

PMG Meetronde grondwaterkwaliteit 2021

Provincie Utrecht



Verantwoording

Titel PMG Meetronde grondwaterkwaliteit 2021
Onderwerp: Meetronde grondwaterkwaliteit 2021
Projectnummer: 51005386
Klant: Provincie Utrecht
Referentienummer NL21-648800269-9820
Versie: D01

Datum: 12-11-2021

Auteur: Marc Vissers
E-mailadres Marc.vissers@sweco.nl

Gecontroleerd door Carl Geuljans
Paraaf gecontroleerd



Goedgekeurd door Elwin Leusink
Paraaf goedgekeurd



Document referentie: 51005386-DEF

Inhoudsopgave

1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Doel en achtergrond	8
1.3	Leeswijzer	9
2	Monstersselectie, veldwerk en laboratoriumanalyse	10
2.1	Monstersselectie en bemonstering	10
2.2	Veldwerkzaamheden	11
2.3	Laboratoriumanalyse	12
2.4	Kwaliteitscontrole	12
3	Situatie algemene stoffen	14
3.1	Inleiding	14
3.2	Tabellen	14
3.3	Toetsing standaard stoffenpakket	14
3.4	Kaarten	15
4	Situatie gewasbeschermingsmiddelen en biociden	16
4.1	Beeld	16
4.2	Meest aangetroffen stoffen	18
4.3	Conclusie gewasbeschermingsmiddelen en biociden	23
5	Geneesmiddelen	27
5.1	Beeld	27
5.2	Conclusie geneesmiddelen	30
6	Exoten Pakket 4	31
6.1	Beeld	31
6.2	Conclusie exoten	35
7	PFAS-stoffen	36
7.1	Beeld	36
7.2	Conclusie PFAS-stoffen	38
8	Conclusies en aanbevelingen	39
8.1	Conclusies kwaliteitscontrole algemene stoffen	39
8.2	Conclusie bestrijdingsmiddelen	39
8.3	Conclusie geneesmiddelen	40
8.4	Conclusie exoten	40
8.5	Conclusie PFAS	40
8.6	Overzicht	40
9	Referenties	42

Appendix 1 Rapportagegrens en aantal detecties van gemeten stoffen.....	44
Appendix 2 Kwaliteitscontrole algemene stoffen	50
Appendix 3 Tabel statistieken concentraties van stoffen per deelgebied	57
Appendix 4 Kaarten stoffenpakket 1.....	61
Appendix 5 Overzichtskaarten stoffenpakketten 2-5.....	62

Samenvatting meetronde grondwaterkwaliteit 2021

Inleiding

In 2021 is het vaste grondwaterkwaliteitsmeetnet (PMG) van de provincie Utrecht bemonsterd. In totaal zijn ca. 100 peilbuisfilters bemonsterd verdeeld over de provincie. De meeste metingen zijn gedaan in de bovenste grondwaterpeilbuizen met filters op ca. 5-15m beneden maaiveld. Voor de KRW meetlocaties zijn ook de diepe filters bemonsterd op ca 20-25m beneden maaiveld. De resultaten zijn verwerkt in dit rapport: Rapportage PMG meetronde grondwaterkwaliteit 2021.

Naast de gebruikelijke analyses van nutriënten, metalen en gewasbeschermingsmiddelen, zijn in de meetronde ook medicijnresten (farmaceutische stoffen), de 'nieuwe opkomende stoffen' en de PFAS-stoffen onderzocht. De meetronde voorziet in de informatiebehoefte van de provincie aangaande de grondwaterkwaliteit en voorziet daarnaast in de gegevens voor de monitoringverplichting voor de Kaderrichtlijn Water. De analyseresultaten worden in de rapportage vergeleken met de bevindingen uit eerdere meetrondes en met het rapport van de freatische meetronde grondwaterkwaliteit 2020. Zo wordt duidelijk welke stoffen nu nog niet maar in de toekomst mogelijk wel het diepere grondwater bereiken.

Resultaten en conclusie

Algemeen beeld

In ruim driekwart van de meetfilters is één of meer van de stoffen uit de stofgroepen: gewasbeschermingsmiddelen, medicijnresten en/of industriële stoffen incl. PFAS-stoffen aangetroffen. Dit betekent dat humane invloed in vrijwel het gehele grondwater van de provincie te vinden is. Veel stoffen zijn nog niet genormeerd.

Conclusie algemene stoffen

Voor de algemene stoffen wordt met monitoring de ontwikkeling van de algemene grondwaterkwaliteit gevolgd. Er zijn geen zorgelijke ontwikkelingen rondom de algemene stoffen en nutriënten, het beeld is zeer vergelijkbaar met eerdere meetrondes. Overschrijdingen van de nitraatnorm komen in Utrecht in het diepere grondwater beperkt voor.

Voorkomen van antropogene verontreinigende stoffen aangetroffen in deze meetronde

Onderstaand is een overzicht gegeven van het voorkomen van de aanvullend onderzochte stofpakketten. Onder de tabel worden resultaten per stofgroep toegelicht.

Tabel *Beeld aangetroffen (groter dan rapportagegrens) antropogene verontreinigende stofgroepen in deze meetronde met onderscheid naar diepteniveau*

	TOTAAL			ONDIEP			DIEP		
	#	# >RG	Percentage	#	# >RG	Percentage	#	# >RG	Percentage
Exoten ('nieuwe stoffen')	83	27	33%	64	19	30%	19	8	42%
Exoten (PAK, BTEX, VOCl)	83	21	25%	64	15	23%	19	6	32%
PFAS-stoffen	83	20	24%	64	17	27%	19	3	16%
Geneesmiddelenresiduen	83	33	40%	64	29	45%	19	4	21%
Gewasbeschermingsmiddelen	83	42	51%	64	38	59%	19	4	21%
TOTAAL: alle stofgroepen samen	83	63	76%	64	50	78%	19	13	68%

Conclusie gewasbeschermingsmiddelen

Het beeld in 2021 is vergelijkbaar met voorgaande meetrondes en met de ontwikkelingen en veranderingen in rapportagegrenzen. Verspreid over de provincie komen in 51% van de meetfilters één of meer stoffen voor boven de rapportagegrens en in 23 % van de meetfilters is één of meer stoffen boven de grens van 0,1µg/l aangetroffen.

Uit de vergelijking met 4 voorgaande meetrondes komen verschillende aandachtspunten en mogelijke verschuivingen naar voren. Er zijn in 2020 verschillende middelen 'nieuw gevonden' in freatisch grondwater die in 2021 in het diepere grondwater veel minder frequent worden aangetroffen. Niet duidelijk is of deze stoffen (bijvoorbeeld voor 2,4-dichloorfenoxyzijnzuur, fluopyram en fluxapyroxad) op termijn het diepe grondwater zullen gaan beïnvloeden of dat sprake is van meetfouten.

Conclusie geneesmiddelen

In 40% van de meetfilters is één of meer geneesmiddelenresiduen (geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen) aangetroffen boven de rapportagegrens. Er is nog geen norm voor deze stoffen vastgesteld. De metingen van geneesmiddelen leveren deze meetronde weinig nieuwe inzichten op, behalve dat fenazon en gabapentine weer (net als in 2020 in freatisch grondwater) vaak worden aangetroffen en dus waarschijnlijk algemener voorkomen dan de meetronden daarvoor lieten zien. Voor de overige stoffen is het beeld vergelijkbaar met eerdere jaren. Geneesmiddelen hebben meestal als bron oppervlaktewater of water uit de Rijn dat door rwzi-effluenten is beïnvloed. Enkele meetfilters lijken door lokale, specifieke bronnen te zijn belast, bijvoorbeeld door lekkend riool. Deze meetfilters laten hoge concentraties van specifieke middelen zien.

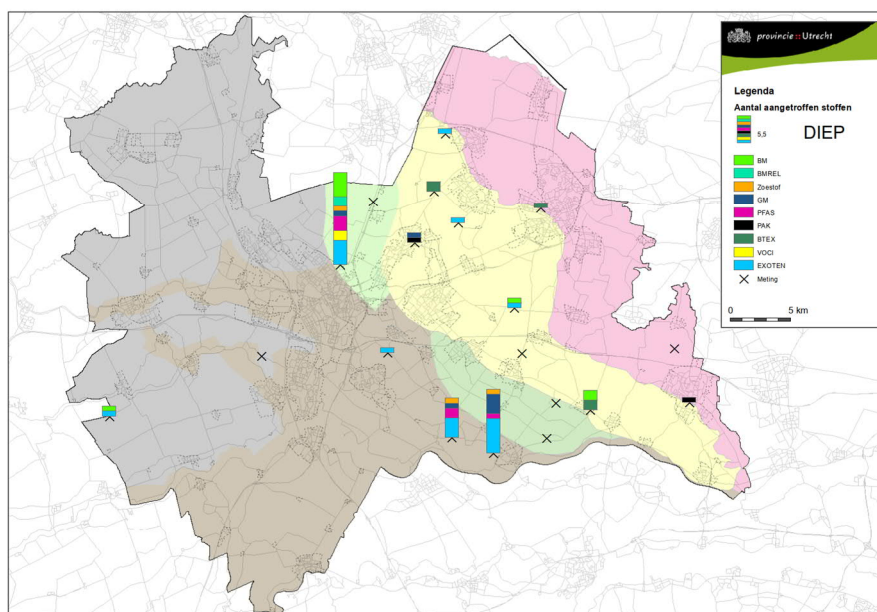
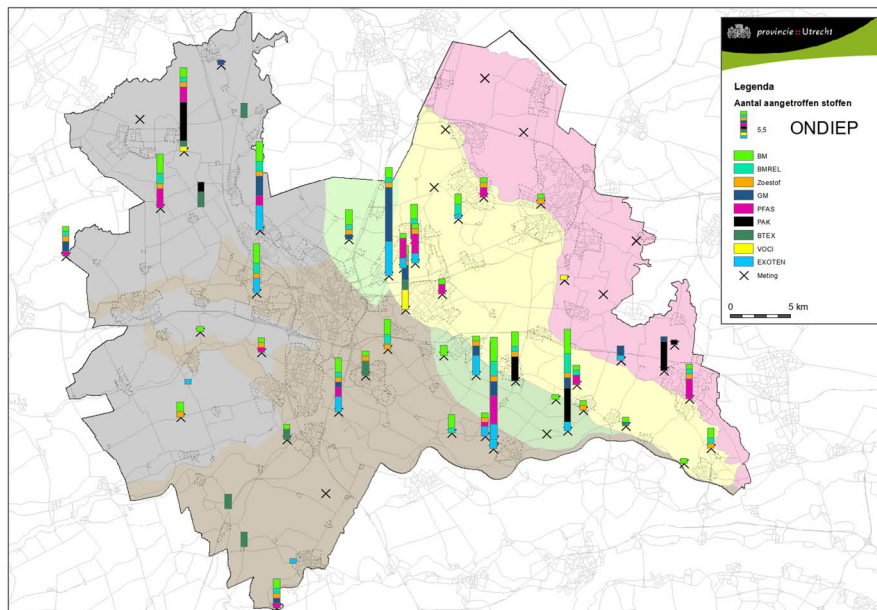
Conclusie exoten

Exoten (industriële stoffen als weekmakers, chelators, anti-roest-middelen, vulcanisators, oplosmiddelen en brandvertragsmiddelen) worden overal in de provincie aangetroffen. In 33% van de meetfilters is één of meer van deze exotische stoffen aangetroffen boven de rapportagegrens. Voor deze stoffen is nog geen norm vastgesteld. Het beeld van aantreffen is zeer diffuus en er is geen duidelijk patroon in het aantreffen. Er is nauwelijks relatie met aan rivieren gerelateerde stoffen en/of met beïnvloeding door rwzi-effluent te leggen.

In het meetpakket van exoten is ook een aantal 'klassieke verontreinigende stofgroepen' als BTEX, PAK en VOCl opgenomen. Van stoffen in die groepen is juist wel een uitgebreid normenstelsel aanwezig. Deze stofgroepen waren deels nog niet eerder in provinciale meetnetten geanalyseerd. In ruim een kwart van de bemonsterde meetfilters worden sporen van BTEX, PAK en VOCl aangetroffen, met in enkele filters zeer lichte overschrijdingen van signaleringswaarden voor drinkwater.

Conclusie PFAS

In 24% van de meetfilters is één of meer stoffen van de PFAS-groep aangetroffen boven de rapportagegrens. Er is nog geen achtergrond norm voor deze stoffen vastgesteld. De uitkomst van deze meetronde is in veel opzichten vergelijkbaar met die van de meetronde freatisch grondwater 2020. Dezelfde stoffen worden in dezelfde concentratieniveaus aangetoond. Het verschil is dat PFAS-stoffen veel minder vaak in dieper grondwater worden aangetoond. Het is van belang om monitoring van deze stofgroep voort te zetten om na te gaan hoe de concentraties zich ontwikkelen en daarbij gebruik te maken van een lagere rapportagegrens van 1 ng/l.



Figuur Kaarten met een overzicht van het aantal stoffen per stofgroep dat (boven) ondiep en (onder) diep is aangetroffen in de meetronde 2021.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Provincie Utrecht heeft voor de uitvoering van meetronde grondwaterkwaliteit 2021 gekozen om een standaard-meetronde van het KRW-PMG meetprogramma uit te voeren conform het geldende meetprogramma voor de KRW en het PMG. Aanvullend is besloten om in de ondiepe meetfilters ook de stofpakketten: Geneesmiddelen, Exoten (opkomende stoffen) en de PFAS-groep te onderzoeken aansluitend op het onderzoek uit 2020 in het freatisch meetnet grondwaterkwaliteit naar opkomende stoffen.

Op die manier wil de provincie nagaan hoe de ondiepe grondwaterkwaliteit zich ontwikkelt voor deze 'nieuwe stoffen'.

1.2 Doel en achtergrond

Doel van de meetronde 2021 is meerledig:

- Het uitvoeren van een reguliere PMG-KRW meetronde (eens per 6 jaar);
- Het voldoen aan meetverplichtingen voor de KRW (eens per 3 jaar);
- Het inzicht krijgen in het voorkomen van zogenaamde 'opkomende stoffen', dat zijn antropogene stoffen zoals geneesmiddelen & industriële stoffen waaronder ook PFAS-groep, die nog niet genormeerd zijn.

Wijze van interpretatie PMG-KRW meetnet

Sinds de meetnetoptimalisatie (Grontmij, 2009) wordt uitgegaan van een kernmeetnet, bestaande uit het KRW-meetnet dat onderdeel vormt van het uitgebreidere provinciaal grondwaterkwaliteitsmeetnet (PMG). Het PMG-meetnet richt zich op specifieke gebieden en landgebruiken. Criteria voor opname van locaties in het nieuwe PMG-meetnet waren:

- Putten waarin nitraat en bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen zijn geselecteerd om voor die stoffen in de toekomst trends te kunnen vaststellen;
- Putten met lange tijdreeksen zijn behouden;
- Er is rekening gehouden met landgebruik dat de grondwaterkwaliteit daadwerkelijk beïnvloedt;
- Er is een nieuwe gebiedsindeling toegepast.

Door deze veranderingen in de meetnetopzet is het niet meer representatief om algehele overschrijdingspercentages te presenteren voor de hele provincie, immers natuur (voornamelijk bos) is ondervertegenwoordigd ten opzichte van het relatieve oppervlak in de provincie. Resultaten worden nu per landgebruikstype en gebiedstype gerapporteerd.

1.3 Leeswijzer

Deze rapportage omvat de volledige beschrijving en bestudering van de resultaten van de meetronde 2021. Dit zijn resultaten van de door WSP - Sialtech uitgevoerde monsternamen en veldanalyse alsmede de resultaten van de analyses van de grondwatermonsters die zijn uitgevoerd door de laboratoria Omegam en Al-West waarmee de provincie Utrecht samen met de 11 andere provincies een raamcontract heeft afgesloten. Zowel de gegevensvalidatie en eventueel -correctie als de interpretatie van de metingen wordt beschreven.

De opbouw van het rapport is als volgt:

- hoofdstuk 2: monsteselectie, veldwerk en labanalyse;
- hoofdstuk 3: kwaliteitscontrole;
- hoofdstuk 4: rapportage resultaten;
- hoofdstuk 5: situatie bestrijdingsmiddelen;
- hoofdstuk 6: geneesmiddelen;
- hoofdstuk 7: exoten;
- hoofdstuk 8: PFAS-stoffen;
- hoofdstuk 9: conclusies en aanbevelingen;
- hoofdstuk 10: referenties.

2 Monsterselectie, veldwerk en laboratoriumanalyse

2.1 Monsterselectie en bemonstering

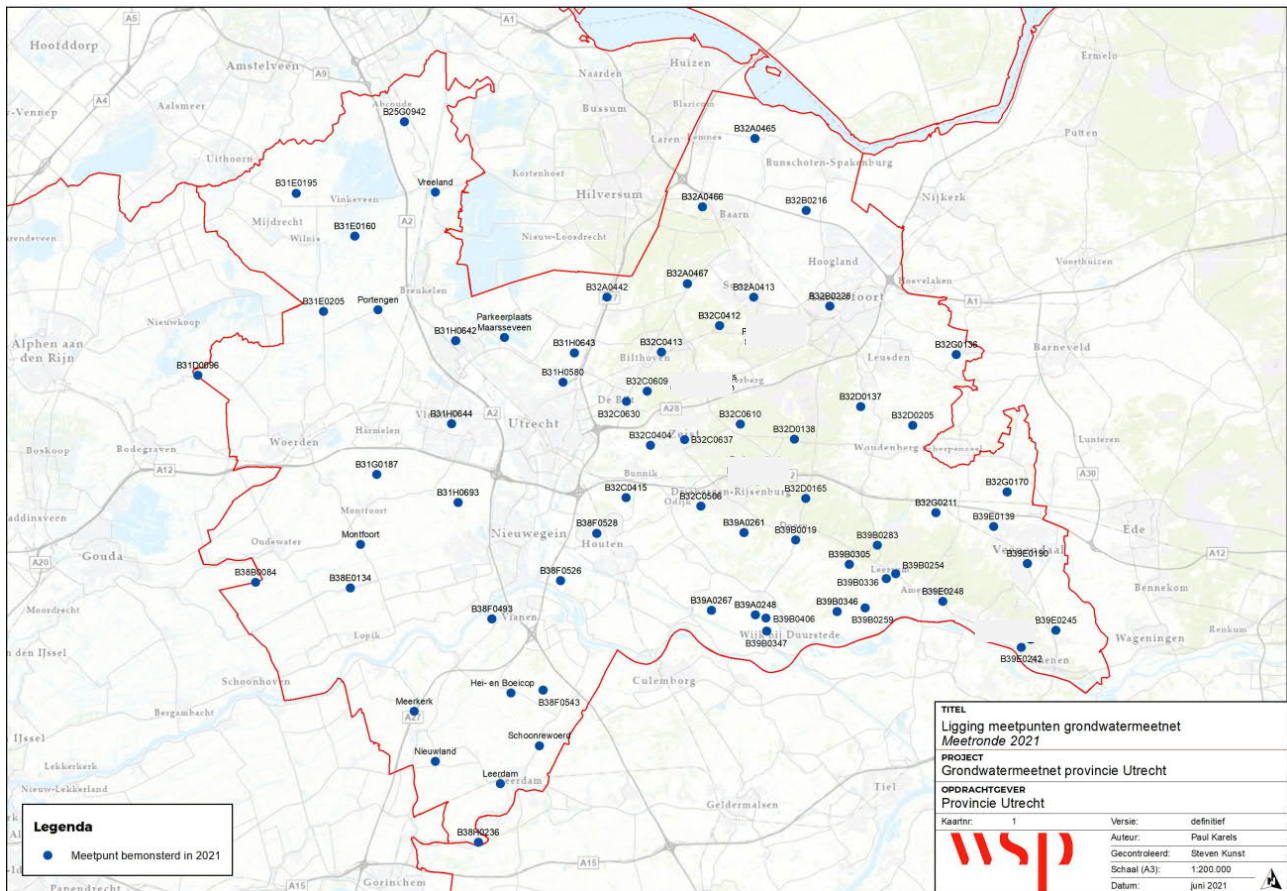
De bemonstering van 2021 is uitgevoerd door WSP - Sialtech (Rapportage bemonstering meetronde grondwaterkwaliteit PMG 2021 (SOB005001 rapportage PMG 2021)). De meetronde grondwaterkwaliteit 2021 omvat het Provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit (PMG) gecombineerd met het KRW-meetnet (dit is onderdeel van het PMG). Bemonsterd zijn 92 filters (exclusief de blancobemonstering) van bestaande peilbuizen: 34 peilbuizen waarbij 2 filters zijn bemonsterd en 24 peilbuizen waarbij 1 filter is bemonsterd.

Daarnaast is op 8 locaties in openbaar gebied een ondiepe peilbuis bemonsterd, geplaatst in 2020 in het kader van het meetnet freatisch grondwater; 4 van deze 8 peilbuizen bleken niet meer aanwezig. Op die locaties is het grondwater bemonsterd met behulp van een nieuwe tijdelijke peilbuis.

Tot slot heeft voorafgaand aan bemonstering van de peilbuizen een blancobemonstering plaatsgevonden vanuit een vat demiwater. In Tabel 2.1 is de selectie van meetpunten en de gerealiseerde bemonstering samengevat.

Tabel 2.1 *Selectie van meetfilters voor meetronde 2021*

Geraamd	Gerealiseerd	Meetnet
36	36	PMGKRW en LMGKRW
62	62	BM07-, PMG- of LMG-filters
8	8	Ondiepe monsters vijfherenlanden. 4 van de 8 locaties bleken niet meer aanwezig. Daar is een nieuwe tijdelijke peilbuis bemonsterd.
1	1	Demiwater (blanco bemonstering)
101	101	TOTAAL



Figuur 2.1 Kaart ligging meetpunten meetronde 2021 (WSP, 2021)

2.2 Veldwerkzaamheden

De monsters zijn in april-mei 2021 genomen in het veld, waarbij de volgende veldmetingen zijn uitgevoerd:

- Temperatuur-veld;
- Ec-veld;
- pH-veld;
- O₂-veld (mg/l);
- Grondwaterstand.

Tijdens de bemonstering is nagegaan of de veldparameters stabiel werden. De filterdiepte is overgenomen van het oorspronkelijke bestand.

Bij de bemonstering is de diepte van de bemonsterde peilbuis in principe ter verificatie opgemeten. Door middel van een vergelijking met eerdere meetronden is de juistheid van het filter dat is bemonsterd tot op zekere hoogte ook te controleren. Uit het monsterformulier blijkt dat er (uiteraard) veel aandacht is gegaan naar de selectie van het juiste filter en is alleen in overleg

een ander filter bemonsterd. Er zijn dit jaar geen veranderingen geweest ten opzichte van het plan.

2.3 Laboratoriumanalyse

De analyses van de grondwatermonsters zijn uitgevoerd door Omegam en Al-West laboratoria waar provincie Utrecht een raamcontract mee heeft afgesloten. Het betreft analyses van grondwater op de volgende stofgroepen: nutriënten, metalen en algemene parameters, bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen/farmaceutische stoffen, exoten (opkomende stoffen) en de PFAS-groep.

Perceel 1 Algemene stoffen Omegam

- Alle 100 grondwatermonsters zijn geanalyseerd op perceel 1.

Perceel 2 Bestrijdingsmiddelen Al-West

- De ondiepe filters van het PMG- en KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 2, in totaal 58 filters.

Perceel 3 geneesmiddelen / farmaceutische stoffen AL-West

- Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 3, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, in totaal 75 filters.

Perceel 4 exotische industriële stoffen Eurofins-Omegam

- Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 3, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, plus de 8 monsters in bermen, in totaal 83 filters.

Perceel 5 PFAS-groep AL-West

- Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 3, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, in totaal 75 filters.

De lijsten met parameters per pakket met daarin aangegeven welke stoffen niet boven detectielimiet zijn aangetroffen, zijn opgenomen in bijlage 2. De niet-aangetroffen stoffen komen in de rapportage in principe niet verder aan bod.

2.4 Kwaliteitscontrole

In Bijlage 1 is het resultaat van de kwaliteitscontrole van de meetresultaten van de veld en laboratoriumgegevens van het algemene stoffenpakket 1 beschreven en toegelicht.

De belangrijkste conclusies zijn dat de kwaliteitscontrole heeft geleid tot enkele correcties en tot het als 'onjuist' bestempelen van een aantal analyseresultaten van het geleidingsvermogen (Ec) en van de laboratoriummetingen van de pH.

Dit zijn echter vooral indicatieve parameters. Er is geen reden om te twijfelen aan de metingen van de overige parameters uit de andere stofpakketten.

De ionenbalans is dit jaar zeer goed.

Ten aanzien van sporenelementen is de kwaliteit van de analyses nog altijd niet zodanig dat geheel vergelijkbare meetronden aanwezig zijn. De concentraties van deze stoffen in het lage gebied ($< 10 \mu\text{g/l}$) worden nog steeds niet altijd betrouwbaar gemeten.

3 Situatie algemene stoffen

3.1 Inleiding

De data-analyse en rapportage van resultaten van de meetronde bestaan uit een aantal onderdelen:

- Statistische bewerking van de analyseresultaten van alle stoffen: Voor de in het laboratorium geanalyseerde parameters zijn per stof per deelgebied onder meer de minimumwaarde, mediaan, gemiddelde en maximumwaarde bepaald;
- Toetsing van de meetresultaten aan de beschikbare normen voor grondwater: De in het laboratorium geanalyseerde parameters zijn getoetst aan de Streef- en Interventiewaarde en/of richtniveau MTC, de EU streef- en grenswaarden voor nitraat. Het toetsingsresultaat is op de kaarten weergegeven;
- Kaarten van de provincie met daarop de meetpunten en deelgebieden met bovenstaande toetsingsresultaten en gemiddelde waarden zowel grafisch als ook in tabelvorm weergegeven.

De werkzaamheden die hiertoe zijn uitgevoerd, zijn per paragraaf beschreven.

3.2 Tabellen

Per deelgebied zijn de statistische kenmerken berekend. In bijlage 3 zijn voor alle gemeten parameters de tabellen weergegeven. Ter vergelijking is de mediaan berekend in 2015 en 2018 toegevoegd. De mediaan verschilt weinig tussen de meetronden.

3.3 Toetsing standaard stoffenpakket

In Tabel 4.2 zijn de toetswaarden weergegeven waaraan de analysegegevens zijn getoetst. De resultaten van de toetsing zijn op kaart weergegeven door middel van 4 kleuren voor elke categorie (< rapportagegrens, < richtniveau / S-waarde, richtniveau / S-waarde < meting < MTC/MTR en > MTR). De resultaten van deze toetsing zijn opgenomen in de kaarten in Bijlage 4.

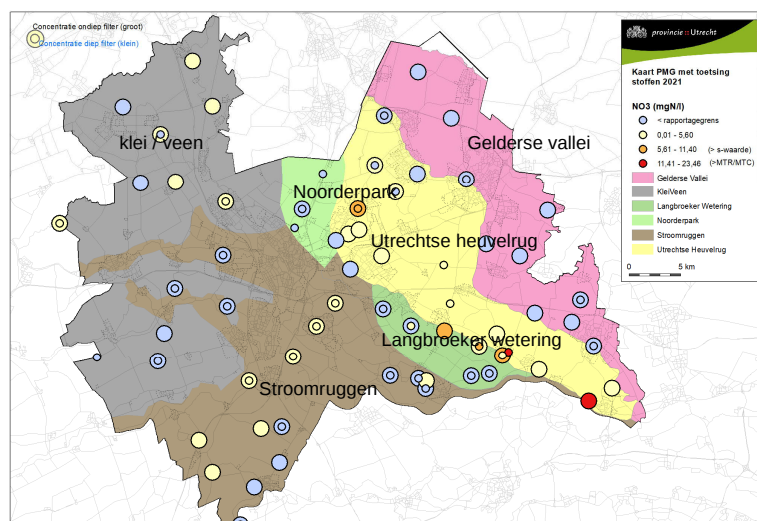
Tabel 3.1 Toetswaarden gebruikt in data-analysekaarten

Stofnaam	Eenheid	Richtniveau / S-waarde	Bron	MTC / MTR	Bron
Al	µg/l	50	Drink (Richtniveau)	200	Drink (MTC)
Ammonium als N	mg/l	2 (zand)	NW4 (S-waarde)	10 (kleiveen)	NW4 (S-waarde)
As	µg/l	7.2	NW4 (S-waarde)	60	NW4 (MTR)
Cd	µg/l	0.06	NW4 (S-waarde)	6	NW4 (MTR)
Cl	mg/l	100	NW4 (S-waarde)	150	Drink (MTC)
Cr	µg/l	2.5	NW4 (S-waarde)	30	NW4 (MTR)
Cu	µg/l	1.3	NW4 (S-waarde)	75	NW4 (MTR)
Pb	µg/l	1.7	NW4 (S-waarde)	75	NW4 (MTR)
Hg	µg/l	0.01	NW4 (S-waarde)	0.3	NW4 (MTR)
Ni	µg/l	2.1	NW4 (S-waarde)	75	NW4 (MTR)
Nitraat	mg/l	25	Drink (Richtniveau)	50	Drink (MTC)
SO4	mg/l	25	Drink (Richtniveau)	250	Drink (MTC)
totaal P	mg/l	0.4 (zand)	NW4 (S-waarde)	3 (kleiveen)	NW4 (S-waarde)
Zn	µg/l	24	NW4 (S-waarde)	800	NW4 (MTR)
Ca	mg/l	50	0.5 * MTC	100	Drink (MTC)
Mg	mg/l	30	Drink (Richtniveau)	50	Drink (MTC)
Mn	µg/l	20	Drink (Richtniveau)	50	Drink (MTC)
Nitriet als N	mg/l	--	--	0.034	Drink (MTC)
Na	mg/l	20	Drink (Richtniveau)	150	Drink (MTC)
K	mg/l	10	Drink (Richtniveau)	12	Drink (MTC)

NW4 = Streef- en interventiewaarden uit NW4, Drink = drinkwaternormen uit EEG 80/778/EEG.

3.4 Kaarten

De kaarten voor deze meetronde zijn vervaardigd met een legenda die overeenkomt met streefwaarden en MTR/ interventiewaarden en detectielimieten (zie Tabel 3.1) en met de onderverdeling in deelgebieden. In Figuur 3.1 is een kaart van de deelgebieden weergegeven. De kaarten zijn in bijlage 4 gepresenteerd. Voor de stoffen waarvan de detectielimiet hoger dan de streefwaarde is, is de klasse onder de streefwaarde niet aanwezig.



Figuur 3.1 Deelgebieden provincie Utrecht op de kaart van Nitraat

4 Situatie gewasbeschermingsmiddelen en biociden

4.1 Beeld

Dit jaar zijn de ondiepe filters van het PMG- en KRW-meetnet geanalyseerd op perceel 2, het gewasbeschermingsmiddelen stofpakket, in totaal 58 filters.

In Bijlage 2 is de complete lijst geanalyseerde stoffen met de gehanteerde rapportagegrenzen opgenomen. Er is op 97 gewasbeschermingsmiddelen, biociden en enkele van hun afbraakproducten (metaboliëten) geanalyseerd. Deze stoffen worden samen verder in dit rapport benoemd als 'bestrijdingsmiddelen'. Daarvan zijn 25 bestrijdingsmiddelen wel aangetroffen en 73 geheel niet gedetecteerd.

De toetsing voor deze stofgroep is gedaan op basis van de algemene KRW-norm van 0,1 µg/l die voor residuen (resten en afbraakproducten van) gewasbeschermingsmiddelen en biociden geldt. Het algehele beeld van aantreffen van deze stoffen boven deze norm is weergegeven in Figuur 4.1. De grafiek van 'aantreffen' is niet gepresenteerd omdat deze grote variaties laat zien als gevolg van wijzigingen in de rapportagegrens.

In het staafdiagram is behalve het normoverschrijdingspercentage in 2021 ook het normoverschrijdingspercentage van 2018 en 2015 gepresenteerd. Achteraan is dit percentage ook gepresenteerd voor de twee meest recente freatische meetronden grondwaterkwaliteit. De staven zijn voorzien van een label dat de rapportagegrens aangeeft. De rapportagegrens is voor alle stoffen ruim onder de norm van 0,1 µg/l. De percentages zullen aldus niet zijn beïnvloed door de rapportagegrens.

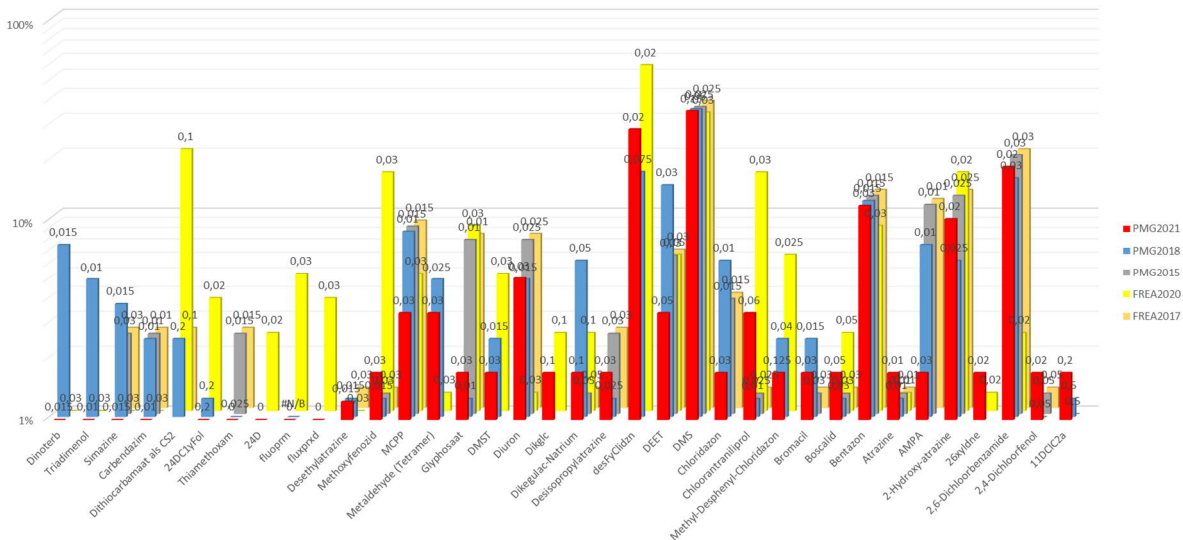
Het staafdiagram laat goed zien dat de metingen van veel bestrijdingsmiddelen consistent zijn: voor de meeste stoffen is in alle meetjaren een vergelijkbaar overschrijdingspercentage aangetroffen. Bijvoorbeeld bentazon, BAM (2,4-dichloorbenzamide), 2-hydroxy-atrazine, DMS en desfenyl-chloridazon. Ook opvallend is dat ook stoffen die al een lange periode verboden zijn nog steeds en met gelijke niveaus in grondwater worden aangetroffen, vaak ook nog in freatisch grondwater (diuron, BAM, dikegulac). De stoffen lijken zeer langzaam

uit het milieu te verdwijnen door beperkte afbraak en langdurige nalevering door bodems.

Links in het rijtje is een groep stoffen die in eerdere meetrondes in 2 tot 8% van de monsters normoverschrijdend waren en nu niet meer. Bij percentages rond de 2% is dat niet verwonderlijk, dan gaat het om slechts 1 of 2 monsters waar de stof boven de norm zou moeten worden aangetroffen. Toekomstige meetrondes zullen uitwijzen of sprake is van een ontwikkeling of dat sprake is van meeton nauwkeurigheden. Bijvoorbeeld carbendazim en simazine worden vaak en met vergelijkbare percentages normoverschrijdend aangetroffen in eerdere meetrondes en dit jaar niet meer. Mogelijk is dit jaar sprake van een meetfout. Voor dinoterb en triadimenol lijkt er in 2018 mogelijk sprake van een meetfout, omdat deze stoffen in andere meetjaren niet zijn aangetroffen boven de norm en wel waren gemeten. De metingen van dinoterb in 2018 blijken op een later moment ook te zijn ingetrokken en zijn dus inderdaad fout.

Voor 2,4-dichloorfenoxyzijnzuur, fluopyram en fluxapyroxad lijkt eerder sprake van een meetfout in 2020 (freatische meetronde), echter hier kan ook sprake zijn van een trend: de hoge percentages zijn in freatisch grondwater aangetroffen en kunnen ook een voorbode zijn van wat over enkele tientallen jaren in dieper grondwater wordt aangetroffen.

Voor middelen met een klein gebruiksareaal kunnen percentages ook verschillen tussen het freatische en het KRW-PMG-meetnet, als gevolg van een andere verdeling van landgebruik. Het kan voor specifieke middelen veel uitmaken of 3 of 5 monsters onder fruitteelt zijn bemonsterd. Dit jaar zijn ook alleen ondiepe filters bemonsterd, waardoor voor sommige stoffen ook een verschuiving kan zijn opgetreden.



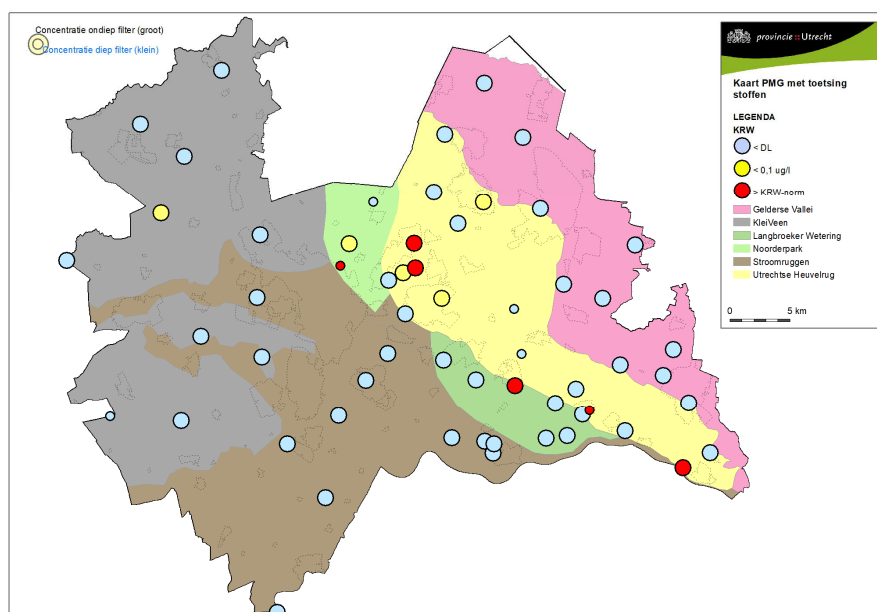
Figuur 4.1 Percentage normoverschrijding van bestrijdingsmiddelen in de meetrondes Utrecht 2015, 2018 en 2021 en in geel voor de freatische meetrondes 2017 en 2020. Alle stoffen zijn getoetst aan 0,1 µg/l

4.2 Meest aangetroffen stoffen

In Figuur 5.1 is net als in Tabel 5.1 te zien dat BAM (2,6-dichloorbenzamide), DMS en desphenylchloridazon het meest vaak normoverschrijdend aanwezig zijn. Deze stoffen zijn niet relevant verklaarde metabolieten (afbraakproducten) en daar geldt géén norm voor vanuit de toelating, dit is dan waarschijnlijk ook de reden dat ze in wat hogere concentraties aangetroffen kunnen worden. Voor de drinkwateronttrekkingen geldt echter wel een norm en die is voor niet relevante verklaarde metabolieten 1 µg/l in plaats van 0,1 µg/l voor de werkzame moederstof. Onderstaand worden de vaak aangetroffen stoffen nader geduid.

BAM

Van BAM (2,6-dichloorbenzamide) het afbraakproduct van dichlobenil is bekend en ook nu weer te zien dat dit voornamelijk onder stedelijk gebied wordt aangetroffen. Dichlobenil is inmiddels voor bijna alle toepassingen verboden, BAM zal in de toekomst dieper naar het grondwater afnemen en verdwijnen. Het freatische meetnet in 2011, 2014 en 2017 laat zien dat BAM in slechts één van de 39 freatische grondwatermonsters te vinden is onder akker, boomgaard en gras. Alleen de freatische meetronde 2020 gaf een relatief laag overschrijdingspercentage (zie Figuur 4.1 rechts). BAM wordt hoofdzakelijk op de Utrechtse Heuvelrug in stedelijk gebied aangetroffen (Figuur 4.2).



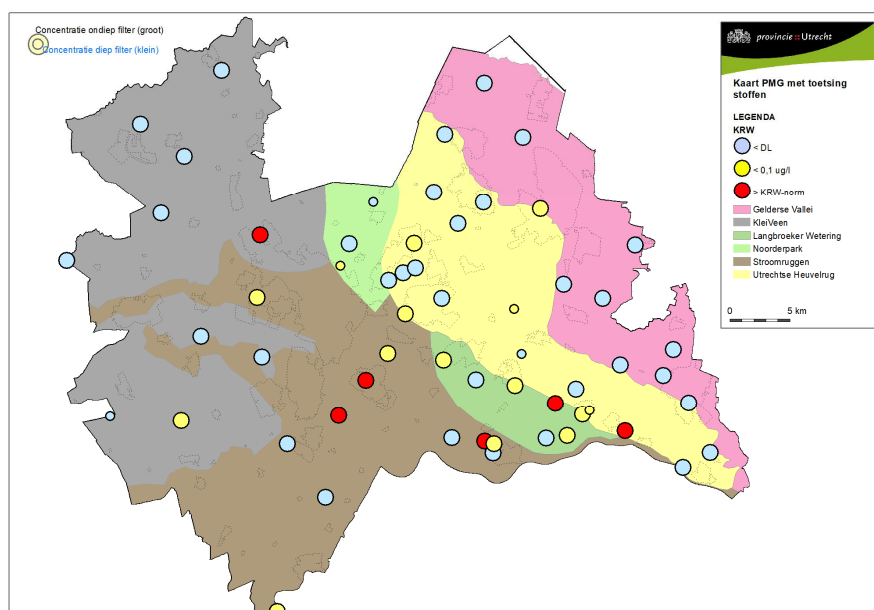
Figuur 4.2 Kaart aantreffen BAM (afbraakproduct van middel dichlobenil). Kleine cirkels geven het meetresultaat van diepe filters weer.

DMS

Deze stof is een afbraakproduct van tolylfluanide (schimmelwerend middel) dat als bestrijdingsmiddel, als hout-verduurzamingsmiddel en ook in scheepshuiden (antifouling) wordt toegepast en inmiddels al enige tijd verboden is (2010). Om die reden wordt een afnemende trend verwacht op de lange termijn.

De stof wordt zeer consistent op heel veel locaties aangetroffen en in alle landgebruikstypen. Door het gebruik lijkt de stof ook een indicator voor invloed van oppervlaktewater op grondwater o.a. door beregning (net als DEET, dikegulac-Na en vaak ook bentazon). Het is net als BAM relatief weinig toxisch: er zijn geen aanwijzingen dat deze stof schadelijk is voor de mens. Echter bij behandeling van water met ozon (voor bijvoorbeeld zuivering drinkwater) wordt DMS omgezet in het kankerverwekkende NDMA. Was het daarom niet toch een relevante metaboliet?

Afhankelijk van de toetswaarde is deze stof zeer bepalend voor normoverschrijding, deze is getoetst aan 1 µg/l en aan 0,1 µg/l. DMS wordt met name in het Stroomruggengebied en Langbroeker Weteringgebied aangetroffen (Figuur 4.3).



Figuur 4.3 Kaart aantreffen DMS (afbraakproduct tolylfluanide). Kleine cirkels geven het meetresultaat van diepe filters weer.

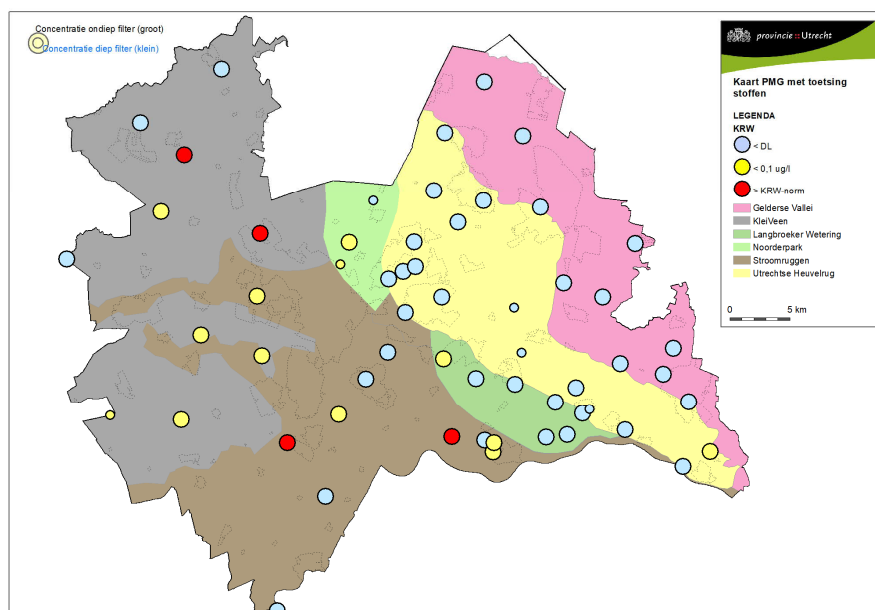
DEET

DEET valt onder de huidige biocidenrichtlijn (insectenafweermiddel). De stof wordt vooral vaak aangetroffen onder 'boomgaard': In 5 van de 6 monsters wordt de stof aangetroffen waarvan drie overschrijdingen van de KRW-norm. DEET was in 2018 relatief vaak aangetroffen, de vraag was toen of dit een meetfout kon zijn. In de meetronde 2021 lijkt de stof juist relatief weinig aangetroffen ten opzichte van de meetronde 2015 en de freatische meetrondes.

Chloridazon en metabolieten

Opvallend in deze meetronde is het aantreffen van metabolieten van chloridazon in combinatie met kleine residuen van chloridazon (niet normoverschrijdend): desphenyl-chloridazon en methyl-desphenyl-Chloridazon. chloridazon is in 2018 pas voor het eerst aangetroffen, doordat de rapportagegrens van deze stof sterk verlaagd was, de metabolieten waren in eerdere meetrondes nog geen onderdeel van het analysepakket.

In meer dan 20% van de grondwatermonsters worden residuen aangetroffen boven de 0,1 µg/l en in een enkel geval is een residu boven de norm van 1 µg/l aangetroffen. Deze metabolieten zijn net als BAM en AMPA als niet relevant beoordeeld voor drinkwater en er geldt dus een drinkwaternorm van 1 µg/l. Mogelijk zijn de metabolieten van chloridazon nog wel KRW-relevant. Desfenyylchloridazon wordt hoofdzakelijk in de lager gelegen gebieden (met oppervlaktewaterinvloed) aangetroffen, zie Figuur 4.4).



Figuur 4.4 Kaart aantreffen Desfenyylchloridazon. Kleine cirkels geven het meetresultaat van diepe filters weer.

Overige stoffen boven de norm

2-hydroxy-atrazine (afbraakproduct van atrazine, reeds lange tijd verboden), Diuron (ook verboden) en bentazon worden regelmatig aangetroffen (zie Tabel 5.1).

Tabel 4.1 *Situatie bestrijdingsmiddelen per individueel middel (totaal 82 analyses)*

Stof**	Toelating	Relevant	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage
			> DL 2018	> norm 2018	> DL 2021	> norm 2021
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	V		36%	16%	36%	10%
2,6-Dichloorbenzamide (BAM)	V	N	16%	15%	19%	10%
DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide)			14%	7%	3%	2%
Desphenyl-Chloridazon		N	17%	5%	29%	7%
Methyl-Desphenyl-Chloridazon		N	2%	1%	2%	2%
Chloridazon			6%	0%	2%	0%
AMPA		N	7%	1%	2%	2%
Bentazon			12%	4%	12%	3%
Dikegulac-Natrium			6%	2%	2%	2%
Metaldehyde (Tetramer)			5%	2%	3%	2%
Dithiocarbamaat als CS2			2%	2%	0%	0%
Mecoprop (MCPP)			8%	1%	3%	2%
2-Hydroxy-atrazine	V		6%	1%	10%	2%
Diuron	V		5%	1%	5%	2%
Bromacil	V		2%	1%	2%	2%
1,1-Dichloorethaan	(nvt)		1%	0%	2%	2%
2,4-Dimethylfenol			1%	1%	0%	0%
Dinoterb			7%	0%	0%	0%
Triadimenol			5%	0%	0%	0%
Simazine	V		4%	0%	0%	0%
Carbendazim			2%	0%	0%	0%
Dimethyltolylsulfamide (DMST)			2%	0%	0%	0%
Chloorantraniliprol					3%	2%
Dikglc					2%	2%
Desisopropylatrazine					2%	2%

** *Dicamba, Glyphosaat, Atrazine (niet toegestaan), Boscalid, Chloorantraniliprol, Desethylatrazine en Desisopropylatrazine (afbraak Atrazine), Methoxyfenozid, zijn één maal aangetroffen in 2018. Methoxyfenozid, Glyphosaat, DMST, Boscalid, Atrazine, 26xyldne, 2,4-Dichloorfenol en Desethylatrazine zijn één maal onder de norm aangetroffen in 2021.*

* *Geen bestrijdingsmiddel maar oplosmiddel voor o.a. bestrijdingsmiddelen, algemene norm 1,1-Dichloorethaan 1 µg/l*

In Tabel 4.2 en Tabel 4.3 is de situatie voor bestrijdingsmiddelen samengevat met onderscheid naar landgebruik. In de eerste tabel zijn overschrijdingspercentages per landgebruik per stof gegeven, in de tweede tabel zijn de bestrijdingsmiddelen samengenomen. In deze tabel is voor landgebruik natuur enige bias aanwezig, doordat in 2009 filters waarin bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen altijd zijn geselecteerd en verschillende 'schone' putten niet meer in het meetnet zijn opgenomen. Voor bebouwd gebied en boomgaard is geen onderscheid op diepteniveau gemaakt, omdat nauwelijks diepe grondwatermonsters zijn genomen.

Voor de humaan toxicologisch niet-relevante metabolieten is een norm van 1 µg/l aangehouden. Boomgaard (waarvoor provincie Utrecht ook een apart freatisch grondwater-meetnet monitort) en bebouwd gebied laten de meeste normoverschrijdingen zien.

Tabel 4.2 Percentage normoverschrijding per landgebruik 2018

	Verbod?	Rel.?	Norm (µg/l)	NAT 2018	GRA 2018	BOO 2018	BEB 2018	BEB 2021	BOO 2021	GRA 2021	NAT 2021
Aantal monsters				25	32	6	19	14	4	28	12
AMPA		N	1	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%
2-Hydroxy-atrazine	V	N	1	0%	0%	17%	0%	0%	25%	0%	0%
Desphenyl-Chloridazon		N	1	0%	0%	17%	0%	0%	25%	0%	0%
Methyl-Desphenyl-Chloridazon		N	1	0%	0%	17%	0%	0%	25%	0%	0%
DMS (lage toetsing)	V*	J	0,1	12%	9%	33%	33%	14%	25%	0%	0%
DMS (hoge toetsing)	V*	N	1	0%	0%	17%	0%	0%	25%	0%	0%
BAM	V*	N	1	4%	3%	0%	5%	7%	0%	0%	0%
DEET			0,1	4%	3%	50%	0%	7%	0%	0%	0%
Chloridazon			0,1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bentazon			0,1	4%	3%	17%	0%	0%	0%	4%	8%
Dikegulac-Natrium	V		0,1	4%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	8%
Metaldehyde (Tetramer)			0,1	0%	3%	17%	0%	0%	0%	4%	0%
Dithiocarbamaat als CS2			0,1	0%	3%	0%	0%				
Mecoprop (MCP)			0,1	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%
Diuron	V*		0,1	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%
Bromacil	V		0,1	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%
2,4-Dimethylfenol			0,1	4%	0%	0%	0%				
chlorantraniliprole			0,1					0%	25%	0%	0%
desisopropylatrazine	V		0,1					7%	0%	0%	0%
Dikegulac	V		0,1					0%	0%	0%	8%

* De meeste toepassingen Tolyfluanide (DMS) zijn verboden, Dichlobenil is in 2009 verboden (BAM), Diuron is nog wel toegelaten als biocide.

Tabel 4.3 Situatie bestrijdingsmiddelen voor het PMG-meetnet uitgesplitst naar landgebruik op basis van de in Tabel 5.3 genoemde normen.

	AANTAL	>DL	> KRW	>KRW*
NAT+ZOU	12	33%	33%	17%
GRA	28	57%	7%	4%
BOO	4	50%	75%	75%
BEB	14	71%	21%	7%

* Alternatieve berekening met norm DMS gesteld op 1 µg/l i.p.v. 0,1 µg/l. DMS wordt soms wel en soms niet als relevante metaboliet omschreven

In Tabel 5.4 is van 28 KRW-grondwatermonsters de ontwikkeling van aangetroffen en norm-overschrijdende stoffen getoond. Er is goed te zien dat wanneer vaker is gemeten er steeds vergelijkbare uitkomst zijn voor zowel het type stof als voor het al dan niet aantreffen van hoge of lage concentraties (boven of onder de norm). Vooral stoffen die met een lagere concentratie worden aangetroffen 'knippen' regelmatig. Ook in deze tabel valt DEET op als verdachte waarde in 2018.

De metingen kunnen, gezien dit consistente patroon, betrouwbaar worden genoemd voor het doel waarvoor wordt gemeten (aantreffen van stoffen, monitoren en bepalen normoverschrijding 0,1 µg/l, in groepen meetfilters).

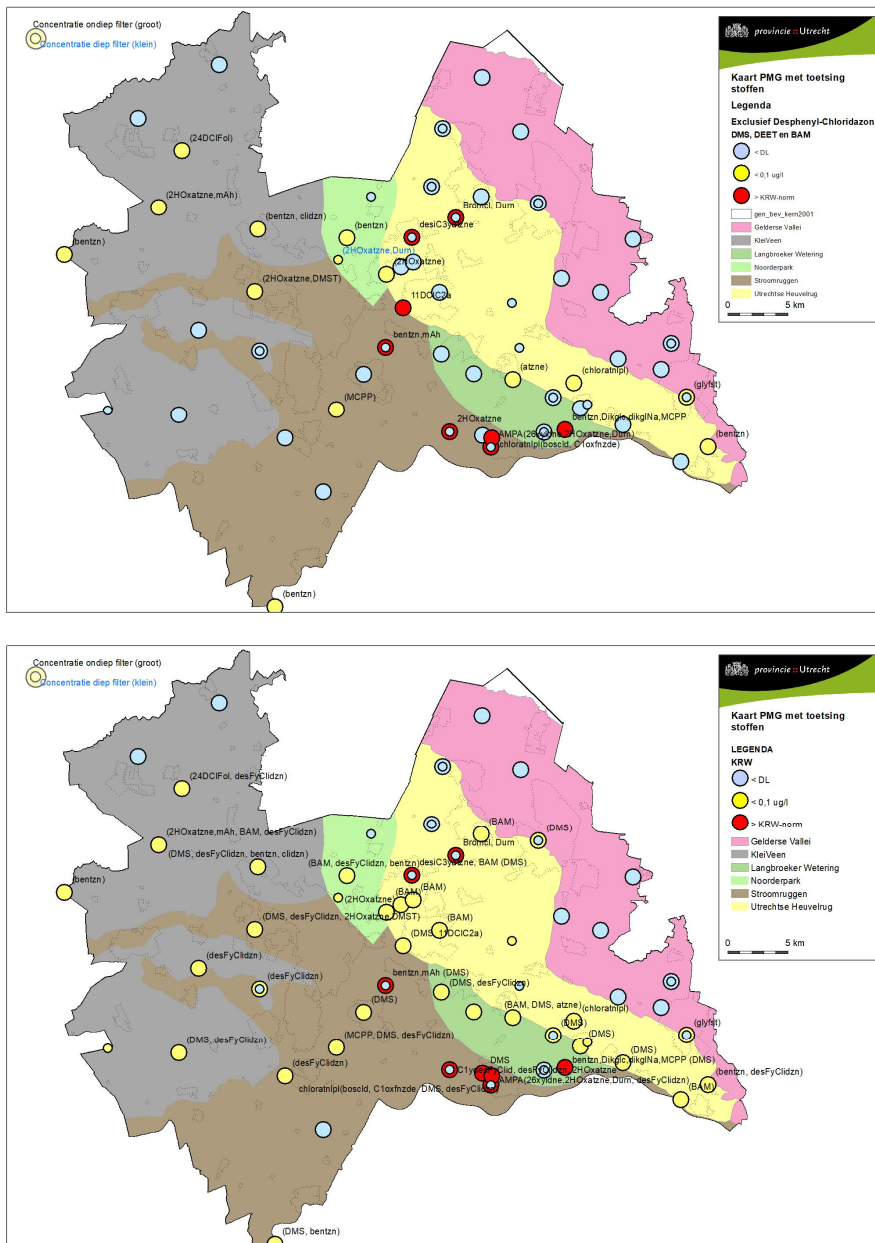
4.3 Conclusie gewasbeschermingsmiddelen en biociden

Deze meetronde is aandacht besteed aan normoverschrijdingspercentages. Deze statistiek is ongevoelig voor detectiegrenzen, die in de onderhavige meetronde vaak licht zijn verhoogd ten opzichte van eerdere meetrondes. Door normoverschrijdingspercentages te vergelijken kunnen meetrondes goed met elkaar worden vergeleken.

Voor de meeste stoffen wordt een consistent beeld verkregen ten opzichte van eerdere meetrondes in zowel freatisch als in dieper grondwater (PMG-KRW-meetnet dat dit jaar is bemonsterd). De metingen lijken daardoor overwegend betrouwbaar. Daar waar overschrijdingspercentages sterk fluctueren zullen komende meetrondes uitwijzen wat de situatie en trend is.

Aandacht voor bestrijdingsmiddelen blijft nodig, omdat tegelijk met de daling van de normoverschrijding van een aantal stoffen in het grondwatermeetnet er in het freatisch meetnet verschillende stoffen juist vaker worden aangetroffen. Bijvoorbeeld voor 2,4-dichloorfenoxiazijnzuur, methoxyfenozide, Methyl-desphenyl-chloridazon, chlorantraniliprole, fluopyram en fluxapyroxad. Voor deze stoffen kan sprake zijn van een meetfout in 2020 (freatische meetronde),

echter de hoge concentraties kunnen ook een voorbode zijn van wat over enkele tientallen jaren in dieper grondwater wordt aangetroffen. In onderstaande kaarten in Figuur 4.5 is tot slot het totaalbeeld gegeven van de meetronde voor deze stofgroep.



Figuur 4.5 Totaalkaarten aantreffen bestrijdingsmiddelen (boven) ex- en (onder) inclusief de humaan toxicologisch niet relevante stoffen.

Tabel 4.4 *Vergelijking bestrijdingsmiddelenmetingen in ondiepe filters van het KRW-meetnet en in ondiepe filters in stedelijk gebied tussen jaren, nd = not detected, dus wel geanalyseerd. Stoffen tussen haakjes zijn aangetroffen met een concentratie kleiner dan 0,1 µg/l.*

MeetpuntId	BM06	BM07	BM2010	BM2012	BM2015	BM2018	BM2021	BG
B31H0580-1		BAM (diuron)	BAM (chloridazon, diuron)	BAM, MTBE (chloridazon, diuron)	BAM(chloridazon, diuron, 2-Hydroxy-atrazine, DMS)	BAM (DMS, desphenyl-chloridazon, diuron, chloridazon, triadimenol)	BAM (DMS, desphenyl-chloridazon, 2-hydroxy-atrazine, diuron)	BEB
B31H0693-1	(bentazon)		nd	nd	nd	nd	(desphenyl-chloridazon)	Gra
B32A0413-1		BAM	BAM	BAM, MTBE	BAM (glyfosaat)*	(BAM)	(BAM)	BEB
B32A0465-1				nd	nd	nd	nd	Gra
B32A0466-2				nd	nd	nd	nd	Nat
B32A0467-2				AMPA	nd	(AMPA)	nd	Gra
B32C0331-1		(simazine)	(BAM)	(BAM, simazine)	BAM (DMS)	BAM (simazine)		BEB
B32C0412-1	dichloormethaan (diuron)		bromacil	diuron	diuron, bromacil	diuron, bromacil, 2,4-Dimethylfenol	bromacil, diuron,	Nat
B32C0413-1	BAM (simazine)	BAM (simazine)	BAM	BAM (simazine)	BAM, DMS (Desisopropyl-atrazine, thiamethoxam)	DMS, BAM (simazine, desisopropylatrazine)	BAM (desphenyl-chloridazon, desisopropylatrazine)	BEB
B32C0415-1	nd		bentazon	bentazon	bentazon (mecoprop, DMS)	bentazon, metaldehyde (DMS)	bentazon (desphenyl-chloridazon)	Gra
B32C0610-1		BAM	BAM	(BAM)	BAM (thiamethoxam, DMS)	BAM (DEET)	BAM	Nat
B32C0637-1		BAM (simazine)	BAM	BAM (ETBE)	BAM	BAM (desphenyl-chloridazon)	(BAM)	BEB
B32D0137-1	nd		nd	Nd	(bentazon)	(bentazon)	nd	Gra
B32D0215-1		BAM (diuron, simazine)		BAM (simazine)	BAM (simazine)	BAM (simazine)		BEB
B32G0136-1				Nd	nd	nd	nd	Nat
B32G0170-1					nd	nd	nd	Gra
B32G0211-1	nd		nd	nd	(AMPA)	nd	nd	Gra

MeetpuntId	BM06	BM07	BM2010	BM2012	BM2015	BM2018	BM2021	BG
B39A0267-1	(bentazon, chloridazon)		AMPA	nd	2-hydroxy-atrazine (DMS, bentazon)	DEET (DMS, desphenyl-chloridazon, MCP, AMPA)	desphenyl-chloridazon, Methyl-desphenyl-chloridazon, 2-hydroxy-atrazine	BOO
B39B0019-1		(BAM, atrazine)	(BAM)	BAM	BAM (Atrazine, Desethylatrazine, DMS)	DMS, BAM (Atrazine, Desethylatrazine)	BAM (desphenyl-chloridazon, atrazine)	BEB
B39B0254-1		(BAM)	(BAM)	BAM	BAM (DMS)	DMS, BAM	BAM (desphenyl-chloridazon)	BEB
B39B0305-1				nd	DMS	DMS	DMS	Nat
B39B0337-1		DEET (desethylatrazine)	nd	nd	DMS	(DMS)		BEB
B39B0346-2				(Metazachloor)	nd	(DEET)	nd	Nat
B39B0347-1	DMST (DEET, diuron, isoproturon, bentazon, carbendazim, chloridazon)		Glyfosaat, AMPA, diuron (DMST, Carbendazim)	AMPA (DMST, diuron)	AMPA (2Hydroxyatrazine, diuron, Glyfosaat, chloridazon, carbendazim, Chloortoluron)	DEET, AMPA (desphenyl-chloridazon, 2-Hydroxy-atrazine, diuron, chloridazon, Triadimenol, Carbendazim, DMST, Glyfosaat)	AMPA (desphenyl-chloridazon, 26xyldne, 2-hydroxy-atrazine, diuron)	BOO
B39B0406-1		nd	Carbendazim	nd	(DMS, 2Hydroxyatrazine, boscalid, chloorantraniliprol, methoxyfenozid)	DEET (DMS, desphenyl-chloridazon, boscalid, Chloorantraniliprol, methoxyfenozid)	Chloorantraniliprol (DMS, desphenyl-chloridazon, boscalid, methoxyfenozid)	BOO
B39B0435-1		(bentazon)	MCPA	nd	DMS (bentazon)	-		Gra
B39E0190-1	nd		nd		(DMS)	(DEET)	(glyfosaat)	BEB
B39E0242-1		(BAM)		(BAM)	BAM(DMS)	BAM	BAM	BEB

5 Geneesmiddelen

5.1 Beeld

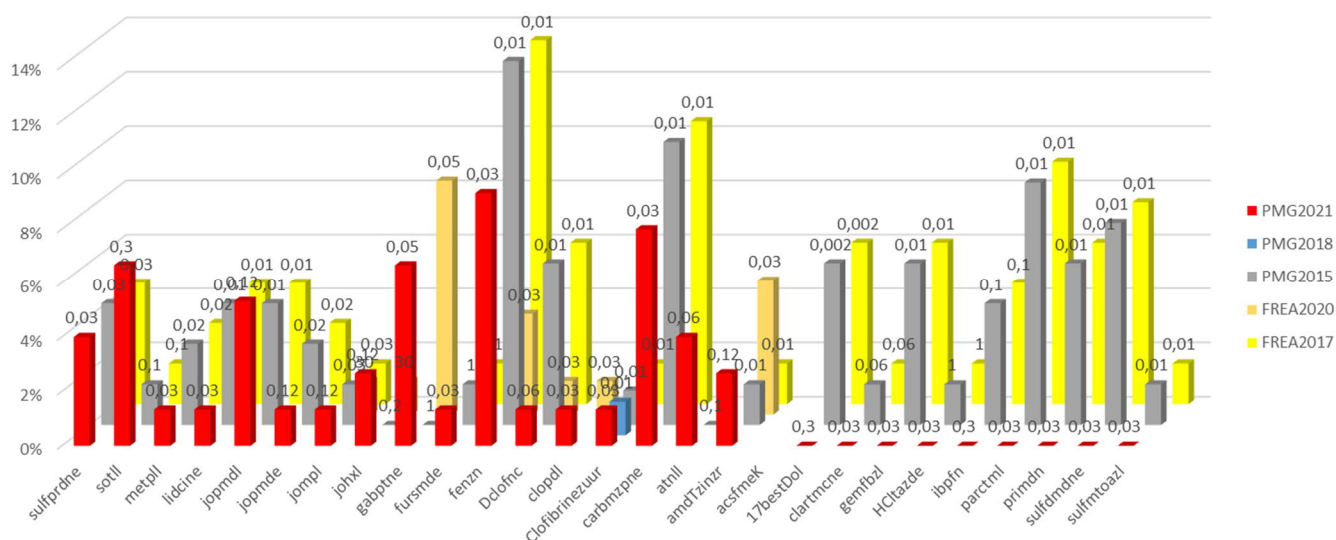
Perceel 3 geneesmiddelen / farmaceutische stoffen is geanalyseerd door AL-West. Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 3, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, in totaal 75 filters. In 18 daarvan zijn geneesmiddelenresten aangetroffen. In Tabel 5.1 is te zien dat de stoffen die op basis van de verwachting aangetroffen zouden moeten worden ook sporadisch zijn aangetroffen. Fenazon, sotalol, carbamazepine en gabapentine zijn weer vaak aangetroffen. Fenazon is een stof afkomstig uit infiltratie van Lek-water. Dit middel wordt niet in Nederland, wel in Duitsland voorgeschreven. De stof laat een wisselend beeld door de jaren zien.

Tabel 5.1 Aantallen aangetroffen medicijnresten en röntgencontrastmiddelen, inclusief de 'verwachtingsconcentratie in freatisch grondwater'

Stofnaam	AQUO-code	Aantal > RG	Aantal > 0,1 µg/l	Rapportagegrens µg/l	Verwachting concentratie * µg/l
acesulfaam-K	acsfmeK	29	20	0,02	Nvt
fenazon	fenzn	7	0	0,03	-
carbamazepine	carbmzpn	6	1	0,03	0,03
gabapentine	gabptne	5	4	0,05	0,08
sotalol	sotll	5	1	0,03	0,06
sulfapyridine	sulfprdn	3	2	0,03	-
atenolol	atnll	3	0	0,06	0,02
clofibrinezuur	clofbnzr	1	0	0,03	-
Clopidol	clopdl	1	1	0,03	-
diclofenac	Dclofnc	1	1	0,06	0,013
furosemide	fursmde	1	1	0,03	0,02
metoprolol	metpll	1	1	0,03	0,08
lidocaïne	lidcine	1	0	0,03	<0,01
jopamidol	jopmdl	4	2	0,12	
amidotrizoezuur	amdTzinr	2	1	0,12	
johexol	johxl	2	0	0,12	
jomeprol	jompl	1	1	0,12	
jopromide	jopmde	1	0	0,12	

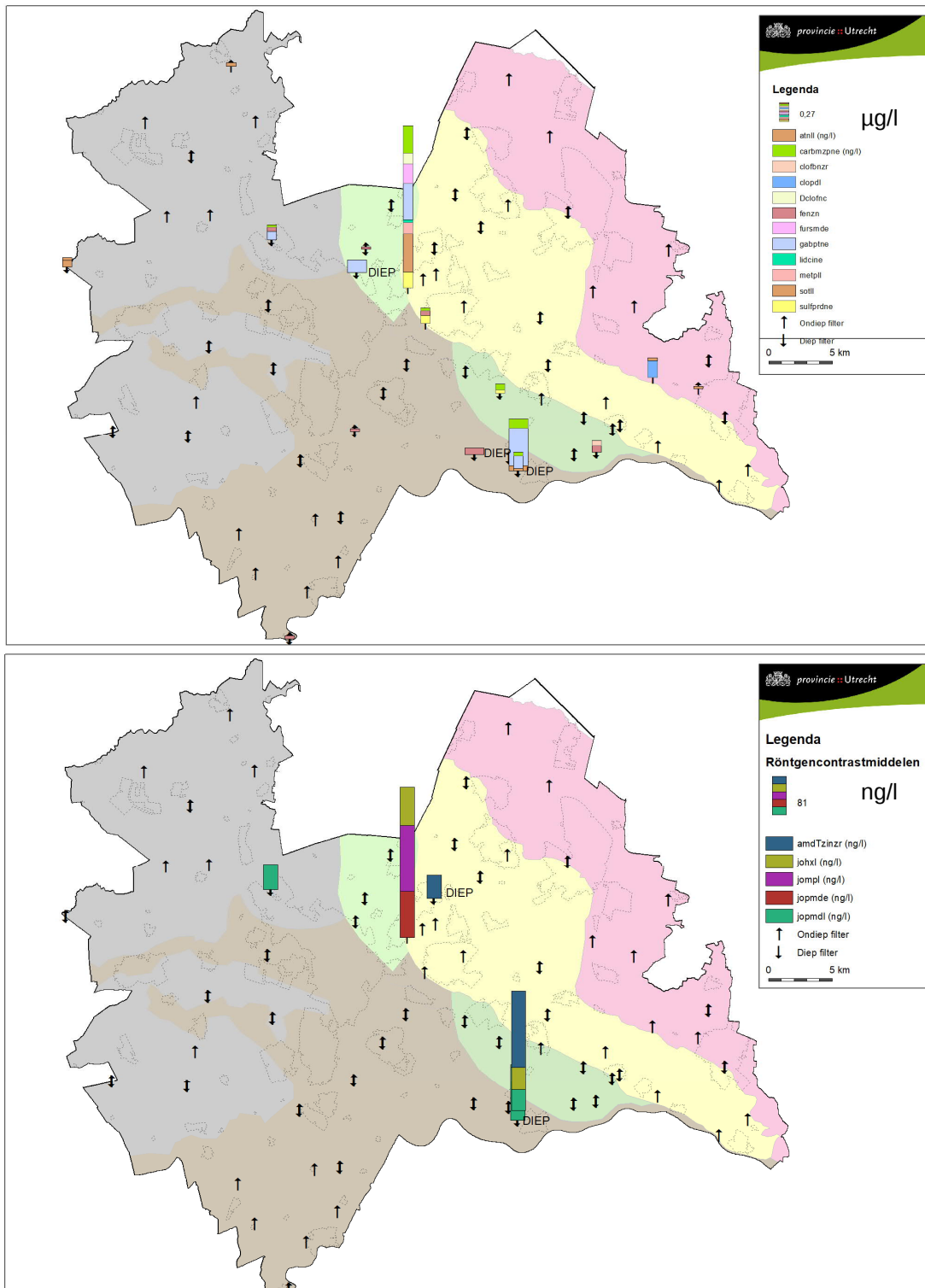
*zie Sweco, 2020, rapportage freatisch grondwater

Opvallend in deze meetronde is het aantal stoffen dat niet is aangetroffen (Figuur 5.1). De rapportagegrens die in het huidige analysepakket relatief hoog is verklaart deze afwijkende trefkans, zie de 'labels' op de staven in het diagram die de rapportagegrens weergeven.



Figuur 5.1 Staafdiagram aantreffen boven rapportagegrens van geneesmiddelen en röntgencontrastmiddelen

Het aantreffen van röntgencontrastmiddelen lijkt niet altijd oppervlaktewater-gerelateerd, zie Figuur 5.2. Deze stofgroep wordt namelijk in De Bilt en in Bilthoven aangetroffen in hoge concentraties, met als meest waarschijnlijke bron lekkende riolering. Geneesmiddelen worden iets vaker aangetroffen in de gebieden waar zij ook worden verwacht, daar waar invloed van oppervlaktewater aanwezig is in het grondwater.



Figuur 5.2 Kaart aantreffen (boven) geneesmiddelenresiduen en (onder) röntgen-contrastmiddelen. De schaal van de balk geeft de concentratie aan.

5.2 Conclusie geneesmiddelen

De metingen van geneesmiddelen leveren deze meetronde weinig nieuwe inzichten op, behalve dat fenazon en gabapentine weer (net als in 2020 in freatisch grondwater) vaak worden aangetroffen en dus waarschijnlijk algemener voorkomen dan de meeste meetronden daarvoor lieten zien.

Voor de overige stoffen is het beeld niet veel anders is dan eerdere jaren. De rapportagegrens en mogelijk ook onnauwkeurigheid van metingen in de buurt van deze grens zorgen voor variaties.

Opvallend is dat verschillende meetfilters door lokale, specifieke bronnen lijken te zijn belast, bijvoorbeeld door lekkend riool. Deze meetfilters laten specifieke geneesmiddelen zien die niet worden aangetroffen als het grondwater wordt belast met rwzi-effluent omdat deze stoffen dan te zeer zouden zijn verdund, in dit geval de röntgencontrastmiddelen.

6 Exoten Pakket 4

6.1 Beeld

Het pakket van perceel 4 'exotische, industriële of opkomende stoffen' is door Eurofins-Omegam geanalyseerd. Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 3, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, plus de 8 monsters in bermen, in totaal 83 filters.

Het meetpakket bevat naast de 'nieuwe' stoffen ook de normale bekende verontreinigingsparameters PAK, BTEX en VOCl, die apart gepresenteerd en behandeld worden. Ook bevat het pakket EDTA, een chelator die afzonderlijk wordt besproken.

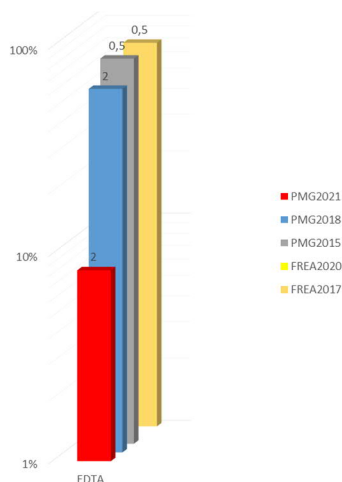
Voor de exoten vergelijken wij de resultaten van 2021 met eerdere meetjaren door te kijken naar 'aantreffingspercentages'. In de grafieken daarvan geven we daarom ook de rapportagegrens. De rapportagegrens is regelmatig bepalend voor de aantreffingskans van een stof.

EDTA

Voor complexvormers is geen norm beschikbaar en wordt getoetst aan een concentratie van 5 µg/l voor complexvormers in het algemeen. Voor EDTA wordt deze concentratie in slechts 3 monsters overschreden.

De WHO-norm is 600 µg/l, veel hoger dan de hoogste concentratie in grondwater, echter complexvormers brengen ook andere stoffen in oplossing en kunnen zo indirect een risico vormen.

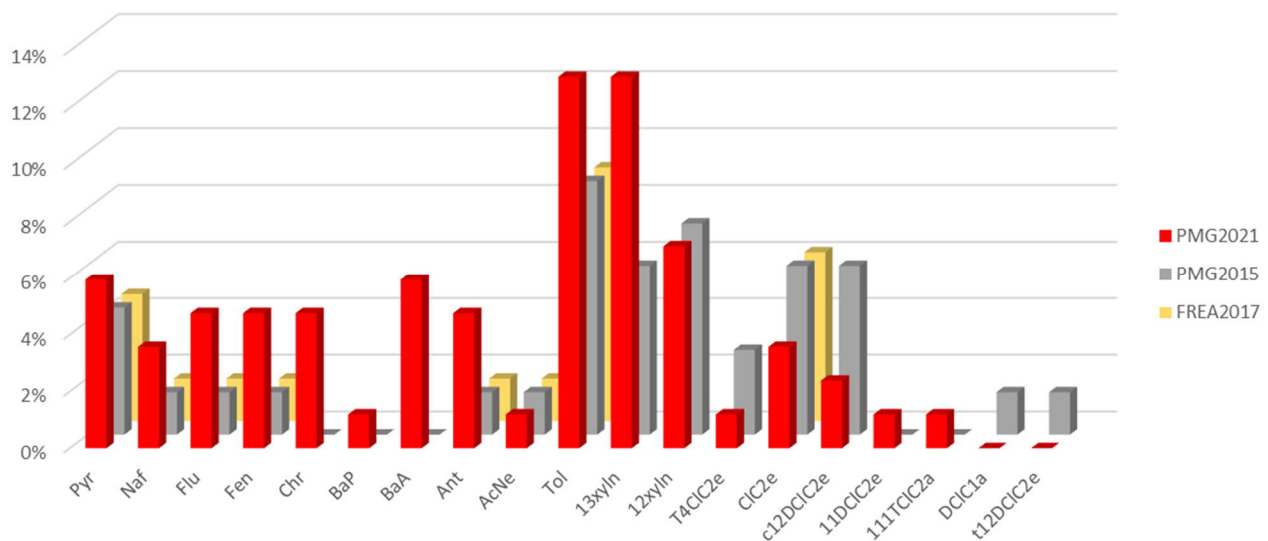
De stof wordt dit jaar veel minder vaak aangetroffen dan verwacht op basis van eerdere meetjaren en op basis van



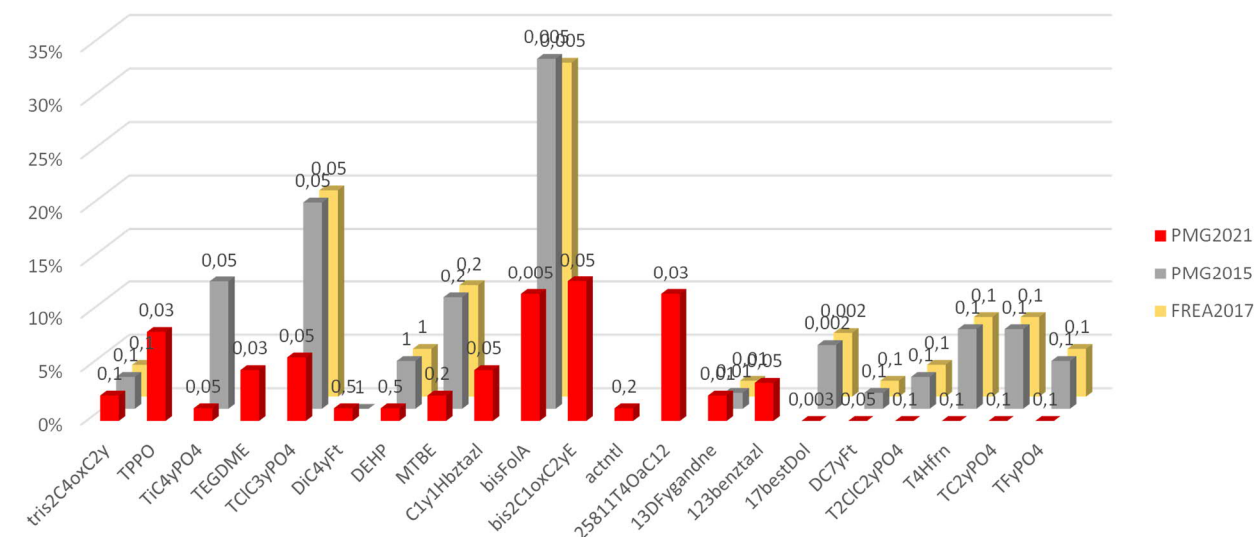
Figuur 6.1 Staafdiagram aantreffingspercentage EDTA

de detectiegrens die weliswaar iets hoger is, maar de meeste metingen in eerdere meetronden laten concentraties ruim boven deze 2 µg/l zien. De toekomst zal uitwijzen op welke wijze deze stof werkelijk in het grondwater is verspreid.

Voor PAK, BTEX en VOCI levert de meetronde geen nieuwe inzichten op ten opzichte van de eerdere meetrondes. De detectiegrenzen zijn door de jaren heen gelijk gebleven en voor de meeste stoffen ook het 'incidentele' aantreffen van de stoffen (zie Figuur 6.2) in een klein aantal monsters.



Figuur 6.2 Staafdiagram aantreffen PAK, BTEX en VOCI



Figuur 6.3 Staafdiagram aantreffen Exoten ('opkomende stoffen')

In Figuur 6.3 is het aantreffen van exoten gepresenteerd in een staafdiagram. Vooral opvallend is dat een aantal eerder aangetroffen stoffen nu niet meer is gedetecteerd, ondanks de gelijke rapportagegrens, zie rechts in de figuur. Een stof als Bisfenol A, die eerder in 1/3 deel van de monsters werd aangetroffen, is dit jaar in 10% van de monsters gedetecteerd. Door wijzigingen in het analysepakket zijn ook enkele nieuwe stoffen aangetroffen, onder meer diglyme, triglyme en tetraglyme.

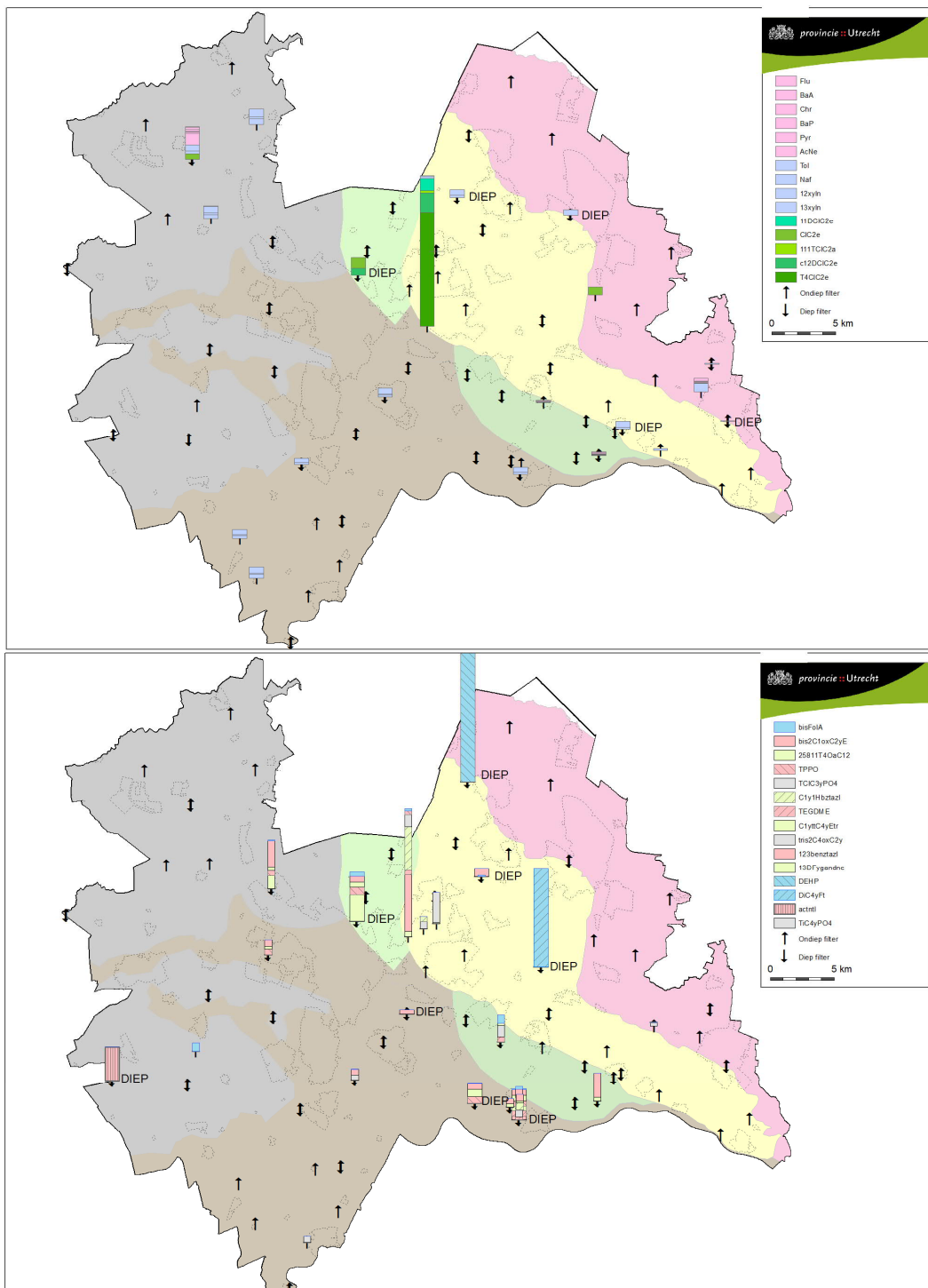
Tabel 6.1 Beschrijving aangetroffen exoten

Stof		Aantal >DL 2021	Aantal >0,1 µg/l 2021	Beschrijving stof	Detectiegrens (µg/l)
bisfenol-A	bisFoIA	10	2	Weekmaker in o.a. polycarbonaat	0,005
diglyme / bis(2-methoxyethyl)ether	bis2C1oxC2yE	11	2	Chelator, industriële stof	0,05
triglyme	25811T4OaC12	10	1	Chelator, industriële stof	0,03
tetraglyme	TEGDME	4	0	Chelator, industriële stof	0,03
trifenylfosfineoxide	TPPO	7	2	TPPO, chelator, industriële stof	0,03
tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat	TCIC3yPO4	5	3	Vlamvertrager in met name PUR, vervanger voor pentabroomdifenylether	0,05
5-methylbenzotriazole (tolyltriazole)	C1y1Hbztazl	4	2	Roestbeschermer voor koper	0,05
MTBE, methyl-tertiair-butylether	C1yttC4yEtr	2	2	Klopmiddel in benzine	0,2*
tris(2-butoxyethyl)fosfaat	tris2C4oxC2y	2	2	Gebruik als oplosmiddel, weekmaker, lijm	0,1*
benzotriazole	123benztazl	3	2	Cheleermiddel, beschermer voor zilver	0,05
1,3 diphenylguanidine	13DFygandne	2	0	Vulcanisator voor rubber	0,01
di(ethylhexyl)ftalaat	DEHP	1	1	Weekmaker voor pvc	0,5*
di(2-methyl-propyl)ftalaat	DiC4yFt	1	1	Weekmaker	0,5*
acetonitril	Actntl	1	1	Oplosmiddel (ook voor pesticiden)	0,2*
triisobutylfosfaat	TiC4yPO4	1	0	Weekmaker	0,05
TOTAAL					

*Net als voor EDTA een rapportagegrens groter of gelijk aan 0,1 µg/l

In de kaarten in Figuur 6.4 is het aantreffen van exoten in de provincie weergegeven, met staven geschaald naar de gemeten concentraties. Incidenteel worden VOCI (vluchtige organische halogeenverbindingen) aangetroffen (groene kleur). Ook PAK worden zeer incidenteel aangetroffen (roze). BTEX (blauw) worden vaak aangetroffen, ook nabij parkeerplaatsen waar zij het meest worden verwacht omdat BTEX in benzine aanwezig is.

De industriële stoffen in de kaart onder geven geen duidelijk beeld: er lijkt geen peil op te trekken waar welke stoffen worden aangetroffen. Het lijkt of deze stoffen uit lokale bronnen afkomstig moeten zijn en niet diffuus in milieu zijn verspreid.



Figuur 6.4 Kaarten exoten (boven) PAK, BTEX en VOC's en (onder) industriële stoffen

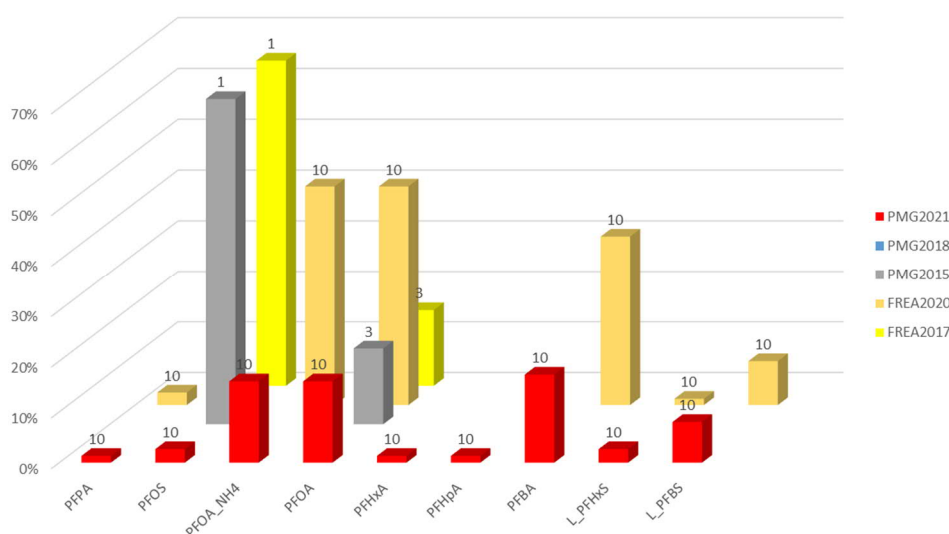
6.2 Conclusie exoten

Exoten (weekmakers, chelators, anti-roest-middelen, vulcanisators, oplosmiddelen en brandvertragingsmiddelen) worden overal in de provincie aangetroffen. Er is geen patroon te vinden in het aantreffen. Er is nauwelijks relatie met rivier gerelateerde stoffen en / of met beïnvloeding met rwzi-effluent te leggen. Er lijkt sprake van veel lokale bronnen die er samen voor zorgen dat het grootste deel van het grondwater één of meerdere stoffen uit deze stofgroep bevat.

7 PFAS-stoffen

7.1 Beeld

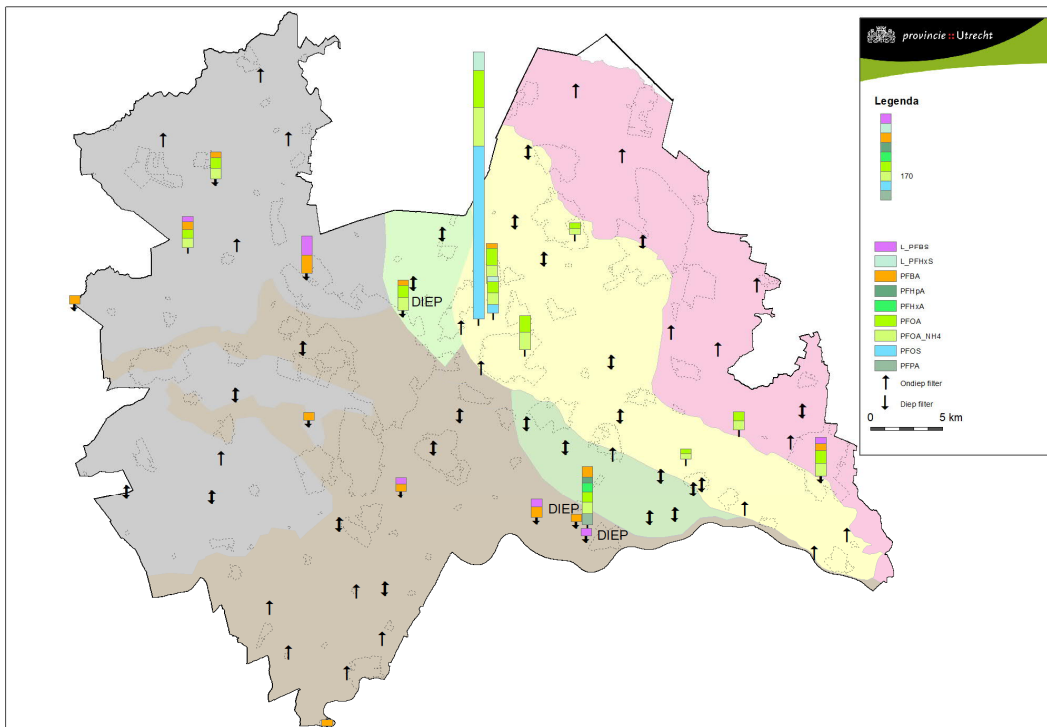
Perceel 5, de PFAS-stoffen, is geanalyseerd door AL-West. Alle ondiepe en diepe filters van het KRW-meetnet zijn geanalyseerd op perceel 5, plus alle ondiepe filters van het PMG-meetnet, in totaal 75 filters. PFAS-stoffen zijn in meerdere recente meetrondes geanalyseerd. In Figuur 7.1 is het aantreffen van de verschillende PFAS-stoffen in recente meetrondes vergeleken.



Figuur 7.1 Staafdiagram aantreffen PFAS-stoffen in %

De rapportagegrenzen waren niet gelijk in de verschillende meetrondes en kunnen in enkele gevallen ook de afwijkende aantreffingskans verklaren. Bijvoorbeeld voor PFOS (veel vaker aangetroffen in 2015 en 2017) is de rapportagegrens de laatste twee meetrondes hoger namelijk 10 ng/l in plaats van 1 ng/l. Voor PFOS lag in 2015 de helft van de metingen onder die 10 ng/l en zou dus de aantreffingskans gehalveerd moeten zijn. Dit lijkt niet helemaal het geval. Komende meetrondes met weer een lagere rapportagegrens zullen

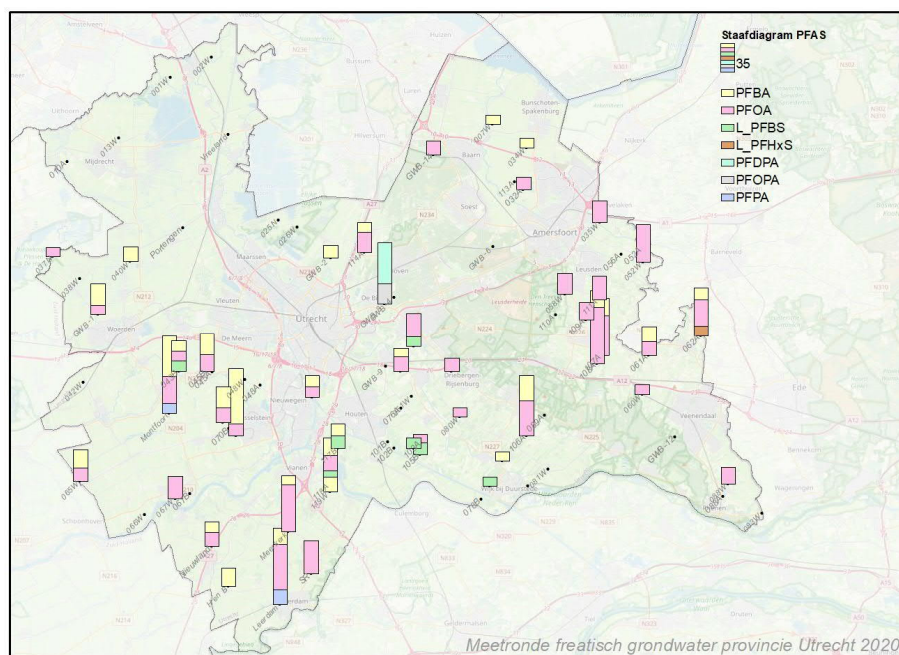
moeten uitwijzen of inderdaad sprake is van de algehele beïnvloeding van het grondwater zoals in 2015 en 2017 gevonden in het freatische en diepere grondwatermeetnet of dat sprake is van metingen in de ruis.



Figuur 7.2 Kaart aantreffen PFAS-stoffen meetronde 2021

In Figuur 7.2 is het aantreffen van PFAS-stoffen op kaart weergegeven. De kaart is vergeleken met de kaart die in 2020 is gemaakt van de metingen in het freatische grondwatermeetnet van de provincie (zie Figuur 7.3). Dit leidt tot de volgende observaties:

- Net als in het freatisch grondwater wordt L_PFBs alleen aangetroffen in de zone rondom het Amsterdam-Rijnkanaal.
- L_PFBs wordt altijd in combinatie met PFBA aangetroffen in de onderhavige meetronde. Soms in combinatie met PFOA/PFOA_NH4.
- In de freatische meetronde is in het oosten van de provincie relatief meer PFOA en in het westen relatief meer PFBA aangetroffen. Dit patroon is niet goed te staven aan de metingen in de onderhavige meetronde en kan dus (nog) niet worden bevestigd.
- Concentraties waar aangetroffen zijn voor alle stoffen zeer vergelijkbaar tussen beide meetrondes, zie ook Tabel 7.1.



Figuur 7.3 Kaart aantreffen PFAS-stoffen meetronde freatisch grondwater 2020

Tabel 7.1 *Vergelijking mediane aangetroffen concentratie en aantal aantreffen tussen de huidige meetronde en de freatische meetronde 2021*

	2020 FREA	#>RG	2021 PMG	#>RG
PFBA	18,0	27	15,2	13
PFOA	19,9	35	22,8	12
L_PFBS	12,8	7	14,0	6
L_PFHxS	12,9	1	24,3	2
PFDPA	49,9	1		
PFOA_NH4	20,7	35	23,7	12
PFOPA	24,8	1		
PFPA	14,9	2	22,1	1
PFHpA	niet gemeten		12,2	1
PFHxA	niet gemeten		17,8	1
PFOS	niet gemeten		183,1	2

7.2 Conclusie PFAS-stoffen

De uitkomst van deze meetronde is voor PFAS-stoffen in veel opzichten vergelijkbaar met die van de meetronde freatisch grondwater. Dezelfde stoffen worden in dezelfde niveaus aangetoond. Het verschil is dat PFAS-stoffen veel minder vaak in dieper grondwater worden aangetoond. Een verklaring daarvoor is niet uit de metingen af te leiden, wel is duidelijk dat verschillende PFAS-stoffen zeer langzaam in het grondwater zullen verspreiden.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies kwaliteitscontrole algemene stoffen

De kwaliteitscontrole heeft geleid tot een aantal correcties en tot het als 'onjuist' bestempelen van enkele veldmetingen van de geleidbaarheid. Aanbevolen wordt deze te verwijderen uit de dataset alvorens deze aan te leveren aan de BRO. Daarnaast blijken de laboratoriummetingen van de pH onbetrouwbaar en bevelen wij aan deze parameter geheel als 'onbetrouwbaar' aan te merken.

De ionenbalans is zeer goed. Er is geen enkele verdachte waarde naar voren gekomen. Dit blijkt evenzo voor individuele stoffen die gecontroleerd kunnen worden op basis van de relatie met andere parameters.

Ten aanzien van sporenelementen is de kwaliteit van de analyses nog altijd niet zodanig dat voor alle stoffen onderling vergelijkbare meetronden aanwezig zijn. De concentraties van deze stoffen in het lage gebied ($< 10 \mu\text{g/l}$) worden nog steeds niet altijd betrouwbaar gemeten. Wel is duidelijk verbetering van de consistentie zichtbaar en zijn in de laatste drie meetronden de rapportagegrenzen soms weliswaar hoger maar wel op het 'juiste niveau': er zijn tussen meetjaren geen sprongen in concentratie van factor 10 zichtbaar waar dat in het verleden wel vaak zo was.

8.2 Conclusie bestrijdingsmiddelen

Het beeld dat dit jaar is gevonden, is consistent ten opzichte van voorgaande meetrondes en met de ontwikkelingen en veranderingen in rapportagegrenzen en laboratoriumtechnieken. Analyses worden daarom als betrouwbaar bestempeld. Nog altijd worden de 'niet-relevante metabolieten' het vaakst aangetroffen.

De metingen van bestrijdingsmiddelen zijn in deze rapportage geïnterpreteerd door overschrijdingspercentages van 4 voorgaande meetrondes te vergelijken. Hieruit komen verschillende aandachtspunten en mogelijke verschuivingen naar

voren, die in de komende meetrondes duidelijk zullen maken of 'nieuw gevonden middelen' in freatisch grondwater ook het diepere grondwater zullen gaan beïnvloeden.

8.3 Conclusie geneesmiddelen

De metingen van geneesmiddelen leveren deze meetronde weinig nieuwe inzichten op, behalve dat fenazon en gabapentine weer (net als in 2020 in freatisch grondwater) vaak worden aangetroffen en dus waarschijnlijk algemener voorkomen dan de meetrondes daarvoor lieten zien.

Voor de overige stoffen is het beeld niet veel anders is dan eerdere jaren. Geneesmiddelen hebben meestal als bron oppervlaktewater of water uit de Rijn die door rwzi-effluenten zijn beïnvloed en waarin de op basis van effluentconcentraties te verwachten stoffen ook worden aangetroffen, zie Sweco, 2020. De rapportagegrens en mogelijk ook onnauwkeurigheid van metingen in de buurt van deze grens zorgen voor variaties.

Diverse meetfilters lijken door lokale, specifieke bronnen te zijn belast, bijvoorbeeld door lekkend riool. Deze meetfilters laten specifieke geneesmiddelen zien die niet worden aangetroffen als het grondwater wordt belast met rwzi-effluent omdat deze dan te zeer zouden zijn verdund.

8.4 Conclusie exoten

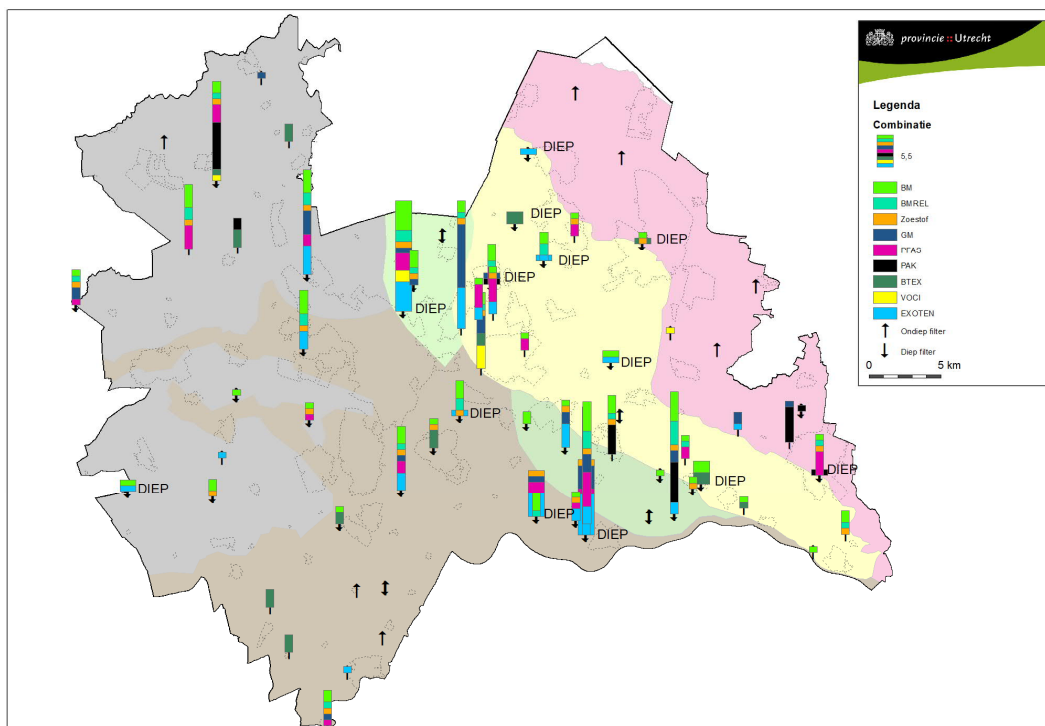
Exoten industriële stoffen als weekmakers, chelators, anti-roest-middelen, vulcanisators, oplosmiddelen en brandvertragsmiddelen worden overal in de provincie aangetroffen. Er is geen duidelijk patroon in het aantreffen behalve dat dit zeer diffuus is. Er is nauwelijks relatie met riviergerelateerde stoffen en en/of met beïnvloeding door rwzi-effluent te leggen. Er lijkt sprake van veel lokale bronnen die er samen voor zorgen dat het grootste deel (ruim 60%) van het grondwater één of meerdere stoffen uit deze stofgroep bevatten.

8.5 Conclusie PFAS

De uitkomsten van deze meetronde is in veel opzichten vergelijkbaar met die van de meetronde freatisch grondwater. Dezelfde stoffen worden in dezelfde niveaus aangetoond. Het verschil is dat PFAS-stoffen veel minder vaak in dieper grondwater worden aangetoond, wat vooral door het stofgedrag in de ondergrond verklaard zou moeten worden.

8.6 Overzicht

Bijna driekwart van de grondwatermonsters bevat één of meer niet-natuurlijke stoffen. Dit is te zien in de samenvattende kaart die hieronder is gegeven in Figuur 8.1. Inzicht in het voorkomen van deze stoffen in grondwater en van trends daarin is daarom zeer belangrijk. De hoge aantreffingskans betekent ook dat het meetnet effectief is: er zijn nauwelijks 'schone grondwatermonsters' waar telkens zonder resultaat dure meetpakketten op worden losgelaten.



Figuur 8.1 Kaart aantreffen alle stofgroepen (aantal aangetroffen stoffen per stofgroep)

Naast het grondwatermeetnet is vooral het freatische grondwatermeetnet en het fruitteelt-meetnet belangrijk om de actuele situatie in te schatten en om vroegtijdig dergelijke risico's te kunnen identificeren. Het PMG- en KRW-meetnet dienen vooral voor toetsing van de chemische toestand en om na te kunnen gaan op welke manier stoffen de diepte in verspreiden en om na te gaan of en hoe verboden stoffen op termijn naar het diepe grondwater gaan. Aanbevolen wordt om analysepakketten doorlopend goed af te stemmen op ontwikkelingen in het gebruik en in de toelating van middelen.

Deze aandacht blijft nodig, omdat tegelijk met de daling van de normoverschrijding in het grondwatermeetnet er in het freatisch meetnet stoffen verhoogd zijn waargenomen die nog niet of veel minder in het diepere grondwater worden teruggevonden.

9 Referenties

Referenties

Sweco, 2018, Rapportage meetronde grondwaterkwaliteit 2018; kwaliteitscontrole en gegevensanalyse, PN 363094, SWNL0235381

Sweco, 2020, Rapportage meetronde freatische grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht 2020; kwaliteitscontrole en gegevensanalyse, PN373630, SWNL0269600

WSP – Sialtech, 2021, Rapportage bemonstering meetronde grondwaterkwaliteit PMG 2021, SOB005001 rapportage PMG 2021

Referenties oude meetronden

Grontmij, 2006, Van nulmeting naar Monitoring; Interpretatie KRW nulmeting Rijn Midden en Rijn West, PN212438, 13/99072439/PS;

Grontmij, 2007, Grondwaterkwaliteit provincie Utrecht; Meetronde 2007, PN235459, 13/99081764/RH;

Grontmij, 2008, Grondwaterkwaliteit provincie Utrecht Meetronde bestrijdingsmiddelen 2007, PN245548 13/99083343/RH;

Grontmij, 2009, Grondwaterkwaliteit provincie Utrecht, Meetronde 2008, PN260283, 13/99090245/Mvi;

Grontmij, 2009, Evaluatie grondwaterkwaliteitsmeetnet provincie Utrecht; eindrapport met samenvatting PN277492, 13/99095601/Mvi;

Grontmij, 2010, Bronnenonderzoek bestrijdings- en geneesmiddelen drinkwater provincie Utrecht, Trends en herkomst aangetroffen bestrijdingsmiddelen en geneesmiddelen in de winningen Bethunepolder, Woerden-Kamerik, Groenekan en Bunnik, PN267475, 13/99098959/PS;

Grontmij, Deltares, 2010, Grondwaterdateringen in het PMG Utrecht, PN284731;

Grontmij, 2010, Grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht, Meetronde 2010, 13/99100294/MVi, pN291694

Grontmij, 2012, Grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht, Meetronde 2012, PN317920

Grontmij, 2014a, Rapportage meetronde freatische grondwaterkwaliteit 2014; Kwaliteitscontrole en gegevensanalyse, PN338331, GM-0142374

*Grontmij, 2014b, Rapportage meetronde fruitteelt 2012 en 2013 provincie Utrecht
resultaten en interpretatie bestrijdingsmiddelenmetingen, PN332940, GM-
026183*

*Grontmij, 2015, Grondwaterkwaliteit Provincie Utrecht; Meetronde 2015; PN 356075,
GM-0173226*

*SWECO, 2017, Rapportage meetronde freatische grondwaterkwaliteit 2017;
Kwaliteitscontrole en gegevensanalyse, Projectnummer: 356312,
Referentienummer: SWNL0216667*

Appendix 1 Rapportagegrens en aantal detecties van gemeten stoffen

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
PERCEEL 0: Fysiochemische parameters						
1	0	GELDHD	100		100	
2	0	GELDHD_V	100		100	
3	0	O2_V	100		79	
4	0	pH	100		100	
5	0	pH_V	100		100	
6	0	T	100		100	
7	0	T_V	100		100	
8	0	TROEB	100		100	
PERCEEL 1: Standaardpakket metalen, nutrienten en zouten						
1	1	Ag	100	-5	0	
2	1	Al	100	-10	17	
3	1	As	100	-0,15	94	
4	1	B	100	-0,05	41	
5	1	Ba	100	-5	98	
6	1	Be	100	-2	0	
7	1	Br	100	-0,05	75	
8	1	Ca	100		100	
9	1	Cd	100	-0,1	14	
10	1	Cl	100		100	
11	1	Co	100	-2	10	
12	1	Corg	100	-0,3	98	
13	1	Cr	100	-0,15	75	
14	1	Cu	100	-2	7	
15	1	F	100	-0,02	94	
16	1	Fe	100	-20	82	
17	1	HCO3	100	-3	99	
18	1	Hg	100	-0,03	6	
19	1	K	100	-0,5	98	
20	1	Li	100	-3	49	
21	1	Mg	100		100	
22	1	Mn	100	-1	92	
23	1	Mo	100	-0,0002	44	
24	1	Na	100		100	
25	1	NH4	100	-0,02	83	
26	1	Ni	100	-0,1	88	
27	1	NO2	100	-0,01	5	
28	1	NO3	100	-0,05	41	
29	1	Pb	100	-0,12	12	
30	1	PO4	100	-0,01	84	
31	1	Ptot	100		100	
32	1	Sb	100	-0,1	59	

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
33	1	Se	100	-5	9	
34	1	Sn	100	-10	0	
35	1	SO4	100	-1	79	
36	1	Sr	100		100	
37	1	Te	100	-2	0	
38	1	Ti	100	-2	9	
39	1	Tl	100	-5	0	
40	1	U	100	-1	6	
41	1	V	100	-0,3	50	
42	1	W	100	-1	8	
43	1	Zn	100	-2	44	
44	1	Zr	100	-12	0	

PERCEEL 2 Gewasbeschermingsmiddelen, biociden en metaboliëten daarvan

1	2	26DCIBenAd	58	-0,02	11	2,6-dichloorbenzamide (BAM)
2	2	C1ydesFyClid	58	-0,125	1	methyl-desfenylchloridazon
3	2	11DCIC2a	58	-0,2	1	1,1-dichloorethaan
4	2	desFyClidzn	58	-0,2	17	desfenylchloridazon
5	2	2HOxatzne	58	-0,02	6	2-hydroxyatrazine
6	2	DC1ysAd	58	-0,15	21	dimethylsulfamide (DMS)
7	2	DEET	58	-0,05	2	diethyltoluamide (DEET)
8	2	24DCIFol	58	-0,02	1	2,4-dichloorfenol
9	2	26xyldne	58	-0,02	1	2,6-dimethylaniline
10	2	AMPA	58	-0,03	1	aminomethylfosfonzuur (AMPA)
11	2	atzne	58	-0,01	1	atrazine
12	2	bentzn	58	-0,03	7	bentazon
13	2	boscl	58	-0,05	1	boscalid
14	2	bromcl	58	-0,03	1	bromacil
15	2	C1oxfnzde	58	-0,03	1	methoxyfenozide
16	2	chloratnpl	58	-0,06	2	chlorantraniliprole
17	2	Clidzn	58	-0,03	1	chloridazon
18	2	desiC3yatzne	58	-0,03	1	desethylsimazin
19	2	Dikglc	58	-0,1	1	dikegulac
20	2	dikglNa	58	-0,1	1	dikegulac-natrium
21	2	DMST	58	-0,03	1	4-dimethylaminosulfotoluidide
22	2	Durn	58	-0,03	3	diuron
23	2	glyfst	58	-0,03	1	glyfosaat
24	2	mAh	58	-0,03	2	metaldehyde
25	2	MCPP	58	-0,03	2	mecoprop
26	2	14iC3yFyurum	58	-0,05	0	1-(4-isopropylfenyl)ureum
27	2	234TCIFol	58	-0,02	0	2,3,4-trichloorfenol
28	2	235TCIFol	58	-0,02	0	2,3,5-trichloorfenol
29	2	236TCIFol	58	-0,02	0	2,3,6-trichloorfenol
30	2	245TCIFol	58	-0,02	0	2,4,5-trichloorfenol
31	2	246TCIFol	58	-0,02	0	2,4,6-trichloorfenol
32	2	24D	58	-0,02	0	2,4-dichloorfenoxijzuur
33	2	24DC1yFol	58	-0,02	0	2,4-dimethylfenol
34	2	24DDD	58	-0,03	0	2,4'-dichloordifenyldichloorethaan
35	2	24DDT	58	-0,03	0	2,4'-dichloordifenyldichloorethaan
36	2	24DP	58	-0,03	0	2,4-dichloorfenoxypionzuur
37	2	345TCIFol	58	-0,02	0	3,4,5-trichloorfenol
38	2	44DDE	58	-0,03	0	4,4'-dichloordifenyldichlooretheen
39	2	4CIFol	58	-0,02	0	4-chloorfenol
40	2	aedsfn	58	-0,025	0	alfa-endosulfan
41	2	bedsfn	58	-0,025	0	beta-endosulfan
42	2	carbdzm	58	-0,03	0	carbendazim
43	2	chCH	58	-0,03	0	gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)
44	2	cloprld	58	-0,05	0	clopyralid

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
45	2	clotandne	58	-0,03	0	clothianidine
46	2	Clpfm	58	-0,03	0	chloorprofam
47	2	Cltlrn	58	-0,03	0	chloortoluron
48	2	Dcba	58	-0,1	0	dicamba
49	2	desC2yatzne	58	-0,03	0	desethylatrazine
50	2	Dffncn	58	-0,05	0	diflufenican
51	2	DmtAd	58	-0,03	0	dimethenamide
52	2	Dmtmf	58	-0,02	0	dimethomorf
53	2	dmtn	58	-0,05	0	deltamethrin
54	2	DNOC	58	-0,03	0	4,6-dinitro-o-cresol
55	2	Dnsb	58	-0,03	0	dinoseb
56	2	Dntb	58	-0,3	0	dinoterb
57	2	endsfn	58	-0,03	0	endosulfan (som alfa- en beta-isomeer)
58	2	etfmst	58	-0,05	0	ethofumesaat
59	2	fenrn	58	-0,03	0	fenuron
60	2	fipnl	58	-0,025	0	fipronil
61	2	fluopclde	58	-0,05	0	fluopicolide
62	2	fluoprm	58	-0,03	0	fluopyram
63	2	flurOxpr	58	-0,1	0	fluroxypyr
64	2	flutlnl	58	-0,03	0	flutolanil
65	2	fluxprxd	58	-0,03	0	fluxapyroxad
66	2	glufst	58	-0,05	0	glufosinaat
67	2	imdcpd	58	-0,05	0	imidacloprid
68	2	imzll	58	-0,05	0	imazalil
69	2	ipDon	58	-0,05	0	iprodion
70	2	iptrn	58	-0,03	0	isoproturon
71	2	lencl	58	-0,03	0	lenacil
72	2	MCPA	58	-0,05	0	2-methyl-4-chloorfenoxycarboxyazijnzuur
73	2	metbtazrn	58	-0,03	0	methabenzthiazuron
74	2	metdton	58	-0,03	0	methidathion
75	2	metlCl	58	-0,03	0	metolachloor
76	2	metxrn	58	-0,03	0	metoxuron
77	2	mlxl	58	-0,03	0	metalaxyl
78	2	monrn	58	-0,03	0	monuron
79	2	mzCl	58	-0,03	0	metazachloor
80	2	nicfrn	58	-0,03	0	nicosulfuron
81	2	paroonC1y	58	-0,03	0	paraaxon-methyl
82	2	PeClFol	58	-0,02	0	pentachloorfenol
83	2	pendmtln	58	-0,02	0	pendimethalin
84	2	pirmcb	58	-0,03	0	pirimicarb
85	2	procmdn	58	-0,05	0	procymidon
86	2	propcnzl	58	-0,02	0	propiconazol
87	2	propmcb	58	-0,02	0	propamocarb
88	2	protocnzdto	58	-0,05	0	prothioconazol-desthio
89	2	pyrmtnl	58	-0,03	0	pyrimethanil
90	2	s2425DCIAn	58	-0,02	0	som 2,4- en 2,5-dichlooraniline
91	2	sDtocbmt	58	-0,1	0	som dithiocarbamaten
92	2	simzne	58	-0,03	0	simazine
93	2	Tadmfn	58	-0,03	0	triadimefon
94	2	Tadmnl	58	-0,03	0	triadimenol
95	2	Tcpr	58	-0,05	0	triclopyr
96	2	tebcnzl	58	-0,03	0	tebuconazol
97	2	terbtn	58	-0,02	0	terbutryne
98	2	thiamtxm	58	-0,02	0	thiamethoxam
PERCEEL 3: Geneesmiddelen, röntgencontrastmiddelen en zoetstaof						
1	3	acsfmeK	75	-0,02	29	acesulfaam-K
2	3	amdTzinr	75	-120	2	amidotrizezuur
3	3	atnll	75	-60	3	atenolol

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
4	3	carbmzpne	75	-30	6	carbamazepine
5	3	clofbnzr	75	-0,03	1	clofibrinezuur
6	3	clopdl	75	-0,03	1	Clopidol
7	3	Dclofnc	75	-0,06	1	diclofenac
8	3	fenzn	75	-0,03	7	fenazon (antipyrene)
9	3	fursmde	75	-0,03	1	furosemide
10	3	gabptne	75	-0,05	5	gabapentine
11	3	johxl	75	-120	2	johexol
12	3	jompl	75	-120	1	jomeprol
13	3	jopmde	75	-120	1	jopromide
14	3	jopmdl	75	-120	4	jopamidol
15	3	lidcine	75	-0,03	1	lidocaïne
16	3	metpll	75	-0,03	1	metoprolol
17	3	sotll	75	-0,3	5	sotalol
18	3	sulfprdne	75	-0,03	3	sulfapyridine
19	3	17bestDol	75	-300	0	17-beta-estradiol
20	3	cipfxcne	75	-50	0	ciprofloxacin
21	3	clartmcne	75	-30	0	claritromycine
22	3	clotmzl	75	-0,03	0	clotrimazol
23	3	CIT4ccne	75	-30	0	chloortetracycline
24	3	crotmtn	75	-0,03	0	Crotamiton
25	3	cycffAd	75	-30	0	cyclofosfamide
26	3	enrxfcne	75	-0,03	0	enrofloxacin
27	3	ertmcne	75	-30	0	erytromycine
28	3	etnetDol	75	-300	0	ethinylestradiol
29	3	gemfbzl	75	-0,03	0	gemfibrozil
30	3	HCl tazde	75	-0,03	0	hydrochloorthiazide
31	3	ibpfn	75	-0,3	0	ibuprofen
32	3	iffAd	75	-30	0	ifosfamide
33	3	jotlmnzn	75	-120	0	jotalaminezuur
34	3	joxgnzn	75	-120	0	joxaglinezuur
35	3	mesnl	75	-0,3	0	mestranol
36	3	metfmne	75	-0,03	0	metformine
37	3	napxn	75	-0,03	0	naproxen
38	3	norfxcne	75	-30	0	norfloxacin
39	3	ofxcne	75	-30	0	Ofloxacin
40	3	OxT4ccnHCl	75	-30	0	oxytetracycline hydrochloride
41	3	parctml	75	-30	0	paracetamol
42	3	primdn	75	-0,03	0	primidone
43	3	propfnzn	75	-0,03	0	propyfenazon
44	3	propnll	75	-30	0	propranolol
45	3	sulfmdne	75	-0,03	0	sulfadimidine
46	3	sulfmtoazl	75	-0,03	0	sulfamethoxazol
47	3	t1011DHOx101	75	-0,03	0	trans-10,11-dihydroxy-10,11-dihydrocarbazepine
48	3	Tmtpm	75	-30	0	trimethoprim
49	3	valum	75	-0,03	0	valium

Perceel 4: PAK's, BTEX, VOCl en Exoten

1	4	sPAK10	84	0,08	0,14	somparameter naftaleen, antraceen, fenantreen, fluorantheen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(a)pyreen, enzo(k)fluorantheen, benzo(ghi)peryleen, Indeno(1,2,3-cd)pyreen
2	4	Naf	84	-0,02	0,08	naftaleen
3	4	Ant	84	-0,01	-0,01	anthraceen
4	4	Fen	84	-0,01	-0,01	fenanthreen
5	4	Flu	84	-0,01	-0,01	fluorantheen
6	4	BaA	84	-0,01	-0,01	benz(a)anthraceen
7	4	Chr	84	-0,01	-0,01	chryseen
8	4	BaP	84	-0,01	-0,01	benzo(a)pyreen

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
9	4	BkF	84	-0,01	-0,01	benzo(k)fluorantheen
10	4	BghiPe	84	-0,01	-0,01	
11	4	InP	84	-0,01	-0,01	indeno(1,2,3cd)pyreen
12	4	Pyr	84	-0,01	-0,01	pyreen
13	4	AcNe	84	-0,05	-0,05	acenafteen
14	4	Fle	84	-0,06	-0,05	fluoreen
15	4	inda	84	-0,2	-0,2	indaan
16	4	BbF	84	-0,02	-0,02	benzo(b)fluorantheen
17	4	sxylIn	84	0,1	1,6	somparameter isomeren 1,2-xyleen (95-47-6), 1,3-xyleen (108-38-3), 1,4-xyleen (106-42-3)
18	4	Ben	84	-0,2	-0,2	benzeen
19	4	Tol	84	-0,2	1,3	methylbenzeen Tolueen
20	4	12xylIn	84	-0,05	0,5	xyleen (1,2 dimethylbenzeen)
21	4	13xylIn	84	-0,1	1,1	(som) 1,3-xyleen + 1,4-xyleen
22	4	C2yBen	84	-0,2	0,2	ethylbenzeen
23	4	123TC1yBen	84	-0,2	-0,2	1,2,3-trimethylbenzeen
24	4	124TC1yBen	84	-0,2	0,2	trimethylbenzeen
25	4	13DC2yBen	84	-0,2	-0,2	1,3-diethylbenzeen
26	4	135TC1yBen	84	-0,2	-0,2	1,3,5-trimethylbenzeen
27	4	14DC2yBen	84	-0,2	-0,2	1,4-diethylbenzeen
28	4	som dichloor- etheen isomeren	84	0,2	0,2	
29	4	11DCIC2e	84	-0,1	-0,1	
30	4	CIC2e	84	-0,2	-0,2	chlooretheen
31	4	111TCIC2a	84	-0,05	-0,05	1,1,1-trichloorethaan
32	4	t12DCIC2e	84	-0,1	-0,1	trans-1,2-dichlooretheen
33	4	c12DCIC2e	84	-0,1	-0,1	cis-1,2-dichlooretheen
34	4	TCIC1a	84	-0,1	-0,1	trichloormethaan
35	4	T4CIC2e	84	-0,1	-0,1	tetrachlooretheen
36	4	bisFoIA	84	-0,005	-0,005	bisfenol-A
37	4	bis2C1oxC2yE	84	-0,05	-0,05	diglyme / bis(2-methoxyethyl)ether
38	4	25811T4OaC12	84	-0,03	-0,03	triglyme
39	4	TPPO	84	-0,03	-0,03	trifenyfosfineoxide
40	4	TCIC3yPO4	84	-0,05	-0,05	tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat
41	4	C1y1Hbztazl	84	-0,05	-0,05	5-methylbenzotriazole (tolyltriazole)
42	4	TEGDME	84	-0,03	-0,03	tetraglyme
43	4	C1yttC4yEtr	84	-0,2	-0,2	MTBE, methyl-tertiar-butylether
44	4	tris2C4oxC2y	84	-0,1	-0,1	tris(2-butoxyethyl)fosfaat
45	4	123benztazl	84	-0,05	-0,05	benzotriazole
46	4	13DFygandne	84	-0,01	-0,01	1,3 diphenylguanidine
47	4	DEHP	84	-0,5	-0,5	di(ethylhexyl)ftalaat
48	4	DiC4yFt	84	-0,5	-0,5	di(2-methyl-propyl)ftalaat
49	4	actntl	84	-0,2	-0,2	acetonitril
50	4	TiC4yPO4	84	-0,05	-0,05	triisobutylfosfaat
51	4	benzC4yFt	84	-0,2	-0,2	
52	4	benztazl	84	-10	-10	benzothiazool
53	4	cumn	84	-0,2	-0,2	cumeen
54	4	cycC6a	84	-0,1	-0,1	cyclohexaan
55	4	DccC6yFt	84	-1	-1	
56	4	DccPeDen	84	-0,5	-0,5	dicyclopentadien
57	4	DCIC1a	84	-0,2	-0,2	dichloormethaan
58	4	DC1yFt	84	-1	-1	
59	4	DC2yFt	84	-0,2	-0,2	
60	4	DC3yFt	84	-1	-1	
61	4	DC4yFt	84	-1	-1	dibutylftalaat
62	4	DC5yFt	84	-1	-1	
63	4	DC6yFt	84	-0,2	-0,2	
64	4	DC7yFt	84	-0,05	-0,05	
65	4	DC8yFt	84	-1	-1	di-n-octylftalaat
66	4	EDTA (ug/l)	84	-1		

VOLGNR	PERCEEL	AQUO_CODE	#	RG	# >RG	Parameternaam
67	4	esTol	84	-0,004	-0,001	
68	4	etnetDol	84	-0,002	-0,001	
69	4	oestn	84	-0,005	-0,001	
70	4	stynr	84	-0,2	-0,2	styreen
71	4	TC1yPO4	84	-0,1	-0,1	trimethylfosfaat
72	4	TC2yAe	84	-2	-2	
73	4	TC2yPO4	84	-0,1	-0,1	triethylfosfaat
74	4	TC4yPO4	84	-0,1	-0,1	tributylfosfaat
75	4	TFyPO4	84	-0,1	-0,1	trifenyfosfaat
76	4	tris2C2yC6yP	84	-0,1	-0,1	tri(2-ethylhexyl)fosfaat
77	4	T2ClC2yPO4	84	-0,1	-0,1	tri(2-chloorethyl)fosfaat
78	4	T4Hfrn	84	-0,1	-0,1	tetrahydrofuraan
79	4	14DOxan (mg/l)	84	-5	-5	
80	4	17aestDol(ug/l)	84	-0,002	-0,001	
81	4	17bestDol	84	-0,003	-0,001	
82	4	2benztazetol	84	-5	-5	
83	4	2HOxbentazl	84	-10	-10	2-hydroxybenzothiazool
PERCEEL 5: PFAS-stoffen						
1	5	L_PFBs	75	-10	6	perfluor-1-butaansulfonaat (lineair)
2	5	L_PFHxS	75	-10	2	L-perfluorhexaanzuur
3	5	PFBA	75	-10	13	perfluorbutaanzuur
4	5	PFHpA	75	-10	1	perfluorheptaanzuur
5	5	PFHxA	75	-10	1	perfluorhexaanzuur
6	5	PFOA	75	-10	12	perfluoroctaanzuur
7	5	PFOA_NH4	75	-10	12	perfluoroctaanzuur, ammoniumzout
8	5	PFOS	75	-10	2	perfluoroctaansulfonaat
9	5	PFPA	75	-10	1	perfluorpentaanzuur
10	5	2PFC6yC2a1sf	75	-10	0	
11	5	42FTOH	75	-10	0	Perfluorethylethanol 4:2
12	5	42monoPAP	75	-10	0	4:2 Fluortelomerphosphatemonoester
13	5	bisPFC10yPO4	75	-10	0	
14	5	EtFOSAA	75	-10	0	
15	5	H-PFC10asfzr	75	-10	0	
16	5	H-PFC12asfzr	75	-10	0	
17	5	H-PFC6asfzr	75	-10	0	
18	5	L_PFDS	75	-10	0	
19	5	L_PFHpS	75	-10	0	perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)
20	5	MeFOSA	75	-10	0	
21	5	N-MeFOSAA	75	-10	0	
22	5	PFC16azr	75	-10	0	perfluorhexadecaanzuur
23	5	PFC18azr	75	-10	0	
24	5	PFC5asfzr	75	-10	0	perfluorpentaaan-1-sulfonzuur
25	5	PFDA	75	-10	0	
26	5	PFDoA	75	-10	0	
27	5	PFDPa	75	-10	0	Perfluorodecyl Phosphonic Acid
28	5	PFNA	75	-10	0	
29	5	PFOPA	75	-10	0	Perfluorooctyl Phosphonic Acid
30	5	PFOSA	75	-10	0	
31	5	PFPeDA	75	-10	0	perfluorpentadecaanzuur
32	5	PFTDA	75	-10	0	
33	5	PFTeDA	75	-10	0	
34	5	PFUDa	75	-10	0	perfluorundecaanzuur

Appendix 2 Kwaliteitscontrole algemene stoffen

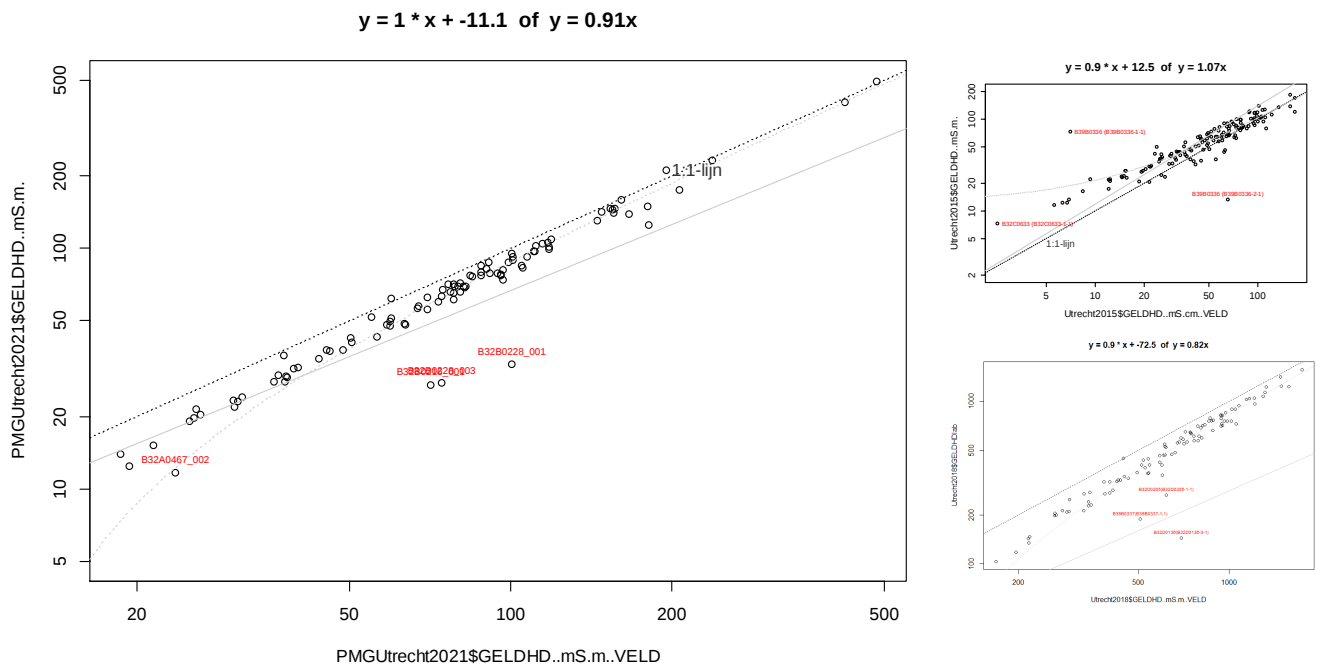
Kwaliteitscontrole Lab – Veld

In Figuur 9.1 is de veld-Ec tegen de in het lab gemeten Ec uitgezet. Deze grafiek kan een eerste duidelijke aanwijzing opleveren voor monsterverwisselingen. Opvallend aan de grafiek is dat er weer een consistente afwijking van de 1:1 lijn aanwezig is die weer anders is dan in de voorgaande twee meetrondes. De metingen liggen grotendeels in een nauwe band en er zijn geen aanwijzingen voor monster-verwisselingen. Vier monsters hebben een relatief grote afwijking van het normale patroon. Voor die monsters is door middel van een vergelijking met de berekende geleidbaarheid nagegaan welke meting incorrect moet zijn. Het resultaat van die analyse is in Tabel 9.1 opgenomen, waarin voor elke afwijking een oorzaak en 'actie' is gedefinieerd.

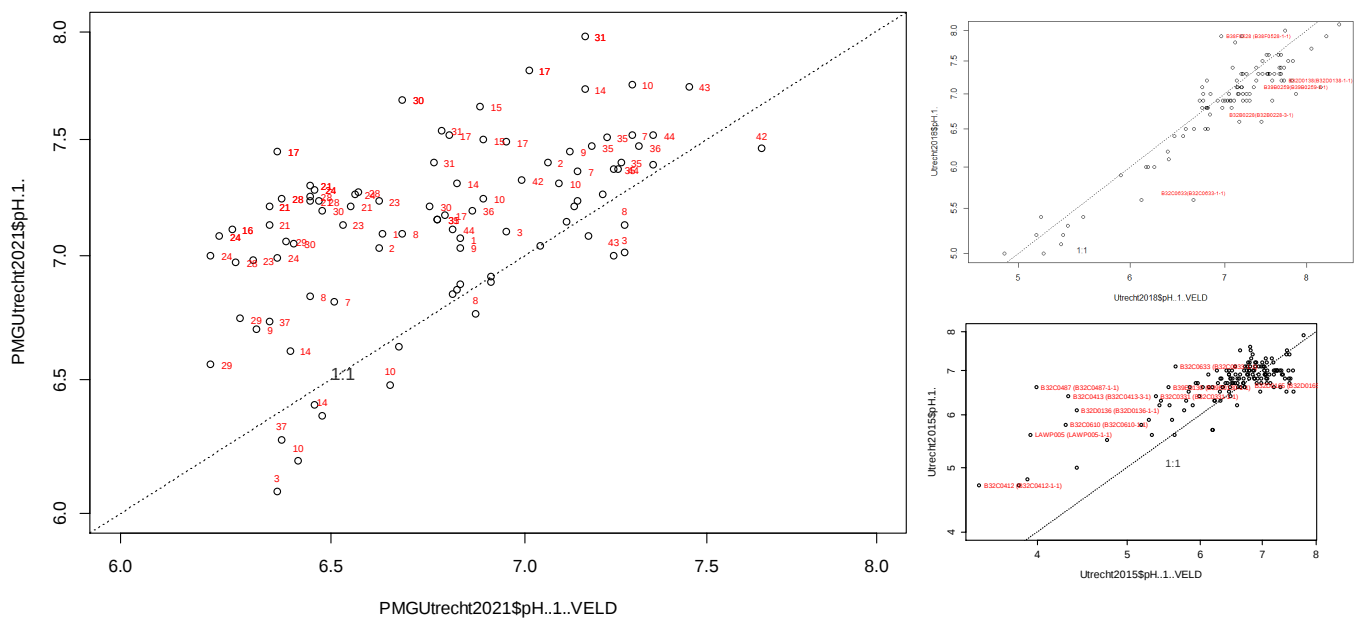
Tabel 9.1 Afwijkingen Ec veld, lab en berekende Ec op basis van analysegegevens met de uitgevoerde of gewenste actie

Buisnummer	EC-lab {mS/m}	Ec-veld {uS/cm}	Ec-ber {uS/cm}	Beschrijving	Actie
B32B0216001 (940-1040)	27.12	70.7	27.5	Ec Veld veel te hoog	Verwijderd
B32A0467002 (900-1000)	11.72	23.6	10.6	Ec Veld veel te hoog	Verwijderd
B32B0228003 (2700-2800)	27.52	74.1	25.8	Ec Veld veel te hoog	Verwijderd
B32B0228001 (1000-1100)	33.1	100.4	30.0	Ec Veld veel te hoog	Verwijderd
B32C0412001*	12.44	19.3	9.4	Ec Veld veel te hoog	Verwijderd

*Op basis van figuur 3.3 afwijkend



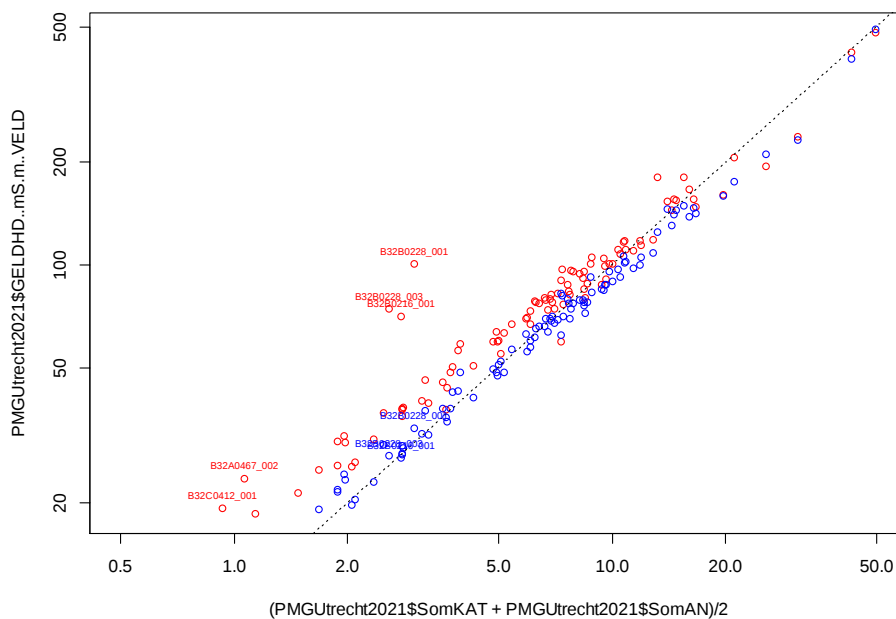
Figuur 9.1 Vergelijking Ec-veld met Ec-Lab met labels voor de monsters met grote afwijking. Rechts het beeld van de metingen uit 2015 en 2018.



Figuur 9.2 Vergelijking pH-lab met pH-veld met label (monsterdag) voor de monsters met grote afwijking. Rechts het beeld van de metingen uit 2015 en 2018.

De pH (Figuur 9.2) laat zien dat de metingen in laboratorium in 2021 regelmatig fors zijn verhoogd ($> 0,5$ pH-eenheid hoger dan de veldmetingen en evenveel hoger dan de 'normale range' die normaliter wordt gemeten). Besloten is alle labwaarnemingen als onbetrouwbaar aan te merken.

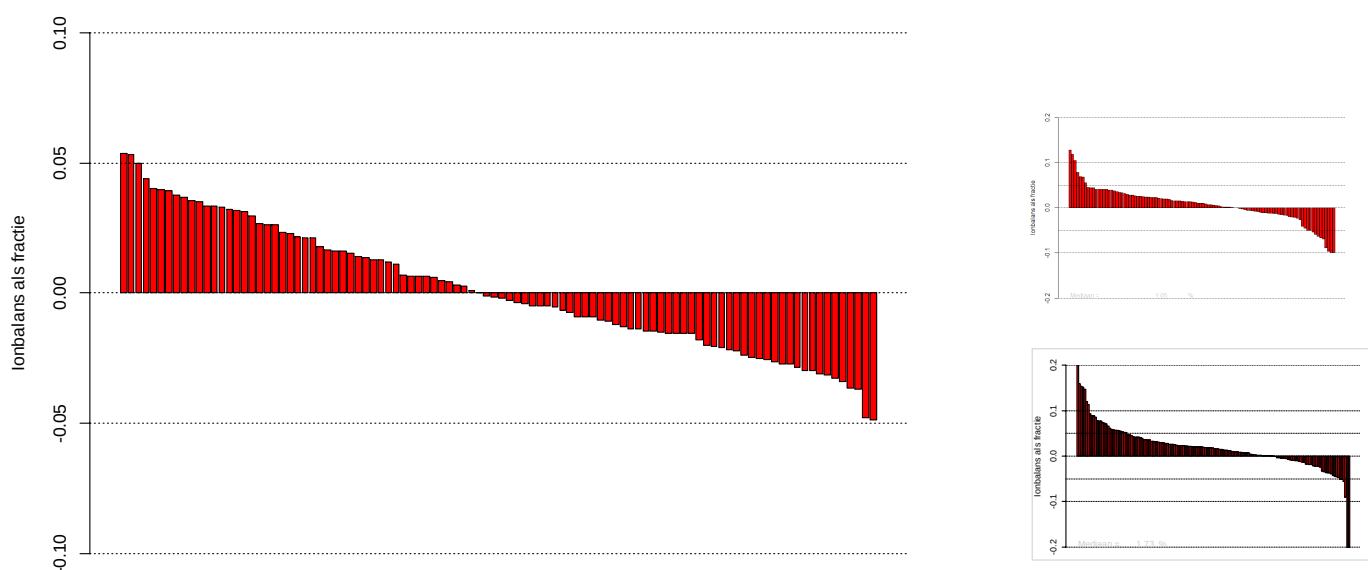
In Figuur 9.3 is de vergelijking gemaakt tussen de berekende anionen en kationen, kationen en de berekende E_c (het gemiddelde van de anionen en kationen in meq/l). Hieruit komt naar voren dat ook B32C0412001 een sterk afwijkende E_c veld heeft (die is ook opgenomen in Tabel 9.1).



Figuur 9.3 Vergelijking Ec-Berekend met Ec-veld en Ec-Lab (logaritmische schaal weergave), met gecorrigeerde waarden voor B32D0136-1 en B32D0205-1 (zie Tabel 3.1)

Ionenbalans

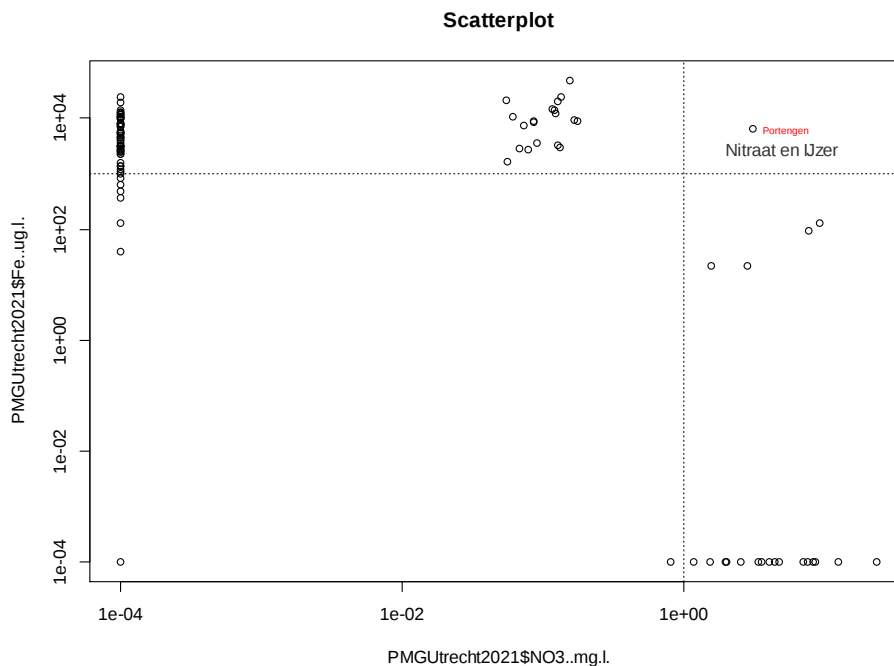
Van alle monsters is de ionenbalans berekend door middel van het omrekenen van de gehalten macro-ionen (inclusief Al, Mn, PO₄ en NH₄) naar milli-equivalenten. De ionen-balans is uitstekend (Figuur 9.4). Geen enkel monster is afwijkend en dat is nog niet eerder voorgekomen.



Figuur 9.4 Cumulatieve curve van de ionenbalans: geen afwijkingen groter dan 5%. Rechts het beeld in 2015 en 2018.

Overige checks

Overige kwaliteitschecks van verschillende stoffenparen ($\text{NO}_3\text{-Fe}$, Ca-Mg , Ca-Sr , Na-Cl , Cl-SO_4 , Cl-K , etc.) leveren geen opvallende uitbijters op: er zijn geen onwaarschijnlijke getallen in de grafieken zichtbaar die afwijken van de te verwachten relatie tussen de stoffen. Het enige monster dat afwijkingen laat zien is Portengen, waar zowel ijzer als nitraat zijn aangetroffen. Waarschijnlijk gaat het hier om een peilfilter dat in de redox-overgang is gesitueerd.

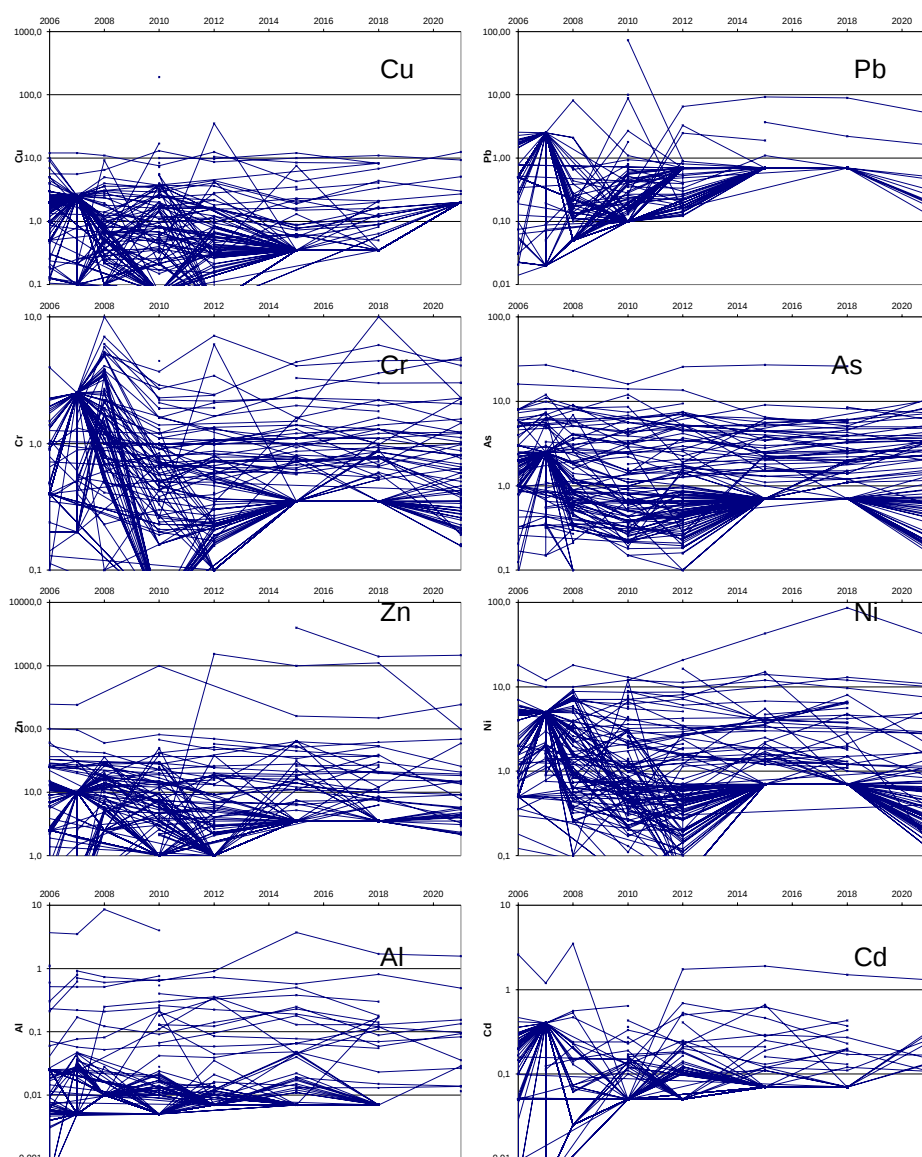


Kwaliteitscontrole hoofdelementen met reeksanalyse

Er zijn geen verdachte uitschieters aanwezig die zouden kunnen wijzen op monsterverwisselingen. De gegevens zullen in de komende maanden aan een volledige reeksanalyse worden onderworpen via het project waarin alle provinciale gegevens aan het landelijke QC-protocol worden getoetst.

Kwaliteitscontrole sporenelementen door middel van reeksanalyse

Voor het maken van een vergelijking met eerdere meetronden zijn de meetreeksen van de sporenelementen in Figuur 3.8 weergegeven. De trend die in de vorige meetronde werd beschreven, wordt in de deze meetronde 2021 bevestigd: de onderlinge vergelijkbaarheid van meetronden wordt steeds beter.



Figuur 9.5 Vergelijking 2021 met eerdere jaren voor de sporenelementen

Sweco | PMG Meetronde grondwaterkwaliteit 2021

Projectnummer: 51005386

Datum: 12-11-2021

Versie: D01

Voor koper (Cu) is de rapportagegrens relatief hoog, waardoor slechts enkele metingen boven de rapportagegrens uitkomen. Voor lood geldt de omgekeerde situatie. Voor diverse metalen zijn desondanks nog altijd forse sprongen tussen meetronden, van soms meer dan een factor 2, gemeten. Dat soort sprongen zijn in principe niet te verwachten en wijzen op enige onnauwkeurigheid in de metingen in dit lage concentratiebereik. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar bij Cr en Ni. Concentraties van deze metalen zijn echter ook veelal zeer gering.

Conclusies kwaliteitscontrole algemene stoffen

De kwaliteitscontrole heeft geleid tot enkele correcties en tot het als 'onjuist' bestempelen van een aantal analyseresultaten van Ec en van de laboratoriummetingen van de pH. Dit zijn echter vooral indicatieve parameters. Er is geen reden om te twijfelen aan de overige parameters uit de andere stofpakketten. De ionenbalans is dit jaar zeer goed.

Ten aanzien van sporenelementen is de kwaliteit van de analyses nog altijd niet zodanig dat geheel vergelijkbare meetronden aanwezig zijn. De concentraties van deze stoffen in het lage gebied ($< 10 \mu\text{g/l}$) worden nog steeds niet altijd betrouwbaar gemeten.

Appendix 3 Tabel statistieken concentraties van stoffen per deelgebied

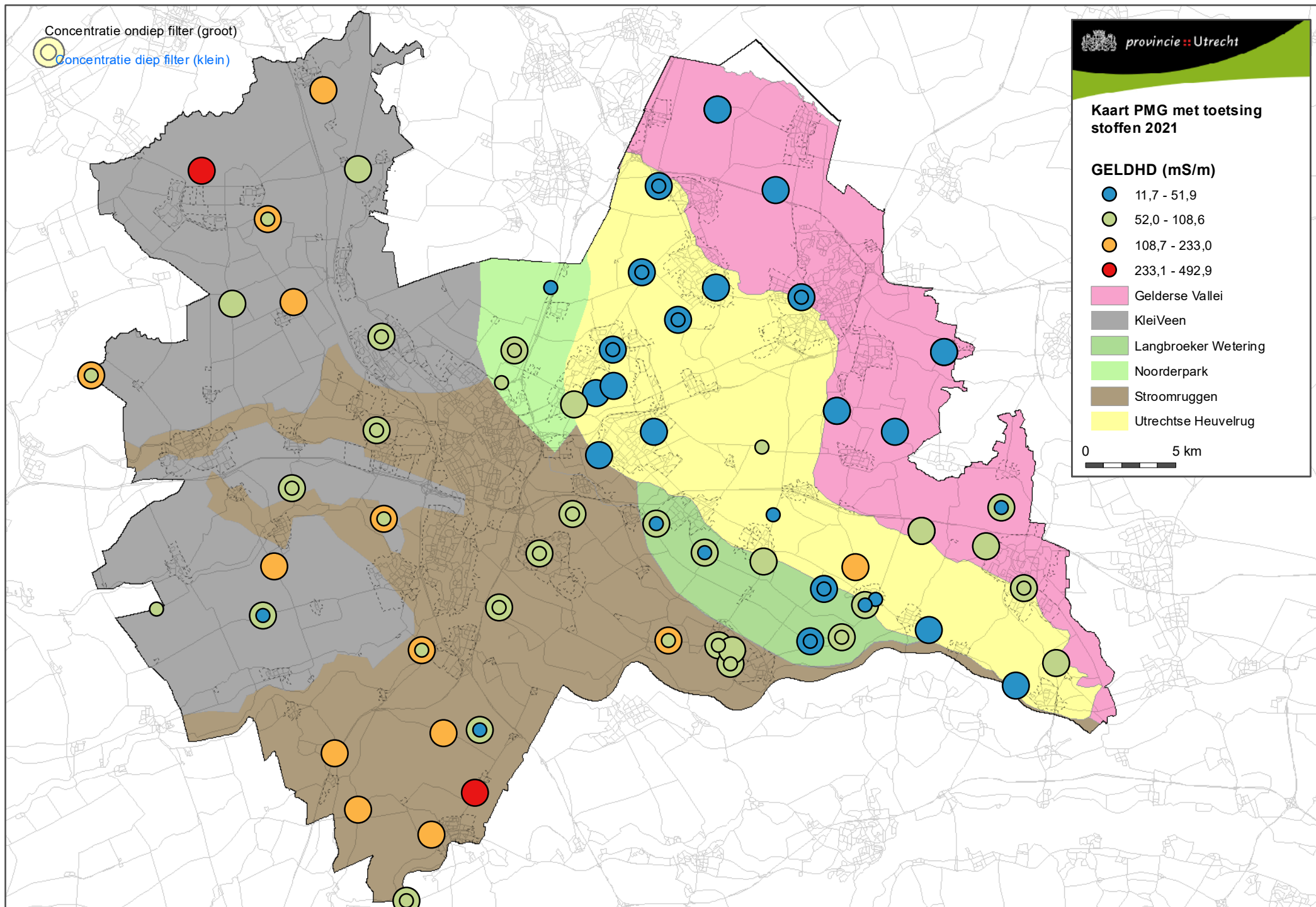
Deelgebied	Stof	n > dl	GEM	GEM als >dl	Detlim	PERC75	PERC90	max	Mediaan 2021	Mediaan 2018	Mediaan 2015
Gelderse Vallei (17)	Al	1	-7,32	35,49	-10,00	-10,00	-10,00	35,49	-10,00	0,00	0
KleiVeen (19)	Al	5	-3,69	13,96	-10,00	0,78	13,80	18,65	-10,00	-10,00	0
Langbroeker Wetering (13)	Al	1	-7,02	28,71	-10,00	-10,00	-10,00	28,71	-10,00	-10,00	0
Noorderpark (4)	Al	0	-10,00		-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	0
Stroomruggen (26)	Al	2	2,14	147,81	-10,00	-10,00	-10,00	207,00	-10,00	-10,00	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Al	8	119,39	329,65	-10,00	92,96	154,50	1559,30	-10,00	-10,00	0
Gelderse Vallei (17)	As	15	1,30	1,49	-0,15	2,09	3,53	4,80	0,62	0,00	0
KleiVeen (19)	As	19	3,76	3,76	0,49	5,37	7,07	10,84	3,28	2,00	2,1
Langbroeker Wetering (13)	As	13	5,13	5,13	0,21	3,96	9,72	32,55	2,33	1,40	0,65
Noorderpark (4)	As	4	2,17	2,17	0,54	2,65	3,19	3,55	2,30	1,90	0,9
Stroomruggen (26)	As	24	1,89	2,06	-0,15	3,28	3,91	8,04	1,35	-1,00	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	As	19	1,79	2,00	-0,15	1,54	4,99	8,78	0,65	-1,00	0
Gelderse Vallei (17)	B	1	-0,04	0,06	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	0,00	0
KleiVeen (19)	B	14	0,07	0,11	-0,05	0,10	0,12	0,36	0,08	63,00	70
Langbroeker Wetering (13)	B	3	-0,02	0,09	-0,05	-0,05	0,07	0,15	-0,05	-20,00	0
Noorderpark (4)	B	2	0,01	0,08	-0,05	0,07	0,09	0,10	0,01	18,00	26,5
Stroomruggen (26)	B	17	0,04	0,09	-0,05	0,07	0,10	0,35	0,06	49,00	54
Utrechtse Heuvelrug (21)	B	4	-0,03	0,08	-0,05	-0,05	0,07	0,11	-0,05	23,00	21
Gelderse Vallei (17)	Ba	16	72,88	77,75	-5,00	121,70	193,38	249,95	31,65	33,00	35
KleiVeen (19)	Ba	19	183,33	183,33	47,50	242,71	276,65	395,95	171,32	170,00	180
Langbroeker Wetering (13)	Ba	13	51,14	51,14	14,48	65,32	89,40	127,25	42,49	45,00	44
Noorderpark (4)	Ba	4	55,57	55,57	11,51	76,54	109,09	130,79	39,98	35,00	40
Stroomruggen (26)	Ba	26	193,24	193,24	40,26	223,59	332,29	381,85	191,27	200,00	220
Utrechtse Heuvelrug (21)	Ba	20	69,98	73,73	-5,00	62,72	159,04	430,77	36,17	49,50	64
Gelderse Vallei (17)	Br	9	0,02	0,08	-0,05	0,08	0,09	0,11	0,06	0,15	0
KleiVeen (19)	Br	17	0,49	0,56	-0,05	0,47	0,91	4,07	0,18	0,38	0,16
Langbroeker Wetering (13)	Br	10	0,06	0,09	-0,05	0,08	0,13	0,25	0,06	0,12	0
Noorderpark (4)	Br	4	0,09	0,09	0,05	0,12	0,12	0,12	0,10	-0,10	0
Stroomruggen (26)	Br	24	0,14	0,15	-0,05	0,19	0,25	0,30	0,14	-0,10	0,13
Utrechtse Heuvelrug (21)	Br	11	0,03	0,09	-0,05	0,09	0,11	0,12	0,06	-0,10	0
Gelderse Vallei (17)	Ca	17	75,49	75,49	29,78	115,32	133,24	140,67	73,69	53,00	74
KleiVeen (19)	Ca	19	146,83	146,83	62,26	145,44	214,98	496,67	121,03	125,00	120
Langbroeker Wetering (13)	Ca	13	64,31	64,31	13,32	75,78	97,10	98,62	68,44	70,00	76
Noorderpark (4)	Ca	4	73,15	73,15	53,74	79,25	85,36	89,44	74,72	82,50	83
Stroomruggen (26)	Ca	26	164,35	164,35	48,93	197,27	269,07	324,43	153,77	140,00	115
Utrechtse Heuvelrug (21)	Ca	21	36,12	36,12	3,32	49,37	54,82	109,70	29,82	33,50	35
Gelderse Vallei (17)	Cd	1	-0,09	0,15	-0,10	-0,10	-0,10	0,15	-0,10	0,00	0
KleiVeen (19)	Cd	1	-0,08	0,29	-0,10	-0,10	-0,10	0,29	-0,10	-0,10	0
Langbroeker Wetering (13)	Cd	0	-0,10		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0
Noorderpark (4)	Cd	1	-0,04	0,13	-0,10	-0,04	0,06	0,13	-0,10	-0,10	0
Stroomruggen (26)	Cd	3	-0,06	0,25	-0,10	-0,10	0,00	0,35	-0,10	-0,10	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Cd	8	0,06	0,33	-0,10	0,14	0,26	1,31	-0,10	-0,10	0
Gelderse Vallei (17)	Cl	17	23,97	23,97	6,71	27,07	46,61	107,10	13,40	15,00	12
KleiVeen (19)	Cl	19	151,03	151,03	6,93	132,89	223,33	1236,17	70,18	107,00	90,5
Langbroeker Wetering (13)	Cl	13	41,44	41,44	6,48	54,10	95,45	111,02	27,60	27,00	24
Noorderpark (4)	Cl	4	46,80	46,80	30,82	53,14	61,15	66,50	44,94	58,00	44
Stroomruggen (26)	Cl	26	90,24	90,24	5,92	74,62	102,63	871,29	56,40	55,00	60

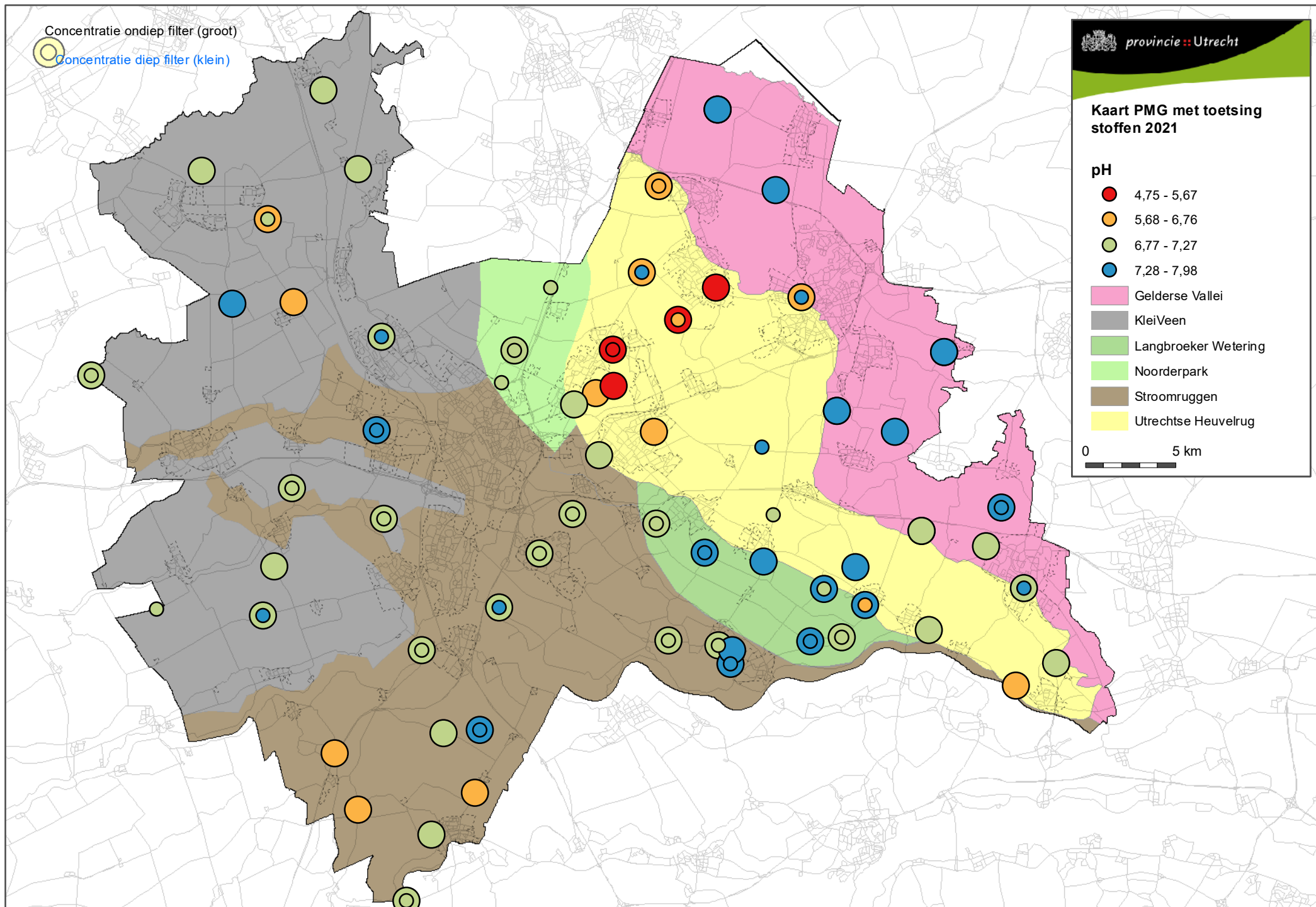
Utrechtse Heuvelrug (21)	Cl	21	48,02	48,02	7,00	31,99	121,06	335,91	21,19	21,00	16
Gelderse Vallei (17)	Corg	17	5,91	5,91	0,44	8,49	15,29	21,11	2,96	10,00	5,8
KleiVeen (19)	Corg	19	13,43	13,43	1,86	18,08	25,75	42,24	12,36	16,00	13,5
Langbroeker Wetering (13)	Corg	12	2,53	2,77	-0,30	3,77	3,99	9,84	1,52	8,90	2,7
Noorderpark (4)	Corg	4	9,11	9,11	3,86	10,23	13,85	16,27	8,16	15,50	7,3
Stroomruggen (26)	Corg	26	7,43	7,43	1,54	6,17	21,15	40,43	3,29	10,00	2,5
Utrechtse Heuvelrug (21)	Corg	20	3,90	4,11	-0,30	4,90	8,53	18,32	2,28	-5,00	0
Gelderse Vallei (17)	Cr	9	0,46	0,99	-0,15	0,34	1,32	4,13	0,19	0,00	0
KleiVeen (19)	Cr	17	0,90	1,02	-0,15	1,06	2,31	3,02	0,50	0,62	0,34
Langbroeker Wetering (13)	Cr	9	0,20	0,36	-0,15	0,29	0,37	1,12	0,26	-0,50	0
Noorderpark (4)	Cr	4	0,86	0,86	0,46	1,03	1,30	1,48	0,75	0,95	0,36
Stroomruggen (26)	Cr	16	0,19	0,40	-0,15	0,31	0,51	1,33	0,21	-0,50	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Cr	20	1,33	1,41	-0,15	1,56	2,30	4,77	0,81	0,78	0,73
Gelderse Vallei (17)	Cu	1	-1,15	12,48	-2,00	-2,00	-2,00	12,48	-2,00	0,00	0
KleiVeen (19)	Cu	0	-2,00		-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-0,50	0
Langbroeker Wetering (13)	Cu	1	-1,61	3,01	-2,00	-2,00	-2,00	3,01	-2,00	-0,50	0
Noorderpark (4)	Cu	0	-2,00		-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-0,50	0
Stroomruggen (26)	Cu	2	-1,55	3,80	-2,00	-2,00	-2,00	5,41	-2,00	-0,50	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Cu	3	-0,90	5,73	-2,00	-2,00	2,71	9,36	-2,00	-0,50	0
Gelderse Vallei (17)	F	17	0,07	0,07	0,04	0,09	0,12	0,13	0,06	0,06	0,08
KleiVeen (19)	F	19	0,13	0,13	0,03	0,16	0,20	0,46	0,10	0,13	0,11
Langbroeker Wetering (13)	F	13	0,06	0,06	0,02	0,07	0,12	0,14	0,05	0,03	0,06
Noorderpark (4)	F	4	0,07	0,07	0,06	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,08
Stroomruggen (26)	F	26	0,17	0,17	0,07	0,21	0,35	0,42	0,13	0,08	0,13
Utrechtse Heuvelrug (21)	F	15	0,05	0,08	-0,02	0,07	0,15	0,20	0,04	0,04	0,05
Gelderse Vallei (17)	Fe	17	2,47	2,47	0,04	3,90	5,05	5,62	2,67	1,40	2
KleiVeen (19)	Fe	19	10,08	10,08	1,61	13,25	19,25	23,65	9,02	7,95	9,2
Langbroeker Wetering (13)	Fe	8	2,14	3,49	-0,02	3,06	6,57	7,97	0,13	0,08	1,14
Noorderpark (4)	Fe	4	6,43	6,43	4,55	7,82	7,88	7,92	6,62	6,95	5,95
Stroomruggen (26)	Fe	25	9,21	9,58	-0,02	10,83	16,87	48,26	8,20	8,80	4,5
Utrechtse Heuvelrug (21)	Fe	9	1,91	4,47	-0,02	1,65	7,69	12,58	-0,02	-0,01	0
Gelderse Vallei (17)	HCO3	17	238,54	238,54	100,71	343,61	369,87	438,41	229,73	200,00	260
KleiVeen (19)	HCO3	19	516,28	516,28	216,00	523,35	871,52	1370,24	464,52	475,00	435
Langbroeker Wetering (13)	HCO3	13	183,09	183,09	36,60	216,37	271,47	331,47	195,51	220,00	200
Noorderpark (4)	HCO3	4	251,00	251,00	148,23	299,07	327,59	346,60	254,58	235,00	220
Stroomruggen (26)	HCO3	26	440,00	440,00	169,46	536,94	669,14	858,94	429,41	410,00	350
Utrechtse Heuvelrug (21)	HCO3	20	99,19	104,29	-3,00	156,47	211,37	403,70	75,46	47,50	52,5
Gelderse Vallei (17)	Hg	0	-0,03		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	0
KleiVeen (19)	Hg	1	-0,03	0,04	-0,03	-0,03	-0,03	0,04	-0,03	-0,03	0
Langbroeker Wetering (13)	Hg	4	-0,01	0,04	-0,03	0,04	0,04	0,05	-0,03	-0,03	0
Noorderpark (4)	Hg	0	-0,03		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0
Stroomruggen (26)	Hg	1	-0,03	0,05	-0,03	-0,03	-0,03	0,05	-0,03	-0,03	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Hg	0	-0,03		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0
Gelderse Vallei (17)	K	17	3,07	3,07	0,52	1,88	10,04	14,38	1,20	1,20	1,1
KleiVeen (19)	K	19	5,18	5,18	0,72	8,02	11,79	13,45	3,76	4,10	2,6
Langbroeker Wetering (13)	K	13	4,39	4,39	0,79	7,13	10,12	13,93	1,88	2,30	2,6
Noorderpark (4)	K	3	2,31	3,24	-0,50	3,32	5,20	6,45	1,64	1,03	1,82
Stroomruggen (26)	K	26	4,22	4,22	0,53	5,43	7,75	17,24	3,09	2,90	3,75
Utrechtse Heuvelrug (21)	K	20	5,64	5,94	-0,50	6,07	6,63	43,40	3,05	3,00	3,3
Gelderse Vallei (17)	Mg	17	5,61	5,61	2,09	7,83	10,23	12,73	4,68	5,00	5
KleiVeen (19)	Mg	19	19,62	19,62	6,62	22,51	43,39	63,48	13,22	16,50	15
Langbroeker Wetering (13)	Mg	13	7,49	7,49	1,84	8,77	10,50	12,65	7,92	8,00	7,9
Noorderpark (4)	Mg	4	5,14	5,14	2,01	5,95	7,25	8,12	5,21	6,70	6,15
Stroomruggen (26)	Mg	26	16,35	16,35	5,45	18,64	23,01	40,86	14,58	15,00	14,5
Utrechtse Heuvelrug (21)	Mg	21	4,35	4,35	0,69	6,11	7,59	12,52	2,82	4,00	5,25
Gelderse Vallei (17)	Mn	17	0,33	0,33	0,02	0,44	0,54	0,58	0,34	310,00	300
KleiVeen (19)	Mn	19	1,08	1,08	0,15	0,78	1,93	5,97	0,61	655,00	570
Langbroeker Wetering (13)	Mn	11	0,39	0,47	0,00	0,46	1,07	1,12	0,31	300,00	260
Noorderpark (4)	Mn	4	0,38	0,38	0,15	0,44	0,56	0,63	0,37	325,00	245
Stroomruggen (26)	Mn	26	1,39	1,39	0,02	1,80	2,74	3,09	1,24	1300,00	990

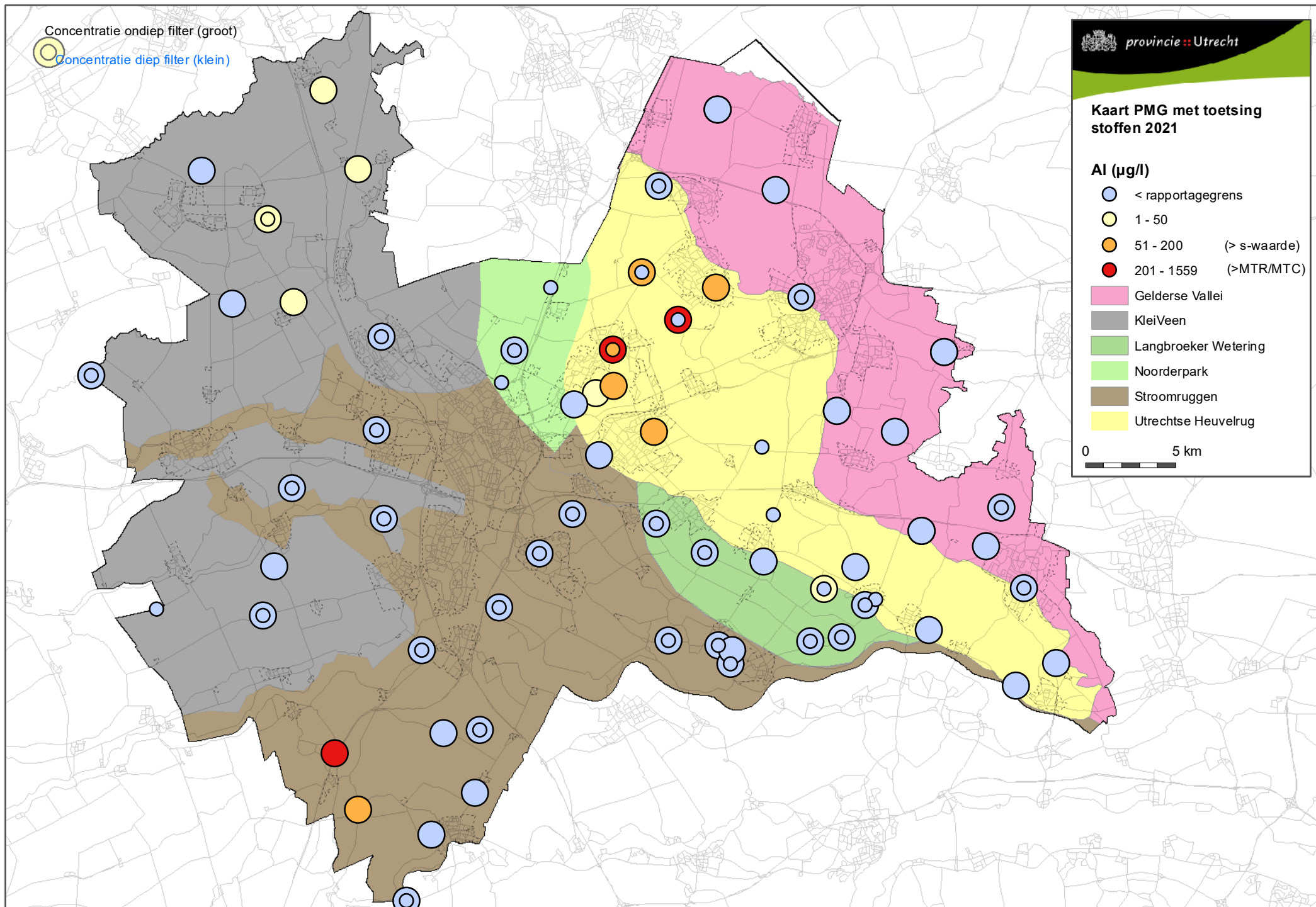
Utrechtse Heuvelrug (21)	Mn	15	0,16	0,22	0,00	0,22	0,42	1,00	0,03	50,50	37,5
Gelderse Vallei (17)	Na	17	12,84	12,84	5,09	15,16	18,35	42,73	10,03	10,00	10
KleiVeen (19)	Na	19	99,25	99,25	10,76	90,90	143,27	830,63	44,05	62,00	50
Langbroeker Wetering (13)	Na	13	18,25	18,25	4,41	21,79	24,23	60,13	16,17	14,00	14
Noorderpark (4)	Na	4	24,82	24,82	15,35	30,88	33,58	35,38	24,27	26,50	25
Stroomruggen (26)	Na	26	56,17	56,17	5,07	42,22	59,20	591,10	33,71	33,00	36
Utrechtse Heuvelrug (21)	Na	21	31,64	31,64	6,00	22,87	68,98	215,22	12,69	13,00	14,5
Gelderse Vallei (17)	NH4	15	0,79	0,90	-0,02	0,86	2,02	3,17	0,57	0,53	0,54
KleiVeen (19)	NH4	19	4,75	4,75	0,03	5,28	7,85	25,92	3,50	2,30	3
Langbroeker Wetering (13)	NH4	7	0,27	0,52	-0,02	0,48	0,63	1,61	0,05	-0,05	0,11
Noorderpark (4)	NH4	4	1,23	1,23	0,29	1,92	2,16	2,32	1,15	0,87	0,49
Stroomruggen (26)	NH4	26	1,29	1,29	0,07	1,36	3,39	4,53	0,84	0,90	0,63
Utrechtse Heuvelrug (21)	NH4	12	0,32	0,57	-0,02	0,39	0,61	3,31	0,04	0,00	0,1
Gelderse Vallei (17)	Ni	10	2,53	4,37	-0,10	0,37	0,85	39,80	0,19	0,00	0
KleiVeen (19)	Ni	18	0,55	0,59	-0,10	0,84	1,33	1,91	0,28	-1,00	0
Langbroeker Wetering (13)	Ni	13	1,07	1,07	0,12	1,76	2,66	2,91	1,01	-1,00	0
Noorderpark (4)	Ni	3	0,24	0,35	-0,10	0,33	0,49	0,60	0,23	-1,00	0
Stroomruggen (26)	Ni	23	2,64	2,99	-0,10	0,74	3,90	39,96	0,36	-1,00	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Ni	21	2,56	2,56	0,12	4,16	7,46	10,75	0,75	1,50	1,45
Gelderse Vallei (17)	NO2	1	0,00	0,13	-0,01	-0,01	-0,01	0,13	-0,01	0,00	0
KleiVeen (19)	NO2	1	-0,01	0,07	-0,01	-0,01	-0,01	0,07	-0,01	-0,01	0
Langbroeker Wetering (13)	NO2	2	0,04	0,31	-0,01	-0,01	0,22	0,35	-0,01	-0,01	0
Noorderpark (4)	NO2	0	-0,01		-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0
Stroomruggen (26)	NO2	0	-0,01		-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	NO2	1	-0,01	0,07	-0,01	-0,01	-0,01	0,07	-0,01	-0,01	0
Gelderse Vallei (17)	NO3	1	0,41	7,71	-0,05	-0,05	-0,05	7,71	-0,05	0,00	0
KleiVeen (19)	NO3	8	0,17	0,47	-0,05	0,08	0,13	3,11	-0,05	-0,05	0
Langbroeker Wetering (13)	NO3	6	2,62	5,73	-0,05	4,05	8,11	9,28	-0,05	0,16	0,19
Noorderpark (4)	NO3	0	-0,05		-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0
Stroomruggen (26)	NO3	12	0,06	0,18	-0,05	0,13	0,15	0,82	-0,05	-0,05	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	NO3	14	3,63	5,47	-0,05	4,49	8,60	23,47	1,58	3,85	5
Gelderse Vallei (17)	Pb	1	-0,10	0,19	-0,12	-0,12	-0,12	0,19	-0,12	0,00	0
KleiVeen (19)	Pb	1	-0,03	1,62	-0,12	-0,12	-0,12	1,62	-0,12	-1,00	0
Langbroeker Wetering (13)	Pb	3	0,33	1,82	-0,12	-0,12	0,19	5,11	-0,12	-1,00	0
Noorderpark (4)	Pb	0	-0,12		-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-1,00	0
Stroomruggen (26)	Pb	1	-0,11	0,12	-0,12	-0,12	-0,12	0,12	-0,12	-1,00	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Pb	6	0,01	0,32	-0,12	0,17	0,32	0,51	-0,12	-1,00	0
Gelderse Vallei (17)	pH	17	7,37	7,37	6,61	7,52	7,74	7,82	7,31	7,30	7
KleiVeen (19)	pH	19	7,04	7,04	6,73	7,14	7,30	7,45	7,03	6,95	6,9
Langbroeker Wetering (13)	pH	13	7,31	7,31	6,63	7,47	7,53	7,98	7,37	7,30	7,1
Noorderpark (4)	pH	4	7,21	7,21	7,11	7,25	7,26	7,27	7,24	6,95	6,7
Stroomruggen (26)	pH	26	7,12	7,12	6,08	7,35	7,47	7,52	7,17	7,20	7
Utrechtse Heuvelrug (21)	pH	21	6,53	6,53	4,75	7,06	7,68	8,21	6,56	6,45	6,6
Gelderse Vallei (17)	PO4	17	0,10	0,10	0,03	0,12	0,15	0,23	0,09	0,00	0
KleiVeen (19)	PO4	13	0,09	0,14	-0,01	0,11	0,18	0,62	0,03	-0,05	0
Langbroeker Wetering (13)	PO4	11	0,07	0,09	-0,01	0,09	0,23	0,24	0,04	-0,05	0
Noorderpark (4)	PO4	4	0,20	0,20	0,11	0,22	0,34	0,42	0,14	0,02	0
Stroomruggen (26)	PO4	18	0,19	0,28	-0,01	0,17	0,59	1,28	0,08	-0,05	0,08
Utrechtse Heuvelrug (21)	PO4	21	0,09	0,09	0,01	0,05	0,15	0,98	0,02	-0,05	0
Gelderse Vallei (17)	Ptot	17	0,18	0,18	0,04	0,23	0,24	0,31	0,18	0,14	0,09
KleiVeen (19)	Ptot	19	0,73	0,73	0,23	0,93	1,15	1,82	0,57	0,55	0,38
Langbroeker Wetering (13)	Ptot	13	0,16	0,16	0,05	0,18	0,31	0,38	0,13	0,09	0
Noorderpark (4)	Ptot	4	0,28	0,28	0,18	0,31	0,43	0,51	0,22	0,22	0,29
Stroomruggen (26)	Ptot	26	0,69	0,69	0,12	0,82	1,44	2,19	0,63	0,31	0,24
Utrechtse Heuvelrug (21)	Ptot	21	0,16	0,16	0,05	0,12	0,22	1,15	0,09	-0,05	0,07
Gelderse Vallei (17)	SO4	13	17,61	23,34	-1,00	17,81	58,95	81,53	5,19	11,00	8,5
KleiVeen (19)	SO4	9	44,98	96,06	-1,00	13,95	45,53	701,07	-1,00	0,95	5,25
Langbroeker Wetering (13)	SO4	13	30,32	30,32	3,53	40,81	43,92	47,31	34,94	27,00	32,5
Noorderpark (4)	SO4	3	10,26	14,01	-1,00	18,65	19,18	19,54	11,25	19,50	18
Stroomruggen (26)	SO4	22	112,28	132,88	-1,00	100,29	305,29	770,87	51,46	61,00	47

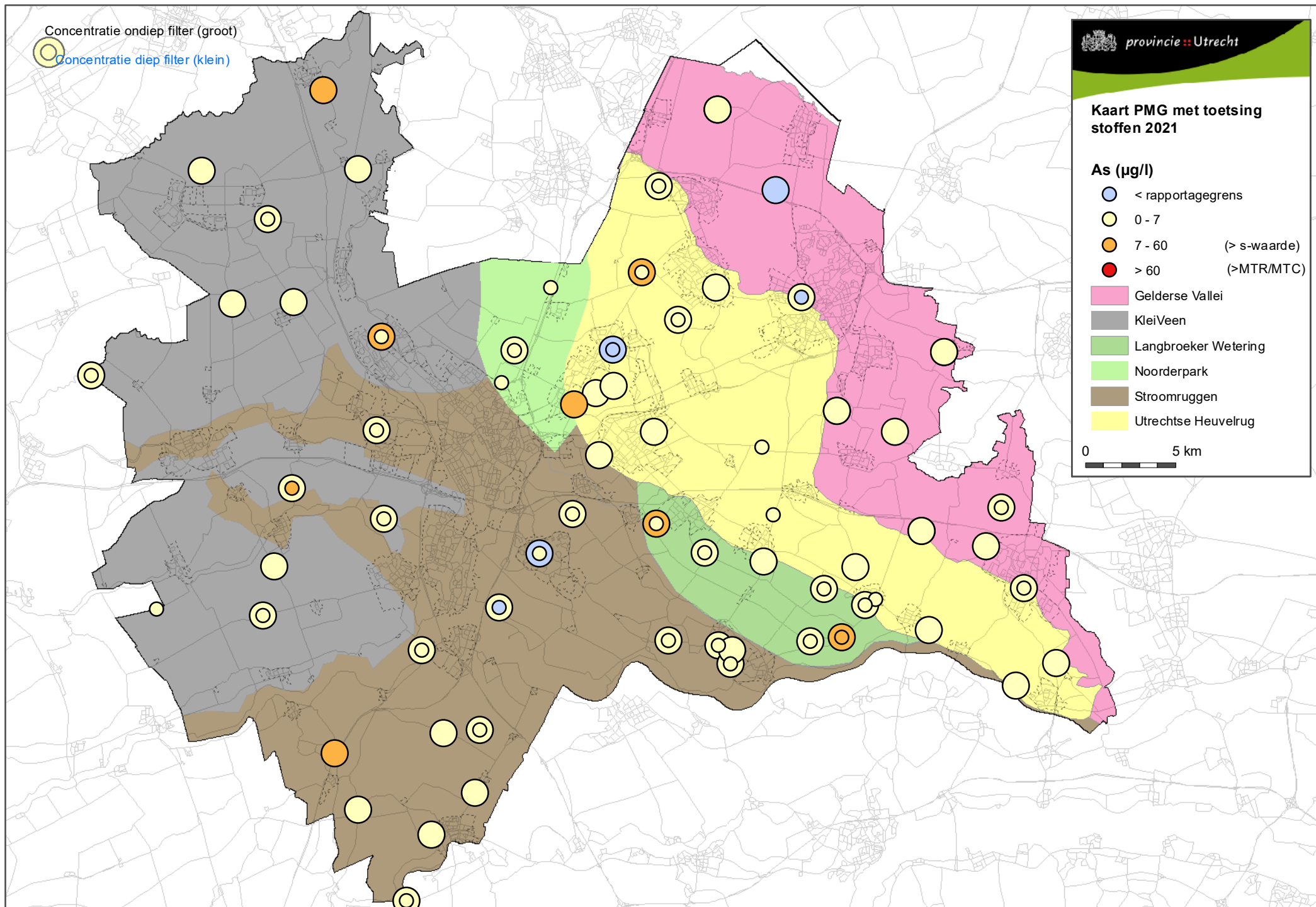
Utrechtse Heuvelrug (21)	SO4	19	30,57	33,90	-1,00	41,41	46,81	49,35	35,06	36,00	33
Gelderse Vallei (17)	Sr	17	226,90	226,90	79,95	349,88	367,20	372,76	223,86	180,00	240
KleiVeen (19)	Sr	19	674,67	674,67	317,17	688,96	972,02	1972,08	584,76	570,00	500
Langbroeker Wetering (13)	Sr	13	218,29	218,29	47,10	277,89	327,80	340,65	222,20	230,00	235
Noorderpark (4)	Sr	4	258,38	258,38	167,59	309,34	350,03	377,16	244,39	230,00	245
Stroomruggen (26)	Sr	26	662,42	662,42	309,41	704,30	1058,90	1583,78	553,07	520,00	500
Utrechtse Heuvelrug (21)	Sr	21	124,49	124,49	26,03	149,73	247,36	285,08	104,47	102,50	105
Gelderse Vallei (17)	Zn	3	0,99	14,96	-2,00	-2,00	8,59	25,57	-2,00	-5,00	0
KleiVeen (19)	Zn	9	83,15	177,75	-2,00	4,52	27,28	1467,07	-2,00	-5,00	3,75
Langbroeker Wetering (13)	Zn	7	19,96	38,79	-2,00	4,74	7,41	243,92	2,18	-5,00	0
Noorderpark (4)	Zn	1	-0,62	3,52	-2,00	-0,62	1,87	3,52	-2,00	-5,00	0
Stroomruggen (26)	Zn	7	7,86	34,61	-2,00	1,69	11,18	196,70	-2,00	-5,00	0
Utrechtse Heuvelrug (21)	Zn	17	12,03	15,33	-2,00	14,96	20,90	69,33	4,49	-5,00	0

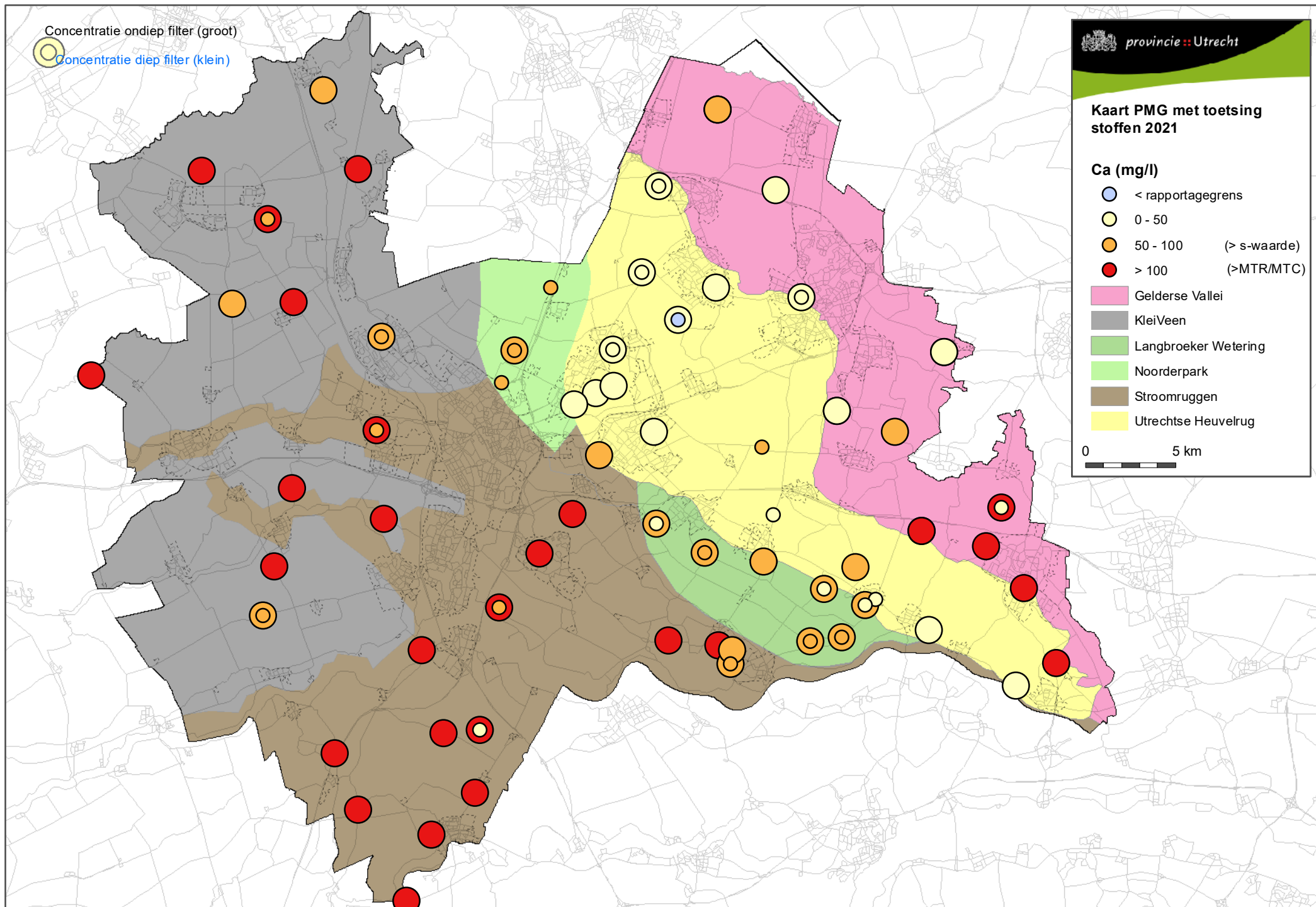
Appendix 4 Kaarten stoffenpakket 1

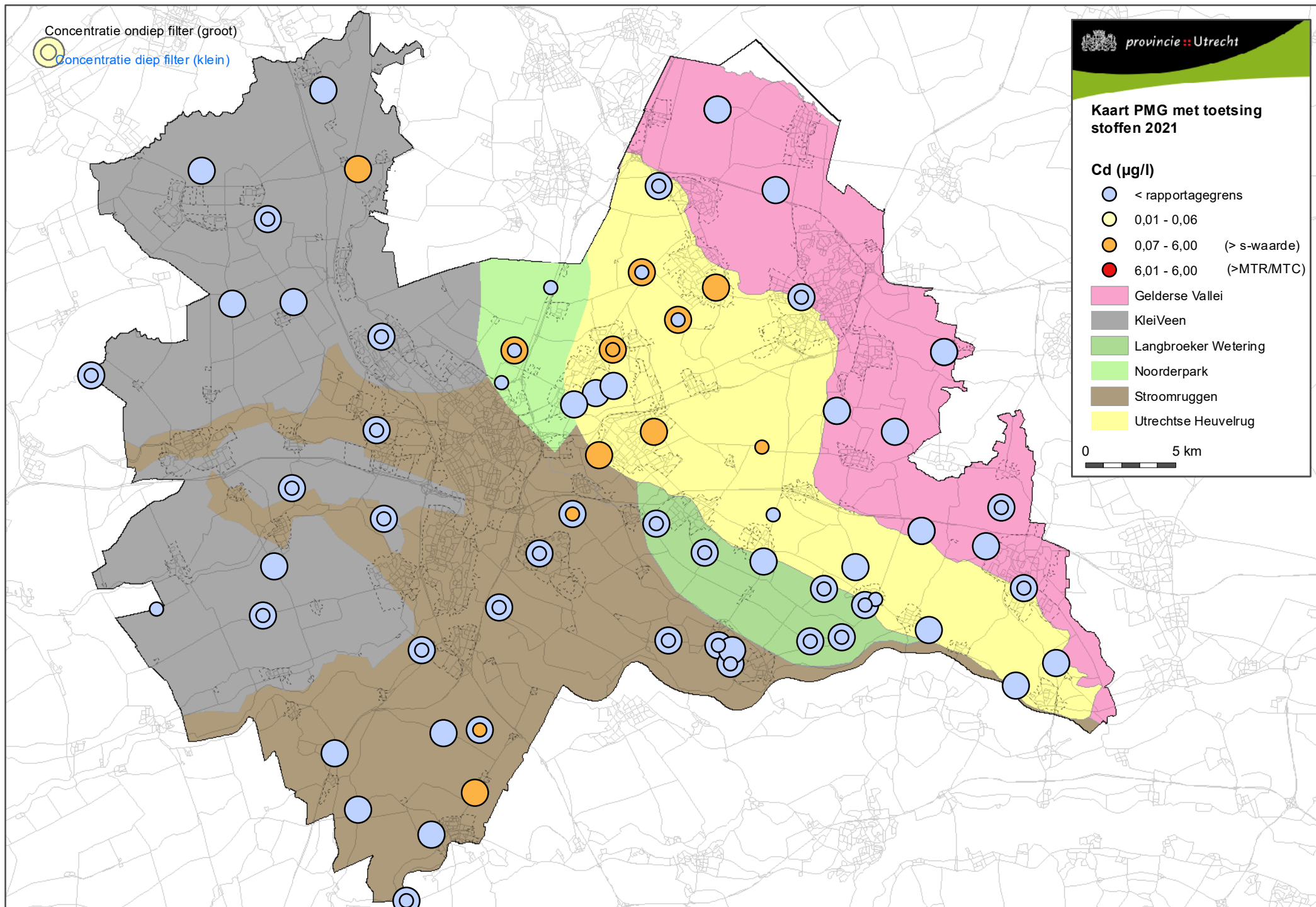


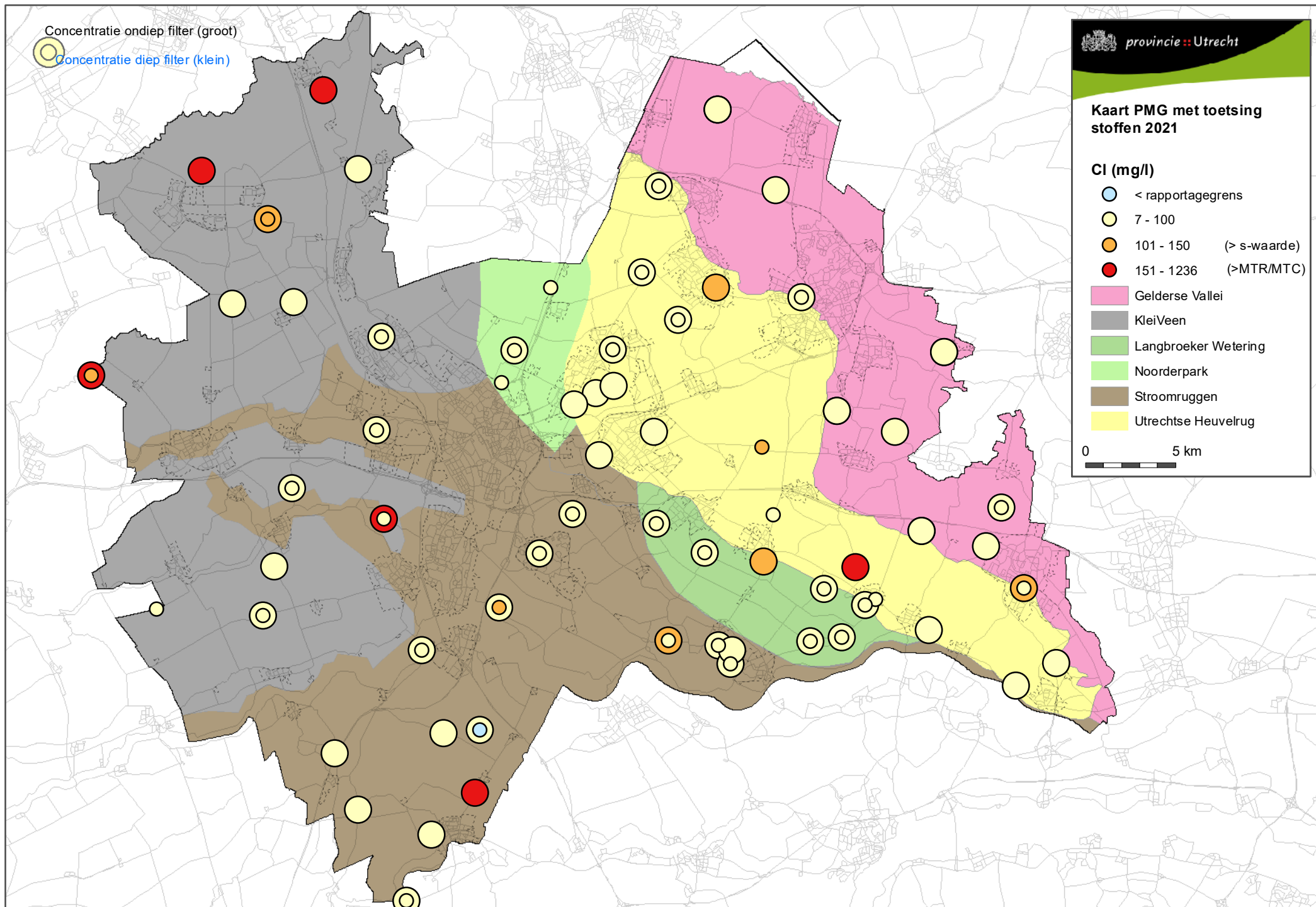


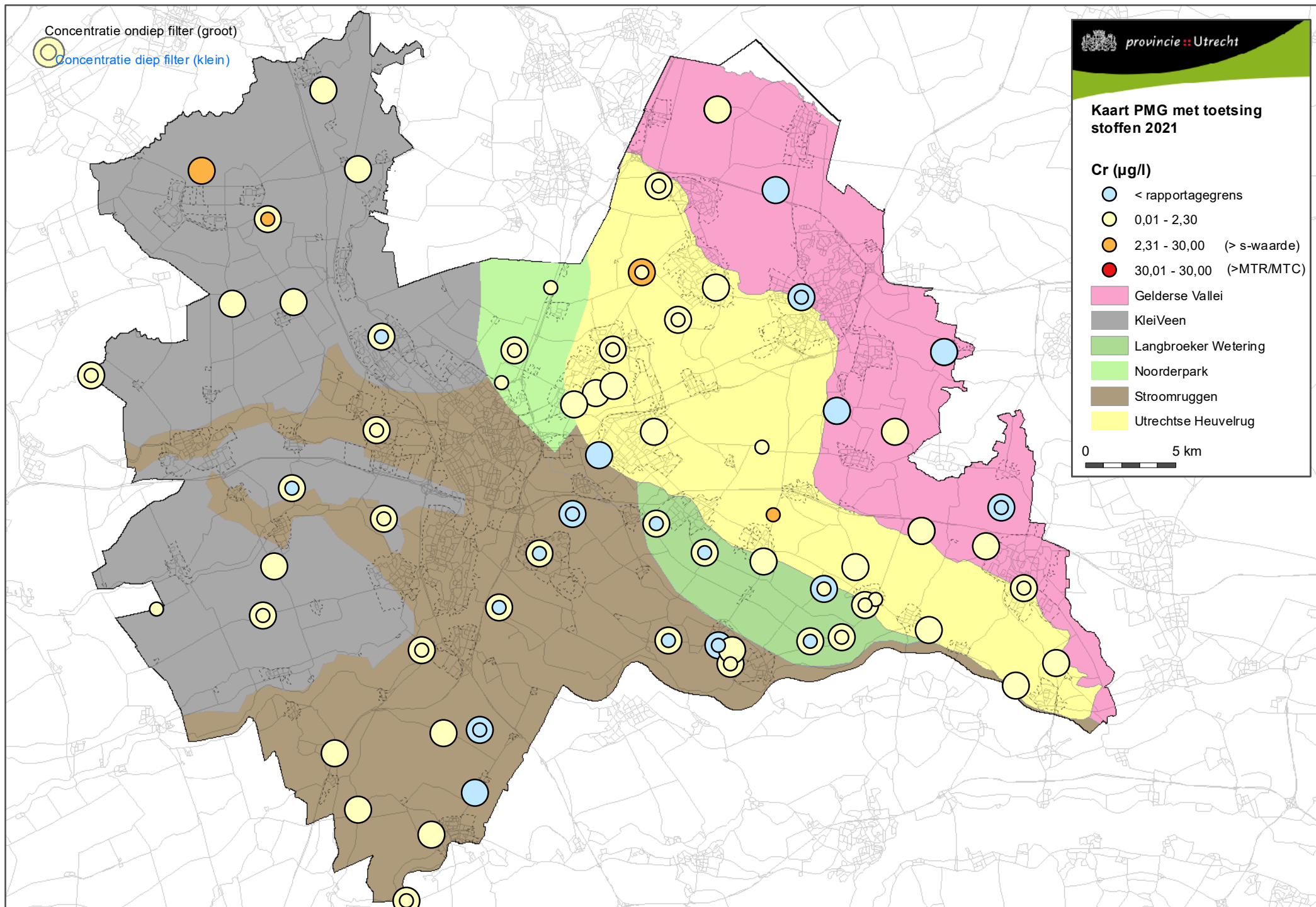


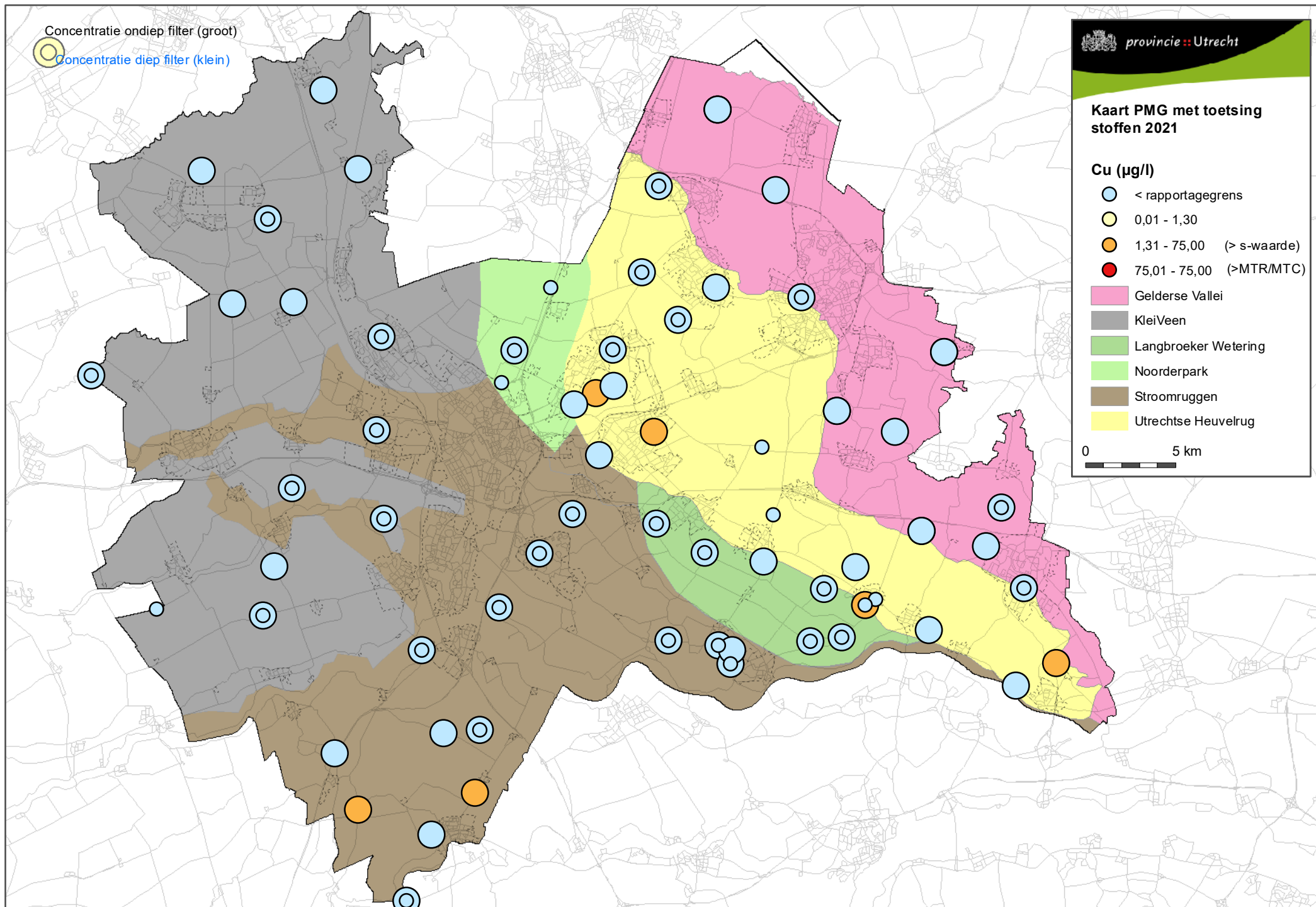


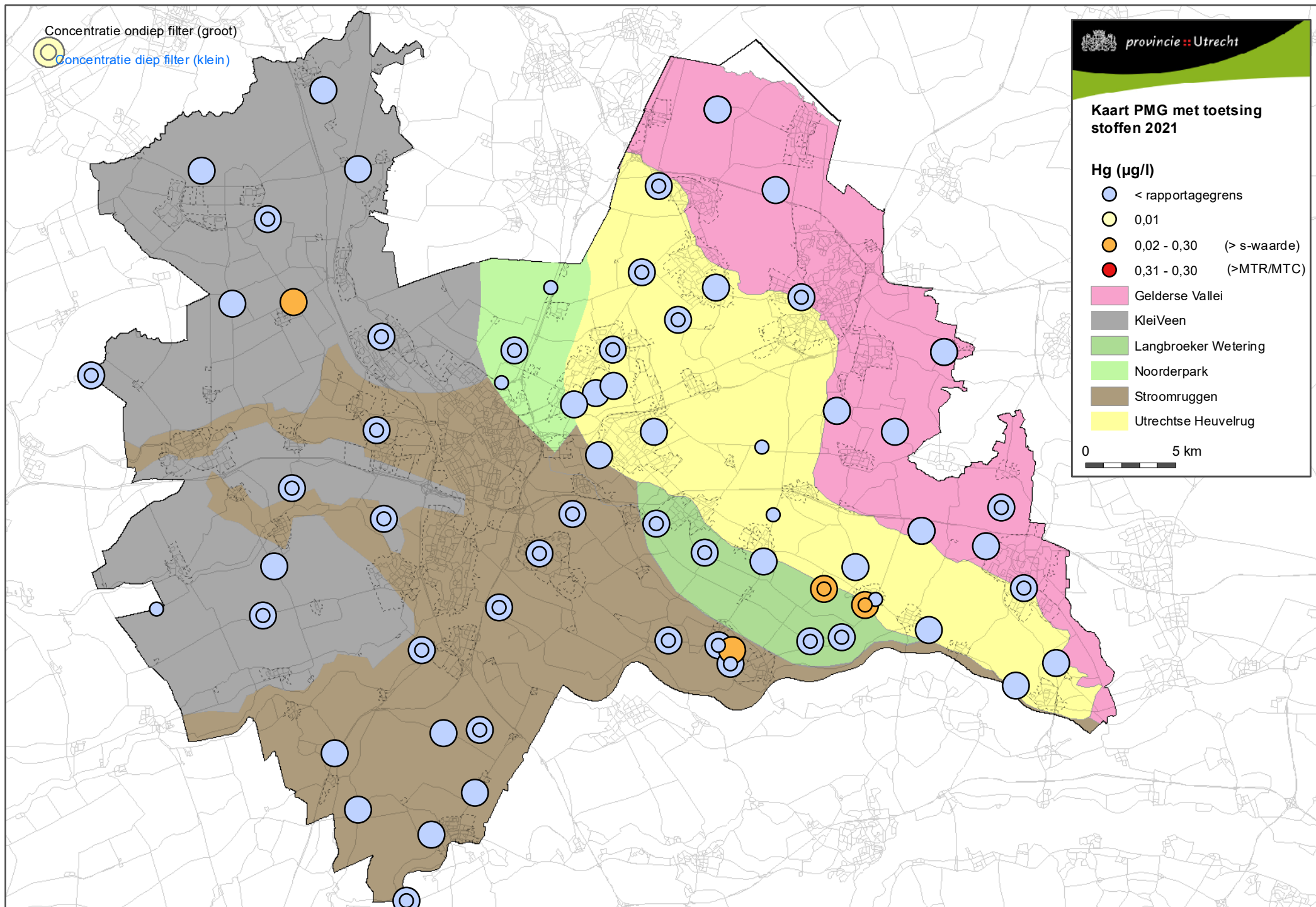


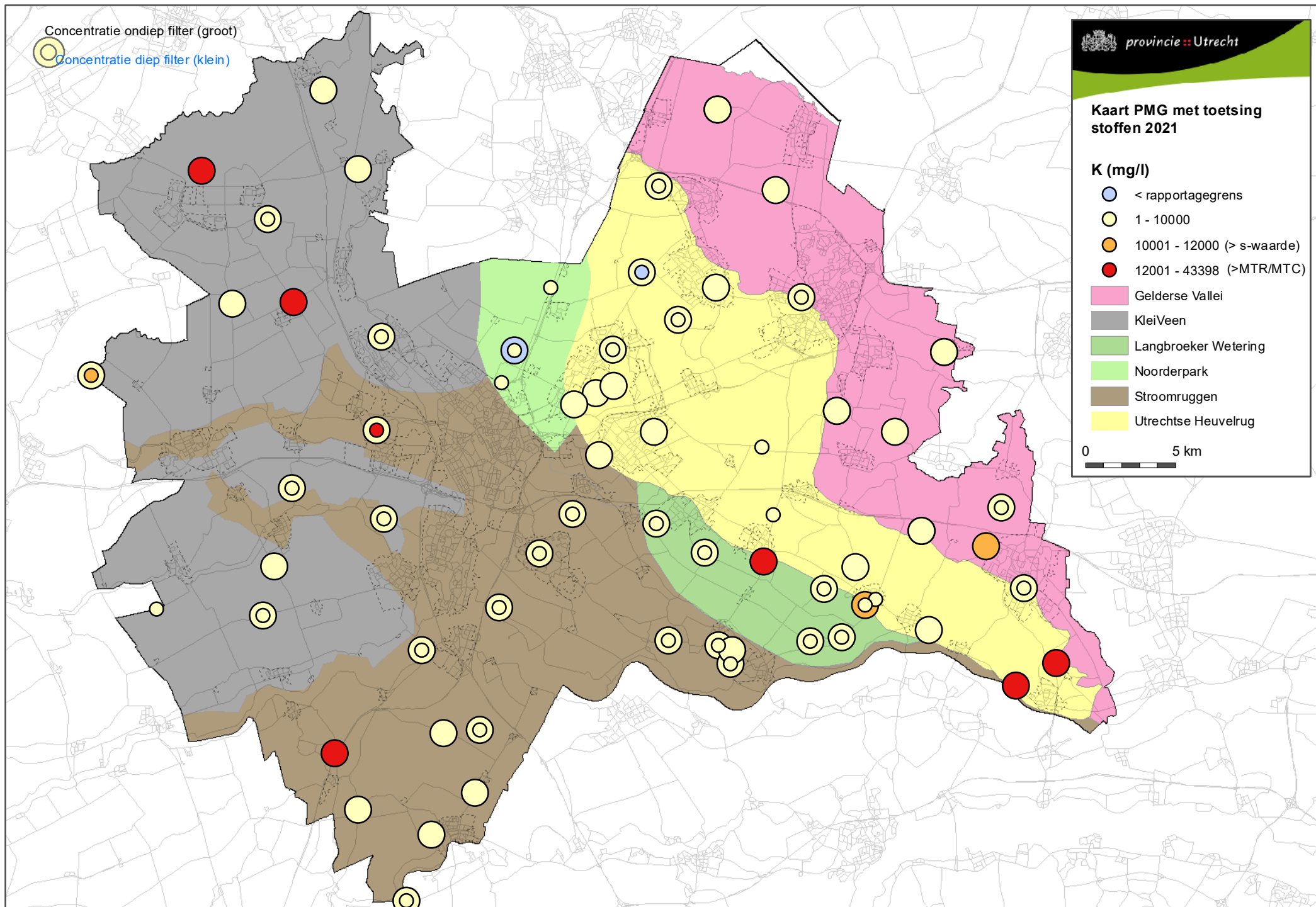


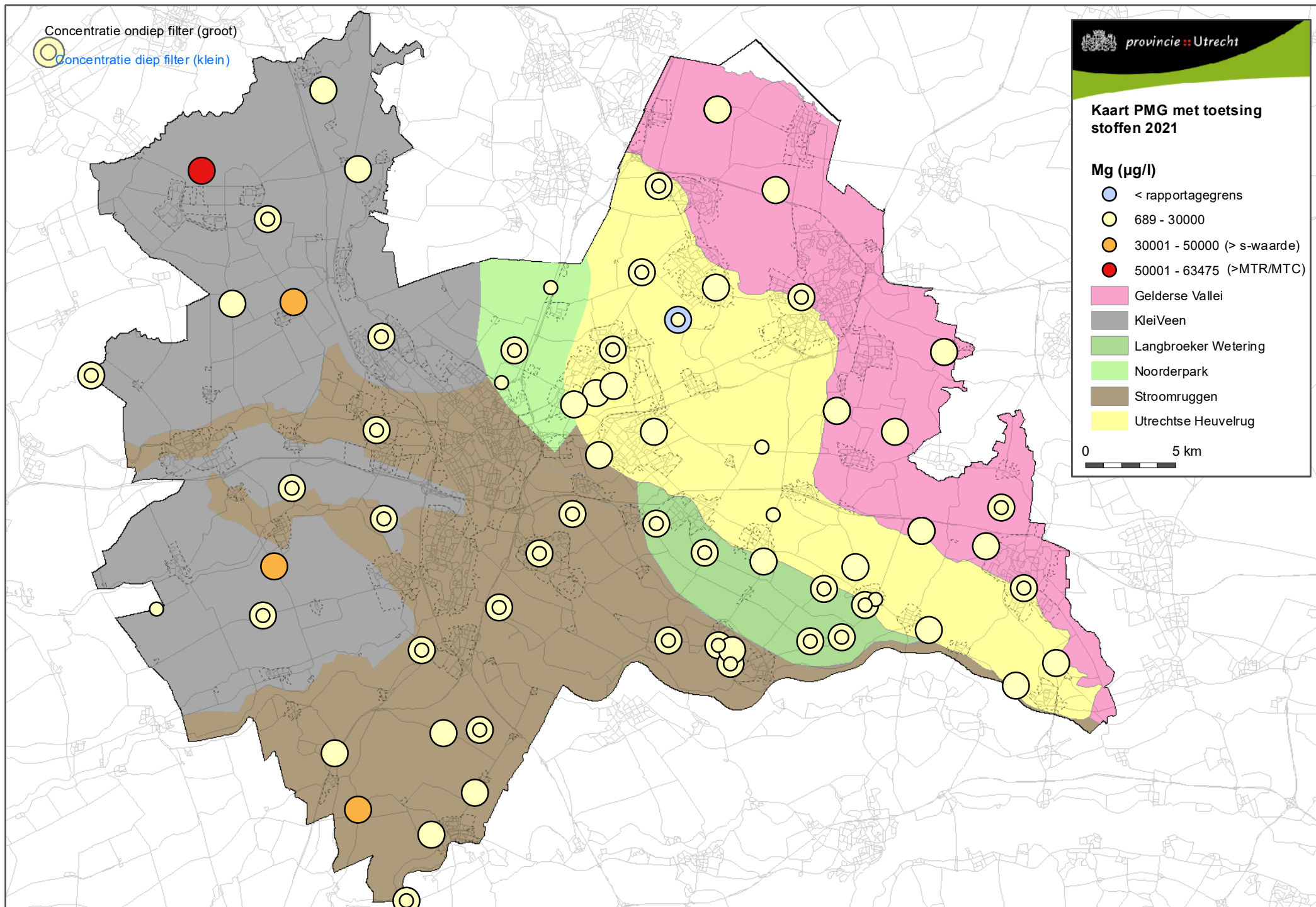


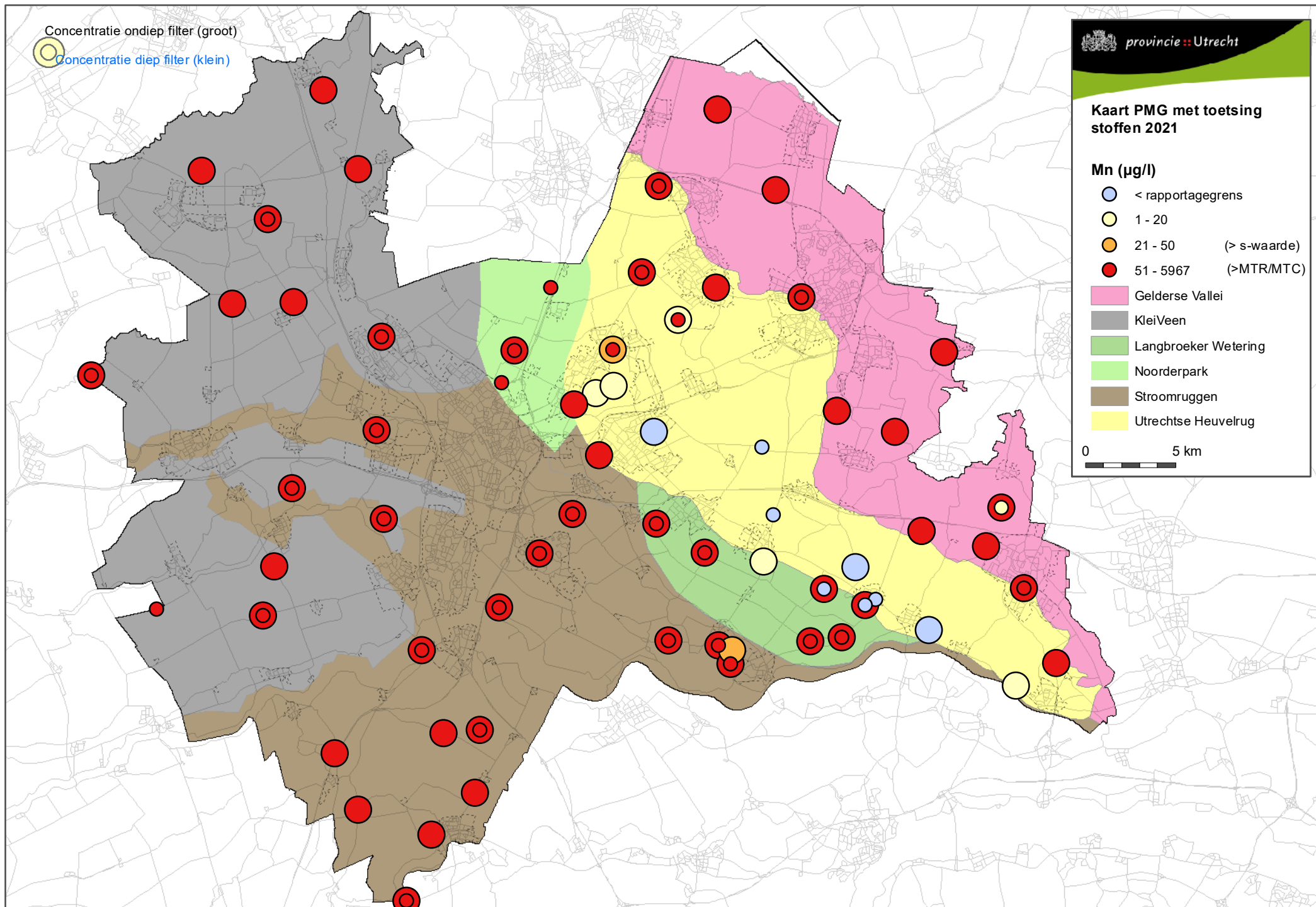


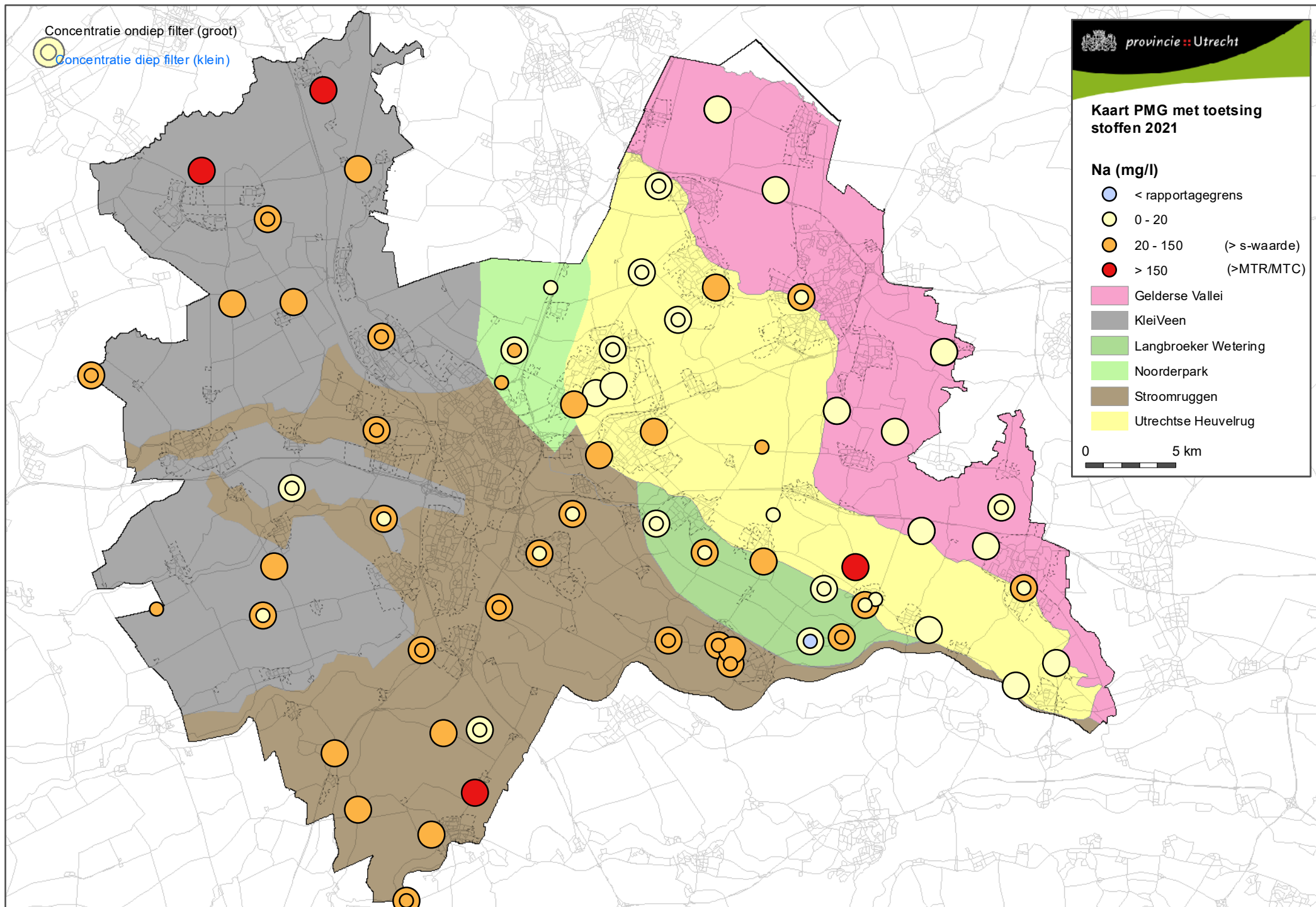


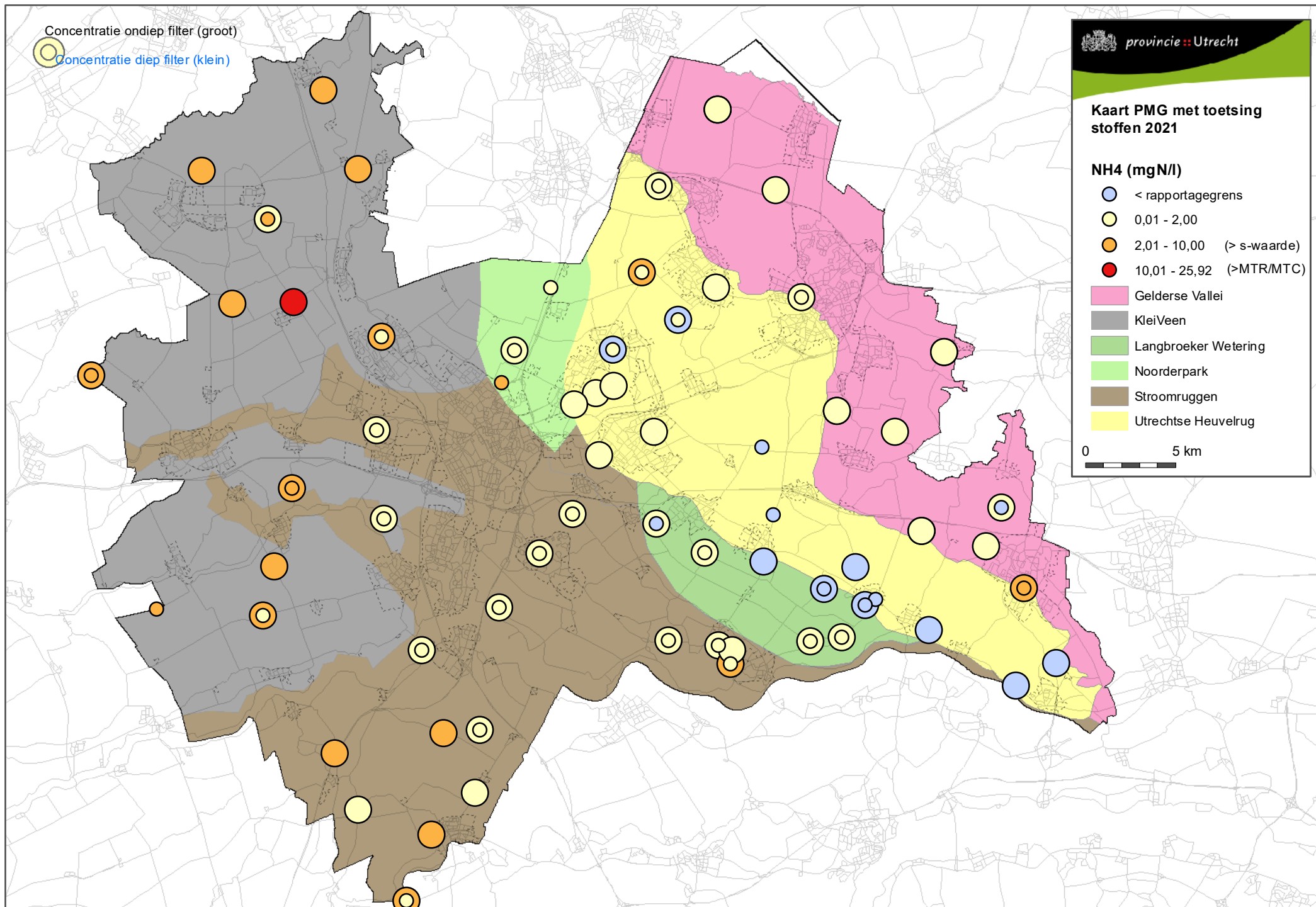


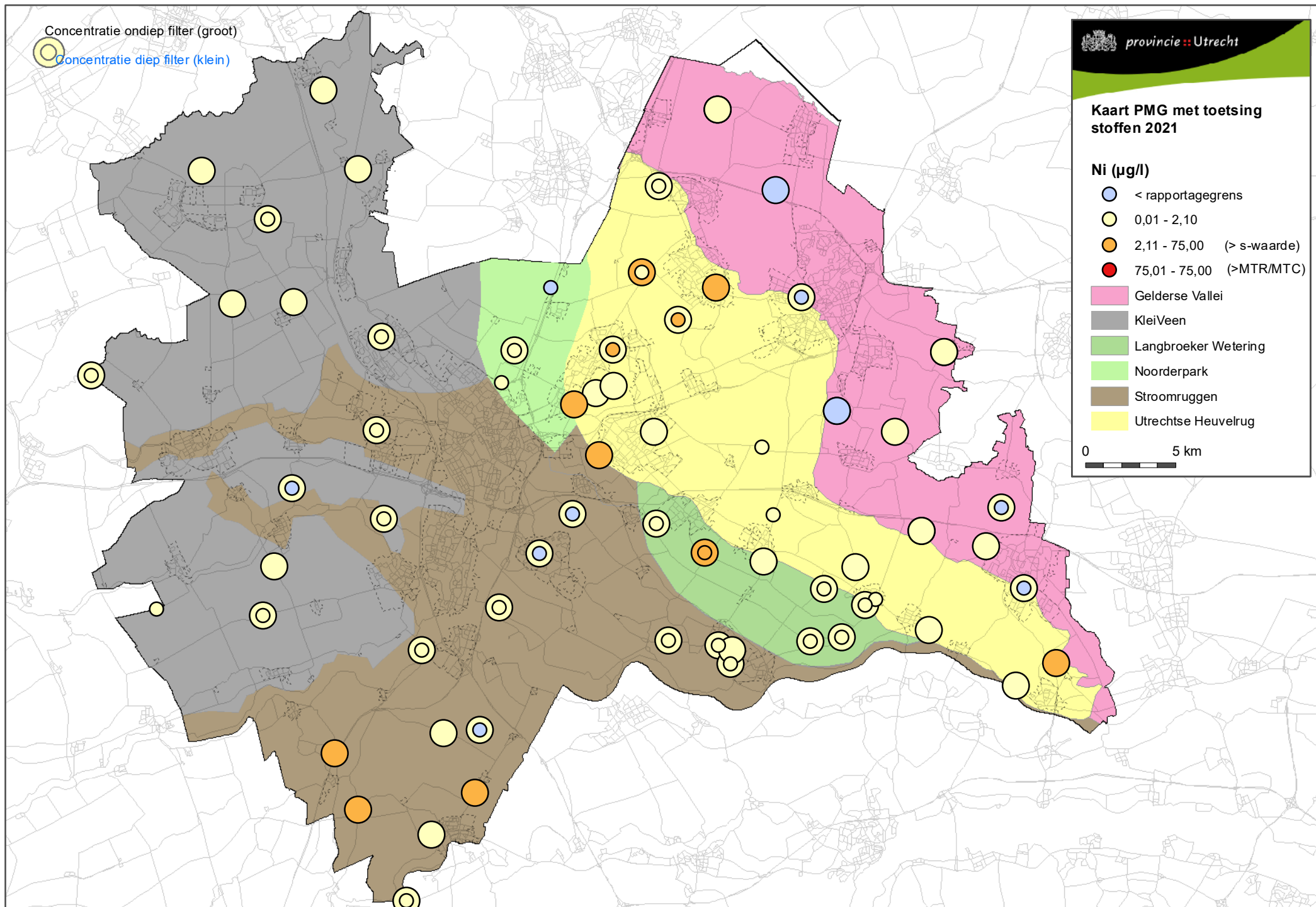


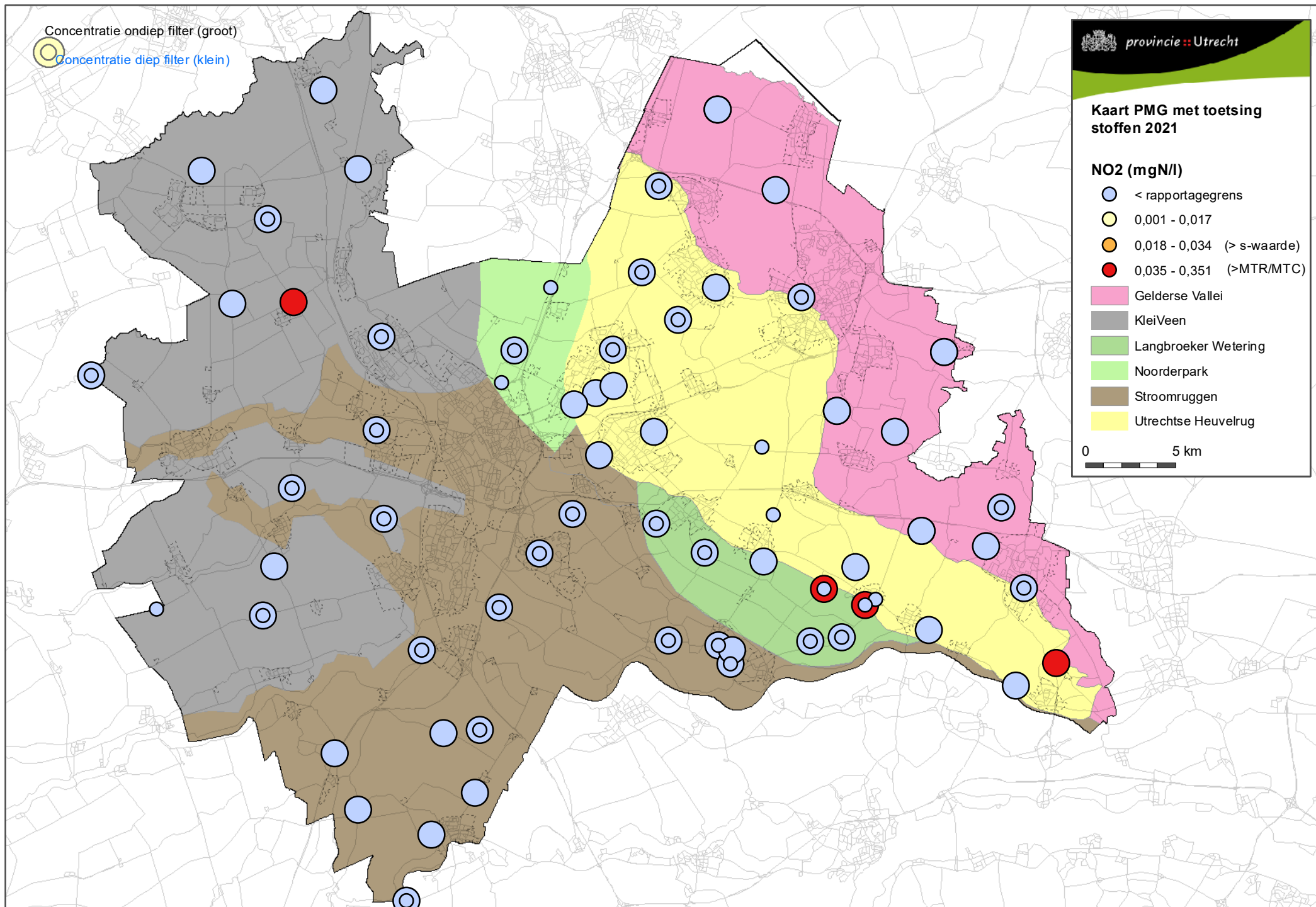


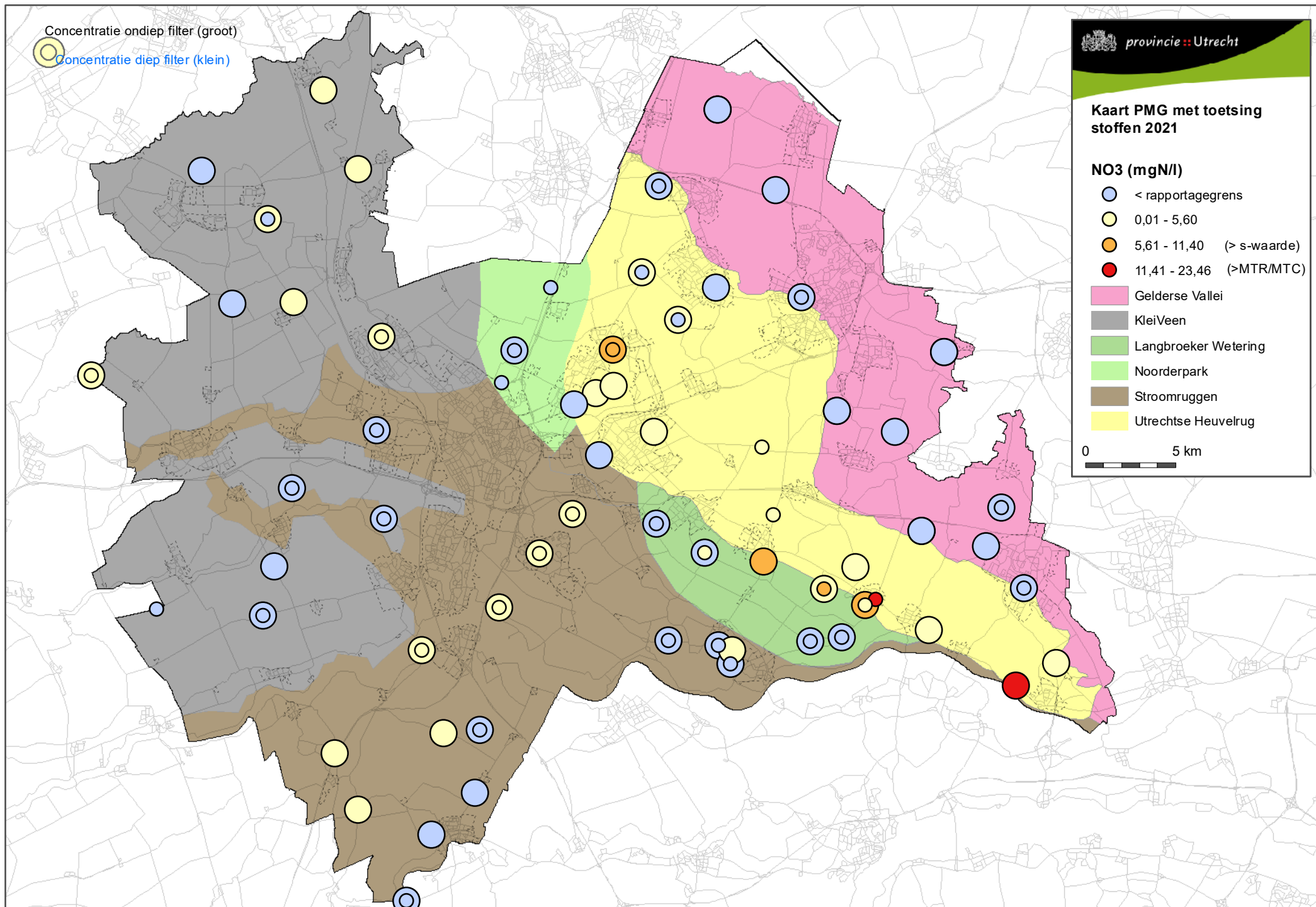


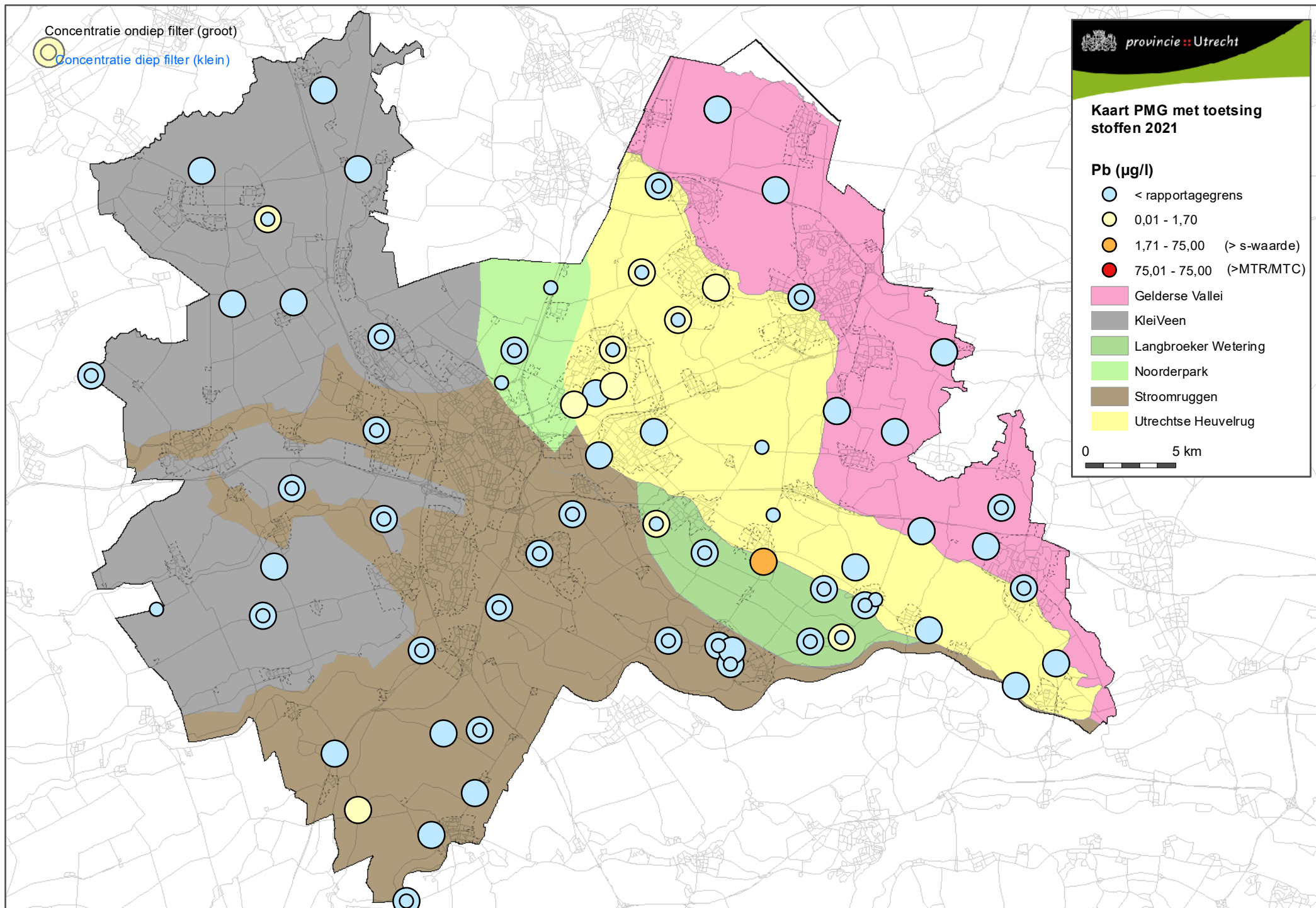


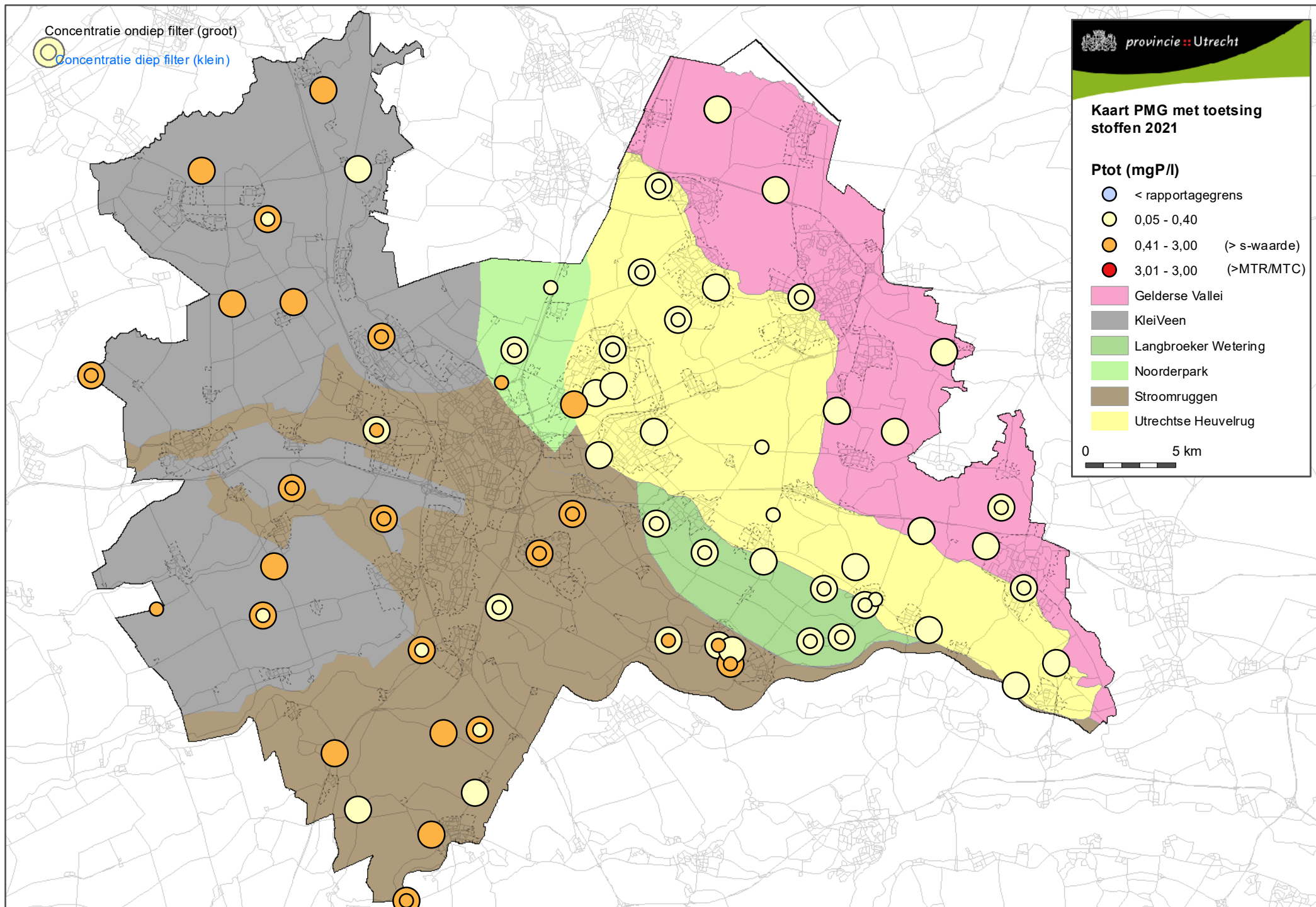


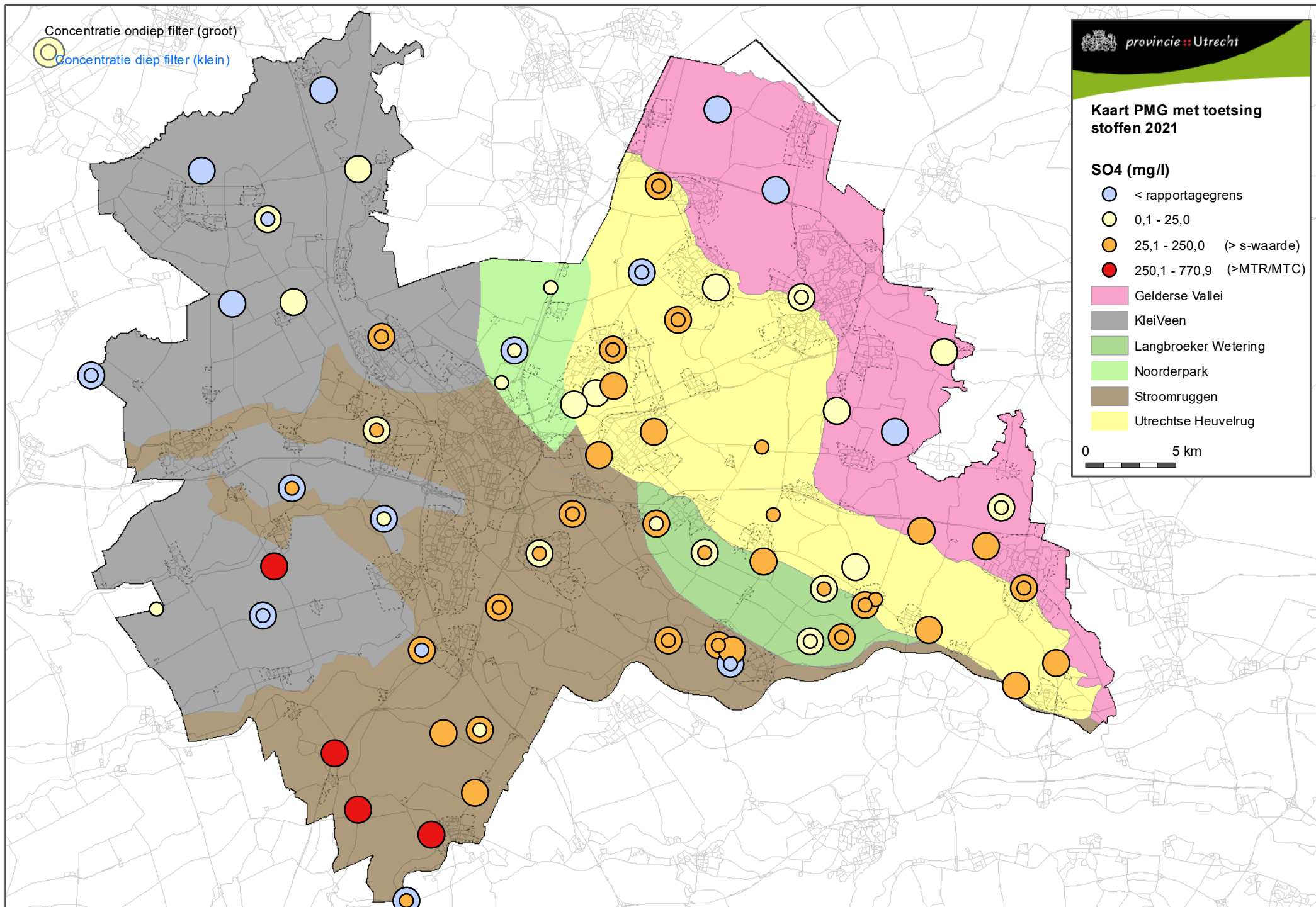


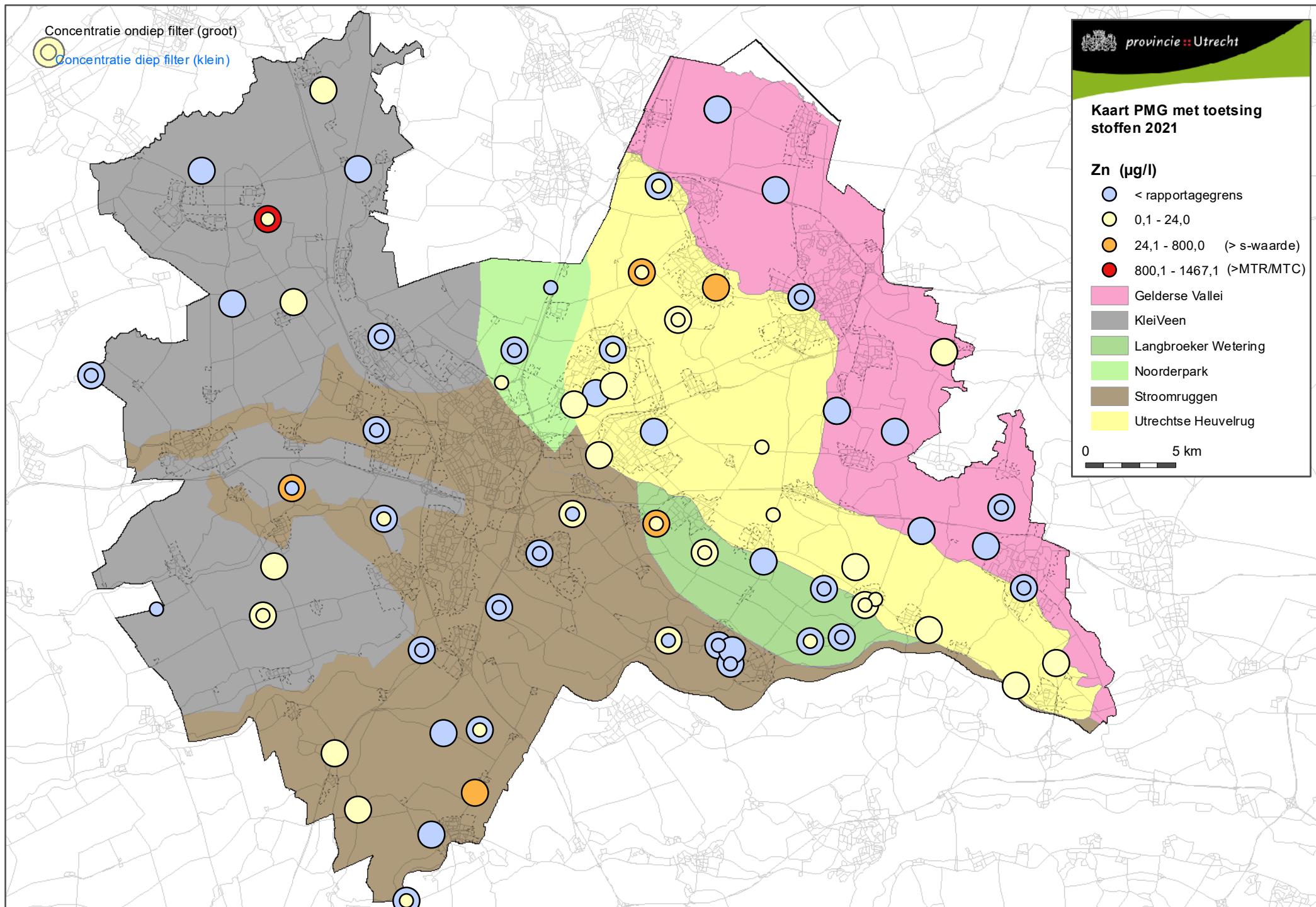




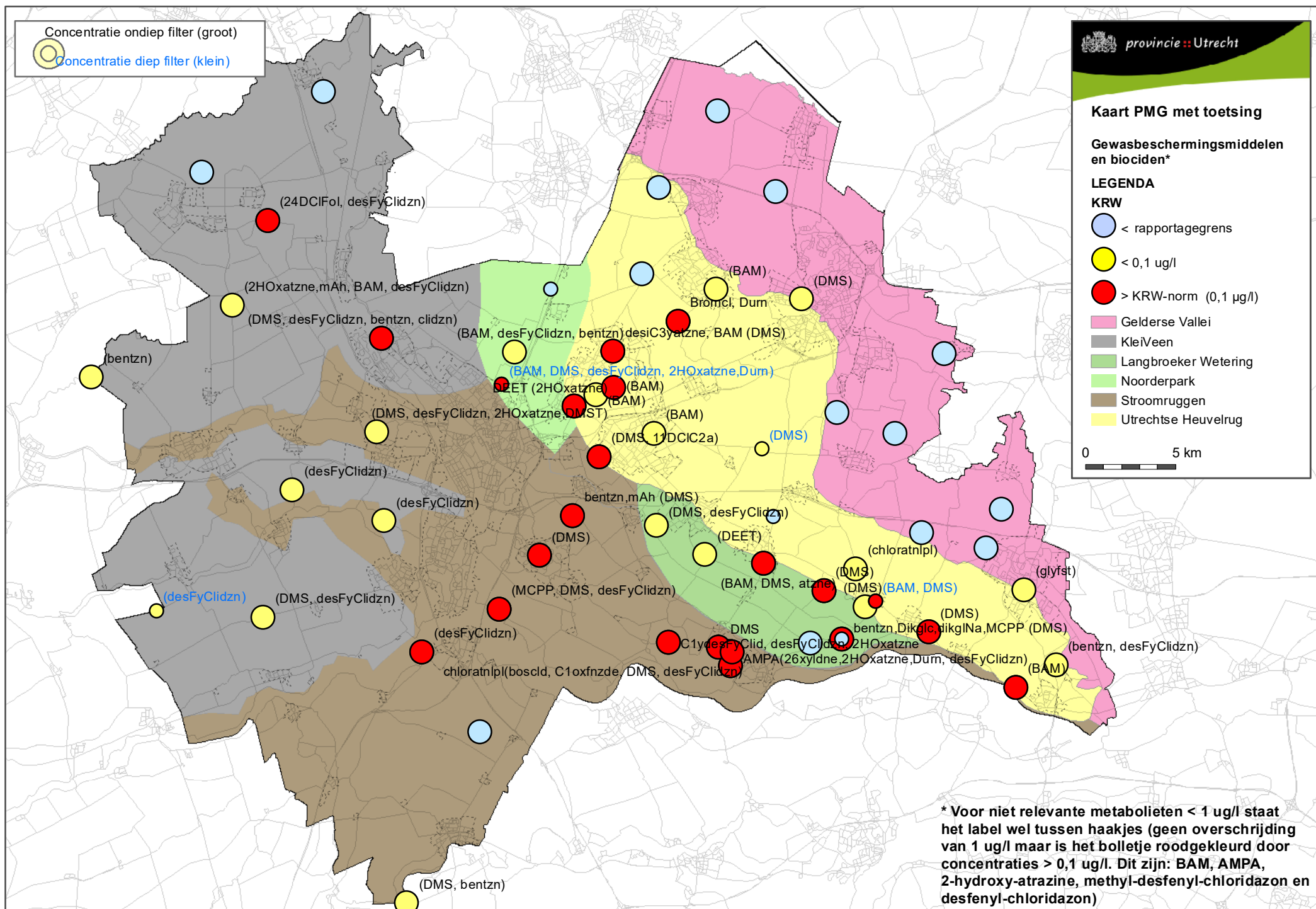


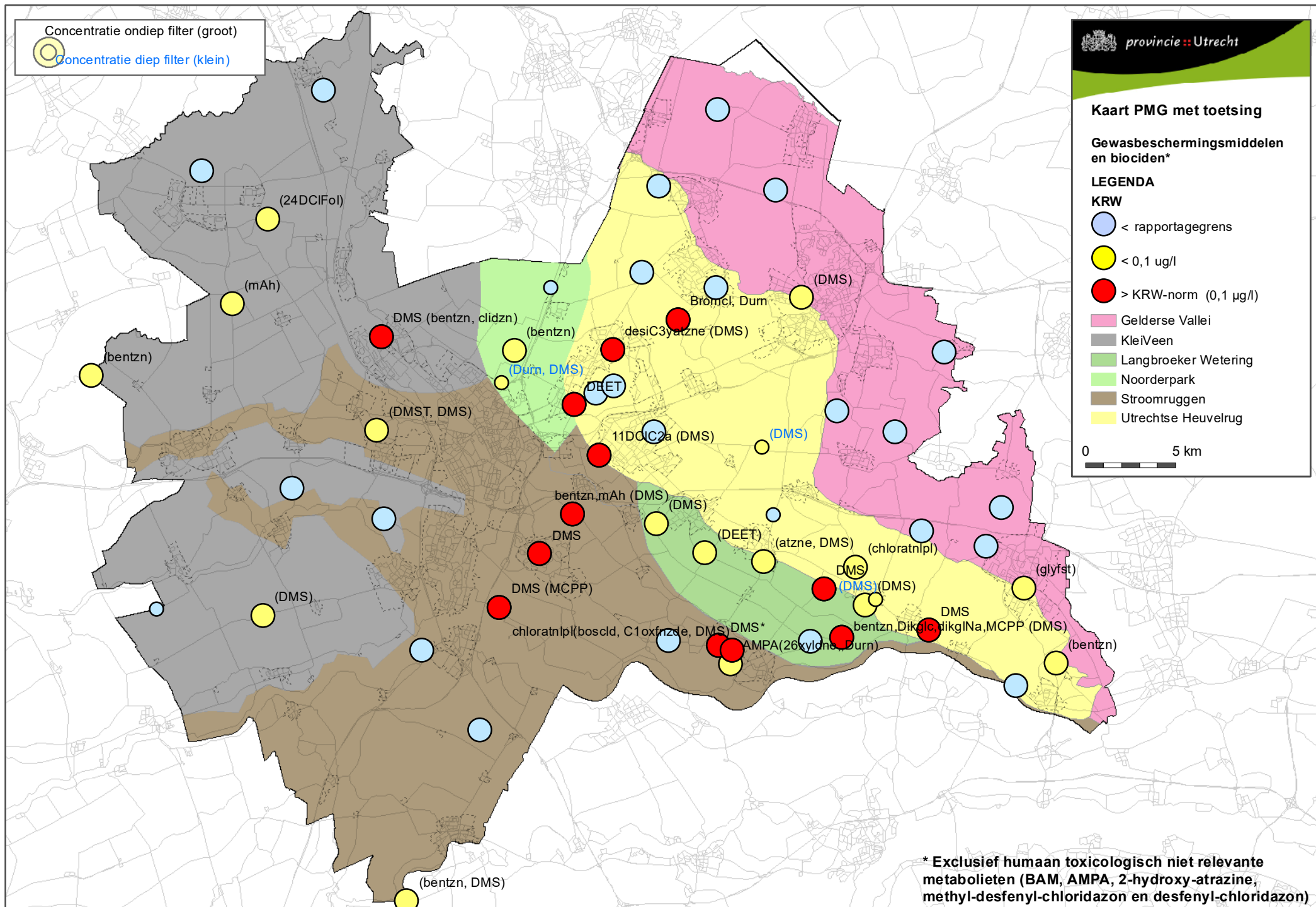


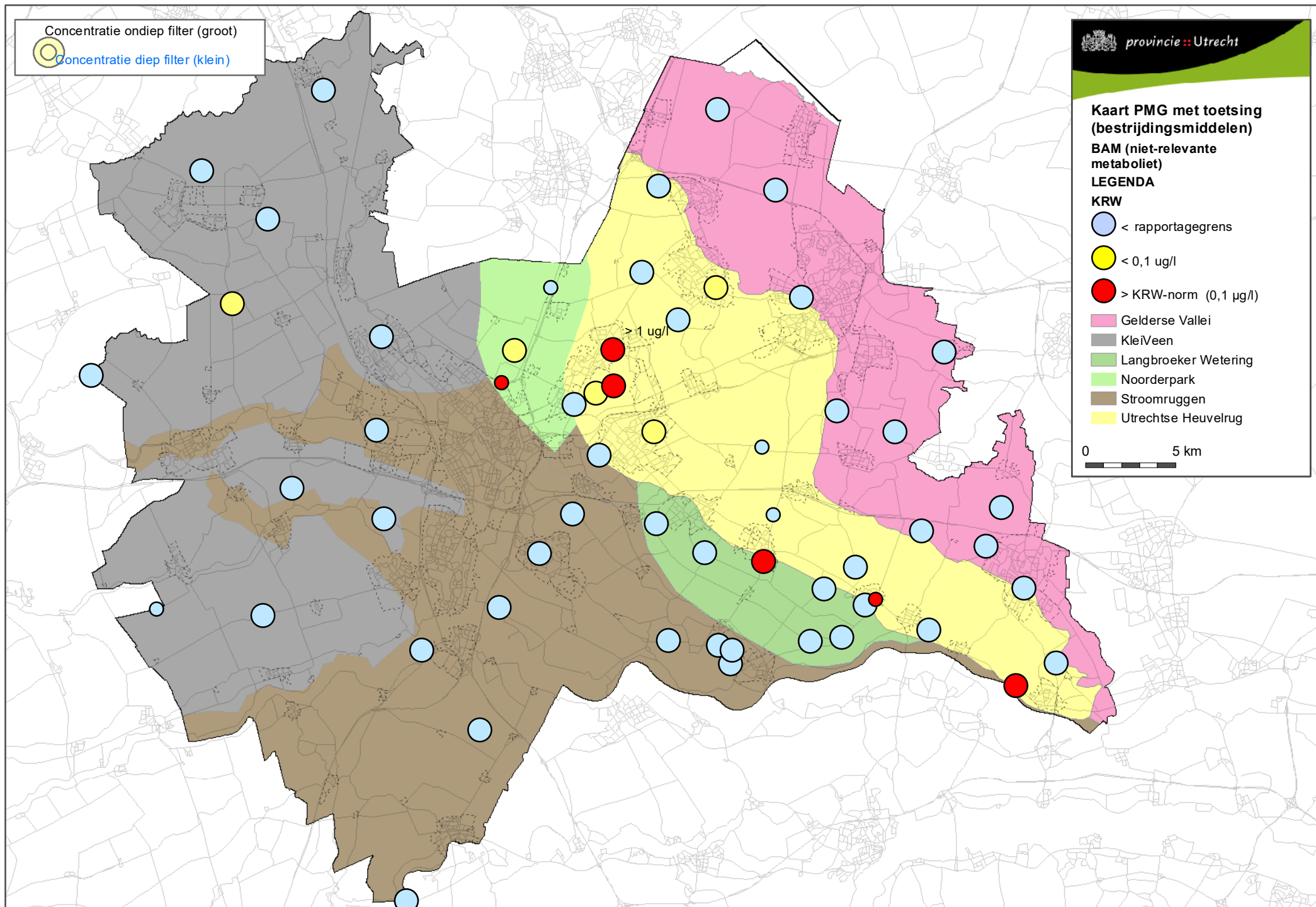


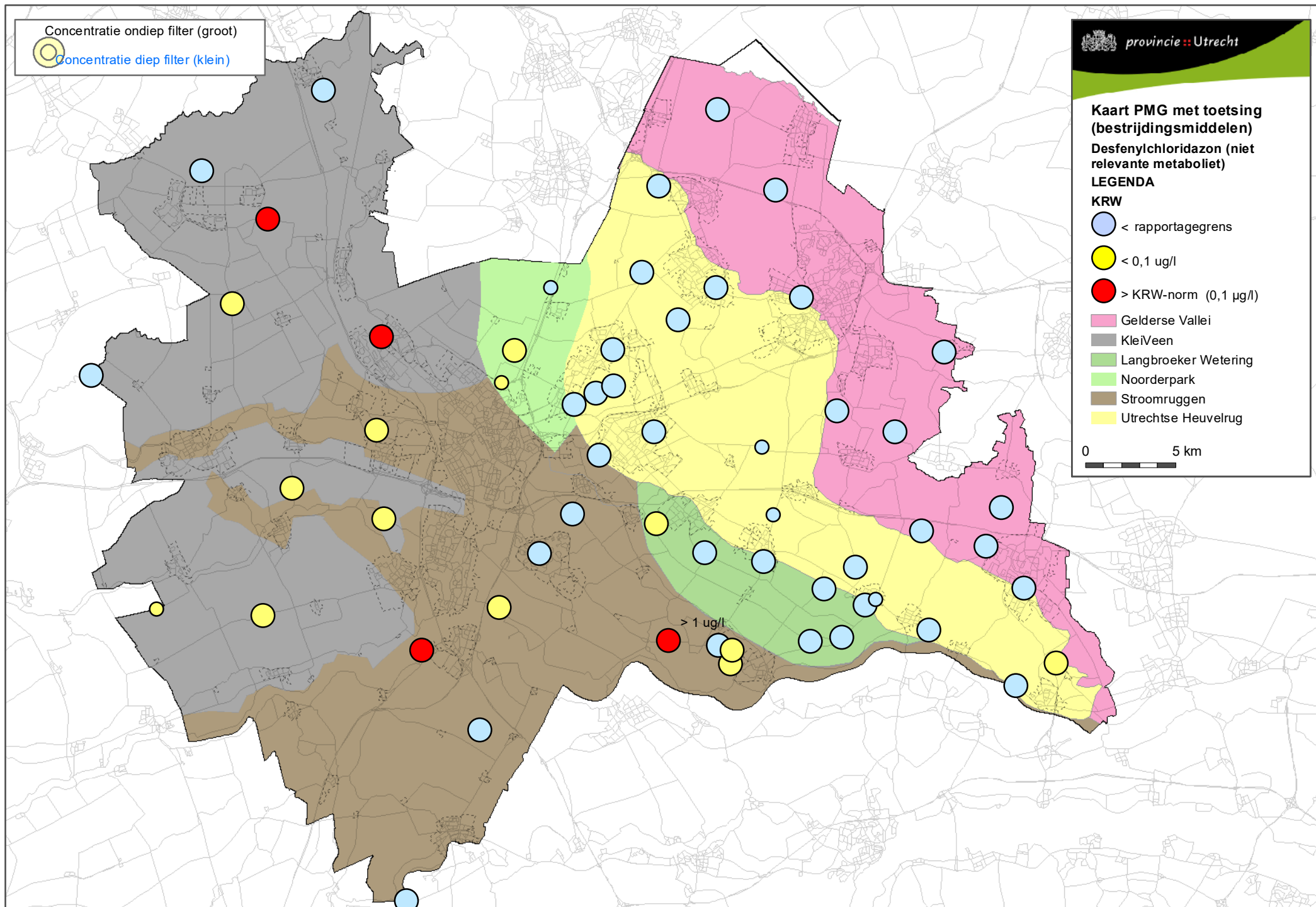


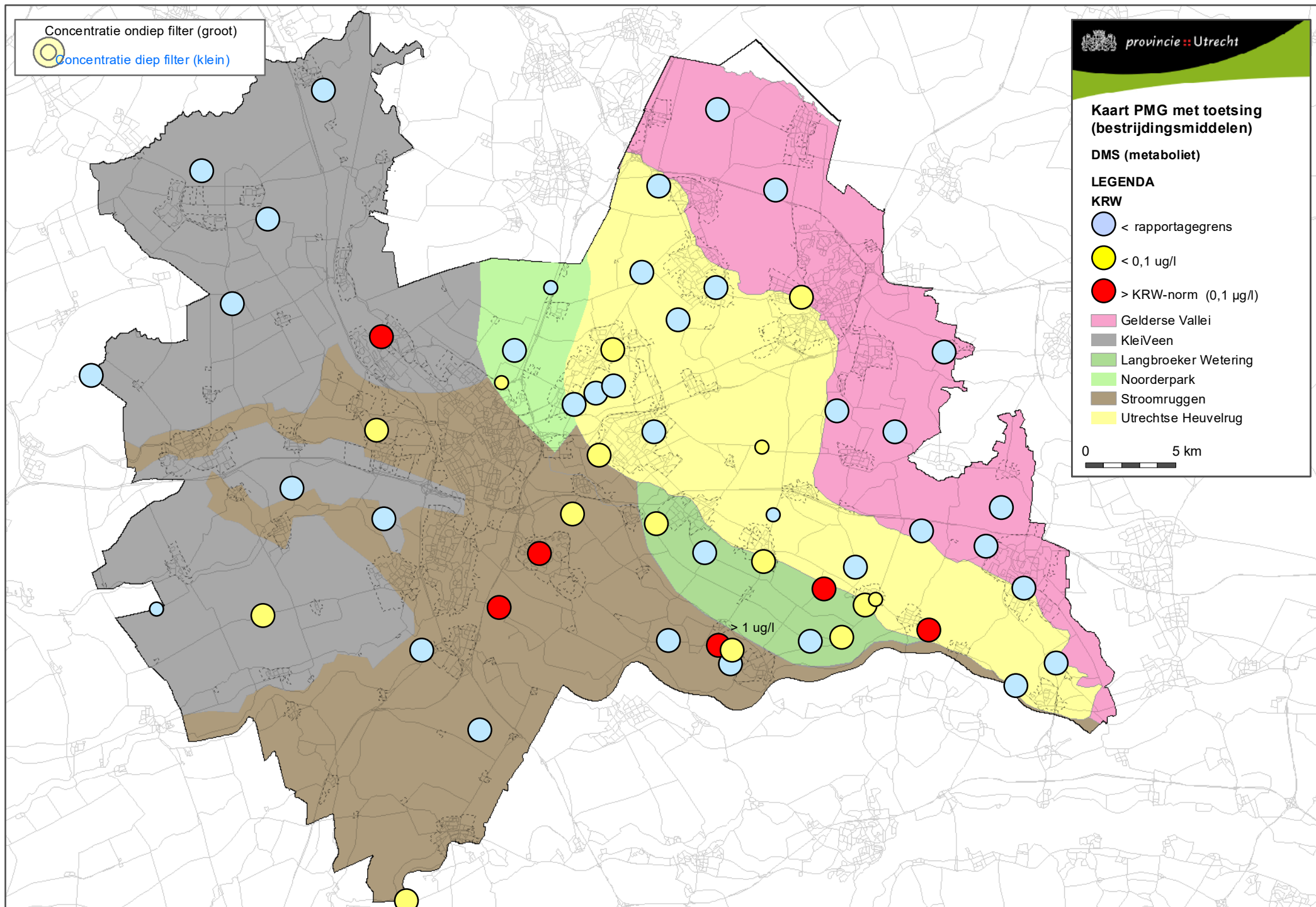
Appendix 5 Overzichtskaarten stoffenpakketten 2-5

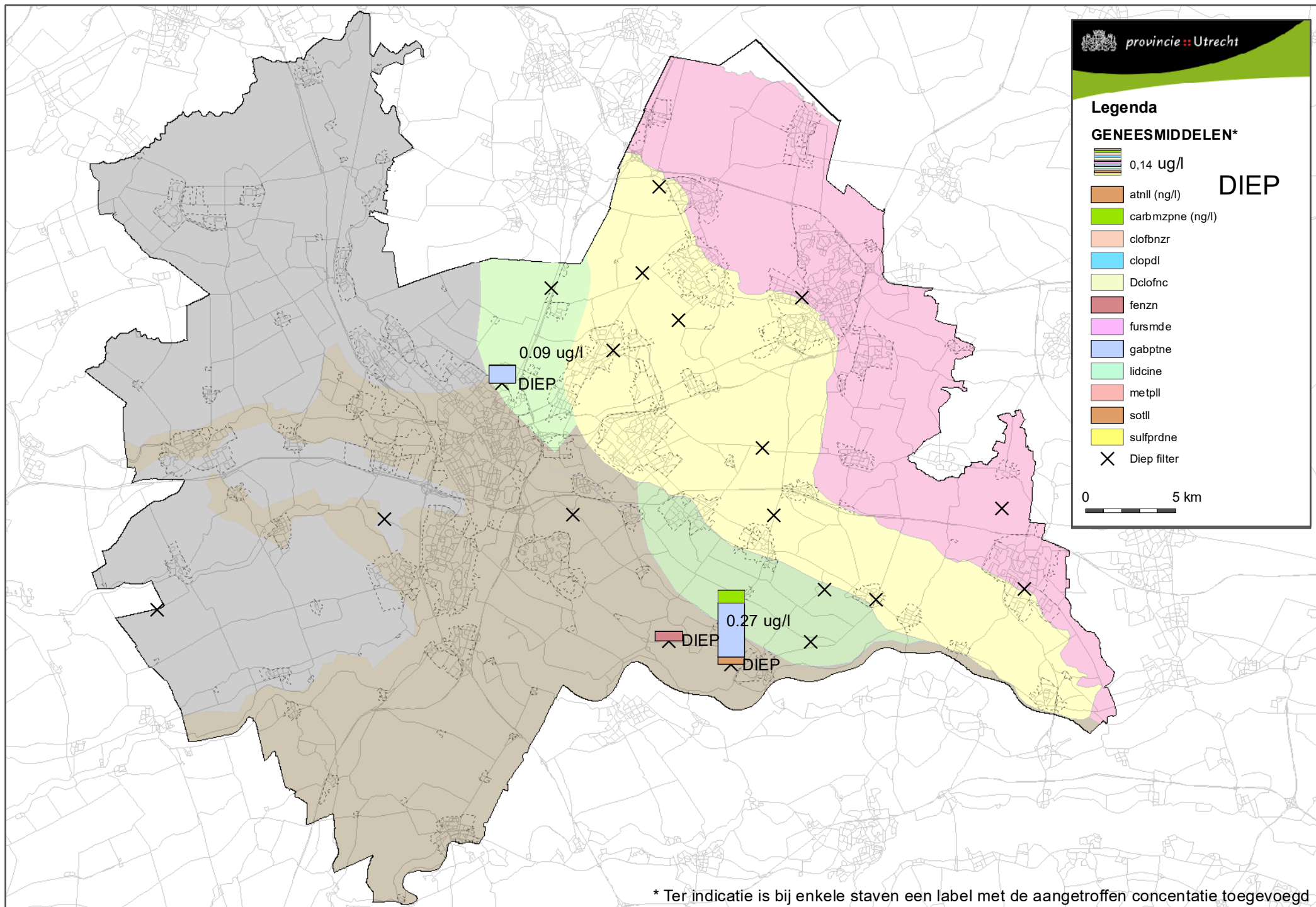


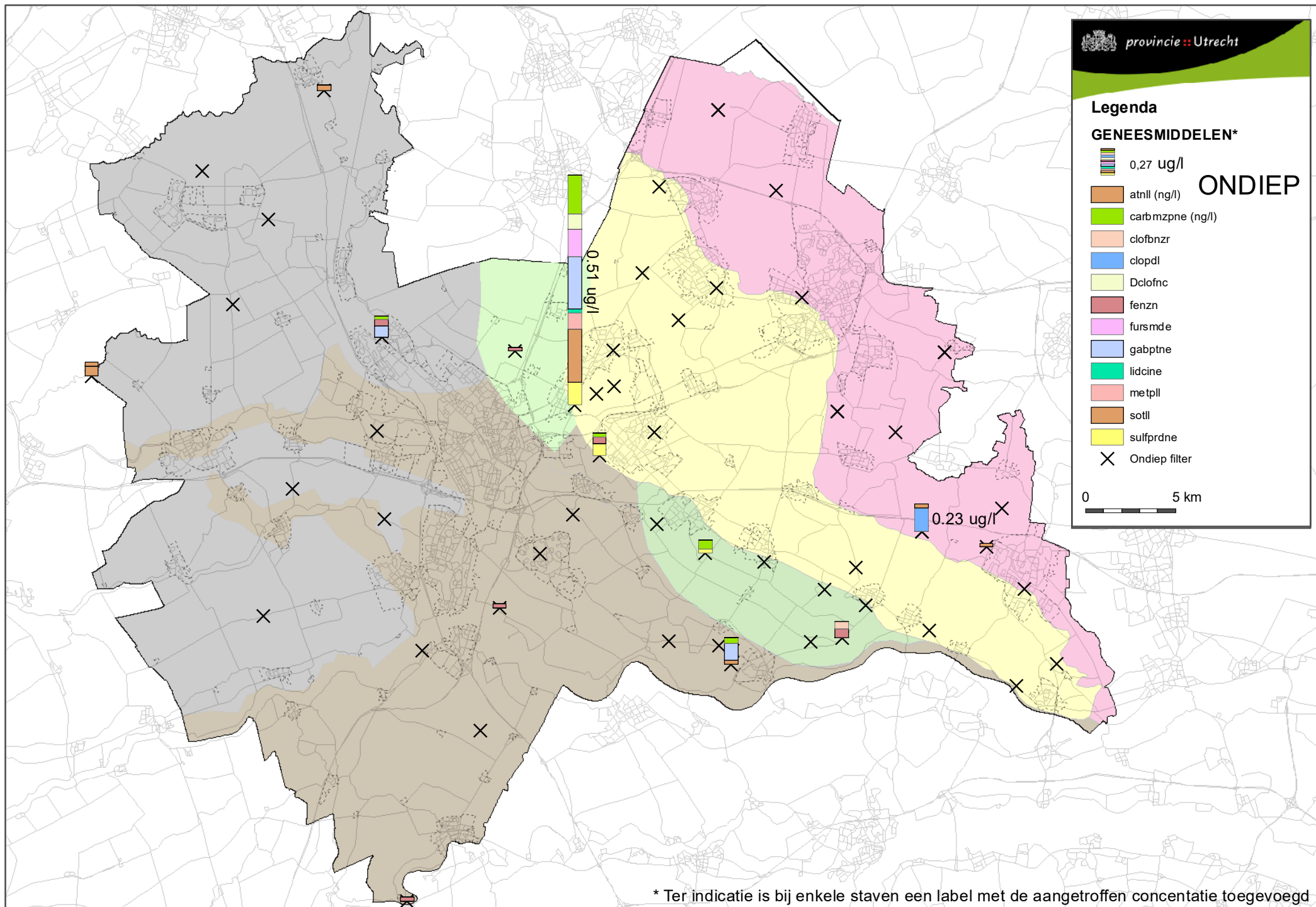




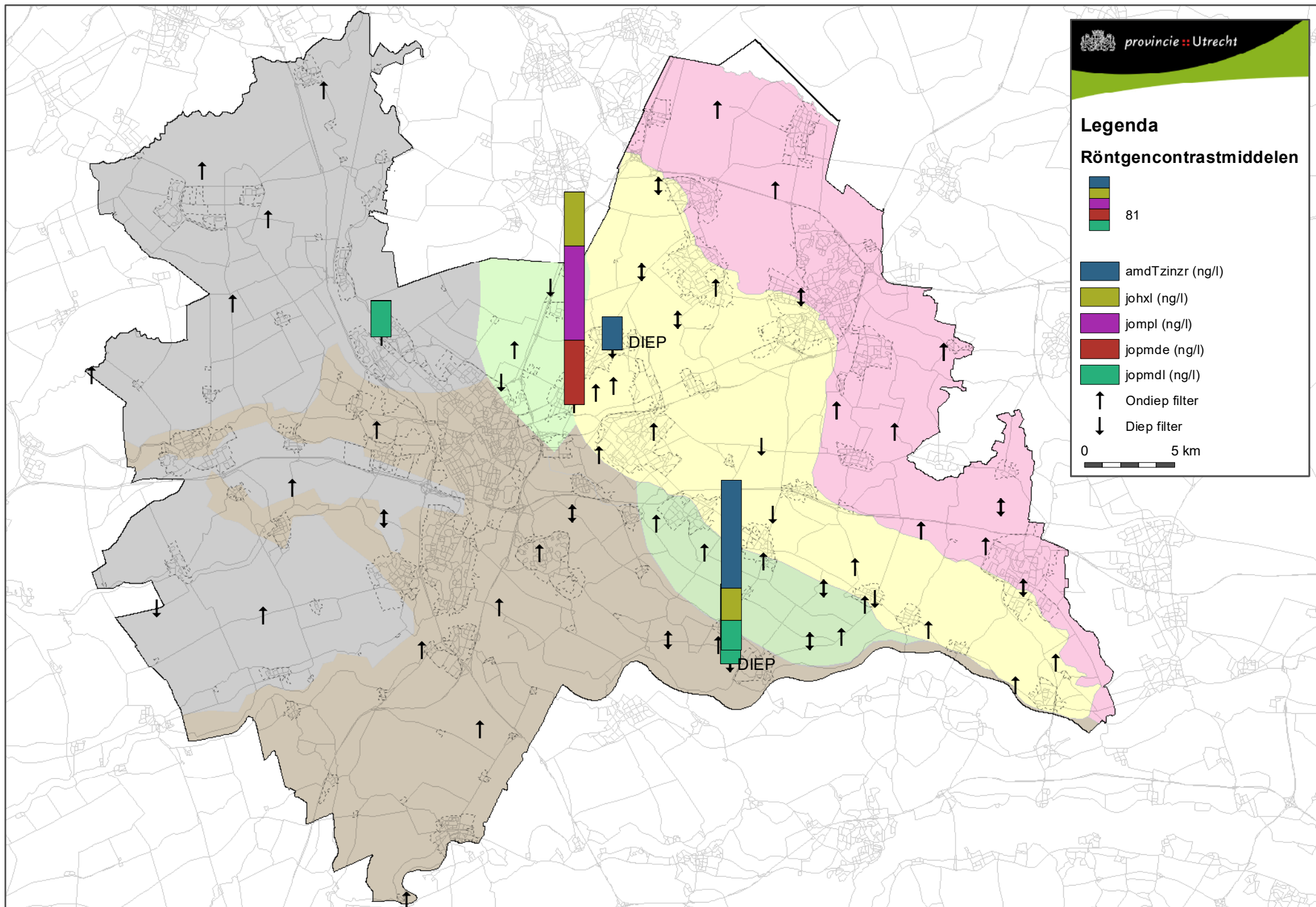


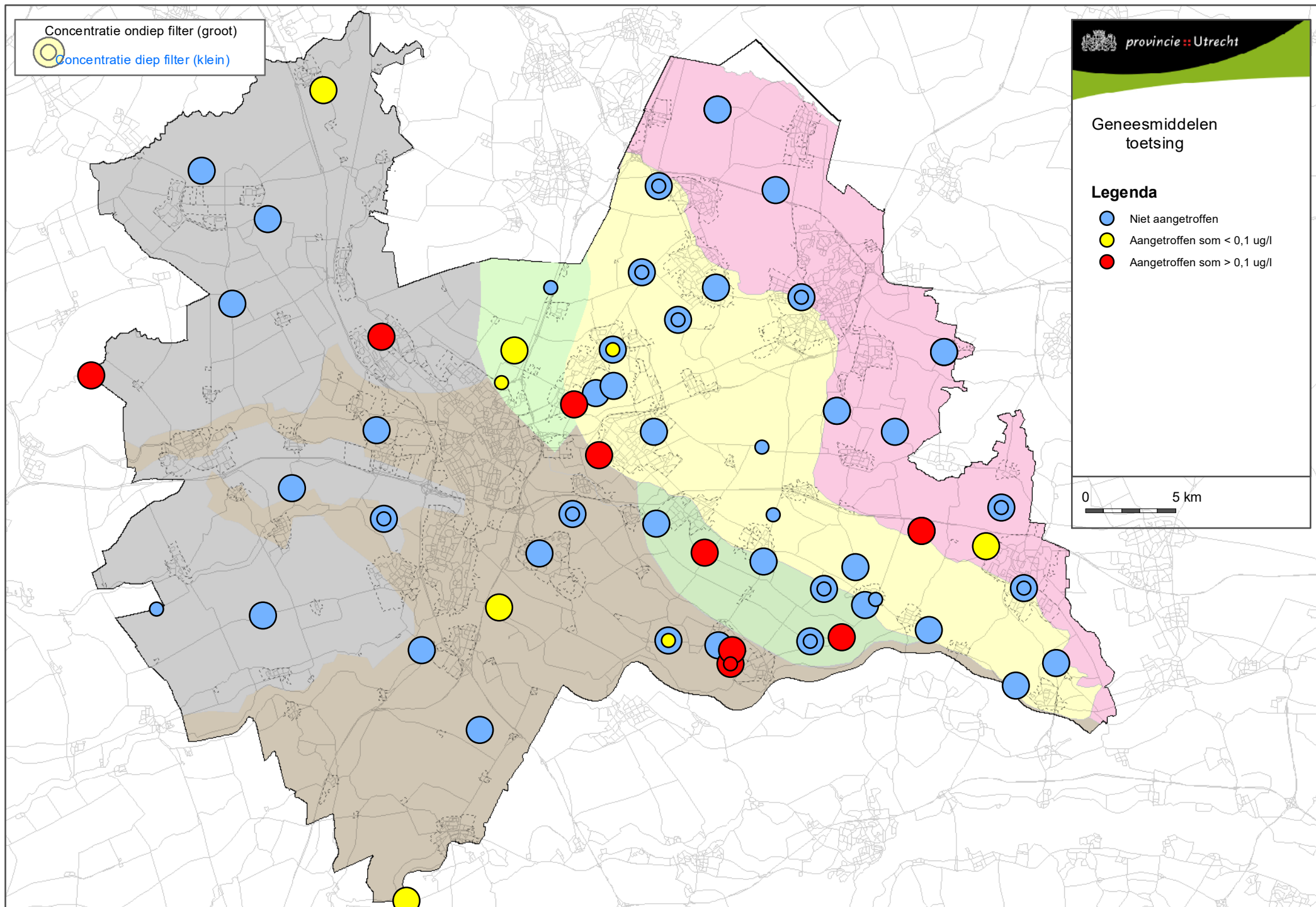


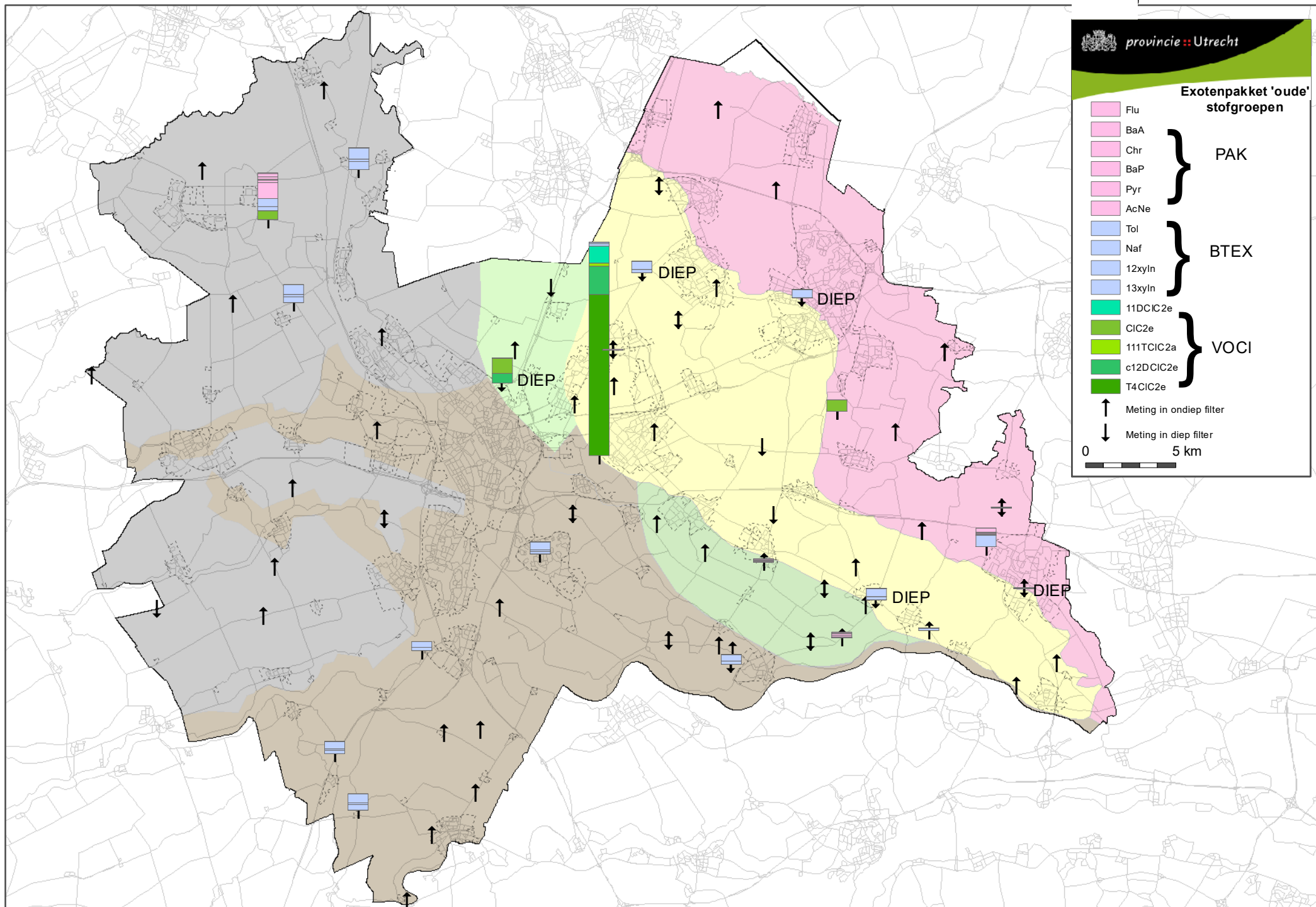


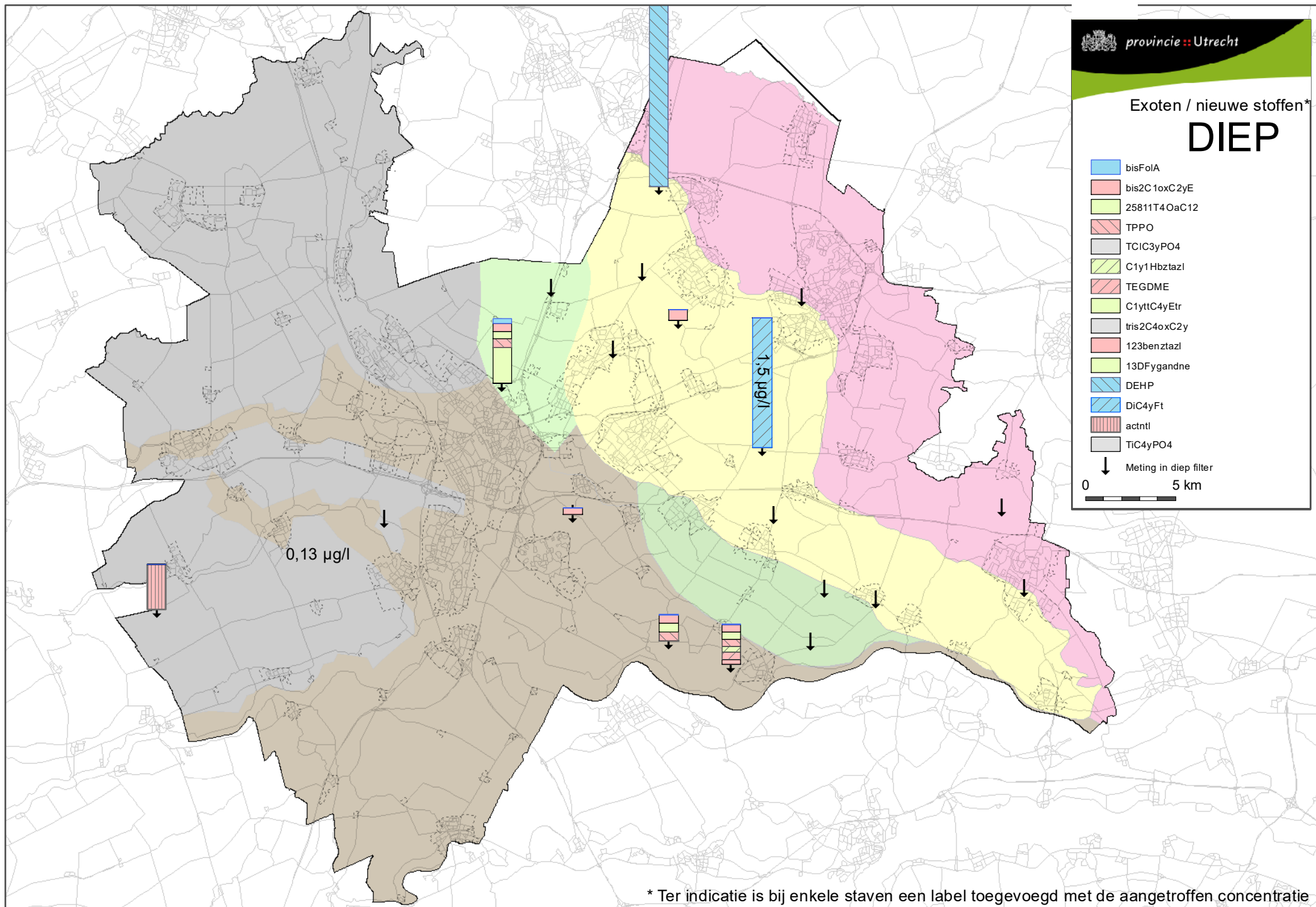


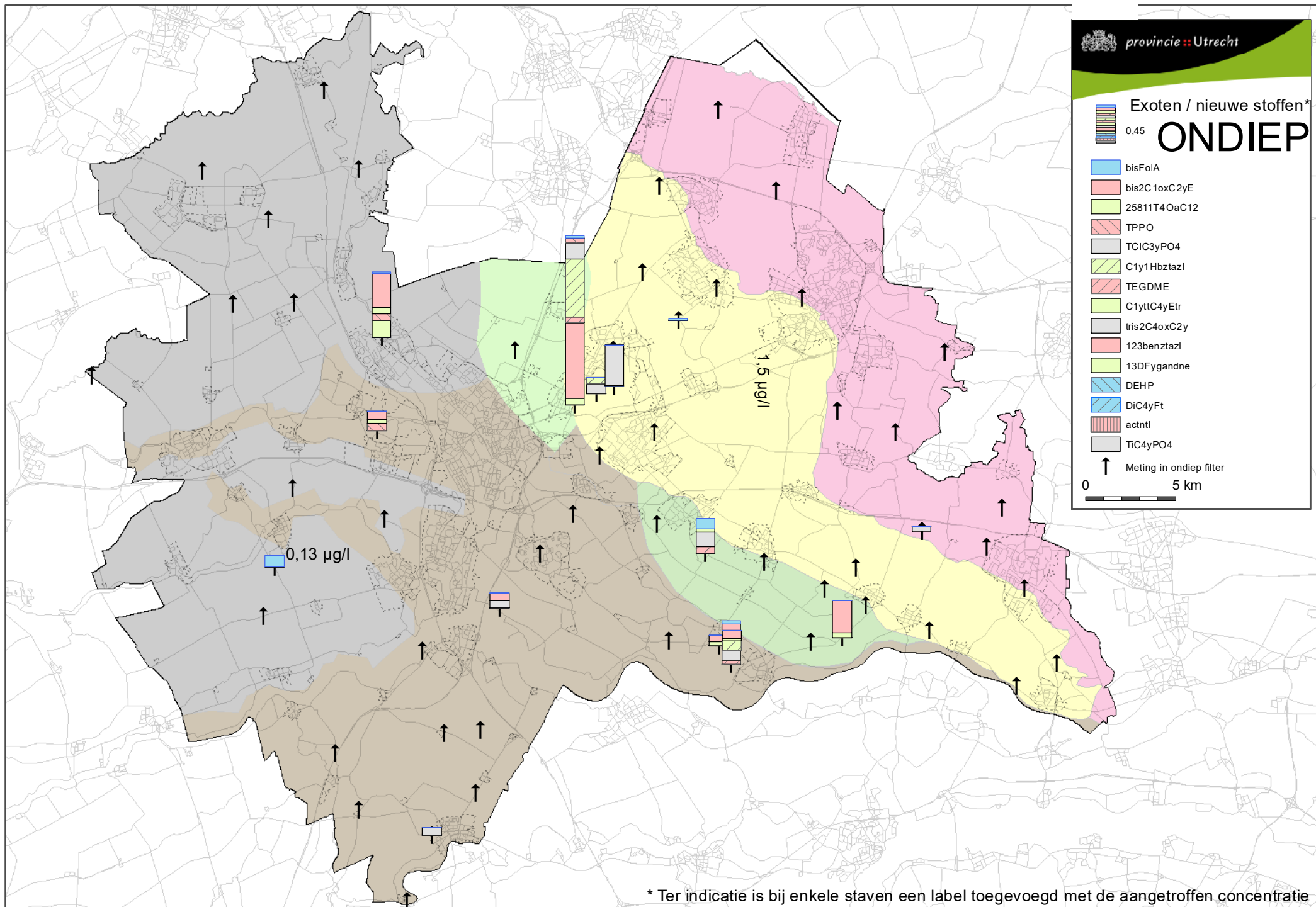
* Ter indicatie is bij enkele staven een label met de aangetroffen concentratie toegevoegd











* Ter indicatie is bij enkele staven een label toegevoegd met de aangetroffen concentratie

