

CONCEPT

Deltares

Uitloging vanuit TGG naar kwelsloot

nieuwe zeedijk bij Perkpolder



 enabling delta life

Uitloging vanuit TGG naar kwelsloot
nieuwe zeedijk bij Perkpolder

Auteur(s)

Uitloging vanuit TGG naar kwelsloot
nieuwe zeedijk bij Perkpolder

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Programma's Projecten en Onderhoud
Contactpersoon	[REDACTED]
Referenties	Zaaknummer 31126220, MS4
Trefwoorden	Thermisch Gereinigde Grond, kwel, droogte, uitloging, bromide-chloride verhouding, arseen

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	01-05-2020
Projectnummer	11203217-006
Document ID	11203217-006-BGS-0004
Pagina's	204
Status	concept Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

Auteur(s)

[REDACTED]	[REDACTED]
------------	------------

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.1	[REDACTED]	[REDACTED]		

Samenvatting

In de nieuwe zeedijk bij Perkpolder is Thermisch Gereinigde Grond (TGG) toegepast. De TGG bevat diverse milieuvreemde diverse stoffen en voldeed achteraf niet aan de eisen voor een Grootschalige Toepassing in de Bodem. Door middel van een langjarig monitoringsprogramma worden de effecten van deze stoffen op de omgeving gemonitord.

Als signaalparameter voor uitlogend water uit de TGG is de verhouding bromide-chloride vastgesteld. Tijdens de oppervlaktewatermeting bij O8 in de kwelsloot naast de dijk is in januari een verhoogde waarde vastgesteld (circa 0.008 g/g), en deze verhouding is hoger dan de verhouding in zeewater (0.0035 g/g). Als vervolg op deze constatering is daarom nader onderzoek uitgevoerd om vast te stellen of dit over de gehele kwelsloot het geval was en om mogelijke oorzaken te identificeren. Bovendien is ter ondersteuning van de interpretatie een hydrologische analyse van de kwelsloot uitgevoerd.

De resultaten van het nader onderzoek laten zien dat de hoogst gevonden waarde inderdaad aanwezig is bij O8 in de zuidelijke kwelsloot. Deze hoge waarde kan waarschijnlijk toegeschreven worden aan een niet afgedopte drainagebuis waarmee drainagewater afkomstig van de TGG direct de kwelsloot instroomde. Als maatregel is deze drainage (D8) daarom vervolgens afgedopt. De verhoogde waarde en de bijbehorende hoge chloride en bromide gehalten waren mede goed meetbaar omdat gemeten is in een periode van droogte waardoor verdunning met regenwater uiterst beperkt was. In deze periode bestond niet alleen de kwel geloosd vanuit de aanwezige kwelvoorziening volledig uit zout water, maar ook de toestroom bovenstrooms afkomstig van de - eveneens kwelgevoelige- Westelijke Perkpolder.

Aanbevolen wordt om:

- In de volgende monitoringsronde te beoordelen of de bromide-chlorideverhouding inderdaad verlaagd is als gevolg van het afdoppen van de drainagebuis.
- Het meetpunt B7 in de reguliere bemonstering mee te nemen, gezien de hoge arseengehaltes.
- Op een moment dat net gemaaid is nogmaals een schouw uit te voeren of nog meer niet-afgedopte drainagebuizen aanwezig zijn, met drainagewater afkomstig uit de zeedijk.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
2	Hydrologie kwelsloot	7
3	Experimenteel gedeelte	10
4	Resultaten	12
5	Conclusies en aanbevelingen	14
	Bronnen	15
A	Veldgegevens en profielen	16
B	Ionchromatografie	17
C	ICP-OES van drainage	18
D	Resultaten grondwater en regelput kwelscherm	19

1 Inleiding

In de nieuwe zeedijk bij Perkpolder is Thermisch Gereinigde Grond (TGG) toegepast. Onderzoek in de periode 2017-2018 (Deltares, 2019) gaf aan dat daarbij uitloging van stoffen afkomstig van de TGG optrad naar het ondiepe grondwater direct onder de dijk. Uitloging naar de kwelsloot trad tevens op, maar leidde niet tot een meetbare wijziging van de waterkwaliteit in de kwelsloot. De verhouding tussen bromide en chloride werd geïdentificeerd als een belangrijke indicator van uitloging.

In 2020 is een langjarig monitoringsprogramma gestart (Deltares, 2020), waarbij onder andere de chemische samenstelling van grondwater, oppervlaktewater (waaronder de kwelsloot) en waterbodem is gemeten. Daarbij is, bij de eerste monitoringsronde (in januari 2020), op de locatie O8 in de kwelsloot een verhoogde bromide-chloride-verhouding vastgesteld. Vervolgens heeft Rijkswaterstaat aan Deltares gevraagd om:

- Vast te stellen of dit over de gehele kwelsloot het geval was.
- Mogelijke oorzaken te identificeren.
- Hydrologische analyse van de kwelsloot uit te voeren.

Daartoe zijn in mei 2020 watermonsters genomen uit de kwelsloot, en uit het gebied bovenstrooms en benedenstrooms daarvan. Tevens is het ondiepe grondwater in peilfilters direct naast de kwelsloot bemonsterd. In deze rapportage worden de meetresultaten besproken.

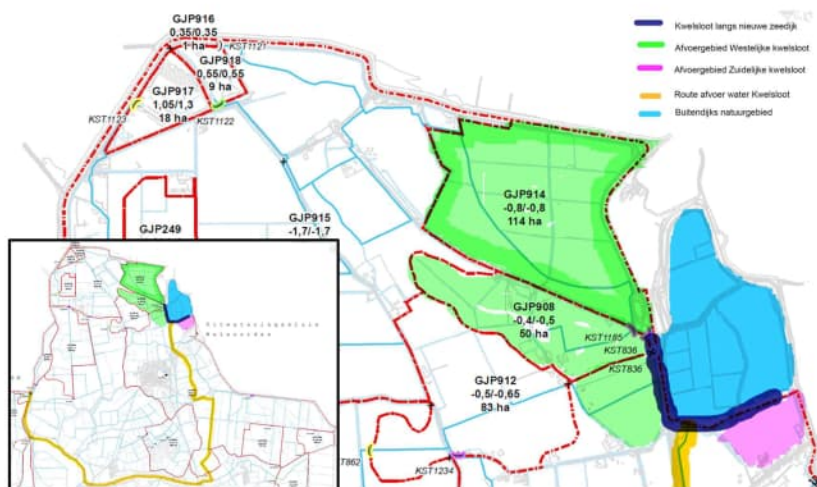
2 Hydrologie kwelsloot

Bij de nieuwe zeedijk ligt binnendijs een kwelsloot¹. Deze kwelsloot behoort tot het noordelijk deel van Peilgebied GJP903. (Waterschap Scheldestromen, 2016)

De westelijke kwelsloot loopt parallel aan de nieuwe zeedijk in Deelgebied C en wordt gevoed door het peilgebied Westelijke Perkpolder (GJP914), het ten zuiden van de Oostelijke Perkpolder gelegen peilgebied (GJP908) en de landbouwpercelen die direct aan de kwelsloot zijn gelegen. Het totale afwaterende oppervlak is daarmee 197 ha.

De zuidelijke kwelsloot loopt parallel aan Deelgebied A van de nieuwe zeedijk en wordt alleen door het direct daaraan gelegen landbouwperceel gevoed van 8 hectare. De basisgegevens van de peilgebieden zijn weergegeven in [Tabel 1](#)[Tabel 4](#). De ligging van de gebieden is weergegeven in [Figuur 1](#)[Figuur 4](#).

De afwatering van beide kwelsloten (Figuur 1) vindt plaats in de zuidwesthoek en loopt via gemaal Dreefken, via natuurgebied De Vogel uiteindelijk naar uitwateringsgemaal Campen (Waterschap Scheldestromen, 2016).



Figuur 1. Afwaterend oppervlak (groen) via kwelsloot (donker blauw), en route afwatering naar Westerschelde (inzet, route in geel). Het ontpolderde gebied is weergegeven in licht blauw.

¹ TGG is ook toegepast aan de noordzijde van het Veerplein (Deelgebied D), maar hier is geen kwelsloot aanwezig.

Tabel 1. Karakteristieken van peilgebieden die (gedeeltelijk) afwateren op de kwelsloot.

Peilgebied	Oppervlak [ha]	Afwaterend oppervlak (westelijke kwelsloot) [ha]	Afwaterend Oppervlak (zuidelijke kwelsloot) [ha]	Zomerpeil/ Winterpeil [m NAP]	Voornaamste Waterregulerend kunstwerk
GJP903	1297	33	8	-0,9/-1,1	KST700 Stuw Dreefken
GJP908	50	50	0	-0,4/-0,5	KST1185
GJP914	114	114	0	-0,8 ² -0,8	KST836
Totaal		197	8		

In beide delen van de kwelsloot is een kwelvoorziening aanwezig waarmee de kweldruk wordt verminderd. De kwelvoorziening zorgt dat de zoetwaterbel in de ondergrond van het landbouwgebied zich optimaal kan ontwikkelen. De regelputten van dit kwelscherm wateren af in de kwelsloot bij hoogwater. Bij laag water (30-40% van de tijd) zal een gedeelte hiervan terugstromen het watervoerende pakket in. Het totale debiet dat de kwelsloot instroomt is 210 m³/dag in beide delen, het bij eb terugstromend debiet wordt geschat op 50 m³/dag (Centre of Expertise Delta Technology (COE), 2019).

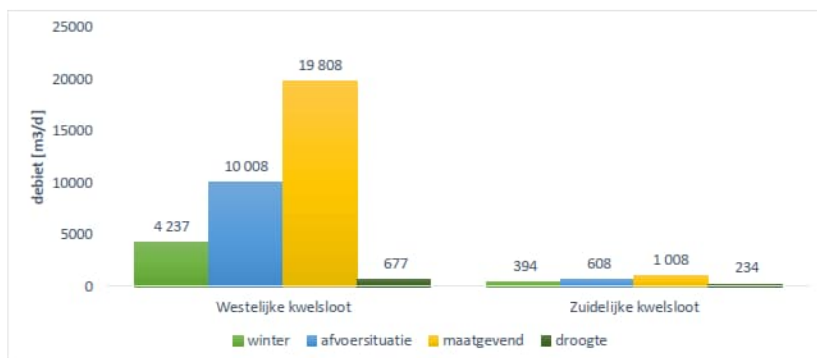
Commented [1]:

Commented [2R1]: Zin loopt niet lekker, dus in het grondwater

De verblijftijd van water in de kwelsloten is sterk afhankelijk van de neerslag. Hiervoor worden vier scenario's onderscheiden: de wintersituatie (2 mm/dag), de afvoersituatie (5 mm/dag), de maatgevende situatie (10 mm/dag) en de droogtesituatie (uitsluitend kwel). De eerste drie scenario's zijn afkomstig uit het Hydrologisch Onderzoeksrapport Campen (Waterschap Scheldestromen, 2016), terwijl het laatste scenario (waarin geen instroom van regenwater is) passend is voor de situatie tijdens de monstername³. Aangezien de kweldruk in al deze scenario's vergelijkbaar zal zijn, is de invloed van zoute kwel in de periodes van droogte groter dan wanneer deze door vermenging met regenwater wordt verdund.

Commented [3]: En dus kwelwater uit de voorziening zoetwaterbel bij hoogwater?

Een overzicht van de bijdrage van de debieten bij verschillende afvoerscenario's in beide kwelsloten is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Belasting van de kwelsloot door i) bovenstroomse aanvoer en ii) aanvoer/afvoer via de kwelvoorziening in 4 verschillende afvoerscenario's.

² Tijdens de meting: -0.58 m -NAP

³ Deze is gebaseerd op een kruinhoogte van 1,5 cm en een stuwbreedte van 1,5 m. De debietberekening is gebaseerd op de door het Waterloopkundig Laboratorium Wageningen beschreven wijze (Boiten, 1981)

In deze figuur is duidelijk te zien dat tijdens droogte de debieten sterk afhankelijk zijn van kwelwater dat via de kwelvoorziening wordt onttrokken aan de ondergrond en naar de kwelsloot wordt aangevoerd, aangezien het dan een groot gedeelte afkomstig is van de kwelvoorziening (ca 30%). In de wintersituatie is die bijdrage zeer veel kleiner (5%). De zuidelijke kwelsloot wordt bij droogte volledig door de kwelvoorziening gedomineerd, en zelfs onder maatgevende omstandigheden nog voor ca 20%.

Commented [4]: ???de voorziening werkt toch alleen bij hoogwater zie eerder

Commented [5]: Via de kwelvoorziening (die alleen werkt bij hoogwater of gewoon natuurlijke zoute kwel

Buiten deze bijdrages, zal er ook uitlogging vanuit de TGG via het zand direct onder de TGG plaatsvinden. De bijdrage daarvan is in debieten echter erg klein. Bovendien komt een aantal drainagebuizen uit het hooggelegen landbouwgebied in peilgebied GJP908 uit op de westelijke kwelsloot. De hoeveelheid is afhankelijk van de neerslag in het betreffende landbouwperceel en is dus al meegenomen in bovenstaande scenario's. De locaties (X, Y-coördinaten) en hoogte (Z-coördinaat) van de drains is in [Tabel 2](#)[Tabel-3](#) weergegeven.

Tabel 23. Drainages afkomstig uit het landbouwgebied, en afwaterend op de kwelsloot

Naam	X	Y	Z [m NAP]	Bron	Uitstroom
D20	59655	378806	-0.343	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Bovenstrooms bij stuw KST836 (GJP914)
D3.1	59673	378790	-0.552	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.2	59670	378794	-0.624	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.3	59677	378782	-0.685	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.4	59679	378776	-0.717	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.5	59696	378717	-0.514	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.6	59705	378684	-0.562	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)
D3.7	59706	378682	-0.685	Landbouwgebied in peilgebied GJP908	Westelijke Kwelsloot (GJP903)

Indien de waterpeilen worden aangehouden conform het peilbesluit (in de zomer 0.9 m-NAP en in de winter 1.1 m-NAP in GJP 903) dan liggen deze drainages minimaal 18 centimeter boven de waterspiegel.

3 Experimenteel gedeelte

Op 7 mei 2020 zijn extra watermonsters genomen van het water uit de kwelsloot, direct bovenstrooms daarvan, en benedenstrooms (Tabel 3 Tabel-3 en Figuur 3 Figuur-2). Op deze locaties is de waterdiepte, slibdiepte, pH, geleidbaarheid (een maat voor het zoutgehalte) en temperatuur bepaald (Bijlage A).

In het laboratorium is vervolgens bij Deltares geanalyseerd met ionchromatografie voor het bepalen van het gehalte aan lithium, natrium, kalium, calcium, magnesium, chloride, sulfaat, bromide en fluoride. De meetresultaten zijn weergegeven in Bijlage B. Vervolgens is op 28 mei 2020 op een vijftal locaties direct naast de kwelsloot (ondiep) het grondwater bemonsterd door Antea als onderdeel van de reguliere bemonsteringsronde 2. Tevens zijn op die datum een tweetal oppervlaktewatermonsters genomen en is een drain bemonsterd met water afkomstig van onder de dijk, is het debiet bepaald en is de drainagebuis met zwelklei afgedopt. De rapportage van het grondwater vindt plaats als onderdeel van de bemonsteringsrapportage 2. De resultaten worden voor zover relevant wel hier besproken en zijn weergegeven in Bijlage D.



Figuur 3. Meetlocaties voor grond- en oppervlaktewater.

Commented [6]: figuur met ook O50.3 en O55 volgt

Voor de monitoring zijn de volgende meetpakketten gebruikt:

Meetpakket 1 (oppervlaktewater en drain, zie bijlage B)

lithium, natrium, kalium, calcium, magnesium, chloride, sulfaat, bromide, fluoride

Meetpakket 2 (grondwater, zie bijlage D)

Antimoon (Sb), Arseen (As), Barium (Ba), Cadmium (Cd), Chroom (Cr), Kobalt (Co), Koper (Cu), Kwik (Hg), Nikkel (Ni), Molybdeen (Mo), Lood (Pb), Seleen (Se), Tin (Sn), Vanadium (V), Zink (Zn), chloride, bromide, sulfaat, fluoride;

Meetpakket 3 (drain, metalen, zie bijlage C)

Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Se, Si Sr, Ti, V, Y, Zn en Zr).

Een overzicht van de meetlocaties is weergegeven in Tabel 3.

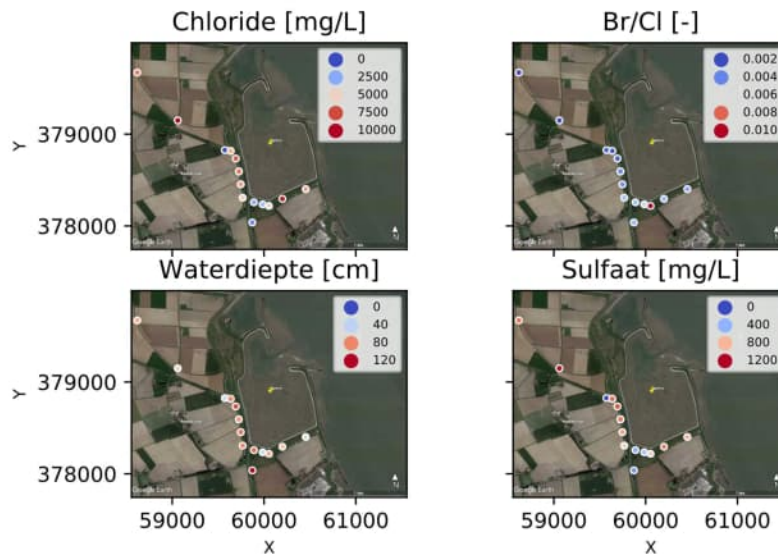
Tabel 3. Oppervlaktewater- en grondwaterbemonsteringslocaties

Monsternaam	Type	Peilgebied	X	Y	Meetpakket
O20.2	Oppervlaktewater bovenstrooms (Westelijke Perkpolder)	GJP914	59573	378826	1
O20	Oppervlaktewater bovenstrooms (Westelijke Perkpolder)	GJP914	58619	379671	1
O25	Oppervlaktewater bovenstrooms, bij stuw naar GJP914 (KST1185)	GJP908	59060	379149	1
O3.2	Oppervlaktewater bovenstrooms, bij stuw naar westelijke kwelsloot (KST836)	GJP914	59637	378817	1
O3.3	Oppervlaktewater westelijke kwelsloot	GJP903	59693	378734	1
O3 ⁴	Oppervlaktewater westelijke kwelsloot	GJP903	59726	378594	1
O3.4	Oppervlaktewater westelijke kwelsloot	GJP903	59747	378454	1
O3.5	Oppervlaktewater westelijke kwelsloot	GJP903	59768	378307	1
O8.2	Oppervlaktewater zuidelijke kwelsloot	GJP903	59889	378258	1
O8.3	Oppervlaktewater zuidelijke kwelsloot	GJP903	59985	378235	1
O8	Oppervlaktewater zuidelijke kwelsloot	GJP903	60053	378218	1
O8.4	Oppervlaktewater zuidelijke kwelsloot	GJP903	60200	378295	1
O8.5	Oppervlaktewater zuidelijke kwelsloot	GJP903	60454	378402	1
O50.2	Oppervlaktewater benedenstrooms	GJP903	59872	378038	1
O50.3	Oppervlaktewater; zijarm benedenstrooms	GJP903	59848	378167	1
O50	Oppervlaktewater benedenstrooms	GJP903	59936	377576	1
O55	Oppervlaktewater, Poeltje	GJP903	59870	378232	1
O60	Oppervlaktewater benedenstrooms (afwaterend gemaal)	GJP903	61087	373523	1
B1.1 (2,50-3,50)	Ondiep grondwater direct naast westelijke kwelsloot	GJP903	59739	378554	1
B7 (2,0-3,0 -mv)	Ondiep grondwater direct naast westelijke kwelsloot	GJP903	59764	378392	2
B8 (3,5-4,5 -mv)	Ondiep grondwater direct naast zuidelijke kwelsloot	GJP903	60051	378237	2
B9 (4,0-5,0 -mv)	Ondiep grondwater direct naast zuidelijke kwelsloot	GJP903	60292	378337	2
B10 (3,0-4,0 -mv)	Ondiep grondwater direct naast zuidelijke kwelsloot	GJP903	60477	378407	2
B11 (1,5-2,5 -mv)	Ondiep grondwater direct naast westelijke kwelsloot	GJP903	59718	378672	2
D8	Drainage aangebracht onder de TGG	GJP903	59926	378249	1 en 3
DP4	Regelput kweivoorziening	GJP903	59724	378562	2

⁴ Ter beoordeling van de variatie is op deze locatie drie maal een meting uitgevoerd

4 Resultaten

De meetresultaten voor het oppervlaktewater zijn weergegeven in Bijlage A en B. De meest relevante parameters zijn weergegeven in [Figuur 4](#) [Figuur-3](#).



Figuur 4. Chloride, bromide-chloride-verhouding, waterdiepte en sulfaatgehalte in het oppervlaktewater

Het hoge zoutgehalte (zowel chloride als sulfaat) in de Westelijke Perkpolder is opvallend en wordt verklaard door de droogte, waardoor de toevoer vrijwel volledig wordt veroorzaakt door (zoute) kwel die in de gehele westelijke Perkpolder voorkomt (Deltares, 2014; Witteveen+Bos, 2009). Dit zoutgehalte is vergelijkbaar met het zoutgehalte van de kwel die via de kwelvoorziening in de kwelsloot terecht komt (ca 12000 mg/L, zie bijlage D). Over de lengte van de westelijke kwelsloot neemt het zoutgehalte van noord naar zuid (in de stroomrichting) af. Dit zou een tijdsafhankelijk beeld kunnen zijn (waarbij het zoete water afkomstig uit eerdere periodes zich als een prop door het systeem verplaatst), maar is wellicht ook veroorzaakt door uitwisseling met de zoetwaterbel in de ondergrond van de aanwezige kreekrug, die in de zuidwesthoek direct bij de kwelsloot ligt (Deltares, 2020a).



Figuur 5. Bromide-chlorideverhouding in oppervlaktewater en regelput kwelscherm (boven), en in grondwater direct naast de kwelsloot (onder)

De bromide-chloride-verhouding (bij verhoging een signaalverhouding voor TGG) is rond de te verwachten waarde voor zeeewater (0.0035 g/g). In de kwelsloot is deze iets verhoogd (ca 0.0045 g/g). Ter hoogte van monsterpunt O8 is de verhoging sterker (0.087 g/g). Nadere analyse toonde daar de aanwezigheid aan van een drainagebuis. Deze drainagebuis (D8) is waarschijnlijk onderdeel van de drainage die bij de aanleg van de dijk elke 50 meter is aangelegd (Van Oord, 2016). Het drainagewater heeft eveneens een sterk verhoogde bromide-chloride ratio (0.13 g/g), die vergelijkbaar is met het grondwater in de omgeving (B8). Het grondwater in B7 (westelijke kwelsloot) en B9 (zuidelijke kwelsloot) heeft geen verhoogde bromide-chloride waarde en wordt derhalve waarschijnlijk niet door TGG beïnvloed.

Het uitstroombdebit van de drainagebuis D8 bedraagt 0,3 m³/dag, wat overeenkomt met circa 1.2 % van het totale debiet in de Zuidelijke Perkpolder bij droogte. In een ideaal gemengd systeem zou de bromide-chloride verhouding als gevolg van de drain daarmee nauwelijks stijgen (tot 0.0036). Er is dus mogelijk nog steeds invloed van uit de TGG uitlopende stoffen dat voornamelijk via de zanddrainage onder de TGG naar de kwelsloot stroomt, of van andere niet afgedopte drainageleidingen in de zuidelijke kwelsloot. Een andere denkbare verklaring voor de verhoogde waarde is de locatie van het monsterpunt O8, dat zeer dicht bij de drain gelegen is, waardoor de beïnvloeding optreedt. De derde reguliere bemonsteringsronde (september 2020) kan hierover uitsluitsel bieden, aangezien dan de invloed van de drain (3 maanden na het afdoppen) afwezig is⁵.

In het grondwater is op diverse locaties arseen aanwezig. Deze stof is van nature in zout-zoete overgangsgebieden in hogere waarden aanwezig, maar ook aanwezigheid van de TGG leidt tot een verhoging. Van de onderzochte peilbuizen wordt bij B11 de interventiewaarde overschreden. Voor een verdere analyse van de ontwikkeling van arseen wordt verwezen naar de jaarrapportage 2020 (in voorbereiding), waarin de trends over de afgelopen jaren zijn beschreven.

⁵ De interpretatie zal het makkelijkst zijn als de droge periode aanhoudt, aangezien anders vanwege verdunning door regenval de conclusies in het oppervlaktewater beperkt zijn.

Commented [7]: alle meetpunten idem vorige keer ca deze waarde behalve O8

Commented [8]: ??? factor 10 hoger dan vorige keer ,check factor 10 was bij)O8 1* 0,0076!!

Commented [9]: Ligt inderdaad wel wat verder weg twijfel

Commented [10]: Nieuwe dus Net als in de vorige ronde bij B3 en was het B15 kan overzicht ff niet vinden

5 Conclusies en aanbevelingen

Verhoogde bromide-chloride-verhoudingen zijn een signaal dat de waterkwaliteit beïnvloed wordt door de aanwezigheid van de thermisch gereinigde grond (TGG) en uitlogend water. Bij locatie B8 in de zuidelijke kwelsloot is dat inderdaad het geval. De oorzaak ligt waarschijnlijk in een niet afgedopte drainagebuis. Als dat het geval is, is de oorzaak hiermee ook weggenomen door het afdoppen van deze buis. Arseen -hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit de TGG- is aanwezig in het ondiepe grondwater ter plaats van B11 in de westelijke kwelsloot. Of de lichte verhoging van de arseengehaltes in de kwelsloot daar ook toe te schrijven is, kan alleen beantwoord worden door analyse van de fluctuatie van de arseenconcentratie in het oppervlaktewater in de afgelopen jaren. De hoge zoutgehaltes in de kwelsloot worden veroorzaakt door zoute kwel afkomstig uit het de bovenstrooms gelegen Westelijke Perkpolder (via het oppervlaktewater) en afkomstig van opwellend water (direct richting kwelsloot, als door de kwelvoorziening).

Om uit te sluiten dat meer niet-afgedopte drainagebuizen aanwezig zijn, wordt aangeraden hierop een inspectie te doen op het moment dat net gemaaid is. Ook is het raadzaam om na de 3^e reguliere monitoringsronde te analyseren of het afdoppen van de drainage inderdaad heeft geleid tot een verlaging van de bromide-chloride-verhouding bij O8. Conclusies hierover zijn echter alleen te trekken indien de meting plaatsvindt na een periode van droogte.

Peifilter B11 wordt op dit moment niet gemonitord. Aangeraden wordt om deze locatie -gezien de hoge arseengehaltes- op te nemen in de reguliere monitoring.

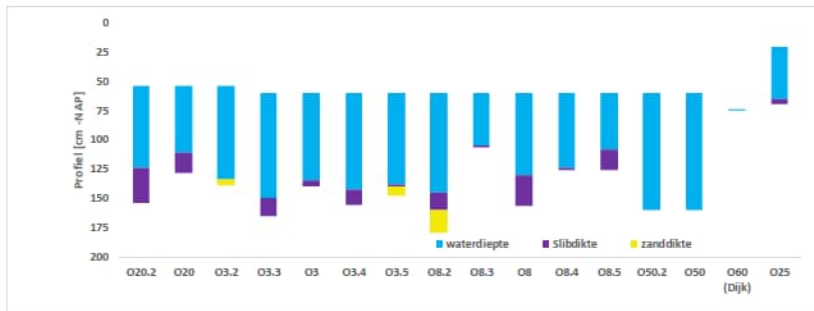
Commented [11]: En in..... dit mag je niet weglaten is niet nieuw en wat is de uitkomst van B 3 ondiep ????

Bronnen

- Boiten, W. (1981). Debietmeting met een rechthoekige scherpe overlaag. *H2O*(17), 387-391.
Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/386834>
- Centre of Expertise Delta Technology (COE). (2019). *Perkpolder Tidal Restauration*.
- Deltares. (2014). *1205442-000-BGS-0010. Nulmeting grondwater Perkpolder*.
- Deltares. (2019). *11200482-000-GEO-0022 Onderzoek naar effecten aanwezigheid van TGG in dijken van de Perkpolder. Eindrapportage*.
- Deltares. (2020). *11203217-005-BGS-0002. Vervolgmonitoring Perkpolder. Plan van Aanpak*.
- Deltares. (2020a). *11203217-007-BGS-0003. Analyse bodemopbouw en doorlatendheid ondergrond onder TGG in Perkpolder*.
- Van Oord. (2016). *ASB Waterkering / Dwarsdoorsnede en Details (154425-TEK-ASB-00058)*.
- Waterschap Scheldestromen. (2016). *Hydrologisch onderzoeksrapport Campen, rapport 016031239*.
- Witteveen+Bos. (2009). *MDB221-6/boud2/024. Hydrologische ontwerp watersysteem Perkpolder*.

A Veldgegevens en profielen

labcode	monsternaam	tijd	monsterings- datum	Waterniveau [cm -NAP]	Water- diepte [cm]	Slibdikte [cm]	zanddikte [cm]	Temperatuur [°C]	pH	geleibaaiheid [ms/cm]
2020-027-018	O25			20	45	5	0	12.5	7.68	2.97
2020-026-001	O20.2		07/05/2020	54	70	30	0	14.8	7.43	19.41
2020-026-002	O20		07/05/2020	54	57	18	0	16.6	7.57	22
2020-026-003	O3.2		07/05/2020	54	80	0	5	15.3	8.35	16.73
2020-026-004	O3.3		07/05/2020	60	90	16	0	16.4	7.68	19.68
2020-026-005	O3	09.05	07/05/2020	60	75	5	0	15.7	7.93	17.45
2020-026-006	O3	11.00	07/05/2020	60				15.8	7.85	18.39
2020-026-007	O3	14.45	07/05/2020	60				15.8	7.96	18.76
2020-026-008	O3.4		07/05/2020	60	83	13	0	14.8	7.96	17.34
2020-026-009	O3.5		07/05/2020	60	78	2	8	12.8	8.3	14.3
2020-026-010	O8.2		07/05/2020	60	85	15	20	18.2	8.59	8.06
2020-026-011	O8.3		07/05/2020	60	45	2	0	18.7	8.7	9.24
2020-026-012	O8		07/05/2020	60	70	27	0	19.4	8.62	13.88
2020-026-013	O8.4		07/05/2020	60	64	2	0	17	8.04	21.8
2020-026-014	O8.5		07/05/2020	60	48	18	0	19.1	7.85	17.3
2020-026-015	O50.2		07/05/2020	60	100	0	0	18.8	8.49	6.55
2020-026-016	O50		07/05/2020	60	100	0	0	18.2	7.63	4.1
2020-026-017	O60		07/05/2020	74	1			19.8	8.38	8.28



B Ionchromatografie

RvG
 Meting gedaan door: Datum: 20/05/2020
 Gecontroleerd door: Datum: 11/05/2020
 Apparaat waarmee gemeten is: Dionex IC Type: IC5000 Methode: an-Slotionen plek waar de ruwe data staan: netwerk
 Apparaat aangeschaft op project? nee
 Datum doorgemaild: nvt Doorgemaild door: nvt
 Indien ja, PO.nr: nvt

Bestand is gecheckt

	Fluoride	Chloride	Nitrite	Bromide	Nitrate	Sulfate	Phosphate	Lithium	Sodium	Ammonium	Potassium	Magnesium	Calcium
lage QC recovery (%)	104.8	104.3	107.2	107.5	102.8	102.6	99.5	102.4	101.6	99.8	99.5	101.2	107.2
n =	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
mid QC recovery (%)	103.0	102.7	104.7	105.0	103.2	103.6	71.3	103.1	104.0	101.3	100.1	102.9	104.0
n =	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
hoge QC recovery (%)	102.3	100.8	102.4	102.8	100.7	101.2	86.6	100.9	101.4	95.5	97.1	100.5	101.0
n =	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
max std	10.00	160.00	10.00	20.00	380.00	380.00	40.00	10.08	100.78	75.58	75.58	75.58	100.00
MDL (Hubaux Van Der Deet)	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL	MDL
Eenheid	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

ICmonster	labcode	Monster	toegepaste verdunning	Fluoride	Chloride	Nitrite	Bromide	Nitrate	Sulfate	Phosphate	Lithium	Sodium	Ammonium	Potassium	Magnesium	Calcium
O4c (zeewater)																
IC0006	2020-026-018	025	1	0.48	831	n.a.	2.91	< MDL (0.1)	143	< MDL (0.14)	0.04	488	3.00	29.0	57.2	1.0
IC0019	2020-026-081	020.2	1	0.62	6773	n.a.	22.6	0.49	959	< MDL (0.14)	n.a.	3761	29.7	342	447	2.0
IC0020	2020-026-003	020	1	0.64	8109	n.a.	27.2	n.a.	1120	< MDL (0.2)	n.a.	4527	36.1	388	524	2.0
IC0021	2020-026-083	02.2	1	0.52	9520	n.a.	20.8	n.a.	977	n.a.	n.a.	3361	25.9	330	391	2.0
IC0022	2020-026-004	02.3	1	0.58	7220	n.a.	25.8	n.a.	1021	< MDL (0.06)	n.a.	4048	32.0	349	474	2.0
IC0023	2020-026-085	023 Begin (A)	1	0.47	6239	n.a.	25.4	0.36	870	n.a.	n.a.	3481	28.5	327	411	2.0
IC0024	2020-026-006	023 Midden (B)	1	0.49	6821	n.a.	27.3	0.81	937	n.a.	n.a.	3701	31.1	335	433	2.0
IC0025	2020-026-007	023 Eind (C)	1	0.51	6787	n.a.	27.6	0.60	955	< MDL (0.05)	n.a.	3794	29.0	337	443	2.0
IC0026	2020-026-008	02.4	1	0.50	6183	n.a.	26.3	0.87	836	< MDL (0.14)	n.a.	3451	26.0	326	403	2.0
IC0027	2020-026-009	02.5	1	0.52	5024	n.a.	26.3	n.a.	791	< MDL (0.29)	n.a.	2820	19.7	308	325	2.0
IC0028	2020-026-010	02.2	1	0.38	2636	n.a.	13.2	n.a.	386	< MDL (0.02)	< MDL (0)	1520	10.1	63.4	108	1.0
IC0029	2020-026-011	02.3	1	0.38	3109	n.a.	17.5	n.a.	448	< MDL (0.03)	n.a.	1766	12.0	71.7	139	1.0
IC0030	2020-026-012	028	1	0.38	4463	n.a.	48.4	n.a.	709	n.a.	n.a.	2794	20.0	163	301	2.0
IC0031	2020-026-013	02.4	1	0.38	7830	n.a.	38.0	n.a.	676	n.a.	n.a.	4039	38.0	353	511	2.0
IC0032	2020-026-014	02.5	1	0.48	6139	n.a.	27.3	n.a.	872	< MDL (0.02)	n.a.	3543	26.0	338	411	2.0
IC0033	2020-026-015	020.2	1	0.31	2004	n.a.	9.60	n.a.	300	< MDL (0.08)	0.03	1167	7.53	53.9	121	1.0
IC0034	2020-026-016	020	1	0.38	1205	n.a.	5.08	6.24	134	< MDL (0.11)	0.03	723	4.64	38.7	76.0	1.0
IC0035	2020-026-017	020	1	0.48	2740	n.a.	12.3	n.a.	332	< MDL (0.02)	< MDL (0)	1559	10.2	130	179	1.0
IC0037	2020-026-021	028	13	0.02	311	n.a.	43.0	< MDL (0.39)	58.3	n.a.	n.a.	1438	10.5	131	92.3	15
IC0038	2020-026-023	020.3	13	< MDL (0.01)	311	n.a.	1.51	< MDL (0.39)	42.1	< MDL (0.23)	n.a.	2318	9.20	86.4	270	15
IC0039	2020-026-024	025	13	< MDL (0)	314	n.a.	1.48	< MDL (0.37)	42.4	< MDL (0.37)	n.a.	2287	34.5	99.1	271	15

17 van 20 | Uitloging vanuit TGG naar kwelsloot nieuwe zeedijk bij Perkpolder | 11203217-006-BGS-0004, Versie 0.1, 1 mei 2020, concept

C ICP-OES van drainage

Deltares

Equipment ICP-OES
Location Geo Milieulaboratorium (GML), Utrecht
Measurement date april 2020
Equipment type SPECTRO CIROS^{CCD}

Disclaimer

Data in ppm (mg/kg), except the Recovery and RSD they are in %
 Values above the linerange are given in Red and can have an error of analysis > 10% and should be seen as an approximate value.

Concentrations below the Detection limit are given in Grey. The error of analysis is > 10% are should be seen as an approximation.

Values between LOQ and BEC are Blue. These values can have an error of > 10% and must be used as an approximation

	Al 396.153 (ppm)	As 188.979 (ppm)	B 208.889 (ppm)	Ba 455.403 (ppm)	Be 234.861 (ppm)	Be 313.107 (ppm)	Ca 317.933 (ppm)	Cd 228.802 (ppm)	Co 230.786 (ppm)	Cr 205.560 (ppm)	Cu 324.752 (ppm)	Fe 259.939 (ppm)	K 766.490 (ppm)	Li 670.784 (ppm)	Mg 285.213 (ppm)	Mn 257.610 (ppm)
LOQ (9 th SD)	0.029	0.047	0.082	0.004	0.001	0.000	0.020	0.005	0.007	0.006	0.009	0.021	0.140	0.008	0.009	0.001
Detection Limit	0.022	0.040	0.093	0.005	0.001	0.001	0.021	0.005	0.009	0.005	0.009	0.002	0.148	0.010	0.009	0.001
BEC	0.020	0.000	0.039	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.003	0.000	0.009	#DIV/0!	0.172	0.004	0.001	0.001
2x STD high	51.590	10.490	10.492	10.484	10.430	10.430	339.672	10.462	10.438	10.396	10.422	323.628	84.558	10.498	98.300	10.388
Recovery QC (%)	94	92	96	95	96	98	102	97	101	95	101	97	95	96	100	97
Recovery DRIFT (%)	101	101	100	101	100	101	108	101	101	102	101	102	102	101	103	101

Sample	Labcode	Dilution used	Al 396.153 (ppm)	As 188.979 (ppm)	B 208.889 (ppm)	Ba 455.403 (ppm)	Be 234.861 (ppm)	Be 313.107 (ppm)	Ca 317.933 (ppm)	Cd 228.802 (ppm)	Co 230.786 (ppm)	Cr 205.560 (ppm)	Cu 324.752 (ppm)	Fe 259.939 (ppm)	K 766.490 (ppm)	Li 670.784 (ppm)	Mg 285.213 (ppm)	Mn 257.610 (ppm)
D1	2020-026-021		0.089	< MDL	0.301	0.192	< MDL	< MDL	1552.772	< MDL	0.013	< MDL	< MDL	< MDL	136.835	0.448	95.074	6.537

	Mo 203.845 (ppm)	Nb 589.592 (ppm)	Ni 231.604 (ppm)	P 213.617 (ppm)	Pb 220.353 (ppm)	S 181.975 (ppm)	Sb 206.836 (ppm)	Sc 361.383 (ppm)	Se 196.026 (ppm)	Si 251.611 (ppm)	Sr 421.552 (ppm)	Ti 334.940 (ppm)	V 292.402 (ppm)	Y 324.227 (ppm)	Zn 206.200 (ppm)	Zr 339.197 (ppm)
LOQ (9 th SD)	0.025	0.683	0.020	0.075	0.043	0.208	0.047	0.001	0.063	0.050	0.000	0.001	0.007	0.002	0.004	0.003
Detection Limit	0.020	0.665	0.022	0.082	0.046	0.203	0.047	0.001	0.080	0.055	0.000	0.001	0.008	0.001	0.004	0.003
BEC	0.028	1.837	0.012	0.142	0.011	0.066	0.012	0.000	0.010	0.008	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.003
2x STD high	10.414	318.866	10.392	51.922	10.446	94.138	10.288	4.146	10.390	83.500	10.404	10.404	10.382	10.384	10.394	10.418
Recovery QC (%)	112	155	102	93			108	94	95	111	95	109	96	0	98	101
Recovery DRIFT (%)	100	106	101	100	100	102	100	101	100	104	101	100	101	101	101	100

Sample	Labcode	Dilution used	Mo 203.845 (ppm)	Nb 589.592 (ppm)	Ni 231.604 (ppm)	P 213.617 (ppm)	Pb 220.353 (ppm)	S 181.975 (ppm)	Sb 206.836 (ppm)	Sc 361.383 (ppm)	Se 196.026 (ppm)	Si 251.611 (ppm)	Sr 421.552 (ppm)	Ti 334.940 (ppm)	V 292.402 (ppm)	Y 324.227 (ppm)	Zn 206.200 (ppm)	Zr 339.197 (ppm)
D1	2020-026-021		< MDL	1436.073	< MDL	< MDL	< MDL	265.508	< MDL	< MDL	< MDL	10.463	8.722	< MDL	< MDL	< MDL	0.016	< MDL

18 van 20

Uitloging vanuit TGG naar kwelsloot
 nieuwe zeedijk bij Perkpolder
 11203217-006-BGS-0004, Versie 0.1, 1 mei 2020, concept

Del

D

Resultaten grondwater en regelput kwelscherm

Commented [12]: Mis hier de overige peilbuizen en de overschrijdingen. ziften nu nieuwe tussen maar niet bijv B3 ondiep en B3 overschrijding I en meen B 15 ??Molybdeen is ook al aan het toenemen in B8 wordt niets over vermeld.V en seleen in B8?optellen op vooral de amfotere metalen =6stuks

Kwik ligt de rapportagegrens veel bij de rode !!!check

Datum Monstername		28/05/2020	28/05/2020	28/05/2020	28/05/2020	28/05/2020	28/05/2020	28/05/2020
Tidstip Monstername		09-23	12-36	13-51	13-29	13-05	12-04	10-47
Meetpunt		B11_2	B7_-2	B8_-1	B9_-4	B10_-3	B11_-3	DP4
Locatie		B1.1	B7	B8	B9	B10	B11	DP4
Monsternemer		G. Snerterse	G. Snerterse	G. Snerterse	G. Snerterse	G. Snerterse	G. Snerterse	G. Snerterse
Bemonstering		2	2	2	2	2	2	2
Eindoordeel Botova		Overschrijding interventiewaarde	Overschrijding streefwaarde	Overschrijding streefwaarde	Overschrijding streefwaarde	Overschrijding streefwaarde	Overschrijding interventiewaarde	
Analyticnummer		11392119	11391804	11392122	11391805	11391806	11391807	11392158
Getoetst aan Diep/Ondiep grondwater		Ondiep	Ondiep	Ondiep	Ondiep	Ondiep	Ondiep	Diep
Veldparameters	Eenheid	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden
Bovenkant Peilbuis	m-NAP	0.90	0.964	3.174	1.11	1.12	0.91	
Filterstelling	m-mv	2.50-3.50	2.00-3.00	3.50-4.50	4.00-5.00	3.00-4.00	1.50-2.50	
Grondwaterstand	m-BOPB	1.5	1.82	1.66	1.66	1.05	1.42	
Grondwaterstand NAP	m-NAP	-0.61	-0.86	1.51	-0.55	0.07	-0.51	0.963
Hoogte maaiveld	m-NAP	0.97	0.995	3.25	1.16	1.15	0.96	0.307
Filterhoogte (midden)	m-NAP	2.03	-1.51	-0.75	-3.34	-2.35	-1.04	
pH_veld	-	6.75	6.71	8.51	7.12	7.02	7.53	7.06
Geleidbaarheid veld	mS/cm	6.38	13.99	4.16	7.56	1.05	2.58	>20
Temperatuur veld	°C	14.7	14.7	16.3	15.9	15.7	16.5	16.4
Troebelheid veld	NTU	6.22	2.9	4.22	8.0	3.3	8.1	5.71
Analyse	Eenheid	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden	Meetwaarden
Metalen (totaal)								
Arsen (As)	µg/L	23	23	8.2	<3.0	<3.0	88	<3.0
Barium (Ba)	µg/L	36	64	30	31	41	<3.0	130
Calcium (Ca)	mg/L	540		580				360
Cadmium (Cd)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Kobalt (Co)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Chroom (Cr)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	2.8	2.0	<3.0	2.6
Koper (Cu)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Kwik (Hg)	µg/L	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Kalium (K)	mg/L	25		170				210
Molybdeen (Mo)	µg/L	<3.0	<3.0	82	<3.0	<3.0	6	<3.0
Natrium (Na)	mg/L	690		220				6400
Nikkel (Ni)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Lood (Pb)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Antimoon (Sb)	µg/L	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Seleen (Se)	µg/L	<3.0	<3.0	9.1	11	6.6	<3.0	<3.0
Tin (Sn)	µg/L	<3.0	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<3.0
Vanadium (V)	µg/L	<3.0	<2.0	32	5.1	2.4	<3.0	2.9
Zink (Zn)	µg/L	19	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	25	<3.0
Anorganische verbindingen & natte chemie								
Bromide	mg/L	150	9.8	25	10	430	1.9	41
Chloride	mg/L	2400	2200	230	2900	4700	36	12000
Fluoride opgelost	mg/L	0.81	<0.50	0.53	0.56	0.7	0.59	<1.0
Sulfiet	mg/L	280	1000	1600	29	620	160	1100
Sulfiet-chloride-verhouding	-	0.12	0.455	6.96	0.010	0.132	4.444	0.09
Bromide-chloride-verhouding	-	0.063	0.004	0.11	0.003	0.091	0.053	0.0034

Legende	
Verklaring van de gebruikte tekens:	
■	niet getoetst, geen normwaarden
■	kleiner dan of gelijk aan de Streefwaarde
■	roter dan Streefwaarde (lichte verontreiniging, index < 0.5)
■	roter dan Streefwaarde (matige verontreiniging, 0.5 > index <= 1)
■	roter dan Interventiewaarde (sterke verontreiniging, index > 1) of INV grondwater (incl drinkwater)
■	niet bepaald

Deze toetsing is m.b.v. Botova uitgevoerd.
 Zie voor info: <http://www.rwsleefomgeving.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bbk/instrumenten/botova/>

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl

res