

**Afleiden
achtergrondconcentraties
2018**



Afleiden achtergrondconcentraties 2018

Leonard Osté
Wilfred Altena

1220098-017

Titel
Afleiden achtergrondconcentraties 2018

Opdrachtgever
RWS

Project
11202236-000

Kenmerk
11202236-000-BGS-0003

Pagina's
55

Trefwoorden

Achtergrondconcentraties, metalen, waterkwaliteit, KRW,

Samenvatting

Bij de toetsing van metalen voor de KRW mag voor veel metalen rekening worden gehouden met de landelijke achtergrondconcentraties. Tot op heden bleek het niet mogelijk om voor alle metalen waar dit voor mag een betrouwbare achtergrondconcentratie af te leiden. Voor het aanvullen van de dataset is waterschappen gevraagd om negen metalen extra te meten, met de juiste bepalingsgrenzen. Na deze meetinspanning zijn in dit rapport opnieuw achtergrondconcentraties bepaald op basis van de meest recente data.

Met de landelijke meetdata van 2015-2017 is voor deze 9 metalen voor zover mogelijk een 10-, 50-, en 90-percentiel afgeleid (zie onderstaande tabel). Voor Ag was het vaststellen van de percentielen niet mogelijk omdat teveel metingen onder de bepalingsgrens lagen. Voor enkele andere elementen konden alleen percentielen voor de rijkswateren worden afgeleid. De percentielen vormen de basis voor het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) om een achtergrondconcentratie vast te stellen.

Element	Percentiel (µg/l)		
	10	50	90
Ag	-	-	-
As	0,5	0,96	2,1
Ba	22	46	89
Co (excl. ZO-NL)	0,14	0,34	1,0
Co (ZO-NL)	0,47	2,3	11
Hg (RWS)	0,00025	0,00049	0,00093
Sb (RWS)	0,21	0,28	0,46
Se	0,10	0,21	0,46
Ti (RWS)	0,008	0,016	0,35
U	0,05	0,39	0,85
V (RWS)	0,55	0,94	1,5

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
3	Mei. 2019	Leonard Osté		Gerlinde Roskam		Hanneke v.d. Klis	

Status
definitief

Inhoud

1 Kader en doel van deze studie	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Ontwikkelingen in de afgelopen jaren	1
1.3 Gebruik achtergrondconcentraties voor de KRW-waterlichamen	2
1.4 Doel van dit rapport	3
2 Aanpak	5
3 Resultaten en discussie	7
3.1 Vergelijking van de 3 dataselecties	7
3.1.1 Resultaten 3 dataselecties	7
3.1.2 Keuze van de dataselectie voor nadere analyse	7
3.2 Herkomst van de data	8
3.3 Geografische spreiding van de data	9
3.4 Percentielen	13
3.4.1 Directe berekening percentielen	13
3.4.2 Grafische afleiding van percentielwaarden	13
3.4.3 Kobalt	15
3.5 Vergelijking met eerder afgeleide P10-waarden	17
4 Conclusies en aanbevelingen	19
4.1 Conclusies	19
4.2 Aanbevelingen	19
5 Referenties	21
 Bijlage(n)	
A Distributie van de data per beheerder (grafiek) en geografisch (kaart) voor Ag, As, Ba, Co, Hg, Se, Tl, U en V	A-1
B Overzicht van de data voor de 3 dataselecties en afgeleide percentielen	B-1
C Tabel met toegepaste afkortingen voor de waterbeheerders	C-1
D Bijdrage per waterbeheerder aan de elementen in de dataset Bovenste grafiek steeds uit 2016 (meetdata 2012-2014), onderste uit 2018 – deze studie (meetdata 2015-2017/18).	D-1
E Overige elementen waarvoor de P10 op basis van een probability plot is afgeleid	E-1
F Overzicht van de percentielen voor alle metalen o.b.v. data 2015-2017/18	F-1

1 Kader en doel van deze studie

1.1 Inleiding

Bij de toetsing van metalen voor de KRW wordt standaard gecorrigeerd op basis van de landelijke achtergrondconcentraties (Helpdesk Water¹). Deze stap is ingebouwd in Aquo-kit en wordt toegepast op alle metalen waarvoor voor dit doel een achtergrondconcentratie is vastgesteld. Tot op heden bleek het niet mogelijk om voor alle metalen met een KRW-norm een betrouwbare achtergrondconcentratie af te leiden. Voor een deel werd dit veroorzaakt door een tekort aan metingen van goede kwaliteit in regionale wateren. Voor het aanvullen van de dataset is waterschappen gevraagd om negen metalen extra te meten, met de juiste bepalingsgrenzen. Na deze meetinspanning zijn in dit rapport opnieuw landelijke achtergrondconcentraties bepaald op basis van de meest recente data.

1.2 Ontwikkelingen in de afgelopen jaren

In 1998 zijn achtergrondconcentraties voor metalen vastgesteld voor zoete en zoute oppervlaktewateren (Min V&W, 1998). Voor de afleiding is gebruik gemaakt van de methode 'clean streams approach': de concentraties in (zo goed als) onbelaste wateren in Noordwest Europa, vooral in Scandinavië en Tsjechië/Polen worden gezien als natuurlijke achtergrondconcentratie (Zuurdeeg et al., 1992). Achtergrondconcentraties zijn door Zuurdeeg et al. (1992) afgeleid voor totaal water, omdat er niet genoeg data voor opgeloste concentraties beschikbaar waren. Crommentuijn e.a. (1997) hebben deze waarden met behulp van generieke partiticoëfficiënten omgezet naar opgeloste concentraties. Voor een aantal metalen ontbrak echter een achtergrondconcentratie. Naar aanleiding daarvan heeft Deltares de opdracht gekregen om nieuwe achtergrondconcentraties af te leiden op een eenduidige manier. Hierover is een viertal rapporten verschenen:

- 1 Osté, L.A., J. Klein, G.J. Zwolsman, 2012. Inventory of methods to derive natural background concentrations of metals in surface water. Deltares/KWR-report 1206111.005.
- 2 Osté, L.A., 2013. Derivation of dissolved background concentrations in Dutch surface water based on a 10-percentile of monitoring data. Deltares-report 1206111.005-2.
- 3 Osté, L.A. en N. van Duijnhoven, 2014. Toetsing consequenties achtergrondconcentraties. Deltares-rapport 1208756.
- 4 Roskam, G.D. en L.A. Osté, 2016. Nadere beschouwing achtergrondconcentraties oppervlaktewater. Deltares-rapport 1220098-017.

In het eerste rapport zijn verschillende methoden vergeleken. Aan de hand van deze studie, en na advies van de wetenschappelijke klankbordgroep normstelling, is door IenW een methode gekozen om nieuwe achtergrondconcentraties voor metalen in de zoete en zoute wateren af te leiden, nl. de 'monitoring data benadering'. Dat houdt in dat een 10-percentielwaarde van alle recente monitoringsdata wordt gekozen als achtergrondconcentratie. Aanname is dat de laagste waarden uit de database de natuurlijke achtergrondconcentraties vertegenwoordigen. De laagste waarden kunnen afkomstig zijn van bepaalde (laag- of onbelaste) locaties of kunnen gemeten zijn in een bepaalde periode (seizoensfluctuatie). Belangrijkste voordeel van deze methode was dat hij goed uitvoerbaar is en dat hij niet tot grote rekenfouten kan leiden. Bovendien hanteert ook het Verenigd Koninkrijk deze methode.

¹ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/monitoring/toetsen-beoordelen/>

In het tweede rapport is deze 'monitoring data benadering' uitgewerkt voor alle metalen waarvoor dit mogelijk was. Daarbij is van alle beschikbare data het 10-percentiel genomen als achtergrondwaarde. Dit heeft geleid tot een tabel met nieuw afgeleide waarden voor de achtergrondconcentraties voor zoete en zoute wateren in Nederland. De nieuw afgeleide achtergrondconcentraties zijn vergeleken met de reeds bestaande achtergrondconcentraties van NW4 (Min. V&W, 1998). In een aantal gevallen vielen de nieuwe waarden hoger uit dan de reeds bestaande (bijvoorbeeld voor seleen), maar er werden ook lagere waarden gevonden (bijvoorbeeld voor barium).

In het derde rapport is beoordeeld in hoeverre de nieuw afgeleide achtergrondconcentraties tot meer of minder overschrijdingen van de norm leiden in alle Nederlandse KRW-waterlichamen. Uit dat rapport blijkt dat voor metalen die vroeger geen achtergrondconcentratie hadden, zoals B en U in zoute wateren, de nieuwe waarden leiden tot een sterke daling van het aantal overschrijdingen. Als stof met een hogere nieuw afgeleide achtergrondconcentratie toont Se een sterke daling van het aantal overschrijdingen in zoete wateren. Aan de andere kant werd een beperkte stijging van de normoverschrijdingen voor Cd, Co en Tl berekend en een forse toename van de normoverschrijding van Ba in zoete wateren.

In het vierde rapport is een aantal aanvullende analyses uitgevoerd. De kern van deze analyses was om scherp te krijgen of de afgeleide achtergrondconcentraties een goede weergave zijn van de natuurlijk aanwezige metaalconcentratie in het betreffende waterlichaam. Daarbij zijn ook nog achtergrondconcentraties voor enkele elementen aangevuld.

De werkgroep normstelling heeft de landelijke achtergrondwaarden in 2014 vastgesteld. Daarbij is ervoor gekozen de waarden van 1998 te handhaven en alleen nieuw afgeleide waarden toe te voegen voor metalen, waarvoor eerder nog geen waarde was afgeleid. De vastgestelde waarden zijn te vinden via de Helpdesk Water¹. Een overzicht van metalen waarvoor in 2013 geen achtergrondconcentratie kon worden afgeleid, inclusief de reden, is te vinden in Osté (2013).

1.3 Gebruik achtergrondconcentraties voor de KRW-waterlichamen

De correctie voor achtergrondconcentraties betekent in de praktijk dat de achtergrondconcentratie wordt afgetrokken van de gemeten concentratie voordat wordt getoetst aan de norm. Er zijn echter uitzonderingen waarbij dit niet is toegestaan, nl:

- voor metalen waarvoor wordt gecorrigeerd met rekenregels in Aquo-kit die afkomstig zijn uit de BLM-tool;
- indien er geen achtergrondconcentratie is vanwege te weinig metingen (boven de bepalingsgrens);
- indien de norm is gebaseerd op doorvergiftiging of humane risico's. In dat geval is de achtergrondconcentratie reeds in de norm verwerkt;
- Indien de afgeleide norm (zie vorig punt) lager is dan de achtergrondconcentratie, is de eerstelijns norm opgehoogd tot de achtergrondconcentratie van dat metaal. Er mag vervolgens niet nog een keer worden gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. Tot nu toe is deze ophoging alleen voorgekomen voor normen die gebaseerd zijn op humane risico's.

Toch leiden we ook voor die elementen achtergrondconcentraties af, omdat ze op andere manieren als informatiebron worden gebruikt, bijvoorbeeld om in het emissiebeheer vast te stellen wat de achtergrondconcentraties zijn. Daarnaast kunnen ze gebruikt worden ter onderbouwing van het wel of niet nemen van KRW-maatregelen of kunnen ze in de toekomst relevant worden als de normafleiding verandert.

1.4 Doel van dit rapport

Naar aanleiding van het rapport in 2016 is door de waterschappen extra monitoring uitgevoerd op een breder pakket stoffen en zo mogelijk met lagere bepalingsgrenzen. Dat heeft geleid tot de vraag om op recentere en beter geografisch dekkende data achtergrondconcentratie af te leiden voor: Ag, As, Ba, Co, Hg, Se, Tl, U en V.

2 Aanpak

Behalve voor de gangbare metalen (zoals Cu, Zn, Ni, Pb, Cd), werd in eerdere datasets vaak een beperkte geografische spreiding gevonden of een beperkt aantal data boven de bepalingsgrens. Daarom is de laatste jaren aanvullend gemonitord. De dataset met meetwaarden is als volgt tot stand gekomen. Voor de jaren 2012 tot en met 2017 is informatie gebruikt afkomstig uit de Landelijk enquête waterkwaliteit, zoals verzameld door het Informatiehuis Water. Daarnaast hebben enkele waterschappen hun eigen meetgegevens aangeleverd. In een enkel geval bleken deze data aanvullend op het IHW-bestand. Hieruit zijn voor de aanvullend gemeten metalen de waarden na filtratie overgenomen. Voor deze studie zijn 3 dataselecties gemaakt:

- de meest recente data in de periode dat extra is gemonitord (2017 en deels 2018)
- data van de afgelopen 3 jaar (2015-2017 + beperkte data uit 2018)
- data van de afgelopen 6 jaar (2012-2017 + beperkte data uit 2018 = de hele dataset)

Om te komen tot een geschikte database voor het bepalen van percentielen, is een aantal criteria geformuleerd (Osté, 2013). Praktisch gezien omvatte dit de volgende acties:

- Waarnemingen zijn verwijderd wanneer deze:
 - Meermaals in de dataset aanwezig waren;
 - Geen meetwaarde bevatten;
 - Een foutcode > 50 bevatten;
 - Een meetwaarde van 0 bevatten;
 - Op een meetpunt zijn gemeten waar meer dan 500 mg/l chloride is gemeten;
 - Op een meetpunt zijn gemeten waar meer dan 324 mg/l natrium is gemeten;
 -
- Hoge ijzer- (> 1000 µg/l) of aluminium- (> 500 µg/l) concentraties kunnen een indicator zijn voor colloïdaal materiaal dat het filter is gepasseerd. Omdat er geen duidelijke relaties waren tussen ijzer/aluminium- en metaalconcentraties zijn deze monsters niet verwijderd.
- Wanneer data onder de bepalingsgrens is gemeten, is een meetwaarde van 0,5 maal de bepalingsgrens aangehouden.
- Alle eenheden zijn omgezet naar µg/l.
- Meetpunten zijn gekoppeld aan xy-coördinaten, maar voor de berekening van percentielen is elke meting individueel meegeteld.

De P10, P50 en P90 zijn berekend voor alle dataselecties van datasets. Vervolgens is de middelste selectie (afgelopen 3 jaar: 2015-2018) gebruikt voor nadere analyse van Ag, As, Ba, Co, Hg, Se, Tl, U en V. De motivatie hiervoor is te vinden in paragraaf 3.1.2. In de nadere analyse worden de volgende vragen beantwoord:

- welk percentage van het totaal aantal waarnemingen is afkomstig van welke waterbeheerder?
- Wat is de geografische verdeling?
- Wat is de concentratieverdeling per waterbeheerder?

Voor het afleiden van een achtergrondconcentratie moeten er minimaal 100 datapunten zijn, bij voorkeur geografisch goed gespreid en met een evenredige vertegenwoordiging van de seizoenen. In bijlage B is een tabel opgenomen waarin de aantallen data in de 3 dataselecties zijn weergegeven evenals de verdeling over de kwartalen. Daarin wordt ook het aantal data kleiner dan de bepalingsgrens vermeld.

Wanneer minder dan 30%² van de data onder de bepalingsgrens ligt, kan de P10 worden gebruikt zonder nadere analyse. Wanneer meer dan 70% van de data lager is dan de bepalingsgrens, kan er geen achtergrondconcentratie worden afgeleid. Wanneer het percentage tussen de 30 en 70% ligt, hangt het van de verdeling van de data af of een AC kan worden afgeleid (Osté, 2013). Normaal verdeelde gegevens leveren in een probability plot³ een rechte lijn op. Monsters gerapporteerd op de bepalingsgrens leveren een plateau in het (stijgende) verloop op. Onder de aanname dat de meetwaarden onder de bepalingsgrens dezelfde verdeling volgen als de overige data, is het mogelijk om de P10 waarde uit de probability plot af te leiden door de rechte lijn te extrapoleren.

² In het eerdere rapport werden 25 en 75% als grenswaarden gebruikt, maar 30 en 70 worden waarschijnlijk de getallen in de nieuwe Europese Guidance.

³ Een probability plot is een grafisch hulpmiddel waarmee kan worden nagegaan of waarnemingen mogelijk uit een normale verdeling afkomstig zijn. De schaalverdeling is zodanig dat bij het uitzetten van een normale verdeling een rechte lijn ontstaat. Als langs de ene as log (concentratie) wordt uitgezet en langs de andere as de bijbehorende cumulatieve relatieve frequenties, dan zullen de punten min of meer op een rechte lijn liggen.

3 Resultaten en discussie

3.1 Vergelijking van de 3 dataselecties

3.1.1 Resultaten 3 dataselecties

Allereerst is gekeken naar typische verschillen tussen de 3 selecties. In bijlage B zijn voor alle selecties de details samengevat. Wat opvalt is dat 2 beheerders in 2017 geen data hebben geüpload. Uiteraard varieert het totaal aantal datapunten in de selecties

Tabel 3.1 Karakteristieken van de gekozen dataselecties

Parameter	Gehele database	2015-2018	2017+2018
Aantal beheerders	22	22	20
Totaal aantal metaaldata	360.855	203.703	97.440
Aantal data > bepalingsgrens	213.646	123.565	60.343
% data > bepalingsgrens	59	61	61
Stoffen met minder dan 100 data (criterium Osté, 2013)	La	La	La
Stoffen met minder dan 3600 data (criterium 5x aantal WL in concept EU-guidance)	B, Be, Cs, Hg, La, Li, Mo, Rb, Sb, Se, Sr, Te, Ti	B, Be, Cs, Hg, La, Li, Mo, Rb, Sb, Se, Sr, Te, Ti, U	Ag, As, B, Ba, Be, Co, Cs, La, Li, Mo, Rb, Sb, Se, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, U, V.
percentage rijksdata in de totale database (%)	11	5	13

Wat wel varieert is de bijdrage die de recente data leveren aan de totale database. Voor metalen die al lang worden gemeten (Cd, Ni, Cu, Pb, Zn) is de bijdrage van recente data (gemeten in 2017/2018) minder dan 20%. Voor overige KRW-metalen (As, Ba, Co, Hg, Se, Tl, V) ligt dat percentage tussen 20 en 30% (met uranium op 43%). Voor niet-KRW-metalen (Be, Cr, Cs, Li, Mn, Mo, Sb, Te, Ti) is meer dan de helft van de metingen afkomstig uit de meest recente jaren.

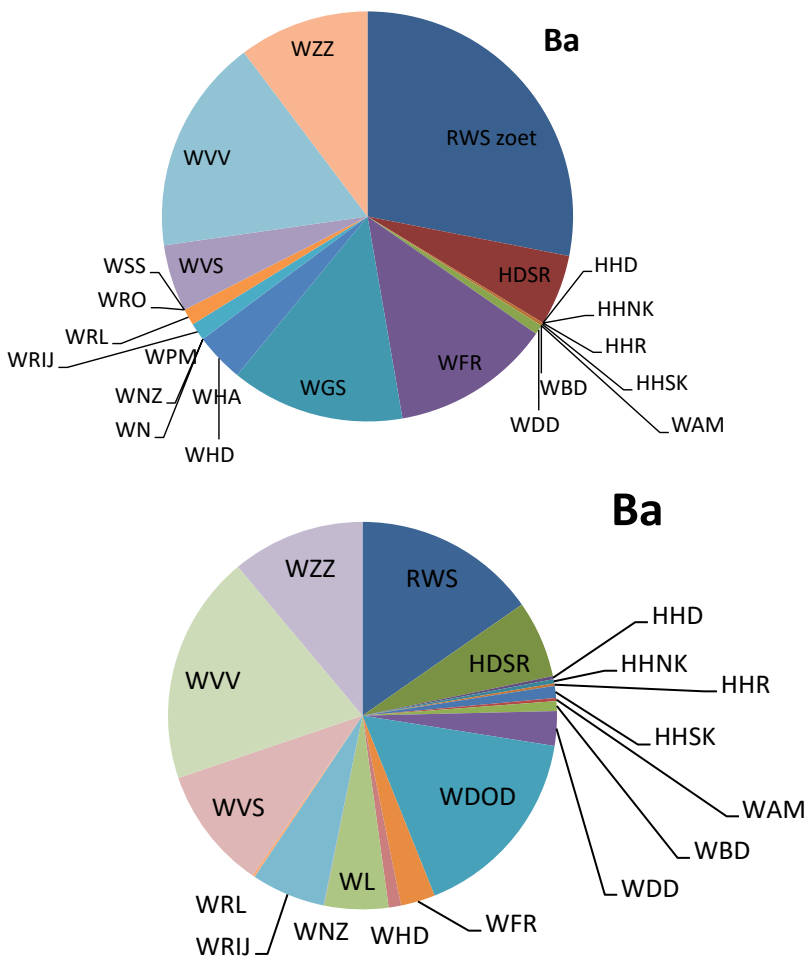
3.1.2 Keuze van de dataselectie voor nadere analyse

Er zijn verschillende criteria geformuleerd die bepalen of de database geschikt is voor het afleiden van een percentiel dat als achtergrondconcentratie mag worden beschouwd. Osté (2013) geeft aan dat de gevraagde periode minimaal 3 jaar is en dat er een redelijke verdeling over de seizoenen heen dient te zijn. Dat laatste geldt eigenlijk voor alle dataselecties. Een ander criterium is het aantal data. Osté (2013) houdt een minimum aan van 100 meetdata. In de concept-EU-guidance (EC, in voorbereiding; versie februari 2019) wordt 5x het aantal waterlichamen als advies gegeven. Dat zou voor Nederland een minimum van 3600 data betekenen.

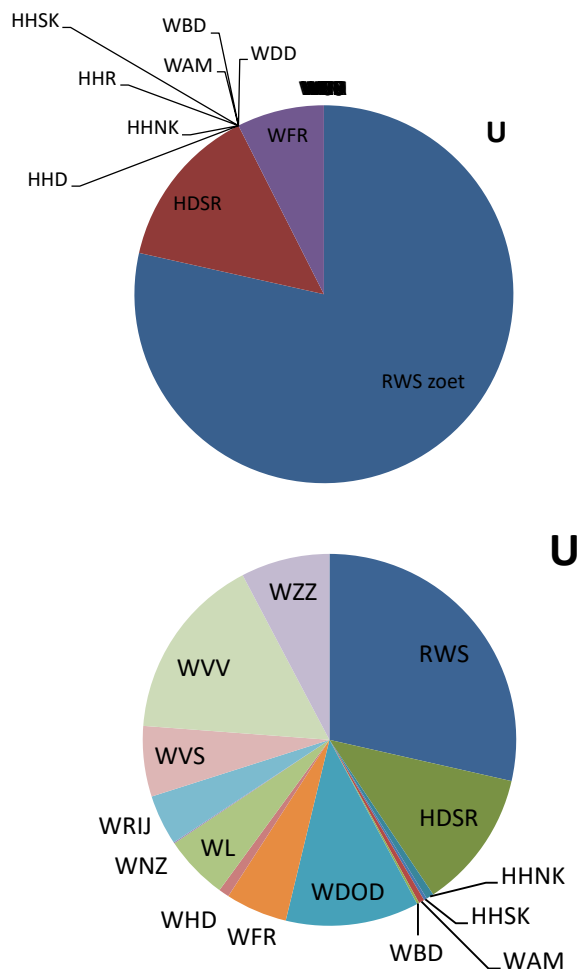
Vanwege het advies om de achtergrondwaarden op basis van minimaal 3 jaar aan data af te leiden, de wens om alle beheerders in de database vertegenwoordigd te hebben en de relatief kleine verschillen in de percentielwaarden (zie bijlage B) is uiteindelijk voor selectie 2 gekozen om nieuwe achtergrondconcentraties af te leiden. Het resterende rapport is dus gebaseerd op selectie 2 (periode 2015-2017 + een beperkte set uit 2018).

3.2 Herkomst van de data

We hebben de bijdrage van de verschillende beheerders in de vorige studie (Roskam en Osté, 2016) vergeleken met de bijdrage aan de 4 recente jaren (2015-2018). In het algemeen zien we dat de bijdrage van RWS aan het totaal kleiner is geworden, maar de verdeling verschilt per metaal. Voor barium (Figuur 3.1) is te zien dat de bijdrage van Wetterskip Fryslân kleiner is, en die van de waterschappen Rijn en IJssel, Limburg en Drents Overijssels Delta groter. Voor uranium (Figuur 3.2) is de verschuiving nog extremer. Waar slechts 3 beheerders uranium hadden gemeten in de 2016-studie, is er nu sprake van een evenredige bijdrage van 9 beheerders aangevuld met kleine bijdragen van nog 5 andere beheerders.



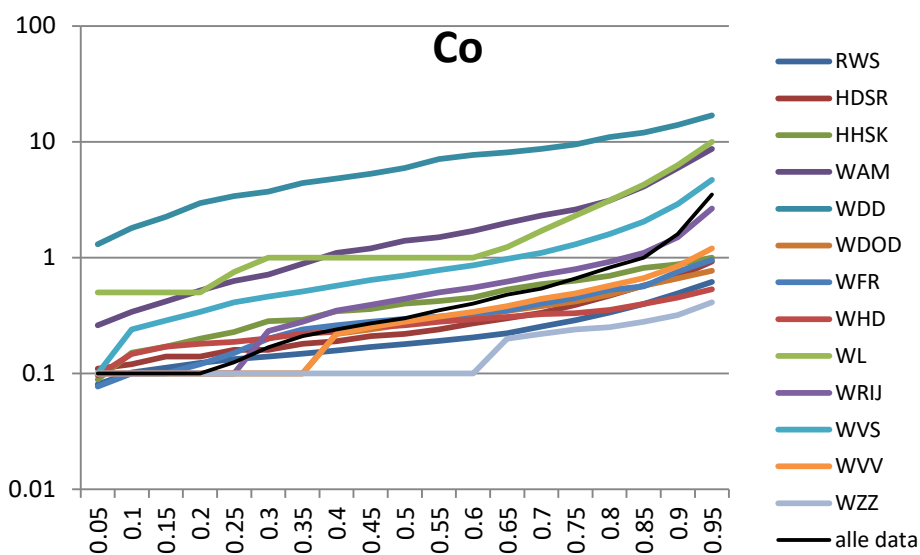
Figuur 3.1 Bijdrage van de verschillende waterbeheerders aan de database voor barium. Boven uit de studie van Roskam en Osté uit 2016 op basis van de periode 2012-2014; onder de huidige database over de jaren 2015-2018. Een lijst met afkortingen en namen van beheerders is bijgevoegd in bijlage C.



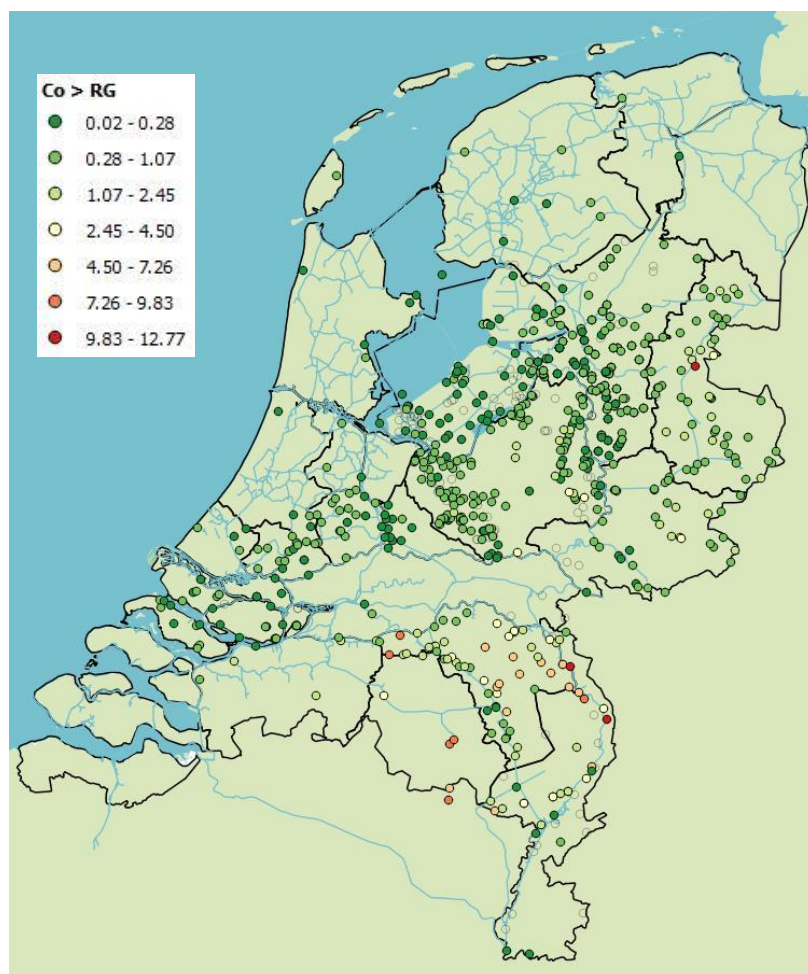
Figuur 3.2 Bijdrage van de verschillende waterbeheerders aan de database voor kobalt. Boven uit de studie van Roskam en Osté uit 2016 op basis van de periode 2012-2014; onder de huidige database over de jaren 2015-2018. Een lijst met afkortingen en namen van beheerders is bijgevoegd in bijlage C.

3.3 Geografische spreiding van de data

De geografische spreiding is beoordeeld op basis van een GIS-kaart en in een datagrafiek per beheerder. Ter illustratie is kobalt opgenomen in de hoofdtekst. Dit element toont de grootste geografische variatie (zie Figuur 3.3). De curve van Waterschap de Dommel ligt aanzienlijk hoger (let op de logschaal) en ook de andere oostelijke waterschappen (Limburg, Aa en Maas, Vechtstromen en in mindere mate Rijn en IJssel) geven hogere kobalt concentraties dan gemiddeld. De kaart (Figuur 3.4) maakt het nog wat specifieker. De hoge zandgronden tonen duidelijk hogere kobaltconcentraties, maar de hoogste concentratie worden gevonden in het oostelijke deel van Noord-Brabant en in Noord-Limburg.

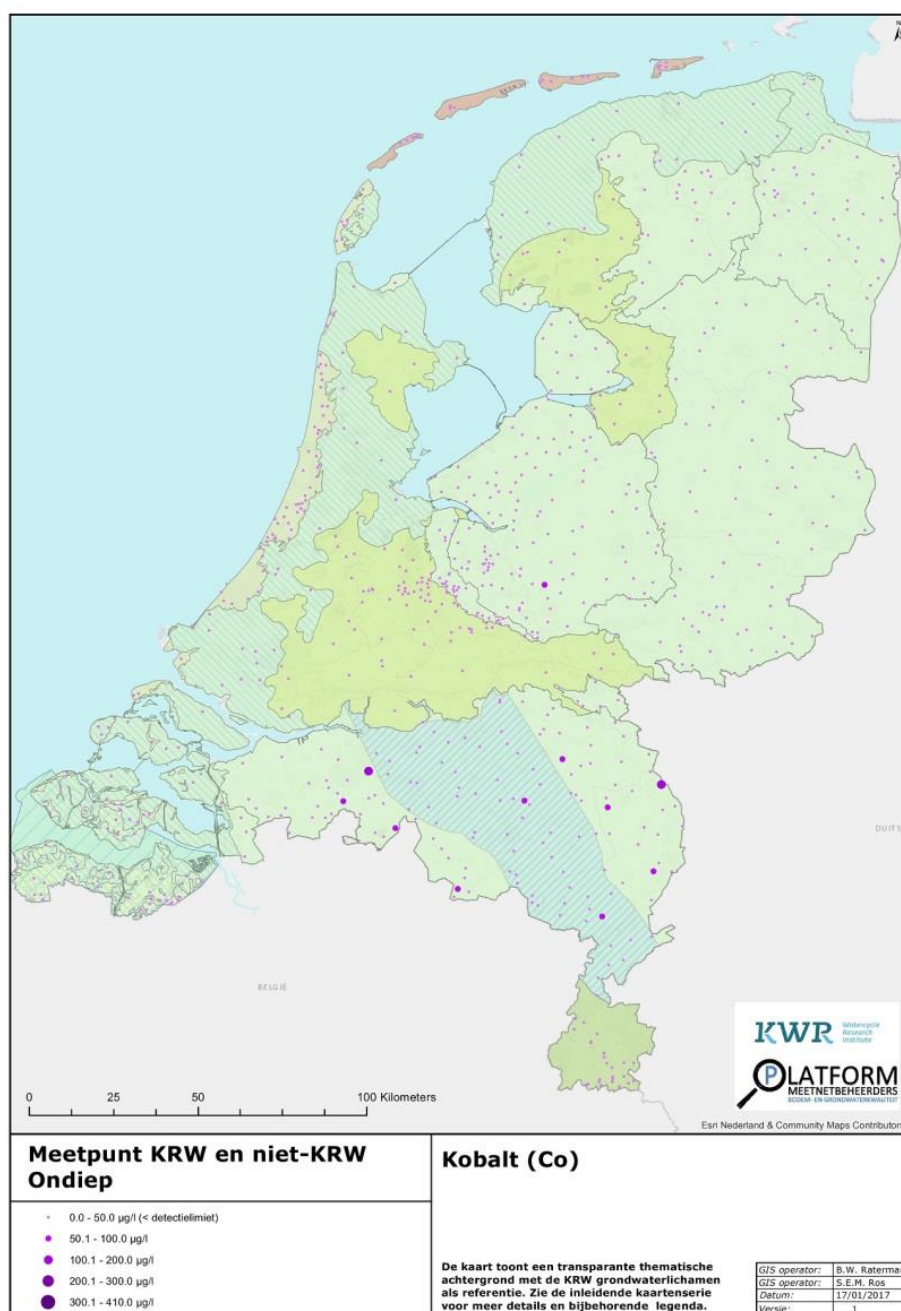


Figuur 3.3 Dataverdeling per waterschap (in µg/l) voor kobalt. Een lijst met afkortingen en namen van beheerders is bijgevoegd in bijlage C.



Figuur 3.4 Gemiddelde kobaltconcentraties per meetpunt weergegeven op de kaart van Nederland.

Het vermoeden is dat er een relatie bestaat met de samenstelling van de ondergrond. De kobaltconcentraties in ondiep grondwater laten hogere concentraties zien in Noord-Brabant en noord-Limburg, maar niet in Twente (Figuur 3.5). Overigens geeft deze kaart een beperkt beeld, omdat de laagste categorie 0-50 µg/l betreft, terwijl de oppervlaktewaterconcentraties van 0-13 µg/l lopen. Nadere analyse op de ruwe data kan gedetailleerder inzicht geven in de variatie in grondwater. In elk geval is er voldoende reden om kobalt regionaal uit te werken (zie paragraaf 3.4.3).



Figuur 3.5 Kobaltconcentraties in het ondiepe grondwater in Nederland
(<https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Data/Grondwaterkwaliteit>).

Een korte beschrijving van de andere elementen (voor figuren zie Bijlage B):

Zilver (Ag): de data worden sterk beïnvloed door de bepalingsgrens. Ook RWS heeft onvoldoende metingen boven de bepalingsgrens ($<0,009 \mu\text{g/l}$). Een kaart heeft daarom geen toegevoegde waarde.

Arseen (As): Waternet en waterschap De Dommel tonen verhoogde As-concentraties. Uit de kaart komt naar voren dat er op een aantal locaties verspreid over Nederland verhoogde concentraties voorkomen. Arseen is reeds eerder uitgebreid onderzocht (Vink et al., 2010). Er is sprake van natuurlijke variatie, maar dit kan lokaal sterk variëren. De P10 is als generieke waarde een verdedigbare keuze.

Barium (Ba): op beheerdersniveau zijn geen grote verschillen te zien, maar het kaartbeeld laat duidelijk hogere concentraties zien in Flevoland en aan de oostzijde van het IJsseldal. De oorzaak is echter onduidelijk. De probability plot (bijlage E) geeft voor hoge waarden geen afwijkingen van normaliteit, zoals voor kobalt (bijlage E). In Flevoland zouden de concentraties veroorzaakt kunnen worden door kwel; het ondiepe grondwater bevat namelijk ook hoge Ba-concentraties (zie bijlage A). In het IJsseldal worden geen hoge bariumconcentraties in het grondwater weergegeven, maar aangezien de laagste categorie $200 \mu\text{g/l}$ als bovengrens heeft, kan aanvoer vanuit het grondwater als oorzaak niet worden uitgesloten.

Kwik (Hg): de dataset wordt sterk beïnvloed door de bepalingsgrens. 92% van de metingen van de regionale waterbeheerders liggen onder de bepalingsgrens, terwijl RWS dankzij een bepalingsgrens van $0,0001 \mu\text{g/l}$ voor nagenoeg alle monsters een meetwaarde kan rapporteren. In 2016 is een achtergrondconcentratie afgeleid op basis van RWS-data, maar deze geldt eigenlijk alleen voor de rijkswateren. Voor Hg zijn de percentielen in de nieuwe dataset wederom alleen voor de rijkswateren afgeleid (zie paragraaf 3.4.2).

Seleen (Se): Se lijkt enige regionale variatie te vertonen, maar het aantal meetlocaties is beperkt. In Zuidoost Nederland, Friesland en Zuidelijk Flevoland liggen de concentraties wat hoger dan in de rest van Nederland. De analyse van seleen is gevoelig voor storingen door zeldzame aardelementen. De concentraties van deze storende elementen zijn onder andere afhankelijk van de pH. Het verschil in concentratie tussen de regionale wateren en rijkswateren in Limburg (mediane concentratie van $0,42$ versus $0,18 \mu\text{g/l}$) moet kritisch worden bekeken.

Thallium (Tl): de data worden sterk beïnvloed door de bepalingsgrens. RWS heeft 75% van de metingen boven de bepalingsgrens, daarnaast meet Waterschap De Dommel in ca. de helft van de metingen boven de bepalingsgrens, maar dit heeft vrijwel zeker te maken met een puntbron vlakbij de grens. Alleen de metingen boven de bepalingsgrens zijn op kaart gezet. Voor Tl zijn de percentielen bepaald op basis van de probability plots van de RWS-data (zie paragraaf 3.4.2).

Uranium (U): Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden meet opvallend hoge concentraties uranium, vooral in het westelijk deel van hun gebied (tussen Utrecht en Woerden), terwijl de chlorideconcentraties zeer laag zijn. Directe invloed van zoute kwel (U-concentraties in zeewater zijn namelijk veel hoger) is niet de oorzaak. Uit de kaart blijkt dat op meerdere locaties in westelijk Nederland sprake is van vergelijkbare concentraties. Concentraties in grondwater zijn niet beschikbaar, dus een relatie met grondwater is niet te achterhalen.

Vanadium (V): Wetterskip Fryslân en waterschappen Hollandse Delta en Vechtstromen geven hogere concentraties dan de overige waterbeheerders. Op de kaart zijn, behalve in Friesland en Twente/Drenthe, ook enkele hoge concentraties te zien op de Veluwe, in het beheersgebied van Hollandse Delta en op Texel.

3.4 Percentielen

3.4.1 Directe berekening percentielen

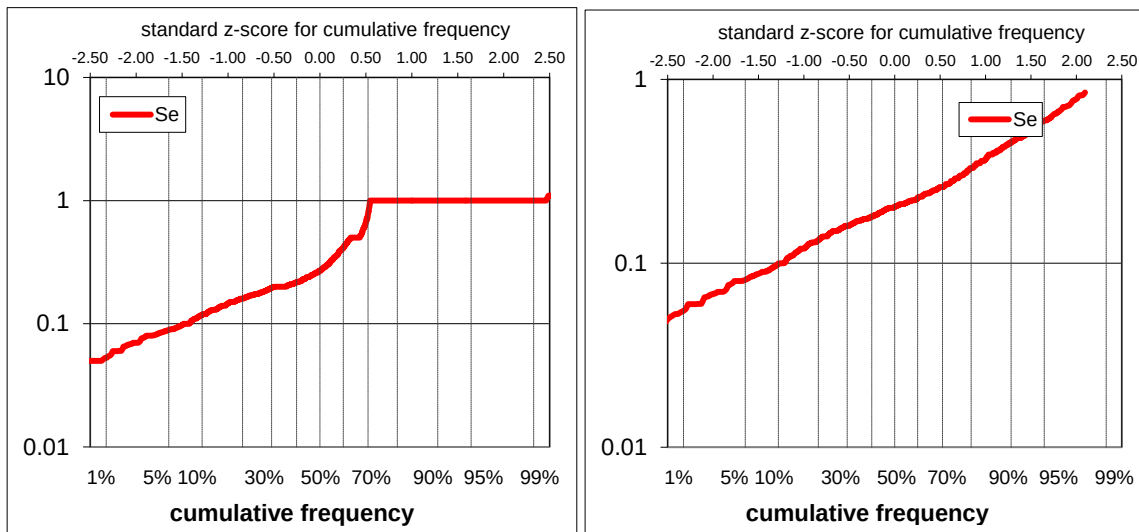
Op basis van de criteria waaraan de database moet voldoen is voor elk metaal de 10-, 50 en 90 percentiel bepaald volgens de aanpak (zie hoofdstuk 2). Tabel 3.2 toont de berekende percentielen voor de data over de jaren 2015-2018. Voor Ag, Hg en Tl zijn er onvoldoende data boven de bepalingsgrens; deze waarden zijn doorgestreept in Tabel 3.2. Voor As, Ba en U is geen nadere analyse nodig, omdat meer dan 70% van de data boven de bepalingsgrens ligt (zwarte waarden in Tabel 3.2). Nadere analyse is nodig voor Se en V (blauw), die respectievelijk 64 en 40% van de data boven de bepalingsgrens hebben (laatste kolom). Voor Co is geen algemene percentielwaarde bepaald omdat Nederland niet als homogeen gebied kon worden beschouwd. In paragraaf 3.4.3 is de aanpak voor Co verder uitgewerkt.

Tabel 3.2 Berekende percentielen en meetfrequentie voor de 8 gevraagde metalen. Doorgestreepte waarden kunnen niet worden gebruikt omdat er te veel waarden onder de rapportagegrens liggen, Blauwe waarden vragen nadere analyse vanwege 30-70% van de metingen onder de rapportagegrens. Kobalt is niet bepaald, omdat de database niet homogeen is.

Periode 2015 - 2018						
	Percentiel (µg/l)					
	10	50	90	Aantal (n)	n > limiet	% > limiet
Ag	0,0045	0,5	0,5	4859	236	5%
As	0,5	0,96	2,1	5588	5242	94%
Ba	22	46	89	5726	5724	100%
Co	n.b.	n.b.	n.b.	6225	4728	76%
Hg	0,005	0,01	0,01	11277	1594	14%
Se	0,1	0,25	0,5	2128	1362	64%
Tl	0,015	0,25	0,25	5473	826	15%
U	0,05	0,393	0,8508	3067	2701	88%
V	0,5	0,5	2,2	5096	2053	40%

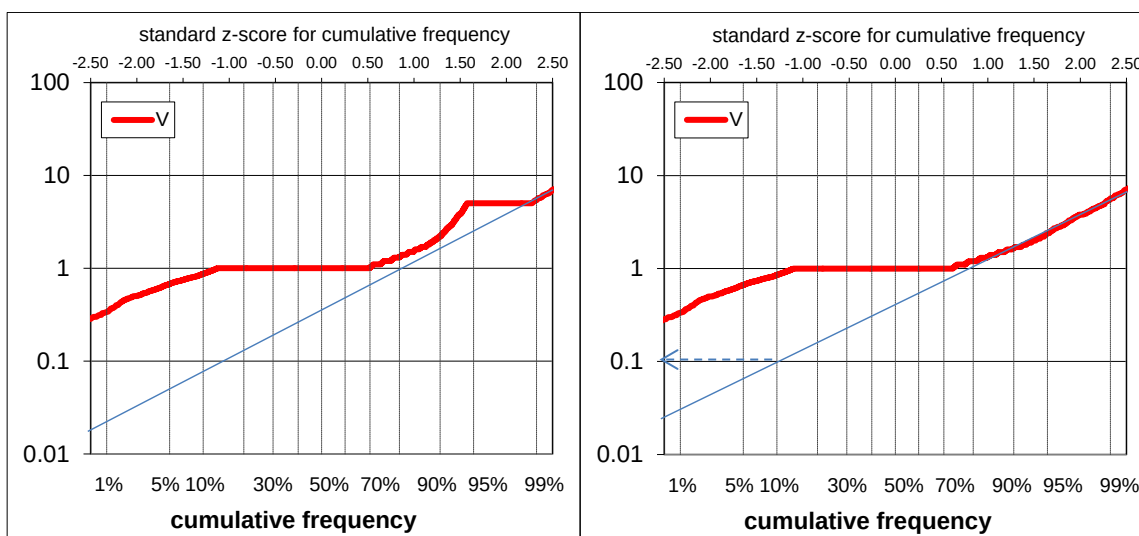
3.4.2 Grafische afleiding van percentielwaarden

De metingen van seleen en vanadium zijn in een probability plot uitgezet (zie 3.4.1). Voor seleen (Figuur 3.6, links) levert dit een verrassend beeld op; alle metingen beneden de bepalingsgrens liggen aan de rechterkant van de grafiek. Het betreft vooral data "<1" van HDSR en WDD. De eis van het KRW-monitoringsprotocol is dat de bepalingsgrens maximaal 30% van de norm is (EC, 2009); met een norm van 0,052 µg/l kunnen we alle bepalingsgrenzen boven de 0,018 (factor 3 onder de norm) als niet valide metingen beschouwen. Figuur 3.6 (rechts) geeft de data weer zonder te hoge bepalingsgrenzen. In dat geval kunnen de percentielen worden afgelezen uit de grafiek. De geadviseerde P10 voor Se is 0,10 µg/l, de P50 0,21 µg/l en de P90 0,46 µg/l.



Figuur 3.6 Cumulatieve verdeling van seleen in een probability plot. In de linker grafiek zijn alle data weergegeven; in de rechter grafiek zijn alle waarden <1 beschouwd als 'niet valide metingen' en niet meegenomen in deze grafiek.

Voor vanadium zijn de probability plots weergegeven in Figuur 3.7. Ook voor vanadium zijn in het hoge deel van de grafiek (<5 en $<1 \mu\text{g/l}$) problemen met de bepalingsgrenzen⁴. De <1 -waarden voldoen aan het criterium van maximaal 1/3 van de norm (voor V $3,5 \mu\text{g/l}$). De waarden <5 worden als niet valide beschouwd. Verwijdering van de $<5 \mu\text{g/l}$ waarden levert de rechtergrafiek op. Aan de linkerkant van de grafiek zijn voornamelijk gemeten waarden van RWS weergegeven. Als we dezelfde methode als voor Se kiezen geeft de blauwe lijn in de rechter grafiek van Figuur 3.7 de percentielwaarden weer. De P10 komt echter ver onder de laagste waarden uit die in de rijkswateren zijn gemeten. Daarom wordt voor vanadium geen nationale achtergrondconcentratie afgeleid.



Figuur 3.7 Cumulatieve verdeling van vanadium in een probability plot. In de linker grafiek zijn alle data weergegeven; in de rechter grafiek zijn alle waarden <5 beschouwd als 'slechte metingen' en verwijderd.

⁴ In de probability plots zijn waarden $< BG$ niet gehalveerd, dus bijvoorbeeld de waarde <5 is als 5 weergegeven.

Voor cadmium, lood, antimoon, thallium, vanadium en kwik kunnen op basis van de hele dataset geen betrouwbare percentielen worden afgeleid, maar voor de 37 waterlichamen van RWS is dat wel mogelijk. De draft EU guidance adviseert in dat geval dat de percentielen gebaseerd moeten zijn op 5 keer het aantal waterlichamen (37), dus 85 metingen. Bijlage E geeft de probability plots voor deze elementen op basis van de RWS-data. Tabel 3.3 geeft de afgeleide percentielen weer. Alleen voor Cd en Pb zijn de probability plots gebruikt voor het bepalen van de P10, omdat het aantal data onder de rapportagegrens tussen 25 en 75% lag.

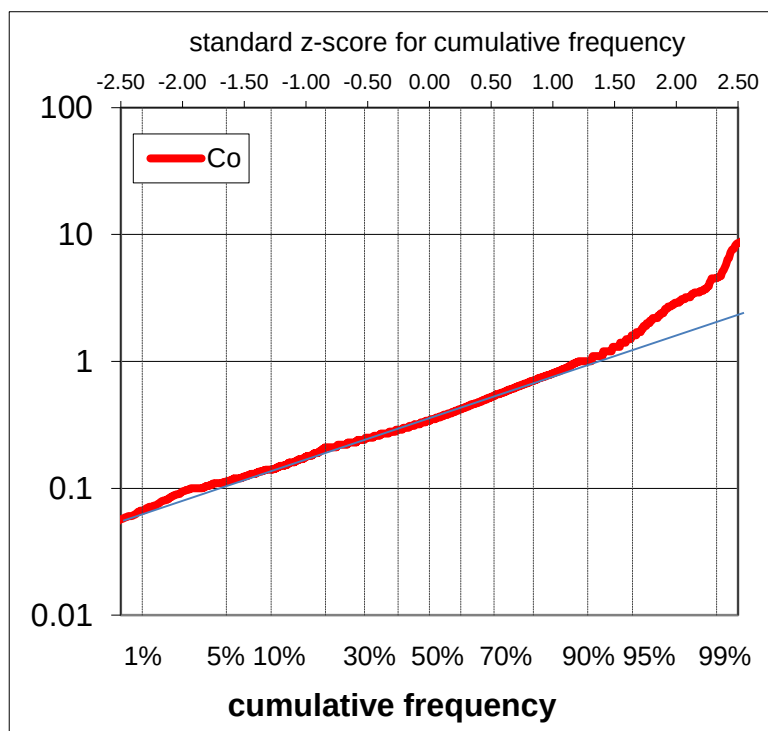
Tabel 3.3 Percentielen in $\mu\text{g/l}$ die gelden voor alleen RWS-wateren (voor Cd en Pb o.b.v. probability plots).

Element	P10	P50	P90
Sb	0,21	0,28	0,46
Cd	0,01	0,025	0,068
Hg	0,00025	0,00049	0,00093
Pb	0,015	0,055	0,15
V	0,55	0,94	1,54
Tl	0,008	0,016	0,035

3.4.3 Kobalt

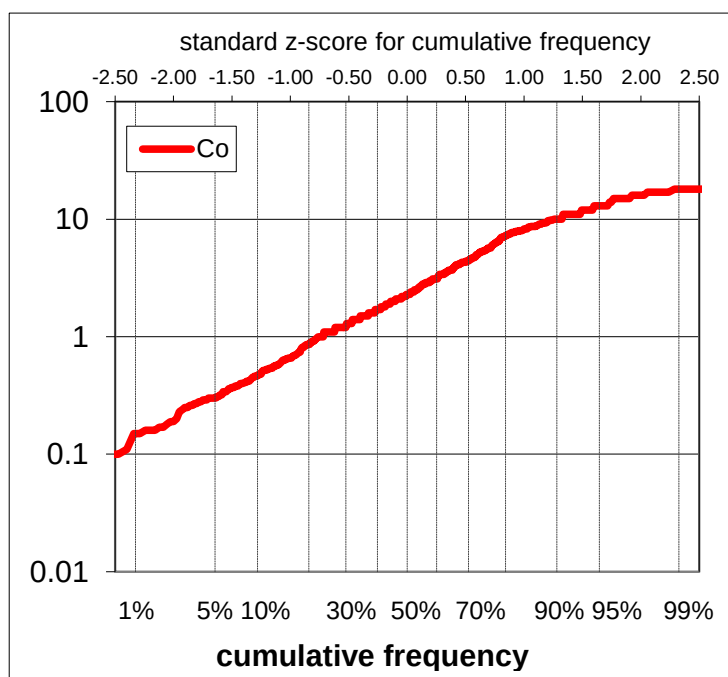
Vanwege de grote regionale verschillen, is voor kobalt het afleiden van een enkele achtergrondconcentratie niet mogelijk. De hoogste concentraties (zie Figuur 3.4) komen voor bij de waterschappen Limburg, De Dommel en Aa en Maas; voor deze gebieden zal een aparte achtergrondconcentratie worden afgeleid. Ook bij Waterschap Vechtstromen zijn de concentraties hoger dan gemiddeld, maar omdat hetzelfde beeld niet bij het tussenliggende Waterschap Rijn en IJssel voorkomt en omdat grondwaterdata niet verhoogd zijn in het gebied van Vechtstromen, is besloten om Vechtstromen in te delen bij de rest van Nederland.

Nadat de data van de waterschappen Limburg, De Dommel en Aa en Maas en de te hoge rapportagegrenzen (0,07 en hoger) zijn verwijderd, wordt Figuur 3.8 verkregen. De bovenste 5% bevat hogere concentraties dan op basis van een normale verdeling wordt verwacht. Mogelijk zijn dit verhoogde concentraties her en der in Nederland (onder meer in WS Vechtstromen). Dit levert de volgende percentielen op in Nederland met uitzondering van Zuidoost Nederland; een P10 van 0,14, een P50 van 0,34 en een P90 van 1,0 $\mu\text{g/l}$.



Figuur 3.8 Probability plot voor Co exclusief de waterschappen Limburg, Aa en Maas, en De Dommel

De data van waterschappen Aa en Maas, De Dommel en Limburg leveren samen Figuur 3.9 op. De figuur is gebaseerd op 861 datapunten en het gebied omvat 117 waterlichamen. Dit voldoet aan het criterium '5x het aantal waterlichamen'. De hoge concentraties in Zuidoost Nederland wijken eveneens af van een normale verdeling, maar dan juist naar beneden. De P90 is echter nog wel direct af te lezen uit de grafiek. Percentielen voor kobalt in Zuidoost Nederland resulteren in een P10 van 0,47, een P50 van 2,3 en een P90 van 11 µg/l.



Figuur 3.9 Probability plot op basis van de data van waterschappen Aa en Maas, De Dommel en Limburg.

3.5 Vergelijking met eerder afgeleide P10-waarden

Tabel 3.4 toont alle afgeleide waarden. De metalen die specifiek door de opdrachtgever zijn gevraagd, zijn in geel weergegeven.

Tabel 3.4 Afgeleide percentielen in deze studie, eerdere studies (2013, 2016) en geldende achtergrondconcentraties op basis NW4. Metalen waar specifiek naar gevraagd is (zie 1.4) zijn geel gearceerd.

Element	P10 huidige studie	P10 Roskam en Osté, 2016	P10 Osté, 2013	NW4
	Meetdata 2015-2018	Meetdata 2012-2014	Meetdata 2000-2012	1998
Ag	-	-	-	-
As	0,5		0,5	0,8
B	27,4		26	-
Ba	22		20	73
Cd	RWS:0,01		0,005	0,08
Co (NL excl. ZO-NL)	0,14	0,03	0,14	0,2
Co-ZO-NL	0,47			
Cr	0,22		-	0,2
Cs	0,005		0,03	-
Cu	0,5		0,5	0,4
Hg	RWS: 0,00025	0,00025 (RWS)		0,01
Li	4,6		3,5	-
Mo	-		0,5	1,4
Ni	1,0		1,2	3,3
Pb	RWS: 0,015		-	0,2
Rb	3,1		2,3	-
Sb	RWS: 0,21		-	0,3
Se	0,10		0,2	0,04
Sn	-		-	0,0002
Sr	118		110	-
Tl	RWS: 0,025		0,01	0,04
U	0,05		0,33	-
V	RWS: 0,55		0,5	0,8
Zn	1,0		0,7	2,8

De grootste verschillen tussen de P10 in eerder studies en deze studie worden gevonden voor Cs en U. Voor U is dat verklaarbaar door het grotere aandeel regionale data. In de regio worden de laagste, maar ook de hoogste concentraties gemeten. De P10-RWS zou dicht bij de waarde van Osté (2013) hebben gelegen.

Verder zijn er enkele stoffen waarvoor eerder wel een percentiel is afgeleid, maar waar dat nu onmogelijk blijkt. Dat komt deels door de verschuiving van criteria (nu moet minimaal 30%, i.p.v. 25) boven de rapportagegrens zijn om een waarde te mogen afleiden), maar ook omdat de RWS-data een minder groot aandeel van het geheel vormen.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Tabel 4.1 toont de P10, P50 en P90 voor de gevraagde metalen. Voor sommige elementen kon geen percentiel worden bepaald voor heel Nederland, maar wel voor de rijkswateren. Dit percentiel is op minder data gebaseerd, maar dit is toegestaan omdat de geldigheid minder waterlichamen bestrijkt. Voor kobalt is de database gesplitst, omdat er duidelijk sprake was van een afwijkende verdeling. Als de data van Zuidoost Nederland apart worden gehouden, zijn de data voor 'de rest van Nederland' wel lognormaal verdeeld. De data van Zuidoost Nederland zelf wijken licht af van een lognormale verdeling. Een uitgebreide tabel met meer elementen is te vinden in bijlage F.

Tabel 4.1 Percentielen en meetfrequentie (boven de bepalingsgrens) voor de 8 gevraagde metalen.

Periode 2015 - 2018						
Element	Percentiel (µg/l)			Aantal (n)	n > limiet	% > limiet
	10	50	90			
Ag	-	-	-	4859	236	5%
As	0,5	0,96	2,1	5588	5242	94%
Ba	22	46	89	5726	5724	100%
Co (excl. ZO-NL)	0,14	0,34	1,0	5363	4042	75%
Co (ZO-NL)	0,47	2,3	11	861	686	80%
Hg (RWS)	0,00025	0,00049	0,00093	711	699	98%
Sb (RWS)	0,21	0,28	0,46	440	440	100%
Se	0,05	0,15	0,43	2128	1362	64%
Tl (RWS)	0,005	0,016	0,15	876	677	77%
U	0,05	0,39	0,85	3067	2701	88%
V (RWS)	0,55	0,94	1,54	5096	2053	40%

4.2 Aanbevelingen

Dit is het vijfde rapport over achtergrondconcentraties sinds 2012. Nu ook de draft EU guidance zo goed als af is, is het een goed moment om de balans op te maken. Relevante aspecten daarbij zijn:

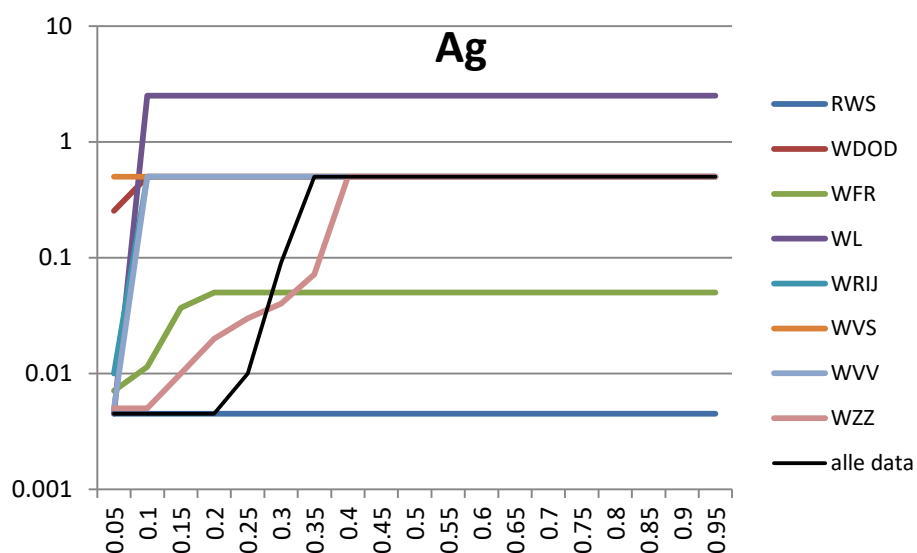
- Het in kaart brengen van de noodzaak van een achtergrondconcentratie voor de normtoetsing, maar ook voor andere beleidsdossiers (bijv. vergunningverlening)
- Een keuze maken of voor alle elementen de nieuwe aanpak zal worden gebruikt of dat we de NW4-waarden handhaven
- Keuze voor een tijdsperiode (of zelfs specifieke jaren) voor het vaststellen van achtergrondconcentraties.
- Een andere aanpak voor het bepalen van een laag percentiel, zoals dat ook voor soortgevoeligheidsverdelingen (SSD's) gebeurt (<http://pbil.univ-lyon1.fr/software/mosaic/ssd>)
- Keuze voor het percentiel (P10, P90). Dit laat de EU guidance aan de lidstaten.

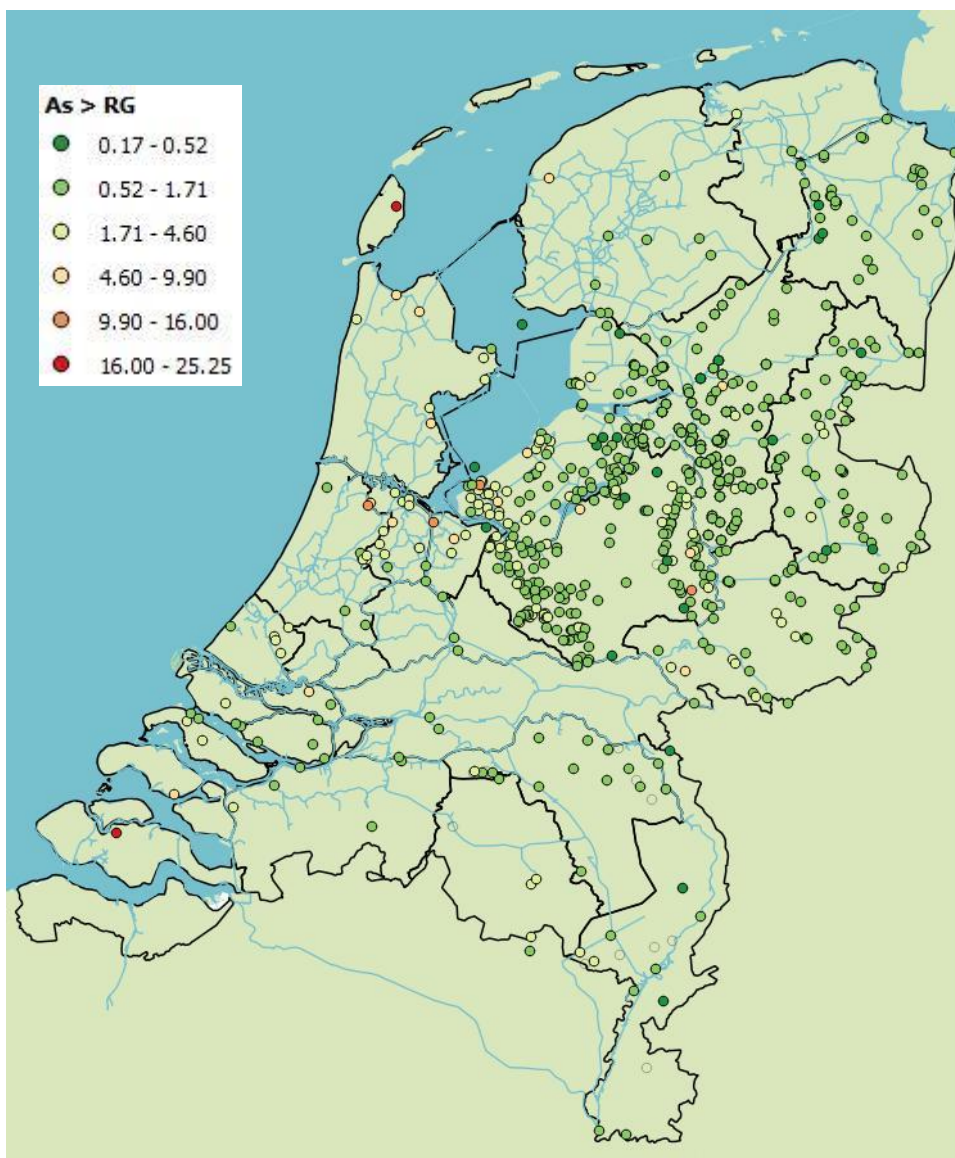
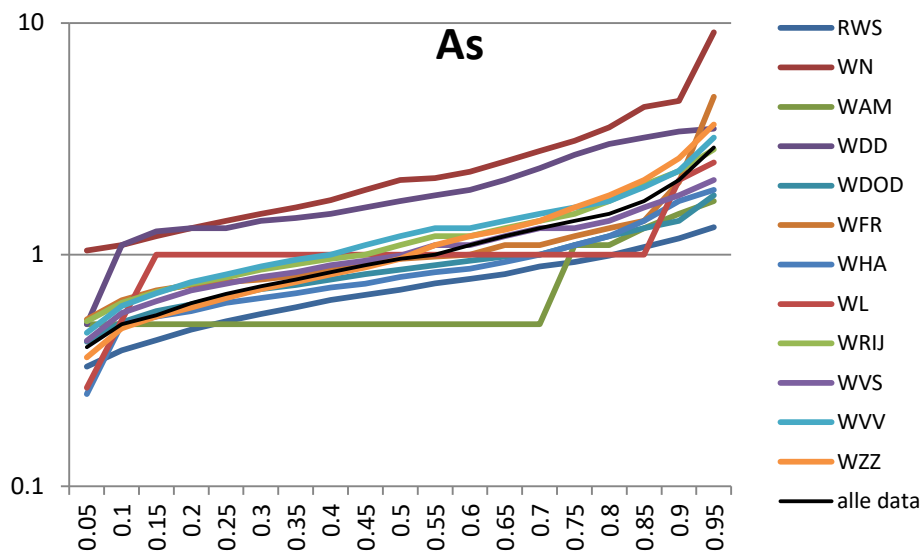
- Het checken van enkele aanvullende elementen die in de EU guidance worden genoemd:
 - Check of de voorgestelde AC's niet boven de P90 van de FOREGS-database liggen
 - Beoordeel voor alle elementen de dataverdeling
 - Geef een statistische onderbouwing waaruit blijkt dat het aantal data voldoende is om een betrouwbare AC af te leiden.

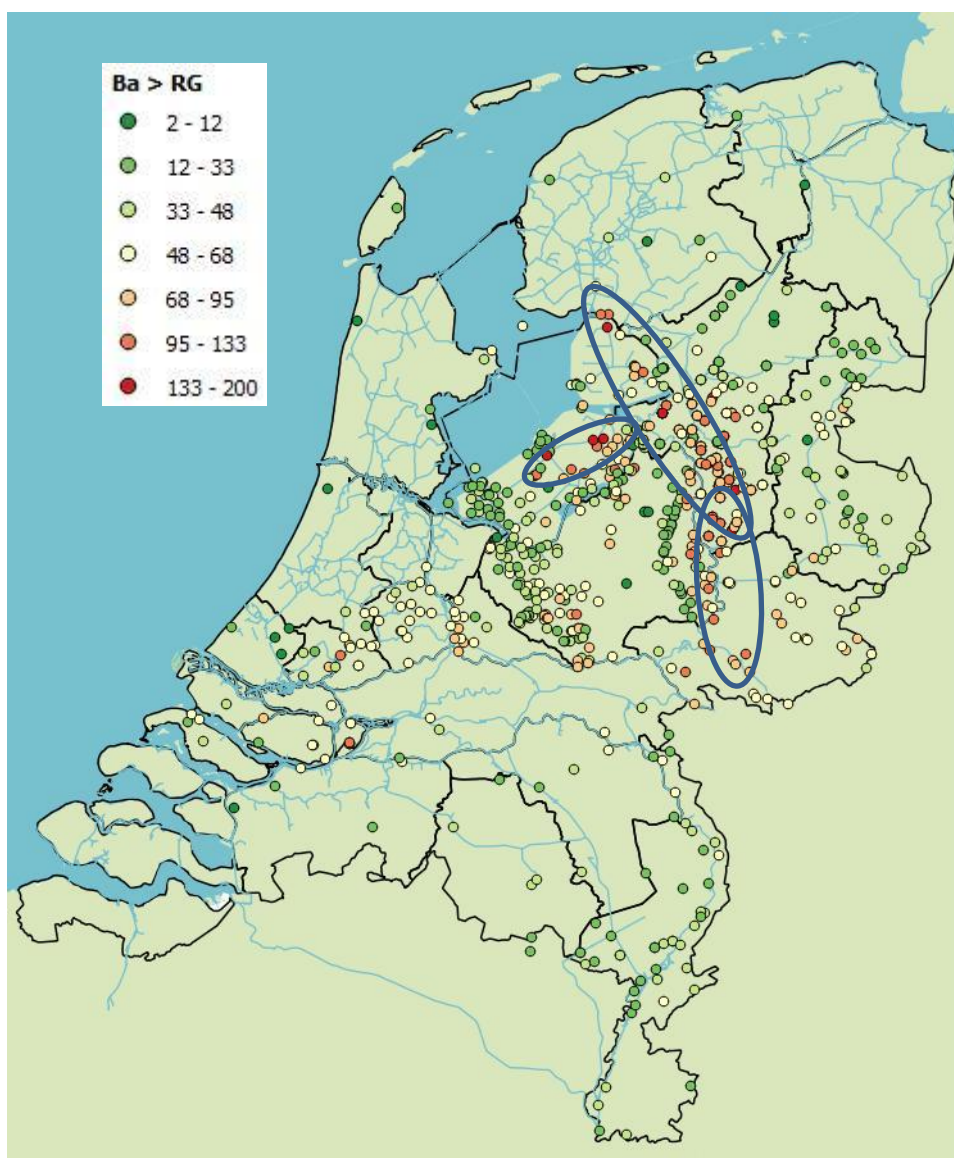
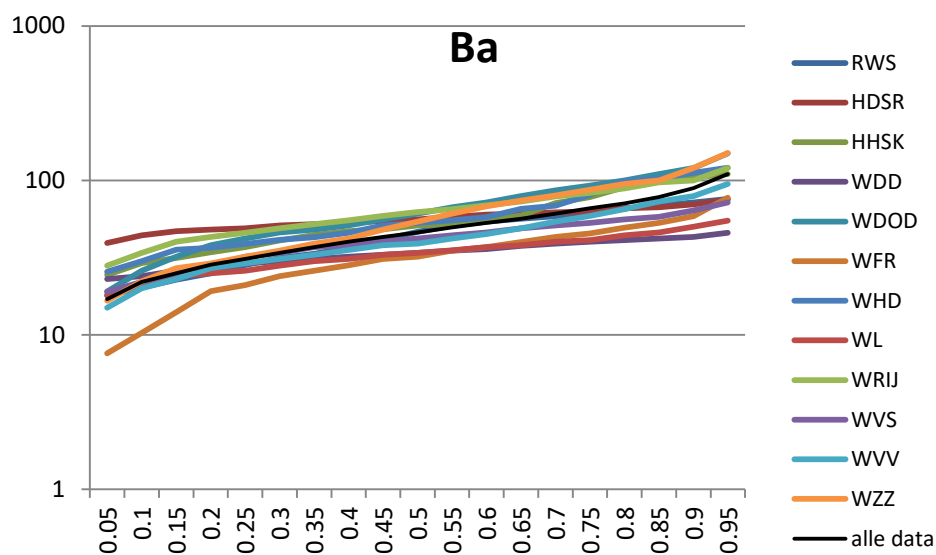
5 Referenties

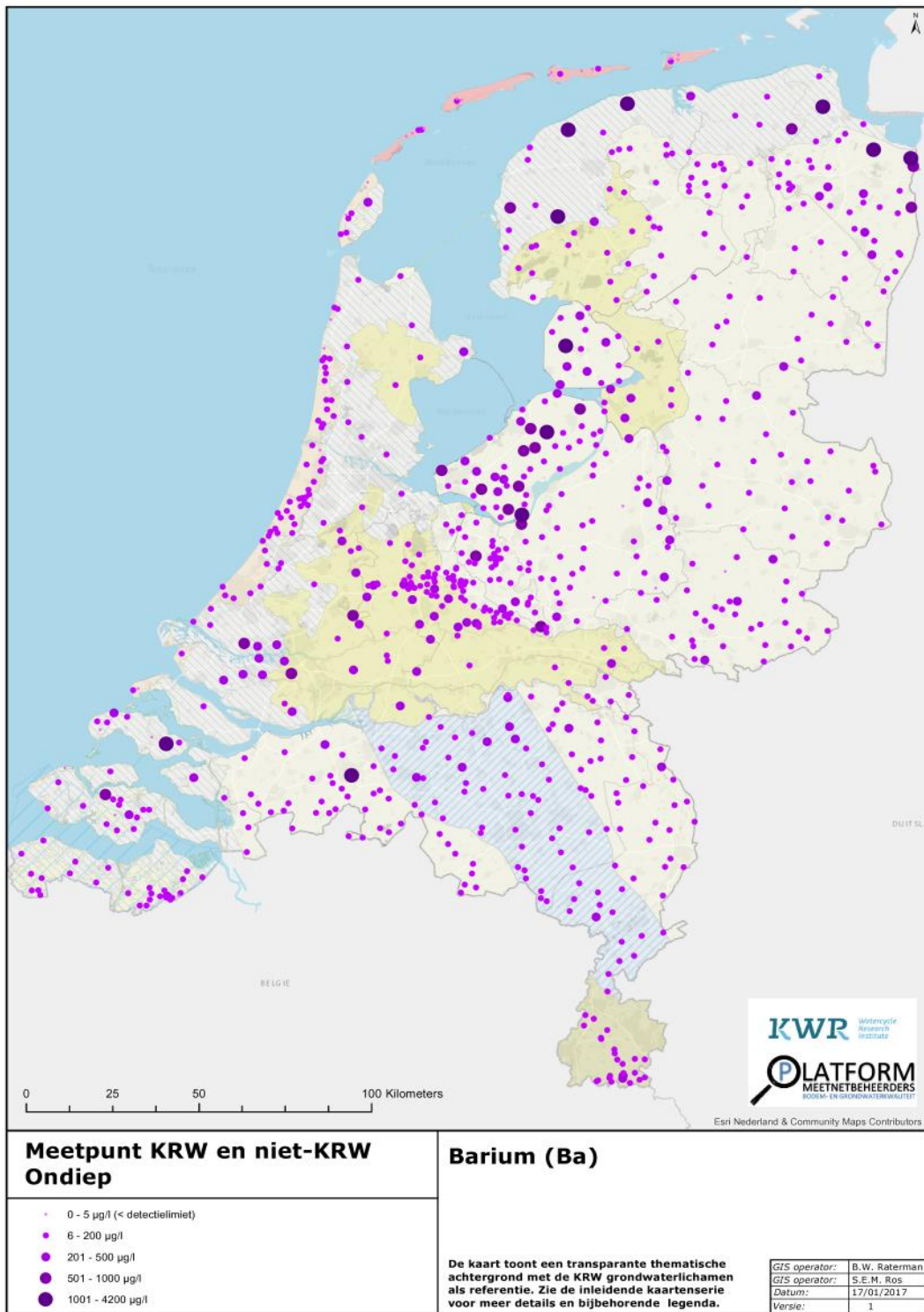
- Crommentuijn, T., Polder, M.D., Van de Plassche, E.J., 1997. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account. RIVM report no. 601501 001.
- EC, 2009. QA/QC-richtlijn 2009/90/EC. Europese richtlijn over technische specificaties voor chemische analyse en monitoring van de watertoestand krachtens Richtlijn 2000/6/EG van het Europees Parlement en de Raad.
- Min. van Verkeer en waterstaat, 1998. Vierde nota Waterhuishouding.
- Osté, L.A., J. Klein, G.J. Zwolsman, 2012. Inventory of methods to derive natural background concentrations of metals in surface water. Deltares/KWR-report 1206111.005.
- Osté, L.A., 2013. Derivation of dissolved background concentrations in Dutch surface water based on a 10-percentile of monitoring data. Deltares-report 1206111.005-2.
- Osté L.A. en N. Van Duijnhoven, 2013. Toetsing consequenties achtergrondconcentraties. Deltares-rapport 1208756.
- Osté L.A. en G.D. Roskam, 2016. Nadere beschouwing achtergrondconcentraties oppervlaktewater. Deltares-rapport 1220098-017.

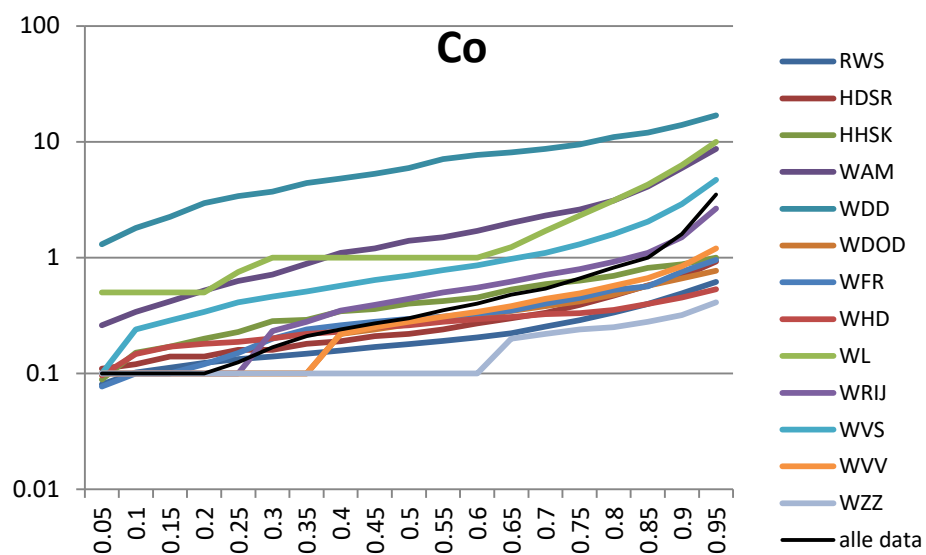
A Distributie van de data per beheerder (grafiek) en geografisch (kaart) voor Ag, As, Ba, Co, Hg, Se, Tl, U en V

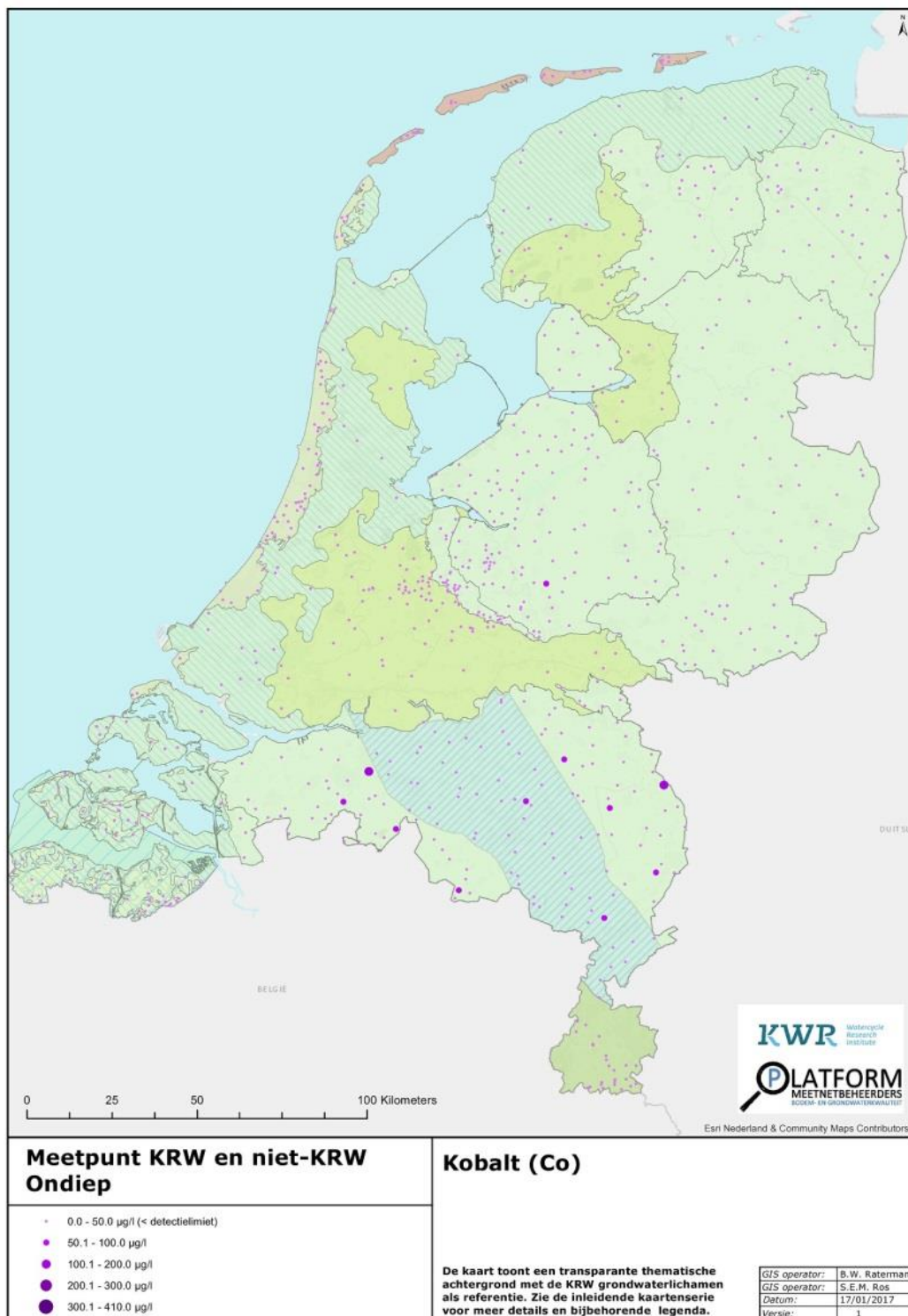


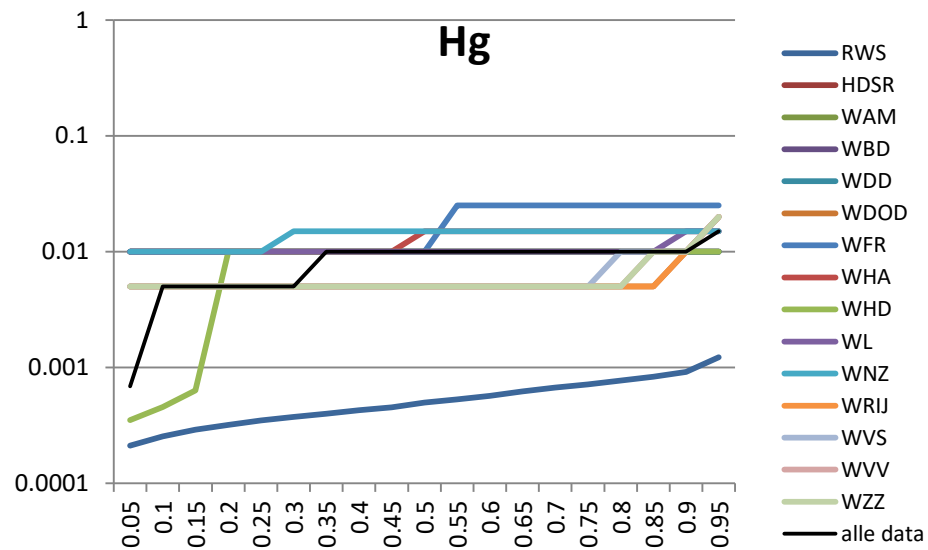


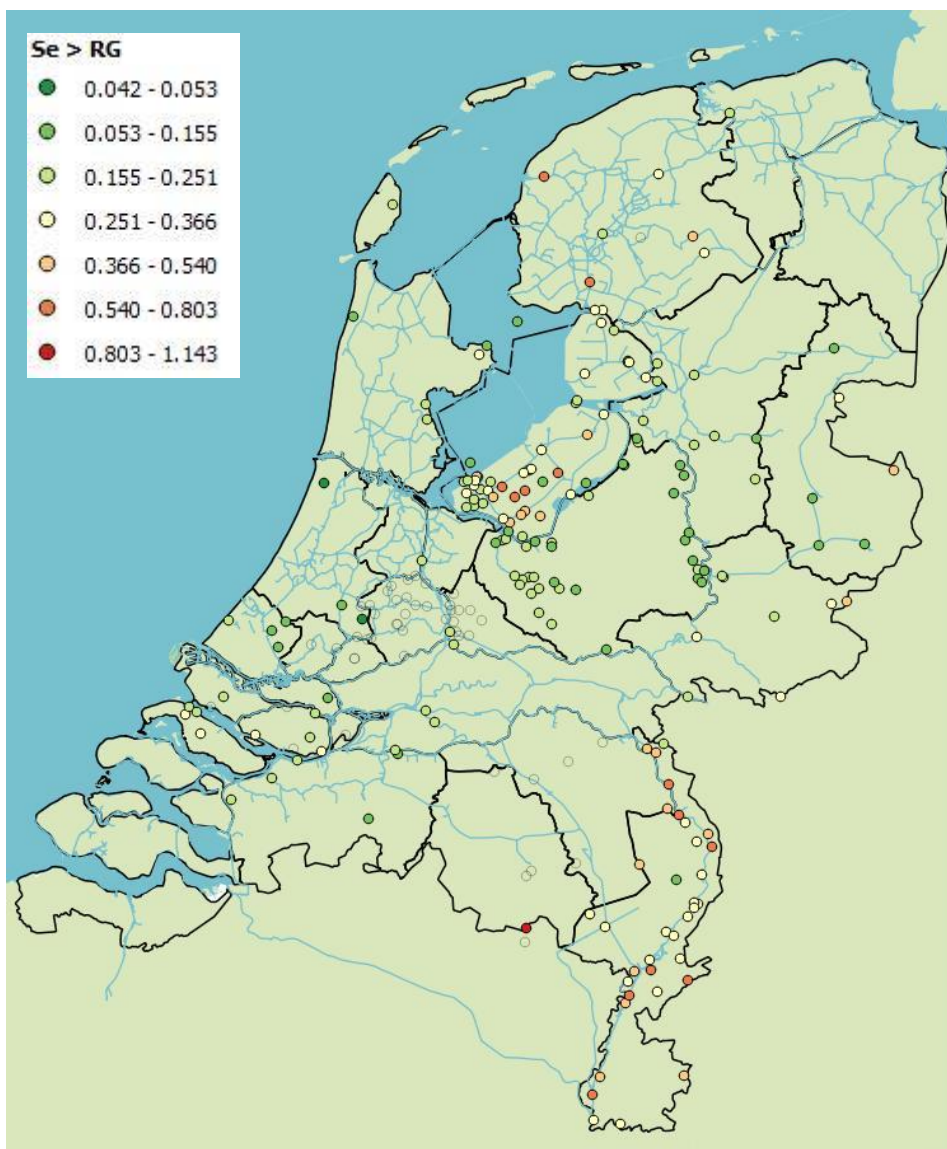
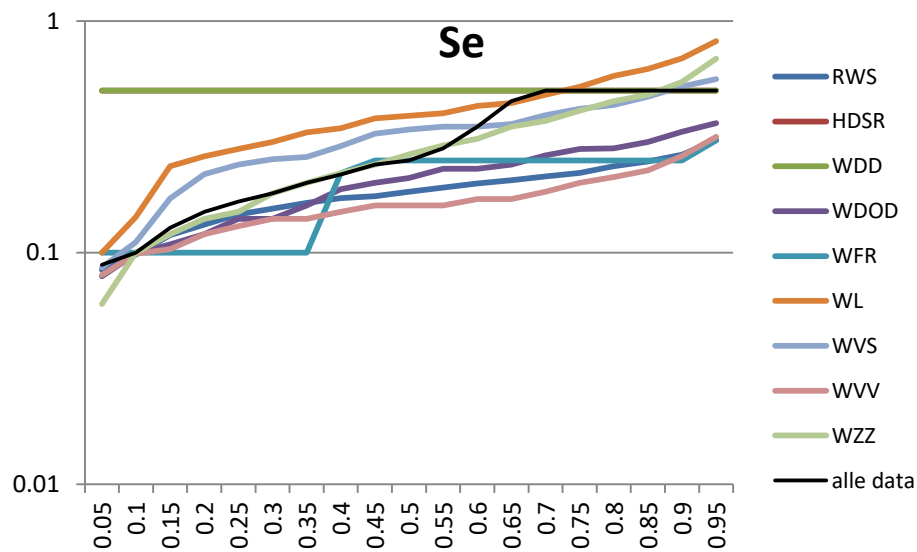


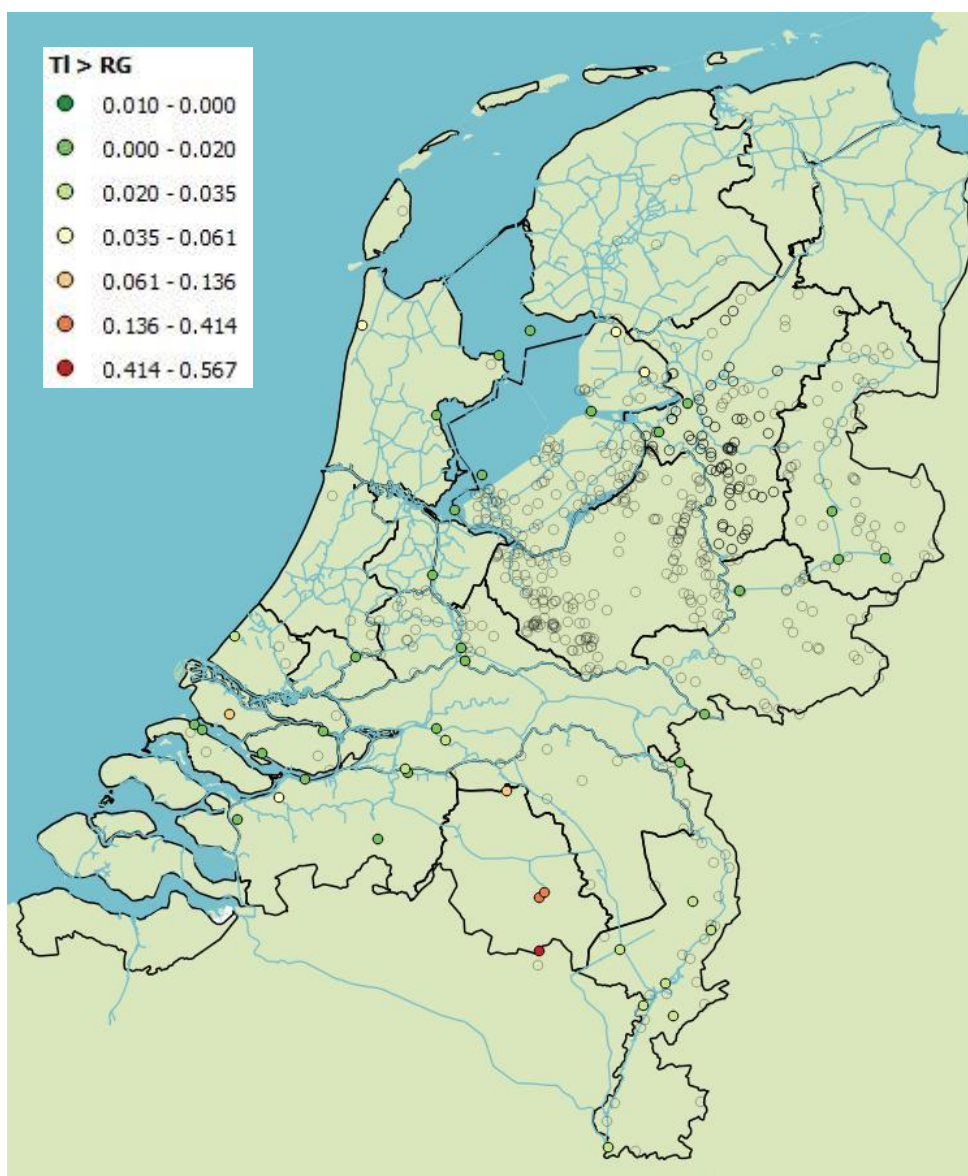
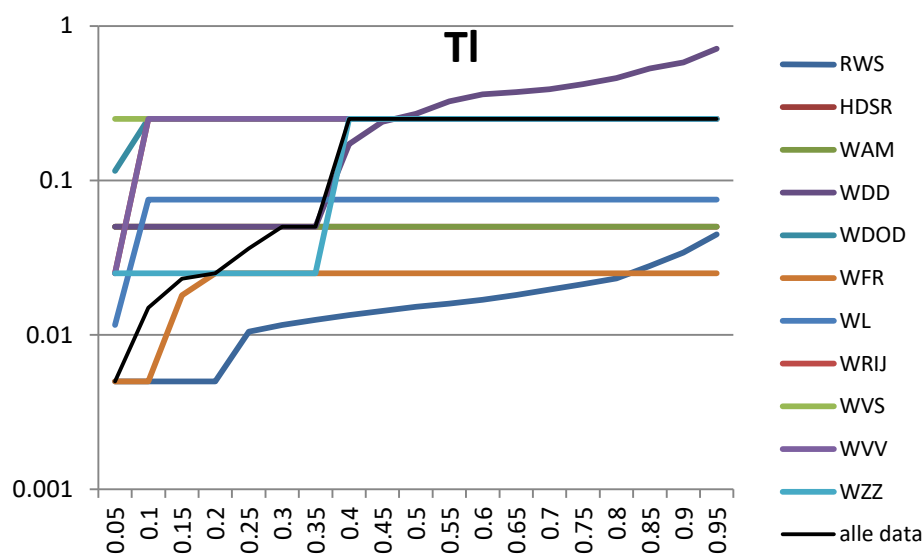


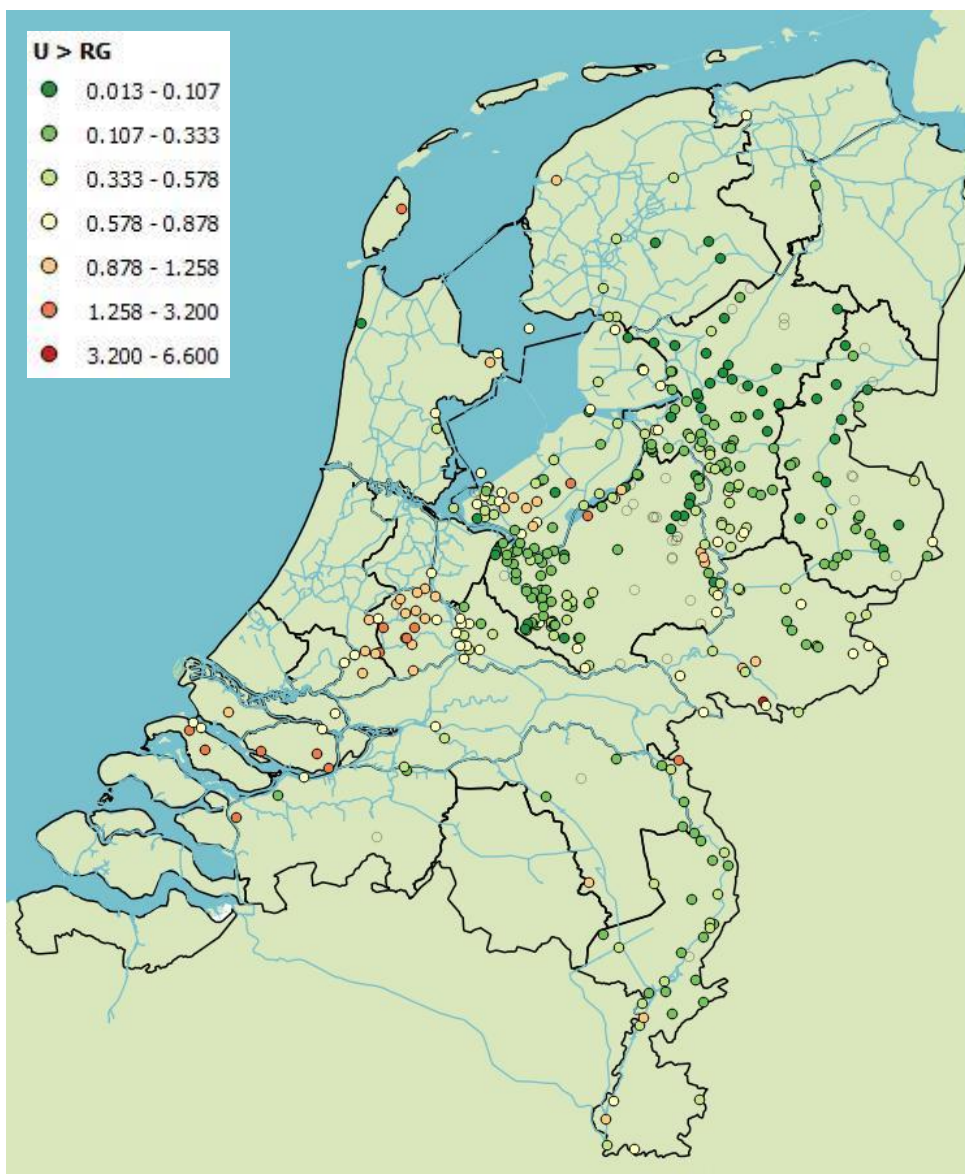
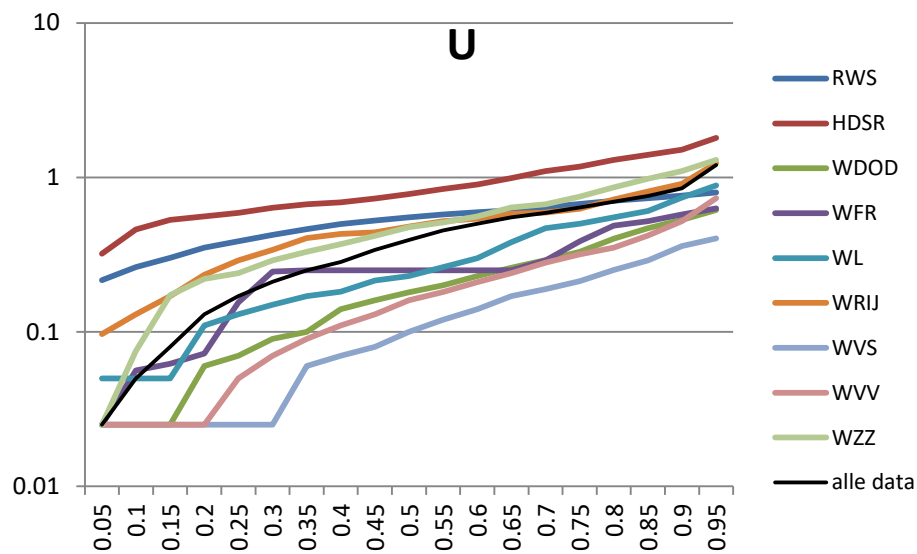


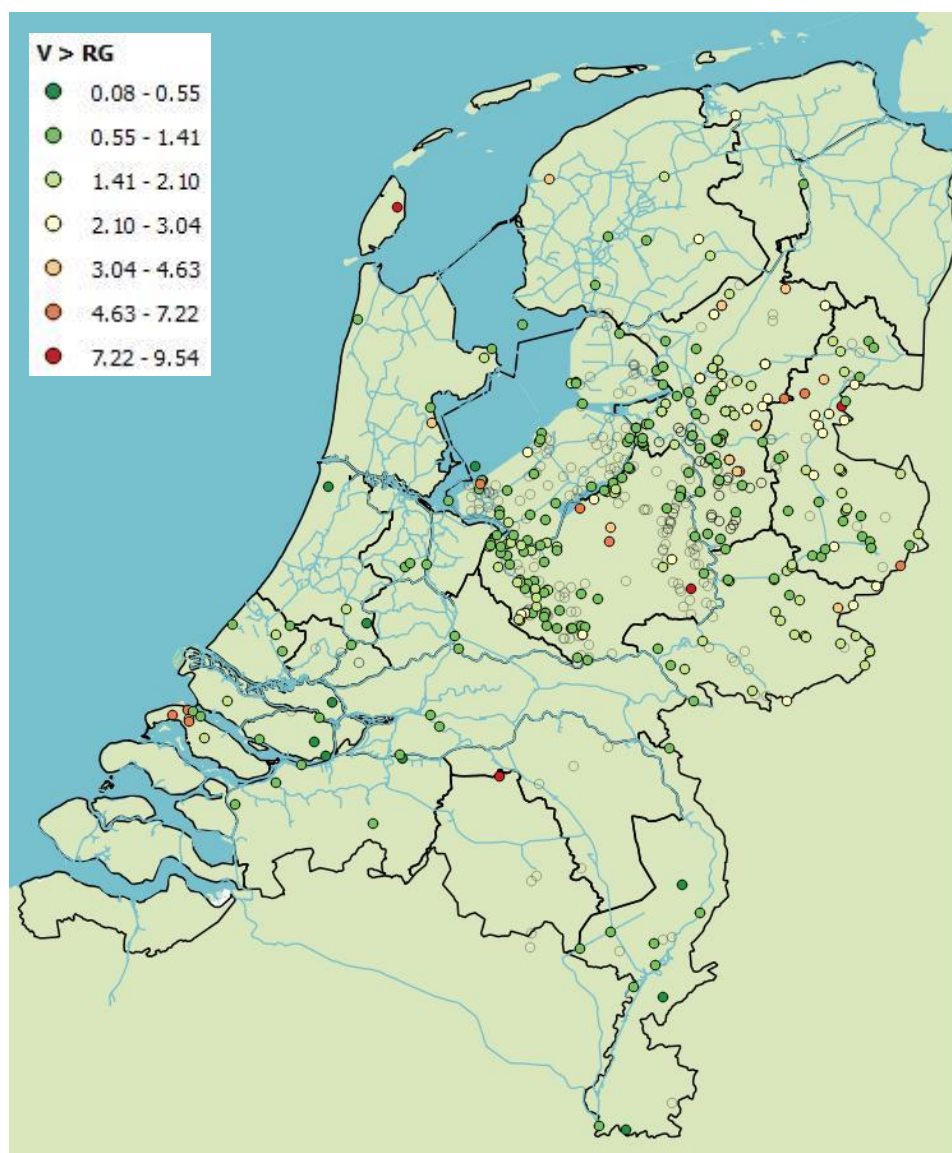
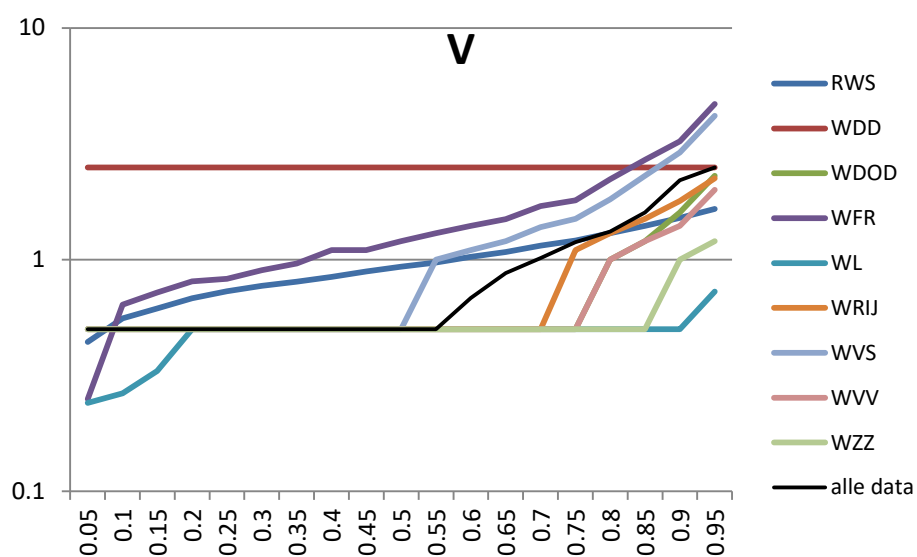












B Overzicht van de data voor de 3 dataselecties en afgeleide percentielen

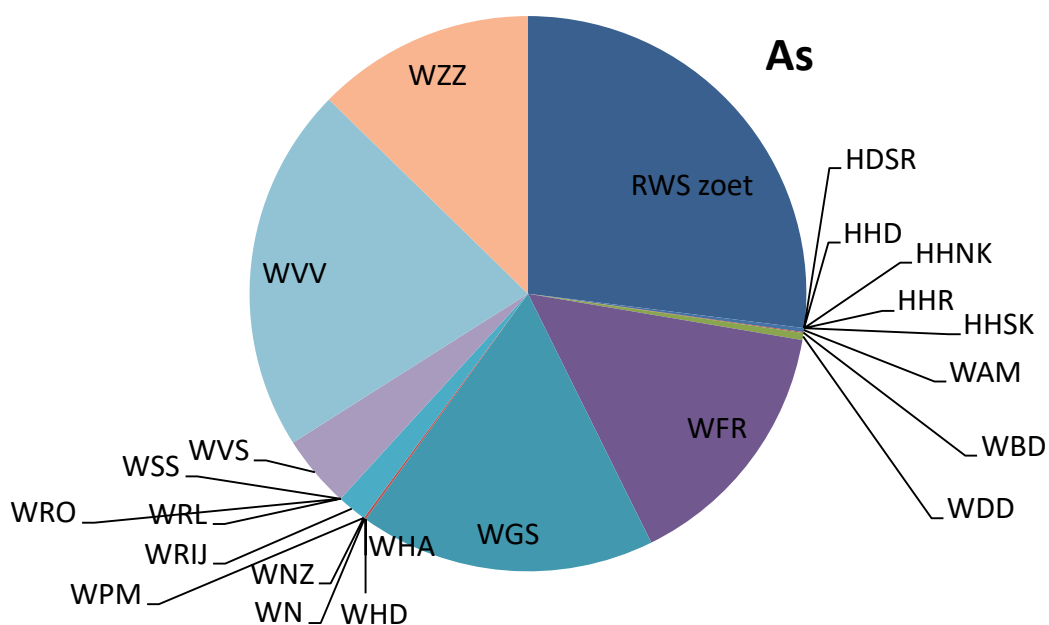
A 2012 - 2018										B 2015 - 2018										C 2017 - 2018									
Percentiel (ug/l)										Percentiel (ug/l)										Percentiel (ug/l)									
10	50	90	Count	Count > limiet	% > limiet	10	50	90	Count	Count > limiet	% > limiet	10	50	90	Count	Count > limiet	% > limiet	10	50	90	Count	Count > limiet	% > limiet						
Ag	0.0045	0.5	0.5	8933	294	3%	Ag	0.0045	0.5	0.5	4859	236	5%	Ag	0.0045	0.5	0.5	2222	209	9%									
Al	5	25	94	6878	2689	39%	Al	5	25	94	6878	2689	39%	Al	5	25	78	4401	1742	40%									
As	0.5	0.93	2.1	10093	8941	89%	As	0.5	0.96	2.1	5588	5242	94%	As	0.5	0.95	2.1	2712	2489	92%									
B	27	50.5	87.93	2668	2645	99%	B	27.4	54	96	1201	1194	99%	B	24.32	56.6	100	719	712	99%									
Ba	20.8	46	90	11362	11317	100%	Ba	22	46	89	5726	5724	100%	Ba	20.92	44.1	83	2563	2561	100%									
Be	0.005	0.025	0.025	3006	144	5%	Be	0.005	0.025	0.025	3006	144	5%	Be	0.005	0.025	0.025	2011	102	5%									
Br	100	855	3310	120	94	78%	Br	100	855	3310	120	94	78%	Br	100	1100	3770	84	70	83%									
Cd	0.015	0.025	0.11	33239	8340	25%	Cd	0.015	0.025	0.12	15060	3877	26%	Cd	0.015	0.025	0.11	5916	1577	27%									
Co	0.1	0.28	1.2	11906	8941	75%	Co	0.1	0.3	1.6	6225	4728	76%	Co	0.1	0.33	2	2862	2219	78%									
Cr	0.25	0.5	1.2	9005	4886	54%	Cr	0.25	0.5	1.2	9005	4886	54%	Cr	0.25	0.5	1.2	5667	3371	59%									
Cs	0.005	0.05565	0.3048	462	402	87%	Cs	0.005	0.05565	0.3048	462	402	87%	Cs	0.005	0.05565	0.3048	462	402	87%									
Cu	0.5	1.7	3.9	35661	28488	80%	Cu	0.5	1.6	3.9	17750	13762	78%	Cu	0.5	1.5	3.6	7195	5509	77%									
F	94	260	3500	170	169	99%	F	94	260	3500	170	169	99%	F	94	225	3300	144	143	99%									
Fe	10	230	1400	6026	5619	93%	Fe	10	230	1400	6026	5619	93%	Fe	10	210	1300	3828	3548	93%									
Hg	0.005	0.01	0.015	21020	2356	11%	Hg	0.005	0.01	0.01	11277	1594	14%	Hg	0.005	0.01	0.015	4939	819	17%									
K	3300	8700	18000	6982	6981	100%	K	3300	8700	18000	6982	6981	100%	K	3200	8800	18000	4313	4312	100%									
La	0.01	0.31	10.004	105	69	66%	La	0.01	0.31	10.004	105	69	66%	La	0.01	0.0149	4.435	76	40	53%									
Li	4.64	10.5	15.4	463	463	100%	Li	4.64	10.5	15.4	463	463	100%	Li	4.64	10.5	15.4	463	463	100%									
Mn	13	150	450	4637	4482	97%	Mn	13	150	450	4637	4482	97%	Mn	7.776	140	430	3014	2904	96%									
Mo	0.5	0.5	1.651	2930	836	29%	Mo	0.5	0.5	1.651	2930	836	29%	Mo	0.5	0.5	1.8	1971	731	37%									
Na	14000	28000	80000	21419	21418	100%	Na	14000	29000	81000	13328	13328	100%	Na	14000	31000	85000	5335	5335	100%									
Ni	1	2.74	11	41360	38845	94%	Ni	1	2.7	12	18274	17526	96%	Ni	1	2.7	11	6573	6352	97%									
Pb	0.1	0.15	0.6	29922	8676	29%	Pb	0.1	0.15	0.5	13818	4464	32%	Pb	0.07946	0.15	0.5	5700	1873	33%									
Rb	3.106	4.56	6.76	463	463	100%	Rb	3.106	4.56	6.76	463	463	100%	Rb	3.106	4.56	6.76	463	463	100%									
Sb	0.271	0.3	0.3	2911	564	19%	Sb	0.271	0.3	0.3	2911	564	19%	Sb	0.25	0.3	0.3249	1952	520	27%									
Se	0.13	0.25	0.5	4814	2366	49%	Se	0.1	0.25	0.5	2128	1362	64%	Se	0.1	0.23	0.5	1336	1031	77%									
Sn	0.01	0.1	0.1	8949	546	6%	Sn	0.01	0.1	0.1	4670	407	9%	Sn	0.01	0.1	0.1	1934	223	12%									
Sr	118.15145	290	510	2926	2925	100%	Sr	118.15145	290	510	2926	2925	100%	Sr	110	270	500	1931	1930	100%									
Te	0.04	0.1	0.37	2926	787	27%	Te	0.04	0.1	0.37	2926	787	27%	Te	0.04	0.1	0.21	1931	163	8%									
Ti	0.03	0.134	0.8154	649	343	53%	Ti	0.03	0.134	0.8154	649	343	53%	Ti	0.03	0.134	0.8154	649	343	53%									
Tl	0.011	0.25	0.25	10181	1824	18%	Tl	0.015	0.25	0.25	5473	826	15%	Tl	0.0116	0.0508	0.25	2446	425	17%									
U	0.1	0.451	0.85	5314	4492	85%	U	0.05	0.393	0.8508	3067	2701	88%	U	0.025	0.31	0.8044	2307	2001	87%									
V	0.5	0.5	2.1	9869	4507	46%	V	0.5	0.5	2.2	5096	2053	40%	V	0.5	0.5	2.2	2190	957	44%									
Zn	2	5.3	33	43486	27734	64%	Zn	2	5.4	35	19504	12625	65%	Zn	1.5	5.1	31	7131	4804	67%									

C Tabel met toegepaste afkortingen voor de waterbeheerders

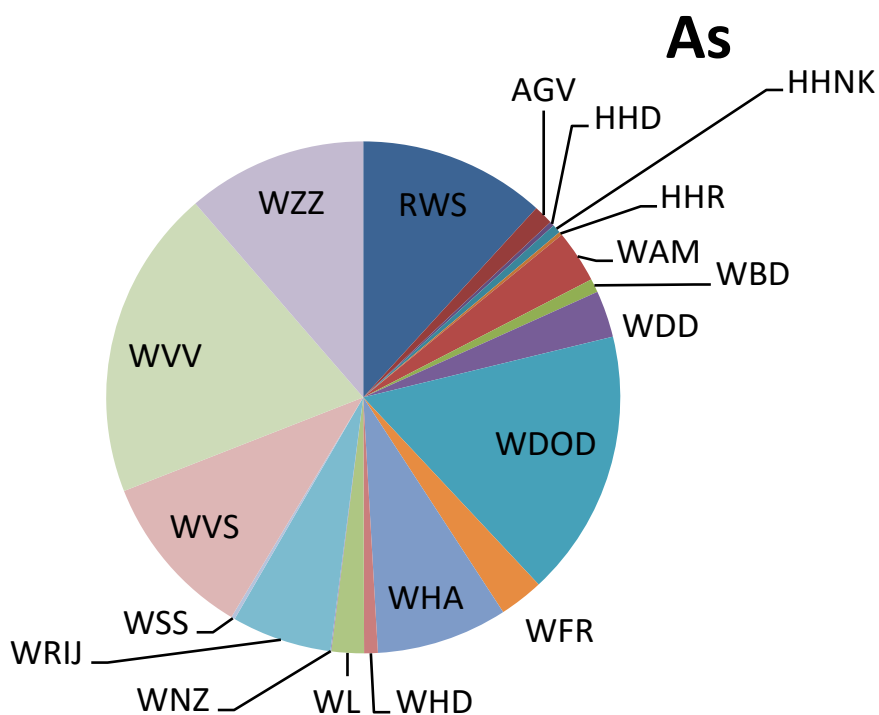
Afkorting	Waterbeheerder
HDSR	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
HHD	Hoogheemraadschap Delfland
HHNK	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
HHR	Hoogheemraadschap Rijnland
HHSK	Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
WAM	Waterschap Aa en Maas
WBD	Waterschap Brabantse Delta
WDD	Waterschap De Dommel
WDOD	Waterschap Drents-Overijsselse Delta, voorheen WGS en WRW
WFR	Wetterskip Fryslân
WGS	Waterschap Groot Salland, opgegaan in WDOD
WHA	Waterschap Hunze en Aa's
WHD	Waterschap Hollandse Delta
WL	Waterschap Limburg, voorheen WPM en WRO
WN	Waternet
WNZ	Waterschap Noorderzijlvest
WPM	Waterschap Peel en Maasvallei, opgegaan in WL
WRIJ	Waterschap Rijn en IJssel
WRL	Waterschap Rivierenland
WRO	Waterschap Roer en Overmaas, opgegaan in WL
WRW	Waterschap Reest en Wieden, opgegaan in WDOD
WSS	Waterschap Scheldestromen
WVS	Waterschap Vechtstromen
WVV	Waterschap Vallei en Veluwe
WZZ	Waterschap Zuiderzeeland
RWS	Rijkswaterstaat

D Bijdrage per waterbeheerder aan de elementen in de dataset
Bovenste grafiek steeds uit 2016 (meetdata 2012-2014),
onderste uit 2018 – deze studie (meetdata 2015-2017/18).

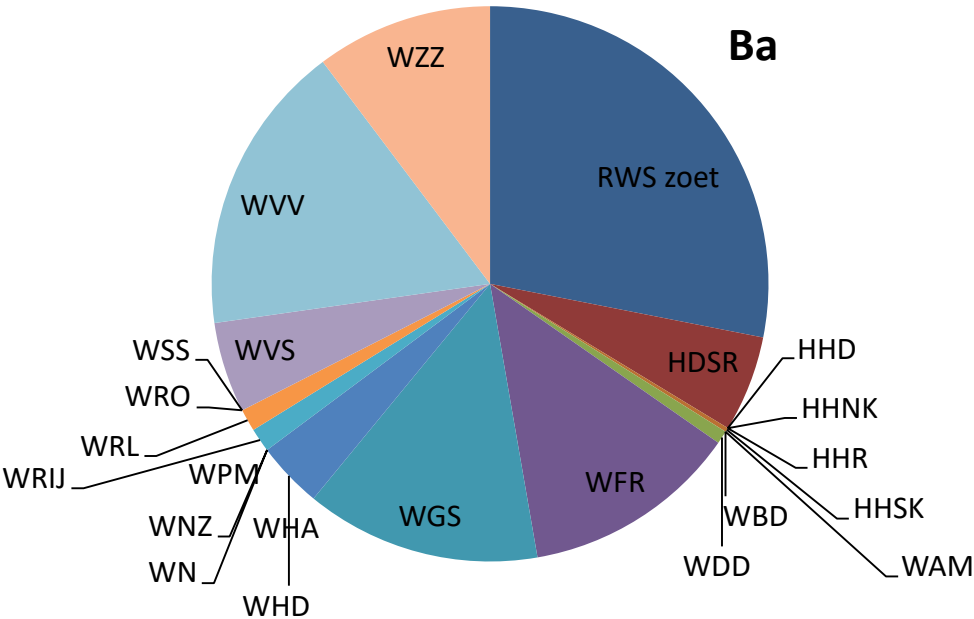
2016



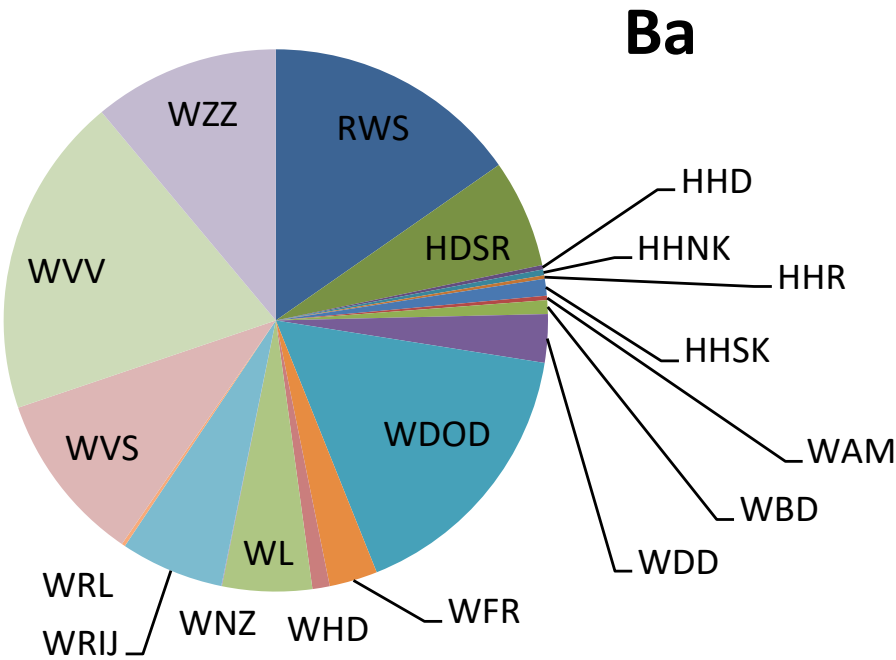
2018



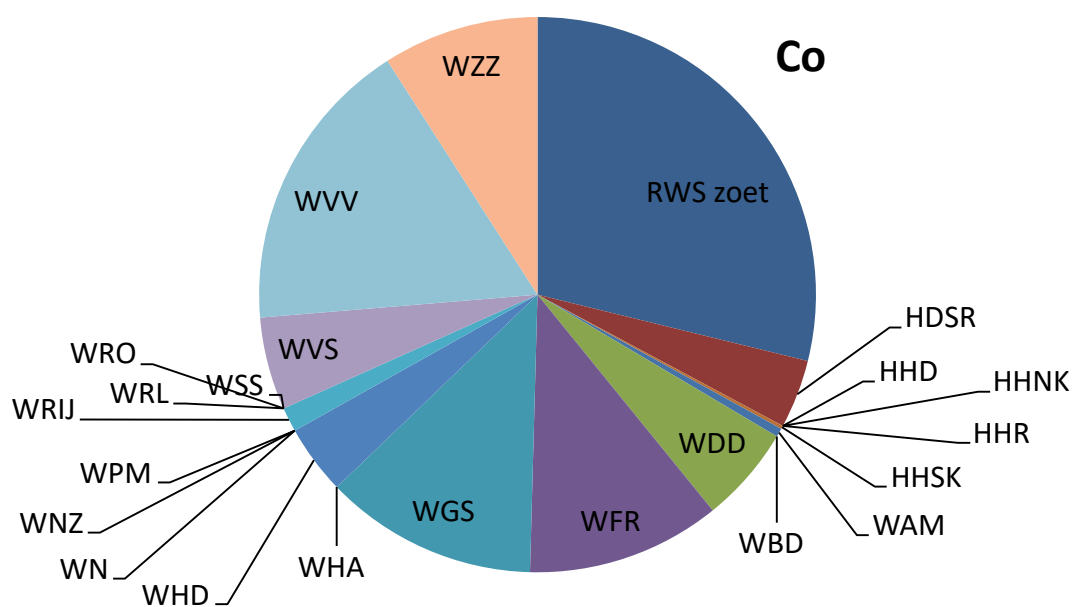
2016



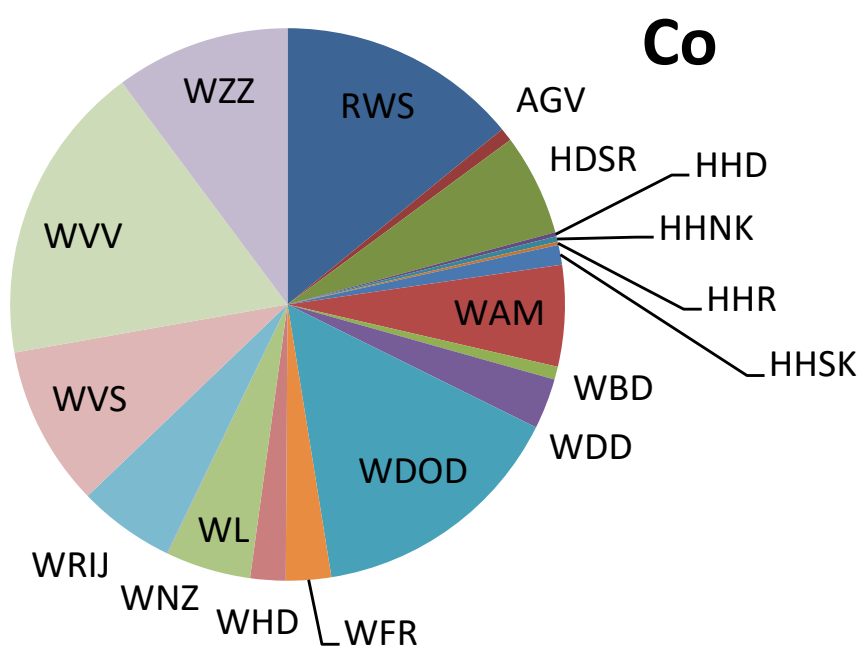
2018



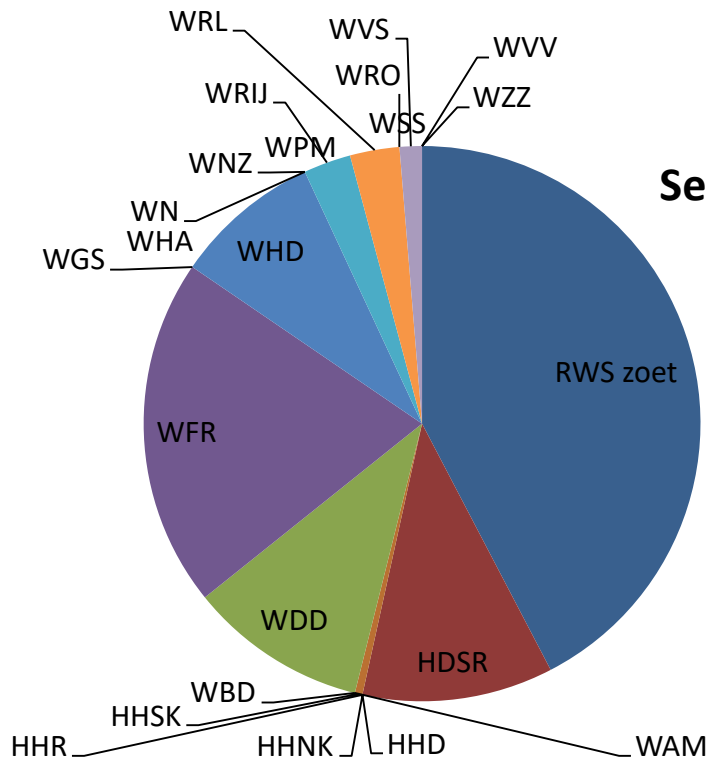
2016



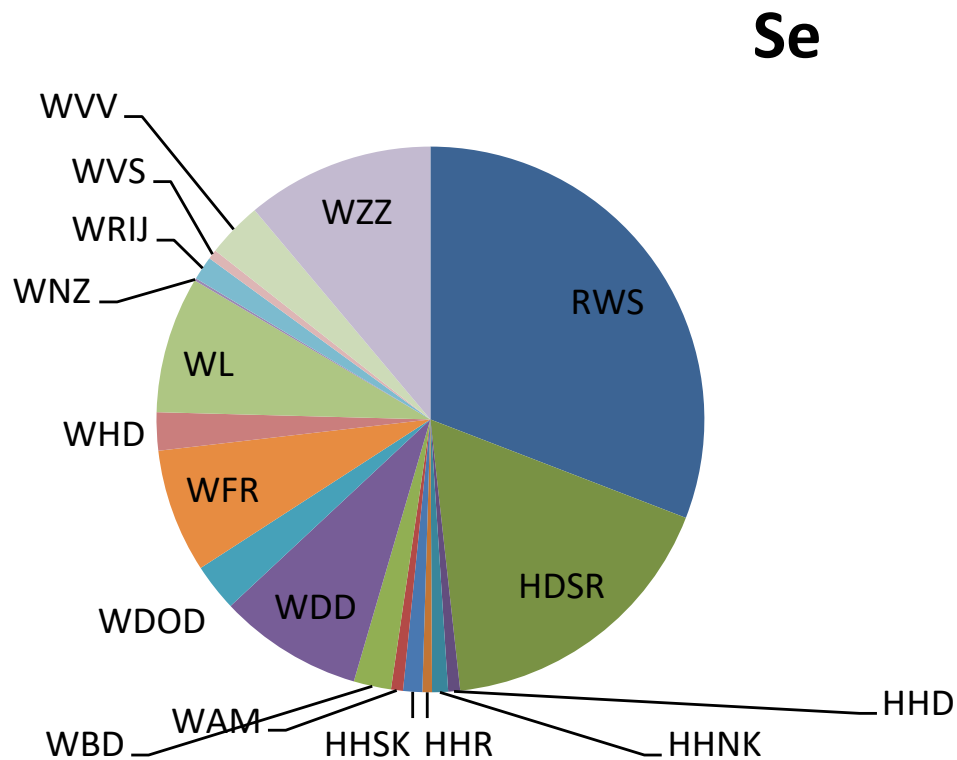
2018



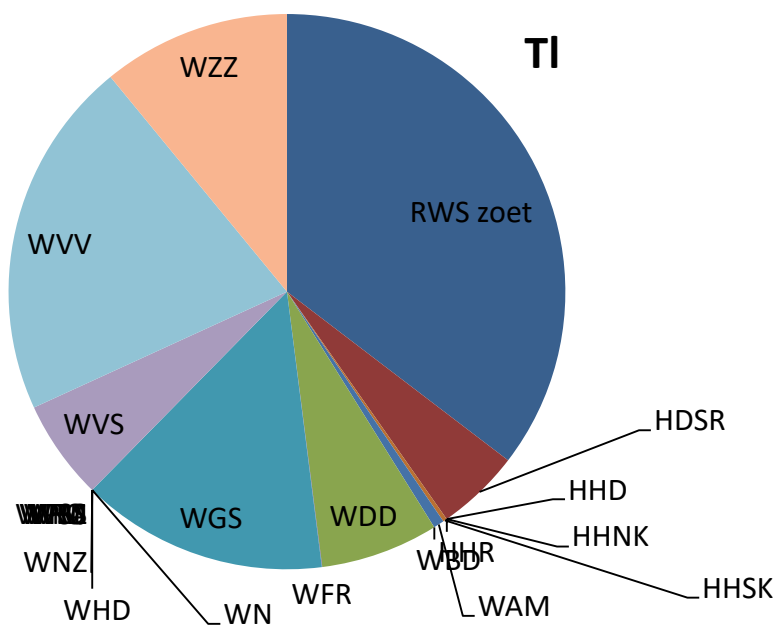
2016



2018

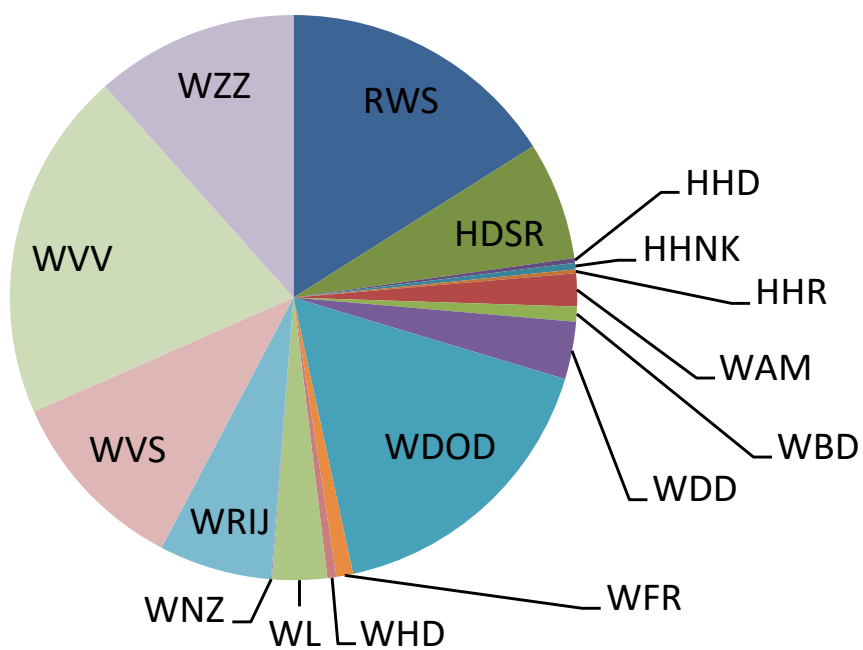


2016

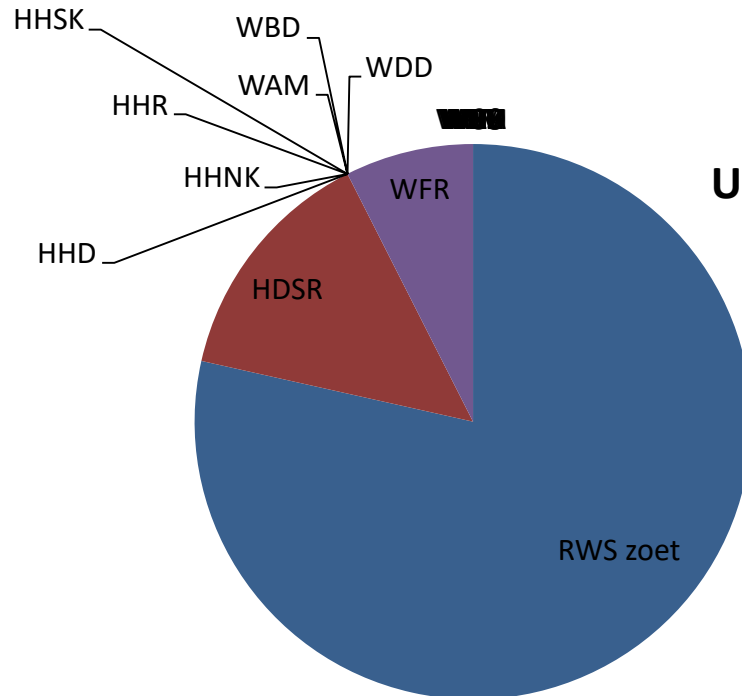


2018

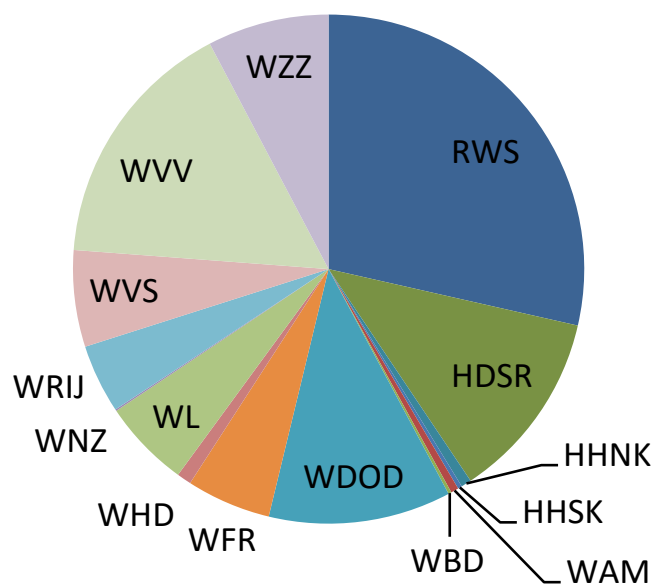
TI



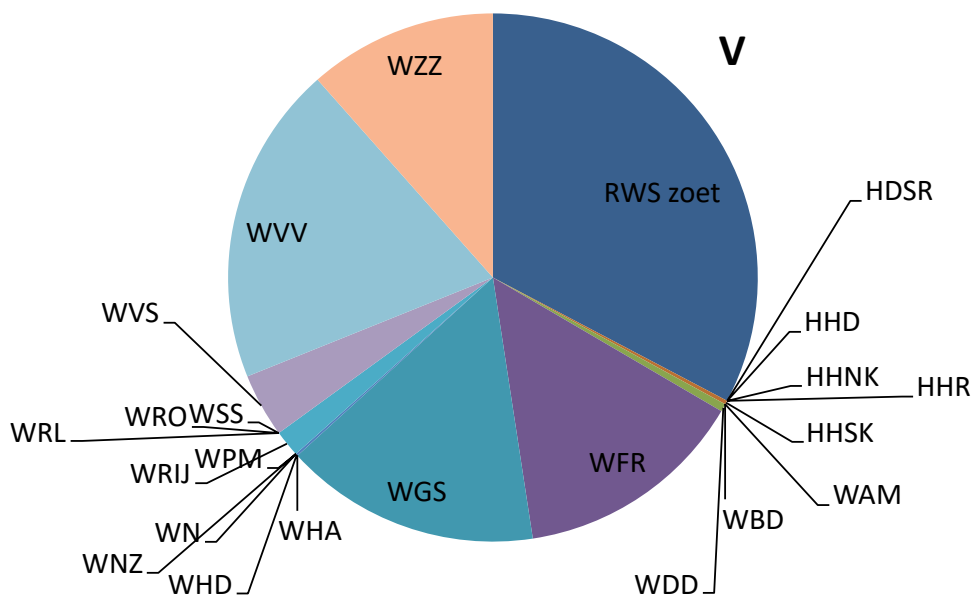
2016



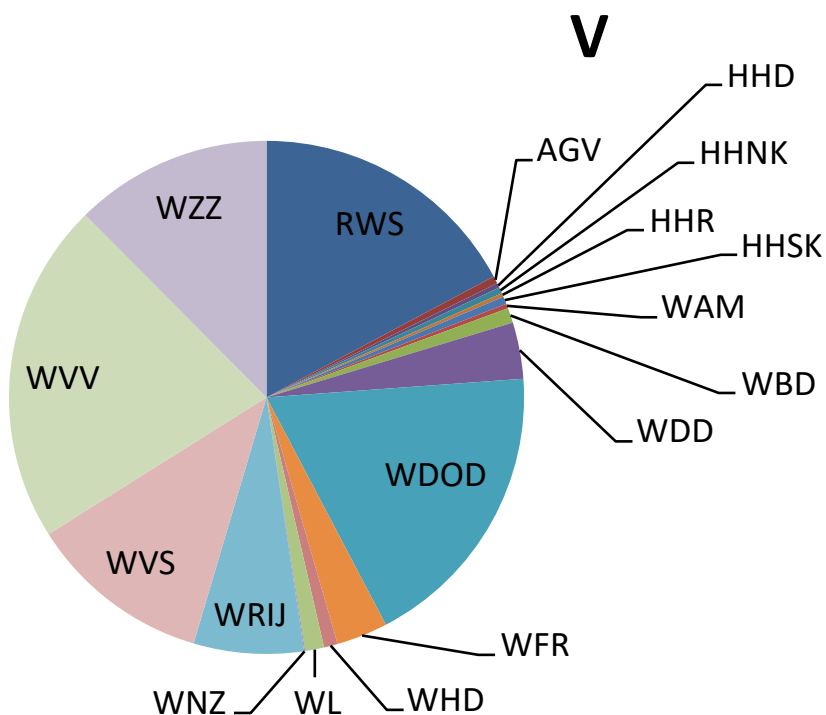
2018



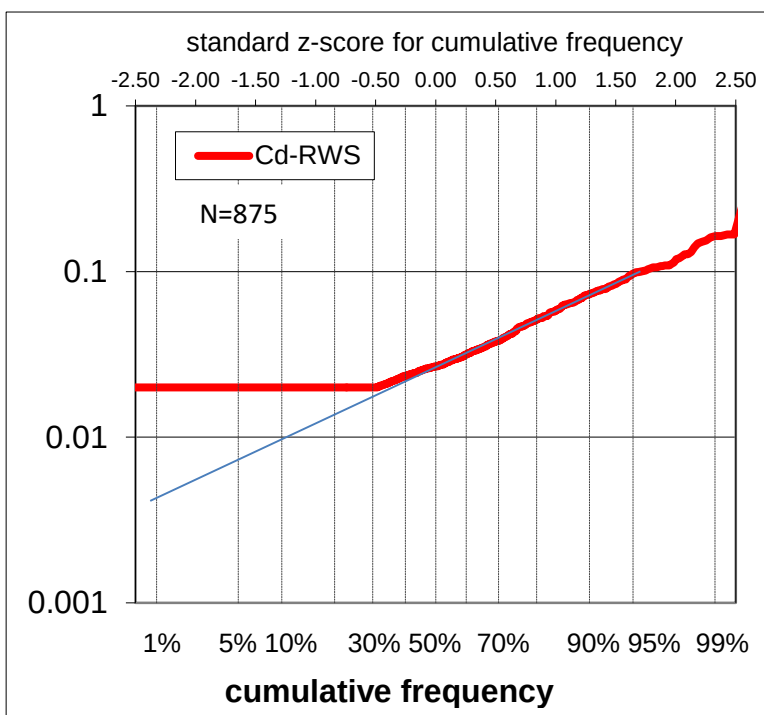
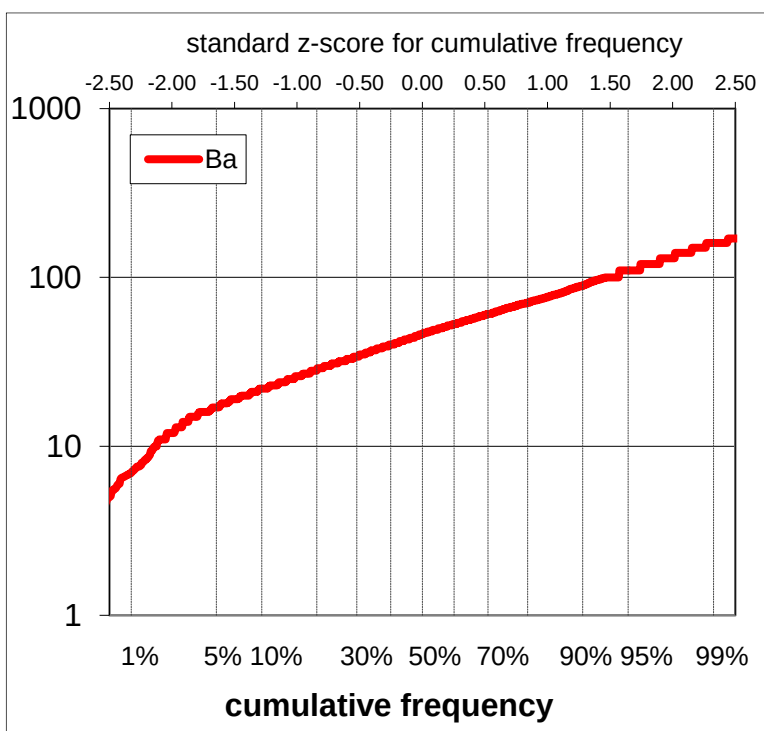
2016

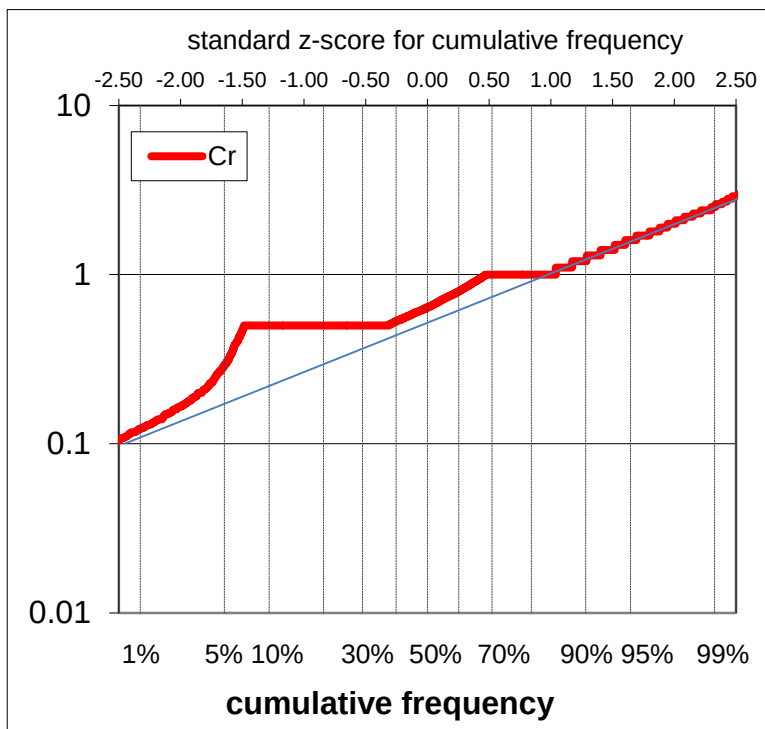
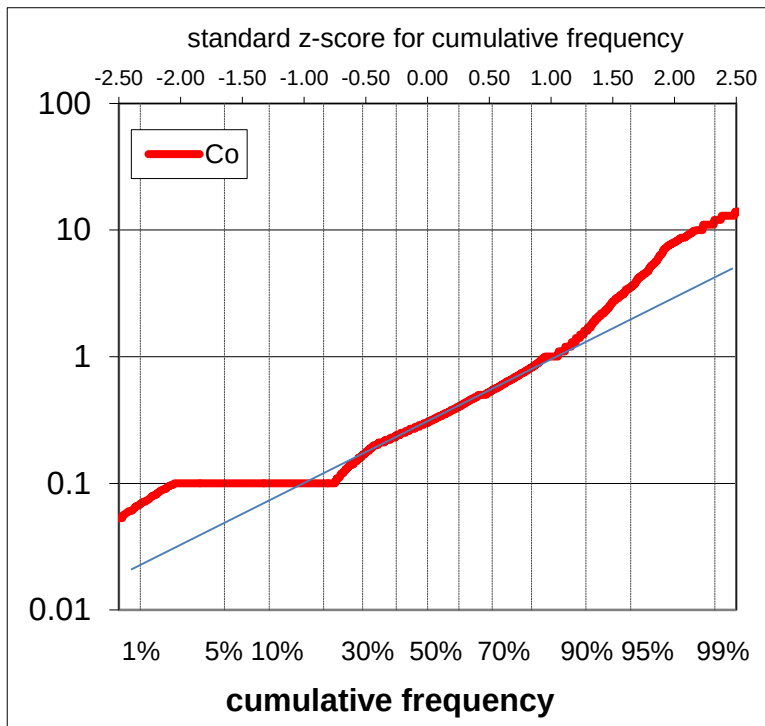


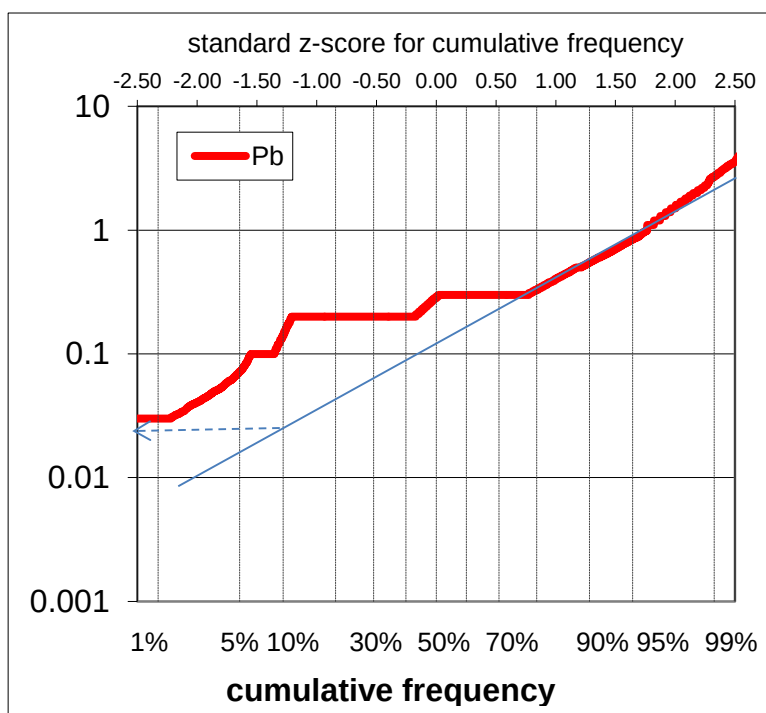
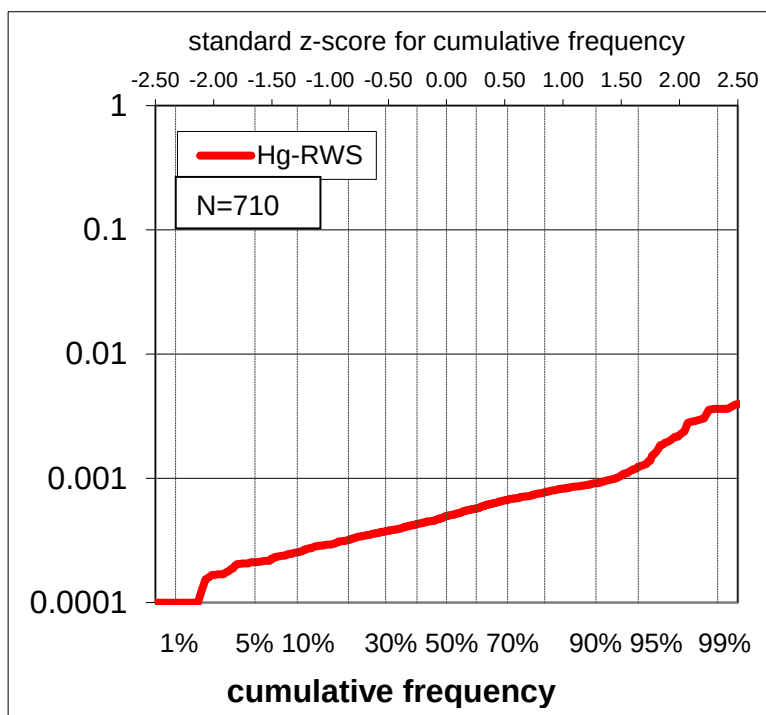
2018

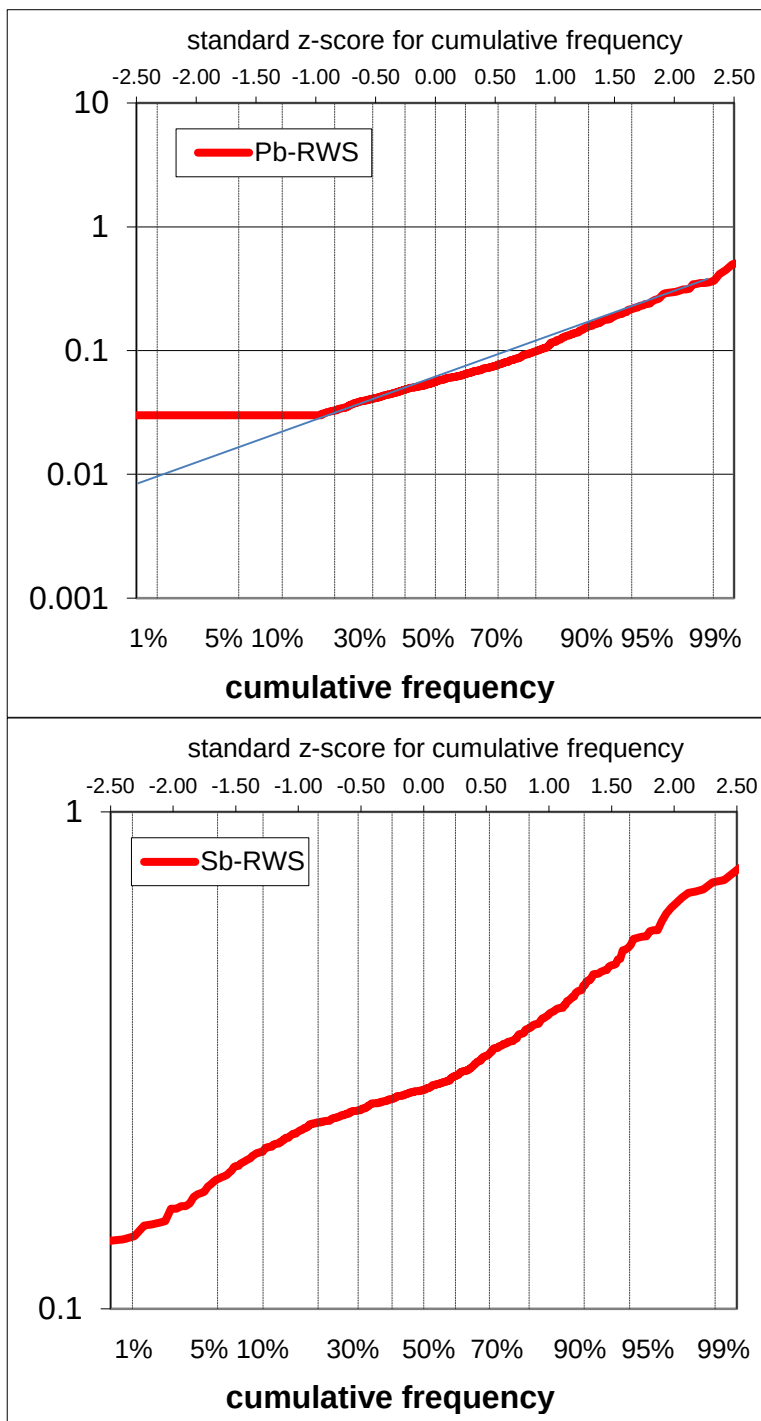


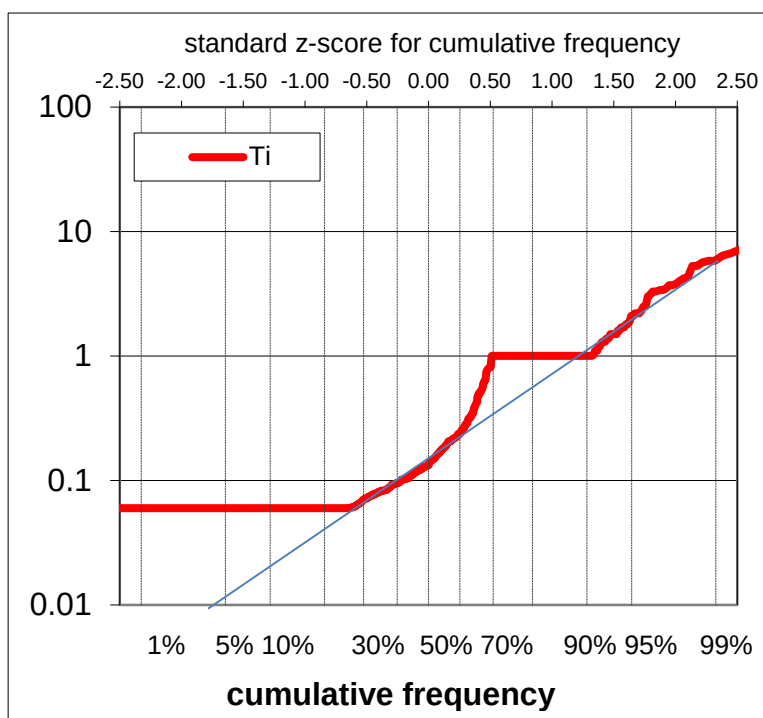
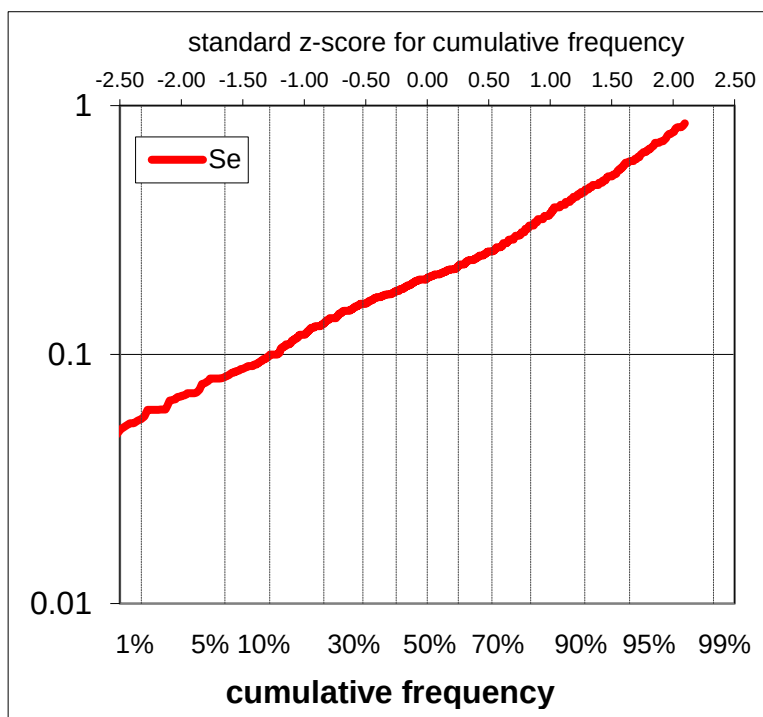
E Overige elementen waarvoor de P10 op basis van een probability plot is afgeleid

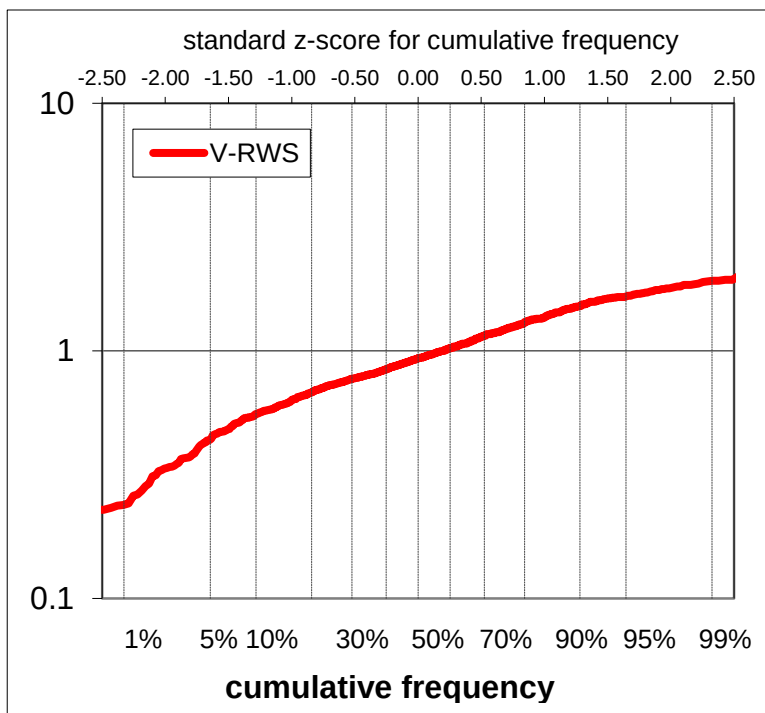
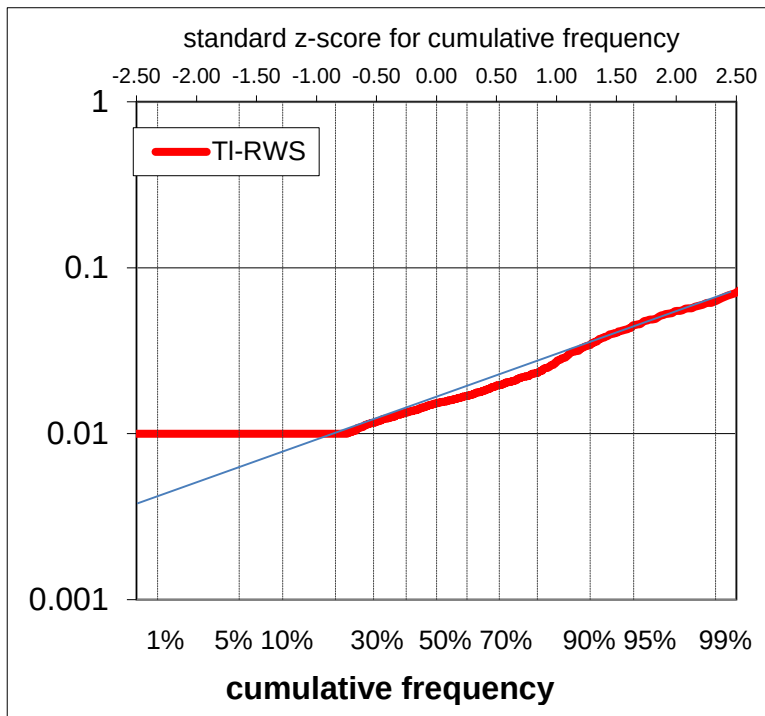


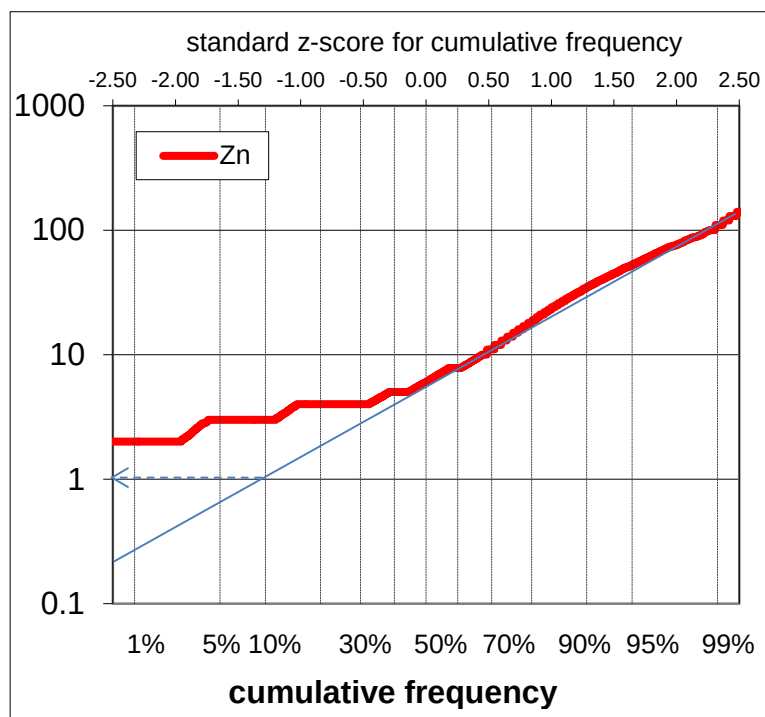












F Overzicht van de percentielen voor alle metalen o.b.v. data 2015-2017/18

Element	Percentiel (ug/l)			Count	n > limiet	% > limiet
	10	50	90			
Ag	-	-	-	4859	236	5%
As	0,5	0,96	2,1	5588	5242	94%
B	27,4	54	96	1201	1194	99%
Ba	22	46	89	5726	5724	100%
Be	-	-	-	3006	144	5%
Cd	-	-	-	15060	3877	26%
Cd-RWS*	0,010	0,025	0,068	875	600	69%
Co* (NL excl. ZO-NL**)	0,14	0,34	1,0	5363	4042	75%
Co (ZO-NL**)	0,47	2,3	11	861	686	80%
Cr*	0,22	0,55	1,3	9005	4886	54%
Cs	0,005	0,056	0,30	462	402	87%
Cu	0,5	1,6	3,9	17750	13762	78%
Fe	10	230	1400	6026	5619	93%
Hg	-	-	-	11277	1594	14%
Hg-RWS	0,00025	0,00049	0,00093	711	699	98%
K	3300	8700	18000	6982	6981	100%
Li	4,6	10,5	15,4	463	463	100%
Mn	13	150	450	4637	4482	97%
Mo	-	-	-	2930	836	29%
Ni	1,0	2,7	12	18274	17526	96%
Pb*	0,025***	0,12	0,55	13818	4464	32%
Pb-RWS	0,015	0,055	0,15	874	725	83%
Rb	3,1	4,6	6,8	463	463	100%
Sb	-	-	-	2911	564	19%
Sb-RWS	0,21	0,28	0,46	440	440	100%
Se*	0,10	0,21	0,46	2128	1362	64%
Sn	-	-	-	4670	407	9%
Sr	118	290	510	2926	2925	100%
Te	-	-	-	2926	787	27%
Ti*	0,025	0,13	1,0	649	343	53%
Tl	-	-	-	5473	826	15%
Tl-RWS	0,008	0,016	0,035	876	677	77%
U	0,05	0,39	0,85	3067	2701	88%
V-RWS	0,55	0,94	1,5	876	876	100%
Zn*	1,0	6,0	35	19504	12625	65%

* O.b.v. een probability plot bepaald.

** ZO-NL = Zuidoost Nederland betekent concreet: waterschappen Aa en Maas, Limburg en De Dommel.

*** Moeilijk te bepalen waarde vanwege rapportagegrenzen midden in de probability plot.