

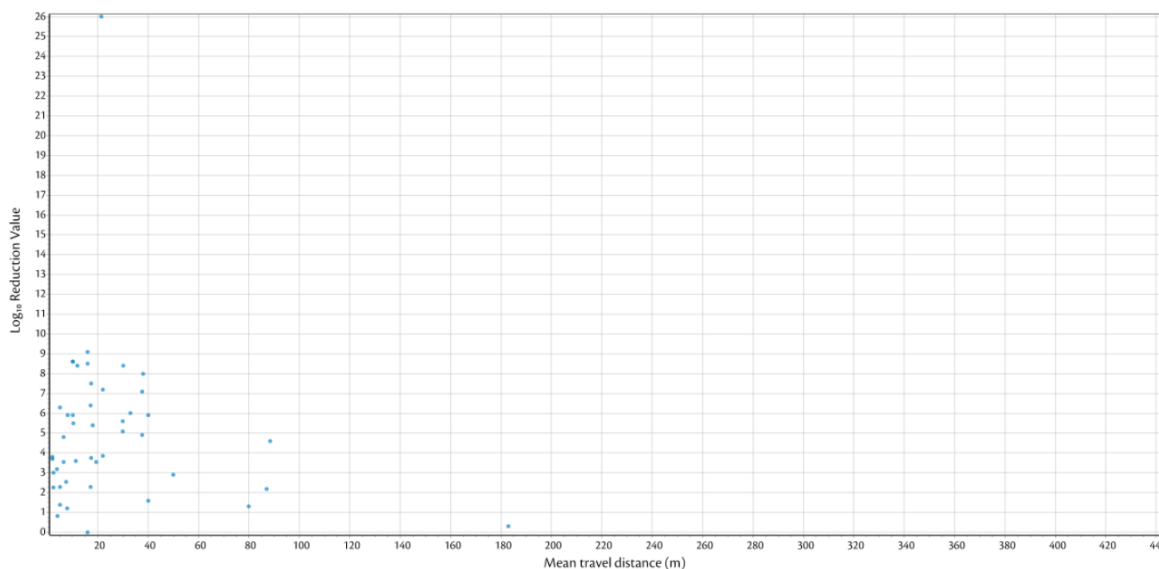
Proces	Bodempassage	Versie	1.0
Naam webtool	Soil Filtration	Datum	22-09-2020
		Status	Concept

Introductie bodempassage

Bodempassage is een filtratieproces dat bij alle onttrekkingen van water uit de ondergrond een rol speelt. In Nederland is dit voor de AMVD met name relevant voor oeverfiltratie, duinfiltratie, diepinfiltratie en kwetsbare grondwaterwinningen. Daarbij wordt het aantal pathogene micro-organismen gereduceerd door hechting van organismen aan bodemdeeltjes, afsterving gedurende de verblijftijd in de ondergrond en voor grotere organismen zeefwerking. Deze mechanismen zijn afhankelijk van een groot aantal aspecten waaronder:

- micro-organisme
 - o overleving in milieu
 - o grootte
 - o oppervlakte-eigenschappen (hechtingsefficiëntie)
 - o dichtheid
- bodem
 - o bodemmateriaal (vorm, oppervlakte-eigenschappen)
 - o korrelgrootte
 - o uniformiteit van de bodem
 - o de door de verontreiniging afgelegde weg (afstand van verontreinigingsbron tot onttrekking)
- grondwater
- water
 - o zuurstofgehalte/redox condities
 - o temperatuur
 - o organisch stofgehalte
 - o stroomsnelheid
 - o pH

In de webtool wordt de log-reductie weergegeven tegen de afstand door de bodem, omdat dit een belangrijke parameter is die sterker varieert tussen studies dan bijvoorbeeld de stroomsnelheid. Figuur 1 geeft een voorbeeld weer van de log-reductie van F-specifieke fagen door bodempassage.



Figuur 1 Voorbeeld log-reductie van alle f-specifieke fagen door bodempassage.

Toelichting webtool referentiedocument bodempassage

In het referentiedocument zijn alle log-reducties uit peer-reviewed literatuur opgenomen waarvoor de afstand en de verblijftijd of stroomsnelheid is vermeld. Overige genoemde condities zijn ook opgenomen indien in referenties vermeld. Dit is echter niet altijd het geval. In de webtool kunnen de volgende selecties worden gemaakt:

- micro-organisme op niveau (NB door de wijze van rapporteren is dit niet altijd taxonomisch correct):
 - o type (20/08/2020 nog niet beschikbaar)
 - o genus
 - o species

- strain
- Korrelgrootte range (20/08/2020 nog niet beschikbaar)
- Temperatuur range (20/08/2020 nog niet beschikbaar)
- Zuurstofgehalte (anoxisch, suboxisch, oxisch)
- Bodemtype (20/08/2020 nog niet beschikbaar)
- Watertype (20/08/2020 nog niet beschikbaar)

De geselecteerde gegevens geven in de grafiek een eerste indruk van de mate van reductie die kan worden bereikt. Door met de muis op een punt te wijzen krijgt u informatie over dat specifieke punt (afstand, log verwijdering en betreffende publicatie). Voor bodempassage is geen procesmodel opgenomen in de webtool, omdat de bestaande modellen te complex zijn om parameters automatisch uit de data af te leiden. (zie onder *Procesmodel*).

Boven de grafiek is weergegeven hoeveel gegevens (log-reducties) er zijn geselecteerd en uit hoeveel referenties deze afkomstig zijn. Naarmate de selectie specifieker wordt zal het aantal gegevens en daarmee de kennisbasis voor conclusies afnemen. Dit geeft inzicht in de mate van kennis over de inactivatie bij specifieke condities. Het is niet mogelijk om aan te geven hoeveel gegevens of referenties nodig zijn voor een betrouwbaar en eenduidig resultaat. Ervaring leert dat vanaf circa 5 referenties een redelijk duidelijk beeld ontstaat van de effectiviteit, maar dit is ook afhankelijk van de specifieke resultaten.

Onder de grafiek zijn de referenties opgenomen waar de geselecteerde gegevens uit afkomstig zijn. Deze bevatten een link (DOI) waarmee u de originele publicatie kunt opzoeken bij de uitgever. Een schijnbaar afwijkende studie kan uit de selectie worden gehaald door deze uit te vinken (20/08/2020 nog niet beschikbaar).

Via de knop "Export" kunt u de resultaten exporteren in een pdf bestand (20/08/2020 nog niet beschikbaar). Deze omvatten:

- de gemaakte selecties
- de grafiek met gegevens
- deze toelichting inclusief
 - belangrijke factoren die de effectiviteit beïnvloeden,
 - richtlijnen voor het implementeren van het zuiveringsproces,
 - de standaardselecties in het referentiedocument om reductie van indexpathogenen te bepalen voor de AMVD
 - hoe de gevonden reductie van indexpathogenen kunnen worden gebruikt in de AMVD
 - hoe de gevonden reductie in te voeren in QMRAspot.

Procesmodel

Voor bodempassage wordt vaak het colloïd-filtratiemodel gecombineerd met een inactivatiemodel. Bij experimenten kan niet direct worden bepaald of de reductie van het aantal organismen het gevolg is van filtratie (hechting aan de bodem) of afsterving. Daarom wordt afsterving onder de betreffende condities in aparte laboratoriumexperimenten bepaald. Daaruit wordt de afsterving tijdens het experiment geschat en zo kan het aandeel reductie door filtratieprocessen ook worden geschat. Vervolgens worden daaruit weer parameters afgeleid voor het colloïd-filtratiemodel. Doorgaans wordt hiervoor het model van Tufenkji gebruikt. Voor de Nederlandse situatie zijn modelparameters in diverse studies besproken. Hiervoor wordt verwezen naar de volgende publicaties:

- BTO-2018.014 Het effect van geochemische bodemcondities op de verwijdering van virussen door bodempassage.
- Schijven, J. F., S. Majid Hassanizadeh, and Ana Maria de Roda Husman. "Vulnerability of unconfined aquifers to virus contamination." *water research* 44.4 (2010): 1170-1181.
- Tufenkji, N. and Elimelech, M. (2004) Correlation equation for predicting single-collector efficiency in physicochemical filtration in saturated porous media. *Environ Sci Technol* 38(2), 529-536.

Een speciale situatie is het bepalen van de kwetsbaarheid van een grondwaterwinning waarvoor onder andere wordt bepaald op welke minimale afstand een riool van een winning moet liggen. Hiervoor wordt de reductie van virussen door bodempassage bepaald. De wijze waarop dit kan worden gedaan is omschreven in het richtsnoer AMVD. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden, zoals het modelleren van verwijdering over stroombanen die de drinkwaterbedrijven met geohydrologische modellen bepalen of een meer globale tool zoals QMRAwell dat door RIVM wordt ontwikkeld.

Resultaten van dergelijke modellen kunnen worden vergeleken met de gegevens in het referentiedocument, als check of de schattingen met de modellen realistisch zijn. De keuze van parameterwaarden in een model kan een grote invloed hebben op de geschatte reductie. Door te vergelijken met 'echte' gemeten reductie kunnen bevindingen worden bevestigd of weerlegd.

Standaard selecties voor de AMVD

Onderstaande selecties worden voorgesteld voor het bepalen van de reductie van de diverse indexpathogenen in de AMVD. Voor de parameters kan een exacte waarde, een bereik of een ander criterium worden opgegeven. Een aantal selecties is afhankelijk van de specifieke situatie waarvoor de AMVD wordt

RefdocQMRA Toelichting bodempassage V1.0 20201030

opgesteld en dient door de gebruiker te worden gekozen. Hiervoor is aangegeven hoe groot de spreiding (range) van de selectie mag zijn. Hoe specifieker de condities, hoe minder gegevens beschikbaar zullen zijn. De keuzes zullen daarom steeds situatie-specifiek zijn en afhankelijk van de hoeveelheid gegevens.

Data selection			
Index pathogen	Cryptosporidium	Species	Strain
Type	Parasite		
Genus	Bacillus Clostridia Clostridium Protozoa	ALL	ALL
Grain size	<i>Select local condition</i>	mm	range < 0.2
Temperature	<i>Select local condition</i>	°C	range < 5
Water type	Backwash recycle water; drinking water, laboratory water, ground water, surface water, tap water		
Results			
Remarks:			

Data selection			
Index pathogen	enterovirus	Species	Strain
Type	Virus Phage		
Genus	Background phage Enteric virus F-specific phage Poliovirus Somatic Coliphage	ALL	ALL
Grain size	<i>Select local condition</i>	mm	range < 0.2
Temperature	<i>Select local condition</i>	°C	range < 5
Water type	Backwash recycle water; drinking water, laboratory water, ground water, surface water, tap water		
Results			
Remarks:			

Data selection			
Index pathogen	Giardia	Species	Strain
Type	Parasite		
Genus	Bacillus Clostridia Clostridium Protozoa	ALL	ALL
Grain size	<i>Select local condition</i>	mm	range < 0.2
Temperature	<i>Select local condition</i>	°C	range < 5
Water type	Backwash recycle water; drinking water, laboratory water, ground water, surface water, tap water		
Results			
Remarks:			

Data selection			
Index pathogen	Campylobacter	Species	Strain
Type	Bacteria		
Genus	Escherichia Fecal coliforms Total coliforms	ALL	ALL
Grain size	Select local condition	mm	range < 0.2
Temperature	Select local condition	°C	range < 5
Water type	Backwash recycle water; drinking water, laboratory water, ground water, surface water, tap water		
Results			
Remarks			

GENERAL FINDINGS FROM REVIEWS:

<i>Geochemical conditions can impact reduction</i>	BTO-2018.014 Het effect van geochemische bodemcondities op de verwijdering van virussen door bodempassage
--	---

TOELICHTING IN HET KADER VAN DE AMVD

Randvoorwaarden

- Infrastructuur en bescherming van winning van geïnfiltreerd water moet aan dezelfde eisen voldoen als winning van grondwater.
- De bodemopbouw moet bekend zijn, met name bevestiging dat 'kortsluitstromingen', bijvoorbeeld door grindlagen of verstoring van de ondergrond, niet aanwezig zijn

Opmerkingen

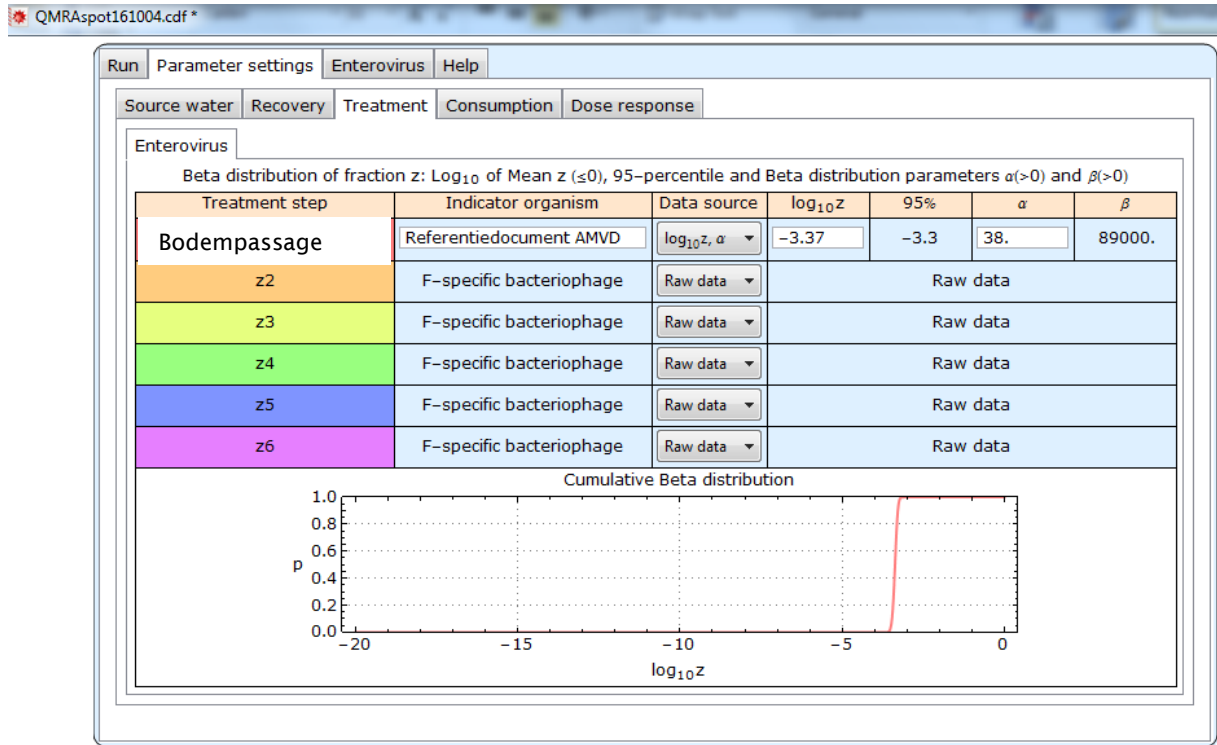
Bodempassage is een zeer effectief en robuust proces voor de reductie van het aantal pathogenen in de ondergrond. Echter, het exact bepalen of voorspellen van de effectiviteit van de bodem is complex en doorgaans maatwerk per locatie. Het referentiedocument is in dit kader bedoeld om een overzicht te geven van de kennis die aanwezig is uit metingen op diverse locaties. Daarmee kunnen bevindingen uit specifieke onderzoeken worden getoetst.

Invoeren in QMRAspot

Voor het uitvoeren van de risicoanalyse in de AMVD kan QMRAspot worden gebruikt. Effectiviteit uit de literatuur kan daarin onder het tabblad 'Treatment' worden ingevoerd als parameters van een Bèta verdeling met de parameters α en β . Het referentiedocument geeft, na selectie van de voorgeschreven organismen en condities, een schatting van de inactivatie onder specifieke condities.

De log-reductie voor een specifieke locatie zal doorgaans niet alleen vanuit het referentiedocument worden bepaald, maar ook volgen uit ander onderzoek. Hieronder is aangegeven hoe de bepaalde log-reductie in QMRAspot kan worden ingevoerd.

In QMRAspot kan voor de betreffende zuiveringsstap " $\log_{10}Z, \alpha$ " worden gekozen. Onder " $\log_{10}Z$ " vult men de log-verwijdering in als negatief getal (let op het min teken). Vervolgens kan met 'trial and error' een waarde voor α worden ingevuld zodanig dat het 95 percentiel (95%) overeen komt met de door het referentiedocument aangegeven onzekerheid. (NB. het 95 percentiel is met één decimaal weergegeven in QMRAspot zodat de schatting van α niet exact kan worden gemaakt). Dit resulteert in onderstaand voorbeeld voor UV desinfectie, maar dat op dezelfde wijze kan worden ingevoerd voor bodempassage.



Figuur 2 Screenshot van handmatige invoer van effectiviteit zuivering in QMRAspot.

In de QMRAspot rapportage resulteert dit in onderstaande beschrijving van de effectiviteit:

z1

Referentiec

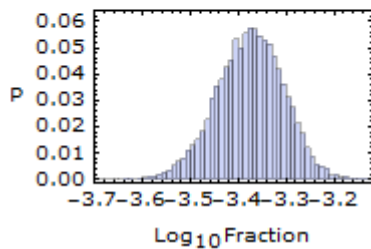
disinfection

Histogram of Monte Carlo samplings of treatment distribution

Bodempassage

UV disinfection

Distribution parameters set



Unpaired beta model		
α	38.	
β	89000.	
	x	logx
Mean	0.00043	-3.4
5%	0.00032	-3.5
Median	0.00042	-3.4
95%	0.00054	-3.3

Figuur 3 Voorbeeld van handmatig ingevoerde reductie van pathogeen in rapportage van QMRAspot.