

Handreiking gebruik Emissie Toetswaarden

Handreiking gebruik Emissie Toetswaarden

in het kader van Introductie Duurzaam Stortbeheer

Inhoudsopgave:

1.	Introductie	4
1.1	Doelstelling duurzaam stortbeheer	4
1.2	Monitoren algemeen.....	5
1.3	Emissie toetswaarden	6
2.	De monitoringlocaties	9
3.	De monitoringparameters	9
4.	Frequentie van metingen en analyses	9
5.	Bepaling te toetsen waarden uit meetgegevens	11
5.1	Bepaling gemiddelde waarden uit meetgegevens van het toetsingsjaar	11
5.2	Toekomstige modellering met behulp van meetgegevens uit het toetsingsjaar	13
6.	Toetsing aan de ETW	15
7.	Toetsing aan de ETW bij limiterende rapportagegrens	18
7.1	ETW in relatie tot de rapportagegrens van het laboratorium	18
7.2	Voorstel voor toetswaarden bij analyseresultaten lager dan de rapportagegrens	19
7.3	Rekenvoorbeelden	20
8.	Conclusies ten aanzien van toetsing	24
8.1	Algemeen beoordelingskader	24
8.2	Overschrijding ETW voor één of enkele stoffen binnen een percolaatput	26
8.3	Overschrijding ETW voor meerdere stoffen binnen een percolaatput	26
8.4	Overschrijding ETW voor één of meerdere stoffen voor de stortplaats flux gemiddelde concentratie	28
8.5	Acceptabele marges	28
8.6	Blijvend voldoen aan de ETW's.....	28
8.7	Gevolgen van overschrijdingen ETW en aanvullende maatregelen	28
9.	Rapportage van de monitoring.....	29
10.	Beslismodel ETW	30
11.	Vervolgmaatregelen en relatie tot urgentieplan	32

1. Introductie

1.1 Doelstelling duurzaam stortbeheer

Bij aanvang van het IDS-project is het doel van duurzaam stortbeheer als volgt verwoord (tekst Projectplan):

Het doel van duurzaam stortbeheer is om het emissiepotentieel van de verontreinigingen in stortplaatsen substantieel terug te brengen, zodanig dat de eeuwigdurende nazorg en nazorgkosten substantieel kunnen worden vermindert of geminimaliseerd. Dit onder voorwaarde dat de immissies van stoffen naar de omgeving (belasting van bodem, (grond)water en lucht) zowel voor de korte als lange termijn acceptabel zijn binnen de doelen van het preventieve beleid. Voor de toetsing hierop worden zogenoemde emissiegrenswaarden opgesteld. Verder is het de bedoeling dat lichtere vormen van eindafwerking mogelijk worden wanneer duidelijk is dat het acceptabele emissieniveau (emissie grenswaarden) niet wordt overschreven.

Als nadere toelichting op dit doel wordt in het Projectplan van het ministerie van I&M het volgende gesteld:

Sinds enige jaren wordt in binnen- en buitenland gewerkt aan de ontwikkeling van innovatieve technieken zoals duurzaam storten, in-situ stabilisering en duurzame nazorg. Deze technieken zijn erop gericht stortplaatsen zodanig te beheren dat een stabiele en inherent veilige situatie wordt bereikt.

Duurzaam stortbeheer is gebaseerd op de wetenschap dat in het gestorte afval gunstige omstandigheden voor het optreden van biochemische processen aanwezig zijn. Met deze processen kan het emissiepotentieel van verontreinigende stoffen in het stortpakket substantieel worden vermindert of zodanig worden geneutraliseerd, dat de restemissies uit het stort volledig aanvaardbaar zijn.

De manier om stortplaatsen een duurzaam karakter te geven, is ervoor te zorgen dat de natuurlijke biochemische processen in het afval in stand worden gehouden én worden gestimuleerd en/of geoptimaliseerd. Hiervoor is de structurele aanwezigheid van water en lucht een absolute randvoorwaarde. Aanleg van een water- (en gas-) dichte bovenafdichting, zoals huidige regelgeving dat voorschrijft, werkt contraproductief op deze processen.

Tijdens de (natuurlijke) afbraakprocessen komen verontreinigende stoffen in het afvalpakket vrij, of ontstaan stoffen ten gevolge van de afbraak. Het stimuleren van deze processen zal in die periode leiden tot een toename van het vrijkomen van deze stoffen binnen het stortpakket. De betreffende stoffen worden voor zover aanwezig in het percolaat opgevangen, afgevoerd en behandeld in een waterzuiveringsinstallatie in de periode dat nog een functionerende onderafdichting aanwezig is. Stimulering van de processen zal naar verwachting niet leiden tot een verhoogde immissie van stoffen naar bodem- en grondwater, c.q. tot een verhoogde belasting van de bodem met verontreinigde stoffen. Nadat de processen tot een eind zijn gekomen, zijn de meeste verontreinigingen door afbraak en uitspoeling uit het afvalpakket verwijderd of gebonden aan de vaste delen van het afval. Ook als er in de verre toekomst nog water door het stort stroomt, zullen de op dat moment nog aanwezige, en aan de vaste fase gebonden stoffen, naar verwachting niet tot onacceptabele emissie uit het afvalpakket leiden. Om dit te toetsen worden binnen dit project zogenoemde emissiegrenswaarden opgesteld.

Een goed functionerende onderafdichting van de stortplaats (of daaraan conform het Stortbesluit gelijkwaardig gestelde voorziening) is vanuit het oogpunt van bodembescherming een harde voorwaarde gedurende de periode waarin de proeven voor duurzaam stortbeheer worden uitgevoerd.

Bovenstaande betekent concreet dat het bij duurzaam stortbeheer primair gaat om het emissiepotentieel van het afvalpakket zelf, dus om het in afdoende mate tegengaan van de mogelijkheid dat verontreinigende stoffen op enig moment wel/niet uit de stortplaats kunnen emitteren richting bodem, (grond)water en lucht (door afbraak, chemische binding en/of adsorptie).

De belangrijkste opgave voor duurzaam stortbeheer is dus het realiseren van een voldoende laag emissiepotentieel van het afvalpakket (doelstelling 1 van figuur 1). Dit dient zodanig laag te zijn, dat de daarbij mogelijk optredende emissies naar bodem, (grond)water en lucht vallen binnen hetgeen toelaatbaar is vanuit het vigerende beschermingsbeleid, bij voorkeur zonder beschermende (isolerende) voorzieningen (1a en 1b van figuur).

Andere doelen zijn (zie figuur 1):

- het substantieel verlagen van de toekomstige nazorg, zoals het kunnen afzien van isolerende voorzieningen aan de bovenzijde van de stortplaats (doelstelling 2);
- het vergroten van de ruimtelijke gebruiksmogelijkheden (doelstelling 3).



Figuur 1: Doelen duurzaam stortbeheer

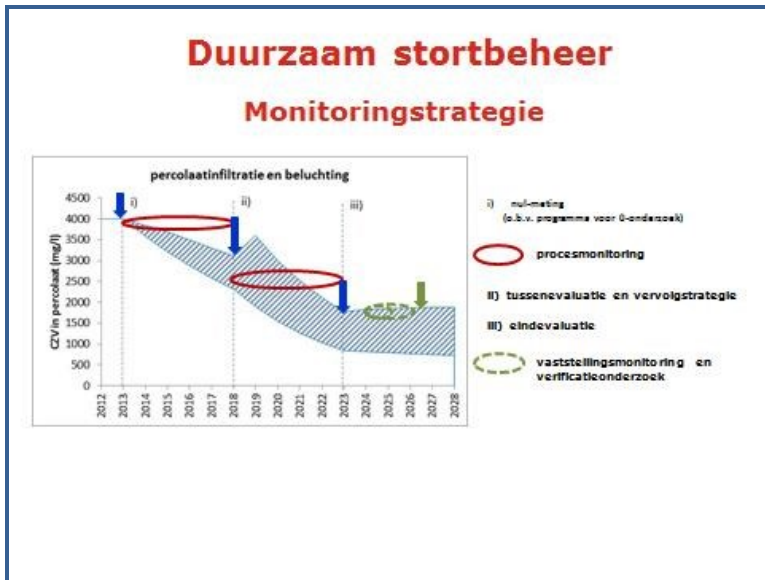
Mede omdat het in eerste instantie gaat om een experiment, waarvan het eindresultaat op voorhand niet vaststaat, de emissiereductiefase een lange doorlooptijd heeft, het om drie verschillende pilotlocaties gaat en er een leereffect van uit moet gaan voor (eventuele) toekomstige locaties, zal veel aandacht worden besteed aan het meten en monitoren van hiervoor relevante onderdelen. In de volgende paragraaf wordt hierop ingegaan.

1.2 Monitoren algemeen

Voorafgaande, tijdens en na afloop van de emissiereductiefase (het verduurzamen van de stortplaats) zullen op uitgebreide schaal meet- en monitoringwerkzaamheden worden uitgevoerd (zie Integraal plan van Aanpak, hoofdstuk 11).

- De monitoring voorafgaande aan de emissiereductiefase betreft het nul-fase onderzoek. De doelstelling ervan is het nauwkeurig in kaart brengen van de aanvangssituatie om op deze wijze een goede referentie te hebben om de effectiviteit van de maatregelen te kunnen beoordelen en de eventuele gevolgen ervan. Dit onderzoek heeft een looptijd van gemiddeld één jaar en de resultaten ervan zijn per stortplaats in een afzonderlijk document vastgelegd;
- De monitoring tijdens de emissiereductiefase betreft de procesmonitoring. De doelstelling hiervan is het beoordelen van de effectiviteit van de verduurzamingsmaatregelen (procesmonitoring) en de optredende effecten ervan om op basis daarvan waar noodzakelijk en/of gewenst te kunnen sturen en bijsturen. De doelstelling is dus meerledig: het gaat om zowel de processen in het stort als op de (milieu)gevolgen van de maatregelen. Voor de milieugevolgen betreft het onder andere het ontstaan van emissies naar bodem, (grond)water en lucht. Over de resultaten ervan wordt periodiek en per stortplaats afzonderlijk gerapporteerd;
- De monitoring na afloop van de emissiereductiefase heeft betrekking op de vaststelling van het eindresultaat van het verduurzamen en op de verificatie van dit resultaat.

Aan het einde van de uitvoering zal op basis van de resultaten van de procesmonitoring en door middel van een eindfase-onderzoek gedurende een periode van minimaal één jaar worden vastgesteld in hoeverre aan de doelstelling is voldaan (vaststellingsmonitoring). Indien noodzakelijk, c.q. gewenst kan dit onderzoek een langere periode betreffen als de resultaten hiertoe aanleiding geven. In de volgende figuur zijn de genoemde monitoring-activiteiten in onderlinge samenhang schematisch weergegeven. Deze Handreiking heeft uitsluitend betrekking op de vaststellingsmonitoring.



Figuur 2: schematisch overzicht van monitoringactiviteiten

Bij de monitoring wordt dus onderscheid gemaakt in procesmonitoring en vaststellingsmonitoring. Kennis en ervaring opgedaan tijdens de procesmonitoring bij de drie pilots zullen worden gebruikt om de in deze handreiking beschreven procedure voor de vaststellingsmonitoring te verifiëren (en waar nodig bij te stellen) en na evaluatie voor de procesmonitoring en vaststellingsmonitoring van toekomstig te verduurzamen locaties.

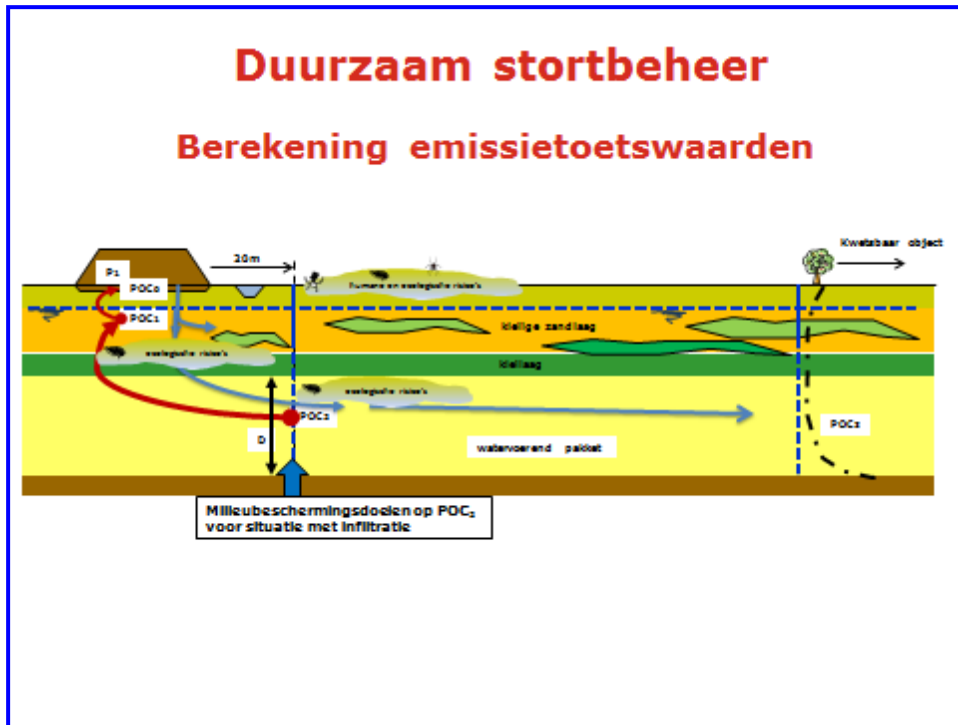
Om aan het einde van de emissiereductiefase te kunnen bepalen of met de verduurzamingsmaatregelen aan de doelstelling van het project wordt voldaan, is een toetsingskader nodig. Dit toetsingskader, met een normatieve invulling van de doelstelling, is afgeleid van de beschermingsdoelen van het bodem- en/of grondwaterbeschermingsbeleid. Het toetsingskader bestaat uit een lijst met zogenoemde Emissie Toets Waarden (ETW's). Het betreft normen voor de percolaatkwaliteit, die zijn berekend uit de normen behorende bij de beschermingsdoelen voor bodem en (grond)water. Voor de afleiding van de ETW's wordt het begrippenkader gebruikt van de Europese Grondwaterrichtlijn: de zogenaamde points of compliance (POC)

1.3 Emissie toetswaarden

Omdat niet direct gebruik kan worden gemaakt van bestaande beleidskaders heeft het ministerie van IenM als uitgangspunt geformuleerd dat de beschermingsdoelen voor bodem en grondwater bij het ontwikkelen van het toetsingskader in elk geval moeten aansluiten bij bestaande generieke uitgangspunten voor het preventief beleid en bij bijvoorbeeld de EU-Grondwaterrichtlijn. De gekozen beschermingsdoelen voor stoffen die kunnen uitlogen uit de stort zijn met behulp van modelberekeningen vertaald naar concentraties in het percolaat van de stort. Deze berekende concentraties, die gelden als toetsingskader, worden de emissietoetswaarden genoemd (ETW's).

De ETW's geven de maximaal toelaatbare concentratie in percolaat van een stortplaatsen weer, waarbij (volgens modelberekening) geen overschrijding van een vooraf gedefinieerd beschermingsniveau plaatsvindt. Zij gelden als toetscriterium na afronding van het verduurzamen. Dit wil zeggen dat het percolaat na afloop van de emissiereductiefase aan de ETW's moet voldoen.

De plaats van de in het IDS-project gebruikte POC's staan weergegeven in onderstaande figuur 3.



Figuur 3: Schematisch overzicht van situering POC's voor monitoring

De situering van de POC's is als volgt:

- POC₀: direct boven de onderafdichting (de percolaatdrains);
- POC₁: ca. 1,0 meter in de verzadigde zone;
- POC_{2/3}: in het pad van de mogelijk verspreiding (bijvoorbeeld in het grondwater van het watervoerende pakket voor POC₂) of bij de receptor (bijvoorbeeld de rand van een milieubeschermingsgebied voor POC₃).

Bij grondwatermodellering ten behoeve van de EU-richtlijn Storten is POC₂ gekozen op 20 en op 200 meter naast de stortplaats. Voor de plaats van POC₂ in het kader van het afleiden van de ETW's is gekozen de strengste te hanteren, te weten 20 meter naast de stortplaats.

De hoofdzaken van de modelberekening voor afleiding van de ETW's zijn weergegeven in onderstaand kader.

De hoofdzaken van de modelberekening van emissietoetswaarden voor de drie pilotlocaties

Doel: berekenen van de emissies van mogelijk risicovolle stoffen die via percolaat uit de stort kunnen komen en via de onverzadigde laag in het grondwater komen (op POC₁) en zich daarin verspreiden naar POC₂ (en eventueel naar POC₃).

Berekening van een emissietoetswaarde (ETW): de milieudoelstelling (norm horende bij het beschermingsdoel) voor een stof die wordt gehanteerd in POC₂ wordt gecorrigeerd voor een hydrologische verdunning in de verzadigde zone en binding in de bodem in de onverzadigde zone en terugvertaald naar een concentratie van de stof in het percolaat.

Binding aan de bodem: aangenomen is dat binding van stoffen na emissie uit de stort tijdens de behandelfase alleen plaats vindt in de eerste 2 meter onder de stortplaats, waarvan 1 meter boven het grondwater en 1 meter in het grondwater (tevens POC₁). Vertraging door binding wordt voor anorganische stoffen berekend met een transportmodel in het geochemisch model Orchestra. Voor organische verbindingen wordt de vertraging berekend op basis van evenwichtspartitie tussen de waterfase en organische stof. Hiertoe worden de coëfficiënten (log Koc-waarden) gebruikt uit het model CSOIL van het RIVM.

Verdunning: aanname is dat tussen POC₁ en POC₂ verdunning plaatsvindt over de dikte van het watervoerende pakket onder de stort. Hiertoe wordt een verdunningsfactor berekend op basis van de totale berekende uitstroming uit de stort en de

berekende doorstroming op POC₂. Voor de uitstroming wordt gerekend met een netto infiltratie van 300 mm/jaar, onder de aanname dat geen onderafdichting meer aanwezig is (zeer lange termijn situatie). De lokale achtergrondconcentratie wordt meegerekend in de verdunningsfactor.

Rekentijd: de stortplaats wordt opgevat als een constante oneindige bron (vanwege de dikte van de stortplaats). Daarvoor is een rekestijd van 500 jaar aangenomen.

Onderlinge beïnvloeding stoffen: omdat bindingsprocessen stof-specifiek zijn en de stoffen elkaar kunnen beïnvloeden, is het afleiden van emissietoetswaarden voor alle stoffen samen een iteratief proces. Alle relevante stoffen op een locatie zijn dus gezamenlijk in de berekening betrokken.

De ETW's zijn/worden zo veel als mogelijk locatiespecifiek ontwikkeld. Dit wil zeggen dat bij het afleiden ervan waar mogelijk rekening wordt gehouden met locatiespecifieke kenmerken van de bodem. Voor de drie pilotlocaties staan de berekende ETW's weergegeven in Bijlage 1. Voor in de toekomst te verduurzamen locaties worden ETW's op een later moment berekend.

De voorliggende handreiking is met name bedoeld om inzicht te geven in de wijze waarop de ETW's moeten worden gebruikt bij de toetsing en beoordeling of aan de doelstelling van duurzaam stortbeheer wordt voldaan. De primaire functie van handreiking ligt dus in de eindfase van het project. De handreiking is dan ook primair bedoeld voor het toetsend bevoegde gezag. Informatie uit de handreiking kan echter ook worden gebruikt door uitvoerende partijen bij de procesmonitoring, maar is daarvoor niet specifiek opgesteld.

De handreiking is in zijn huidige uitwerking (nog) niet geschikt voor de beoordeling van de mate waarin het emissiepotentieel van het afvalpakket is gereduceerd en of dit voldoende is om te concluderen dat ook blijvend aan de ETW's kan worden voldaan. Hiervoor is een andere type monitoring, c.q. onderzoek noodzakelijk. Het blijvend voldoen vraagt om uitspraken over de toekomst en kan alleen worden onderbouwd met modellering op basis van waarnemingen. De bouwstenen voor die modellering zijn grotendeels al wel beschikbaar. Op dit moment kunnen de contouren van een beoordelingsmethode voor het blijvend voldoen daardoor wel worden geschetst, maar kan er nog geen invulling aan worden gegeven. De handreiking zal voor dit onderdeel worden uitgebreid en aangevuld op het moment dat het lopende wetenschappelijk onderzoek hiernaar is afgerond. Aanpassing van de handreiking kan ook noodzakelijk zijn op basis van voortschrijdend inzicht, kennis en ervaring opgedaan in de pilotfase.

Samenvattend betekent dit dat de handreiking concreet is voor de wijze waarop de ETW's worden gebruikt voor de toetsing of de percolaatkwaliteit van stortplaatsen **na** de emissiereductie fase voldoet aan de in dit kader gestelde inhoudelijke doelen. Voor de wijze van beoordelen of het emissie potentieel van stortplaatsen ook zodanig is verlaagd, dat blijvend kan worden voldaan aan de gestelde doelen zal de handreiking op basis van verkregen informatie tijdens de emissiereductiefase van de pilotprojecten worden uitgebreid.

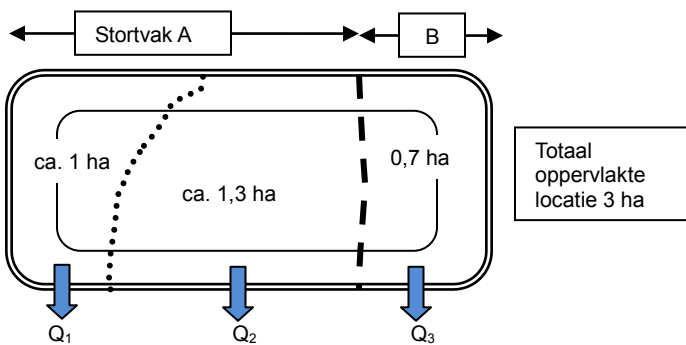
Het voordeel van de handreiking op dit moment is dat aan alle betrokken partijen duidelijkheid wordt geboden over de toetsing van de percolaatkwaliteit aan de ETW's na de emissiereductiefase.

De handreiking is tot stand gekomen met medewerking van een onafhankelijk Kernteam Duurzaam Stortbeheer en de technische werkgroep IDS (zie Bijlage 1).

Noot: Aanvulling van de Handreiking over de wijze waarop kan worden vastgesteld, en moet worden aangetoond dat ook blijvend aan de ETW's kan worden voldaan is in een later stadium noodzakelijk.

2. De monitoringlocaties

Als uitgangspunt voor de vaststellingsmonitoring wordt gehanteerd, dat alle plaatsen die daarvoor geschikt zijn, en een directe relatie hebben met het percolaat, hiervoor ook daadwerkelijk worden gebruikt. Dit betekent dat de vaststellingsmonitoring zich primair richt op alle aanwezige percolaatputten (putten waarin de afzonderlijke percolaatdrains in uitmonden) van de betreffende stortplaats. Desgewenst kan worden gedifferentieerd naar stortvakken. Zie hiervoor onderstaande gestileerde situatie, waarbij in stortvak A met een oppervlak van 2,3 ha twee percolaatputten aanwezig zijn (nr's 1 en 2) en in stortvak B met een kleiner oppervlak van 0,7 ha één put. Het is belangrijk dat de procesmonitoring hierop ook wordt afgestemd om bij de interpretatie en de beoordeling van het eindresultaat ook een relatie te kunnen leggen met de resultaten van de procesmonitoring in de daaraan voorafgaande jaren.



Naast de proces- en vaststellingsmonitoring vindt tijdens de emissiereductiefase ook reguliere monitoring plaats van de grondwaterkwaliteit onder de onderafdichting. Deze monitoring wordt uitgevoerd in het kader van de vigerende vergunningen en het Stortbesluit en zal met de uitvoering van de verduurzamingsprojecten in beginsel niet wijzigen, tenzij anders is overeen gekomen met het bevoegde gezag. De handreiking heeft geen betrekking op deze al verplicht gestelde controlemonitoring (zie Hoofdstuk 10).

3. De monitoringparameters

Alle parameters waarvoor ETW's zijn ontwikkeld, zullen zowel bij de procesmonitoring als de vaststellingsmonitoring met een bepaalde frequentie worden geanalyseerd. Een overzicht van deze parameters staat opgenomen in Bijlage 2. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de monitoringfrequentie. Ook wordt een aantal parameters bij de monitoring betrokken, waarvoor geen ETW's zijn bepaald. Deze parameters zijn van belang voor de modellering die moet worden uitgevoerd om het blijvend voldoen aan de ETW's te onderbouwen. Een overzicht hiervan staat in Bijlage 2.

Een belangrijke monitoringparameter betreft ook de hoeveelheid percolaat per percolaatput omdat deze grootte mede bepalend is voor de optredende bodembelasting in de toekomst.

4. Frequentie van metingen en analyses

In het kader van de vaststellingsmonitoring worden de volgende metingen uitgevoerd om te toetsen of aan de doelstelling is voldaan. In beginsel is het programma voor de procesmonitoring hieraan gelijk:

- Het cumulatieve volume van het percolaat dat vanuit het drainagesysteem naar de waterzuivering is verpompt. Deze gegevens worden verzameld met een zo hoog mogelijke frequentie. Vooralsnog wordt uitgegaan van een meetfrequentie van 1 maal per 15 minuten. Op basis van het verkregen inzicht tijdens de procesmonitoring kan eventueel voor een lager frequentie worden gekozen, indien is komen vast te staan, dat er geen of slechts beperkte meerwaarde verbonden is aan deze hoogfrequente

Eindrapport

- metingen;
- De elektrische geleidbaarheid van het percolaat in de pompput van het drainagesysteem. Deze gegevens worden verzameld met een zo hoog mogelijke frequentie. Voorsnog wordt uitgegaan van een meetfrequentie van 1 maal per 15 minuten. Ook hiervoor geldt dat bijstelling naar een minder hoge frequentie mogelijk is, indien tijdens de procesmonitoring gebleken is, dat er geen of slechts beperkte meerwaarde verbonden is aan deze hoogfrequente metingen;
 - Voor parameters die na monsternamen in het laboratorium worden bepaald, worden afhankelijk van de soort stof verschillende frequenties gehanteerd. De monsternamenfrequenties variëren van 12 tot 26 maal per jaar:
 - Monitoring met een frequentie van 1 maal per 2 weken: Eh (redoxpotentiaal), pH (zuurgraad), Cl⁻ (chloride), NH₄⁺ (ammonium), SO₄²⁻ (sulfaat), S²⁻ (sulfide), HCO₃⁻ (bicarbonaat) en DOC worden gemeten door middel van het nemen van monsters en een combinatie van laboratorium en/of veld metingen. Daarnaast wordt in-situ de temperatuur gemeten van het vrijkomend percolaat en de temperatuur van het percolaat in de waterbuffer. Twee wekelijks meten zorgt voor een dataset met genoeg punten om een goede statistische relatie vast te stellen met de gemeten EC, bovendien zijn deze stoffen van belang voor het interpreteren van de dynamiek in de macrochemie van het percolaat;
 - Monitoring met een frequentie van minimaal 1 maal per maand: Bemonsteren van het percolaat en analyseren op macroparameters in het laboratorium: Na, K, Ca, Mg, Si, Al, Fe(tot), Mn(tot), NO₃⁻, PO₄(tot), NH₄⁺, N_{Kj}, DOC, F⁻. Het meten van pH (zuurgraad) en EC (geleidbaarheid) in het laboratorium is minder zinvol omdat de monsters in het veld zullen worden geconserveerd om eventuele invloeden van redox verandering, neerslagvorming etc. te minimaliseren. In het veld is het van belang om zicht te hebben op de pH en EC ten tijde van monsternamen om de ion-balans te kunnen controleren en de "juiste" pH waarde te kennen (o.a. t.b.v. de geochemische modellering), horend bij de gemeten concentraties van pH-gevoelige stoffen;
 - Monitoring met een frequentie van 1 maal per maand: Een uitgebreide micro-pakket: As, Ba, Cd, Cr (tot), Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn, BTEXN, Minerale olie (som-parameter en somfracties), VOCL, Fenol en PAK;
 - Afzonderlijke fracties minerale olie (opgesplitst in aromatische en alifatische fracties) met een frequentie van 4 maal per jaar.

De te analyseren componenten (met uitzondering van debiet en EC meting) staan weergegeven in Bijlage 2 en Bijlage 3.

De maandelijkse meetfrequentie van de macroparameters zal afhangen van de tijdens de procesmonitoring aan te tonen correlaties met de automatische EC metingen en de variaties in de waarnemingen. Een hoge variatie en slechte correlaties met de EC betekenen dat een hogere bemonsteringsfrequentie en meer laboratorium analyses noodzakelijk zijn. De variaties in de samenstelling van het percolaat kunnen worden geïnterpreteerd met behulp van geochemische speciatie modellering. De verwachting is dat verdunning met (infiltratie)water de grootste veroorzaker is van veranderingen. Als deze hypothese klopt, dan zou de dynamiek te voorspellen zijn en zou de meetfrequentie hierop eventueel kunnen worden aangepast. Voorsnog wordt echter uitgegaan van bovengenoemde minimale frequentie van 1 maal per maand.

Uit eerder onderzoek blijkt, dat het gedrag van de microparameters goed is te interpreteren op basis van geochemische modellering waarbij de speciatie vooral wordt bepaald door de aanwezigheid van enkele macrocomponenten: pH, Eh, DOC, HCO₃⁻, SO₄²⁻. De verwachting is dat de concentraties van de macrocomponenten vooral zullen afhangen van de mate van verdunning met (infiltratie)water. Als deze hypothese klopt, zullen deze microparameters goed te voorspellen blijken te zijn en zou de monitoringfrequentie hierop kunnen worden aangepast. Voorsnog wordt echter uitgegaan van bovengenoemde meetfrequentie van 1 tot 2 maal per maand.

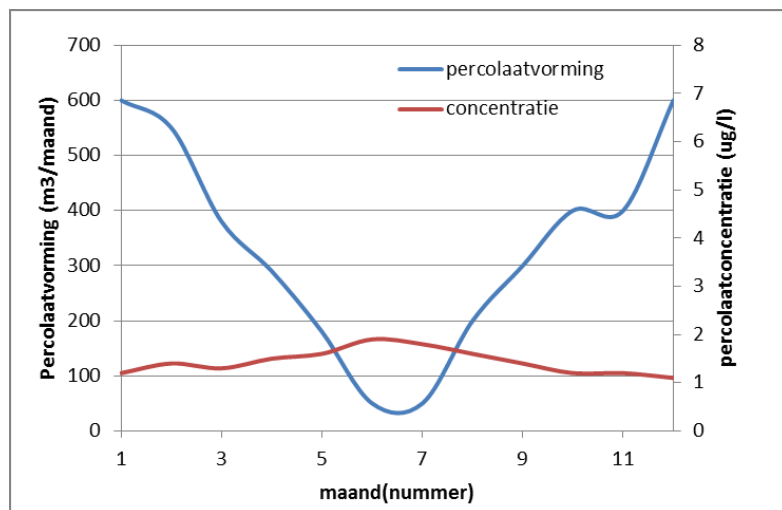
De meetresultaten van de procesmonitoring en de vaststellingsmonitoring worden voor elk project afzonderlijk opgeslagen in een database, die is ingericht voor het opslaan en verwerken van monitoringsgegevens.

De vaststellingsmonitoring duurt minimaal één jaar. Dit heeft te maken met de wijze van toetsing aan de ETW's. (zie hoofdstuk 5). Verlenging van die periode kan afhankelijk van de resultaten noodzakelijk zijn.

5. Bepaling te toetsen waarden uit meetgegevens

5.1 Bepaling gemiddelde waarden uit meetgegevens van het toetsingsjaar

Een belangrijke omstandigheid waarmee bij toetsing aan de ETW's rekening moet worden gehouden is, dat de concentraties in het percolaat variabel zullen zijn. Een grote mate van variabiliteit, met veel 'uitschieters' in concentraties, zal met name aan de orde zijn bij de procesmonitoring in de eerste jaren na aanvang van de emissiereductiefase. Voor de meeste stoffen is echter de verwachting dat concentratiepieken na verloop van tijd zullen afnemen en dat in de eindfase hierin een meer 'stabiel' patroon valt waar te nemen. Uitzonderingen hierop vormen de momenten waarop veranderingen in de verduurzamingsmaatregelen worden doorgevoerd (bijvoorbeeld omschakeling van andere vormen van infiltratie of van infiltratie naar beluchten). Enige tijd na emissiereductiefase zal de variabiliteit met name nog afhankelijk zijn van de hoeveelheid percolaat die wordt geproduceerd. Dit is weer afhankelijk van de hoeveelheid neerslagoverschot in een bepaalde periode voorafgaand aan de monitoring en de doorstroomtijd van dit water door het afvalpakket (het moment waarop dit water de percolaatdrains bereikt). Het gevolg daarvan kan/zal zijn dat in natte perioden met veel neerslagoverschot, of afhankelijk van het vertragende effect van de doorstroming in een periode daarop volgend, meer percolaat wordt geproduceerd. Dit water kan/zal dan lagere concentraties aan stoffen hebben in vergelijking met perioden waarin relatief weinig percolaat wordt gevormd. In Figuur 4 is deze onderlinge relatie schematisch weergegeven. De rode lijn in de figuur zijn de maandgemiddelden voor de hoeveelheden percolaat in m³/ha, en de blauwe lijn de concentraties voor een bepaalde stof in µg/l. In Bijlage 5 wordt een nadere onderbouwing voor bovengenoemde stelling gegeven.



Figuur 4: Schematische weergave van relatie tussen gevormd percolaat en percolaat concentraties

Om na afronding van het verduurzamen een goede toetsing aan de ETW's mogelijk te maken wordt voorgesteld om deze voor alle individuele parameters te baseren op jaargemiddelde concentraties. Deze worden op drie verschillende manieren berekend uit een reeks percolaat-analyses:

1. als concentratie gemiddelde (c_g): Hierbij wordt het gemiddelde berekend van de door middel van (chemische) analyses bepaalde concentraties voor een jaarperiode van een specifieke stof;
2. als fluxgemiddelde per percolaatput en/of stortvak (c_{fg}): Hierbij worden in de maandelijks gemeten concentraties (of de maandgemiddelden ervan) de per maand gevormde hoeveelheden aan percolaat verdisconteerd en vervolgens als genormeerde fluxgemiddelde concentratie ($c_{fg\text{-genormeerd}}$);
3. als oppervlakte gewogen fluxgemiddelde voor alle percolaatputten samen ($c_{fg\text{-totaal}}$) en vervolgens genormeerd naar een neerslagoverschot van 300 mm per jaar ($c_{\text{toets-totaal}}$). Hierbij wordt een gemiddelde waarde berekend voor de hele (pilot)locatie, met eventueel een onderscheid in stortvakken, op basis van de fluxgegevens per percolaatput als combinatie van de hoeveelheden percolaat per percolaatput en de daarbij behorende gemiddelde concentraties. Hiermee wordt de ruimtelijke variabiliteit in

concentraties over het hele stort verdisconteerd en vervolgens genormeerd naar een neerslagoverschot van 300 per jaar.

Onderstaand wordt het onderscheid tussen de drie methoden aan de hand van een eenvoudig rekenvoorbeeld inzichtelijk gemaakt. Een voorbeeld van daadwerkelijke waarnemingen bij een praktijksituatie staat ter informatie uitgewerkt in Bijlage 5. Op basis van het rekenvoorbeeld en de informatie van Bijlage 5, kunnen de volgende aanwijzingen worden gedaan voor de toetsing aan de ETW's na de emissiereductiefase:

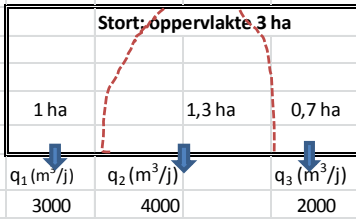
- de maandconcentraties geven een beeld van de spreiding over een jaarperiode. Uit een vergelijking met de hoeveelheden percolaat voor de daarmee corresponderende maanden kan een eerste indruk worden verkregen over de onderlinge relaties zoals hiervoor beschreven (voor percolaatput 2 in onderstaande theoretische rekenvoorbeeld is dit duidelijk het geval in tegenstelling tot de putten 1 en 3);
- de rekenkundig gemiddelde concentraties van de afzonderlijke percolaatputten (c_g) geven een indicatie van de samenstelling van het percolaat, maar daarmee nog niet van de emissie naar de bodem omdat dit mede afhankelijk is van de hoeveelheden percolaat. Dit betekent dat de rekenkundig gemiddelde concentraties een indicatieve betekenis hebben en uitsluitend kunnen worden gebruikt in samenhang met fluxgemiddelde waarden;
- de genormeerde fluxgemiddelde concentraties ($c_{fg\text{-genormeerd}}$) geven een beter beeld van de feitelijk optredende jaargemiddelde percolaatkwaliteit dan de rekenkundig gemiddelde concentraties. Deze genormeerde waarden geven daarom een goede indicatie voor het al dan niet voldoen aan de ETW's. De genormeerde fluxgemiddelde concentratie wordt voor een individuele percolaatput als volgt bepaald:

$$c_{fgx} = \frac{\sum c_x \cdot q_x}{\sum q_x} \text{ met } c_{fgx\text{-genormeerd}} = c_{fgx} \cdot \frac{\sum q_x}{Q_{300}}$$
 Voor percolaatput 3 betekent dit $c_{fg} = 5095/2075=2,455$ en $c_{fg\text{-genormeerd}} = 2,455 \cdot 2075/2000=2,547$;
- indien na de emissiereductiefase voor de concentraties alleen nog (of nagenoeg alleen nog) een afhankelijkheid bestaat met de hoeveelheden percolaat dan zullen de rekenkundig gemiddelde concentraties altijd hoger zijn dan de genormaliseerde fluxgemiddelde concentraties;
- indien de fluxgemiddelde concentratie in dezelfde orde van grootte ligt als de rekenkundig gemiddelde waarde (percolaatput 1 van het voorbeeld), of zelfs hoger is (percolaatput 3) dan is er waarschijnlijk een andere proces betrokken naast trage uitwisseling van uit het afvalpakket naar het stromende water. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan oxidatie van sulfides, die vanuit het (capillair) gebonden water naar het vrije water diffunderen in situaties dat het water niet of nauwelijks stroomt in het afvalpakket;
- De genormeerde fluxgemiddelde waarde voor de totale stortplaats van het rekenvoorbeeld (oppervlakte gewogen fluxgemiddelde) wordt als volgt bepaald:

$$c_{fg\text{-totaal}} = \frac{(\sum c_1 \cdot q_1 + \sum c_2 \cdot q_2 + \sum c_3 \cdot q_3)}{(\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3)}$$
 met $c_{toets\text{-totaal}} = c_{fg\text{-totaal}} \cdot \frac{(\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3)}{Q_{300}}$
 In het rekenvoorbeeld is te zien dat voor $c_{fg\text{-totaal}}$ een waarde is berekend van 1,680 met een genormeerde waarde $c_{toets\text{-totaal}}$ (waarbij de gemeten hoeveelheid percolaat is genormeerd naar een theoretisch neerslag overschot van 300 mm/j) van 1,694;

Naast de drie genoemde manieren voor toetsing kan nog op een vierde manier worden getoetst. Deze methode is gebaseerd op de verwachte correlatie tussen de verschillende parameters en de geleidbaarheid (EC). Een goede en eenduidig vastgestelde correlatie moet het mogelijk maken om een betrouwbare uitspraak te doen over de fluxgemiddelde concentraties. Hiernaar vindt fundamenteel wetenschappelijk onderzoek plaats. Op het moment dat positieve validatie van de methode heeft plaatsgevonden, zal deze aan de beoordelingsmethodiek worden toegevoegd. Vooral nog wordt uitgegaan van een meer ondersteunende functie bij de beoordeling (zie paragraaf 8.2).

Voorbeeld: gebruik Emissietoetswaarden



Uitgangspunt berekeningen ETW:
infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> **3000** m³/ha
(Q_{300} = oppervlakte stort * gemiddeld neerslagoverschot) in m³/j

Stof A: ETW bepaald op 1,650 ug/l (= mg/m³)

maand	c_1 (ug/l)	q_1 (m3)	$c_1 * q_1$ (mg)	c_2 (ug/l)	q_2 (m3)	$c_2 * q_2$ (mg)	c_3 (ug/l)	q_3 (m3)	$c_3 * q_3$ (mg)
1	1,00	300	300,0	1,20	600	720,0	2,30	200	460,0
2	1,50	200	300,0	1,40	550	770,0	2,51	160	400,8
3	2,00	400	800,0	1,30	380	494,0	0,75	270	202,8
4	1,00	200	200,0	1,50	290	435,0	1,60	190	304,0
5	1,00	300	300,0	1,60	180	288,0	1,60	100	160,0
6	3,00	200	600,0	1,90	50	95,0	3,20	50	160,0
7	1,00	200	200,0	1,80	50	90,0	3,30	50	165,0
8	1,00	200	200,0	1,60	200	320,0	2,80	100	280,0
9	4,00	200	800,0	1,40	300	420,0	3,00	225	675,0
10	1,50	200	300,0	1,20	400	480,0	2,90	250	725,0
11	2,00	300	600,0	1,20	400	480,0	3,40	280	952,0
12	1,00	300	300,0	1,10	600	660,0	3,05	200	610,0
totaal/jaar		3000	4900		4000	5252		2075	5095
gemiddeld	1,667		1,633	1,433		1,313	2,534		2,455

Q_{optr}

9075 m³

Uitgangspunt: $Q_{optr} * c_{actueel} < Q_{300} * ETW$ ($Q_{300} = 3 \text{ ha} * 3000 \text{ m}^3 / \text{ha}$ op jaarbasis) $Q_{300} = 9000 \text{ m}^3$

Dit betekent: $c_{fig-totaal} = (\sum c_1 * q_1 + \sum c_2 * q_2 + \sum c_3 * q_3) / (\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3) = c_{fig-totaal} = (4900 + 5252 + 5095) / (3000 + 4000 + 2075) ==> c_{fig-totaal} = 1,680$
 $c_{toets-totaal} = c_{fig-totaal} * (\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3) / Q_{300} ==> c_{toets-totaal} = 1,694$

oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie: **1,694 > ETW (1,650)**

5.2 Toekomstige modellering met behulp van meetgegevens uit het toetsingsjaar

Om te onderbouwen of blijvend kan worden voldaan aan de ETW's dienen uitspraken over de toekomst te worden gedaan. Dat kan uitsluitend plaatsvinden met behulp van modellering op basis van waarnemingen. De bouwstenen voor die modellering zijn grotendeels beschikbaar. Dit onderdeel van de handreiking dient te worden uitgebreid en nader ingevuld op het moment dat het lopende wetenschappelijk onderzoek hiernaar is afgerond. Op dit moment kunnen uitsluitend de contouren van een beoordelingsmethode voor het blijvend voldoen worden geschetst.

Een belangrijke parameter bij het bepalen van het resterende emissiepotentieel is de percolaatkwaliteit die is bereikt tijdens de emissiereductiefase. Het streven is gedurende deze fase zoveel mogelijk verontreinigingen te verwijderen. De waargenomen trends in percolaat concentraties in combinatie met een vaststelling van de waterbalans en dynamiek in neerslag en percolaat productie zijn belangrijke gegevens waarmee met behulp van modellen inzicht kan worden verkregen in de hoeveelheden van verontreinigingen die nog aanwezig zijn in het afvalpakket aan het einde van de emissiereductiefase. Door op basis van deze gegevens verschillende scenario's door te rekenen is inzicht te krijgen in mogelijk toekomstig optredende emissies. Deze scenario's zullen onderbouwd moeten worden met behulp van een extensieve monitoringstrategie.

Het is van belang om te realiseren dat het vaststellen van het emissiepotentieel het onderwerp is van lopend wetenschappelijk onderzoek. In het kader van dit wetenschappelijk onderzoek worden verschillende benaderingen met elkaar vergeleken, waaronder ook het nemen van afvalmonsters voor analyse in het

Eindrapport

laboratorium. Grote problemen bij het nemen van en het interpreteren van waarnemingen op afvalmonsters zijn de schaal van een stortplaats, de heterogeniteit van het afvalmateriaal, de ontoegankelijkheid van het afvalmateriaal en het vertalen van laboratorium naar stortplaats condities. Dit is de reden waarom naar wetenschappelijk verantwoorde en met peer review gewaarborgde methoden wordt gezocht die een betrouwbaar inzicht in het emissiepotentieel geven. Modellen gebaseerd op de in het stortlichaam optredende processen zullen hiervoor onontbeerlijk zijn. Deze benadering zal vergelijkbaar zijn met de stabiele pluim aanpak uit het bodemsaneringsbeleid.

6. Toetsing aan de ETW

De toetsing aan de ETW's in de afrondingsfase van het project zal plaatsvinden enige tijd na de emissiereductiefase. De keuze van het startmoment wordt bepaald op basis van de volgende informatie:

- de resultaten van de procesmonitoring: op basis van de procesmonitoring moet bij de exploitant een positieve verwachting zijn dat voor alle parameters aan de ETW zal/kan worden voldaan;
- de hoeveelheden geproduceerd percolaat: het totale percolaatdebiet (Q_{opt} in het voorbeeld) moet redelijk in overeenstemming zijn met het totale debiet van het gemiddelde neerslagoverschot Q_{300} , of het daarop gecorrigeerde neerslagoverschot voor een erg nat of droog jaar;
- de variabiliteit in hoeveelheden percolaat en concentraties: er mogen geen onverklaarbare uitschieters in percolaatdebiet voorkomen in samenhang met relatief hoge concentraties in het percolaat;
- een vooraf vastgesteld analysepakket: op basis van een evaluatie van het tijdens de procesmonitoring gevolgde analysepakket dient het analysepakket voor de vaststellingsmonitoring definitief te worden vastgesteld en ter goedkeuring te worden voorgelegd aan het bevoegde gezag;
- positief advies van het bevoegd gezag: het startmoment wordt in overleg met het bevoegde gezag bepaald en bij voorkeur nadat het bevoegde gezag hiermee heeft ingestemd;

Op basis van de resultaten van hoofdstuk 5 wordt de volgende toetsingsprocedure aanbevolen:

1. tijdens de vaststellingsmonitoring wordt per maand een kritische beschouwing uitgevoerd van de verkregen resultaten. Daarbij wordt gekeken naar uitschieters in hoeveelheden percolaat en/of concentraties en hun onderlinge relatie;
2. op basis van de jaargegevens wordt bekeken in hoeverre de optredende percolaat-debieten in overeenstemming zijn met de infiltratiedebieten die op basis van het neerslagoverschot kunnen worden verwacht;

Opmerking 1:
Indien er in het jaar van de vaststellingsmonitoring sprake is van veel neerslagoverschot en dit manifesteert zich nog niet direct in het totale percolaatdebiet voor dat jaar dan mag vanzelfsprekend niet ook nog de Q_{300} worden aangepast aan dit overschot. In rekenvoorbeeld 1 is dit inzichtelijk gemaakt door de Q_{300} te corrigeren naar 3300 m³/ha. Dit zou dan leiden tot een te gunstige en **onjuiste** uitkomst voor de totaal gemiddelde fluxconcentratie van de totale stortplaats ($c_{gem,totaal}$ van 1,540 ten opzichte van 1,694 in voorbeeld 1).

Stort: oppervlakte 3 ha

1 ha 1,3 ha 0,7 ha

q_1 (m³/j) q_2 (m³/j) q_3 (m³/j)

3000 4000 2000

Uitgangspunt berekeningen ETW:
infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> **3300** m³/ha
(Q_{300} = oppervlakte stort * gemiddeld neerslagoverschot) in m³/j

Stof A: ETW bepaald op 1,650 ug/l (= mg/m³)

Voorbeeldberekening voor nat jaar (met onjuiste correctie voor Q_{300})

maand	c_1 (ug/l)	q_1 (m ³)	$c_1 * q_1$ (mg)	c_2 (ug/l)	q_2 (m ³)	$c_2 * q_2$ (mg)	c_3 (ug/l)	q_3 (m ³)	$c_3 * q_3$ (mg)	
1	1,00	300	300,0	1,20	600	720,0	2,30	200	460,0	
2	1,50	200	300,0	1,40	550	770,0	2,51	160	400,8	
3	2,00	400	800,0	1,30	380	494,0	0,75	270	202,8	
4	1,00	200	200,0	1,50	290	435,0	1,60	190	304,0	
5	1,00	300	300,0	1,60	180	288,0	1,60	100	160,0	
6	3,00	200	600,0	1,90	50	95,0	3,20	50	160,0	
7	1,00	200	200,0	1,80	50	90,0	3,30	50	165,0	
8	1,00	200	200,0	1,60	200	320,0	2,80	100	280,0	
9	4,00	200	800,0	1,40	300	420,0	3,00	225	675,0	
10	1,50	200	300,0	1,20	400	480,0	2,90	250	725,0	
11	2,00	300	600,0	1,20	400	480,0	3,40	280	952,0	
12	1,00	300	300,0	1,10	600	660,0	3,05	200	610,0	Q_{opt}
totaal/jaar		3000	4900		4000	5252		2075	5095	9075 m ³
gemiddeld	1,667		1,633	1,433		1,313	2,534		2,455	

Uitgangspunt: $Q_{opt} * c_{actueel} < Q_{300} * ETW$ ($Q_{300} = 3 \text{ ha} * 3000 \text{ m}^3/\text{ha}$ op jaarbasis) $Q_{300} = 9900 \text{ m}^3$

$c_{fig,totaaal} = (C_1 * Q_1 + C_2 * Q_2 + C_3 * Q_3) / (Q_1 + Q_2 + Q_3) ==>$ $c_{fig,totaaal} = (4900 + 5252 + 5059) / (3000 + 4000 + 2075) ==>$ $c_{fig,totaaal} = 1,680$

$c_{toets,totaaal} = C_{fig,totaaal} * (Q_1 + Q_2 + Q_3) / Q_{300} ==>$ $c_{toets,totaaal} = 1,540$

oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie **1,540 < ETW (1,650)**

Opmerking 2:

Indien er in een jaar met veel neerslagoverschot ook veel percolaat wordt gevormd, dan is de kans aanwezig dat uit de resultaten conclusies getrokken worden, die bij een gemiddeld of een droog jaar anders zouden zijn geweest. Daarom moeten de resultaten in elk geval worden genormeerd naar de Q_{300} . Een en ander wordt geïllustreerd aan de hand van rekenvoorbeeld 1, waarbij theoretisch wordt aangenomen dat al het extra debiet wordt afgevoerd via het stortvak met de beste resultaten (percolaatput 2). De niet genormeerde fluxgemiddelde waarde voor percolaatput 2 wijzigt niet ten opzichte van het rekenvoorbeeld, terwijl het totale fluxgemiddelde waarde wel lager ligt ($c_{fg-totaal}=1,614$) en zelfs voldoet een de ETW. Omdat de totale bodembelasting, door het extra percolaat hoeveelheid, wel hoger ligt, moet voor het trekken van de juiste conclusies worden genormeerd naar Q_{300} . Dit resulteert dan in een $c_{toets-totaal}$ van 1,986 en daarmee wordt niet voldaan aan de ETW.

Voor een jaar met relatief weinig neerslagoverschot werkt dit principe juist andersom en zal $c_{toets-totaal}$ lager liggen dan $c_{fg-totaal}$.

Stort: oppervlakte 3 ha

1 ha 1,3 ha 0,7 ha

q_1 (m³/j) q_2 (m³/j) q_3 (m³/j)

3000 4000 2000

Uitgangspunt berekeningen ETW:
infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> **3000** m³/ha
(Q_{300} = oppervlakte stort * gemiddeld neerslagoverschot) in m³/j

Stof A: ETW bepaald op 1,650 ug/l (= mg/m³)

Voorbeeldberekening voor een nat jaar (waargenomen in extra percolaat in percolaatput 2)

maand	c_1 (ug/l)	q_1 (m ³)	$c_1 * q_1$ (mg)	c_2 (ug/l)	q_2 (m ³)	$c_2 * q_2$ (mg)	c_3 (ug/l)	q_3 (m ³)	$c_3 * q_3$ (mg)
1	1,00	300	300,0	1,20	900	1080,0	2,30	200	460,0
2	1,50	200	300,0	1,40	825	1155,0	2,51	160	400,8
3	2,00	400	800,0	1,30	570	741,0	0,75	270	202,8
4	1,00	200	200,0	1,50	435	652,5	1,60	190	304,0
5	1,00	300	300,0	1,60	270	432,0	1,60	100	160,0
6	3,00	200	600,0	1,90	75	142,5	3,20	50	160,0
7	1,00	200	200,0	1,80	75	135,0	3,30	50	165,0
8	1,00	200	200,0	1,60	300	480,0	2,80	100	280,0
9	4,00	200	800,0	1,40	450	630,0	3,00	225	675,0
10	1,50	200	300,0	1,20	600	720,0	2,90	250	725,0
11	2,00	300	600,0	1,20	600	720,0	3,40	280	952,0
12	1,00	300	300,0	1,10	900	990,0	3,05	200	610,0
totaal/jaar		3000	4900		6000	7878		2075	5095
gemiddeld	1,667		1,633	1,433		1,313	2,534		2,455

$Q_{opt.} = 11075 \text{ m}^3$

Uitgangspunt: $Q_{opt} * c_{actueel} < Q_{300} * ETW$ ($Q_{300} = 3 \text{ ha} * 3000 \text{ m}^3 / \text{ha}$ op jaarbasis) $Q_{300} = 9000 \text{ m}^3$

$c_{fg-totaal} = (c_1 * Q_1 + c_2 * Q_2 + c_3 * Q_3) / (Q_1 + Q_2 + Q_3) ==>$ $c_{fg-totaal} = (4900 + 7878 + 5095) / (3000 + 6000 + 2075) ==>$ $c_{fg-totaal} = 1,614$

$c_{toets-totaal} = c_{fg-totaal} * (Q_1 + Q_2 + Q_3) / Q_{300} ==>$ $c_{toets-totaal} = 1,986$

oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie **1,986 > ETW (1,650)**

- In het vervolg op de eerste kritische beschouwing worden per percolaatput de rekenkundig gemiddelde concentraties bepaald voor alle parameters van de gemeten dataset. De rekenkundig gemiddelde waarden geven, zoals vermeld in hoofdstuk 5, inzicht in de gemiddelde concentratie over een bepaalde periode en de variaties, c.q. de uitschieters daarin en niet zozeer van de gemiddelde kwaliteit van het percolaat in die periode. Een directe vergelijking met de ETW's is dus niet mogelijk, maar het geeft wel een zekere indicatie. Als deze waarden voor alle parameters en voor alle percolaatputten lager zijn dan de ETW's, dan zal de stortplaats aan de gestelde eisen met betrekking tot percolaatkwaliteit blijken te voldoen bij een voldoende gestabiliseerd afvalpakket. Ook geeft deze gemiddelde waarde en de variaties erin een kwalitatief inzicht in het emissiepotentieel. Hoe deze echter dient te worden geïnterpreteerd moet de komende tijd nog worden uitgewerkt (zie paragraaf 5.2). Rekenkundig gemiddelde waarden die veel hoger liggen dan de (genormeerde) flux-gemiddelde waarden zijn een indicatie van significante nalevering vanuit het afvalpakket gedurende periodes van weinig stroming, mogelijk gecombineerd met chemische reacties die optreden na uitwisseling. Een kwantitatieve duiding van significante nalevering is onderdeel van het lopende wetenschappelijke onderzoeksprogramma.

4. Per percolaatput worden de per maand gemeten concentraties (of de maandgemiddelde concentraties) vermenigvuldigd met de maandelijks hoeveelheid percolaat en vervolgens gesommeerd en gedeeld door de som van de maandelijks gemeten hoeveelheden percolaat. Als deze waarden, na normering op Q_{300} , lager zijn dan de ETW's dan mag voor de betreffende percolaatput worden geconcludeerd dat wordt voldaan aan de gestelde eisen met betrekking tot de percolaatkwaliteit;

Opmerking 3: In het voorbeeld van pagina 11 blijken de (genormeerde) fluxgemiddelde waarde voor percolaatputten 1 en 2 te voldoen aan de gestelde ETW's. Voor beide putten ligt het rekenkundig gemiddelde hoger dan de fluxgemiddelde waarden. Dit is een bevestiging dat percolaat emissies neerslag gedomineerd zijn. Dat het rekenkundig gemiddelde concentratie van put 1 boven de ETW ligt heeft geen betekenis voor de overall conclusie, maar kan wel een aandachtspunt zijn om de mate van neerslagdominantie na te gaan. Voor put 3 blijkt de fluxgemiddelde waarde zelfs iets hoger te liggen dan het rekenkundig gemiddelde. Dit is een aanwijzing dat er nalevering plaatsvindt van uit het afval en dat er vervolgens een chemische reactie optreedt in het mobiele percolaat. Een nadere geochemische analyse van dit percolaat zal inzichtelijk moeten maken welke reacties dit kunnen zijn en wat dit betekent t.a.v. de ETW's.

Opmerking 4: Voor de toekomst is het naar verwachting mogelijk om voor parameters die goed correleren met de EC een verdunningsgecorrigeerde fluxgemiddelde concentratie te berekenen op basis van de hoge resolutiemetingen van de EC en de flux (zie paragraaf 7.2). Voor parameters die onvoldoende correleren met de EC zal uitgegaan blijven worden van berekening van de maandgemiddelde concentraties.

5. Als laatste stap dient de totaal gemiddelde concentratie voor de hele stortplaats te worden bepaald en te worden genormeerd naar een neerslagoverschot van 300 mm per jaar met indien gewenst een differentiatie naar stortvakken. Van percolaat dat vanuit het drainagesysteem van een segment van het stort (of van een stortvak als geheel) wordt verzameld kan worden aangenomen dat de op bovenstaande wijze verkregen informatie goed inzicht geeft in de ruimtelijk gemiddelde concentratie van het betreffende segment. Bij meerdere pompputten moeten deze gegevens geaggregeerd worden naar de stortplaats als geheel. Dit kan door de maandelijks fluxgegevens (hoeveelheid maal concentratie) over alle putten te sommeren en dit te delen door het percolaatdebiet van het totale oppervlakte van de stort. Vervolgens dient deze totale fluxgemiddelde concentratie te worden genormeerd naar Q_{300} . Deze genormeerde fluxgemiddelde concentratie voor de totale stortplaats ($C_{\text{toets-totaal}}$) dient daarbij lager te zijn dan de ETW.

Opmerking 5: In het voorbeeld van pagina 11 blijkt de op deze wijze bepaalde concentratie niet te voldoen aan de gestelde ETW. Dit ondanks de zeer goede resultaten voor percolaatput 2. De invloed van put 3 is in dit voorbeeld te groot om tot een voldoende resultaat te komen. In dit voorbeeld is dit ook een juiste conclusie omdat al eerder uit de resultaten van het stappenplan aanwijzingen waren dat er in het stortsegment, vertegenwoordigd door percolaatput 3, versturende factoren aanwezig zijn. Bij deze analyse is ook van belang te kijken naar het resultaat voor verschillende stoffen. Zie ook hoofdstuk 7

7. Toetsing aan de ETW bij limiterende rapportagegrens

7.1 ETW in relatie tot de rapportagegrens van het laboratorium

Zoals in paragraaf 1.3 van de Handreiking aangegeven, vormen de milieubeschermingsdoelen voor bodem en grondwater ter plaatse van POC₂ het vetretpunt voor het afleiden van de ETW's. De beschermingsdoelen sluiten aan bij bestaande generieke uitgangspunten van het preventieve beleid en de EU-Grondwaterrichtlijn. De ETW's geven de maximaal toelaatbare concentratie in het percolaat van een stortplaats weer, waarbij (volgens modelberekening) geen overschrijding van het vooraf gedefinieerd beschermingsniveau plaatsvindt. Zij gelden als toetscriterium na afronding van het verduurzamen. Dit wil zeggen dat het percolaat na afloop van de emissiereductiefase aan de ETW's moet voldoen.

Bij het afleiden van de ETW's is geen rekening gehouden met eventuele beperkingen, die in de praktijk kunnen ontstaan, indien een op deze wijze berekende waarde lager ligt dan de bepalingsgrens (standaard rapportagegrens) in het laboratorium, dus als berekende waarden lager liggen dan deze rapportagegrens. Dit is een bewuste keuze geweest, enerzijds omdat het daarmee overeenkomt met de algemene lijn bij de ontwikkeling van andere normkaders en anderzijds omdat voortschrijdende techniekontwikkelingen in het laboratorium dan niet leiden tot een noodzaak om ook de ETW's aan te passen. Ten aanzien van het eerste kan als voorbeeld worden genoemd het toetsingskader voor de beoordeling van grond- en grondwaterkwaliteit, zogenoemde de streef- en interventiewaarden. Voor veel stoffen zijn voor het grondwater streefwaarden afgeleid die lager liggen dan de gangbare rapportagegrens in het laboratorium. In die situaties zijn dan afspraken noodzakelijk tussen partijen over de wijze waarop daarmee moet worden omgegaan bij de interpretatie van de in het laboratorium bepaalde waarden ten opzichte van de formele normwaarden. Zonder duidelijke afspraken kunnen niet alleen problemen en discussies ontstaan over de betekenis van de analyseresultaten, maar kunnen er ook verschillen ontstaan bij de beoordeling van individuele gevallen.

In tabel 7.1 staat een overzicht van de stoffen waarvoor geldt dat de berekende ETW's lager zijn dan de gangbare rapportagegrenzen. Dit zijn de stoffen waarover afspraken moeten worden gemaakt over de formeel vast te stellen ETW en de wijze waarop hiermee moet worden omgegaan bij de toetsing van het eindresultaat.

Tabel 7.1: Berekende ETW's en bijstelling op basis van rapportagegrenzen (in ug/l)

Stoffen	milieudoel op POC2	rapportagegrens, c.q. detectielimiet	berekende ETW's op POC0 (grondwaterscenario)			te hanteren ETW (toetswaarde)
			Braambergen (1)	Wieringermeer (2)	De Kragge (3)	
VOX						
vinylchloride	0,01	0,2	0,047	0,01	0,014	0,2
dichloormethaan	0,01	0,2	0,047	0,01	0,014	0,2
1,1 dichlooretheen	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
1,2 dichlooretheen (cis,trans)	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
1,1,1 trichloorethaan	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
1,1,2 trichloorethaan	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
tetrachloormethaan (tetra)	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
tetrachlooretheen (per)	0,01	0,1	0,047	0,01	0,014	0,1
PAK						
naftaleen	0,01	0,05	0,047	0,01	0,014	0,05
fenantreen	0,003	0,01	0,028	0,006	0,016	als berekend*)
antraceen	0,0007	0,01	0,0066	0,0014	0,0038	0,01
fluorantheen	0,003	0,01	0,056	0,006	0,033	als berekend*)
chryseen	0,003	0,01	0,056	0,006	0,033	als berekend*)
benzo(a)antraceen	0,0001	0,01	0,0019	0,0002	0,0011	0,01
benzo(a)pyreen	0,0005	0,01	0,0094	0,001	0,0054	0,01
benzo(k)fluorantheen	0,0004	0,01	0,0075	0,0008	0,0044	0,01
indeno(1,2,3cd)pyreen	0,0004	0,01	0,0075	0,0008	0,0044	0,01
benzo(ghi)peryleen	0,0003	0,01	0,0056	0,0006	0,0033	0,01
*) Voor stortplaats Wieringermeer geldt een toetswaarde van 0,01						

Het ministerie van IenM heeft besloten om voor de beleidsmatig vast te stellen ETW's van de in de tabel genoemde stoffen de berekende locatiespecifieke waarden als uitgangspunt te nemen en om bij de toetsing van het eindresultaat hierbij uit te gaan van een als reëel aangemerkte rapportagegrens. Deze waarden staan in de laatste kolom van tabel 7.1 weergegeven. De keuze voor deze toetswaarde is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- de toetswaarde dient zo goed mogelijk aan te sluiten bij de berekende ETW (dit betekent een keuze voor een zo laag mogelijke rapportagegrens als toetswaarde);
- binnen één stofgroep (met dezelfde berekende ETW's) zo veel mogelijk eenduidige toetswaarden, echter
- de toetswaarde moet door minimaal één laboratorium als rapportagegrens kunnen worden gegarandeerd en bij voorkeur door meerdere.

7.2 Voorstel voor toetswaarden bij analyseresultaten lager dan de rapportagegrens

Het kan in de praktijk voorkomen dat een laboratorium de rapportagegrens voor een of meerdere stoffen naar boven moet bijstellen om, conform de richtlijnen van het kwaliteitssysteem, nog op voldoende betrouwbare wijze uitspraken te kunnen doen over de uitkomsten van de chemische analyses. Indien de ETW op het niveau van de onder normale omstandigheden te garanderen rapportagegrens (standaard rapportagegrens) wordt gelegd, dan zou een enkele verhoging van deze waarde theoretisch al tot problemen kunnen leiden bij de toetsing van het eindresultaat. Er zijn dus nadere afspraken nodig om voor deze situatie discussies en/of problemen te voorkomen. Een mogelijkheid is om de ETW te verhogen tot een aantal malen de standaard rapportagegrens. Voor deze mogelijkheid is om meerdere redenen niet gekozen. Zo kan worden genoemd, dat de keuze voor de verhogingsfactor arbitrair is, dat discussie kunnen verschuiven (bijvoorbeeld indien blijkt dat voor een bepaalde situatie de verhogingsfactor toch net niet voldoende is), dat een verhoging laboratorium-technisch gezien niet altijd noodzakelijk is en tenslotte dat de formeel vast te stellen ETW dan nog verder af komt te liggen van de berekende waarde. Een andere mogelijkheid is om voor de ETW's vast te houden aan de standaard rapportagegrens en om spelregels af te spreken over hoe om te gaan met noodzakelijk te verhogen waarden daarvoor in concrete situaties. Met heldere afspraken wordt ingezet op zowel eenduidigheid als transparantie bij de toetsing binnen een voldoende robuust beoordelingssysteem.

De spelregels bestaan hieruit, dat voor stoffen waar in het laboratorium waarden worden gemeten lager dan de standaard rapportagegrens in het toetsingsmodel een rekenwaarde wordt ingevoerd op het niveau van 0,1 maal deze waarde of van de berekende ETW voor die locatie indien deze waarde lager is. De gedachte achter dit laatste is, dat wordt verondersteld dat bij een meetwaarde lager dan de rapportagegrens wordt voldaan aan de gestelde norm (in dit geval de berekende ETW). Dit sluit aan bij de denkwijze die wordt gevolgd bij interpretatie van bodemonderzoeksresultaten. Het gaat hier om dezelfde stoffen waar de streefwaarde voor grondwater lager ligt dan de rapportagegrens. Indien bij bodemonderzoek waarden worden gemeten lager dan de standaard rapportagegrens, dan wordt er impliciet vanuit gegaan dat daarmee ook wordt voldaan aan de streefwaarde. Bij bodemonderzoeken gaat het echter om een impliciete aanname, terwijl bij de toetsing aan de ETW's deze keuze moet worden geëxpliciteerd in het rekenmodel.

Voor stoffen waarbij het laboratorium een verhoogde rapportagegrens heeft moeten hanteren dan de standaardwaarde om nog betrouwbare uitspraken te kunnen doen over uitkomst, wordt in het rekenmodel 0,1 maal die verhoogde waarde ingevoerd. Dit alleen als de laboratoriumuitslag onder de verhoogde rapportagegrens ligt. Hetzelfde geldt voor een situatie waarbij een laboratorium generiek werkt met een rapportagegrens die hoger ligt dan de rapportagegrens genoemd in tabel 7.1. Het invoeren van een waarde met koppeling aan een verhoogde rapportagegrens maakt het noodzakelijk dat een zorgvuldige keuze wordt gemaakt in de mate van verhoging. Een sterke verhoging heeft namelijk directe gevolgen voor de rekenwaarde in het toetsingsmodel. Bij geringe verhogingen zal dit echter niet het geval zijn.

Indien in het laboratorium een waarde wordt bepaald die gelijk is aan de (verhoogde) rapportagegrens, dan wordt deze waarde in het rekenmodel ingevoerd. Dit geldt ook voor alle andere meetwaarden.

Samenvattend betreffen de spelregels:

- bij meetwaarden lager dan de (standaard) rapportagegrens in het rekenmodel voor de toetsing uitgaan van 0,1 maal deze waarde of van de locatiespecifieke ETW voor de betreffende stof indien deze lager is;
- bij meetwaarden lager dan een ten opzichte van de standaard rapportagegrens verhoogde waarde in het rekenmodel uitgaan van 0,1 maal de verhoogde rapportagegrens;
- bij meetwaarden gelijk aan de (verhoogde) rapportagegrens dan deze waarde invoeren in het rekenmodel;
- in alle overige gevallen uitgaan van de meetwaarde in het rekenmodel.

In de volgende paragraaf is een aantal voorbeelden uitgewerkt van een op deze wijze uit te voeren toetsing aan de ETW.

7.3 Rekenvoorbeelden

In figuur 7.1 is een berekening uitgevoerd voor de in de Handreiking gebruikte modelsituatie en de stof **vinychloride** voor de locatie Braambergen. Voor deze stof is de ETW berekend op 0,047 ug/l en is de toetswaarde bepaald op 0,2 ug/l. In dit voorbeeld is er vanuit gegaan, dat in percolaatput 1 alle bepalingwaarden lager zijn dan de standaard rapportagegrens, in percolaatput 2 in vier maandperioden gewerkt moest worden met een verhoogde rapportagegrens (2,5 maal die waarde), maar waarbij alle bepalingwaarden lager waren dan de (verhoogde) rapportagegrens en in percolaatput 3 in drie maandperioden de standaard rapportagegrens moest worden verhoogd tot 2,5 maal die waarde én voor twee perioden een waarde van 2 ug/l (factor 10 boven de toetswaarde voor die stof). Deze uitgangspunten staan in de rechter tabeldeel van figuur 7.1 weergegeven. Uit de toetsing van dit voorbeeld volgt, dat:

- alleen voor percolaatput 3 het concentratiegemiddelde boven de indicatiewaarde ligt;
- het fluxgemiddelde voor percolaatput 3 beduidend lager ligt dan het concentratiegemiddelde en ook onder het niveau van de toetswaarde voor dat segment;
- het oppervlakte gewogen fluxgemiddelde (alle percolaatputten samen) ruim onder de toetswaarde ligt;
- het genormeerde fluxgemiddelde voor het totale oppervlakte eveneens lager ligt dan de toetswaarde.

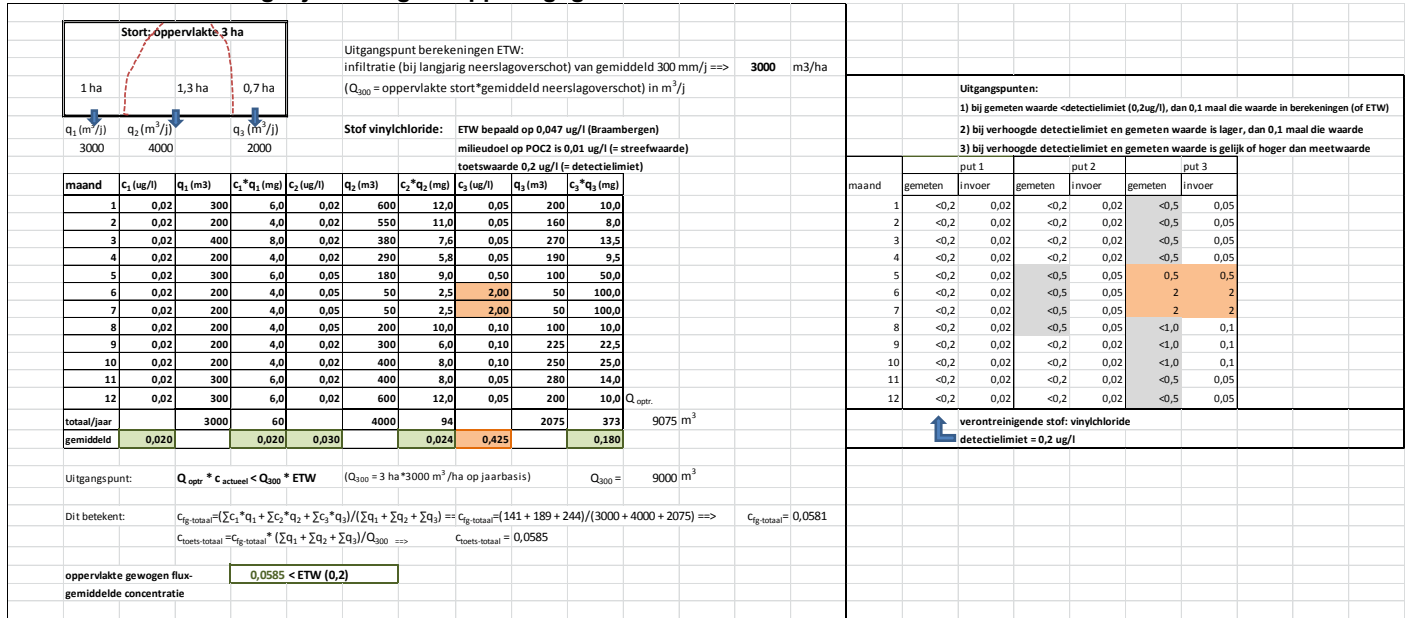
Voorbeeld 7.1: Toetsing bij verhoogde rapportagegrens

		Uitgangspunt berekeningen ETW: infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> 3000 m ³ /ha (Q ₃₀₀ = oppervlakte stort * gemiddeld neerslagoverschot) in m ³ /j		Uitgangspunten: 1) bij gemeten waarde < detectielimiet (0,2 ug/l), dan 0,1 maal die waarde in berekeningen (of ETW) 2) bij verhoogde detectielimiet en gemeten waarde is lager, dan 0,1 maal die waarde 3) bij verhoogde detectielimiet en gemeten waarde is gelijk of hoger dan meetwaarde												
Stof vinychloride: ETW bepaald op 0,047 ug/l (Braambergen) milieudoel op POC2 is 0,01 ug/l (= streefwaarde) toetswaarde 0,2 ug/l (= detectielimiet)		put 1 gemeten invoer		put 2 gemeten invoer		put 3 gemeten invoer										
maand	c ₁ (ug/l)	q ₁ (m ³)	c ₁ *q ₁ (mg)	c ₂ (ug/l)	q ₂ (m ³)	c ₂ *q ₂ (mg)	c ₃ (ug/l)	q ₃ (m ³)	c ₃ *q ₃ (mg)	Q _{opt.}	gemeten	invoer	gemeten	invoer	gemeten	invoer
1	0,02	300	6,00	0,02	600	12,0	0,02	200	4,0		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
2	0,02	200	4,00	0,02	550	11,0	0,02	160	3,2		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
3	0,02	400	8,00	0,02	380	7,6	0,02	270	5,4		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
4	0,02	200	4,00	0,02	290	5,8	0,05	190	9,5		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,5	0,05
5	0,02	300	6,00	0,05	180	9,0	0,05	100	5,0		<0,2	0,02	<0,5	0,05	<0,5	0,05
6	0,02	200	4,00	0,05	50	2,5	2,00	50	100,0		<0,2	0,02	<0,5	0,05	2	2
7	0,02	200	4,00	0,05	50	2,5	2,00	50	100,0		<0,2	0,02	<0,5	0,05	2	2
8	0,02	200	4,00	0,05	200	10,0	0,05	100	5,0		<0,2	0,02	<0,5	0,05	<0,5	0,05
9	0,02	200	4,00	0,02	300	6,0	0,02	225	4,5		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
10	0,02	200	4,00	0,02	400	8,0	0,02	250	5,0		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
11	0,02	300	6,00	0,02	400	8,0	0,02	280	5,6		<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
12	0,02	300	6,00	0,02	600	12,0	0,02	200	4,0	Q _{opt.}	<0,2	0,02	<0,2	0,02	<0,2	0,02
totaal/jaar		3000	60,00		4000	94		2075	251	9075 m ³						
gemiddeld	0,02		0,020	0,030		0,024		0,358	0,121							
Uitgangspunt:		Q _{opt.} * c _{actueel} < Q ₃₀₀ * ETW		(Q ₃₀₀ = 3 ha * 3000 m ³ / ha op jaarbasis)		Q ₃₀₀ =		9000 m ³								
Dit betekent:		$c_{lg-totaal} = \frac{\sum c_1 * q_1 + \sum c_2 * q_2 + \sum c_3 * q_3}{\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3} = \frac{141 + 189 + 194}{3000 + 4000 + 2075} = 0,0447$ $c_{toets-totaal} = c_{lg-totaal} * (\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3) / Q_{300} = 0,0451$														
oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie		0,045 < ETW (0,2)														

In figuur 7.2 staat hetzelfde rekenvoorbeeld uitgewerkt, maar dan voor de situatie dat voor percolaatput 3 in alle maandperioden de standaard rapportagegrens moest worden verhoogd met een factor 2 tot 5 en waarbij in één maandperiode een waarde is gemeten van 0,5 ug/l (vijf maal de rapportagegrens) en in twee perioden een waarde van 2 ug/l (tien maal de rapportagegrens). Uit de toetsing van dit voorbeeld volgt, dat:

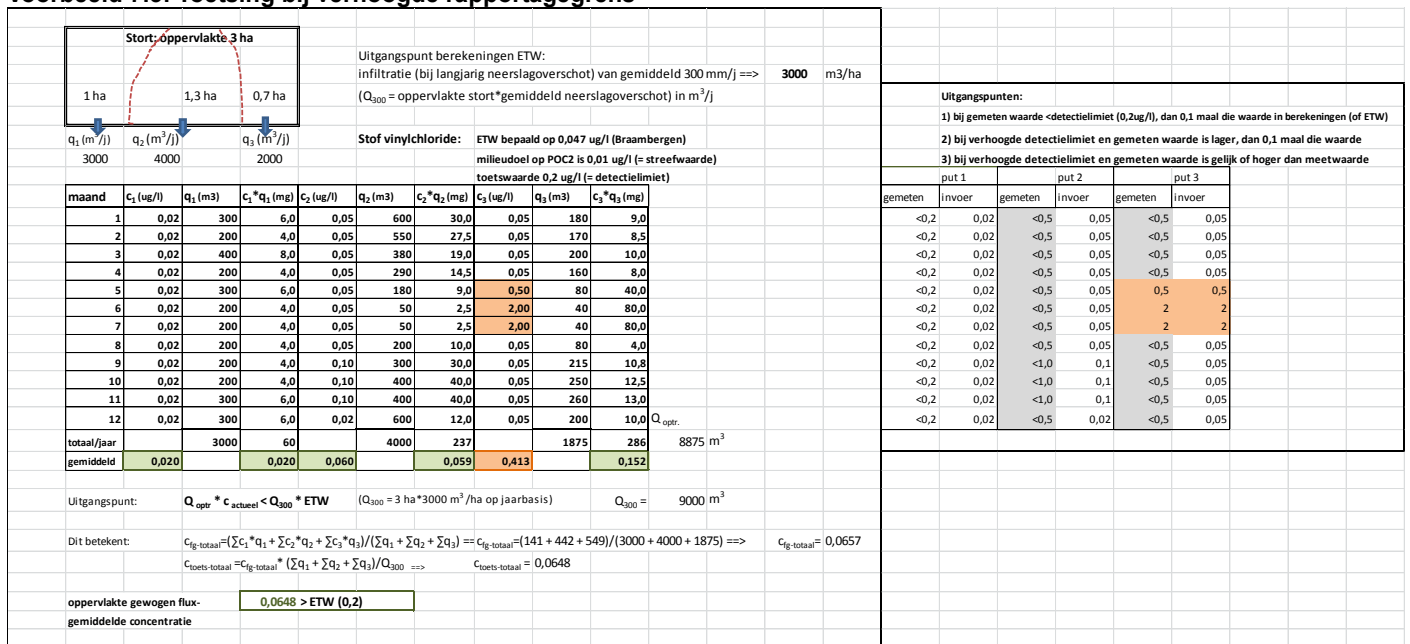
- alleen voor percolaatput 3 het concentratiegemiddelde boven de indicatiewaarde ligt;
- het fluxgemiddelde voor percolaatput 3 nog steeds duidelijk lager ligt dan het concentratiegemiddelde en net onder de toetswaarde voor dat segment;
- het oppervlakte gewogen fluxgemiddelde (alle percolaatputten samen) ruim onder de toetswaarde ligt;
- het genormeerde fluxgemiddelde voor het totale oppervlakte eveneens lager ligt dan de toetswaarde.

Voorbeeld 7.2: Toetsing bij verhoogde rapportagegrens



Figuur 7.3 bevat het rekenmodel voor de bijzondere situatie waarbij naast de in het vorige voorbeeld genoemde situatie voor percolaatput 3, ook voor percolaatput 2 in alle maandperioden de standaard rapportagegrens moest worden verhoogd met een factor 2 tot 5, maar waarbij alle meetwaarden in de betreffende percolaatput lager waren dan de verhoogde rapportagegrens. Uit de toetsing van dit voorbeeld volgt, dat het eindresultaat nauwelijks afwijkt van dat van het vorige voorbeeld. Dit kan worden verklaard uit de slechts beperkte verhoging van de rapportagegrens.

Voorbeeld 7.3: Toetsing bij verhoogde rapportagegrens



Voorbeeld 7.5: Toetsing bij verhoogde rapportagegrens

Stort: oppervlakte 3 ha										
Uitgangspunt berekeningen ETW: infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j => 3000 m ³ /ha (Q ₃₀₀ = oppervlakte stort * gemiddeld neerslagoverschot) in m ³ /j										
Stof antracenen: ETW berekend op 0,0066 ug/l (Braambergen) milieudoel op POC2 is 0,0007 ug/l (= streefwaarde) toetswaarde 0,01 ug/l (= detectielimiet)										
1 ha	1,3 ha	0,7 ha	q ₁ (m ³ /j)	q ₂ (m ³ /j)	q ₃ (m ³ /j)					
3000	4000	2000								
maand	c ₁ (ug/l)	q ₁ (m ³)	c ₁ *q ₁ (mg)	c ₂ (ug/l)	q ₂ (m ³)	c ₂ *q ₂ (mg)	c ₃ (ug/l)	q ₃ (m ³)	c ₃ *q ₃ (mg)	
1	0,0010	300	0,30	0,002	600	1,20	0,005	180	0,90	
2	0,0010	200	0,20	0,002	550	1,10	0,005	170	0,85	
3	0,0010	400	0,40	0,002	380	0,76	0,005	200	1,00	
4	0,0010	200	0,20	0,002	290	0,58	0,005	160	0,80	
5	0,0010	300	0,30	0,010	180	1,80	0,050	80	4,00	
6	0,0010	200	0,20	0,010	50	0,50	1,000	40	40,00	
7	0,0010	200	0,20	0,010	50	0,50	1,000	40	40,00	
8	0,0010	200	0,20	0,002	200	0,40	0,005	80	0,40	
9	0,0010	200	0,20	0,002	300	0,60	0,005	215	1,08	
10	0,0010	200	0,20	0,002	400	0,80	0,005	250	1,25	
11	0,0010	300	0,30	0,002	400	0,80	0,005	260	1,30	
12	0,0010	300	0,30	0,002	600	1,20	0,005	200	1,00	
totaal/jaar		3000	3,00		4000	10,24		1875	92,58	Q _{oppr.} 8875 m ³
gemiddeld	0,0010		0,0010	0,0040		0,0026	0,1746		0,0494	
Uitgangspunt:		Q _{oppr.} * c _{actueel} < Q ₃₀₀ * ETW	(Q ₃₀₀ = 3 ha * 3000 m ³ /ha op jaarbasis)				Q ₃₀₀ =	9000 m ³		
Dit betekent:		$C_{fg-totaa} = \frac{\sum c_1 * q_1 + \sum c_2 * q_2 + \sum c_3 * q_3}{\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3} = \frac{C_{fg-totaa} = (19,80 + 51,20 + 126,88)}{(3000 + 4000 + 1875)} = C_{fg-totaa} = 0,0119$ $C_{toets-totaa} = C_{fg-totaa} * (\sum q_1 + \sum q_2 + \sum q_3) / Q_{300} \Rightarrow C_{toets-totaa} = 0,0118$								
oppervlakte gewogen flux- gemiddelde concentratie		0,0118 > ETW (0,01)								

Uitgangspunten:					
1) bij gemeten waarde < detectielimiet (0,01 ug/l), dan 0,1 maal die waarde in berekeningen (of ETW)					
2) bij verhoogde detectielimiet en gemeten waarde is lager, dan 0,1 maal die waarde					
3) bij verhoogde detectielimiet en gemeten waarde is gelijk of hoger dan meetwaarde					
put 1		put 2		put 3	
gemeten	invoer	gemeten	invoer	gemeten	invoer
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,1	0,01	0,05	0,05
<0,01	0,001	<0,1	0,01	1	1
<0,01	0,001	<0,1	0,01	1	1
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005
<0,01	0,001	<0,02	0,002	<0,05	0,005

↑ verontreinigende stof Antracenen, situatie Braambergen
detectielimiet: 0,01 ug/l (= toetswaarde vaststellingsmonitoring)
invoer bij toetsing: berekende ETW

De betekenis van de toets-resultaten staat nader uitgewerkt in de volgende hoofdstukken. Hierbij is geen onderscheid meer of nu wel of niet sprake is van een door de bepalingmethode in het laboratorium begrensde toetswaarde of een door omstandigheden verhoogde rapportagegrens. De conclusies voor het vervolg staan hier los van.

8. Conclusies ten aanzien van toetsing

8.1 Algemeen beoordelingskader

De resultaten van de vaststellingsmonitoring kunnen leiden tot de volgende (niet uitputtende) lijst met situaties die van belang kunnen zijn voor de conclusies en het vervolg.

Tabel 8.1: Overzicht van mogelijke beoordelingsresultaten

Nr.	C _{toets-totaal}	C fluxgemiddelde genormeerd.	C indiv. stoffen	Opmerkingen
1	voldoet*)	voldoet voor alle putten	voor alle stoffen	stortplaats voldoet in zijn geheel aan de gestelde ETW's als toetswaarde
2	voldoet	voldoet voor één of enkele putten niet	voor één of enkele dezelfde stoffen	een lokale afwijking voor één of enkele stoffen met verhoogde waarden zonder gevolgen voor het totaalresultaat (bijvoorbeeld ammonium en/of chloride)
3	voldoet	voldoet voor één of enkele putten niet	voor verschillende stoffen	een afwijking voor meerdere stoffen zonder gevolgen voor het eindresultaat en die zijn toe te schrijven aan de condities van het betreffende stortsegment
4	voldoet	voldoet voor meerdere putten niet	voor dezelfde stoffen	verhoogde waarden voor een groter deel van de locatie voor één stof, maar niet zodanig dat niet aan C _{0-totaal} voor die stof kan worden voldaan
5	voldoet	voldoet voor meerdere putten niet	voor meerdere verschillende stoffen	verhoogde waarden voor een groter deel van de locatie en voor meerdere stoffen, maar niet zodanig dat niet aan C _{0-totaal} voor die stoffen kan worden voldaan
6	voldoet niet	voldoet niet voor één of enkele putten	voor één of enkele dezelfde stoffen	een lokaal probleem voor één of enkele stoffen, zodanig dat niet aan C _{0-totaal} voor die stof wordt voldaan. Afwijkingen voor de betreffende put zijn zodanig dat ze het totale resultaat negatief beïnvloeden.
7	voldoet niet	voldoet niet voor één of enkele putten	voor één of enkele verschillende stoffen	een lokaal probleem voor meerdere of een relatief groot aantal stoffen, en wel zodanig dat niet aan C _{0-totaal} voor die stoffen kan worden voldaan
8	voldoet niet	voldoet niet voor meerdere putten	voor dezelfde stoffen	als situatie nr. 6, maar dan voor de totale (pilot)locatie en zodanig dat niet aan C _{0-totaal} voor die stof wordt voldaan. Voor die stof is een structureel probleem
9	voldoet niet	voldoet niet voor meerdere putten	voor verschillende stoffen	het eindresultaat is voor het totaal onvoldoende.

*) de betreffende concentratie is voor alle stoffen lager dan de vastgestelde toetswaarde

- Ad. 1 Indien voor alle stoffen de totaal gemiddelde concentraties, bepaald volgens stap 5 (hoofdstuk 5), lager zijn dan de ETW's voor die stoffen en uit de analyse van de stappen 1 en 2 komen geen bijzonderheden naar voren, dan kan worden geconcludeerd dat voor het betreffende jaar van de vaststellingsmonitoring voldaan wordt aan de gestelde eisen ten aanzien van de percolaatkwaliteit. Op basis van de verkregen resultaten moet dan worden beoordeeld of, en zo ja in welke mate en hoedanigheid vervolgmonitoring noodzakelijk is in het kader van een te nemen definitief beslissing over het **'blijvend'** kunnen voldoen aan de ETW's. Ook kan worden besloten tot het alleen nog uitvoeren van een beperkt verificatie-onderzoek voor enkele stoffen met een beperkt aantal herhalingsmetingen.
- Ad. 2 Indien slechts voor één of enkele stoffen het berekende genormeerde fluxgemiddelde in één of enkele putten verhoogde waarden optreden ten opzichte van de ETW als toetswaarde, kan door de exploitant desgewenst een nadere analyse worden uitgevoerd van de dataset van die stof(fen). Zo kan bijvoorbeeld, in geval van een of enkele individuele pak-verbindingen, worden gekeken naar (en getoetst op) de ETW voor pak-totaal. Ook kan een nadere analyse worden uitgevoerd om aan te tonen dat voor de betreffende percolaatput op basis van een meer gedetailleerde beschouwing mag worden

geconcludeerd, dat wordt voldaan aan de gestelde eis. Een beschrijving van de mogelijkheden hiertoe staat in paragraaf 8.2. Ook kan de exploitant besluiten om voor deze stof(fen) de vaststellingsmonitoring te continueren voor een periode van één jaar. Dit indien op basis van trends de verwachting bestaat dat de vervolgmonitoring tot een beter resultaat zal leiden. Ook kan in overleg met het bevoegde gezag een meer locatiespecifieke analyse worden uitgevoerd naar de mogelijke risico's van deze lokale afwijking van betreffende stof(fen).

- Ad.3 In deze situatie worden bij één of slechts enkele putten voor meerdere en onderling verschillende stoffen verhoogde waarden aangetroffen. Het is echter niet zodanig dat dit gevolgen heeft voor de totale flux-gemiddelde concentratie berekend op basis van de ruimtelijke variabiliteit (oppervlakte gewogen gemiddelde). Toch is het in die situatie gewenst om het betreffende segment aan een nadere beschouwing te onderwerpen, zoals beschreven in paragraaf 8.3. Ook in dit geval kan in overleg met het bevoegde gezag worden besloten om een meer locatiespecifieke analyse uit te voeren naar de mogelijke risico's van deze lokale afwijking en betreffende stoffen.
- Ad. 4 Voor deze situatie is sprake van meer structureel optredende verhoogde waarden voor enkele stof(fen), maar niet zodanig dat op basis van een berekening voor het totale verduurzaamde oppervlak en genormeerd naar hoeveelheden percolaat niet aan de toetswaarde voor de hele stort wordt voldaan. Indien een vergelijking met een totaal-concentratie (voor pak-verbindingen), of de analyse genoemd in paragraaf 8.2, dan wel hierboven genoemde locatiespecifieke risicoanalyse, onvoldoende resultaat oplevert, kan het vervolgen van de vaststellingsmonitoring voor die stof(fen) voor een groter deel van de locatie of de totale (pilot)locatie gewenst zijn.
- Ad. 5 Voor deze situatie kan worden gesproken van meer structureel optredende verhoogde waarden voor meerdere of een relatief groot aantal verschillende stoffen, maar niet zodanig dat niet aan de toetswaarde voor de hele (pilot)locatie wordt voldaan. Het kan wenselijk zijn om voor een groter deel van de locatie de vaststellingsmonitoring te continueren en wel voor het totale monitoringpakket, tenzij uit een specifieke risicoanalyse blijkt dat dit niet nodig is.
- Ad. 6 Voor één of enkele stoffen wordt voor de hele (pilot)locatie niet aan de toetswaarde voldaan. Vastgesteld moet worden of sprake is van een structureel probleem of mogelijk niet. Indien dit niet het geval is, kan bijvoorbeeld, indien het een of enkele individuele pak-verbindingen betreft, nog worden gekeken naar (en getoetst op) de ETW voor pak-totaal. Indien dit niet mogelijk is of geen positief resultaat oplevert, zal voor de hele locatie de vaststellingsperiode moeten worden gecontinueerd voor de betreffende stof(fen). Indien dit wel het geval is, zal een besluit moeten worden genomen over eventueel uit te voeren aanvullende verduurzamingsmaatregelen leidend tot verbetering van het resultaat of additionele maatregelen gericht op de wijze waarop met het verkregen resultaat kan worden omgegaan (bijvoorbeeld aanvullende zuivering als nabehandelingsschapel).
- Ad. 7 Voor meerdere of een relatief groot aantal stoffen wordt voor de hele (pilot)locatie niet aan de ETW voldaan. Vastgesteld moet worden of sprake is van een structureel probleem of mogelijk niet. Indien dit niet het geval is, zal voor de hele locatie de vaststellingsperiode moeten worden gecontinueerd voor het complete analysepakket. Indien dit wel het geval is, zal een besluit moeten worden genomen over eventueel uit te voeren aanvullende verduurzamingsmaatregelen leidend tot verbetering van het resultaat of additionele maatregelen gericht op de wijze waarop met het verkregen resultaat kan worden omgegaan (aanvullende zuivering als nabehandelingsschapel, voorzieningen aan de bovenafdekking om infiltreren te beperken, e.d.)
- Ad. 8 Er wordt voor één of enkele specifieke stoffen niet aan de vooraf gestelde norm voldaan. Als is vastgesteld dat sprake is van een structureel probleem voor die stof(fen) zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk in combinatie met aanvullende monitoring.
- Ad. 9 Er wordt niet aan de vooraf gestelde normen voldaan. Als is vastgesteld dat sprake is van een structureel probleem zijn aanvullende maatregelen nodig in combinatie met aanvullende monitoring.

8.2 Overschrijding ETW voor één of enkele stoffen binnen een percolaatput

Voor stoffen waarbij de berekende fluxgemiddelde concentratie in één of enkele percolaatputten de ETW's overschrijden kan het zinvol zijn een nadere analyse uit te voeren, waarbij de totale dataset gedetailleerder wordt bekeken. De verwachte correlatie tussen de verschillende stoffen en de EC vormt hiervoor de basis. Aan de hand van deze analyse én de in de emissiereductiefase opgebouwde ervaring kan dan aantoonbaar worden gemaakt, dat wordt voldaan aan de ETW's zonder aanvullende monitoring. De mogelijkheden hiertoe zijn als volgt:

- Voor een meer gedetailleerde analyse van de berekende fluxgemiddelde concentratie wordt gebruik gemaakt van de correlatie van concentraties in het percolaat met de geleidbaarheid (EC) van percolaat. Zowel EC als percolaatvorming worden hoog frequent bepaald. Voor componenten waarvoor kan worden aangetoond dat concentraties correleren met de EC, is dit een basis om een meer gedifferentieerde fluxgemiddelde concentraties vast te stellen. De methode voor deze analyse zal bij de uitvoering van de pilotprojecten verder worden ontwikkeld en gevalideerd. Hierbij zal een minimum criterium voor de mate van correlatie worden vastgesteld. Bij de uiteindelijke toetsing van de fluxgemiddelde concentraties aan de ETW, zal de statistische onzekerheid die voortkomt uit de correlatie met de EC worden meegewogen;

Opmerking 6: zoals in voorgaande hoofdstukken al is aangegeven, kan deze methode in de toekomst mogelijk ook dienen als ondersteunende of eventueel volwaardige methoden voor de toetsing aan de ETW's. De methode zal hiervoor dan wel moeten zijn gevalideerd. Indien hiertoe wordt besloten, dan is aanpassing van de handreiking hierop noodzakelijk.

- Voor stoffen die niet correleren met de EC kunnen op een andere manier nader worden geanalyseerd. Hiervoor zijn de volgende mogelijkheden:
 - a. een aantal parameters reageert op een voorspelbare manier als er sprake is van verdunning met infiltrerend water. Sulfaat kan ontstaan doordat zuurstof in dit water reageert met sulfiden die aanwezig zijn in het mobiele domein van het afvalpakket. Het gedrag is mogelijk met geochemische speciatie modellen te voorspellen op basis van verdunningsfactoren en aannames met betrekking tot de concentraties van de componenten in het percolaat. Deze methoden moeten ook op basis van stortplaats specifieke metingen worden vastgesteld;
 - b. een aantal parameters gedragen zich onvoorspelbaar. In principe is in die situaties geen andere methode beschikbaar dan de rekenkundig fluxgemiddelde bepaling. Alleen als er voldoende betrouwbare kennis beschikbaar komt in de looptijd van het project om een andere methode te onderbouwen, kan hiervan worden afgeweken.

In het geval dat de betreffende percolaat put na aanvullende analyse niet voldoet aan de ETW's voor één of meerdere stoffen is het van belang om na te gaan wat de consequenties hiervan zijn en of dit aanleiding geeft voor het treffen van aanvullende maatregelen (zie paragraaf 8.7).

8.3 Overschrijding ETW voor meerdere stoffen binnen een percolaatput

Indien in één bepaalde percolaatput overschrijding plaatsvindt van zowel het rekenkundig gemiddelde en het rekenkundig bepaalde fluxgemiddelde voor meerdere of een groot deel van de geanalyseerde stoffen dan zal voor de betreffende sector van het stort moeten worden nagegaan of continuering van de vaststellingsmonitoring naar verwachting alsnog tot een positief eindresultaat zal leiden. Indien dit niet het geval is, zal moeten worden overgegaan tot de strategie van vervolgactiviteiten. Een oordeel over het zinvol zijn van een tweede termijn voor de vaststellingsmonitoring is mede afhankelijk van de acceptabele marges die worden gehanteerd en ook van de verwachtingen ten aanzien van de mate van stabiliteit van het afvalpakket in de betreffende sector en het evenwicht in waterbalans tijdens de vaststellingsmonitoring (zie opmerking 6).

Indien het zinvol wordt geacht de vaststellingsmonitoring te continueren moet worden nagegaan op welk deel van de (pilot)locatie dit dan betrekking moet hebben. Dit is afhankelijk of sprake is van een situatie genoemd onder Ad. 3, Ad. 5 of Ad. 7. Het oppervlakte van de locatie voor monitoring neemt toe met olopende nummering.

Opmerking 7: Onderstaande twee voorbeelden bevatten het resultaat van de toetsing waarbij voor het rekenvoorbeeld van pagina 11 de daar vermelde concentraties voor het percolaat behoren bij de percolaat-hoeveelheden kort na de emissiereductie fase en waarbij de waterbalans nog onvoldoende in evenwicht is. In het eerste geval bedraagt $Q_{optr.}$ nog 14.500 m^3 en in het tweede geval 12.360 m^3 voor de hele locatie met een oppervlak van 3 ha en daarmee een Q_{300} van 9000 m^3 . Uit een vergelijking van de totale fluxgemiddelde concentraties en die weer met de genormeerde waarden, blijkt het belang om na te gaan of $Q_{optr.}$ in redelijke verhouding staat tot Q_{300} .

Stort: oppervlakte 3 ha

1 ha 1,3 ha 0,7 ha

$q_1 \text{ (m}^3/\text{j)}$ $q_2 \text{ (m}^3/\text{j)}$ $q_3 \text{ (m}^3/\text{j)}$

3000 4000 2000

Uitgangspunt berekeningen RIVM/ECN:
infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> **3000** m³/ha
(Q_{300} = oppervlakte stort*gemiddeld neerslagoverschot) in m³/j

Stof A: ETW bepaald op 1,650 ug/l (= mg/m³)

Voorbeeldberekening kort na emissiereductiefase met infiltratie (nauwlijns effect in percolaat hoeveelheden)

maand	c_1 (ug/l)	q_1 (m ³)	$c_1 * q_1$ (mg)	c_2 (ug/l)	q_2 (m ³)	$c_2 * q_2$ (mg)	c_3 (ug/l)	q_3 (m ³)	$c_3 * q_3$ (mg)	$Q_{optr.}$
1	1,00	450	450,0	1,20	900	1080,0	2,30	400	920,0	
2	1,50	300	450,0	1,40	825	1155,0	2,51	320	801,6	
3	2,00	600	1200,0	1,30	570	741,0	0,75	440	330,4	
4	1,00	300	300,0	1,50	435	652,5	1,60	280	448,0	
5	1,00	450	450,0	1,60	270	432,0	1,60	400	640,0	
6	3,00	300	900,0	1,90	75	142,5	3,20	300	960,0	
7	1,00	300	300,0	1,80	75	135,0	3,30	300	990,0	
8	1,00	300	300,0	1,60	300	480,0	2,80	300	840,0	
9	4,00	300	1200,0	1,40	450	630,0	3,00	300	900,0	
10	1,50	300	450,0	1,20	600	720,0	2,90	300	870,0	
11	2,00	450	900,0	1,20	600	720,0	3,40	300	1020,0	
12	1,00	450	450,0	1,10	900	990,0	3,05	360	1098,0	
totaal/jaar		4500	7350		6000	7878		4000	9818	14500 m³
gemiddeld	1,667		1,633	1,433		1,313	2,534		2,455	

Uitgangspunt: $Q_{optr.} * c_{actueel} < Q_{300} * ETW$ ($Q_{300} = 3 \text{ ha} * 3000 \text{ m}^3/\text{ha}$ op jaarbasis) $Q_{300} = 9000 \text{ m}^3$

$c_{fg-totaal} = (C_1 * Q_1 + C_2 * Q_2 + C_3 * Q_3) / (Q_1 + Q_2 + Q_3) ==>$ $c_{fg-totaal} = (7350 + 7878 + 9818) / (4500 + 6000 + 4000) ==>$ $c_{fg-totaal} = 1,727$

$c_{toets-totaal} = c_{fg-totaal} * (Q_1 + Q_2 + Q_3) / Q_{300} ==>$ $c_{toets-totaal} = 2,783$

oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie: **2,783 > ETW (1,650)**

Stort: oppervlakte 3 ha

1 ha 1,3 ha 0,7 ha

$q_1 \text{ (m}^3/\text{j)}$ $q_2 \text{ (m}^3/\text{j)}$ $q_3 \text{ (m}^3/\text{j)}$

3000 4000 2000

Uitgangspunt berekeningen RIVM/ECN:
infiltratie (bij langjarig neerslagoverschot) van gemiddeld 300 mm/j ==> **3000** m³/ha
(Q_{300} = oppervlakte stort*gemiddeld neerslagoverschot) in m³/j

Stof A: ETW bepaald op 1,650 ug/l (= mg/m³)

Voorbeeldberekening als voorgaand met langzaam afnemend percolaat hoeveelheden

maand	c_1 (ug/l)	q_1 (m ³)	$c_1 * q_1$ (mg)	c_2 (ug/l)	q_2 (m ³)	$c_2 * q_2$ (mg)	c_3 (ug/l)	q_3 (m ³)	$c_3 * q_3$ (mg)	$Q_{optr.}$
1	1,00	360	360,0	1,20	840	1008,0	2,30	300	690,0	
2	1,50	240	360,0	1,40	825	1155,0	2,51	224	561,1	
3	2,00	480	960,0	1,30	570	741,0	0,75	308	231,3	
4	1,00	240	240,0	1,50	435	652,5	1,60	196	313,6	
5	1,00	360	360,0	1,60	270	432,0	1,60	280	448,0	
6	3,00	240	720,0	1,90	75	142,5	3,20	210	672,0	
7	1,00	240	240,0	1,80	75	135,0	3,30	210	693,0	
8	1,00	240	240,0	1,60	300	480,0	2,80	210	588,0	
9	4,00	240	960,0	1,40	450	630,0	3,00	210	630,0	
10	1,50	240	360,0	1,20	600	720,0	2,90	210	609,0	
11	2,00	360	720,0	1,20	600	720,0	3,40	210	714,0	
12	1,00	360	360,0	1,10	900	990,0	3,05	252	768,6	
totaal/jaar		3600	5880		5940	7806		2820	6919	12360 m³
gemiddeld	1,667		1,633	1,433		1,314	2,534		2,453	

Uitgangspunt: $Q_{optr.} * c_{actueel} < Q_{300} * ETW$ ($Q_{300} = 3 \text{ ha} * 3000 \text{ m}^3/\text{ha}$ op jaarbasis) $Q_{300} = 9000 \text{ m}^3$

$c_{fg-totaal} = (C_1 * Q_1 + C_2 * Q_2 + C_3 * Q_3) / (Q_1 + Q_2 + Q_3) ==>$ $c_{fg-totaal} = (5880 + 7806 + 6919) / (3600 + 5940 + 2820) ==>$ $c_{fg-totaal} = 1,667$

$c_{toets-totaal} = c_{fg-totaal} * (Q_1 + Q_2 + Q_3) / Q_{300} ==>$ $c_{toets-totaal} = 2,289$

oppervlakte gewogen flux-gemiddelde concentratie: **2,289 > ETW (1,650)**

8.4 Overschrijding ETW voor één of meerdere stoffen voor de stortplaats flux gemiddelde concentratie

Als er sprake is van een overschrijding voor de gehele stortplaats, dan moet de nadere analyse worden uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 8.2. Als de EC gecorrigeerde, of de geochemisch gecorrigeerde waarden alsnog voldoen dan dient terug gegaan te worden naar stap 1 of 2 in tabel 8.1 en kan vervolgens gekeken worden of de stroomlijn gemiddelde fluxconcentratie alsnog voldoet.

Mocht de concentratie dan ook niet voldoen, dan moet men concluderen dat de stortplaats niet voldoet aan de gestelde ETW en dat nadere maatregelen noodzakelijk zijn.

8.5 Acceptabele marges

Bij het vaststellen van acceptabele marges waarbinnen meetresultaten mogen fluctueren, dient onderscheid te worden gemaakt tussen individuele meetresultaten en jaargemiddelde waarden. Zoals uitgelegd in Bijlage 5 kunnen individuele concentratiemetingen sterk fluctueren afhankelijk van periodes met veel of weinig neerslagoverschot binnen een bepaald jaar. Ook zal sprake zijn van bepaalde meetonzekerheden. In de omvang van de fluctuatie is op dit moment nog onvoldoende inzicht. Een dataset over meerdere jaren kan hier meer inzicht in geven. Jaargemiddelde waarden kunnen daarnaast worden beïnvloed door het optreden van bijzonder natte of bijzonder droge jaren. De 30-jaarsgemiddelde neerslag en evapotranspiratie bedragen in Nederland globaal 800 respectievelijk 500 mm/jaar. Een jaarlijkse neerslag van minder dan 600 of meer dan 1.000 mm/jaar kan evenwel ook voorkomen. Een dataset langer dan 3 jaar is waarschijnlijk nodig om inzicht te krijgen in de fluctuatie van jaargemiddelde waarden ten gevolge van weersfluctuaties. Deze gegevens kunnen worden benut om een statistische methodiek af te leiden voor incidentele overschrijdingen van de ETW in een bepaalde maand of een bepaald seizoen.

Omdat bij de vaststellingsmonitoring echter wordt gewerkt met een periode van minimaal één jaar en een rekenkundig bepaalde fluxgemiddelde, hebben maandfluctuaties geen directe invloed op het beoordelingsresultaat. Het eventueel rekening houden met marges als gevolg van genoemde fluctuaties speelt pas indien wordt besloten de vaststellingsmonitoring na het eerste jaar te vervolgen voor een kortere periode of te laten vervolgen door een verificatieonderzoek op basis van enkele momentopnamen.

8.6 Blijvend voldoen aan de ETW's

Met behulp van modellering wordt voorspeld hoe de verschillende parameters zich ontwikkelen over een periode tot 500 jaar na het jaar van de vaststellingsmonitoring. Bij de modellering wordt de verduurzaamde locatie als geheel beschouwd. De modellering zal worden gebaseerd op de fluxgewogen jaargemiddelde concentraties voortvloeiend uit de vaststellingsmonitoring. De methode voor toetsing dient evenals de methode ter vaststelling van de te voorspellen waarden met behulp van wetenschappelijk onderzoek te worden uitgebreid en nader ingevuld. Op dit moment kunnen uitsluitend enkele contouren van een toetsingsmethode voor het blijvend voldoen worden geschetst.

Op basis van de massabalans van de stortplaats vastgesteld op basis van de metingen gedurende de uitvoering van de emissiereductie fase en de vaststellingsmonitoring kan een orde grootte schatting gemaakt worden van de mogelijke totaal hoeveelheden van verontreinigingen aanwezig in de stortplaats. De lange termijn modellering zal gebaseerd zijn op uitspoeling en trage uitwisseling waarbij de stortplaats specifieke snelheidsparameters zijn bepaald op basis van de monitoring gedurende de uitvoering. Combinatie van de schatting van de totaal hoeveelheid (emissiepotentieel) en de uitspoeling maakt het mogelijk om de dynamiek in emissie voor een groot aantal scenario's door te rekenen. Omdat veel gegevens met een zeer beperkte mate van zekerheid zijn vast te stellen zullen de voorspellingen weergegeven worden in de vorm van bandbreedtes.

Deze resultaten kunnen op een vergelijkbare manier worden geïnterpreteerd als bij tabel 8.1 en paragraaf 8.1. Als alle parameters altijd voldoen aan de ETW's, dan vormt dit een positieve indicatie voor het blijvend kunnen voldoen aan de ETW's, als enkele parameters af en toe niet voldoen, dan moet nader onderzoek plaatsvinden.

8.7 Gevolgen van overschrijdingen ETW en aanvullende maatregelen

De ETW's zijn opgesteld als resultaatsverplichting waaraan moet worden voldaan na afloop van een periode van actieve beïnvloeding en waaraan vervolgens blijvend moet worden voldaan. Tijdens de emissiereductiefase is

het waarschijnlijk dat bij het hanteren van bovenstaande beoordelingsmethode de ETW wordt overschreden voor meerdere of voor nog veel parameters. Tijdens de uitvoering vormt dit geen probleem en geeft dit geen aanleiding tot extra maatregelen. Op de eerste plaats omdat de condities waarin het afvalpakket op dat moment verkeert compleet anders zijn dan na deze fase (aanwezigheid van een overmaat aan water en/of lucht/zuurstof tijdens het verduurzamen) en tevens omdat de bodem voldoende is beschermd door de goed functionerende onderafdichting.

Bepaalde parameters en waargenomen trends zouden mogelijk in het kader van de procesmonitoring aanleiding kunnen geven tot ingrepen in de procesvoering. Dit is onderdeel van het deelplan van aanpak.

Op het moment dat er aan de ETW wordt getoetst, geldt als eis dat de onderafdichting nog goed moet functioneren. Dit biedt bij overschrijdingen de mogelijkheid om de actieve fase van de verduurzaming te verlengen of om aanvullende maatregelen te nemen zodat de stortplaats alsnog gaat voldoen aan de ETW.

- Als uit de tijdreeks blijkt dat de parameters die niet voldoen aan de ETW een dalende trend laten zien, kan een schatting worden gemaakt hoe lang het zal duren voordat deze parameters voldoen aan de ETW. Als deze schatting leidt tot een acceptabele tijdsperiode kan worden overwogen om het actieve beheer nog gedurende deze periode voort te zetten.
- Zolang de onderafdichting nog functioneert, zou als aanvullende maatregel overwogen kunnen worden om een aanwezige waterzuivering nog enige tijd (in aangepaste vorm) in bedrijf te houden. Gedurende die periode zouden processen autonoom (maar wel langzamer) door kunnen lopen. Daarnaast is het denkbaar om een eenvoudige, meer passieve uitvoeringsvorm van waterzuivering te realiseren voor specifiek componenten.
- Het ontwikkelen van een locatiespecifieke vorm van bovenafdichting of afdekking is eveneens denkbaar. Bij een lagere infiltratie dan 300 mm/jaar kan, uitgaande van een gelijke bodembelasting, een hogere percolaatconcentratie worden geaccepteerd. Het percolaat zou dan alsnog kunnen voldoen aan de ETW afgeleid van de maximaal toegestane bodembelasting, berekend vanuit POC_2 en het vastgestelde milieubeschermingsdoel. Een voorziening aan de bovenzijde uitgaand van minder strenge waterdoorlatendheid, is hiervoor een reële mogelijkheid. Hierbij is sprake van maatwerk.

Voordat wordt overgegaan tot het treffen van maatregelen en voorzieningen is het van belang om de consequenties van overschrijdingen (op POC_1 en/of POC_2) nader te analyseren. Deze analyse kan worden uitgevoerd op basis van informatie over:

- de grondwaterstromingsrichting;
- en de ligging van het stortvak ten opzicht van andere stortvakken;

Doordat bij de afleiding van de ETW's is uitgegaan van het volledig falen van de onderafdichting zal de immissie naar de bodem en het grondwater vanuit het stort langs een stroomlijn gemiddeld worden. Als de langs stroomlijnen gemiddelde concentraties allemaal voldoen aan de ETW's, voldoet de gehele stort alsnog aan de gestelde ETW. Als deze stroomlijn gemiddelde concentraties niet voldoen aan de ETW, zal er een nadere beschouwing over maatregelen noodzakelijk zijn.

Eventuele maatregelen kunnen pas worden genomen na overleg met, en toestemming van het bevoegde gezag.

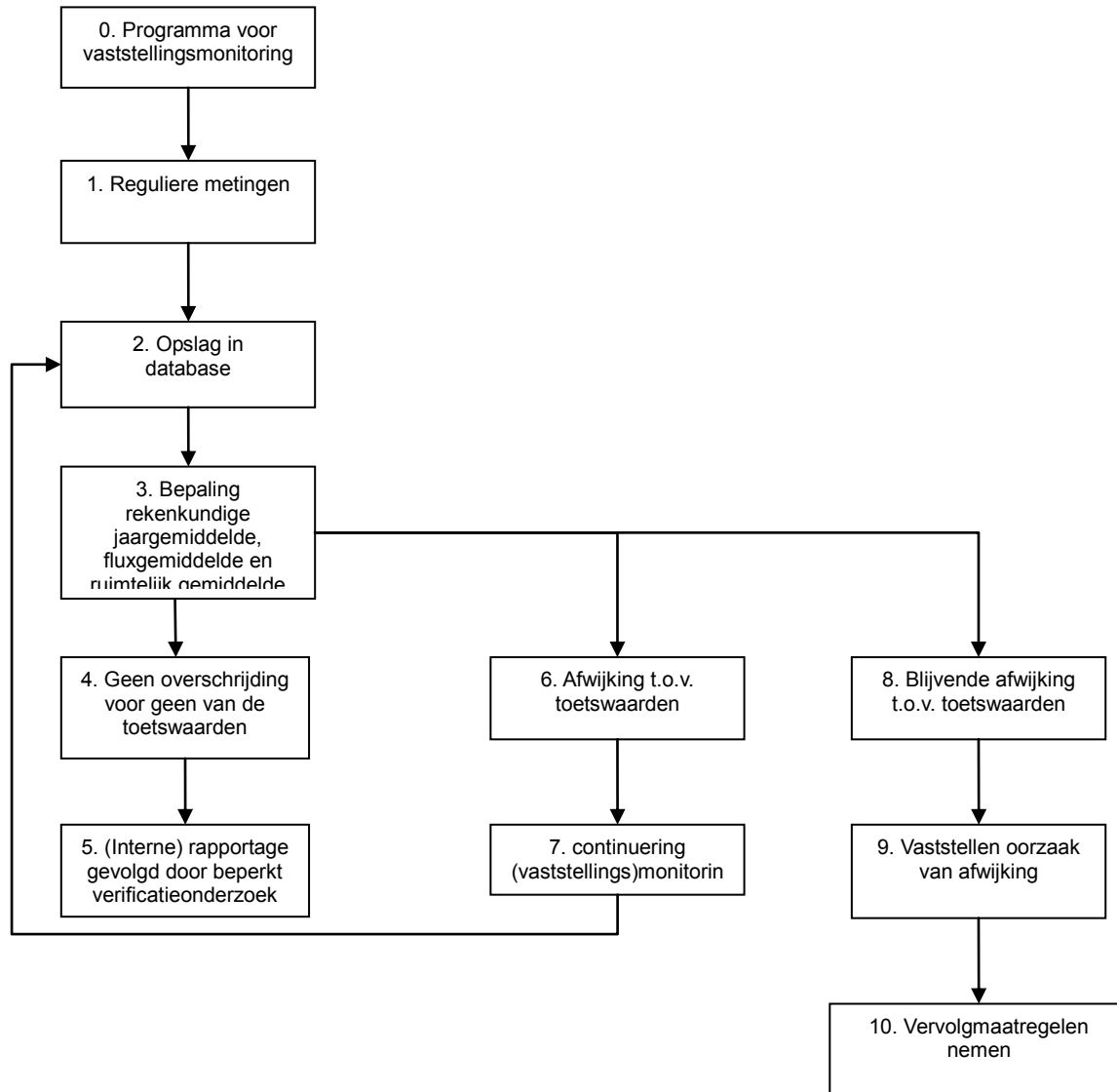
Opmerking 8: Zolang de onderafdichting na de periode van verduurzamen nog remmend werkt op de infiltratie van door het stort stromend water richting de bodem en de percolaatdrainage nog functioneert, zal dit water via dit stelsel worden afgevoerd. Hiervoor zullen adequate maatregelen en voorzieningen noodzakelijk zijn, zoals bijvoorbeeld een (aangepaste) zuivering voor lozing.

9. Rapportage van de monitoring

De analyse van de monitoringsgegevens (procesmonitoring), vergelijking met de toetswaarden en een beschouwende vergelijking met onderzoeksgegevens uit voorgaande jaren zal worden opgenomen in een jaarlijks op te stellen voortgangsrapportage. De rapportage zal uiterlijk 2 maanden na afloop van de rapportageperiode worden toegezonden aan de begeleidingscommissie UDS. In overleg kan dan het startmoment van de vaststellingsmonitoring worden bepaald.

10. Beslismodel ETW

De diverse onderdelen van het beslismodel voor de ETW worden onderstaand toegelicht. Het stappenplan kan worden gebruikt voor zowel de periode van procesmonitoring als vaststellingsmonitoring. De beschrijvende toelichting ten aanzien van afwijkingen (stappen 6 t/m 10) richt zich vooral op de periode van procesmonitoring. Voor de vaststellingsmonitoring staat deze in hoofdstuk 7 beschreven.



Figuur 1: Beslismodel toetsing ETW

0. Het monitoringsprogramma ten behoeve van toetsing ETW bestaat uit de percolaatmetingen en – analyses, zoals beschreven in hoofdstukken 2, 3 en 4 en herleid uit het document “Conceptueel model, hypothesen en strategie voor procesmonitoring – opzet van de nulmeting”.
1. Uitvoering van het meetprogramma zoals is opgenomen in hoofdstuk 3 en 4.

Eindrapport

2. De resultaten van het meetprogramma worden opgeslagen in een databank die is ingericht voor het opslaan en verwerken van de monitoringsgegevens. Deze resultaten kunnen in een databank opgeslagen worden waar ook andere aan het monitoringsprogramma gerelateerde gegevens worden opgeslagen, zoals de resultaten van de grondwater monitoring, reguliere inspecties, onderhoudsronden etc.
3. Het bepalen van de jaargemiddelde waarden (rekenkundig gemiddelde, fluxgemiddelde en ruimtelijk gemiddelde) op basis van de meetresultaten als beschreven in hoofdstuk 5 en toetsen aan de ETW's zoals beschreven in hoofdstuk 6. Bij de toetsing van de resultaten aan de ETW's en de beoordeling van de resultaten mogen ook de resultaten van de procesmonitoring worden betrokken, mits een vergelijking daarmee kan/mag worden gemaakt gezien de verschillen in condities van het afvalpakket tijdens het verduurzamen en de periode daarna.
- 4/5. Indien geen overschrijdingen ten opzichte van de ETW worden geconstateerd, kunnen de gegevens direct in de databank worden opgeslagen zonder dat verder actie noodzakelijk is. Voor intern gebruik zal jaarlijks een overzicht van de resultaten in tabelvorm of grafieken worden opgesteld. Tevens dient tweejaarlijks een uitgebreide rapportage plaats te vinden die aan het bevoegd gezag wordt aangeboden. In de rapportage dient niet alleen toetsing aan de ETW plaats te vinden, maar dient ook terugkoppeling plaats te vinden met voorgaande resultaten. Van hier uit wordt vervolgens weer gestart met punt 0.
- 6/7. Bij de eerste constatering van één of meer afwijkingen van de ETW dient intern overleg plaats te vinden. Intern overleg dient de mogelijke oorzaak van de afwijkingen te identificeren. Zolang actieve beïnvloeding (of passieve behandeling bij functionerende onderafdichting) plaatsvindt en kan worden onderbouwd dat de oorzaak is verbonden met de behandeling, wordt de monitoring conform monitoringprogramma voortgezet. Wanneer actieve (of passieve) behandeling is beëindigd en de oorzaak van de afwijking niet direct duidelijk is, wordt een controleperiode van één maand opgestart waarin de meetfrequentie van de metingen wordt opgevoerd naar 1x per week. Via 2 en 3 worden de resultaten opnieuw beoordeeld.
- 8/9. Indien na de controleperiode nog steeds een afwijking van de uitgangspunten wordt geconstateerd, wordt binnen één maand een gedetailleerd onderzoek gestart naar de herkomst en de omvang van de overschrijding. Tijdens de controleperiode lag de nadruk op het controleren van het percolaat conform het monitoringsprogramma. In deze fase dient overwogen te worden ook naar (de uitloogbaarheid van) het afvalpakket zelf te kijken. Het uitvoeren van extra onderzoek kan gerechtvaardigd zijn als hiermee kan worden voorkomen, dat kostbare vervolmaatregelen, zoals het aanbrengen van (alternatieve) afdichtingen, moeten worden genomen.
10. Het afwegen, kiezen en voorstellen van vervolmaatregelen zal hoofdzakelijk een interne aangelegenheid zijn. Het een besluit tot het nemen van vervolmaatregelen is overleg met en toestemming van het rijk en het bevoegd gezag noodzakelijk.

11. Vervolgmaatregelen en relatie tot urgentieplan

De vigerende grondwatermonitoringplannen en urgentieplannen blijven tijdens de hele looptijd van het verduurzamen van kracht. Aan de monitoring kunnen locatiespecifieke aspecten ter monitoring worden toegevoegd. Deze staan beschreven in het Deelplan van aanpak per (pilot)locatie. Vanwege de randvoorwaarde dat een functionerende onderafdichting aanwezig is tijdens het verduurzamen, kan de analyse van percolaatgegevens en toetsing aan ETW niet leiden tot afwijkingen die in het kader van een urgentieplan aanleiding geven tot maatregelen.

Indien met behulp van het grondwater monitoringssysteem veranderingen in het stromingsbeeld van het grondwater of van de grondwaterkwaliteit worden aangetroffen en het beslismodel van het grondwater monitoringplan heeft aangetoond dat vervolgmaatregelen moeten worden getroffen, zal een nader onderzoek moeten worden uitgevoerd. Om effectieve vervolgmaatregelen te kunnen nemen, is het van belang dat de aard en omvang van de 'onvoorziene gebeurtenis' en een mogelijke verontreiniging bekend is, ter plaatse van de grens van de locatie maar vooral ook op de locatie zelf. Afhankelijk van de locatiespecifieke omstandigheden, zoals aanwezige infrastructuur en ruimte, zal de meest geschikte maatregel moeten worden getroffen. Dit alles zal conform de vigerende grondwatermonitoringplannen en urgentieplannen worden uitgevoerd.

De keuze voor vervolgmaatregelen in het kader van voldoen aan de ETW zal afzonderlijk en in samenspraak met het rijk en bevoegd gezag worden gemaakt. Voor toetsing aan ETW is geen specifiek urgentieplan noodzakelijk. Afhankelijk van eventueel overeen te komen aanvullende maatregelen in het kader van voldoen aan de ETW, is het denkbaar dat specifieke aspecten aan de grondwater-monitoringplannen en urgentieplannen moeten worden toegevoegd.

Bijlage 1: Betrokkenen bij opstellen handreiking

De handreiking is opgesteld onder verantwoordelijkheid van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, dhr. mr. W.J. Kattenberg.

De redactie van de handreiking is verzorgd door **BOdemBeheer** bv, dhr. ir. J.H.J van der Gun.

Inhoudelijke deelbijdragen zijn geleverd door de volgende leden van het Kernteam van de Stortbranche:

- Prof. Dr. R.N.J. Comans - WUR
- Prof. Dr. Ir. T.J. Heimovaara - TU-Delft
- Ir. J. Oonk - Oonkay

Inhoudelijke ondersteuning is verleend door de volgende leden van de IDS-werkgroep Techniek:

- Ing. D.J. Birtwhistle – Provincie Noord Holland
- Ing. M.W.J.M. Romviel – Provincie Noord Brabant
- Ing. P.C. Bijvank – Provincie Flevoland (agendalid)
- Ir. J.A. Woelders - Attero
- H. Scharff – Afvalzorg
- Ir. J.H.J. van der Gun – **BOdemBeheer** bv
- Mw. G.A. Baptiste – Ministerie van Infrastructuur en Milieu (secretaris)
- Mr. W.J. Kattenberg – Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorzitter).

Bijlage 2: Componenten, analyse frequentie en ETW

Stoffen waarden in µg/l tenzij anders vermeld	frequentie/jaar	detectielimiet/ rapportage grens	milieudoelen op POC2			berekende ETW's in percolaat (grondwaterscenario)			te hanteren ETW's als toetswaarden
			Braambergen	Wieringermeer	De Kragge	Braambergen (1)	Wieringermeer (2)	De Kragge (3)	
Zware metalen									
cadmium	12	0,2 tot 1	0,44	0,44	0,44	6,4	1,3	3,6	als berekend
chrom	12	2,5 tot 5	9,7	11,75	11,35	210	37	140	als berekend
koper	12	4 tot 6	6,1	6,1	6,1	50	19	64	als berekend
nikkel	12	2 tot 10	2,9	20	7,05	21	21	47	als berekend
lood	12	5 tot 8	10	10	10	60000	25000	130	75 voor stort 1 en 2
zink	12	4 tot 20	12,3	12,3	16,7	160	39	120	als berekend
kwik	12	0,1 tot 0,5	0,33	0,33	0,33	5,8	1	4,1	als berekend
arsen	12	4 tot 10	10	17,05	10	190	190	100	vooralsnog als berekend
Macroparameters									
Chloride (mg/l)	26	3 tot 10	102	2394	126	450	2400	160	als berekend
sulfaat (mg/l)	26	1 tot 5	150	1400	150	700	1400	200	als berekend
NKjeldahl/ammonium (mg/l)	26	0,5/0,05 tot 1,0/0,15	1,8	50	1,1	1,8	50	1,1	als berekend
Minerale olie									
Aliphatic EC5-EC6	12	10	0,17	0,17	0,17	0,8	0,17	0,23	<10
Aliphatic EC6-EC8	12	10	0,039	0,039	0,039	0,37	0,039	0,11	<10
Aliphatic EC8-EC10	12	10	0,005	0,005	0,005	0,047	0,01	0,054	<10
Aliphatic EC10-EC12	12	2 tot 10	0,00127	0,00127	0,00127	0,024	0,0025	0,014	<10
Aliphatic EC12-EC16	12	4 tot 10	0,00071	0,00071	0,00071	0,013	0,0014	0,0077	<10
Aromatic EC5-EC7	12	10	1	1	1	4,7	1,2	1,4	<10
Aromatic EC7-EC8	12	10	0,83	0,83	0,83	3,9	0,83	2,3	<10
Aromatic EC8-EC10	12	10	0,55	0,55	0,55	2,6	0,55	1,5	<10
Aromatic EC10-EC12	12	10	0,32	0,32	0,32	1,5	0,32	0,87	<10
Aromatic EC12-EC16	12	10 tot 12	0,14	0,14	0,14	1,3	0,28	0,38	<10
Aromatic EC16-EC21	12	10 tot 15	0,038	0,038	0,038	0,36	0,076	0,21	<10
SOM minerale olie EC10-EC40	12	50	50	50	50	470	100	270	als berekend
VOX									
vinylchloride	12	0,2	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,2
dichloormethaan	12	0,2 tot 0,5	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,2
1,1 dichloorethaan	12	0,1 tot 0,5	1	1	1	4,7	1	1,4	als berekend
1,2 dichloorethaan	12	0,1 tot 0,5	3	3	3	14	3	4,1	als berekend
1,1 dichlooretheen	12	0,1	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1
1,2 dichlooretheen (cis,trans)	12	0,1 tot 0,5	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1
dichloorpropaan (1,2)	12	0,2 tot 0,25	0,8	0,8	0,8	3,8	0,8	1,1	als berekend
dichloorpropaan (1,3)	12	0,2 tot 0,25	0,8	0,8	0,8	3,8	0,8	1,1	als berekend
trichloormethaan (chloroform)	12	0,1 tot 0,5	1	1	1	4,7	1	1,4	als berekend
1,1,1 trichloorethaan	12	0,1 tot 0,5	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1
1,1,2 trichloorethaan	12	0,1 tot 0,5	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1
trichlooretheen (tri)	12	0,1 tot 0,5	10	10	10	47	10	14	als berekend
tetrachloormethaan (tetra)	12	0,1	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1
tetrachlooretheen (per)	12	0,1	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,1

Eindrapport

Stoffen waarden in µg/l tenzij anders vermeld	frequentie/jaar	detectielimiet/ rapportagegrens	milieudoelen op POC2			berekende ETW's in percolaat (grondwaterscenario)			te hanteren ETW's als toetswaarden
			Braambergen	Wieringermeer	De Kragge	Braambergen (1)	Wieringermeer (2)	De Kragge (3)	
PAK									
naftaleen	12	0,05 tot 0,1	0,01	0,01	0,01	0,047	0,01	0,014	0,05
fenantreen	12	0,01 tot 0,02	0,003	0,003	0,003	0,028	0,006	0,016	als berekend*)
antraceen	12	0,01 tot 0,02	0,0007	0,0007	0,0007	0,0066	0,0014	0,0038	0,01
fluorantheen	12	0,01 tot 0,02	0,003	0,003	0,003	0,056	0,006	0,033	als berekend*)
chryseen	12	0,01 tot 0,02	0,003	0,003	0,003	0,056	0,006	0,033	als berekend*)
benzo(a)antraceen	12	0,01 tot 0,02	0,0001	0,0001	0,0001	0,0019	0,0002	0,0011	0,01
benzo(a)pyreen	12	0,01	0,0005	0,0005	0,0005	0,0094	0,001	0,0054	0,01
benzo(k)fluorantheen	12	0,01 tot 0,02	0,0004	0,0004	0,0004	0,0075	0,0008	0,0044	0,01
indeno(1,2,3cd)pyreen	12	0,01 tot 0,02	0,0004	0,0004	0,0004	0,0075	0,0008	0,0044	0,01
benzo(ghi)peryleen	12	0,01 tot 0,02	0,0003	0,0003	0,0003	0,0056	0,0006	0,0033	0,01
SOM PAK-10	12	0,5	0,1	0,1	0,1	1,9	0,2	1,1	als berekend*)
locatiespecifieke aanvullingen									
BTEX									
benzeen	12	0,2	0,2	0,2	0,2	0,94	0,2	0,27	als berekend
xyleen	12	0,2 tot 0,3	0,2	0,2	0,2	0,94	0,2	0,27	als berekend
tolueen	12	0,2 tot 0,5	1	1	1	4,7	1	1,4	als berekend
ethylbenzeen	12	0,2 tot 0,5	1	1	1	4,7	1	1,4	als berekend
Cyanide Vrij	12	2 tot 3	5	5	5	61	35	6,8	als berekend
Fenolen	12	0,1 tot 1,0	0,2	0,2	0,2	0,94	0,2	0,27	als berekend
*) met uitzondering voor Wieringermeer; hier geldt 0,01 µg/l voor individuele pak's en 0,5 voor pak-totaal									
verklaring kleurmarkeringen:									
individuele bepalingen worden niet standaard meegenomen (voorstel om in toekomst wel te doen met nader te bepalen rapportagegrens)									
afwijkend van berekeningen te hanteren ETW a.g.v. sterke binding aan bodemmatrix									
te hanteren ETW ligt binnen prestatiebereik laboratorium (volgens informatie 2013)									

Bijlage 3: Analyse frequentie voor stoffen zonder ETW

NB: later nog aanpassen en aanvullen!

Stof	Een- heid	Freq. #/jaar	A: Uitgangspunten locatiespecifieke toetswaarden			B:Emissie (POC0) toetswaarden		C: Rapportage grens
			VR MTR/100)	(= MTR (opgelost)	DW (drink- water)	MKN/MTR (oppvl water)*	Braam- bergen	
Overige macroparameters								
sulfide	mg/l	26						
bicarbonaat	mg/l	26						
fosfaat	mg/l	12						
nitraat	mg/l	12						
fluoride	mg/l	12						
natrium	mg/l	12						
kalium	mg/l	12						
calcium	mg/l	12						
magnesium	mg/l	12						
silicium	mg/l	12						
aluminium	mg/l	12						
ijzer (tot)	mg/l	12						
mangaan (tot)	mg/l	12						
DOC	mg/l	12						
Minerale olie								
Som fracties								
Aromatische en alifatische fracties								
Overige microparameters								
barium	µg/l	12						
kobalt	µg/l	12						
molybdeen	µg/l	12						
antimoon	µg/l	12						
seleen	µg/l	12						
vanadium	µg/l	12						
Fysische parameters								
Electrische geleidbaarheid (EC)	µS/cm	26						
Redoxpotentiaal	mV	26						
pH	-	26						

Bijlage 4: Vaststellen correlatie individuele stofconcentraties met EC

Algemeen

Tijdens het onderzoek wordt bepaald in welke mate componenten correleren. Tevens wordt onderzocht welk stofgedrag componenten vertonen. Een aantal van de macro componenten in het percolaat, zoals Cl^- , Na^+ en HCO_3^- , zijn in de regel sterk gecorreleerd met de EC. Voor de specifieke stortplaats dient per component te worden vastgesteld, of de component in voldoende mate correleert met EC. Dit kan door de set van beschikbare analyses van die component (variërend van 6 tot 24 analyses per jaar) te vergelijken met de EC metingen voor dezelfde dagen, uren en uurdelen. Voor deze gegevens dient de correlatie en de correlatiecoëfficiënt te worden bepaald. Op basis hiervan kan worden vastgesteld of het mogelijk is om de flux gemiddelde concentratie direct te berekenen uit de gemeten EC waarden.

Daarnaast kan de onzekerheid in deze schatting direct uit de correlatie coëfficiënten geschat worden. Idealiter zou op voorhand een criterium voor de correlatiecoëfficiënt gesteld moeten worden. Echter de metingen in de pilots kunnen pas duidelijkheid verschaffen voor hoeveel en welke stoffen een dergelijk criterium haalbaar is. Als dat er te weinig zijn dan is de methodiek niet werkbaar. Dit wordt gedurende het verduurzamen van de drie pilotlocaties verder ontwikkeld.

Wijze van berekenen.

Uit de hoogfrequente meting van percolaatvorming en EC volgt een fluxgemiddelde geleidbaarheid (EC_{fg}) voor het percolaat via.

$$EC_{fg} = \frac{\sum_i EC_i \cdot F_{p,i} \cdot \Delta t_i}{\sum_i F_{p,i} \cdot \Delta t_i}.$$

waarbij i is het tijdsinterval ($\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ in bijvoorbeeld uren). $EC_{j,i}$ is de geleidbaarheid van het percolaat (in bijvoorbeeld $mS\ cm^{-1}$), $F_{p,i}$ is de percolaat flux (in bijvoorbeeld liter per uur).

Wanneer een voldoende goede correlatie is vastgesteld voor de concentratie C_j van een specifieke component j en EC van:

$$C_j = a EC + b$$

Dan is de fluxgemiddelde concentratie van die component ($C_{j,fg}$) gelijk aan:

$$C_{j,fg} = a EC_{fg} + b \text{ (eventueel plus een fout, afhankelijk van de correlatiecoëfficiënt).}$$

Correlatie met EC niet aantoonbaar

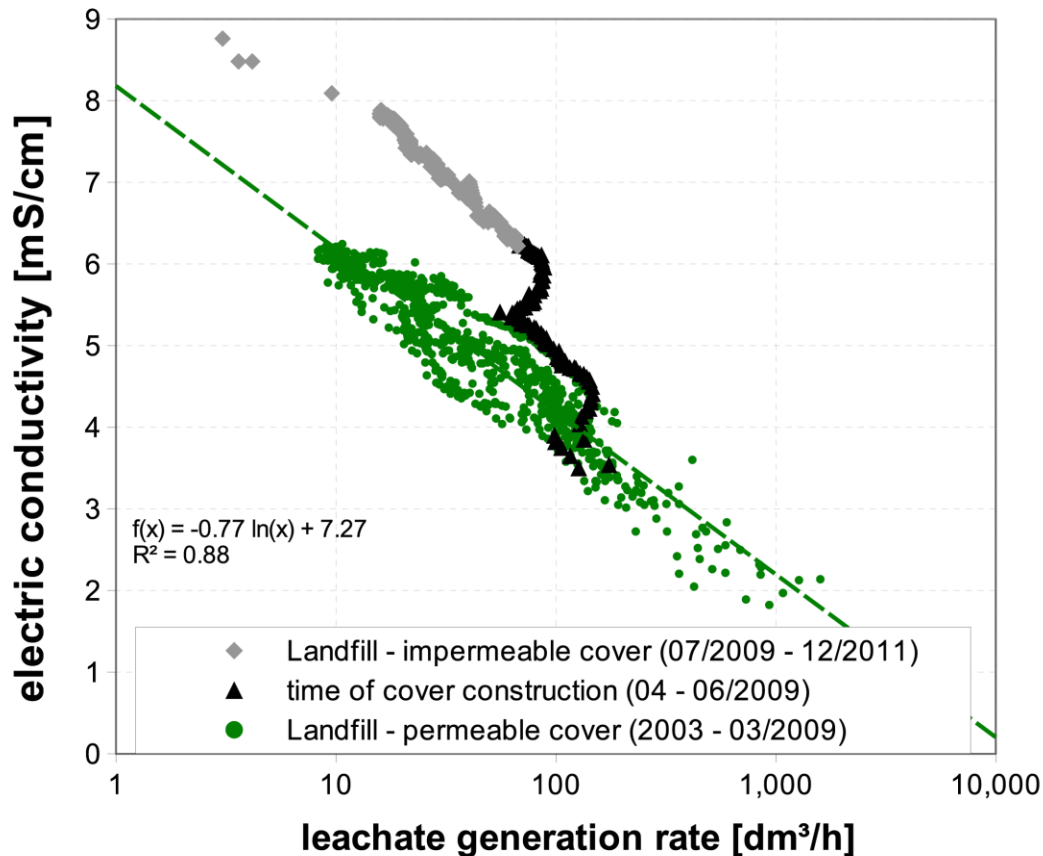
Niet alle componenten zijn goed gecorreleerd met de EC. Om de emissie van deze componenten te berekenen zijn een aantal aannames van belang:

- De belangrijkste aanname is dat de componenten in het percolaat alleen afkomstig kunnen zijn uit het afvalpakket omdat het regenwater in principe schoon is. Dit betekent dat de componenten van uit het immobiele water in het afvalpakket moeten diffunderen naar het mobiele water.
- Men kan ervan uitgaan dat alle componenten in het percolaat op een vergelijkbare manier uit het immobiele water zijn gediffundeerd en vervolgens zijn verdund;
- Voor een deel van de componenten zal het chemische gedrag niet worden beïnvloed door de verdunning, dit is de belangrijkste verklaring voor de correlatie met EC;
- Voor een aantal componenten leidt de verdunning met het regenwater wel degelijk tot chemische veranderingen.

Een aantal componenten zal om bovenstaande redenen slecht correleren met de EC. Voor deze componenten wordt het rekenkundig gemiddelde genomen.

Bijlage 5: Fluctuatie percolaat hoeveelheid en -kwaliteit

Het probleem dat ontstaat bij het meten van de concentraties om te toetsen is dat de concentraties in het percolaat zeer variabel zijn in de tijd en in de ruimte. Zo zal er in situaties met veel voorkeursstroming een de concentratie omgekeerd evenredig zijn met de percolaatflux. In dit geval zal bij hoge percolaat productiehoeveelheden de concentratie in het percolaat laag zijn door verdunning. De actuele emissie is dan laag. Omgekeerd zal er bij lage percolaat productiehoeveelheden de concentratie hoog zijn. Toch kan de actuele emissie in dit laatste geval laag zijn omdat de hoeveelheid percolaat die uitspoelt laag is. Figuur 1 geeft een voorbeeld van een dataset die wijst op een sterke mate van voorkeursstroming gemeten op de Breitenau stortplaats in Oostenrijk door Laner et al. [2011].



Figuur 1: Sterke aanwijzing voor voorkeursstroming gemeten op de Breitenau Stortplaats Oostenrijk [Laner et al. 2011].

In figuur 1 zijn gemeten waarden voor de elektrische geleidbaarheid uitgezet tegen de percolaat flux. De elektrische geleidbaarheid (EC) is een maat voor de totaal hoeveelheid in oplossing aanwezige componenten die geladen zijn. De EC is in het algemeen een goede maat voor de totale concentratie aan opgeloste stoffen in een oplossing.

Interpretatie

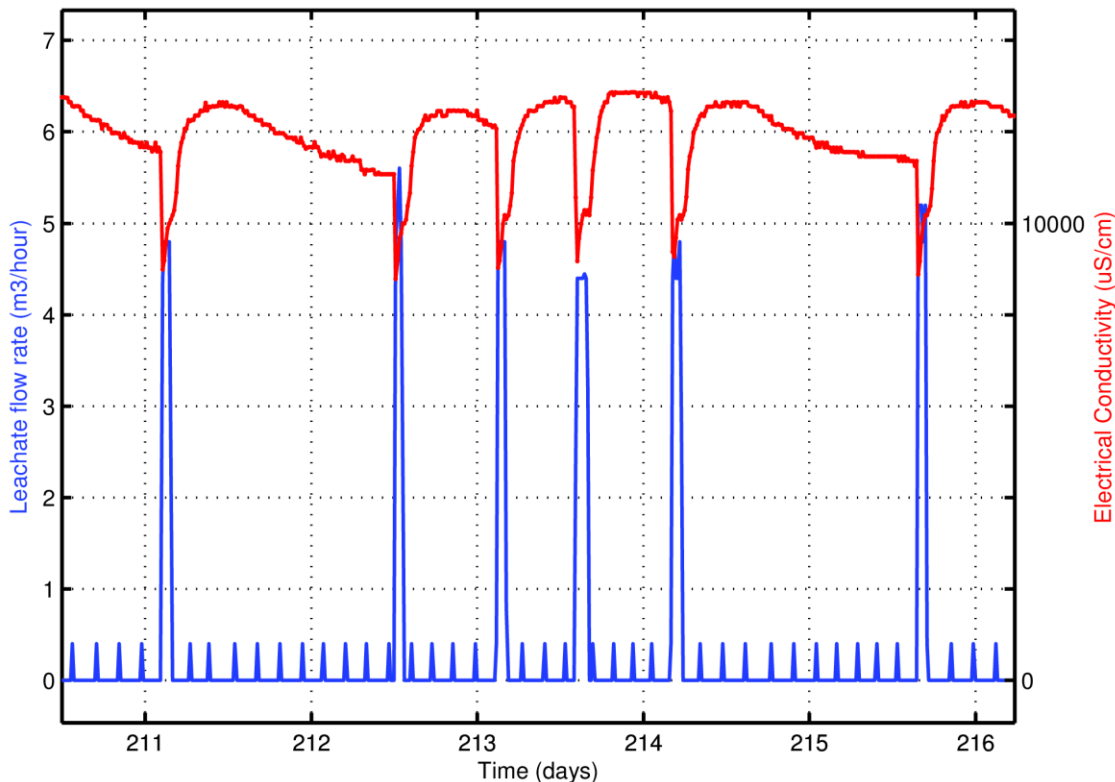
De emissie over een zeker tijdsinterval, Δt_i wordt bepaald door de hoeveelheid percolaat dat uitspoelt naar het grondwater en de concentratie in dit percolaat:

$$E_{j,i} = C_{j,i} F_{pi} \Delta t_i,$$

waarbij i is de tijdsinterval ($\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ in bijvoorbeeld uren) en $E_{j,i}$ is de emissie van component j gedurende dit tijdsinterval (in bijvoorbeeld kg). $C_{j,i}$ is de concentratie van component j in het percolaat (in bijvoorbeeld kg/liter), $F_{p,i}$ is de percolaat flux (in bijvoorbeeld liter per uur). De totale jaarlijkse emissie wordt berekend door de emissie van alle tijdsintervallen bij elkaar op te tellen. De flux gemiddelde concentratie (welke overeenkomt met de ETW) is dan te berekenen met:

$$C_{fgj} = \frac{\sum_i C_{j,i} F_{p,i} \Delta t_i}{\sum_i F_{p,i} \Delta t_i}$$

Om de consequenties van verschillende manieren van het berekenen van de emissie te berekenen wordt een deel van de dataset van geleidbaarheid en percolaatflux gemeten van 30 juli tot 4 augustus 2012 gebruikt. Deze gegevens zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Geleidbaarheid en percolaat pompflux gemeten op de Wieringermeer van 30 juli tot 4 augustus 2012.

De gegevens in figuur 2 zijn elke 15 minuten gemeten met een automatisch meetsysteem. De totale emissie van het begin van dag 211 (30 juli) tot en met dag 215 (3 augustus) is uit te rekenen met bovenstaande formule. De totale emissie van geleidbaarheid gedurende deze periode komt uit op 422.5 mS/cm. De flux gemiddelde concentratie die hierbij hoort is 9.9 mS/cm.

Een andere manier en op het oog eenvoudigere manier om de emissie te berekenen is door de rekenkundige gemiddelde concentratie te bepalen en deze te vermenigvuldigen met de jaarlijkse hoeveelheid percolaat:

$$C_{rgj} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{j,i}}{n}$$

en

$$E_{rgj} = C_{rekgemj} \sum (F_{p,i} \Delta t_i)$$

De gemiddelde concentratie kan dan direct worden vergeleken met de ETW. Een belangrijke aanname hierbij is dat de concentraties in het percolaat nauwelijks fluctueren. Voor de dataset in figuur 2 komt de rekenkundig

Eindrapport

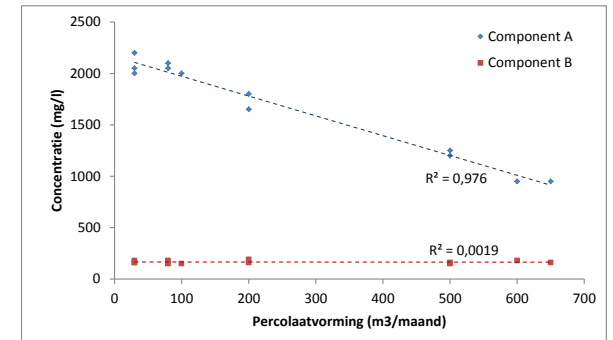
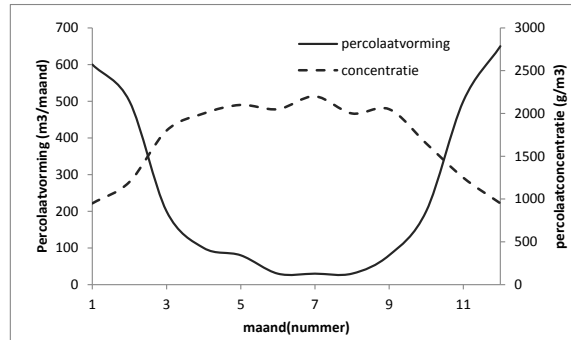
gemiddelde EC uit op 11.9 mS/cm en de emissie van geleidbaarheid op 507.2 mS/cm.

Als we de resultaten van beide methoden met elkaar vergelijken is te zien dat de rekenkundige methode de werkelijk emissie overschat en daardoor uitkomt op een hogere waarde voor de gemiddelde concentratie. Dit is te verklaren doordat bij de rekenkundige gemiddelde concentratie alle concentratie waarden meetellen, ook als er op dat moment geen percolaat wordt geproduceerd. Het verschil tussen beide methoden neemt toe naarmate er meer sprake is van voorkeursstroming.

Variaties op de rekenkundige gemiddelde methode zijn het gebruiken van andere statistieken die met de dataset zijn te berekenen. Veel gebruikte statistieken zijn de mediaan (de waarde dat precies tussen de twee gemeten uiterste waarden zit), de P90 (de waarde waaronder 90 % van de waarnemingen zich bevindt) of zelfs de P99 (de waarde waaronder 99% van de waarnemingen zich bevinden). In het algemeen wordt bij gebruik van de P90 en de P99 de overschatting van de werkelijke emissie groter.

Bijlage 6: Voorbeeld verwachte relatie percolaat hoeveelheden en stofconcentraties

flux	concentratie			
1,00	600	950	1000	562,5
2,00	500	1200	1000	562,5
3,00	200	1800	2000	93,75
4,00	100	2000	2000	93,75
5,00	80	2100	2000	93,75
6,00	30	2050	2000	93,75
7,00	30	2200	2000	93,75
8,00	30	2000	2000	93,75
9,00	80	2050	2000	93,75
10,00	200	1650	2000	93,75
11,00	500	1250	1000	562,5
12,00	650	950	1000	562,5
	3000	nat droog		2250
	2250			750



eerste tabel

	CA,1	q1	CA,1* q1/1000	CA,2	q2	CA,2* q2/1000	CA,3	q3	CA,3* q3/1000
	(m³/maand)	(mg/l = g/m³)	(kg/maand)	(m³/maand)	(mg/l = g/m³)	(kg/maand)	(m³/maand)	(mg/l = g/m³)	(kg/maand)
januari	950	600	570	510	840	428	1420	390	554
februari	1200	500	600	720	660	475	1740	340	592
maart	1800	200	360	1230	260	320	2760	130	359
april	2000	100	200	1050	130	137	2940	70	206
mei	2100	80	168	1090	100	109	2780	50	139
juni	2050	30	62	1360	40	54	3090	20	62
juli	2200	30	66	1130	40	45	3110	15	47
augustus	2000	30	60	1060	40	42	2940	20	59
september	2050	80	164	1080	110	119	2750	55	151
oktober	1650	200	330	840	170	143	2000	140	280
november	1250	500	625	830	670	556	1670	340	568
december	950	650	618	570	850	485	1210	430	520
totaal		3000	3822		3910	2913		2000	3536
gemiddeld	1683		1274	956		745	2368		1768

parameters randomizer

vergrotingsfactor	1,4
variabiliteit	20%
waarden	1186
	1783
	2415
	3089
	2638
	2650
	2957
	3234
	2989
	2572
	1975
	1505

tweede tabel

	CA,1	q1	CA,1* q1/1000	CB,1	q1	CB,1* q1/1000
	(m³/maand)	(mg/l = g/m³)	(kg/maand)	(m³/maand)	(mg/l = g/m³)	(kg/maand)
januari	950	600	570	180	600	108
februari	1200	500	600	150	500	75
maart	1800	200	360	160	200	32
april	2000	100	200	150	100	15
mei	2100	80	168	180	80	14
juni	2050	30	61,5	180	30	5
juli	2200	30	66	160	30	5
augustus	2000	30	60	160	30	5
september	2050	80	164	150	80	12
oktober	1650	200	330	190	200	38
november	1250	500	625	160	500	80
december	950	650	617,5	160	650	104
totaal		3000	3822		3000	493
gemiddeld	1683		1274	165		164