedrukt in g O₂/g stof en wordt berekend uit het zuurstofverbruik van de volledige oxidatie van de geloosde stof met zuurstof²; het is dus het totale zuurstofverbruik, inclusief die benodigd voor de oxidatie van stikstof. In eerdere documenten wordt steeds uitgegaan van het Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV), maar in de praktijk wordt vrijwel steeds gerekend met het theoretische zuurstofverbruik, omdat de BZV-waarden van veel stoffen niet zijn bepaald. Het BZV is de hoeveelheid zuurstof die nodig is om in vijf dagen de aanwezige organische verontreinigingen in een liter afvalwater met behulp van aerobe micro-organismen af te breken. Door de randvoorwaarden van deze test wordt

² Berekening van het TZV van glucose (C₆H₁₂O₆). De reactievergelijking voor de volledige oxidatie van glucose is C₆H₁₂O₆ + 6 O₂ → 6 CO₂ + 6 H₂O. Verbranding van 1 mol glucose kost 6 mol O₂. 1 mol glucose = 72+12+96 = 180 gram. 6 mol O₂ = 192 gram. TZV glucose = 192/180 = 1,07 g O₂/g glucose.

maar een deel van de zuurstofvraag bepaald. Nadeel van het TZV is dat het geen rekening houdt met een beperking in de biologische afbreekbaarheid van een stof. Wanneer daar gegevens over bekend zijn, is het uiteraard logisch en gerechtvaardigd om er voor te corrigeren.

De onoplosbare stoffen worden geselecteerd door hun slechte oplosbaarheid. Bij een dichtheid van de onoplosbare stof kleiner dan die van water betreft het een drijfslaag en als de dichtheid groter is dan die van water betreft het een zinker. Bij lozing op oppervlaktewater is de risico benadering van een drijfslaag te onderscheiden van die van een zinker, maar voor de selectie van stoffen is het soortelijk gewicht geen criterium.

De focus ligt op acute toxiciteit. Dat betekent dat voor stoffen- ook die met een H-aanduiding - altijd de acute toxiciteit moet worden opgezocht of opgevraagd. Zie het document "Handleiding voor het opzoeken van gegevens voor de uitvoering van de ABM" als hulp bij het opzoeken van benodigde stofgegevens. Als bij een stof met een H-aanduiding er geen acute toxiciteit bekend is, wordt worst case uitgegaan van de range in kolom 3.

Stoffen met een H413 aanduiding betreft stoffen met mogelijk lange termijn effecten voor waterorganismen. Deze worden van wege de onwenselijkheid toch geselecteerd, zij het met een hoge drempelwaarde.

Tabel 2. Selectie van stoffen op inrichtingsniveau bij indirecte afstroming naar oppervlaktewater via riolering en RWZI. Toegevoegd ten opzichte van tabel in de CIW-nota zijn de drempelwaarden voor drijvers en zinkers.

Selectie Criteria Ontwerpcapaciteit RWZI (v.e.)'s, 1 v.e. komt overeen met 150 g O ₂ per persoon per dag)	IC ₅₀ < 10 mg/l	10 < IC ₅₀ < 100 [mg/l] Of TZV > 1,5 [g O ₂ /g stof] Of oplosbaarheid stof < 100 mg/l	100 < IC ₅₀ < 1000 [mg/l] Of 0,15 TZV < 1,5 [g O ₂ /g stof]	TZV < 0,15 [g O ₂ /g stof]
	Drempelwaarden [kg]			
<10.000	50	500	5.000	50.000
10.000-25.000	100	1.000	10.000	100.000
25.000-50.000	200	2.000	20.000	200.000
50.000-100.000	400	4.000	40.000	400.000
>100.000	600	6.000	60.000	600.000

IC₅₀ bacterie = Concentratie in mg/l waarbij de inhibitie of remming van een specifieke zuiveringsproces (meestal nitrificatie) 50% is.

De drempelwaarden voor onoplosbare stoffen (in kolom 3) is berekend uit de aanname dat een hoeveelheid van die stoffen groter dan 10% van de bacteriemassa in de beluchtingstank van de RWZI tot een ernstige verstoring van de RWZI leidt.

Een goed oplosbare stof zonder IC₅₀-waarde en TZV-waarde zou volgens de tabel niet geselecteerd worden, terwijl de stof bij een calamiteit vrijwel ongehinderd de RWZI passeert en op oppervlaktewater wordt geloosd. In dat geval gelden de drempelwaarden voor LC₅₀ uit tabel 1.

Nadat de restrisico's door middel van Proteus zijn gekwantificeerd, is het noodzakelijk de restrisico's te beoordelen, de voorlaatste stap uit figuur 1.

Zijn de onderzochte restrisico's van een bedrijf nu verwaarloosbaar, acceptabel of verhoogd? Hiertoe is het onontbeerlijk om te beschikken over landelijke beoordelingskaders om uniformiteit in de beoordeling van de restrisico's te verkrijgen.

Vanwege de verschillen in effecten tussen toxische en/of zuurstofvragende oplosbare en drijfslaagvormende onoplosbare stoffen, zijn reeds twee beoordelingskaders beschikbaar:

Beoordelingskader volumecontaminatie (oplosbare stoffen);

Beoordelingskader drijfslaagvormende stoffen (onoplosbare stoffen).

Voor de risico's van onvoorziene lozingen op RWZI's was nog geen volledig beoordelingskader beschikbaar. Het resultaat was: De RWZI faalt of niet. Het voorliggende kader voor RWZI's is ontwikkeld door leden van het BRZO-expertteam van zowel de waterschappen als Rijkswaterstaat. Specifieke kennis op het gebied van afvalwaterzuivering in RWZI's is verkregen van zuiveringstechnologen van onder

andere Waterschap Hollandse Delta en Waterschap Brabantse Delta. Ook is dit beoordelingskader besproken in het landelijk technologenplatform van de waterschappen. De samenstelling van de projectgroep is weergegeven in bijlage 3.

In feite is dit beoordelingskader een afgeleide van het beoordelingskader volumecontaminatie (beoordelingskader 1). Elke onvoorziene lozing op een RWZI (opgeloste afbreekbare of toxische stoffen, onopgeloste drijfvaagvormende of zinkende stoffen) kan uiteindelijk leiden tot volumecontaminatie van het ontvangende oppervlaktewater. Met name ernstige verstoring van de RWZI door toxische stoffen leidt tot (langdurige) lozing van ongezuiverd rioolwater. Drijfvaagvormende of zinkende stoffen zullen in het algemeen tegengehouden worden in de RWZI en daarna worden opgeruimd. Daarom is in dit geval de beoordeling van restrisico's van de onvoorziene lozing van onoplosbare stoffen op het oppervlaktewater (referentiekader 2) niet van belang. Deze stoffen kunnen echter wel een versturende werking hebben op een RWZI. De lozing van onoplosbare stoffen op een RWZI is daarom wel een essentieel onderdeel van dit beoordelingskader.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de verschillende typen RWZI's en de faalscenario's die worden onderscheiden. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe de uiteindelijke toetsing van een berekende milieuschade-index moet plaatsvinden aan het referentiekader volumecontaminatie. In hoofdstuk 4 worden de rekenregels voor de verschillende faalscenario's nader besproken. Tenslotte gaat hoofdstuk 6 in op de mogelijke maatregelen of acties (ook wel aangeduid als Lines of Defense, LOD's) die bedrijven kunnen nemen bij verhoogde risico's. Deze LOD's dienen te worden uitgewerkt in een aanvullende veiligheidsstudie als er sprake is van een verhoogd risico (RWZI faalt en/of restrisico resulterende lozing bevindt zich in verhoogd gebied referentiekader volumecontaminatie).

2 Onvoorziene lozingen op een RWZI

2.1 RWZI-typen

De RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) is een communale zuivering voor huishoudelijk en industrieel afvalwater buiten het bedrijfsterrein. Het afvalwater wordt in beheer bij een publiek- of privaatrechtelijk orgaan gezuiverd tot een effluent dat voldoet aan zodanige kwaliteitseisen, dat het op oppervlaktewater kan worden geloosd. Binnen een RWZI vindt afbraak van organisch materiaal plaats. Daarnaast wordt in RWZI's biologisch stikstof verwijderd. Zowel het organisch materiaal als de stikstof leiden bij ongezuiverde lozing tot een grote zuurstofvraag in het ontvangende oppervlaktewater.

De stikstofverwijdering via nitrificatie/denitrificatie in RWZI's is afhankelijk van de belasting en het type. Verwijdering van fosfaat kan zowel biologisch als chemisch plaatsvinden. Omdat een verhoogde lozing van fosfaat niet leidt tot acuut toxische effecten in het oppervlaktewater wordt dit proces hier verder buiten beschouwing gelaten.

Tegenwoordig zijn vrijwel alle installaties in Nederland gebaseerd op het actief-slibproces, waarbij het actief-slib (voor een belangrijk deel bestaande uit levende micro-organismen) in suspensie aanwezig is in de aeratietank. Installaties gebaseerd op de groei van bacteriën op dragermateriaal (oxidatiebedden) bestaan vrijwel niet meer en worden daarom in dit beoordelingskader niet meegenomen.

Er wordt onderscheid gemaakt in hoogbelaste en laagbelaste installaties. De trend in Nederland is duidelijk richting laagbelaste actief-slibinstallaties. Dit vanwege de stikstofeisen in het effluent van RWZI's, die alleen haalbaar zijn met lage slibbelastingen. De uitvoering van de RWZI kan zijn een aeratietank of een oxidatiesloot (waaronder ook het type carrousel wordt gerekend). In een oxidatiesloot stroomt het afvalwater in propstroom, in tegenstelling tot de aeratietank waarin volledige menging plaatsvindt.

Vooralsnog blijven biologische bedrijfsafvalwaterzuiveringen buiten beschouwing, gelet op de verschillen tussen een RWZI als communale zuivering en een bedrijfsafvalwaterzuivering. Op termijn zal een afgeleide van dit kader worden opgesteld om recht te doen aan de bedrijfsafvalwaterzuiveringen.

Faalscenario's RWZI

Door een onvoorziene lozing kan de werking van de RWZI geheel of gedeeltelijk verstoord raken. Ervaring leert dat geringe hoeveelheden toxische stoffen al een sterk effect kunnen hebben op een RWZI (zie bijlage 3 voorbeeld 2). De effluentkwaliteit gaat daardoor achteruit, en als de zuivering geheel ontregeld raakt, kan het gevolg zijn dat er gedurende lange tijd ongezuiverd afvalwater van de aangesloten huishoudens en industrie wordt geloosd. Bij zo'n ernstige verstoring kost het dagen tot weken om de zuivering weer helemaal op orde te hebben. De onvoorziene lozing op een RWZI kan hierdoor lange tijd tot een omvangrijke ongezuiverde lozing van een grote hoeveelheid afvalwater vanuit de RWZI leiden.

Ernstige verstoringen vallen onder het begrip "falen van een RWZI". Hieronder verstaan we situaties waarbij, door een onvoorziene lozing, gedurende langere tijd de RWZI overbelast is of de werking van de RWZI onomkeerbaar is verstoord. Kleine verstoringen, waarbij de effluenteisen niet worden gehaald maar de zuivering nog wel

redelijk tot goed functioneert, worden in het kader van risicobeoordeling niet als falen van een RWZI gezien.

Ter bescherming van de doelmatige werking van de RWZI en de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater is het belangrijk om nader te beschouwen wat de gevolgen zijn van een onvoorziene lozing voor een RWZI en voor de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Met behulp van het Proteusmodel kan dit worden berekend en worden getoetst aan het bestaande referentiekader voor volumecontaminatie en het beoordelingskader falen RWZI's .

Stoffen die goed oplossen en biologisch afbreekbaar zijn, kunnen leiden tot overbelasting van de RWZI. In het geval van oplosbare toxische stoffen kan er afsterving van bacteriën optreden waardoor de zuivering stagneert. Ook kunnen goed oplosbare toxische stoffen de RWZI soms passeren en in het oppervlaktewater tot een toxisch effect leiden. Dat kan gebeuren wanneer de zuivering faalt, maar ook wanneer de zuivering zelf niet faalt omdat de stof niet toxisch is voor bacteriën.

Stoffen die slecht oplossen, kunnen leiden tot verdringing van het actief slib uit de RWZI of kunnen de fysieke eigenschappen van dit slib nadelig beïnvloeden, waardoor het zuiveringsrendement achteruitgaat met als gevolg dat het communale afvalwater zonder zuivering of slechts gedeeltelijk gezuiverd zal worden geloosd op het oppervlaktewater. Dit geldt voor zowel slecht oplosbare stoffen die opdrijven, als voor stoffen die bezinken.

Vier faalmechanismen voor de RWZI door een onvoorziene lozing kunnen dus worden onderscheiden:

- falen door overbelasting;
- falen door afsterving en/of remming van bacteriën;
- falen door beïnvloeding van het actief-slib door slecht oplosbare drijvende stoffen;
- falen door beïnvloeding van het actief-slib door slecht oplosbare zinkende stoffen.

Hieronder worden de effecten van onvoorziene lozingen voor deze vier mechanismen nader bekeken. In hoofdstuk 4 zijn de wiskundige formuleringen van deze scenario's opgenomen. Er is gekozen voor een worst casebenadering om de risico's zoveel als mogelijk in kaart te brengen. Hierbij wordt opgemerkt dat naderhand risico's nader gespecificeerd of genuanceerd mogen worden.

Falen door overbelasting

Overbelasting kan optreden als er een omvangrijke lozing van opgeloste en goed afbreekbare stoffen op de RWZI plaatsvindt. Een eenvoudige benadering van dit mechanisme is dat er meer zuurstof voor de afbraak van de geloosde stof nodig is dan er in de RWZI beschikbaar is. De RWZI zal pas echt gaan falen als de zuurstofbehoefte 1,5 tot 2 keer de ontwerpcapaciteit van de beluchting bedraagt. Bij het ontwerp van de meeste RWZI's is namelijk rekening gehouden met een bepaalde piekfactor in de berekening van de benodigde zuurstofinbrengcapaciteit. Het kortstondig overschrijden van de ontwerpcapaciteit van de RWZI leidt dan meestal nog niet tot het falen van een RWZI. Overigens kan dit wel leiden tot het overschrijden van de lozingseisen van een RWZI, onder andere door onvolledige nitrificatie.

Laagbelaste actief-slibinrichtingen kunnen gedurende een etmaal circa tweemaal de ontwerpbelasting ontvangen zonder in (grote) problemen te raken. Bij hoogbelaste installaties wordt de toegestane overschrijding op maximaal anderhalf keer de ontwerpbelasting gesteld. Dit leidt tot de volgende faalcriteria:

Tabel 3. Indeling RWZI's naar type belasting en faalcriterium

Type	Stikstofverwijdering	Slibbelasting [kg BZV per kg droge stof per etmaal]	Faalcriteria: Z_{tot} t.o.v. ontwerpbelasting [kg O ₂ /dag]
B1 Laag belast actief- slib	Vergaand	$\leq 0,05$	$Z_{tot} > 2,00 * O_{cap} * 0,150$
B2 Hoog belast actief- slib	Gedeeltelijk	$> 0,15$	$Z_{tot} > 1,50 * O_{cap} * 0,150$

Z_{tot} : Zuurstofvraag RWZI, inclusief de onvoorziene lozing (kg O₂/dag)

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (in v.e.. 1 v.e. = 150 g O₂ per persoon per dag);

$O_{cap} * 0,150$ is daarmee gelijk aan de ontwerpbelasting van de RWZI

Voor een benadering van de omvang van de resulterende lozing wordt ervan uitgegaan dat de onvoorziene lozing gedeeltelijk gezuiverd door de RWZI wordt geloosd op oppervlaktewater. Er wordt geen rekening gehouden met verminderde stikstofverwijdering in het reguliere rioolwater en ook niet met de eventueel aanwezige reservecapaciteit (onderbelasting) in de RWZI. Ook wordt er van uitgegaan dat de RWZI zich snel zal herstellen na het passeren van de onvoorziene lozing. Het effect van de resulterende ongezuiverde lozing op de waterkwaliteit kan met behulp van Proteus worden berekend. Het effect wordt beoordeeld aan de hand van het bestaande referentiekader.

Opmerking:

Het kan voorkomen dat de onvoorziene lozing naast zuurstofbindende stoffen die de overbelasting veroorzaken, ook toxische stoffen bevat die de RWZI ongestoord passeren. Het effect van deze toxische stoffen kan zijn dat het ontvangend oppervlaktewater wordt vergiftigd. Met Proteus wordt berekend of dit effect kleiner of groter is dan dat als gevolg van de overbelasting. Het grootste effect zal dan worden gebruikt in de beoordeling aan de hand van het referentiekader.

Falen door afsterven of remming van bacteriën

Wanneer de onvoorziene lozing op de RWZI wordt veroorzaakt door opgeloste, toxische stoffen, kan remming van bacteriën optreden, waardoor de zuiverende werking van de RWZI afneemt. In lichte gevallen zal deze remming tijdelijk van aard zijn (enkele dagen). In ernstige gevallen kan de bacteriepopulatie gedeeltelijk of geheel worden gedood. In dit document wordt uitgegaan van het laatste scenario. In dat geval zal al het afvalwater dat op de RWZI komt, ongezuiverd worden geloosd op het oppervlaktewater (als worst case scenario). Omdat het onvermijdelijk lang duurt voordat er weer een nieuwe en optimaal werkende bacteriepopulatie in de RWZI aanwezig is, zal deze ongezuiverde lozing dagen tot enkele weken voortduren.

Zo'n ernstige verstoring zal optreden als de concentratie van de geloosde stof in de beluchtingstank van de RWZI boven de inhibitieconcentratie (IC₅₀) komt. De duur van de ongezuiverde lozing hangt af van de hersteltijd die nodig is om de bacteriepopulatie weer gezond te maken. Bij een sterke inhibitie worden RWZI's meestal geënt met actief-slib van andere installaties om de hersteltijd te verkorten. Aangenomen wordt, gesteund door casuïstiek, dat het voor een kleinere RWZI (ontwerpcapaciteit < 50.000

v.e.) een week in beslag neemt en voor een grotere RWZI (ontwerpcapaciteit > 50.000 v.e.) drie weken voordat deze installaties weer op de gewenste capaciteit zijn.

Tabel 4. Hersteltijd van RWZI's

Type	Ontwerpcapaciteit (v.e.)	Hersteltijd (dagen)
Kleine RWZI	<50.000 v.e	7
Grote RWZI	>50.000 v.e.	21

Wanneer de inhibitieconcentratie (IC_{50}) wordt overschreden gaat het model Proteus uit van volledige verstoring van het zuiveringsproces. De resulterende lozing zal dan bestaan uit de ongezuiverde lozing van al het reguliere afvalwater dat naar de RWZI wordt gevoerd gedurende één (hersteltijd kleine RWZI) of drie weken (hersteltijd grote RWZI). Daarnaast zal ook de onvoorziene lozing via de RWZI ongezuiverd worden geloosd op het oppervlaktewater. Er zijn dan 2 mogelijke scenario's:

In de meeste gevallen zal zuurstofdepletie als gevolg van de lozing van het reguliere afvalwater in het oppervlaktewater het belangrijkste effect zijn.

Wellicht zijn er ook scenario's denkbaar waarbij de onvoorziene lozing niet helemaal afgebroken of helemaal niet afgebroken wordt. Stoffen met een lage LC_{50} voor aquatische organismen zouden dan toch tot verhoogde risico's kunnen leiden voor het ontvangende oppervlaktewater. De restrisico's van dergelijke stoffen kunnen dan worden berekend met Proteus.

Falen door beïnvloeding van het actief-slib door drijvers

Vloeistoffen die niet goed oplossen in water kunnen ook problemen op de RWZI veroorzaken. Wanneer er relatief veel van dit soort stoffen in de beluchtingstank terechtkomen, zal er beïnvloeding van de eigenschappen van het actief-slib plaatsvinden. De drijver, een stof die slecht oplost en lichter is dan water, kan de RWZI laten falen door de werking en eigenschappen (bezinkbaarheid) van het actief-slib te beïnvloeden. Uit praktijkcases is bekend, dat wanneer een tiende (10%) van het actief-slib bestaat uit drijfslagvormende stof, de RWZI zeker zal falen. In vorige versies van Proteus was dit percentage hoger, maar ervaringen bij waterschappen hebben geleid tot aanpassing van deze fractie. Gedurende langere tijd zal de bacteriepopulatie in de RWZI niet optimaal zijn, resulterend in een langdurig ongezuiverde lozing van al het afvalwater dat naar de RWZI wordt afgevoerd. Pas na schoonmaken en opnieuw enten van de RWZI met ander actief-slib zal de installatie weer goed kunnen functioneren. Er wordt van uitgegaan dat de drijvende stof zoveel mogelijk binnen de RWZI wordt gehouden en opgeruimd. Als de drijvende stof gedeeltelijk uitspoelt met het actief-slib uit de RWZI zal deze emulsie (slib plus drijver) overigens niet veel bijdragen aan het effect van volumecontaminatie omdat de emulsie slechts langzaam zal oplossen.

Falen door beïnvloeding van het actief-slib door zinkers

Ook slecht oplosbare stoffen die een hogere dichtheid hebben dan water (zinkers), kunnen het actief-slib beïnvloeden. De beïnvloeding bestaat er vooral uit dat de stof ruimte inneemt in de beluchtingstank, waardoor actief-slib wordt verdrongen en de hoeveelheid actief-slib dat daadwerkelijk deelneemt aan het zuiveringsproces in de RWZI afneemt. Ook kan er toch sprake zijn van interactie met het actief-slib waardoor de eigenschappen van het actief-slib negatief kunnen worden beïnvloed. Aangenomen wordt dat wanneer 10 % van de beluchtingsruimte wordt ingenomen door de zinker de RWZI zal falen. Dit percentage is door bekende casuïstiek en expert judgement bepaald. Er wordt aangenomen dat er geen voorbezinktank aanwezig is, waarin een

zinker kan worden opgevangen.³ De zinker zal niet uit de aeratietank of de RWZI worden geloosd (tenminste als het volume kleiner is dan het volume aanwezig in de tankruimtes in de RWZI). Net als bij de onvoorziene lozing van een drijver zal er als resultaat een ongezuiverde lozing van al het aangevoerde afvalwater plaatsvinden gedurende één of drie weken, afhankelijk van de grootte van de RWZI.

Lozing van toxische stoffen via de RWZI

Goed oplosbare, biologisch niet of slecht afbreekbare stoffen met hoge IC₅₀- en lage LC₅₀-waarde

Uit het bovenstaande blijkt dat de RWZI kan falen door overbelasting, afsterving van bacteriën of beïnvloeding van het actief slib door onopgeloste stoffen. Bepaalde stoffen hebben de eigenschap dat ze de RWZI ongehinderd passeren zonder dat de RWZI faalt, terwijl ze toch een toxisch effect op het oppervlaktewater hebben. Dit soort stoffen hebben een lage LC₅₀ waarde en een hoge IC₅₀ waarde en zijn biologisch niet of zeer slecht afbreekbaar. Te denken valt aan sommige herbiciden. Ze worden in de RWZI verdund, waardoor het effluent in de meeste gevallen niet meer toxisch zal zijn. Relatief grote onvoorziene lozingen in combinatie met zeer lage LC₅₀ waarden kunnen toch leiden tot een giftig effluent en een belangrijk effect op het oppervlaktewater.

Met behulp van Proteus berekeningen kunnen de effecten van deze stoffen (na lozing via de RWZI op het ontvangende oppervlaktewater) worden berekend.

³ In een aanvullende risicostudie kunnen aanwezige voorbezinktanks eventueel worden meegenomen als extra maatregel of LOD. Wanneer de lozing qua volume kleiner is dan het volume van de voorbezinktank(s) dan zou de lozing daar kunnen worden afgevangen, mits dat geen grote procesverstoringen geeft voor het reguliere zuiveringsproces. Het volume dat de zinker dan mag innemen in de voorbezinktank zal dan waarschijnlijk niet meer dan 50% mogen zijn.

Beoordeling van de resulterende lozing op oppervlaktewater

Een onvoorziene lozing op een RWZI resulteert in een aantal gevallen in een (omvangrijke) lozing op het oppervlaktewater. De effectvolumes in het oppervlaktewater als gevolg hiervan moeten worden uitgerekend. In onderstaande hoofdstukken worden de uitgangspunten daarvoor besproken. Dit is al eerder beschreven in de notitie Beoordelingskader van Rijkswaterstaat betreffende restrisico's van onvoorziene lozingen uit 2013, maar wordt hier in het kort herhaald. Daarna wordt de beoordeling van de gevolgen van een onvoorziene lozing op een RWZI uitgewerkt.

Het berekenen van effectvolume, weegfactor en milieuschade-index

Het gevolg (effect) van een onvoorziene lozing op oppervlaktewater met oplosbare stoffen wordt uitgedrukt in het oppervlaktewatervolume (m^3) dat negatief is beïnvloed, het zogenaamde effectvolume (Vow). Bij de lozing vanuit een RWZI als gevolg van een verstoring door een onvoorziene lozing hebben we te maken met de lozing van toxische stoffen (ongezuiverd geloosd) en/of van zuurstofbindende stoffen (ongezuiverd afvalwater vanuit de RWZI).

Toxische stoffen

Voor toxische stoffen wordt het effectvolume berekend aan de hand van de LC50, dispersievergelijkingen en gegevens van het watersysteem. Met behulp van deze vergelijkingen wordt het punt bepaald waar de concentratie van de stof gelijk is aan de LC50-concentratie. Door de afstand tot het lozingspunt te vermenigvuldigen met de breedte en de diepte van het watersysteem wordt het effectvolume bepaald.

Zuurstofbindende stoffen

Voor zuurstofbindende stoffen wordt ook een effectvolume berekend: het oppervlaktewatervolume waarin de zuurstofconcentratie minder dan 3,5 mg/l bedraagt.

Referentievolumen en weegfactoren

Of het berekende effectvolume relevant is voor een watersysteem moet getoetst worden aan een referentievolume. De standaardreferentie is vastgesteld op $15 \cdot 10^6 m^3$, gebaseerd op een grote rivier. Voor kleinere rivieren, kanalen, meren, delta's worden hierop correcties (weegfactoren) uitgevoerd. Hoe deze correcties tot stand komen, is beschreven in de nota Beoordelingskader van Rijkswaterstaat betreffende restrisico's van onvoorziene lozingen van 17 oktober 2013.

Voor rivieren, kanalen en havens is de weegfactor specifiek per situatie te berekenen door de volgende formule:

$$\text{Weegfactor} = \frac{15 \times 10^6}{10.000 \text{ m} \times \text{breedte} \times \text{diepte opp. vlaktewater (in m)}}$$

Voor meren en stagnant water hanteert de Seveso richtlijn een andere norm als voor rivieren, namelijk een effect op 1 hectare. Daarmee wordt de formule anders, namelijk:

$$\text{Weegfactor} = \frac{15 \times 10^6}{10.000 \text{ m}^2 \times \text{diepte opp. vlaktewater (in m)}}$$

Tabel 5. Voorbeelden van berekende weegfactoren ten opzichte van het standaardreferentievolumen per type oppervlaktewater.

Type oppervlaktewater	Voorbeelden	Weegfactor
<i>Rivier</i>		
Groot	Maas, Rijn, Schelde, Eems/Dollard	1
Middel	Vecht	7,5
Klein	Donge, Linge	50
<i>Kanaal</i>		
Groot	Noordzeekanaal	1
Middel	Twentekanaal	3,8
Klein	Afwateringskanaal	16,7
Zeehaven	Botlek	1
Meer	IJsselmeer	500
Stagnant water	Stadswater	1500

MSI

De gevolgen van onvoorziene lozingen kunnen, behalve in een effectvolume, ook worden uitgedrukt in een zogenaamde milieuschade-index (MSI), waarbij rekening wordt gehouden met de grootte van het ontvangende oppervlaktewater. De MSI kan met behulp van het effectvolume (V_{ow}), standaardreferentievolumen (V_{ref}) en de weegfactor voor watersystemen (F_{ws}) voor volumecontaminatie of zuurstofdepletie als volgt worden berekend:

$$MSI = \frac{V_{ow} \times F_{ws}}{V_{ref}}$$

Het standaardreferentievolumen staat vast op $15 \times 10^6 \text{ m}^3$

Het effectvolume (V_{ow}) wordt verkregen met een modellering met Proteus. De weegfactor wordt in Proteus berekend door de hierboven beschreven methodes met behulp van de ingevoerde dimensies van het betrokken oppervlaktewater.

Toetsing van de MSI aan het referentiekader volumecontaminatie

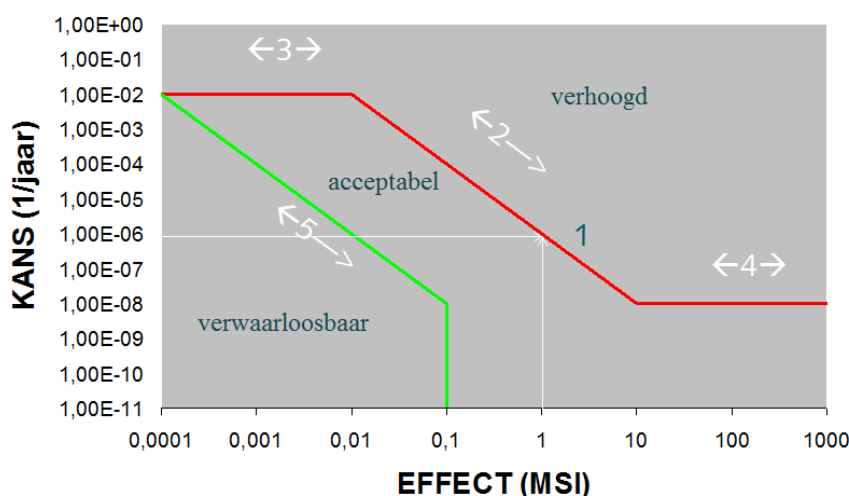
In Nederland wordt bij de toetsing van risico's voor omwonenden een systeem gebruikt dat een relatie legt tussen de kans van een voorval en de consequenties daarvan. Door deze koppeling tussen een bepaalde milieuschade (effect) en de waarschijnlijkheid (kans) ook voor risico's van onvoorziene lozingen aan te brengen, wordt een referentiekader verkregen. Daarbij wordt, analoog aan humane risico's een zogenaamde hellingshoek gehanteerd van -10. Dit betekent dat een toename van het effect met een bepaalde factor (bijvoorbeeld: 10), moet worden gecompenseerd met een kwadratische afname van de waarschijnlijkheid (in dit voorbeeld: 100).

Voor de getalsmatige invulling van het referentiekader is een referentiepunt noodzakelijk. Dit referentiepunt wordt gevormd door het maximale effectvolume of MSI dat nog juist toelaatbaar wordt geacht bij een bepaalde kans. Bij een MSI van 1 wordt aangesloten bij het groepsrisico voor mensen. Op grond hiervan zou een voorval met een MSI van 1 slechts toelaatbaar zijn wanneer de waarschijnlijkheid minder dan 10^{-6} bedraagt.

De grafiek van het referentiekader (zie figuur 2) kan dan als volgt worden ingevuld:

het referentiepunt ($MSI = 1$, kans = 10^{-6});
het maximaal toelaatbaar risico, vertrekkend uit het referentiepunt met een hellingsfactor -10;
afkapgrens voor voorvallen met een relatief grote kans ($>10^{-2}$); deze zijn zo waarschijnlijk dat ze niet meer als onvoorziene lozing worden gerangschikt. In deze gevallen moeten altijd maatregelen genomen worden. Er is dan geen sprake van calamiteiten, maar voorzienbare gevaren die bij reguliere vergunningtrajecten moeten worden beoordeeld. Met het toepassen van de stand der veiligheidstechniek zijn dergelijke faalkansen niet te verwachten;
afkapgrens voor voorvallen met een zeer geringe kans ($< 10^{-8}$), maar met een groot effect ($MSI > 10$);
De lijn voor verwaarloosbare risico's is bepaald door de MSI door 100 te delen bij gelijkblijvende kans.

Figuur 2. Grafiek Referentiekader volumecontaminatie



Gevolgen toetsing referentiekader volumecontaminatie

Wanneer bij de uitwerking van een scenario blijkt dat het risico in het verhoogde gebied komt te liggen, moet een *aanvullende veiligheidsstudie* worden uitgevoerd. De veiligheidsstudie moet altijd leiden tot een conclusie: het restrisico is acceptabel of niet acceptabel.

In deze aanvullende veiligheidsstudie moeten de volgende stappen worden doorlopen, om te komen tot een beoordeling:

- reflectie ten aanzien van de stand der veiligheidstechniek, waarin een specifieke uitwerking van de risicoreducerende procedures, voorzieningen en maatregelen relevant voor het desbetreffende scenario aan de orde moet komen;
- nadere beschouwing van de kans en het effect in de praktijk, inclusief de mogelijk te nemen maatregelen om kans en effect van deze scenario's te reduceren tot een acceptabel niveau, inclusief de kosten van deze maatregelen;
- bij onvoldoende risicoreductie een nadere beschouwing van de korte en/of lange termijneffecten van een stof. Is sprake van lange termijn effecten, dan kan het risico niet worden geaccepteerd. Een bedrijf moet dan opnieuw kijken naar de stand der veiligheidstechniek maatregelen (bestaande situatie) om wel binnen het acceptabele gebied te komen.

Hoe deze stappen doorlopen kunnen worden, is uitgebreid beschreven in de nota Beoordelingskader van Rijkswaterstaat betreffende restrisico's van onvoorziene lozingen van 17 oktober 2013. Voor wat betreft afstroming naar een RWZI wordt in hoofdstuk 6 inzage gegeven in welke maatregelen nog mogelijk zijn.

Rekenregels voor het falen van de RWZI

Voor de rekenregels wordt uitgegaan van aannames waarbij de werkelijke situatie wordt geschematiseerd. In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten hiervoor te vinden. Het wordt voor het doel van de beoordeling niet nodig geacht om alle nuances mee te nemen in de rekenregels, omdat dit aan de nauwkeurigheid van de uitkomst weinig bijdraagt.

Faalscenario's RWZI

Falen door overbelasting

Falen

Overbelasting treedt op als er een omvangrijke lozing van opgeloste en goed afbreekbare stoffen op de RWZI plaatsvindt. Een eenvoudige benadering van dit mechanisme is dat er meer zuurstof voor de afbraak van de geloosde stof nodig is dan er in de RWZI beschikbaar is. De RWZI zal gaan falen als de zuurstofbehoefte meer dan de ontwerpcapaciteit bedraagt. Er wordt geen rekening gehouden met nog niet benutte capaciteit in de RWZI. De lozing op de RWZI kan als volgt worden uitgedrukt:

$$Z_{\text{loz}} = M_l \times \text{TZV}_{\text{stof}}$$

Z_{loz} : Extra zuurstofvraag als gevolg van de onvoorziene lozing (kg O₂)

M_l : Massa van de onvoorziene lozing (kg)

TZV_{stof} : Totale zuurstofbehoefte volledige afbraak geloosde stof (g O₂/g)

De TZV_{stof} wordt berekend door het zuurstofverbruik te berekenen van de volledige oxidatie van de geloosde stof met zuurstof (toelichting zie Inleiding Tabel 1). Dit is een overschatting van de daadwerkelijke zuurstofbehoefte in een actief-slibinstallatie, omdat een gedeelte van de geloosde stof niet volledig wordt afgebroken, maar wordt omgezet in slibmassa die nog kan worden verwijderd uit de installatie. In het oppervlaktewater zal de eventueel geloosde stof uiteindelijk geheel worden afgebroken. De reguliere zuurstofvraag van de RWZI (Z_{reg}), zonder de onvoorziene lozing in kg O₂, kan worden geschat aan de hand van de ontwerpcapaciteit van de RWZI. Er wordt geen rekening gehouden met eventuele reservecapaciteit.

$$Z_{\text{reg}} = O_{\text{cap}} \times 0,15$$

Met:

Z_{reg} : Zuurstofvraag RWZI als gevolg van de reguliere lozing (kg O₂)

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (in v.e)

De O_{cap} is een invoergegeven bij de eigenschappen van de RWZI.

De totale vracht van lozing en invoer naar de RWZI wordt berekend met:

$$Z_{\text{tot}} = Z_{\text{reg}} + Z_{\text{loz}}$$

De RWZI zal niet onmiddellijk falen als gevolg van overbelasting. RWZI's hebben in vrijwel alle gevallen extra beluchtingscapaciteit boven de ontwerpcapaciteit. Ook zal een kortstondige hoge belasting van de installatie leiden tot extra slibgroei en –spui, waardoor de daadwerkelijke zuurstofbehoefte lager zal liggen. Daarom is de verwachting dat bij laagbelaste installatie de zuivering pas zal falen wanneer de ontwerpcapaciteit met een factor 2 wordt overschreden. Bij hoger belaste installaties kan deze tolerantie minder hoog liggen, daarom is daar een factor 1,5 aangehouden. Overigens zijn vrijwel alle RWZI's laagbelast, omdat alleen dan voldoende stikstofverwijdering via nitrificatie/denitrificatie kan plaatsvinden.

Tabel 6: Faalcriteria versus belasting van de RWZI

Type	Slibbelasting [kg BZV/kg ds etmaal]	Faalcriteria:
------	--	---------------

Laag belast actief-slib	$\leq 0,05$	$Z_{\text{tot}} > 2,00 * Z_{\text{reg}}$
Hoog belast actief-slib	$> 0,15$	$Z_{\text{tot}} > 1,50 * Z_{\text{reg}}$

Resultante stroom uit de RWZI bij overbelasting

Bij overbelasting (zuurstofvraag) gaan de rekenregels er vanuit dat de resultante stroom bestaat uit de TZV-vracht van de lozing die doorgeleid wordt naar het oppervlaktewater, gecorrigeerd voor het gedeelte dat in de RWZI nog extra kan worden verwijderd. Voor laag belast en hoog belast actief-slib resulteert dat in het overzicht in tabel 7.

Tabel 7: Resultante stroom versus belasting van de RWZI

Type	Slibbelasting [kg BZV/kg ds etmaal]	Resultante stroom
Laag belast actief-slib	$\leq 0,05$	$Z_{\text{tot}} = Z_{\text{tot}} - Z_{\text{reg}}$
Hoog belast actief-slib	$> 0,15$	$Z_{\text{tot}} = Z_{\text{tot}} - 0,5 * Z_{\text{reg}}$

Falen door remming en/of afsterving van bacteriën

Falen

De doorstroming in de RWZI's kan een belangrijke factor zijn bij het falen door remming en/of afsterving van bacteriën. Er wordt onderscheid gemaakt in propstroomreactoren (PFR = plug flow reactor) en volledig gemengde reactoren (CSTR = continuous flow stirred-tank reactor). De vloeistofstroom door een PFR wordt gezien als een oneindig aantal 'pakketjes', met allen hun eigen samenstelling. Hierbij wordt aangenomen dat er geen menging optreedt tussen deze 'pakketjes'. Hierdoor wordt in een deel van de beluchtingsruimte het actief-slib aan hogere concentraties blootgesteld, waardoor hogere reactiesnelheden worden bereikt. In een CSTR is in de gehele beluchtingsruimte de concentratie gelijk. Propstroom RWZI's worden daarom gekenmerkt door een geleidelijke afname van de influentconcentratie van het afvalwater in de aeratieruimte. Bij volledig gemengde systemen zal direct na menging de concentratie in de aeratieruimte sterk worden afgevlakt.

De maximale concentraties in de beluchtingstank kunnen bij de verschillende reactoren worden berekend, onder de volgende uitgangspunten:

- de totale vracht van de (onvoorziene) lozing komt gedurende een periode van 4 uur (uitgaande van vrijwel instantane lozing (maximaal 1 uur), gevolgd door menging/retardatie in het riool en menging in de RWZI);
- het volume van de incidentele lozing wordt buiten beschouwing gelaten; er wordt rekening gehouden met de retourstroom die in de RWZI wordt aangehouden (geschat op $0,7 * Q_{\text{dwa}}$);

Maximale concentratie in een PFR:

$$C_{\text{max}} = \frac{MI}{1,7 * Q_{\text{dwa}} * t_{\text{ref}}}$$

C_{max}
(g/l) : Maximale concentratie in beluchtingsruimte

M_I : Massa van de onvoorziene lozing (kg)
 Q_{DWA} : Droogweeraanvoer RWZI (m³/uur)
 T_{ref} : Referentietijd, 4 uur

Maximale concentratie in een CSTR:

$$C_{max} = \frac{M_I}{V_{bel}}$$

C_{max} : Maximale concentratie in beluchtingsruimte (g/l)
 M_I : Massa van de onvoorziene lozing (kg)
 V_{bel} : Volume van het beluchtingbassin (m³)

Er is sprake van verstoring van elk type RWZI wanneer $C_{max} > C_{kritisch}$. Voor $C_{kritisch}$ wordt de inhibitieconcentratie van een stof aangehouden, de concentratie waarbij de remming 50% is. Deze waarde is een maat voor de effectiviteit van een stof bij het remmen van een specifieke biologisch zuiveringsproces. Dit is meestal de nitrificatie omdat dit het meest gevoelige biologisch proces is in een RWZI.

Indien de gebruiker geen IC_{50} bacterie invult kan deze als volgt worden geschat: $IC_{50} = 10 * LC_{50}$. Bij voorkeur wordt de LC_{50} -waarde voor bacteriën gebruikt. LC_{50} waarden voor andere trofische niveaus (bijvoorbeeld voor algen en vissen), zijn minder betrouwbaar voor het inschatten van IC_{50} -waarde. Bij twijfel wordt geadviseerd een worst case waarde van $IC_{50} = 1$ mg/l te hanteren of de IC_{50} van een stof met een laboratoriumtest te laten vaststellen.

Uit de bovenstaande formules wordt duidelijk dat de kritische concentratie in een PFR eerder zal worden overschreden dan in een CSTR.

Resultante stroom door falen van de RWZI bij afsterving van bacteriën
In onderstaande tabel wordt de hersteltijd (T_h , tijd van de ongezuiverde lozing) van een RWZI aangegeven per ontwerpcapaciteit.

Tabel 7. Hersteltijd RWZI in relatie tot capaciteit

Capaciteit RWZI (v.e.)	Hersteltijd (T_h) na falen door afsterving van bacteriën (dagen)
≤ 50.000	7
>50.000	21

De resultante TZV-vracht na falen door inhibitie wordt als volgt vastgesteld:

$$Z_{loz} = T_h \times O_{cap} \times 0,15$$

Z_{loz} : Extra zuurstofvraag als gevolg van lozing (TZV van de meerdaagse lozing in kg O₂);
 T_h : Tijd van de ongezuiverde lozing (7 of 21 dagen);
 O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (aantal v.e.)

Opmerking:

Als de RWZI faalt door afsterving van bacteriën wordt er bij de schatting van de verontreinigde hoeveelheid oppervlaktewater geen rekening gehouden met effect als gevolg van de toxiciteit (LC_{50}) van de lozing. Dit in tegenstelling tot paragraaf 2.2.2.

Hoewel er een cumulatie van effecten kan optreden, is dit niet van groot belang. De redenatie hierbij is dat het effect van de TZV-vracht die vrijkomt bij de langdurige ongezuiverde lozing bij falen van de RWZI veel groter is dan het toxische effect, waardoor het LC₅₀ effect te verwaarlozen valt. Bovendien zal in deze situatie het toxische effect door de reactie met het actieve slib in een aantal gevallen teniet worden gedaan voordat de lozing op oppervlaktewater plaatsvindt.

Toxiciteit in het effluent terwijl de RWZI niet faalt

Bij het ontwikkelen van de rekenregels voor dit faalscenario is duidelijk geworden dat het ook theoretisch mogelijk is, dat – wanneer de RWZI niet faalt – en de toxische stof de zuivering ongehinderd passeert, deze alsnog een effect kan hebben in het ontvangende oppervlaktewater. Zo zou een moeilijk afbreekbare stof met een lage LC₅₀ voor vissen en/of algen, maar een hoge LC₅₀/IC₅₀ voor bacteriën ongehinderd en zonder verstoring van het zuiveringsproces kunnen worden doorgegeven aan het oppervlaktewater. Als voorbeeld zou een herbicide in gedachten kunnen worden genomen.

In principe kan een PFR een wat hogere concentratie bereiken dan een CSTR in het effluent. De geloosde vracht is bij beide systemen gelijk. Vanwege de eenvoud en de verwachting dat ook in een RWZI met een PFR-configuratie uiteindelijk (nabezinker) toch vrijwel volledige menging wordt bereikt, wordt de concentratie in het effluent voor zowel CSTR als PFR als volgt berekend:

$$C_{\text{eff}} = \frac{M_{\text{loz}}}{V_{\text{bel}}}$$

Er is sprake van een potentieel effect op het ontvangende oppervlaktewater wanneer $C_{\text{eff}} > LC_{50}$.

Om het effect van de toxische lozing te berekenen in Proteus wordt gemakshalve gerekend alsof de toxische lozing rechtstreeks (dus zonder passage via de RWZI) plaatsvindt.

Falen door beïnvloeding van het actief-slib, drijver

Falen

De drijver, een stof die slecht oplost en lichter is dan water, kan de RWZI laten falen door de werking en eigenschappen (bezinkbaarheid) van het actief-slib te beïnvloeden.

Bij het berekenen wanneer de RWZI faalt ten gevolge van slibbeïnvloeding (drijver) zijn de volgende aannames gemaakt:

De concentratie van actief-slib in de aeratieruimte is 4 g/l (4 kg/m³);

Indien een tiende (10%) van het actief-slib bestaat uit drijfvaagvormende stof, zal de RWZI zeker falen.

Berekening hoeveelheid actief-slib:

$$M_{\text{slib}} = 4 \times V_{\text{bel}}$$

Met:

M_{slib} : Massa actief-slib (kg)

V_{bel} : inhoud van de beluchtingstank (m³)

Wanneer de inhoud van de beluchtingstank niet bekend is, kan deze worden geschat:

$$V_{\text{bel}} = 0,10 \times O_{\text{cap}}$$

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (verontreinigingsequivalent, v.e.);

Er is sprake van verstoring van de RWZI (slibbeïnvloeding) wanneer:

$$M_{\text{loz}} > 0,10 \times M_{\text{slib}}$$

Resultante stroom als gevolg van slibbeïnvloeding door drijfslagen
Voor de berekeningen, effecten en aannames van de resultante stroom wordt verwezen naar hoofdstuk “4.1.2.2 Resultante stroom afsterving van bacteriën” onder het kopje: “de resultante TZV-vracht na falen door afsterving van bacteriën”.

Falen door beïnvloeding van het actief-slib, zinker

Falen

Bij het berekenen wanneer de RWZI faalt ten gevolge van slibbeïnvloeding (zinker) zijn de volgende aannames gemaakt:

De concentratie van actief-slib in de aeratieruimte is 4 g/l (4 kg/m³);

Beïnvloeding van actief-slib wordt uitgedrukt in kg zinkende stof per kg actief-slib;

Indien 10 % van het actief-slib bestaat uit een zinker, zal de RWZI falen. Dit percentage is na deskundigenoverleg, op grond van casuïstiek bepaald;

Berekening hoeveelheid actief-slib:

$$M_{\text{slib}} = 4 \times 0,10 \times O_{\text{cap}}$$

Met:

M_{slib} : Massa actief-slib (kg)

O_{cap} : Ontwerpcapaciteit RWZI (verontreinigingsequivalent, v.e);

Er is sprake van verstoring van de RWZI (slibbeïnvloeding) wanneer:

$$M_{\text{loz}} > 0,10 \times M_{\text{slib}}$$

Resultante stroom als gevolg van slibbeïnvloeding door een zinker

Er wordt verondersteld dat zinkers in de vorm van een emulsie (slib plus stof) in de nabezinktank blijven. Er vindt dus geen uitspoeling plaats.

Net als bij slibbeïnvloeding door drijfslagen wordt wel de RWZI verstoord. Dit zal leiden, afhankelijk van de grootte van de RWZI, tot een (gedeeltelijk) ongezuiverde lozing. Voor de berekeningen, effecten en aannames van de resultante stroom wordt verwezen naar hoofdstuk “4.1.2.2 Resultante stroom afsterving van bacteriën” onder het kopje: “de resultante TZV-vracht na falen door inhibitie”.

Beoordelen restrisico's

Als uitgangspunt voor de beoordeling van restrisico's van onvoorziene lozingen op de RWZI is gekozen voor het milieurisico. Het milieurisico is gedefinieerd als de kans van het optreden van een calamiteit maal het milieueffect op het ontvangende oppervlaktewater. Als de RWZI door de onvoorziene lozing faalt, vindt er een ongezuiverde of giftige lozing op het oppervlaktewater plaats die zorgt voor een milieueffect. In sommige gevallen faalt de RWZI niet door de onvoorziene lozing, maar volgt er toch een giftige lozing op het oppervlaktewater.

De beheerder van een RWZI wil los daarvan maar tot op zekere hoogte de kans op het falen van zijn RWZI accepteren. Daarom is er voor dat aspect, ongeacht de potentiële gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit, een acceptatiegrens voor de beheerder gewenst.

Omdat er naast bescherming van het milieu tegen ontoelaatbare risico's ook de wens is de goede werking van de RWZI tegen te grote risico's te beschermen, moet er bij de beoordeling met beide aspecten rekening worden gehouden. Daarom is er een geïntegreerd beoordelingskader ontworpen. Het milieurisico wordt daarbij als eerste beoordeeld, en daarna wordt gekeken naar de toelaatbare faalkans voor de RWZI.



Wanneer is de faalkans van de RWZI verhoogd?

Voor scenario's van onvoorziene lozingen waarbij de RWZI faalt, maar waarbij er geen verhoogd milieurisico is, is het de vraag wanneer (bij welke faalkans) er reden is om te spreken van een verhoogd risico.

De keuze in het tot nu toe gehanteerde waterschapskader is dat bij een faalkans van 10^{-6} het risico als verhoogd wordt beschouwd. Deze keuze leidt tot een onbalans met de milieubeoordeling: het falen van de RWZI wordt dan ten onrechte even zwaar beoordeeld als een verhoogd milieurisico.

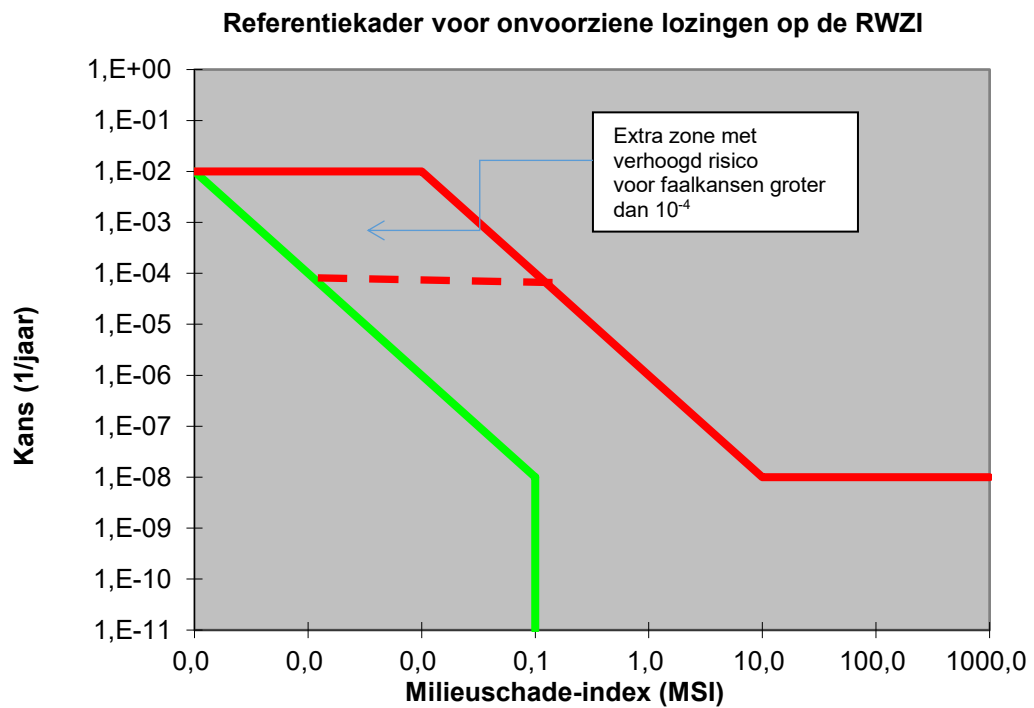
Het falen van de RWZI is van een andere grootte-orde dan het optreden van een verhoogd milieurisico. Dit is zo omdat het milieueffect samengaat met grote sociale, ecologische en economische gevolgen. De benodigde inzet bij een verhoogd milieurisico is dan ook vele malen groter is dan bij het herstellen van de goede werking van de RWZI.

Bij een verhoogd milieurisico is het potentiële effect dat grote stukken van het ontvangende oppervlaktewater gedurende langere tijd vergiftigd zijn. Om deze verontreiniging te beheersen en op te ruimen en de schade te herstellen zijn grootschalige en dure maatregelen nodig en is er sprake van een ernstige lokale ontwrichting van milieu en infrastructuur. Kosten voor beheersen, opruimen, herstellen, overige schade lopen naar schatting in de miljoenen euro's.

Bij een falende RWZI, waarbij het ontvangende oppervlaktewater niet in hoge mate wordt aangetast, is er voornamelijk sprake van een probleem met de werking van de RWZI die moet worden hersteld, en zijn er geen verdere milieumaatregelen in het ontvangende oppervlaktewater nodig. Grosso modo wordt door de werkgroep aangenomen dat voor het falen van de RWZI een faalkans groter van 10^{-4} als verhoogd risico kan worden aangemerkt. Dit strookt met de verwachte kosten voor het herstellen

van de goede werking van de RWZI die worden geschat op enkele tienduizenden euro's en met verwachte risico-acceptatie door de beheerders van de RWZI.

Dit leidt ertoe dat het referentiekader voor onvoorziene lozingen op de RWZI een extra gebied met verhoogd risico heeft:



Acties bij verhoogde risico's

Wanneer volgens de risicoberekening er een verhoogd risico voor de RWZI dan wel het oppervlaktewater is, dient het betrokken bedrijf een aanvullende analyse ("veiligheidsstudie") op te stellen. Zie ook hoofdstuk 3.3. In een aanvullende studie dient aandacht besteed te worden aan zaken als de (experimentele bepaling van de) IC_{50} van de betrokken stof, evenals aan de werkelijke capaciteit (in plaats van de ontwerpcapaciteit) van de ontvangende RWZI. Ook de lengte en dimensionering van het rioolstelsel kunnen aan de orde komen in de beschouwing. De stoffeïenschappen kunnen een rol spelen bij het transport door een riool (bijvoorbeeld viscositeit, stolpunt, oplosbaarheid, enz.) en verdienen dus ook voldoende aandacht. De afstroming naar het riool kan bepalend zijn voor de daadwerkelijk naar een RWZI afgevoerde hoeveelheid stof. Hierom is het in voorkomend geval van belang om de mogelijkheden voor afstroming nader te bestuderen (afschot, aard bodem).

De LOD's (Lines Of Defence, oftewel de mitigerende maatregelen) ter voorkoming van afstroming met mogelijk een verhoogd risico van falen van de RWZI zijn vaak alleen maar repressief en gericht op het onderbreken van de afstroming richting de RWZI: opvangvoorzieningen bij het bedrijf, monitoring op mogelijke afstroming, toezicht door personeel, maatregelen bij een rioolgemaal, opvangcapaciteit in het riool zelf, inblokvoorzieningen van de rioolstreng, alarmeringsregeling met waterschap (inclusief training en oefening), bypassmogelijkheden. De verantwoordelijkheid voor het nemen van deze maatregelen en de instandhouding hiervan ligt primair bij het bedrijf. De genoemde voorzieningen kunnen tijdens inspectie geverifieerd en beoordeeld worden. Met name noodplannen en de wijze waarop een bedrijf toezicht houdt op zijn installatie zijn ingrediënten om te kunnen bepalen of een bedrijf voorbereid is op onvoorziene lozingen naar het riool.

Deze LOD's kunnen gemodelleerd worden in Proteus met behulp van de in Proteus aanwezige model units, zoals afvoerput, pompput, splitters. Met een splitter kan een operatoractie gemodelleerd worden (vermindering faalkans met 10%). In principe is er - naast deze bestaande model units - geen aparte modellering van LOD's richting RWZI beschikbaar in Proteus. Reden hiervoor is de diversiteit van maatregelen en de situatiespecifieke omstandigheden.

Voorstel voor een aanpak bij een nadere veiligheidsstudie

Om een idee te verkrijgen of er een risico bestaat voor een falende RWZI kan een bedrijf met behulp van Proteus de LOC's (Loss Of Containment, waarmee de hoeveelheid van de spill wordt bedoeld) gradueel onderzoeken. Hierbij worden in scenario's (te modelleren in Proteus met een MFT unit, waarmee de modelleur de massa van de lozing, de faalkans en de tijdsduur van de lozing zelf kan invullen) toenemende hoeveelheden van een waterbezwaarlijke stof naar de RWZI gevoerd. Als bij een bepaalde hoeveelheid de RWZI gaat falen kan dit als een grens beschouwd worden. Hiermee kan bestudeerd worden welke daadwerkelijke scenario's tot een overschrijding van deze grens zouden kunnen leiden. Hier kan bijvoorbeeld een What-if of een Root causes analyse voor gebruikt worden. Root causes kunnen geïdentificeerd worden en dus ook mitigatie daarvan zodat er ook preventieve aanpak kan plaatsvinden om falen van een RWZI te voorkomen.

Het is ook mogelijk dat de lozing op de RWZI niet leidt tot het falen van de RWZI, maar wel leidt tot een verhoogd risico voor het oppervlaktewater. Ook dan moet het betrokken bedrijf een aanvullende studie doen, maar daarbij is de werking van de RWZI geen onderzoeksaspect.

12.9. Bijlage 9: Verklarende woordenlijst

RWZI:	rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), ook wel afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI), zuivert het afvalwater van huishoudens, bedrijven en veelal ook van wegverhardingen dat via het riool wordt aangevoerd. Het gezuiverde afvalwater wordt vervolgens op oppervlaktewater geloosd
BRZO	Besluit Risico's Zware Ongevallen
CIW	voormalige Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid
MRA	milieurisicoanalyse
SVT	stand van de veiligheidstechniek, zoals vastgelegd in de PGS-documenten en in het rapport Beschrijving van de stand der veiligheidstechniek ten behoeve van de preventieve aanpak van risico's van onvoorziene lozingen
PGS	publicatiereeks gevaarlijke stoffen
Proteus	computerprogramma in eigendom van Rijkswaterstaat, waarmee risico's van onvoorziene lozingen door productievevestigingen in kaart kunnen worden gebracht en kunnen worden beoordeeld
LOD	line of defence, of maatregel om vrijkomen of verspreiden van stoffen als gevolg van een calamiteit te voorkomen of beperken
Overbelasting	de toevoer van een hoeveelheid zuurstofvragende stoffen naar de RWZI die groter is dan de beschikbare verwerkingscapaciteit
Ontwerp-capaciteit	het aantal vervuilingseenheden dat door de ontworpen RWZI kan worden verwerkt
v.e.	vervuilingseenheid, de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen die per persoon per dag naar de RWZI wordt afgevoerd. 1 v.e. komt overeen met een zuurstofbehoefte van 150 g O ₂ per persoon per dag
MSI	milieuschadeindex, gestandaardiseerde eenheid, overeenkomend met een hoeveelheid verontreinigd oppervlaktewater van 15 miljoen m ³

12.10. Bijlage 10: Overzicht van de criteria en effecten bij het beoordelingskader milieurisico's onvoorziene lozingen op een RWZI.

1. Overbelasting

Criteria:

Type	Faalcriteria:
Laag belast actiefslib	$Z_{tot} > 2,00 * Z_{reg}$
Hoog belast actiefslib	$Z_{tot} > 1,50 * Z_{reg}$

Resultante stroom:

Type	Resultante stroom
Laag belast actiefslib	$Z_{tot} = Z_{tot} - Z_{reg}$
Hoog belast actiefslib	$Z_{tot} = Z_{tot} - 0,5 * Z_{reg}$

De resultante stroom is uitgedrukt als TZV-vracht (kg O₂). Om dit tot een (fictieve) massa om te rekenen wordt in het rekenprogramma hiervoor een stof gemodelleerd met een TZV-getal van 0,5 kg O₂/kg. De lozingstijd wordt gesteld op 24 uur.

Afstervings bacteriën door een toxische lozing

Criteria:

$C_{max} > C_{kritisch} = IC_{50} \text{ bact}$ IC₅₀ bact: de concentratie in mg/l waarbij de inhibitie of remming van een specifieke biologisch zuiveringsproces (meestal nitrificatie) 50% is. C_{max} : Maximale concentratie in een PFR: $C_{max} = \frac{MI}{1,7 * Q_{dwa} * t_{ref}}$ Maximale concentratie in een CSTR: $C_{max} = \frac{MI}{V_{bel}}$

Resultante stroom:

Capaciteit RWZI (v.e.)	Hersteltijd (T_h) (dagen)	TZV vracht.
≤ 50.000	7	$Z_{loz} = T_h \times O_{cap} \times 0,15$
> 50.000	21	$Z_{loz} = T_h \times O_{cap} \times 0,15$

Beïnvloeding van het actief slib, drijver of zinker

Criterium:

Drijver: $M_{loz} > 0,10 \times M_{slib}$

Zinker: $V_{slib} > 0,10 \times V_{slib}$

Resultante stroom:

Als bij 2. Afsterving bacteriën

Lozing van toxische stoffen via de RWZI

Criterium:

De stof is goed oplosbaar en heeft:

een hoge $IC_{50 \text{ bact}}$

en een lage $LC_{50 \text{ vissen}}$, $EC_{50 \text{ kreeftachtigen}}$ of $IC_{50 \text{ algen}}$

Er is sprake van een potentieel effect op het ontvangende oppervlaktewater wanneer $C_{eff} > LC_{50}$.

$$C_{eff} = \frac{M_{loz}}{V_{bel}}$$

Resultante stroom:

Om het effect van de toxische lozing te berekenen in Proteus wordt gemakshalve gerekend alsof de toxische lozing rechtstreeks (dus zonder passage via de RWZI) plaatsvindt.

12.11. Bijlage 11: Beoordelingskader falen RWZI

Indien sprake is van falen RWZI dan is de beoordeling van het risico:

OUD:

- o Verwaarloosbaar, indien de kans $< 10^{-8}$,
- o Acceptabel, indien de kans $< 10^{-6}$ en $> 10^{-8}$
- o Verhoogd, indien de kans $> 10^{-6}$.

NIEUW:

- Verwaarloosbaar, indien de kans $< 10^{-8}$,
- o Acceptabel, indien de kans $< 10^{-4}$ en $> 10^{-8}$
 - o Verhoogd, indien de kans $> 10^{-4}$.

Indien het risico als verhoogd wordt beoordeeld:

Nadere beschouwing aanwezige risico-reducerende maatregelen en procedures

Van worst case naar real case

Aanvullende risicostudie

Treffen aanvullende maatregelen, bijvoorbeeld (ander type) afsluiters

12.12. Bijlage 12: rekenvoorbeelden

In onderstaande rekenvoorbeelden met behulp van een spreadsheet programma de effecten in kg O₂ berekend en met Proteus zijn de MSI's. De gebruikte Proteus versie heeft nog geen rekenmodule voor de nieuwe berekeningsvoorschriften voor onvoorziene lozingen op de RWZI.

Verstoring van de RWZI door een giftige stof of door een onoplosbare stof, met als gevolg een ongezuiverde lozing van het rioolwater gedurende enkele dagen tot weken

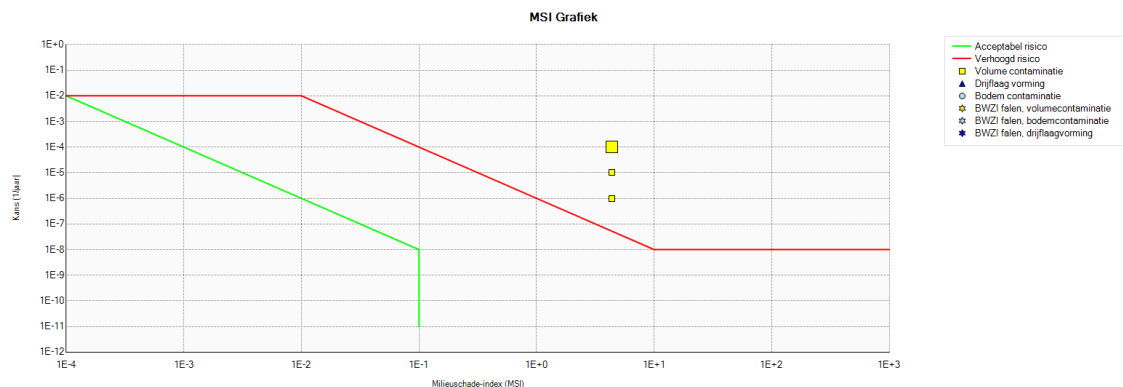
Als voorbeeld nemen we een RWZI met een capaciteit van 100.000 v.e. De hersteltijd na een volledige verstoring door vergiftiging van het actiefslib bedraagt naar schatting 21 dagen. Een dergelijke langdurige verstoring kan ook het gevolg zijn van de onvoorziene lozing van een drijfslaagvormende stof of een zinker. Een korte verstoring van enkele dagen (bijvoorbeeld 3 dagen) zou kunnen optreden bij een omkeerbare verstoring, waarbij de werking van het slib zich herstelt nadat de giftige stof is verdwenen uit de RWZI. Dit is geen scenario in Proteus, maar is ter illustratie in de rekenvoorbeelden meegenomen.

Het milieueffect van de resulterende ongezuiverde lozing hangt af van de aard en omvang van het ontvangende oppervlaktewater. Dit blijkt uit onderstaande tabel. Hier worden de Milieuschadindexen (MSI's) van de berekende onvoorziene lozingen beschouwd wanneer geloosd zou worden op een klein kanaal, een groot en zeer groot kanaal, een rivier en een estuarium.

Type oppervlaktewater	Milieuschade Index (MSI)	
	45 ton O ₂ in 3 dagen	315 ton O ₂ in 21 dagen
Klein kanaal (b=30m, d=3m)	0,77	4,35
Groot kanaal (b=110m, d=8m)	0,63	5,4
Zeer groot kanaal (b=500m, d=20m)	0,04	0,29
Rivier (b=150m, d=5m)	-	-
Estuarium (b=150, d=10)	-	-

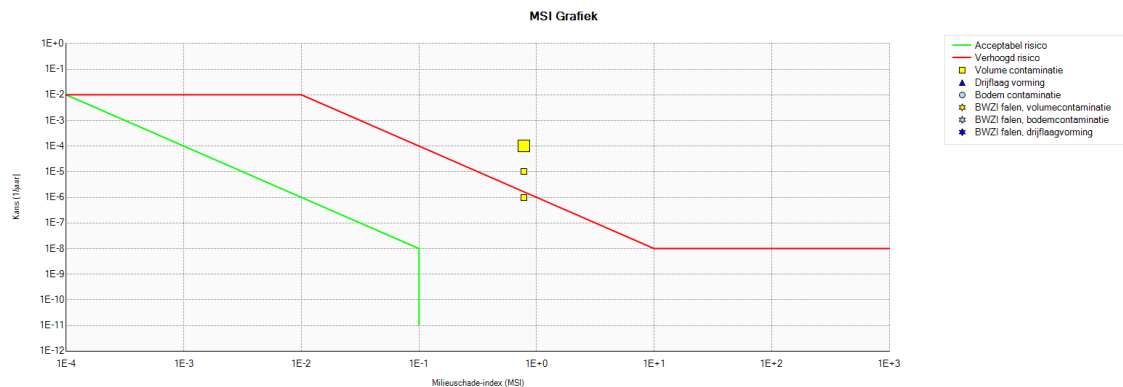
lozing op een klein kanaal

Voor een RWZI (100.000 v.e.) die loost op een relatief klein kanaal (breedte 30 m, diepte 3 meter), zijn de milieurisico's berekend bij verschillende faalkansen ($f=10^{-4}$, $f=10^{-5}$, $f=10^{-6}$) bij een langdurige verstoring en ongezuiverde lozing van het rioolwater.



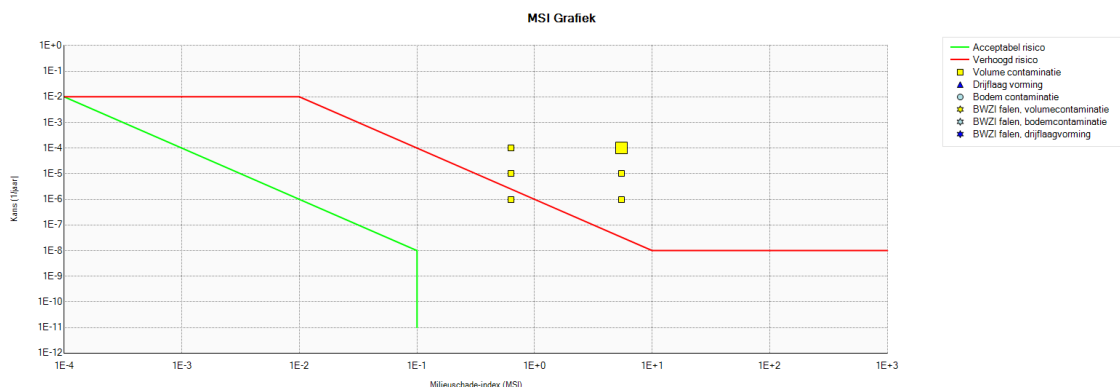
Het milieurisico van een ernstige verstoring van de RWZI is voor een klein kanaal vrij snel verhoogd. Het milieurisico kan ook nog verhoogd zijn bij een faalkans van 10^{-7} en zelfs nog iets kleiner.

Ter illustratie: wanneer dezelfde RWZI slechts tijdelijk wordt verstoord, bijvoorbeeld gedurende drie dagen, dan ziet de beoordeling er als volgt uit (beschouwde faalkansen in de grafiek $f=10^{-4}$, $f=10^{-5}$, $f=10^{-6}$, het scenario van een kortdurende verstoring is geen vast onderdeel van de Proteus modellering):



Lozing op een groot kanaal

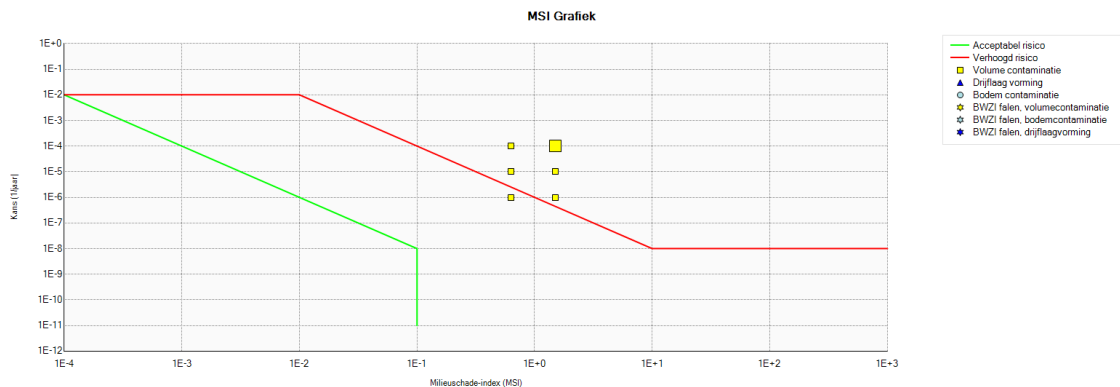
Bij onvoorziene lozingen op een groot kanaal (breedte 110 m, diepte 8 m) als gevolg van dezelfde calamiteiten als hierboven (volledige verstoring van een RWZI van 100.000 v.e. met hersteltijd 21 dagen of een verstoring met een korte hersteltijd van 3 dagen, beide berekend met drie veronderstelde faalkansen $f=10^{-4}$, $f=10^{-5}$, $f=10^{-6}$), ontstaat het volgende beeld voor de milieurisico's:



Voor een onvoorziene lozing op een groter kanaal is het milieurisico in grote lijnen vergelijkbaar met de lozing op een kleiner kanaal. Bij het voorbeeld van het kleine kanaal bedraagt de weegfactor (correctie voor de schaalgrootte; het standaardvolume wordt voor de beoordeling van het effect door 17 gedeeld) afgerond 17, bij het grote kanaal is de weegfactor 1,7. De verspreiding in een klein kanaal zal daarentegen minder zijn, waardoor een minder groot oppervlak van het kanaal zuurstofloos wordt.

Ongezuiverde lozing vanuit een kleine RWZI op een groot kanaal

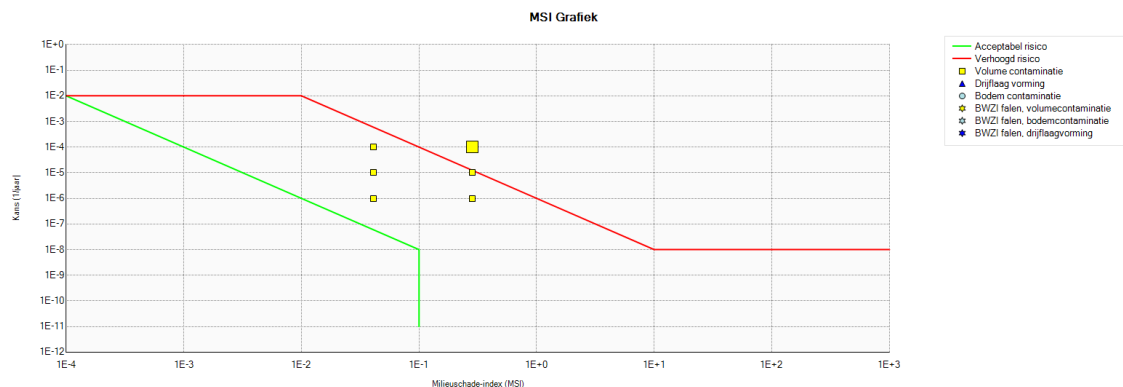
Wanneer er een aanmerkelijk kleinere RWZI faalt, is de hersteltijd doorgaans geringer (geschat op 7 dagen). Voor het falen de ongezuiverde lozing van zo'n kleine RWZI (in dit geval 20.000 v.e.) op een groot kanaal is het milieurisico berekend voor een korte en een lange hersteltijd (zie onderstaande grafiek). De linkse punten in onderstaande de grafiek zijn afkomstig van de onvoorziene lozing wanneer de hersteltijd 3 dagen bedraagt (dit is geen scenario in de Proteusmodellering).



Nog steeds zijn de milieurisico's in het merendeel van de gevallen verhoogd, met uitzondering voor het tijdelijk falen van de RWZI (met een korte hersteltijd) en een faalkans kleiner dan $5 \cdot 10^{-5}$.

Lozing op groot oppervlaktewater

Hieronder zijn de rekenresultaten voor de milieurisico's gegeven voor dezelfde onvoorziene lozingen als hierboven, maar nu wanneer er zou worden geloosd op een zeer groot kanaal.



Wanneer na volledige verstoring van de RWZI (100.000 v.e.) de onvoorziene lozing wordt geloosd op een zeer groot kanaal, dan geeft het beoordelingskader te zien dat de milieurisico's in de meeste gevallen niet verhoogd zijn. Alleen de milieurisico's van onvoorziene lozingen waarbij de faalkans groter is van 10^{-5} zijn verhoogd.

Lozing op een rivier of estuarium

Wanneer er op een rivier of een estuarium wordt geloosd, zijn de milieurisico's voor de hier gebruikte cases verwaarloosbaar volgens de Proteus berekeningen. Pas bij zeer grote RWZI's (groter dan 500.000 v.e.) kunnen verhoogde risico's optreden.

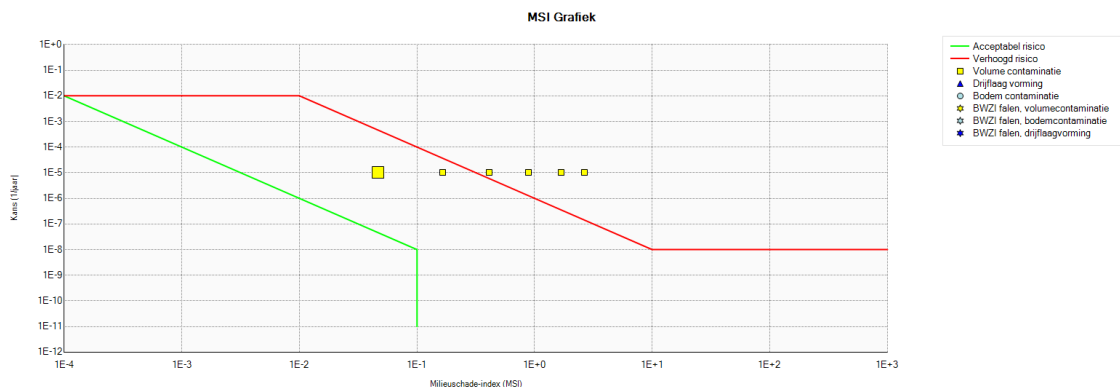
Overbelasting van de RWZI door een biologisch afbreekbare stof

Wanneer de RWZI wordt belast met meer zuurstofbindende stoffen dan er kan worden verwerkt, kan de RWZI gedeeltelijk falen. In het beoordelingskader wordt de resulterende lozing berekend als de vracht zuurstofbindende stoffen die gedeeltelijk biologisch is afgebroken.

Wanneer de restlozing plaatsvindt op een klein kanaal, kunnen voor deze resulterende lozingsvrachten de MSI worden berekend. In onderstaande tabel zijn als voorbeeld de MSI's van een aantal gefingeerde restlozingen berekend met Proteus:

Voorbeeld	LOC die loost op RWZI (ton O ₂)	RWZI lozing naar oppervlaktewater (ton O ₂)	MSI
1	24	16,5	0,047
2	30	22,5	0,17
3	50	42,5	0,88
4	100	92,5	1,69
5	200	192,5	4,11
6	400	392,5	2,67

Uitgaande van een faalkans van 10^{-5} leveren bovenstaande voorbeelden van onvoorziene lozingen de volgende milieurisico's:



De grafiek is illustratief voor het feit dat bij overbelasting het milieurisico sterk zal kunnen variëren, afhankelijk van de soort en hoeveelheid stof, en dan met name de hoeveel TZV die er wordt geloosd. Het milieurisico zal niet altijd verhoogd zijn.

12.13. Bijlage 13: Deelnemers projectgroep referentiekaders RWZI's

Leon Braam (RWS)
Karin Breukink (Brabantse Delta)
Pieter van Dongen (Hollandse Delta)
Kees de Kraker (RWS)
Peter Kuiper (RWS)
Hans Mollen (Brabantse Delta)
Hilde Politiek (Hunze en Aas)
Patrick de Visscher (RWS)
David Vroon (RWS)

12.14. Bijlage 14: Volumecontaminatie theoretische zuurstofverbruik

Volumecontaminatie door onvoorziene lozingen van zuurstofdepletie veroorzakende stoffen

Door: Joop Baltussen, ai coördinator BRZO-team, Peter Kuiper/ David Vroon/ Leon Braam RWS

Datum: 17-12-2019

Gecorrigeerd: 13-7-2020

Inleiding

Al enige tijd wordt er gewerkt aan de evaluatie en mogelijke verbetering van de rekenmodellen (algoritmen) die in Proteus 3.3.1.7 worden gebruikt om volumecontaminaties te berekenen ten gevolge van onvoorziene lozingen van zuurstofdepletie veroorzakende stoffen.

De berekende volumecontaminatie en de ongevalsfrequentie vormen tezamen een MSI-score oftewel het rekenkundige risico. Deze laatste wordt geplot in een referentiekader en gebruikt om te bepalen of sprake is van een verwaarloosbaar, acceptabel dan wel verhoogd (onacceptabel) risico.

Vooraf scores in het verhoogde risicogebied liggen gevoelig. Immers voor nieuwe bedrijfsactiviteiten kan dit betekenen dat deze niet vergund kunnen worden. Voor bestaande bedrijfssituaties betekent dit een continue druk voor een bedrijf om te zoeken naar verbeteringen.

Gezien het afbreukrisico betekent dit dat MSI-scores met de grootst mogelijke zorgvuldigheid vastgesteld dienen te worden. De focus ligt daarbij met name op het bepalen van de volumecontaminatie. De ongevalsfrequentie is vaak een gegeven.

De huidige rekenresultaten van de volumecontaminatie rekenmodellen vertonen onregelmatigheden en geven in bepaalde gevallen mogelijk te ongunstige uitkomsten. Ook in de praktijk worden hiervoor aanwijzingen gevonden. De gebruikte algoritmen wijken af van de beschrijving in de handleiding en bevatten enkele fouten.

Om die reden zijn deze en andere zuurstofdepletiemodellen bekeken en beoordeeld door RWS (Leon Braam) in samenwerking met Alex van Gulik (IBM).

Deze modellen en de implicatie daarvan zijn besproken in een RWS-bijeenkomst van deskundigen. Het resultaat van deze bespreking is neergelegd in deze notitie.

Achtergrondinformatie

Met zuurstofdepletie veroorzakende stoffen worden met name organische stoffen bedoeld met een hoge BZV-waarde. Ook ammoniak $\text{NH}_4\text{-N}$ is een stof die in oppervlaktewater een oxidatieproces ondergaat en dus zuurstof consumeert. Echter deze stof wordt met de BZV-bepaling niet meegenomen. Door gebruik te maken van het theoretische zuurstofverbruik of totaal zuurstofverbruik (TZV) kan dit worden ondervangen.

Zuurstofdepletie veroorzakende stoffen zijn makkelijk afbreekbaar door micro-organismen in oppervlaktewater. Daarbij wordt opgelost zuurstof uit de waterfase gebruikt. Het gevolg is een daling van de zuurstofconcentratie. Een onvoorziene lozing van zuurstofdepletie veroorzakende stoffen veroorzaakt daardoor een dip in de zuurstofconcentratie. Dit kan schadelijk zijn voor de aquatische fauna. Afhankelijk van de tijdsduur kan dit ook schadelijk zijn voor de flora.

In de Proteus handleiding wordt aangenomen dat de zuurstofconcentratie 7 mg/l bedraagt en dat een daling met 3,5 mg/l, waardoor het absolute gehalte lager is dan 3,5 mg/l, lethaal is voor bepaalde vissoorten. Vanuit voortschrijdend inzicht worden hiervoor verderop in dit document iets andere gehalten gekozen.

Het berekenen van het watervolume dat te maken krijgt met een ontoelaatbare zuurstofconcentratie is zeer complex. Er spelen veel factoren een rol, te weten:

1. aanvangsconcentratie en omvang (vracht) van de BZV-lozing ;
2. tijdsbestek waarin de onvoorziene BZV-lozing op het oppervlaktewater terecht komt;
3. betreft de onvoorziene lozing een puntlozing of vindt deze verspreid plaats en vindt de lozing plaats aan het oppervlakte of op diepte in het oppervlaktewater;
4. zuurstofinbreng ten gevolge van re-aeratie;
5. zuurstofproductie door fotosynthese (door algen en planten);
6. karakteristiek van het oppervlaktewater (wel/geen turbulente/laminaire stroming, temperatuur, initiële aanwezigheid van micro-organismen in de waterfase maar ook in de waterbodem; dimensies oppervlaktewater; conditie van het oppervlaktewater bovenstrooms);
7. verder speelt ook mee of gekozen wordt voor een maximaal te tolereren O₂-concentratieafname van 3 of 3,5 mg/l dan wel een ondergrens van de absolute zuurstofconcentratie van 2 mg/l (waaronder onomkeerbare effecten op met name fauna verwacht kunnen worden).

Over het algemeen wordt aangenomen dat aan de hand van (ingewikkelde) rekenmodellen de omvang van de volumecontaminatie het beste kan worden bepaald. Elk model heeft zijn specifieke kenmerken waarbij meer of minder rekening wordt gehouden met de eerder opgesomde factoren en de randvoorwaarden (startcondities en eindeberekening condities). Bovendien zijn sommige modellen dermate ingewikkeld dat dat gepaard gaat met zeer lange rekentijden.

De modellen die door WVL zijn bekeken, zijn relatief eenvoudige modellen:

- Proteus 3.3.1.7-model (betreft een 1D en 2D cascade-model rekening houdend met afbraak, dispersie, reaeratie, stroming);
- Streeter-Phelps-model (rekening houdend met zuurstof- transport en omzetting en de resulterende gehalten);
- een vereenvoudigd Streeter-Phelps-model (1D-model);

Voorstel nieuw referentiekader voor de volumecontaminatieberekening

De analyse van WVL en IBM hebben niet alleen geleid tot een breder en dieper inzicht in de invloed van de diverse factoren, maar ook tot een groter besef dat alle rekenmodellen onzekerheden en onnauwkeurigheden met zich meebrengen. Er is daarom vooral ook behoefte aan een referentiekader waarmee getoetst kan worden of de rekenuitkomsten voldoende realistisch zijn.

Het referentiekader bestaat uit een eenvoudige redentatie, aan de hand van:

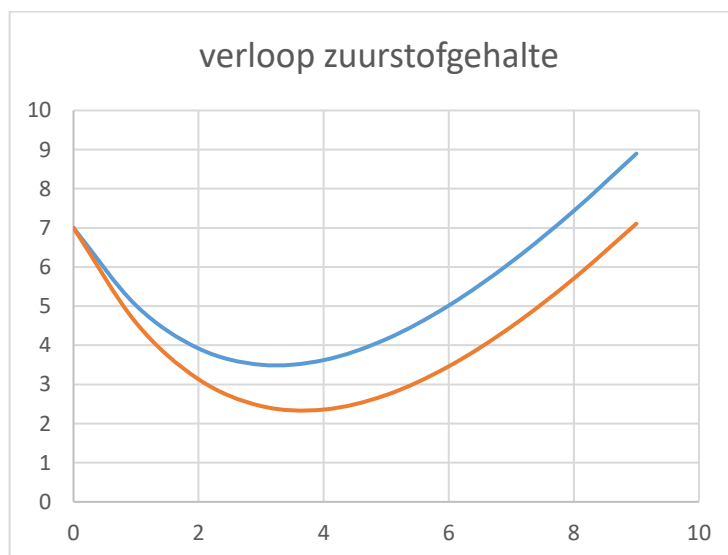
- een initiële BZV,
- een initieel zuurstofgehalte van 7 mg/l,
- de afbraak van de BZV ter grootte van een fractie van 0,25 per dag
- een maximaal te tolereren zuurstofdaling van 2 tot 3,5 mg/l
- een te verwachten zuurstofopname vanuit de lucht (reaeratie) van 2 mg/l per dag

Hieronder wordt de theoretisch maximale contaminatie als volgt benaderd en

onderbouwd.

De redenatie daarbij is *globaal* als volgt (zie ook figuur 1) :

- Er moet altijd 2 tot 3,5 mg O₂/l in het oppervlaktewater aanwezig blijven om geen schade te veroorzaken aan de biota. Voor de berekening van de maximale vervuiling wordt een verdunning berekend tot aan het resterend zuurstofniveau dat daar net aan voldoet.
- Vergunningsvoorwaarden voor RWZI's bevatten heel vaak als eis een maximum toelaatbaar gehalte van 20 mg/l BZV in het te lozen effluent. Dit wordt geacht overeen te komen met een gehalte in het oppervlaktewater dat nog net niet tot problemen leidt. Daarom wordt de kritische concentratie in het oppervlaktewater gesteld op 20 mg/l.
- Op dag 1 van de lozing: De initiële BZV concentratie van 20 mg/l (in de veronderstelde verontreinigde zone) is na 1 dag gereduceerd naar 15 mg/l (afbraak fractie 0,25 per dag). De zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater neemt af met 5 mg/l (afbraak BZV) en neemt toe met 2 mg/l (reaeratie). Het rest zuurstofgehalte in het water wordt dan met inbegrip van reaeratie $7 - 5 + 2 = 4$ mg/l.
- Op dag 2: is de nog aanwezige BZV $15 - 3 = 12$ mg/l. Het zuurstofgehalte in oppervlaktewater bedraagt $4 - 3 + 2 = 3$ mg/l.
- Op dag 3: is de nog aanwezige BZV: $12 - 3 = 9$ mg/l; het zuurstofverbruik $3 - 3 + 2 = 2$ mg/l.
- Op dag 4: 9 mg/l BZV kost 2 mg/l zuurstofverbruik. Rest zuurstof na dag 4 is 2 mg/l, rest BZV 6 mg/l
- Op dag 5 en verder: het zuurstofgehalte gaat weer toenemen naar boven 3,5 mg/l;
- De aanname is dat de reaeratie altijd 2 mg/l is. Dit is niet correct. Naarmate het zuurstofgehalte in het ontvangende water daalt zal de reaeratie hoger worden vanwege een verhoogde driving force.



Figuur 11: zuurstofverloop vanaf dag 0 tot dag 9; onderste lijn :BZV=20 mg/l; bovenste lijn BZV=18 mg/l; Y-as O₂ in mg/l; X-as: dag 1 tot 10

De theoretisch maximale volumecontaminatie van een incidentele lozing van M kg stof

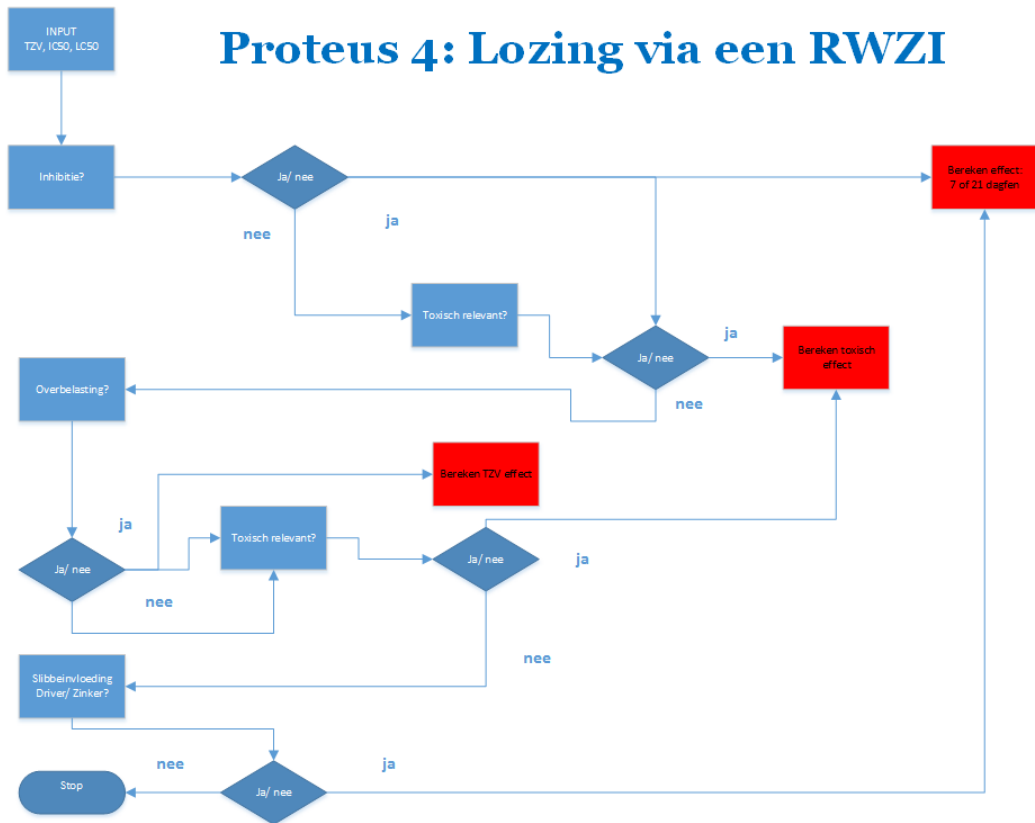
met een BZV getal van BZV g/g bedraagt volgens deze redenering dan:

$$V_{th} [m^3] = (M [kg] * BZV [g/g] * 1000) / (20 [mg/l])$$

Deze redenering wijkt af van de eerder veronderstelde maximale theoretische volumecontaminatie, die werd geschat met de volgende formule: $(M * BZV * 1000) / (3,5 \text{ mg/l})$, waarbij dus alleen rekening werd gehouden met de aangenomen beschikbare zuurstof in het oppervlaktewater, bepaald door een aangenomen gehalte van 7 mg/l en een lethale concentratie van 3,5 mg/l.

Met behulp van deze berekening kan het maximaal volume oppervlaktewater worden berekend dat gecontamineerd wordt met zuurstofdepletie ten gevolge van een onvoorziene BZV-lozing, zonder dat rekening wordt gehouden met de eerder genoemde factoren 1 tot en met 6.

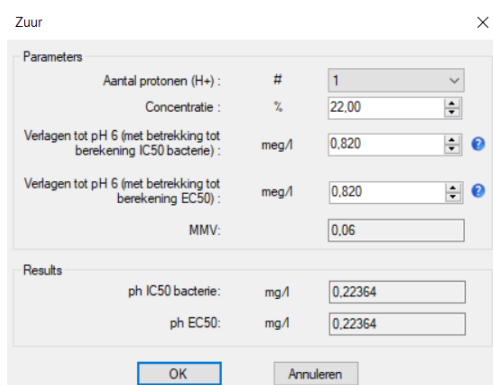
12.15. Bijlage 15: Stroomschema lozing via een RWZI



12.16. Bijlage 16: Zuren en Basen berekeningen

Let op: Vanaf versie 5.1.14 is het programma aangepast aan de toekomstige inclusie van zuren en basen als toxische stoffen. In afwachting op dit nieuwe en aanvullende beleid, conform Handboek Onvoorziene lozingen, dient u in de stoffeigenschappen van aanwezige of nieuwe stoffen bij de vraag 'zuren of basen?', "Geen van beide" in te vullen.

Bij elke nieuwe stof die wordt ingevoerd in de stoffendatabase is er standaard een keuzemenu voor zuren en basen:

De vraag wordt gesteld of de stof een zuur, base of geen van beide is. Als de stof neutraal is, vindt geen zuur/base berekening plaats. Als het een zuur of base is, verschijnt er een pop-up menu. De gebruiker moet hier invullen:

a. het aantal Protonen (H⁺) of Hydroxyl-ionen (OH⁻)?

De gebruiker kan kiezen uit de waarden 1, 2 of 3.

b. de concentratie van het zuur of de base? {**%**}

Proteus berekent uit deze ingevoerde gegevens, samen met de buffercapaciteit (defaultwaarde in meq/l, voor oppervlaktewater en de RWZI) en de moleculaire massa van de stof:

- pH EC50: de toxiciteit van het pH effect van de lozing van een zure of basische stof op het oppervlaktewater
- pH IC50 bact: de toxiciteit van het pH effect van de lozing van een zure of basische stof op de RWZI.

Toelichting:

Wanneer een stof een zuur of base is, zal door een lozing van die stof de pH van het ontvangende water worden verstoord, met eventueel toxische gevolgen. Dit geldt voor zowel het oppervlaktewater als de RWZI. Dit pH effect wordt vertaald naar een toxiciteitswaarde in mg/l.

Aangenomen is daarbij dat beneden pH6 en boven pH7 een LC50 waarde wordt bereikt (50% sterfte van aquatische organismen).

Buffercapaciteit ontvangend water

Het ontvangende water heeft een bufferende werking, waardoor pH effecten van de lozing van een zuur of base worden gedompt. Proteus hanteert een defaultwaarde voor deze buffercapaciteit. Deze is bepaald op basis van meetresultaten uit een meetcampagne in 2018 in Nederlandse oppervlaktewateren en een RWZI (worst case waarden). De eindpunten van deze bepaling zijn pH6 voor zuren en pH9 voor basen. Defaultwaarden voor de buffercapaciteit het ontvangende water:

Zuur of base	pH effect	Buffercapaciteit defaultwaarde in meq/l	
		oppervlaktewater	RWZI
Zuur	Verlagen tot pH 6	1,19	3,15
base	Verhogen tot pH 9	1,11	2,7

De gebruiker kan deze defaultwaarden wijzigen, maar moet dit wel onderbouwen aan de hand van chemisch-analytisch onderzoek.

Toxiciteitswaarden voor pH effecten

Uitgaande van de buffercapaciteit zal Proteus de toxiciteitswaarden berekenen, volgens de formules:

Voor lozing op oppervlaktewaarde: $\text{pH EC50} = \text{buffercapaciteit} / N * \text{mmv} * 100 / A.$

Voor lozing op de RWZI: $\text{pH IC50bact} = \text{buffercapaciteit} / N * \text{mmv} * 100 / A.$

Waarin:

pH EC50: toxiciteit in mg/l door zuur of base voor oppervlaktewater

pH IC50bact: toxiciteit in mg/l voor zuur of base voor de RWZI

buffercapaciteit: benodigde hoeveelheid zuur of base in meq/l om de pH tot pH 6 te verlagen of tot pH 9 verhogen

N: aantal protonen of hydroxylionen dat per molecuul beschikbaar is

mmv: molaire massa in g/mol, bijv. voor HCl: 36,5 g/mol

A: percentage zuur of base, bijv. 33 % HCl of 40% NaOH

De berekende pH EC50 en pH IC50bact worden door Proteus meegenomen in de berekeningen. Daartoe wordt de waarde van EC50 vergeleken met de waarde van pH EC50 en de waarde van IC50 bact met de waarde van pH IC50 bact. Dat gebeurt als volgt:

- Indien de ingevoerde stof reeds een EC50 waarde heeft wordt de volgende berekening uitgevoerd: $\text{EC50} = \text{MIN}(\text{EC50}; \text{pH EC50})$
- Indien de stof geen EC50 waarde heeft: $\text{EC50} = \text{pH EC50}$

De berekende pH EC50 moet worden ingevuld in Proteus bij de stoffeigenschappen: LC50vis, EC50daphnia of IC50alg. Let wel dat dit alleen zin heeft als pH EC50 lager is dan de laagst bekende toxiciteitswaarde.

Hetzelfde gebeurt voor IC50bact:

- Indien de stof reeds een IC50bact heeft wordt de volgende berekening uitgevoerd: $\text{IC50bact} = \text{MIN}(\text{IC50bact}; \text{pH IC50bact})$
- Indien niet: $\text{IC50bact} = \text{pH IC50bact}$

De berekende pH IC50bact moet worden ingevuld bij IC50bact. Ook hier heeft dit alleen zin als de pH IC50bact lager is dan de laagst bekende waarde voor IC50bact.

Mengsels van zuren en basen

Let op: Vanaf versie 5.1.14 is het programma aangepast aan de toekomstige inclusie van zuren en basen als toxische stoffen. In afwachting op dit nieuwe en aanvullende beleid, conform Handboek Onvoorziene lozingen, dient u in de stoffeigenschappen van aanwezig of nieuwe stoffen bij de vraag 'zuren of basen?', "Geen van beide" in te vullen.

Wanneer een mengsel zuren en/of basen bevat, berekent Proteus uit de stofgegevens van de mengselstoffen de pH LC50 en de pH IC50 bact van de mengselstof. Daarbij wordt de waarde van het bufferend vermogen van de mengselstoffen overgenomen; dat kan de defaultwaarde of de door de gebruiker ingevulde waarde zijn. Bij het vaststellen van de pH LC50 en de pH IC50 zijn de concentraties en het aantal protonen/hydroxylionen per molecuul van de mengselstoffen (zuren en/of basen) input variabelen.

In Proteus wordt volstaan met een eenvoudige oplossing van de min of meer complexe zuur/base berekening voor de mengselkwaliteit, door:

- Eerst de eigenschap van het mengsel te bepalen: “zuur”, “base” of “geen van beide”
- de eindconcentratie van het mengsel op 100% zuur of base te stellen
- het resulterend aantal protonen of hydroxylionen per molecuul te berekenen op basis van deze gemiddelde moleculaire massa en concentratie
- pH EC50 en pH IC50bact te berekenen uit de buffercapaciteit die bij de mengselstoffen is gebruikt

Opmerking

Deze door Proteus bepaalde mengseleigenschappen van zuren en basen zijn niet wijzigbaar door de gebruiker. Dit geldt dus voor de uitkomst voor:

- eigenschap van het mengsel: “zuur”, “base” of “geen van beide”
- de concentratie zuur of base (100%)
- de gemiddelde moleculaire massa van het mengsel (opgevat als het zuur of de base)
- het aantal protonen of hydroxylionen per molecuul hypothetisch zuur of base
- de defaultwaarde voor de buffercapaciteit van het ontvangende water

De mengseleigenschap zuur, base, of geen van beide wordt door Proteus als volgt berekend.

Proteus zal eerst berekenen hoeveel protonen en hydroxylionen er per gram mengsel zijn en het verschil van die twee bepalen. Als het verschil positief is, is het mengsel zuur, als het verschil negatief is, is het mengsel basisch en als het verschil nul is, is het een neutrale stof.

Het aantal protonen equivalenten volgt uit:

$$P_{eq} = \sum \{ \text{fractie zuur}(i) * \text{aantal protonen zuur}(i) / \text{MMV zuur}(i) * \text{percentage zuur}(i) / 100 \}$$

Waarbij:

P_{eq} = Aantal protonen equivalenten (mol/gr mengsel)
 Fractie zuur = Percentage van het zuur in het mengsel / 100
 Aantal protonen = aantal protonen per molecuul zuur
 MMV = massa mol verhouding zuur (gr/mol)
 Percentage zuur: concentratie zuur (%)

Het aantal hydroxylionen volgt uit:

$$H_{eq} = \sum \{ \text{fractie base}(i) * \text{aantal hydroxylionen base}(i) / \text{MMV base}(i) * \text{percentage base}(i) / 100 \}$$

Waarbij: Heq = Aantal hydroxylionen equivalenten (mol/gr mengsel)
 Fractie base = Percentage van de base in het mengsel /100
 Aantal hydroxylionen = aantal hydroxylionen per molecuul base
 MMV = massa mol verhouding base (gr/mol)
 Percentage base: concentratie base (%)

Berekening verschil:

Neutralisatie = (Peq – Heq)

Waarbij: Peq = Aantal protonen equivalenten zuur(en) (mol/gr mengsel)
 Heq = Aantal hydroxylionen equivalenten base(n) (mol/gr mengsel)

Indien: Neutralisatie < 0; Mengsel is een base
 Neutralisatie = 0; Mengsel is "zuur noch base"
 Neutralisatie > 0; Mengsel is een zuur

Proteus berekent het aantal ionen (protonen of hydroxylionen) van het mengsel als volgt:

Indien zuur: Aantal protonen = Neutralisatie * MMVmengsel

Indien base: Aantal hydroxylionen = abs(Neutralisatie) * MMVmengsel

Waarbij: Aantal protonen = aantal protonen per molecuul hypothetisch zuur
 Aantal hydroxylionen = aantal hydroxylionen per molecuul hypothetische base

MMV mengsel = $\sum \{ \text{fractie stof (i)} * \text{MMV stof (i)} \}$

Waarbij: Fractie stof (i) = De gewichtsfractie van de individuele stof in het mengsel

MMV stof (i) = mol massa verhouding van de individuele stof in het mengsel

In tegenstelling tot een individuele stof (zuur of base) is bij een mengsel het aantal protonen of hydroxylionen per molecuul meestal niet een geheel getal. Dit is het gevolg van de vereenvoudigde berekening.

Concentratie zuur of base van mengsels in Proteus

Voor de eenvoud van de berekening wordt het mengsel als 100 % zuur, base of neutrale stof beschouwd. Dit is voor de risicoberekening voldoende nauwkeurig.

Berekening aantal protonen of hydroxylionen per molecuul van het mengsel

Proteus berekent het aantal protonen (of hydroxylionen) per molecuul van het mengsel uit het aantal protonen of hydroxylionen dat in één mol van het mengsel aanwezig is. In tegenstelling tot een enkelvoudige stof is bij een mengsel het aantal protonen of hydroxylionen per molecuul meestal niet een geheel getal.

Het aantal protonen of hydroxylionen per molecuul volgt uit:

Absolute waarde (Verschil zuur – base) * mmv mengsel.

Voorbeeld van een mengselberekening:

Voorbeeld berekening mix zuren en basen				
zuren:				
Naam	Aantal H	MW	%zuur	
HCl (poutzuur)	1	36,5	1	25
H ₃ PO ₄ (fosf. Z.)	3	98	1	100
HNO ₃ (salp. z.)	1	63	1	40
H ₂ SO ₄ (Zwavelz.)	2	98	1	75
CHOOH (Mierez.)	1	46	1	85
C ₂ H ₅ OOH (Ail)nz)	1	60,1	1	85
C ₃ H ₇ OOH (Lactaat)	1	90,1	1	70
HF (fluorwaterstof)	1	20	1	80
basen:				
	aantal OH		%base	
NaOH	1	40	2	40
KOH	1	56	2	35
NH ₄ OH	1	35,1	2	85
geen van beide3				
acetone	58,1	3	% neutraal	
2-chloroethanol	80,5	3	100	
water	18	3	100	
benzene	79	3	100	
acid				
factor lower pH6 IC50	0,82			
factor lower pH6 EC50	0,82			
base				
factor increase pH9 IC50	2,43			
factor increase pH9 EC50	0,81			

Voorbeeld 1		Voorbeeld 2		Voorbeeld 3	
zuur + base		zuur + base + neutraal		zuur + zuur + base	
Stof	%	Stof	%	Stof	%
HCl	30	H3PO4	50	HCL	10
NaOH	60	NaOH	30	H3PO4	10
Water	10	Benzene	20	NaOH	70
				Water	10
Som H+ eq	0,0021	Som OH- eq	0,0153	Verschil (H+ - OH-)	0,0037
	0,0060		0,0030		0,0070
	-0,0039		0,0123		-0,0033
Conclusie zuur of base	base	zuur	base		
Gewogen mmv	36,75	76,8	43,25		
Aantal ionen	0,14	0,95	0,14		
Concentratie zuur of base	100	100	100		

	pH IC50	615,94	66,63	746,81	
	pH EC50	205,31	66,63	248,94	

Berekening pH LC50 en pH IC50 van het mengsel

De pH EC50 (voor lozing op oppervlaktewater) volgt nu uit:

pH EC50 = buffercapaciteit / Neutralisatie

De pH IC50bact (voor lozing op de RWZI volgt) nu uit:

pH IC50bact = buffercapaciteit / Neutralisatie