



Rapport 680721005/2010

M.E. van Vliet | A. Vrijhoef | L.J.M. Boumans | E.J.W. Wattel-Koekkoek

# De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland

in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008

RIVM-rapport 680721005/2010

## **De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland**

In het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008

M.E. van Vliet  
A. Vrijhoef  
L.J.M. Boumans  
E.J.W. Wattel-Koekkoek

Contact:  
E.J.W. Wattel-Koekkoek  
Centrum voor MilieuMonitoring  
Esther.Wattel@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke  
Ordening en Milieu, in het kader van het project Monitoring Bodem & Grondwater



Rapport 680721005/2010

M.E. van Vliet | A. Vrijhoef | L.J.M. Boumans | E.J.W. Wattel-Koekkoek

# De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland

in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008

© RIVM 2010

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.



## Rapport in het kort

### **De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland in het jaar 2008 en de verandering daarvan in 1984-2008**

In 2008 overschrijden ammonium, totaal-fosfor, nitraat, kalium, nikkel, cadmium, zink, chroom, arseen, sulfaat, chloride, de zuurgraad en aluminium de toetsingswaarde in het ondiepe en middeldiepe grondwater van Nederland. Tussen 1984 en 2008 is de grondwaterkwaliteit over het algemeen weinig veranderd. In zandgebieden is de kwaliteit zowel gedaald als gestegen. Aangetoonde dalingen kunnen het gevolg zijn van minder mestgebruik, minder atmosferische neerslag van metalen en een lagere aanvoer van dierlijke mest. Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM, in opdracht van het ministerie van VROM.

In de zandgebieden zijn veel van de toetsingswaarden overschreden. Vooral in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas komen veel verhoogde concentraties voor. Waarschijnlijk veroorzaakt de afbraak van organisch materiaal de hoge concentratie totaal-fosfor en ammonium in het rivierengebied. Daarnaast is arseen in dit gebied van nature in hoge mate aanwezig. Als gevolg van invloeden van zee zijn de concentraties van chloride en kalium in de zeeklei- en laagveengebieden hoog.

Overeenkomsten tussen het ondiepe en middeldiepe grondwater in polders en droogmakerijen en het zeekleigebied suggereren dat door de afbraak van organische stof ammonium vrijkomt. Brak water in de ondergrond van duinen en strandwallen beïnvloedt de hoge concentraties chloride, sulfaat en kalium in het middeldiepe grondwater aldaar. De afbraak van organisch materiaal is de meest voor de handliggende verklaring voor de hoge concentraties ammonium en totaal-fosfor in zowel ondiep als middeldiep grondwater.

Trefwoorden: grondwater, grondwaterkwaliteit, monitoring



## Abstract

### **Quality of shallow and medium-deep groundwater in the Netherlands in 2008 and changes in the quality during the period 1984-2008**

The levels of ammonium, total phosphorus (total P), nitrate, potassium, nickel, cadmium, zinc, chromium, arsenic, sulphate, chloride, aluminium and pH measured in shallow and medium-deep groundwater in the Netherlands in 2008 exceed the environmental quality objectives. The quality of the groundwater has not changed remarkably between 1984 and 2008. Both decreases and increases in the quality of shallow and medium-deep groundwater in sandy areas have been observed. Improvements in water quality may be due to a lower use of fertilizer, lower quantities of heavy metals entering the groundwater via atmospheric precipitation and reduced surface spreading of animal manure. These are the major conclusions of a study carried out by the RIVM by order of the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM).

Many environmental quality objectives are exceeded in sandy areas. Increased values are particularly prevalent in shallow groundwater in sandy areas in the south of the Netherlands and the Peelhorst area and in river terraces along the Meuse River. The high concentrations of total P and ammonium in these river areas likely result from the degradation of organic material. These areas also contain high concentrations of naturally occurring arsenic. The concentrations of chloride and potassium in marine clay and peat areas are high due to the influence of the sea. Similarities between shallow and medium-deep groundwater in 'polders' (e.g. reclaimed land) and in marine clay areas suggest that ammonium is released as a result of organic matter degradation. The high concentrations of chloride, sulphate and potassium in the medium-deep groundwater in sand dunes and barrier beaches are influenced by brackish water in the subsoil. The most likely explanation for high concentrations of ammonium and total P in both shallow and medium-deep groundwater is the degradation of organic matter.

Key words: groundwater, groundwater quality, groundwater monitoring



## Voorwoord

Het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit is opgezet om de grondwaterkwaliteit te monitoren en beschrijven. Hiertoe zijn op circa 350 meetpunten verspreid over heel Nederland vaste grondwaterputten geplaatst. Op elk meetpunt kan het grondwater opgepompt worden op dieptes van circa 10, 15 en 25 m onder maaiveld. Het LMG is ingericht tussen 1979 en 1984 door het toenmalige Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening (RID). In 1990 werd het RID onderdeel van het RIVM dat sinds die tijd het meetnet beheert. Met ingang van 2003 wordt de monsternamen en de analyse uitgevoerd door TNO-Deltares en gegevensbeheer door afdeling DINO van TNO Bouw en Ondergrond. Het RIVM is verantwoordelijk voor de meetstrategie, datacontrole en validatie, de interpretatie van data en de rapportage.

Deze rapportage is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).

De auteurs bedanken Ruud Jeths, Herman Prins, Hans van der Meij (TNO) en Gerrit van der Meer (TNO) voor hun medewerking aan het LMG. Tevens bedanken de auteurs Hans Reijnders voor het reviewen van de conceptrapportage.

Mariëlle van Vliet, Astrid Vrijhoef, Leo Boumans en Esther Wattel-Koekkoek

Januari 2010



# Inhoud

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting</b>                                                          | <b>11</b> |
| <b>1 Inleiding</b>                                                           | <b>15</b> |
| 1.1 Geschiedenis van het LMG                                                 | 15        |
| 1.2 Doelstellingen van het rapport                                           | 17        |
| 1.3 Afbakening en methodiek                                                  | 17        |
| 1.4 Aanvoer van componenten op landbouwgronden                               | 19        |
| 1.5 Leeswijzer                                                               | 22        |
| <b>2 Gegevensverzameling en -bewerking</b>                                   | <b>23</b> |
| 2.1 Locatie van meetpunten, filterdiepten en bemonstering                    | 23        |
| 2.2 Chemische analyse                                                        | 25        |
| 2.3 Selectie van gegevens                                                    | 28        |
| 2.3.1 Kwaliteitscontrole LMG-databestand                                     | 28        |
| 2.3.2 Filterdiepte-indeling                                                  | 29        |
| 2.3.3 Indeling in grondsoort, grondgebruik en gebiedscode                    | 30        |
| 2.3.4 Data inter- en extrapolatie                                            | 33        |
| 2.4 Kwaliteitsdoelstellingen en percentage oppervlakte boven de streefwaarde | 34        |
| 2.4.1 Kwaliteitsdoelstellingen                                               | 34        |
| 2.4.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde (%OBS)                    | 35        |
| 2.5 Toelichting bij kaarten, figuren en tabellen                             | 36        |
| <b>3 Grondwaterkwaliteit</b>                                                 | <b>38</b> |
| 3.1 Chloride                                                                 | 38        |
| 3.2 pH                                                                       | 39        |
| 3.3 Sulfaat                                                                  | 41        |
| 3.4 Aluminium                                                                | 43        |
| 3.5 Stikstof                                                                 | 44        |
| 3.6 Nitraat                                                                  | 45        |
| 3.7 Ammonium                                                                 | 46        |
| 3.8 Totaal-fosfor                                                            | 48        |
| 3.9 Kalium                                                                   | 49        |
| 3.10 Arseen                                                                  | 51        |
| 3.11 Lood                                                                    | 52        |
| 3.12 Chroom                                                                  | 54        |
| 3.13 Nikkel                                                                  | 56        |
| 3.14 Cadmium                                                                 | 57        |
| 3.15 Zink                                                                    | 59        |
| 3.16 Koper                                                                   | 60        |
| <b>4 Conclusie</b>                                                           | <b>62</b> |
| <b>Literatuur</b>                                                            | <b>68</b> |
| <b>Bijlage A</b>                                                             | <b>70</b> |
| <b>A Geografische meetpuntinformatie en filterdiepte indeling</b>            | <b>71</b> |
| A.1 Filterdiepten                                                            | 71        |
| A.2 Grondsoortenkaart                                                        | 72        |

|                  |                                                                                                                           |            |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| A.3              | Grondgebruik                                                                                                              | 75         |
| A.4              | Ecodistricten                                                                                                             | 78         |
| A.5              | Verdeling meetpunten en geografische informatie                                                                           | 81         |
| A.5.1            | Verdeling meetpunten per ecodistrictgroep                                                                                 | 81         |
| A.5.2            | Verdeling meetpunten per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio                                              | 82         |
| A.5.3            | Overzicht geografische informatie per LMG-meetpunt                                                                        | 86         |
| <b>Bijlage B</b> |                                                                                                                           | <b>108</b> |
| <b>B</b>         | <b>Grondwaterkwaliteit en onzekerheid per component</b>                                                                   | <b>109</b> |
| B.1              | Toelichting bij tabellen en figuren                                                                                       | 109        |
| B.1.1            | Figuren A in Bijlage B                                                                                                    | 109        |
| B.1.2            | Figuren B in Bijlage B                                                                                                    | 110        |
| B.1.3            | Tabellen A in Bijlage B                                                                                                   | 111        |
| B.1.4            | Tabellen B in Bijlage B                                                                                                   | 112        |
| B.1.5            | Figuren C in Bijlage B                                                                                                    | 113        |
| B.2              | Chloride                                                                                                                  | 113        |
| B.3              | pH                                                                                                                        | 119        |
| B.4              | Sulfaat                                                                                                                   | 123        |
| B.5              | Aluminium                                                                                                                 | 128        |
| B.6              | Nitraat                                                                                                                   | 133        |
| B.7              | Ammonium                                                                                                                  | 138        |
| B.8              | Totaal-fosfor                                                                                                             | 144        |
| B.9              | Kalium                                                                                                                    | 149        |
| B.10             | Arseen                                                                                                                    | 154        |
| B.11             | Lood                                                                                                                      | 159        |
| B.12             | Chroom                                                                                                                    | 163        |
| B.13             | Nikkel                                                                                                                    | 169        |
| B.14             | Cadmium                                                                                                                   | 174        |
| B.15             | Zink                                                                                                                      | 179        |
| B.16             | Koper                                                                                                                     | 184        |
| <b>Bijlage C</b> |                                                                                                                           | <b>189</b> |
| <b>C</b>         | <b>Representativiteit van de indeling in ecodistrictgroepen en combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's</b> | <b>190</b> |
| C.1              | Inleiding                                                                                                                 | 190        |
| C.2              | Ecodistrictgroepen                                                                                                        | 190        |
| C.3              | Combinatie grondsoort, grondgebruik en ecoregio                                                                           | 191        |



## Samenvatting

In 2004 is gerapporteerd over de grondwaterkwaliteit in 2000 en de verandering in de grondwaterkwaliteit in de periode 1984-2000 op basis van waarnemingen van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) is het rapport uit 2004 geactualiseerd. De doelstellingen van voorliggend rapport zijn:

- Een actualisering van het landelijke beeld van de grondwaterkwaliteit (2008) ten opzichte van het landelijke beeld in 2000;
- Het beschrijven en waar mogelijk verklaren van de waargenomen verandering in grondwaterkwaliteit (trendanalyse) over de periode 1984-2008.

Voor de toestandbeschrijving over 2008 en de trendanalyse over 1984-2008 is gebruikgemaakt van de LMG-dataset uit de RIVM-database. De gegevens zijn gevalideerd volgens het RIVM-validatieprotocol. De meetpunten zijn gegroepeerd in ecodistrictgroepen en homogene deelgebieden. Homogene deelgebieden zijn gevormd door grondgebruik (LGN5), grondsoort (bodemkaart 1:50.000 uit 2006) en ecoregio te combineren.

Het LMG is opgebouwd uit circa 350 vaste meetpunten. Deze meetpunten zijn ingericht met filters op dieptes van circa 10, 15 en 25 m onder maaiveld. Deze filters zijn voor deze rapportage ingedeeld in een ondiep en middeldiep dieptetraject.

De gemeten concentraties zijn vergeleken met Nederlandse normen, meestal streefwaarden voor ondiep grondwater, welke ook gebruikt zijn in Reijnders et al. (2004). Per ecodistrictgroep en per homogeen deelgebied is het percentage waarnemingen boven een kwaliteitsdoelstelling bepaald. In dit rapport gaan we ervan uit dat de realisatie van de meetpuntlocaties vergelijkbaar is met een willekeurige loting en daarom kunnen per ecodistrictgroep en per homogeen deelgebied de percentages waarnemingen boven de streefwaarde (%WBS) geïnterpreteerd worden als percentages oppervlakte boven de streefwaarde (%OBS). Vervolgens zijn ook de 80%-betrouwbaarheidsintervallen bepaald voor %OBS.

Met behulp van trendanalyse, waarbij dezelfde methode is toegepast als het rapport over 1984-2000, is de verandering in de grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008 beschreven en waar mogelijk verklaard.

### *Toestandbeschrijving van de grondwaterkwaliteit in 2008*

Streefwaarde-overschrijdingen of drinkwaternormoverschrijdingen in het ondiepe en middeldiepe grondwater van Nederland worden in 2008 gevonden voor nutriënten (ammonium, totaal-fosfor, nitraat, kalium), sporenelementen (nikkel, cadmium, zink, chroom, arseen) en sulfaat, chloride, pH en aluminium. De hoge %OBS voor chroom in heel Nederland worden vooral veroorzaakt door de lage streefwaarde van 1 µg/l.

In de zandgebieden zijn veel overschrijdingen van de streefwaarden. In het hoogveengebied worden overschrijdingen aangetroffen voor aluminium, ammonium en totaal-fosfor. In het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas komen veel verhoogde concentraties voor: pH, aluminium, kalium, nikkel, cadmium en zink. Van nature komen deze stoffen voor in het lokale sediment. Door chemische processen, zoals de oxidatie van pyriet door uitspoeling van nitraat, kunnen stoffen in oplossing komen. De lage pH-waarden in het ondiepe grondwater wijzen op verzuurd grondwater, waardoor dit proces wordt versneld. Ook aluminium, cadmium en zink zijn bij lage pH-waarden mobiel en kunnen daardoor uitspoelen naar het grondwater. De hoge %OBS voor kalium in het ondiepe grondwater van de zandgebieden is meest waarschijnlijk

een gevolg van bemesting door de landbouw. In het oostelijke zandgebied, de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas is het %OBS van nitraat in het ondiepe grondwater hoog. Dit kan worden toegeschreven aan een hoge bodembelasting van nitraat gecombineerd met aeroob grondwater. Naarmate de diepte van het grondwater toeneemt, komt aeroob grondwater minder voor en kan nitraat denitrificeren. In het middeldiepe grondwater is nitraat daarom een veel minder groot probleem, alleen in de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe is het %OBS hoog.

In het rivierengebied zijn er slechts een paar stoffen die een duidelijk hoog %OBS hebben in het ondiepe grondwater (totaal-fosfor en arseen) en diepe grondwater (chloride en totaal-fosfor) grondwater. Aangezien het meeste fosfaat zich aan de bodem bindt is de meest voor de handliggende verklaring voor het hoge %OBS in het rivierengebied dat deze veroorzaakt wordt door de afbraak van organisch materiaal. Dit blijkt ook uit de gemiddeld hoge concentraties voor ammonium in dit gebied. De arseenconcentraties zijn in het rivierengebied van nature hoog.

In het ondiepe grondwater van de zeelei- en laagveengebieden is het %OBS hoger dan 10% voor chloride, ammonium, kalium en chroom. In het middeldiepe grondwater is het %OBS hoger dan 10% voor de componenten chloride, ammonium, totaal-fosfor, kalium en chroom. Het hoge %OBS van chloride en kalium in de zeelei- en laagveengebieden is het gevolg van mariene invloeden. Hoge %OBS voor ammonium worden gevonden in het ondiepe en middeldiepe grondwater van polders en droogmakerijen en het zeeleigebied. Dit zijn gebieden met veel organische stof in de bodem. Overeenkomsten tussen het ondiepe en middeldiepe grondwater in deze gebieden suggereren dat anaerobe afbraak van organische stof de bron voor het ammonium is.

In het ondiepe grondwater van het duinen en strandwallengebied overschrijden ammonium, totaal-fosfor, kalium en chroom de streefwaarde met meer dan 10%. Naast deze stoffen overschrijdt in het middeldiepe grondwater ook chloride de streefwaarde met meer dan 10%. De concentratie chloride in het middeldiepe grondwater wordt hier beïnvloed door brak water in de ondergrond. Ook het hoge percentage sulfaat en kalium zijn het gevolg van mariene beïnvloeding. In de duinen en strandwallen is het %OBS van ammonium en totaal-fosfor in zowel het ondiepe als middeldiepe grondwater duidelijk hoog. Aangezien het meeste fosfaat zich aan de bodem bindt is de meest voor de handliggende verklaring voor het hoge %OBS dat deze veroorzaakt wordt door de afbraak van organisch materiaal.

#### *Verandering in grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008*

Over het algemeen verandert de grondwaterkwaliteit tussen 1984 en 2008 weinig. In het Krijt en lössgebied zijn geen veranderingen zichtbaar. In de duinen en strandwallen is er een dalende trend voor sulfaat in het ondiepe grondwater. Deze kan worden verklaard door de daling in atmosferische depositie.

In de zandgebieden is de verandering van de grondwaterkwaliteit het grootst. De daling in de chlorideconcentratie van het ondiepe grondwater van de Peelhorst en de rivierterrassen langs de Maas kan het gevolg zijn van een verminderde belasting van chloride uit mest en kunstmest. In het ondiepe grondwater van het hoogveengebied, het oostelijk dekzandgebied met stuwwallen en het zuidwestelijke zandgebied daalt de sulfaatconcentratie. Deze dalingen in het zandgebied kunnen worden verklaard door de daling in atmosferische depositie en productie van dierlijke mest. Trends in het grondwater laten zeer kleine dalingen van de pH zien in het middeldiepe grondwater in het oostelijk zandgebied met verspreide stuwwallen en de Centrale Slenk. In het oostelijke zandgebied is tevens in het middeldiepe grondwater een stijging van de sulfaat- en fosfaatconcentratie zichtbaar. Het zou kunnen dat deze trends het gevolg zijn van pyrietoxidatie en afbraak van organische stof. In het ondiepe grondwater van de Gelderse Vallei en Veluwezoom is een duidelijke stijging van de ammoniumconcentratie aangetoond. Hier is geen procesmatige verklaring voor. De stijging in de

kalium- en sulfaatconcentratie van het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en de oude rivierterrassen langs de Maas kan het effect zijn van bemesting. Voor de daling in de koperconcentratie in het middeldiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied is geen duidelijke verklaring.

In het rivierengebied zijn er stijgende trends te zien voor aluminium en nikkel in het middeldiepe grondwater en nikkel in het ondiepe grondwater. Er is voor deze trends geen duidelijke oorzaak aan te wijzen.

In het ondiepe water is een duidelijke stijging van de arseenconcentratie te zien in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied. Omdat deze stijgende trend ook in oud en zout middeldiep grondwater van de zeekleigebieden wordt gevonden is het waarschijnlijk dat dit een artefact is. In oud grondwater worden over deze tijdspanne geen veranderingen verwacht. De duidelijke dalingen van de sulfaatconcentratie in het ondiepe grondwater in laagveengebied kan worden verklaard door de daling in atmosferische depositie.



# 1 Inleiding

## 1.1 Geschiedenis van het LMG

Het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) is ingericht in de periode van 1978 tot en met 1984. Het doel van het meetnet is (uit Van Duijvenbooden et al., 1985):

1. 'Inventarisatie van de kwaliteit van het grondwater in het afdekkende en bovenste watervoerend pakket, gerelateerd aan grondsoort, grondgebruik en geohydrologische situatie;
2. Het onderkennen van kwaliteitsveranderingen in het grondwater op langere termijn;
3. Het verschaffen van informatie, nodig om een wetenschappelijk verantwoord kwalitatief beheer van de bodem mogelijk te maken en in verband hiermee;
4. Het aangeven van de omvang van de menselijke invloeden op de grondwaterkwaliteit;
5. Het inbrengen van kwaliteitsgegevens bij het gebruik van operationele beheersmodellen'.

Sinds 1989 zijn er verschillende Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG) ingericht. De inrichting en de bemonstering komen overeen met die van het LMG. Provinciale meetprogramma's bestaan vaak uit een combinatie van PMG- en LMG-putten. Per 1997 is de bemonstering van het LMG geoptimaliseerd (Wever en Bronswijk, 1997).

De meetresultaten en de interpretatie van LMG-gegevens zijn onder andere beschreven in onderzoeksrapporten en in algemene milieukwaliteitsrapportages. Belangrijke websites en recente rapportages waarbij het LMG gebruikt is, zijn:

Websites:

- Compendium voor de leefomgeving: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/>
- Milieubalans: <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2009/milieubalans/index.html>
- Milieuportaal: <http://www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/meetnetten/>

Monitoringprogramma's van de provincies, waarbij LMG-putten bemonsterd worden. Enkele voorbeelden zijn:

- Grift, B. van der, J.C. Rozemeijer, M. van Vliet, H.P. Broers (2004) De kwaliteit van het grondwater in de provincie Noord-Brabant. Rapportage over de toestand van 2003 en trends in de periode 1992 t/m 2003. TNO-rapport NITG 04-206-B.
- Klein, J., B. van der Grift en H.P. Broers (2008) WAHYD – Waterkwaliteit op basis van afkomst en hydrologische systeemanalyse. De grondwaterbijdrage aan de oppervlaktewaterkwaliteit in de provincie Limburg. TNO-rapport 2008-U-R81110/A.
- Visser, M. en R.P. Heijer (2009). Evaluatie grondwaterkwaliteitsmeetnet provincie Utrecht, eindrapport met samenvatting, Grontmij, referentienummer 13/99095601/MVi.

KRW-monitoringprogramma's van de (deel)stroomgebieden, waarbij LMG- (en PMG-)meetpunten bemonsterd worden:

- Arcadis (2007a) Achtergrondrapport KRW Monitoring stroomgebied Schelde. 22 maart 2007. Referentie: 110502/ZF7/1K7/201443/003.
- Arcadis (2007b) Achtergrondrapport KRW Monitoring stroomgebied Maas. 22 maart 2007. Referentie: 110502/ZF7/1K6/201443/003.
- Reiniers, L. (2005) Grondwatermonitoringprogramma Rijn-West. December 2005. Concept.

- Royal Haskoning (2007) Achtergrondrapport KRW Monitoring, stroomgebied Rijndelta, rapportnr 9S0355/R00009/900642/DenB, Royal Haskoning.
- Vermulst, J.A.P.H., F.Th. Verhagen, A.E. Dommering, A. Krikken (2007a) Achtergrondrapport KRW Monitoring Rijndelta. Referentie 9S0355/R00009/900642/DenB.
- Vermulst, J.A.P.H., F.Th. Verhagen, A.E. Dommering, A. Krikken (2007b) Achtergrondrapport KRW Monitoring Eems. Referentie 9S0355/R00012/900642/DenB.
- Werkgroep Grondwater Rijn Midden (2006). Grondwatermonitoringprogramma Rijn-Midden.
- Werkgroep Grondwater Rijn West (2006) Programma voor het monitoren van de chemische en kwantitatieve toestand van het grondwater in het deelstroomgebiedsdistrict Rijn West. September 2006. Lester Reijniers.
- Werkgroep Monitoring Scheldestroomgebied (2006) Monitoringprogramma Stroomgebied Schelde. 1 februari 2006.
- Witteveen&Bos (2006).Monitoringplan grondwater KRW; deelstroomgebieden Rijn-Noord, Nedereems en Rijn-Oost, concept, 13 februari 2006.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat/DG Water en Coördinatiebureau Stroomgebieden Nederland (CSN) (2006) Samenvatting Achtergrondrapporten KRW Monitoring Rijndelta, Maas, Schelde en Eems.

Voorbeelden van overige KRW-documenten en studies waarbij het LMG is gebruikt (meetpunten en/of data):

- Meinardi, C.R. en R. van den Berg (red.) (2004) Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water. Rapportnummer 500003006. Planbureau voor de leefomgeving.
- Kleinendorst, Th. (Royal Haskoning), A. Krikken (Royal Haskoning) en H.P. Broers (TNO) (2006). Collegiale toets KRW Meetprogramma's Grondwater. Referentie: 9R7703.BO/N00001/./DenB.
- Verhagen, F.Th., A. Krikken en H.P. Broers (2006) Draaiboek monitoring grondwater. Voor de kaderrichtlijn Water versie 1.2. 14 november 2006. Royal Haskoning in opdracht van het Ministerie van VROM. Referentie: 9S1139/R00001/ 900642/DenB.
- Verweij W., H.F.R. Reijnders, H.F. Prins, L.J.M. Boumans, M.P.M. Janssen, C.T.A. Moermond, A.C.M. de Nijs, B.J. Pieters, E.M.J. Verbruggen en M.C. Zijp (2008). Advies voor drempelwaarden. RIVM-rapport 607300005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Broers, H.P., A. Visser, J. Klein en M. Verheul (2009) Vaststellen van trends en trendomkering in grondwater ten behoeve van de KRW. Resultaten van de datering van het grondwater onder landbouwgebieden op droge zandgrond in het grondwaterlichaam Zand-Maas. Deltares rapport (concept).
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008a). Stroomgebiedbeheerplan Maas, Hoofdrapport, Bijlagen en kaarten. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. [www.kaderrichtlijnwater.nl](http://www.kaderrichtlijnwater.nl) (juni 2009).
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, (2008b). Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta, Hoofdrapport, Bijlagen en kaarten. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. [www.kaderrichtlijnwater.nl](http://www.kaderrichtlijnwater.nl) (juni 2009).
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, (2008c). Stroomgebiedbeheerplan Eems, Hoofdrapport, Bijlagen en kaarten. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. [www.kaderrichtlijnwater.nl](http://www.kaderrichtlijnwater.nl) (juni 2009).
- Nijs, A.C.M. de, P. van Beelen, A.M.A. van der Linden en S. Wuijts (2009). Selectie van stoffen voor het KRW Meetnet Grondwater. RIVM-rapport 680182001.
- E.J.W. Wattel-Koekkoek, A.C.M. de Nijs, M.C. Zijp, H.P. Broers (Deltares) en L.J.M. Boumans (2009). Representativiteit KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit, RIVM-Rapport 680721003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Nitraatrichtlijnrapportages aan EU waarin LMG wordt gebruikt:

- Fraters B, M.M. van Eerdt, D.W. de Hoop, P. Latour, C.S.M. Olsthoorn, O.C. Swertz, F. Verstraten en W.J. Willens (2000) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland. Achtergrondinformatie periode 1992-1997 voor de landenrapportage EU-Nitraatrichtlijn, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 718201003.
- Fraters B, P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, T.C. van Leeuwen, A.P.A. Mol, C.S.M. Olsthoorn, C.G.J. Schotten en W.J. Willems (2004). Agricultural practice and water quality in the Netherlands in the 1992-2002 period. Background information for the third EU Nitrate Directive Member States report, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 500003002.
- Zwart M.H., A.E.J. Hooijboer, B. Fraters, M. Kotte, R.N.M. Duin, C.H.G. Daatselaar, C.S.M. Olsthoorn en J.N. Bosma (2008). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, periode 1992-2006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 680716004.

LMG-gegevens zijn ook in sommige toetsdieptestudies meegenomen:

- Broers, H.P., J. Griffioen, W.J. Willems en B. Fraters (2004). Naar een andere toetsdiepte voor nitraat in grondwater? Achtergronddocument voor de Evaluatie Meststoffenwet 2004. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, Utrecht, TNO-rapport NITG 04-066-A.
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, B.G. van Elzakker, L.F.L. Gast, J. Griffioen, G.T. Klaver, J.A. Nelemans, G.L. Velthof en H. Veld (2006). Een nieuwe toetsdiepte voor nitraat in grondwater? Eindrapport van het onderzoek naar de mogelijkheden voor een toetsdieptemeetnet. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapport 680100005.

De laatste keer dat een vergelijkbare rapportage met dit voorliggend rapport verscheen, was in 2004 (Reijnders et al., 2004). De rapportage beschrijft de toestand van de grondwaterkwaliteit over 2000 en de verandering daarvan in de periode 1984-2000.

## 1.2 Doelstellingen van het rapport

De doelstellingen van voorliggend rapport zijn:

- Een actualisering van het landelijke beeld van de grondwaterkwaliteit (2008) ten opzichte van het landelijke beeld in 2000;
- Het beschrijven en waar mogelijk verklaren van de waargenomen verandering in grondwaterkwaliteit (trendanalyse) over de periode 1984-2008.

## 1.3 Afbakening en methodiek

In deze paragraaf worden een aantal randvoorwaarden besproken die bepalend zijn voor het resultaat van de toestandbeschrijving over 2008 en de trendanalyse over 1984-2008:

1. selectie LMG-dataset;
2. selectie RIVM-database;
3. gebruik van het LMG-datavalidatieprotocol;
4. gebiedsindeling in ecoregio's;
5. opnieuw bepalen van de representativiteit LMG en beschrijven op landelijk niveau
6. methode trendanalyse uit rapport Reijnders et al. (2004);
7. vergelijking waterkwaliteit met normen.

#### *Ad 1 Selectie LMG-dataset*

Voor deze rapportage is gekozen om gebruik te maken van alleen LMG-data. Hierdoor is het mogelijk om na acht jaar weer een landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit te maken en beschikbaar te stellen. Kwalitatief is dit op het moment het meest verantwoord, aangezien de LMG-data zijn gevalideerd volgens een transparante methode (zie paragraaf 2.3.1). Een nadeel is echter wel dat het rapport niet een op een vergelijkbaar is met Reijnders et al. (2004), omdat minder meetpunten beschikbaar zijn.

#### *Ad 2: Selectie RIVM-database*

De LMG-data zijn zowel opgeslagen in een RIVM-database als in de TNO-database 'Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond' (DINO). Bij aanvang van deze rapportage was er geen complete gevalideerde dataset 1984-2008 uit DINO voor handen. Daarom is gekozen om voor de rapportage het eigen RIVM-bestand LMG 1984-2008 te gebruiken. Dit zijn de LMG-data, die ook aangeleverd zijn aan DINO. Voordeel is dat het RIVM-bestand reeds gecontroleerd en gevalideerd is. Nadeel is dat provinciale monitoringgegevens buiten de rapportage vallen.

#### *Ad 3: LMG-datavalidatieprotocol*

De data kunnen op twee manieren worden gevalideerd. Ten eerste met behulp van het LMG-datavalidatieprotocol. Ten tweede kan gebruikgemaakt worden van een nieuw datavalidatieprotocol. In het project 'Structuren informatiestromen KRW' (Van Nieuwkerk et al., 2008) en het uitvoeringsprogramma 'Van peilbuis tot KRW-portaal' (De Poorter, 2009) is aanbevolen dat door provincies, RIVM en TNO één transparant datavalidatieprotocol ontwikkeld dient te worden. Dit door meerdere partijen gedragen protocol is nog niet voorhanden. Daarom is gekozen voor het huidige LMG-datavalidatieprotocol. Dit RIVM-validatieproces wordt reeds jaren toegepast na aanlevering van de data door het laboratorium en staat beschreven in paragraaf 2.3.1.

#### *Ad 4: Gebiedsindeling in ecoregio's*

Er is gekozen voor de indeling in ecoregio's uit Reijnders et al. (2004). Er is behoefte aan een landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit dat voor diverse doeleinden gebruikt kan worden. Om verwarring met het KRW-traject te voorkomen wordt geen gebruikgemaakt van de KRW-indeling in grondwaterlichamen, maar wordt de indeling in ecodistricten gehanteerd.

In het rapport over 1984-2000 is de gemiddelde waterkwaliteit gerapporteerd per ecoregio (indeling volgens Klijn, 1988). Ook is de representativiteit van het LMG weergegeven aan de hand van de verdeling van de meetpunten over grondgebruik, grondsoort en ecoregio's/ecodistrictgroepen die in Nederland voorkomen. Deze karakteristieken zijn gekozen omdat wordt vermoed dat al deze factoren invloed hebben op de grondwaterkwaliteit (op basis van een kwalitatief conceptueel model). Vervolgens zijn twaalf groepen gemaakt die bestaan uit de meest voorkomende combinaties van ecoregio, grondsoort en grondgebruik. Voordeel van deze aanpak is dat met behulp van proceskennis bijzonderheden in de grondwaterkwaliteit gerelateerd konden worden aan de hand van verschillen in geohydrologische karakteristieken.

#### *Ad 5: Methode beschrijven representativiteit LMG*

Representativiteit van het LMG is opnieuw uitgerekend en beschreven op landelijk niveau. Hierbij wordt dezelfde methode als in het rapport van Reijnders et al. (2004) gehanteerd, maar wordt er wel gebruikgemaakt van de recentste LGN-kaart (LGN5) en een nieuwe bodemkaart 1:50 000 uit 2006 geproduceerd door Alterra.

#### *Ad 6: Trendanalyse volgens Reijnders et al. (2004)*

Dezelfde methode voor trendanalyse als in het rapport over 1984-2000 is toegepast.



*Ad 7: Vergelijking waterkwaliteit met normen*

Normen die momenteel het meest gebruikt worden om grondwaterkwaliteit te toetsen zijn de Nederlandse normen (zoals beschreven in ‘Circulaire bodemsanering, 2009’) en de Europese normen en drempelwaarden (zie Verweij et al., 2008).

Er is echter gekozen om gemeten concentraties niet te vergelijken met EU-normen, maar met nationale normen. Drempelwaarden zijn immers afgeleid voor grondwaterlichamen en niet voor ecodistricten (Verweij et al., 2008). In paragraaf 2.4.1 worden de diverse kwaliteitsnormen verder toegelicht.

## 1.4 Aanvoer van componenten op landbouwgronden

In Reijnders et al. (2004) is een tabel opgenomen (Tabel 1.2.A ‘Aanvoer van enkele hoofdcomponenten en sporenelementen op landbouwgronden en een geschatte aanvoer in 1997’, p.12), die een overzicht geeft van de diffuse bodembelasting voor de componenten die in het LMG zijn gemeten en waarvoor kwaliteitsdoelstellingen beschikbaar zijn. Voor deze tabel is gebruikgemaakt van diverse bronnen zoals Fraters et al., 1991; Van Eerd et al., 1999; RIVM, 2000; CBS, 1998b; CBS, 1998a; Fong, 2000; CBS, 1992; Henkes, 1994; Boschloo en Stolk, 1999; Stolk, 2001. De gegevens gelden voor een periode van vijf tot vijftien jaar terug. Figuur 1.4.A toont een kopie van deze tabel. De gegevens uit deze tabel zijn nog steeds relevant, omdat het ondiepe en middeldiepe grondwater meer dan vijf jaar oud is. Tabel 1.4.A is een aanvulling op deze tabel, waarbij de stoffen stikstof, fosfor, kalium, cadmium, zink, koper, lood, chroom en nikkel zijn geactualiseerd. De gegevens zijn afgeleid van data van Statline (CBS, 2009) en Delahaye et al. (2003). De gegevens van de overige stoffen waren niet beschikbaar en konden daarom niet geactualiseerd worden.

Tabel 1.2.A: Aanvoer van enkele hoofdcomponenten en sporenelementen op landbouwgronden en een geschatte aanvoer in 1997.

| bron       | jaar    | dierlijke mest<br>g/ha.a | kunstmest<br>g/ha.a | totaal in mest op landbouw <sup>1</sup><br>g/ha.a | zuiverings-<br>slib<br>g/ha.a | bestrijdings-<br>middelen + GFT<br>g/ha.a | atmos. dep.<br>droog<br>g/ha.a | atmos. dep.<br>conc.<br>mg/L | atmos. dep.<br>nat<br>g/ha.a | atmos. dep.<br>totaal<br>g/ha.a | belasting<br>totaal<br>g/ha.a | atmos. dep.<br>% van totaal <sup>2</sup> |
|------------|---------|--------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| chloride   | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 4.2                          | 36210                        | 36210                           | -                             |                                          |
|            | 1980    |                          |                     | 148655                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     | 148655                                            |                               |                                           |                                | 3.3                          | 37062                        | 37062                           | 185717                        | 20                                       |
| sulfaat-S  | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 2.0                          | 17600                        |                                 |                               |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.9                          | 9920                         |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           | 8000                           | 0.90                         | 7072                         | 15073                           | -                             |                                          |
| zwavel     | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     | 15000                                             |                               |                                           | 8000                           | 0.90                         | 7072                         | 15073                           | 30073                         | 50                                       |
| aluminium  | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
| nitraat-N  | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.76                         | 6580                         | 6580                            | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.48                         |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           | 5740                           |                              | 4060                         | 9800                            | -                             | 2                                        |
| ammonium-N | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 1.6                          | 13860                        |                                 | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.9                          |                              |                                 | -                             |                                          |
| stikstof-N | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           | 21700                          |                              | 8260                         | 29960                           | -                             | 6                                        |
|            | 1986    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 41737                           | 541591                        | 8                                        |
|            | 1989    |                          |                     | 552429                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1995    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 38682                           | 500828                        | 8                                        |
|            | 1997    |                          |                     | 505821                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     | 483587                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 38525                           | 464831                        | 8                                        |
|            | 2000    |                          |                     | 402000                                            |                               |                                           |                                |                              |                              | 38525                           | 429348                        | 9                                        |
|            | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.01                         | 93                           | 93                              | -                             |                                          |
| totaal-P   | 1986    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 994                             | 78009                         | 1                                        |
|            | 1989    |                          |                     | 72360                                             |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1995    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 1018                            | 61077                         | 2                                        |
|            | 1997    |                          |                     | 63056                                             |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     | 58801                                             |                               |                                           |                                | 0.02                         | 155                          | 155                             | 58956                         | 0                                        |
|            | 1999    |                          |                     | 58952                                             |                               |                                           |                                |                              |                              | 1014                            | 58294                         | 2                                        |
|            | 2000    |                          |                     | 57642                                             |                               |                                           |                                |                              |                              | 1014                            | 55760                         | 2                                        |
| kalium     | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.2                          | 1638                         | 1638                            | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     | 303412                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     | 286496                                            |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1998    |                          |                     | 273222                                            |                               |                                           |                                | 0.15                         | 1681                         | 1681                            | 274902                        | 1                                        |
| arsen      | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | <0.001                       | <6.5                         | <6.5                            | -                             |                                          |
|            | 1989    | 4.2                      | 1.8                 | 6                                                 | 0.3                           |                                           |                                |                              |                              | 4.2                             | 10.5                          | 40                                       |
|            | 1997    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
| lood       | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.017                        | 143                          | 143.0                           | -                             |                                          |
|            | 1989    | 27                       | 14                  | 41                                                | 7                             |                                           |                                |                              |                              | 115                             | 163                           | 71                                       |
|            | 1997    |                          |                     | 85                                                |                               |                                           |                                |                              |                              | 14                              | 99                            | 14                                       |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0021                       |                              |                                 | -                             |                                          |
| chrom      | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | < 0.0005                     | <4.5                         |                                 | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     | 23                                                |                               |                                           |                                |                              |                              | 1.4                             | 24                            | 6                                        |
| nikkel     | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.001                        | 9.9                          | 9.9                             | -                             |                                          |
|            | 1989    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              |                                 | -                             |                                          |
|            | 1997    |                          |                     | 16                                                |                               |                                           |                                |                              |                              | 15                              | 31                            | 49                                       |
| cadmium    | 1980    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 1.0                             | 7.9                           | 13                                       |
|            | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0002                       | 1.9                          | 1.9                             | -                             |                                          |
|            | 1986    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 0.5                             | 6.5                           | 8                                        |
|            | 1989    | 2.1                      | 3.75                | 5.85                                              | 0.15                          |                                           |                                |                              |                              | 0.85                            | 6.8                           | 13                                       |
|            | 1990    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 0.5                             | 4.5                           | 11                                       |
|            | 1995    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 0.5                             | 3.1                           | 17                                       |
|            | 1997    | 1.5                      | 1                   | 2.5                                               | 0                             | 0                                         |                                |                              |                              | 0.5                             | 3                             | 17                                       |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0002                       |                              | 1                               | 3                             | 17                                       |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 1                               | 3                             | 17                                       |
|            | 2000    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 1                               | 3                             | 17                                       |
| zink       | 1980    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 128                             | 1182                          | 11                                       |
|            | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.023                        | 197                          | 197                             | -                             |                                          |
|            | 1986    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 65                              | 1178                          | 5                                        |
|            | 1989    | 665                      | 126                 | 791                                               | 46                            | 34                                        |                                |                              |                              | 43                              | 914                           | 5                                        |
|            | 1990    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 90                              | 1132                          | 8                                        |
|            | 1995    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 51                              | 1150                          | 4                                        |
|            | 1997    | 1125                     | 30                  | 1155                                              | 2                             | 50                                        |                                |                              |                              | 45                              | 1252                          | 3.6                                      |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0131                       |                              | 46                              | 1171                          | 4                                        |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 35                              | 1130                          | 3                                        |
|            | 2000    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 35                              | 1141                          | 3                                        |
| koper      | 1980    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 39                              | 670                           | 6                                        |
|            | 1983-87 |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0044                       | 38                           | 38                              | -                             |                                          |
|            | 1986    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 45                              | 566                           | 8                                        |
|            | 1989    | 340                      | 13.5                | 353.5                                             | 14.5                          | 6                                         |                                |                              |                              | 11.5                            | 388                           | 3                                        |
|            | 1990    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 25                              | 484                           | 5                                        |
|            | 1995    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 10                              | 407                           | 2                                        |
|            | 1997    | 350                      | 30                  | 380                                               | 0.5                           | 15                                        |                                |                              |                              | 10                              | 406                           | 2.5                                      |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.0013                       |                              | 10                              | 411                           | 3                                        |
|            | 1999    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 10                              | 400                           | 3                                        |
|            | 2000    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                |                              |                              | 10                              | 400                           | 3                                        |
| kwik       | 1989    | 0.25                     | 0.25                | 0.5                                               | 0.1                           |                                           |                                |                              |                              | 0.85                            | 1.45                          | 59                                       |
|            | 1997    |                          |                     | 0.3                                               |                               |                                           |                                |                              |                              | 0.1                             | 0.4                           | 33                                       |
|            | 1998    |                          |                     |                                                   |                               |                                           |                                | 0.000014                     |                              | -                               | -                             |                                          |

1: Lood, chrom, nikkel en kwik alleen overschot gevonden

2: Voor nitraat en ammonium ten opzicht van totaal stikstof

Figuur 1.4.A Kopie van Tabel 1.2.A uit Reijnders et al. (2004), genaamd 'Aanvoer van enkele hoofdcomponenten en sporenelementen op landbouwgronden en een geschatte aanvoer in 1997'.

**Tabel 1.4.A Aanvoer van enkele componenten op landbouwgronden (afgeleid van Statline van CBS, 2009).**

| Component                        | jaren | Depositie (nat)<br>g/ha.a | Mest (dierlijk mest)<br>g/ha.a | Mest (kunstmest)<br>g/ha.a |
|----------------------------------|-------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| <b>Stikstof (N)</b> <sup>1</sup> | 2000  | 16693                     | -                              | 171487                     |
|                                  | 2001  | 16906                     | -                              | 152670                     |
|                                  | 2002  | 16256                     | -                              | 148337                     |
|                                  | 2003  | 15888                     | -                              | 149140                     |
|                                  | 2004  | 15857                     | -                              | 153457                     |
|                                  | 2005  | 15998                     | -                              | 143986                     |
|                                  | 2006  | 16148                     | -                              | 150023                     |
| <b>Fosfor (P)</b> <sup>1</sup>   | 2000  | 0                         | -                              | 1366                       |
|                                  | 2001  | 0                         | -                              | 1178                       |
|                                  | 2002  | 0                         | -                              | 1067                       |
|                                  | 2003  | 0                         | -                              | 1179                       |
|                                  | 2004  | 0                         | -                              | 921                        |
|                                  | 2005  | 0                         | -                              | 1084                       |
|                                  | 2006  | 0                         | -                              | 1094                       |
| <b>Kalium (K)</b> <sup>1</sup>   | 2000  | 5059                      | -                              | 21752                      |
|                                  | 2001  | 5123                      | -                              | 21005                      |
|                                  | 2002  | 5080                      | -                              | 22352                      |
|                                  | 2003  | 5125                      | -                              | 22550                      |
|                                  | 2004  | 5115                      | -                              | 21996                      |
|                                  | 2005  | 5161                      | -                              | 20127                      |
|                                  | 2006  | 5209                      | -                              | 18232                      |
| <b>Cadmium (Cd)</b> <sup>1</sup> | 2000  | 0,5                       | 1,5                            | 1,0                        |
|                                  | 2001  | 0,5                       | 1,5                            | 0,5                        |
|                                  | 2002  | 0,5                       | 1,5                            | 0,5                        |
|                                  | 2003  | 0,5                       | 1,5                            | 0,5                        |
|                                  | 2004  | 0,5                       | 1,5                            | 0,5                        |
|                                  | 2005  | 0,5                       | 1,5                            | 0,5                        |
|                                  | 2006  | 0,5                       | 1,6                            | 1,0                        |
| <b>Zink (Zn)</b> <sup>1</sup>    | 2000  | 35,4                      | 961,1                          | 30,4                       |
|                                  | 2001  | 35,9                      | 666,0                          | 25,6                       |
|                                  | 2002  | 40,6                      | 660,4                          | 25,4                       |
|                                  | 2003  | 41,0                      | 640,6                          | 25,6                       |
|                                  | 2004  | 30,7                      | 613,8                          | 23,0                       |
|                                  | 2005  | 33,5                      | 642,5                          | 23,2                       |
|                                  | 2006  | 36,5                      | 635,5                          | 23,4                       |
| <b>Koper (Cu)</b> <sup>1</sup>   | 2000  | 10,1                      | 354,1                          | 25,3                       |
|                                  | 2001  | 10,2                      | 230,5                          | 25,6                       |
|                                  | 2002  | 10,2                      | 228,6                          | 20,3                       |
|                                  | 2003  | 10,3                      | 220,4                          | 17,9                       |
|                                  | 2004  | 10,2                      | 212,3                          | 17,9                       |
|                                  | 2005  | 10,3                      | 224,5                          | 20,6                       |
|                                  | 2006  | 10,4                      | 221,4                          | 26,0                       |
| <b>Lood (Pb)</b> <sup>2</sup>    | 2000  | -                         | 12,5                           | 2,5                        |
| <b>Chroom (Cr)</b> <sup>2</sup>  | 2000  | -                         | 20,1                           | 13,0                       |
| <b>Nikkel (Ni)</b> <sup>2</sup>  | 2000  | -                         | 33,2                           | 10,5                       |

1: Bron database Statline van CBS: <http://statline.cbs.nl/>: Mineralen in de landbouw (sectorbalans), Zware metalen op landbouwgrond en Stikstof en fosfor in Nederland.

2: Delahaye et al., (2003). Emissie van zeven zware metalen naar landbouwgrond, CBS, Voorburg/Heerlen.

## 1.5 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de gegevensverzameling en -bewerking. Als eerste volgt in paragraaf 2.1 een korte inleiding over het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG), waarbij de doelstellingen van het LMG, de opzet, de bemonsteringsfrequentie en de bemonsteringsmethode aan bod komen. Daarna is in paragraaf 2.2 uiteengezet welke analyses in het veld en in het laboratorium worden uitgevoerd. De voorbehandeling en meetmethodes worden per component gepresenteerd. In paragraaf 2.3 worden alle stappen van de dataselectie doorgesproken. Voorafgaand aan de selectie van de data vindt de kwaliteitscontrole van de LMG-data plaats. Daarna worden de data geselecteerd aan de hand van de indeling van de filters in filterdiepten en de indeling van de meetpunten in een combinatie van grondsoort, grondgebruik en ecodistrictgroep. Tevens wordt in deze paragraaf de inter- en extrapolatie van de data uiteengezet.

Paragraaf 2.4 geeft een overzicht van de gebruikte kwaliteitsdoelstellingen voor de rapportage over de kwaliteit van het ondiepe en middeldiepe grondwater en een toelichting op de methode om het percentage overschrijdingen vast te stellen. De laatste paragraaf van hoofdstuk 2 geeft een toelichting op alle kaarten, figuren en tabellen die zowel in hoofdstuk 3 als in de Bijlage worden gebruikt om de grondwaterkwaliteit te presenteren.

Hoofdstuk 3 bevat de beschrijving van de resultaten over de grondwaterkwaliteit. Per parameter wordt de grondwaterkwaliteit in een aparte subparagraaf beschreven. De volgende parameters worden behandeld: chloride, pH, sulfaat, aluminium, stikstof, nitraat, ammonium, totaal-fosfor, kalium, arseen, lood, chroom, nikkel, cadmium, zink en koper.

In het laatste hoofdstuk worden de conclusies gepresenteerd met betrekking tot het actualiseren van het landelijke beeld van de grondwaterkwaliteit in 2008 en de beschrijving en mogelijke verklaring van de waargenomen verandering in de grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008.

## **2 Gegevensverzameling en -bewerking**

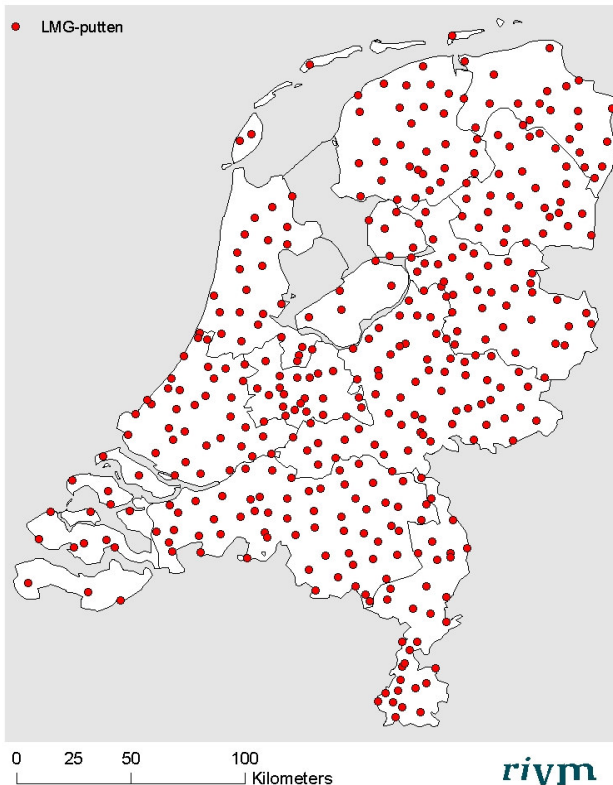
### **2.1 Locatie van meetpunten, filterdiepten en bemonstering**

Het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) is opgebouwd uit circa 350 vaste meetpunten verspreid over geheel Nederland. Binnen het LMG wordt de kwaliteit van het ondiep en middeldiep grondwater in Nederland vastgesteld. Daartoe kan op elk meetpunt via een permanent geïnstalleerde grondwaterput het grondwater opgepompt worden op dieptes van circa 10, 15 en 25 m onder maaiveld. Het LMG is ingericht tussen 1979 en 1984 door het toenmalige Rijks Instituut voor Drinkwatervoorziening (RID). In 1990 werd het RID onderdeel van het RIVM dat sinds die tijd het meetnet beheert. Met ingang van 2003 worden de monsternamen en de analyse uitgevoerd door TNO-Deltares en het gegevensbeheer door de afdeling DINO van TNO Bouw en Ondergrond. Het RIVM is verantwoordelijk voor de meetstrategie, datacontrole en validatie, de interpretatie van data en de rapportage. Het LMG wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).

De ligging van de LMG-meetpunten is weergegeven in Figuur 2.1.A. In de loop van de tijd zijn er meetpunten vervallen en nieuwe meetpunten geplaatst. In 1997 en 1998 is het LMG geoptimaliseerd, wat met name geleid heeft tot een aanpassing van de bemonsteringsfrequentie (Wever en Bronswijk, 1997 uit Reijnders et al., 2004). De bemonsteringsfrequentie is, afhankelijk van de kwetsbaarheid van het grondwater op het meetpunt, tussen de één en vier jaar voor de filters op 10 m en 25 m diepte:

- ondiepe filters in de zandgebieden worden eenmaal per jaar bemonsterd;
- ondiepe filters in de overige gebieden eens per twee jaar;
- alle diepe filters eenmaal per vier jaar;
- ondiepe filters met een chloride-concentratie groter dan 1000 mg/l worden eenmaal per vier jaar bemonsterd, ongeacht het bodemtype.

Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit



**Figuur 2.1.A** Overzicht van alle meetpunten van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit.

In Tabel 2.1.A is het aantal bemonsterde LMG-meetpunten per jaar weergegeven. In deze rapportage zijn meetpunten in gebieden met oeverinfiltratie en havenslib niet gebruikt, omdat deze niet passen in een beschrijving van het landelijke beeld.

**Tabel 2.1.A** Aantal bemonsterde meetpunten van LMG in de periode 1984-2008 exclusief de putten in gebieden met oeverinfiltratie en havenslib.

| Planjaar | aantal | Planjaar | aantal |
|----------|--------|----------|--------|
| 1984     | 337    | 1997     | 339    |
| 1985     | 336    | 1998     | 271    |
| 1986     | 336    | 1999     | 319    |
| 1987     | 334    | 2000     | 207    |
| 1988     | 342    | 2001     | 321    |
| 1989     | 336    | 2002     | 254    |
| 1990     | 343    | 2003     | 313    |
| 1991     | 347    | 2004     | 209    |
| 1992     | 346    | 2005     | 333    |
| 1993     | 332    | 2006     | 252    |
| 1994     | 276    | 2007     | 305    |
| 1995     | 343    | 2008     | 206    |
| 1996     | 327    |          |        |

### Bemonstering

De bemonstering van de LMG-meetpunten is uitgevoerd volgens een 'Standaard Operating Procedure' genaamd 'Grondwaterbemonstering in het kader van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit' en binnen het RIVM bekend onder het SOPnummer LVM-BW-P409 (revisie 3). In deze procedure zijn de volgende onderdelen vastgelegd:

- voorbereiding in het veld (bijvoorbeeld het nameten van de hoogte van de beschermkoker en peilbuisdiepte);
- doorpompen en monsternamen;
- veldmetingen na monsternamen (pH, EGV, zuurstof en bicarbonaat);
- conservering en vervoer.

De manier van conservering is mede afhankelijk van het laboratorium waar de monsters worden geanalyseerd. In paragraaf 2.2 wordt de conservering van de monsters verder toegelicht.

In de periode 1984-2008 heeft de bemonstering van het LMG altijd volgens een Standaard Operating Procedure plaatsgevonden. Wel zijn in de loop der jaren in deze procedure wijzigingen doorgevoerd. In de SOP is weergegeven of en wanneer er een revisie heeft plaatsgevonden, waarmee teruggezocht kan worden welke wijzigingen wanneer zijn doorgevoerd.

## 2.2 Chemische analyse

De grondwatermonsters worden op een groot aantal parameters geanalyseerd zowel direct in het veld als later in het laboratorium. In het veld worden de zuurgraad (pH), temperatuur, elektrisch geleidingsvermogen (EGV), zuurstof en bicarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ) bepaald.

In het laboratorium worden macro- en anorganische microcomponenten bepaald:

- macrocomponenten  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ , Cl, K, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, totaal-fosfor en DOC
- anorganische microcomponenten Ba, Sr, Zn, Al, Cd, Ni, Cr, Cu, As en Pb

Daarnaast zijn er ook incidentele meetprogramma's uitgevoerd waarbij onder andere bestrijdingsmiddelen geanalyseerd zijn.

Met ingang van 2003 worden de analyses uitgevoerd door het laboratorium TNO/Universiteit Utrecht. Tabel 2.2.A toont de overeenkomsten en verschillen in de werkwijze van voorbehandeling en analysetechnieken tussen het RIVM-laboratorium en het TNO/Universiteit Utrecht-laboratorium.

**Tabel 2.2.A Overzicht van de RIVM en TNO wijze van voorbehandeling en analysetechniek. Alle monsters zijn in het veld gefiltreerd over een filter van 0,45 µm en gekoeld.**

| Parameter              | Voorbehandeling                                                                             | Meetmethode                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Al                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| As                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| Ba                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| Ca                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: ICP-OES                |
| Cd                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| Cl                     |                                                                                             | IC                                          |
| Cr                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| Cu                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| DOC                    | RIVM: aangezuurd met H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>TNO: niet aangezuurd                 | infrarood<br>-                              |
| Fe                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: ICP-OES                |
| pH lab                 |                                                                                             | pH-meter                                    |
| K                      | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: ICP-OES                |
| Mg                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: ICP-OES                |
| Mn                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| NH <sub>4</sub>        | RIVM: aangezuurd met H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>TNO: aangezuurd met HNO <sub>3</sub> | Autoanalyzer                                |
| NO <sub>3</sub>        | RIVM: aangezuurd met H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>TNO: niet aangezuurd                 | IC                                          |
| Na                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: ICP-OES                |
| Ni                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| P-tot                  | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | RIVM: ICP-MS<br>TNO: Autoanalyzer / ICP-OES |
| Pb                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| SO <sub>4</sub>        | -                                                                                           | IC                                          |
| Sr                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| Zn                     | aangezuurd met HNO <sub>3</sub>                                                             | ICP-MS                                      |
| <b>Veldparameters:</b> |                                                                                             |                                             |
| Zuurstof               |                                                                                             | zuurstofmeter                               |
| Temperatuur            |                                                                                             | EC-meter                                    |
| EC                     |                                                                                             | EC-meter                                    |
| pH                     |                                                                                             | pH-meter                                    |
| Bicarbonaat            | gefiltreerd                                                                                 | Mettler 50DL titrator                       |

In Tabel 2.2.B is een overzicht gegeven van het aantal waarnemingen in de LMG-meetpunten per component en per jaar voor de periode 1979-2008. De putten in gebieden met oeverinfiltratie en havenslib zijn buiten het overzicht gelaten.



**Tabel 2.2.B Aantal waarnemingen in ondiepe meetpunten van LMG per component uit de periode 1984-2008 (exclusief oeverinfiltratie en havenslib).**

| Component/jaren         | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ca                      | 329  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| K                       | 329  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Mg                      | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Na                      | 329  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| NH <sub>4</sub>         | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 0    | 271  | 340  | 324  |
| Fe                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Mn                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| pH (lab)                | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 0    | 0    | 0    | 0    |
| pH (veld)               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 318  | 270  | 340  | 324  |
| DOC                     | 0    | 330  | 334  | 332  | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 0    | 0    |
| EC                      | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 0    | 0    | 0    | 0    |
| EC (veld)               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 318  | 271  | 340  | 324  |
| Cl                      | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| SO <sub>4</sub>         | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| HCO <sub>3</sub>        | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 0    | 1    | 340  | 12   |
| HCO <sub>3</sub> (veld) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 275  |
| NO <sub>3</sub>         | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| P <sub>tot</sub>        | 332  | 328  | 334  | 332  | 335  | 331  | 335  | 341  | 4    | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Al                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| As                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 1    | 340  | 324  |
| Ba                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Cd                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 340  | 336  | 0    | 271  | 340  | 324  |
| Cr                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 4    | 0    | 1    | 340  | 324  |
| Cu                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 0    | 271  | 340  | 324  |
| Ni                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 0    | 1    | 340  | 324  |
| Pb                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 339  | 336  | 0    | 271  | 0    | 0    |
| Sr                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
| Zn                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 335  | 341  | 336  | 326  | 271  | 340  | 324  |
|                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Component/jaren         | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |      |
| Ca                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| K                       | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| Mg                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| Na                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| NH <sub>4</sub>         | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| Fe                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| Mn                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| pH (lab)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| pH (veld)               | 337  | 220  | 311  | 206  | 314  | 210  | 308  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| DOC                     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3    | 0    | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| EC                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| EC (veld)               | 337  | 220  | 310  | 206  | 313  | 209  | 308  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| Cl                      | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 204  | 302  | 203  |      |
| SO <sub>4</sub>         | 337  | 220  | 315  | 206  | 319  | 212  | 309  | 204  | 332  | 205  | 302  | 203  |      |
| HCO <sub>3</sub>        | 1    | 14   | 17   | 22   | 13   | 3    | 0    | 0    | 0    | 205  | 302  | 203  |      |
| HCO <sub>3</sub> (veld) | 330  | 206  | 301  | 184  | 302  | 207  | 308  | 204  | 331  | 178  | 301  | 203  |      |

|                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NO <sub>3</sub> | 336 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Ptot            | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Al              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| As              | 337 | 225 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Ba              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Cd              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Cr              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Cu              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Ni              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Pb              | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Sr              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |
| Zn              | 337 | 220 | 315 | 206 | 319 | 212 | 309 | 204 | 332 | 205 | 302 | 203 |

## 2.3 Selectie van gegevens

### 2.3.1 Kwaliteitscontrole LMG-databestand

De data, die zijn gebruikt voor de meerjarenrapportage zijn afkomstig uit de LMG-databank van het RIVM. De database-administrator (DBA) verzorgt de kwaliteitscontrole van de databank volgens onderstaande stappen:

1. Datacontrole vóór de invoer in de LMG-databank.  
De aangeleverde bestanden ('bronbestanden') worden op een centrale plaats opgeslagen en omgezet met behulp van scripts naar invoerfiles voor de LMG-databank. Bronbestanden worden direct of indirect toegestuurd door het analyserende lab. Tijdens het draaien van deze scripts vinden verschillende controles plaats.
2. Datacontrole tijdens de invoer in de LMG-databank.  
Stam- en analysegegevens worden gecontroleerd (bijvoorbeeld putnummer, filternummer, coördinaten).
3. Datacontrole ná de invoer in de LMG-databank.  
De uitvoer uit de LMG-databank wordt na de invoer gecontroleerd.

#### *Ad 1. Voorafgaand aan invoer in de LMG-databank*

Standaard vinden de volgende controles plaats:

- onjuist formaat, bijvoorbeeld een onvolledig bestand of numerieke informatie in een tekstveld;
- bestaan van meetpunt en filter;
- dubbele analyses per filter per parameter per planjaar;
- verschillende datum per filter per planjaar;
- verschillend lims-nummer (= labnummer) per filter per lab per planjaar;
- onwaarschijnlijke filterdiepte per filter ten opzichte van de filterdiepte tijdens putinstallatie;
- opgave stamgegevens in verband met eerdere opgave stamgegevens. Bijvoorbeeld de filterdiepten van de aangeleverde bestanden worden vergeleken met de filterdiepten in de LMG-databank;
- meetpunten die inmiddels zijn vervangen.
- bemonsterde filters van achtereenvolgende planjaren per put;
- hoogte bovenkant buis in relatie tot de filterdiepte;
- onjuist kaartblad per x,y-coördinaat;
- onjuist watertype per Cl-gehalte: het chloridegehalte wordt vergeleken met het watertype (zoet, matig brak, brak of zout) dat per filter is opgeslagen in de LMG-databank;

- onjuiste provincie per x,y-coördinaat;
- onwaarschijnlijk verloop van de parameterwaarden per putfilter:
  - extremen;
  - mogelijke put-, filter- of stofwisselingen;
  - ionenbalans;
  - vergelijking EC-berekend met EC-gemeten;
  - vergelijking veld en labparameters;
  - vergelijking diepe en ondiepe metingen aan hetzelfde putfilter;
  - visuele inspectie grafieken (x=jaar-decimaal y=parameter per alle parameters tegelijk).

*Ad 2 Datacontrole tijdens de invoer in de LMG-databank*

Stam- en analysegegevens worden gecontroleerd. Voor de stamgegevens wordt bijvoorbeeld gecontroleerd of ze de juiste opties bevatten voor bodemgebruik, bodemtype, filternummer, meetnetnummer, meetnetcode, coördinaten en provincie-aanduiding. Voor de analysegegevens betekent dit een controle op filternummer, meetnetnummer en stofnaamcode.

*Ad 3. Datacontrole na de invoer in de LMG-databank*

De uitvoer uit de LMG-databank wordt na de invoer als volgt gecontroleerd:

- Steekproefsgewijs worden deze data vergeleken met de bronfiles;
- In zijn geheel worden de stam- en analysegegevens vergeleken met de direct uit de bronfiles geconformeerde LMG-ASCII-files.

## **2.3.2 Filterdiepte-indeling**

De filters van de meetpunten van het LMG zijn geclassificeerd naar hun diepte onder de gemiddelde grondwaterspiegel. Waarnemingen in het ondiepe grondwater zijn afkomstig van filters in een grondwaterlaag van 10 m te rekenen vanaf de grondwaterstand (GWS). Als de GWS ondieper is dan 1 m onder maaiveld (m-mv), dan wordt uitgegaan van een GWS op 1 m-mv. Filters ondieper dan 10 m-mv moeten tenminste 2 meter water boven de bovenkant van het filter hebben, aangezien de bovenste 2 m van de verzadigde zone als bovenste grondwater worden beschouwd. Middeldiep grondwater is een waterlaag van 20 m aansluitend op 10 m ondiep grondwater. De bovenkant van de filters in het middeldiepe grondwater liggen tenminste 15 meter onder maaiveld. Zie ook Figuur 2.3.A voor een schematische weergave van de indeling in filterdiepten.

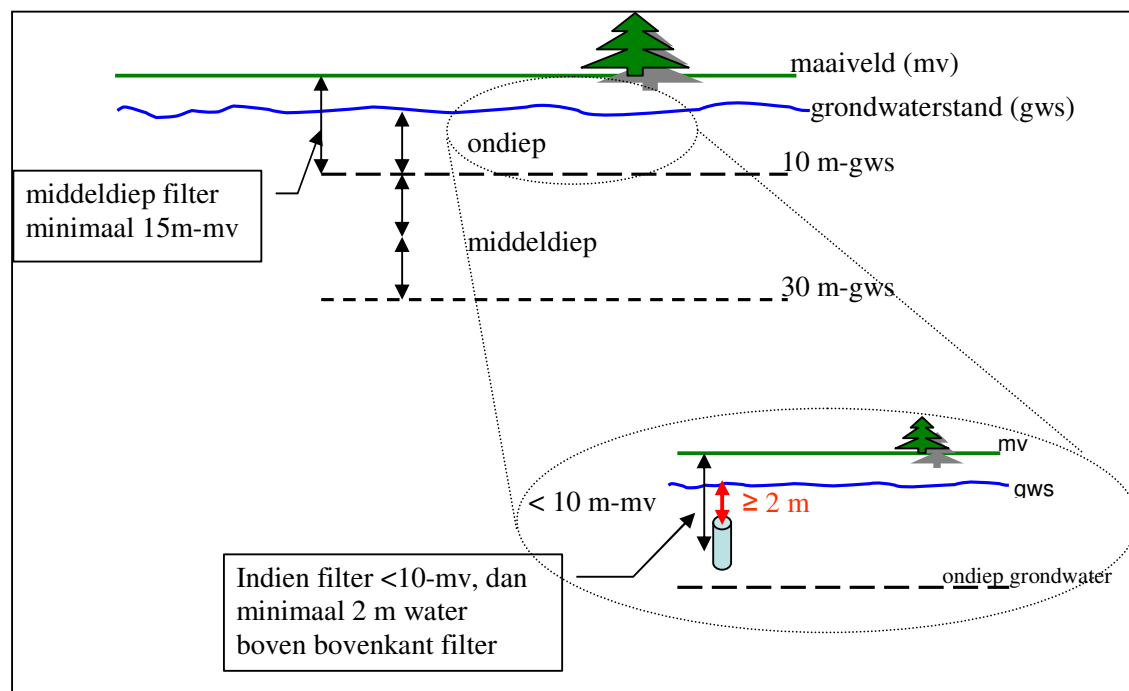
Overige criteria die bepalen of een filter bruikbaar is voor dit onderzoek, zoals filterlengte of maximale filterdiepte) worden verder toegelicht in Bijlage A.

In het onderzoek van Reijnders et al. (2004) zijn alleen meetpunten in de selectie meegenomen die zowel in het ondiepe als in het middeldiepe dieptetraject een waarnemingsfilter beschikbaar hebben. Hiermee wordt bereikt dat de aantallen waarnemingen waaruit voor ondiep en middeldiep grondwater statistische maten worden berekend, vergelijkbaar zijn en daardoor de statische maten beter vergelijkbaar zijn. In Zuid-Limburg kon niet aan deze voorwaarde worden voldaan, omdat er dan geen waarnemingen meer zouden zijn geselecteerd.

Daarnaast is in dit onderzoek gecontroleerd of een filter waarnemingen bevat uit een aaneengesloten reeks van vier jaar aan het einde van de periode 1984-2000. Deze eis is toentertijd gesteld om enig inzicht te hebben in de variatie van de concentraties en op grond daarvan eventuele extreme afwijkingen te kunnen elimineren.

In het voorliggende onderzoek zijn deze twee criteria losgelaten. De reden hiervoor is de geringere beschikbaarheid van waarnemingen. In dit onderzoek is gekozen om alleen LMG- en geen PMG-meetpunten te beschouwen. Minder putten in de selectie zorgen er voor dat er minder waarnemingen

beschikbaar zijn, en hebben grotere betrouwbaarheidsintervallen voor percentage Oppervlakte Boven de Streefwaarde (OBS) tot gevolg. Brede betrouwbaarheidsintervallen levert te weinig differentiatie van de gebieden op. In paragraaf 2.4.2 wordt hier verder op ingegaan.



**Figuur 2.3.A** Schematische weergave van de indeling van de filters in de diepteklassen 'ondiep' en 'middeldiep'.

Bovenstaande selectiecriteria resulteren in een beschikbaarheid van 310 ondiepe en 334 middeldiepe filters (zie Tabel 2.3.A).

**Tabel 2.3.A** Verdeling en aantallen filters over de dieptetrajecten ondiep en middeldiep.

| Indeling   | Aantal filters | Aantal putten |
|------------|----------------|---------------|
| Ondiep     | 310            |               |
| Middeldiep | 334            |               |
| Totaal:    | 644            | 345           |

### 2.3.3 Indeling in grondsoort, grondgebruik en gebiedscode

Aan alle afzonderlijke LMG-meetpunten zijn codes gekoppeld over het grondgebruik, de grondsoort en gebiedscodes. Deze informatie is afkomstig van vereenvoudigde digitale kaarten. In Bijlage A wordt uitgelegd hoe deze vereenvoudigde kaarten tot stand zijn gekomen.

De koppeling van deze datatypen aan de meetpunten is in een aantal stappen uitgevoerd.

1. Allereerst zijn alle unieke LMG-meetpunten uit het LMG-databestand gefilterd. Met behulp van ArcGis zijn grondsoort, grondgebruik en ecodistrictgroepen en ecoregio's binnen een straal van 250 m om het meetpunt bepaald. Binnen de cirkel kunnen één of meerdere typen of

- klassen voorkomen. (bijvoorbeeld met betrekking tot grondgebruik: akkerbouw en bebouwd). Daarom zijn in GIS de oppervlakten per type bepaald.
2. In Excel is aansluitend voor iedere cirkel (ofwel voor ieder meetpunt) het oppervlaktepercentage uitgerekend (bijvoorbeeld 80% akkerbouw en 20% bebouwd). Indien het oppervlaktepercentage gelijk of groter dan 75% is, wordt deze eigenschap aan de locatie toegekend. Indien het oppervlaktepercentage kleiner is dan 75%, dan is op basis van de berekende percentages, de achtergrondinformatie uit de LMG-database (gebruikte kolommen: bodemgebruik, bodemtype, landgebruik\_landsat, groep\_grondgebruik en grondsoort\_bodemkaart) en het kaartbeeld een beslissing gemaakt.

In Reijnders et al. (2004) is gebruikgemaakt van oudere digitale kaarten met betrekking tot landgebruik en grondsoort. Voor grondgebruik is toen gebruik gemaakt van LGN3 uit 1999 en voor de grondsoort van de digitale bodemkaart 1:50 000 uit 1992. Nu is voor grondgebruik LGN5 gebruikt en voor grondsoort de bodemkaart 1:50 000 uit 2006. Voor het bepalen van de ecodistrictgroepen en ecoregio's zijn in deze studie wel dezelfde bestanden geraadpleegd als in Reijnders et al. (2004).

Ecodistricten zijn geaggregeerd naar ecodistrictgroepen die weer geaggregeerd zijn naar ecoregio's (zie Bijlage A). Dit is gedaan om per gebied meer waarnemingen beschikbaar te hebben, waardoor betrouwbaarheidsintervallen kleiner worden. De grondwaterkwaliteit wordt per ecodistrictgroep beschreven. Per ecoregio is onderscheid gemaakt naar combinaties van grondsoort en grondgebruik. Gebieden met eenzelfde grondsoort en bodemgebruik binnen een ecoregio wordt een homogeen deelgebied genoemd. De grondwaterkwaliteit wordt ook per homogeen deelgebied beschreven.

Tabel 2.3.B en Tabel 2.3.C tonen de verdeling van de putten over respectievelijk de ecodistrictgroepen en de combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's. Putten die vervangen zijn door een nieuwe put zijn in deze overzichten slechts één keer meegeteld. Van de in totaal 345 beschikbare putten (zie Tabel 2.3.A) vallen er 22 putten in ecodistrictgroep 'niet ingedeeld/stedelijk gebied'. Deze ecodistrictgroep wordt in deze rapportage buiten beschouwing gelaten. Dit betekent dat er 323 putten (345 minus 22) in de analyse worden meegenomen.

**Tabel 2.3.B Verdeling van het aantal meetpunten en oppervlakte per eco-districtgroep.**

| groepnr. | ecodistrictgroep                                   | meetpunten |     | oppervlakte |
|----------|----------------------------------------------------|------------|-----|-------------|
|          |                                                    | aantal     | %   | %           |
| 1        | duinen en strandwallen                             | 15         | 5   | 2,3         |
| 2        | laagveengebieden                                   | 27         | 8   | 8,8         |
| 3        | polders en droogmakerijen                          | 17         | 5   | 7,5         |
| 4        | zeekleigebieden                                    | 43         | 13  | 20,7        |
| 5        | rivierengebied                                     | 29         | 9   | 9,5         |
| 6        | beekdalcomplexen                                   | 9          | 3   | 1,9         |
| 7        | hoogveengebied                                     | 19         | 6   | 4,3         |
| 8        | Gelderse Vallei en Veluwezoom                      | 10         | 3   | 2,4         |
| 9        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 29         | 9   | 8,0         |
| 10       | keileengebieden                                    | 39         | 12  | 12,0        |
| 11       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                      | 20         | 6   | 4,8         |
| 12       | Centrale Slenk                                     | 22         | 7   | 6,2         |
| 13       | zuidwestelijk zandgebied                           | 16         | 5   | 4,6         |
| 14       | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 22         | 7   | 5,2         |
| 15       | Krijt- en lössgebied                               | 6          | 2   | 1,6         |
| Totaal   |                                                    | 323        | 100 | 100         |

De verdeling van de putten over de ecodistrictgroepen komt vrij goed overeen met het oppervlaktepercentage, met uitzondering van de zeekleigebieden (Tabel 2.3.B). Het aantal meetpunten in de zeekleigebieden is ondervertegenwoordigd.

Met de keuze van de homogene gebieden, zoals getoond in Tabel 2.3.C, blijkt dat 77% (250 van 323) van de beschikbare en geschikte LMG-meetpunten zijn gebruikt voor de indeling in combinatie van grondsoort, grondgebruik en ecoregio. De overige 23% valt buiten de geselecteerde homogene gebieden. Deze combinaties voldeden niet aan het criterium dat een homogeen deelgebied minimaal zeven meetpunten moet bevatten. Zie voor verdere toelichting Bijlage A, paragraaf A.5.2.

**Tabel 2.3.C Verdeling van het aantal meetpunten en oppervlakte per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio (homogeen deelgebied).**

| groep<br>nr. | code     | ecoregio<br>nr naam        | grondgebruik<br>klasse | grondsoort<br>klasse | meetpunten<br>aantal % | opper-<br>vlakte<br>% |
|--------------|----------|----------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1            | b/dz     | 5 duinen en strandwallen   | bos/natuur             | (duin)zand           | 9 4                    | 1,8                   |
| 2            | g-m/v    | 4 zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs              | veen                 | 16 6                   | 6,9                   |
| 3            | g-m/zk   | 4 zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs              | zeeklei              | 13 5                   | 11,6                  |
| 4            | a/zk     | 4 zeeklei-, laagveengebied | akkerbouw              | zeeklei              | 25 10                  | 15,0                  |
| 5            | s/antr   | 4 zeeklei-, laagveengebied | bebouwd                | antropogeen          | 8 3                    | 3,3                   |
| 6            | g-m/rk   | 3 rivierengebied           | gras/maïs              | rivierklei           | 14 6                   | 6,2                   |
| 7            | g-m/z    | 2 zandgebieden             | gras/maïs              | zand                 | 77 31                  | 27,2                  |
| 8            | a/z      | 2 zandgebieden             | akkerbouw              | zand                 | 9 4                    | 7,0                   |
| 9            | b/z      | 2 zandgebieden             | bos/natuur             | zand                 | 48 19                  | 13,1                  |
| 10           | s/z      | 2 zandgebieden             | bebouwd                | zand                 | 8 3                    | 1,3                   |
| 11           | g-m/m    | 2 zandgebieden             | gras/maïs              | moerig               | 9 4                    | 2,9                   |
| 12           | s/antr-z | 2 zandgebieden             | bebouwd                | antropogeen          | 14 6                   | 3,7                   |
| totaal       |          |                            |                        |                      | 250 100                | 100                   |

### 2.3.4 Data inter- en extrapolatie

Hoe meer waarnemingen beschikbaar zijn, hoe groter de kans is dat tussen gebieden verschillen worden gevonden. Omdat de meetfrequentie van het LMG, sinds de optimalisatie in 1997, minimaal eens in de vier jaar bedraagt, zijn niet voor elk jaar waarnemingen beschikbaar.

#### *Toestandbepaling*

Als de waarneming uit 2008 ontbreekt, wordt de meest recente beschikbare waarneming tot maximaal twee jaar terug voor dit jaar ingevuld. Dit betekent dat de ontbrekende waarneming wordt ingevuld met een waarneming uit 2007 of uit 2006. Als ook deze niet beschikbaar zijn, dan blijft het dataveld in 2008 leeg. Voor het bepalen van %OBS in 1984 is ook de datareeks van 1984, voor zover nodig en mogelijk, aangevuld met waarnemingen uit 1985 of 1986. Voor het bepalen van %OBS in 1990 is de datareeks van 1990, voor zover nodig en mogelijk, aangevuld met waarnemingen uit 1991 of 1992.

#### *Trendbepaling*

Indien een waarneming van een chemische parameter van het grondwater uit een filter is vastgesteld in 1993 of eerder en in 2004 of later dan zijn de waarnemingen geselecteerd om een trend te berekenen. Dit wil zeggen dat het verschil tussen de eerste en laatste waarneming is berekend en dat een correlatie tussen de waarnemingen en de tijd is berekend.

Daarnaast zijn grafieken gemaakt waarin per jaar het percentage waarnemingen boven de streefwaarde per ecodistrictgroep is weergegeven. Hiertoe zijn filters geselecteerd waarvoor gedurende de hele periode waarnemingen beschikbaar zijn. De minimale meetfrequentie bedraagt eenmaal per vier jaar. Daarom is voor alle jaren met een ontbrekende waarde in het voorafgaande jaar gezocht naar een waarde en indien beschikbaar is deze waarde voor het betreffende jaar ingevuld. Vervolgens is voor alle resterende ontbrekende waarden in het volgende jaar gezocht en daarna weer in het voorafgaande jaar en tenslotte weer in het volgende jaar. Tot slot is voor ontbrekende waarden in het jaar 2007 in het jaar 2006 gezocht en voor 2008 in 2007.

## 2.4 Kwaliteitsdoelstellingen en percentage oppervlakte boven de streefwaarde

### 2.4.1 Kwaliteitsdoelstellingen

De kwaliteitsdoelstellingen van het voorliggende rapport zijn afgeleid van de LMG-meerjarenrapportage over 1984-2000 (Reijnders et al, 2004). In Reijnders et al. (2004) zijn de kwaliteitsdoelstellingen in volgorde van prioriteit ontleend aan de circulaire Streefwaarden en Interventiewaarden Bodemsanering (circulaire SIB, VROM, 2000), de notitie Integrale Normstelling Stoffen Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht (INS-notitie, Stuurgroep Integrale Normstelling Stoffen, 1999), het Beleidsstandpunt over de Notitie MILieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA-notitie, Tweede Kamer der Staten Generaal en VROM, 1992) en het Besluit van 9 januari tot wijziging Waterleidingbesluit (VROM, 2001).

Na 2001 hebben er geen wijzigingen meer plaatsgevonden in het Waterleidingbesluit in verband met de richtlijn over de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. In onderstaande tabel zijn de drinkwaternormen opgenomen (Tabel 2.4.A). Ten opzichte van de waarden in Tabel 2.4.A in Reijnders et al. (2004) zijn wel twee aanpassingen. Ten eerste was in het rapport van 2004 voor pH geen waarde ingevuld. En ten tweede was de maximale waarde van ammonium in een verkeerde eenheid weergegeven (in mg/l in plaats van mg N/l). In onderstaande tabel is dat gecorrigeerd.

Sinds april 2009 is de nieuwe 'Circulaire Bodemsanering 2009' van kracht. In Tabel 1 van Bijlage I van deze circulaire zijn de streefwaarden voor grondwater weergegeven. De getallen voor de streefwaarden voor grondwater, zoals weergegeven in de Bijlage van de circulaire, zijn een op een overgenomen uit de circulaire Streefwaarden en Interventiewaarden Bodemsanering (2000). De streefwaarden zijn afgeleid binnen het project Integrale Normstelling Stoffen (INS) en zijn in december 1997 gepubliceerd (Ministerie van VROM, 1997). Bovenstaande betekent dat de waarden uit de Circulaire bodemsanering 2009 overeenkomen met de waarden zoals weergegeven in Tabel 2.4.A.

Aangezien er geen wijzigingen hebben plaatsgevonden in de kwaliteitsdoelstellingen wordt in deze rapportage over de kwaliteit van het ondiepe en middeldiepe grondwater uitgegaan van dezelfde kwaliteitsdoelstellingen als in het rapport Reijnders et al. (2004).



**Tabel 2.4.A Kwaliteitsdoelstellingen.**

| component                                                           | Circulaire Bodemsanering 2009 <sup>1</sup> |      | wijziging 2001 Waterleiding-besluit | kwaliteitsdoelstelling (in dit rapport en Reijnders et al, 2004) | Range bepalingen-grenzen | eenheid          |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
|                                                                     | ondiep                                     | diep |                                     |                                                                  |                          |                  |
| Chloride                                                            | 100                                        | 100  | 150                                 | 100                                                              | <0,11 en <0,106          | mg/l             |
| pH <sup>5</sup>                                                     |                                            |      | 7,0<pH<9.5                          | 5                                                                | -                        | -                |
| Sulfaat                                                             |                                            |      | 150                                 | 150                                                              | <0,048 tot <1            | mg/l             |
| Aluminium                                                           |                                            |      | 200                                 | 200                                                              | <1 tot <500              | µg/l             |
| Nitraat-N                                                           |                                            |      | 11,3 <sup>3</sup>                   | 5.6                                                              | Van <0,01 tot <0,3       | mg N/l           |
| Ammonium-N<br>zandgebieden <sup>2</sup><br>klei- en<br>veengebieden |                                            |      | 0,16 <sup>3</sup>                   | 2<br>10                                                          | Van <0,01 tot <0,241     | mg N/l<br>mg N/l |
| P-totaal<br>zandgebieden <sup>2</sup><br>klei- en<br>veengebieden   |                                            |      |                                     | 0.4<br>3                                                         | Van <0,0003 tot <0,32    | mg/l<br>mg/l     |
| Kalium                                                              |                                            |      | 12 <sup>4</sup>                     | 12                                                               | Van <0,001 tot <1,21     | mg/l             |
| Arseen                                                              | 10                                         | 7.2  | 10                                  | 10                                                               | Van <0,02 tot <1,5       | µg/l             |
| Lood                                                                | 15                                         | 1.7  | 10                                  | 15                                                               | Van <0,01 tot <4         | µg/l             |
| Chroom                                                              | 1                                          | 2.5  | 50                                  | 1                                                                | Van <0,01 tot <14        | µg/l             |
| Nikkel                                                              | 15                                         | 2.1  | 20                                  | 15                                                               | <0,001 tot <10           | µg/l             |
| Cadmium                                                             | 0,40                                       | 0,06 | 5                                   | 0.40                                                             | <0,0002 tot <1           | µg/l             |
| Zink                                                                | 65                                         | 24   | 3000                                | 65                                                               | Van <0,05 tot <13,078    | µg/l             |
| Koper                                                               | 15                                         | 1.3  | 2000                                | 15                                                               | Van <0,004 tot <2,29     | µg/l             |

1: Streefwaarde voor grondwater uit Tabel 1 van de Circulaire Bodemsanering 2009. Ondiep grondwater is grondwater <10m-mv en diep grondwater is >10m-mv;

2: Zandgebieden inclusief duinen en strandwallen, rivierengebied en Krijt- en lössgebied. (Dit zijn resp. de ecodistrictgroepnummers 6 t/m14, 1, 5 en 15);

3: Maximum waarde nitraat en ammonium zijn omgerekend naar mg N/l. In Waterleidingbesluit (2001) zijn de volgende waarden opgenomen: 50 mg/l NO<sub>3</sub> en 0,20 mg/l NH<sub>4</sub>;

4: Uit Normen voor het Waterbeheer, Achtergronddocument NW4, CIW, mei 2000;

5: Toetsingswaarde voor pH is ontleend aan Van Drecht et al (1996).

## 2.4.2 Percentage oppervlakte boven de streefwaarde (%OBS)

De gemeten concentraties in ecodistrictgroepen (Tabel 2.3.B) en homogene gebieden (Tabel 2.3.C) zijn vergeleken met de milieukwaliteitsdoelstellingen uit Tabel 2.4.A. Meestal is deze doelstelling gelijk aan de streefwaarde voor ondiep grondwater. Daarom wordt in dit rapport gesproken over de 'streefwaarde' in plaats van doelstelling.

Indien we ervan uitgaan dat de realisatie van de meetpuntlocaties niet uitzonderlijk is in vergelijking met een willekeurige loting, dan kunnen per ecodistrictgroep en per homogeen deelgebied de percentages waarnemingen boven de streefwaarde (%WBS) geïnterpreteerd worden als percentages oppervlakte boven de streefwaarde (%OBS). Vervolgens kunnen ook de 80%-betrouwbaarheidsintervallen worden bepaald voor %OBS (methode BINO, zie Van Drecht et al, 1994). Voor gewogen gemiddelde percentages, die zijn berekend voor ecodistricten, kunnen met de gebruikte methode geen 80%-betrouwbaarheidsintervallen worden bepaald. Er is gewogen naar het percentage oppervlakte van de landgebruiktypen landbouw, natuur en bebouwd.

## 2.5 Toelichting bij kaarten, figuren en tabellen

De resultaten worden gepresenteerd in verschillende tabellen en figuren in zowel hoofdstuk 3 als in Bijlage B. De kaarten in hoofdstuk 3 beschrijven het percentage oppervlakte boven de streefwaarde (%OBS) per ecodistrictgroep. In een tabel in de bijlage wordt de verandering daarin aangegeven. In de figuren en tabellen in de Bijlage zijn ook de 80%-betrouwbaarheidsintervallen van het %OBS gegeven.

*Kaarten en tabellen hoofdttekst:*

1. Toestand: Kaarten van gewogen %OBS per eco-districtgroep in het jaar 2008 (zie hoofdstuk 3);

*Figuren en tabellen in de Bijlage:*

2. Toestand: 80%-betrouwbaarheidsintervallen (BI) voor het (niet-gewogen) %OBS per eco-districtgroep in 2008 (zie Figuren A in Bijlage B);
3. Toestand: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor:
  - de gemiddelde concentratie (zie Figuren B in Bijlage B);
  - %OBS per homogeen deelgebied voor ondiep en middeldiep grondwater (zie Figuren B in Bijlage B);
4. Verschil: Tabellen met het verschil in het gewogen %OBS per eco-districtgroep tussen 1984 en 2008, voor de metalen tussen 1990 en 2008 of voor pH-veld tussen 1993-2008 (zie Tabellen A in Bijlage B);
5. Verandering: Verandering van de gemiddelde concentratie beoordeeld op basis van de combinatie van de lineaire samenhang met de tijd en de gemiddelde verandering tot 2008, voor de metalen tussen 1990 en 2008 en voor pH-veld tussen 1993 en 2008 (zie Tabellen B in Bijlage B);
6. Verandering: Verloop met de tijd van het percentage waarnemingen met overschrijding van de streefwaarde (%WBS) per ecodistrictgroep ingedeeld naar Noord, Midden, West en Zuid Nederland en geheel Nederland (zie Figuren C in Bijlage B).

De totstandkoming van de figuren en tabellen uit de Bijlage wordt toegelicht in Bijlage B 'Grondwaterkwaliteit en onzekerheid per component' (Bijlage B, paragraaf 2.1).

Hoofdstuk 3 bestaat per component uit een subparagraaf 'Inleiding', 'Toestand', 'Trend' en 'Toelichting'. Voor deze laatste drie subparagrafen wordt hieronder kort de inhoud weergegeven.

*Ad Toestand*

In hoofdstuk 3 is de grondwaterkwaliteit per component, ecodistrictgroep en filterdiepte in kaart gebracht. In Figuren A is het kaartbeeld van het %OBS weergegeven. Het %OBS is berekend als gewogen gemiddelde van het %OBS per landgebruik: landbouw, natuur en bebouwd. In de

toelichtingen van de tabellen en figuren worden gebieden met een %OBS van meer dan 10% beschreven.

#### *Ad Trend*

Per component zijn Tabellen B (in Bijlage B) gemaakt waarin per homogeen deelgebied en per ecodistrict de gemiddelde verandering per tien jaar en correlaties zijn samengevat (zie ook de toelichting in paragraaf 2.1.3 van Bijlage B). Bij een duidelijke (significante) verandering is het getal vet afgedrukt en bij een duidelijke correlatie tussen de waarnemingen en de tijd is dit met een pijl aangegeven. Indien een duidelijke verandering samenvalt met een duidelijke correlatie dan wordt dit geïnterpreteerd als een duidelijke daling of stijging. In de tabellen is een duidelijke daling met een groen veld aangegeven en een duidelijke stijging met een geel veld. De duidelijke dalingen en stijgingen worden in de tekst besproken. In de hoofdtekst worden de duidelijke dalingen en stijgingen die zich voordoen in het zoete en zoute grondwater en in het oude en jonge grondwater niet standaard besproken. In de Bijlage worden wel alle trends opgenoemd. In de toelichting worden bijzonderheden meegenomen.

#### *Ad Toelichting*

In de subparagraaf ‘Toelichting’ wordt een synthese gegeven van de resultaten van de toestandsbeschrijving en de trendanalyse. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van zowel de informatie uit het hoofdrapport als uit de Bijlagen. Resultaten zijn relevant en worden onder deze subparagraaf besproken indien wordt voldaan aan de volgende drie voorwaarden:

Bij toestandsbeschrijving:

1. het gewogen %OBS hoger is dan 10% (waarbij geen 80%-BI is berekend) én;
2. het ongewogen %OBS is duidelijk (significant) hoger dan 10% én;
3. het resultaat is aannemelijk en verklaarbaar op basis van proceskennis.

Bij trends:

1. de gemiddelde verandering is duidelijk (significant) én;
2. het resultaat is aannemelijk en verklaarbaar is op basis van proceskennis.

Deze paragraaf wordt afgesloten met een korte terugkoppeling naar de resultaten over 2000 uit de paragraaf ‘Diagnose’ van Reijnders et al. (2004).

## 3 Grondwaterkwaliteit

### 3.1 Chloride

#### *Inleiding*

Chloride is een goed oplosbare, conservatieve stof. Chloride is niet afbreekbaar en wordt niet gebonden aan de bodem en is daarmee mobiel.

De bodembelasting van chloride vindt plaats door middel van atmosferische depositie. In Reijnders et al. (2004) wordt berekend dat voor 1998 de atmosferische depositie alleen een concentratie van 14 mg/l in het grondwater zal veroorzaken in gebieden onder natuurlijke omstandigheden.

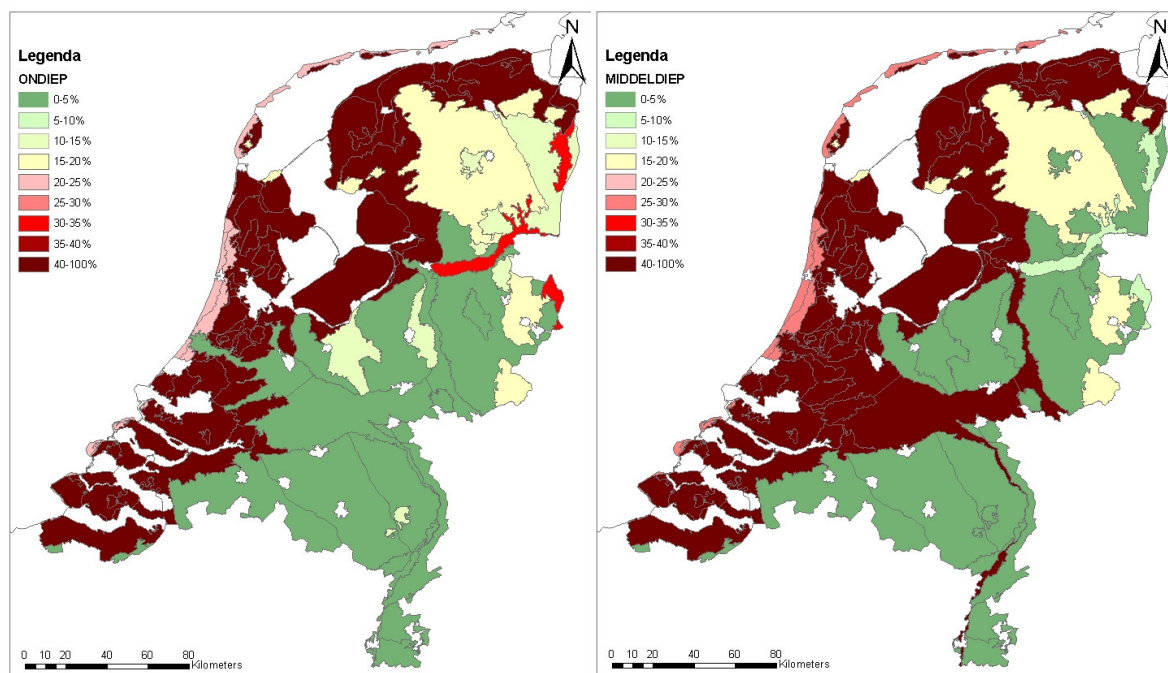
In laag-Nederland kan de concentratie van chloride in het grondwater ook nog zijn beïnvloed door de effecten van brak grondwater. In kustgebieden komt daar het effect van het extra ingewaaid zout van stuifwater van de zee bij.

In landbouwgebieden wordt de bodem naast atmosferische depositie ook belast met dierlijke mest en kunstmest. De atmosferische depositie van chloride is gelijk gebleven en de belasting van chloride uit dierlijke mest en kunstmest is lager geworden (Henkes, 1994). Hierdoor daalt de belasting op de bodem. Door beregening (in de landbouw) neemt de concentratie van chloride toe door toevoer uit het beregeningswater. De hoeveelheid neerslag en het neerslagoverschot zijn vanaf 1980 toegenomen (Hendriks en Boumans, 2002). Hierdoor is de behoefte aan beregening afgenomen en wordt verwacht dat de concentratie van chloride daalt.

In het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid is in 2004 een gemiddelde concentratie van chloride gemeten van 30 mg/l in het bovenste grondwater onder landbouw op zandgrond. Deze waarden zijn lager dan verwacht. Het verschil wordt toegeschreven aan plantopname die enkele tientallen kg/(ha.a) kan bedragen (Russell, 1973).

#### *Toestand*

Duinen en strandwallen, laagveengebieden, polders en droogmakerijen en het zeekleigebied overschrijden voor zowel ondiep als dieper grondwater 20%OBS (Figuur 3.1.A). Het rivierengebied heeft alleen een hoog chloridegehalte in het diepere grondwater, terwijl in beekdalcomplexen 20% OBS wordt overschreden in het ondiepe grondwater. Keileengebieden hebben voor dieper en ondiep grondwater een %OBS boven de 10%, het hoogveengebied en de Gelderse Vallei en Veluwezoom alleen voor ondiep grondwater.



**Figuur 3.1.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor chloride in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

Een duidelijke daling in de chlorideconcentratie is in de trendtabel (Bijlage B, Tabel B.2.B) zichtbaar in het ondiepe grondwater van de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas.

#### *Toelichting*

De concentratie van chloride in het ondiepe en middeldiepe grondwater in de polders en droogmakerijen, het laagveengebied en het zeekleigebied is beïnvloed door brak water in de ondergrond, wat het hoge %OBS voor deze gebieden verklaard. In het middeldiepe grondwater wordt nog een hoog %OBS geconstateerd in de duinen en strandwallen en in het ondiepe grondwater in de beekdalcomplexen. De duidelijke daling in de chlorideconcentratie van het ondiepe grondwater van de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas kan het gevolg zijn van een verminderde belasting van chloride uit mest en kunstmest.

In 2000 zijn al hoge %OBS geconstateerd in het ondiepe en middeldiepe grondwater in de polders en droogmakerijen, het laagveengebied en het zeekleigebied. Er zijn voor de periode 1984-2000 ook geen significante trends vastgesteld in die gebieden.

## 3.2 pH

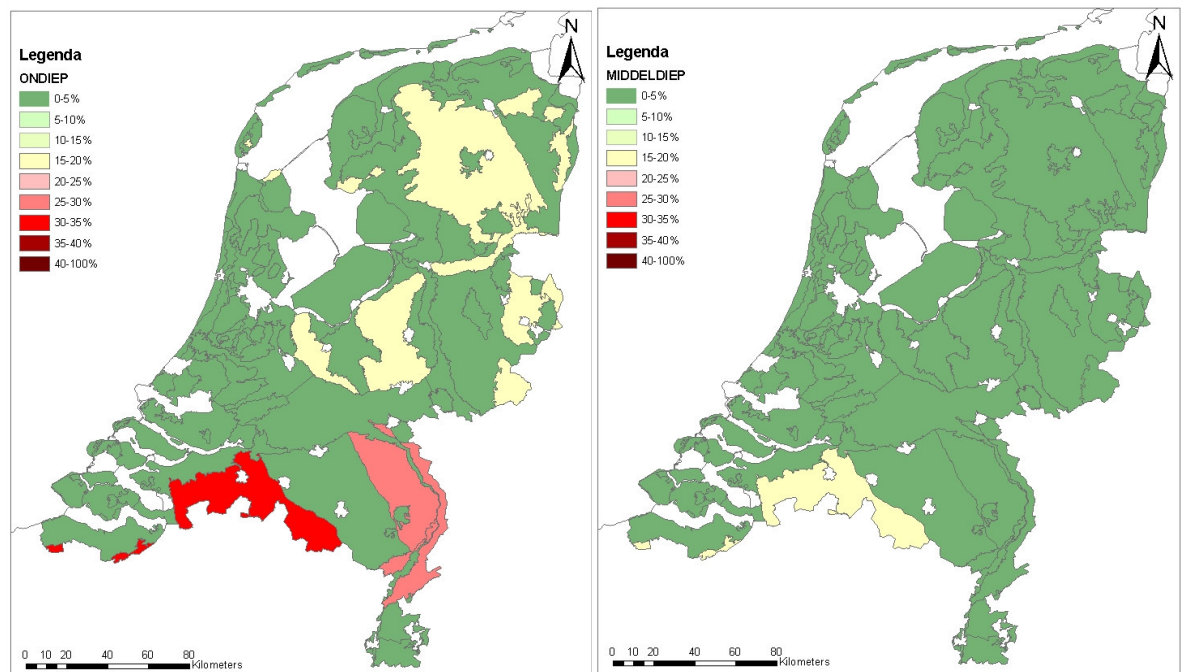
#### *Inleiding*

Een belangrijk milieuthema is verzuring. Verzuring wordt veroorzaakt door atmosferische depositie van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  en  $\text{NH}_x$ . Tot 1990 is de atmosferische depositie van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  en  $\text{NH}_x$  toegenomen, in de periode 1990-2000 zijn de emissies van verzurende stoffen sterk gedaald (De

Goffau et al., 2009). Verzuring van de bodem kan de uitspoeling van zware metalen, aluminium en kationen versterken, zeker als het bufferende vermogen van de bodem slecht is, zoals in arme gronden. In de bodem wordt de vorming van zuur geneutraliseerd door de vertering van mineralen. Indien calciumcarbonaat aanwezig is, zal de pH in het grondwater ongeveer 7 zijn en is de concentratie van calcium hoog. In arme bodems wordt door vertering van aluminiumhydroxide zuur geneutraliseerd. De pH is lager dan 5 en de concentratie van aluminium is hoog. Daarna wordt de silicaatbuffer aangesproken. Die buffer is heel klein. In arme bodems kan de pH door organische zuren ook laag zijn. Met toenemende diepte zal door de vertering van mineralen de pH weer toenemen. De grondwaterstand is van invloed op de pH van grondwater. Door hoge grondwaterstanden en organische stoffen uit de wortelzone wordt grondwater anaeroob en stijgt de pH. Door grondwaterstands daling en oxidatie van gereduceerde stoffen daalt de pH. De meeste zandgronden zijn ontkalkt en daardoor kunnen in infiltratiegebieden onder natuur pH-waarden lager dan 5 worden gemeten. In de landbouw op zandgebieden wordt de pH door bekalking gereguleerd. Voor de pH is geen streefwaarde vastgesteld. In Reijnders et al. (2004) wordt pH 5 als toetsingswaarde gebruikt op basis van eerder gepubliceerde gegevens waarin het 95-percentiel van data uit 1992 een pH geeft van 5. Voor dit onderzoek wordt berekend welk percentage van de waarnemingen lager is dan pH 5. Dit percentage wordt aangeduid met %OBS.

#### *Toestand*

In het ondiepe grondwater van de Peelhorst en de oude rivierterrassen langs de Maas en in het zuidwestelijke zandgebied is het %OBS hoger dan 20%, en in beekdalcomplexen, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe en de keileemgebieden is %OBS hoger dan 10%. In het middeldiepe grondwater zijn, behalve in het zuidwestelijke zandgebied, in heel Nederland de %OBS lager dan 10% (Figuur 3.2.A).



**Figuur 3.2.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor pH-veld in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

In het ondiepe grondwater zijn geen trends gevonden. In het middeldiepe grondwater is een duidelijke daling van de pH gevonden voor het oostelijke zandgebied met verspreide stuwwallen en de Centrale Slenk (Tabel B.3.B van Bijlage B).

#### *Toelichting*

In het ondiepe grondwater is het %OBS het hoogst voor de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Dieper grondwater is vaker anaeroob en vaker in contact geweest met basische mineralen zoals kalk, waardoor de pH in het middeldiepe grondwater hoger is (Reijnders et al., 2004). Trends in het grondwater laten zeer kleine dalingen van de pH in het middeldiepe grondwater in het oostelijke zandgebied met verspreide stuwwallen en de Centrale Slenk. In het oostelijke zandgebied is tevens eens stijging van de sulfaat- en fosfaatconcentratie zichtbaar. Het zou kunnen dat deze trends het gevolg zijn van pyrietoxidatie en afbraak van organische stof.

In 2000 worden dezelfde resultaten gevonden wat betreft het hoge %OBS in het ondiepe grondwater in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Voor de periode 1993-2000 waren ook geen duidelijke trends gevonden.

### 3.3 Sulfaat

#### *Inleiding*

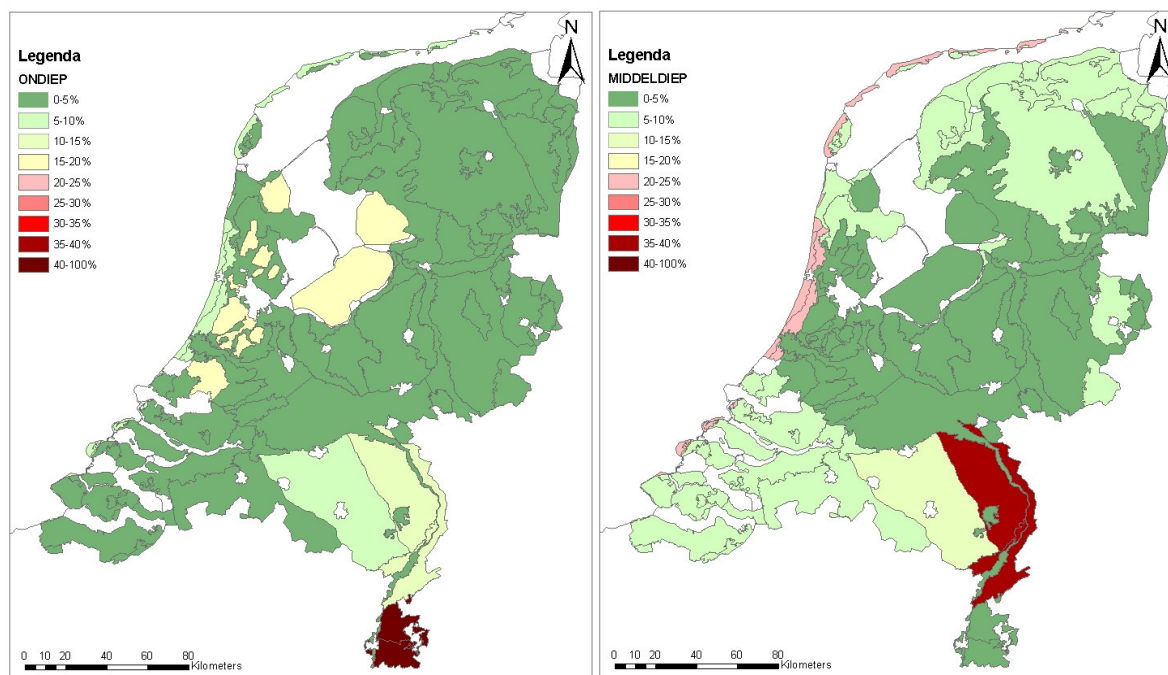
Zwavel komt met de atmosferische depositie en via bemesting op de bodem. In de bodem komt zwavel voor in zowel organische (eiwitten) en anorganische (ijzersulfide, pyriet) verbindingen. Zwavel komt in het grondwater voornamelijk voor in de vorm van sulfaat. Sulfaat in het grondwater kan ook afkomstig zijn uit zout grondwater.

Sulfaat is goed oplosbaar en hierdoor een mobiele stof in het grondwater. Sulfaat in het grondwater kan onder anaerobe omstandigheden worden gereduceerd tot sulfide en neerslaan als bijvoorbeeld ijzersulfide. Ook kan sulfaat worden gevormd uit zwavelverbindingen als nitraatrijk grondwater naar diepere anaerobe lagen infiltreert en die lagen zwavelverbindingen, zoals pyriet, bevatten. Door oxidatie van pyriet zal de concentratie van sulfaat stijgen en kan de pH in het grondwater dalen. In de periode na 1980 is atmosferische depositie en de productie van dierlijke mest gedaald, waardoor ook een daling van de concentratie van sulfaat in het ondiepe grondwater wordt verwacht

#### *Toestand*

Voor ondiep grondwater is in het krijt- en lössgebied in Zuid-Limburg het %OBS meer dan 20%, en voor polders en droogmakerijen en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas meer dan 10%. In het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas en in de duinen en strandwallen is het %OBS hoger dan 20%, voor de Centrale Slenk is dit hoger dan 10% (Figuur 3.3.A).





**Figuur 3.3.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor sulfaat in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

### *Trend*

Duidelijke dalingen zijn zichtbaar in het ondiepe grondwater in de duinen en strandwallen, het laagveengebied, het hoogveengebied en het oostelijke en het zuidwestelijke zandgebied en in het middeldiepe grondwater in het zeekleigebied (Bijlage B, Tabel B.4.B). Duidelijke stijgingen in sulfaatconcentratie in het middeldiepe water zijn zichtbaar in het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen, en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas.

### *Toelichting*

Een hoog %OBS in het middeldiepe grondwater in de duinen en strandwallen is veroorzaakt door mariene invloeden. In andere districten met een hoog %OBS, zoals de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas, is dit mogelijk toe te schrijven aan een overall effect van bemesting, atmosferische depositie en pyrietoxidatie.

In het algemeen wordt in het ondiepe grondwater een dalende trend en een afname van het %OBS gevonden voor sulfaat (Bijlage B, Tabel B.4.A). De grote toename in het %OBS in het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas wordt ook als een duidelijke stijging in sulfaatconcentraties gezien. Duidelijke dalingen in het ondiepe grondwater in duinen en strandwallen, het laagveengebied, het hoogveengebied, het oostelijke en het zuidwestelijke zandgebied kunnen worden verklaard door de daling in atmosferische depositie en productie van dierlijke mest.

In 2000 was het %OBS in het zeekleigebied duidelijk hoog. Het %OBS in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas in het middeldiepe grondwater was niet duidelijk hoog. De duidelijke



stijging van de concentratie sulfaat in het middeldiepe grondwater was ook in de periode 1984-2000 aanwezig. Duidelijke dalingen in de sulfaatconcentratie werden niet aangetroffen.

## 3.4 Aluminium

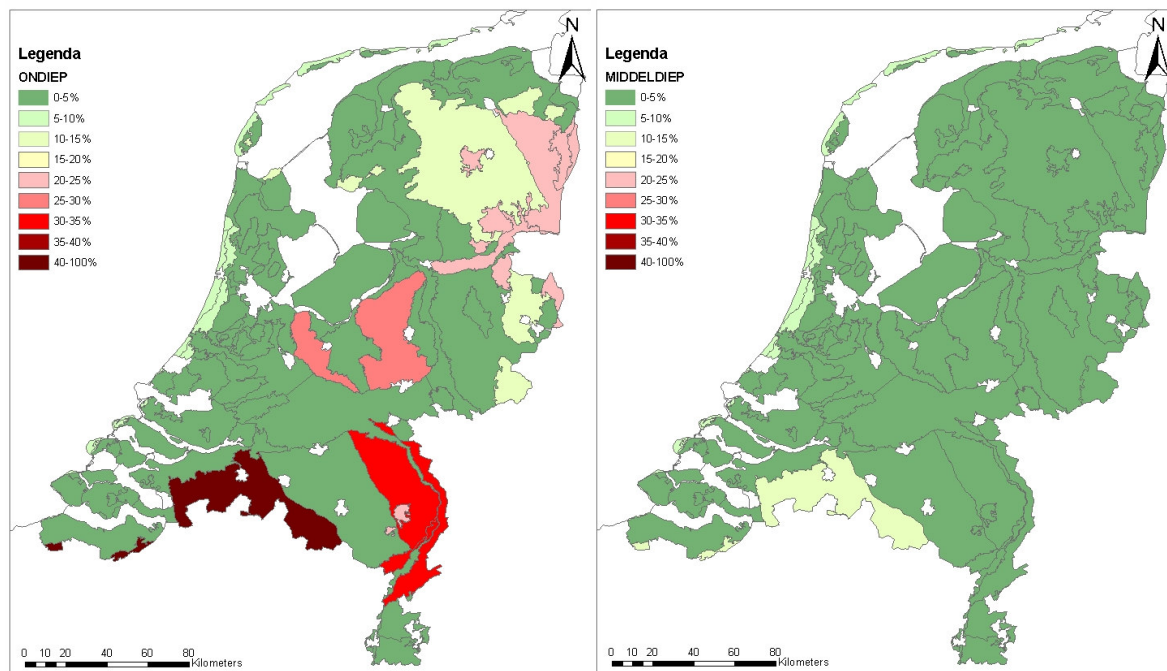
### *Inleiding*

Door de grote affiniteit voor zuurstof komt aluminium in de natuur alleen in de geoxideerde vorm voor. In gesteenten komt van alle metalen aluminium het meest voor. Aluminium is in de vorm van aluminiumsilicaat (veldspaat of glimmer) met silicaat verbonden. Aluminium is een stof met zure en basische eigenschappen. Bij lage pH's vormt aluminium kationen en bij hoge pH's aluminaten. In ionvorm is aluminium oplosbaar.

In de natuur is vooral de oplosbaarheid van aluminium bij lage pH's van belang. Bij pH 7 is aluminium bijna niet in opgeloste vorm aanwezig. In gebieden met een geringe buffercapaciteit daalt door atmosferische depositie de pH van de bodem waardoor aluminium oplost. Het opgeloste aluminium kan worden getransporteerd naar het grondwater. Ook vormt aluminium complexen met organische stoffen, waardoor het oplosbaar is en naar het grondwater wordt getransporteerd. In de zandgebieden is het ondiepe grondwater zuurder dan het middeldiepe grondwater. In het ondiepe grondwater zullen daarom hogere concentraties van aluminium worden gevonden dan in het middeldiepe grondwater. Hoge concentraties zijn toxisch voor flora en fauna.

### *Toestand*

In het ondiepe grondwater is het %OBS hoger dan 10% in de beekdalcomplexen en de keileemgebieden (Figuur 3.4.A). In het ondiepe grondwater is het %OBS hoger dan 20% in het hoogveengebied, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. In het middeldiepe grondwater is het %OBS alleen in het zuidwestelijke zandgebied hoger dan 10%.



**Figuur 3.4.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor aluminium in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

Trends (Bijlage B, Tabel B.5.B) laten een duidelijke stijging zien in het middeldiepe grondwater in het rivierengebied.

#### *Toelichting*

In het ondiepe grondwater is het %OBS duidelijk hoog voor het hoogveengebied, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Gebieden met een hoog %OBS voor aluminium zijn vaak ook de gebieden waar het %OBS voor de pH hoog is. Dit is als verwacht omdat de concentratie van aluminium toeneemt als de pH van het grondwater lager is. Een hoog %OBS in het hoogveengebied kan worden verklaard door het vormen van complexen met organische stof, welke het aluminium meer oplosbaar maken. Trends in aluminium (Bijlage B, Tabel B.5.B) laten geen trends zien, behalve een stijgende trend in het middeldiepe grondwater voor het rivierengebied. Deze stijging gaat samen met een toename in de nikkelconcentratie. Er is voor deze trends geen duidelijke oorzaak aan te wijzen.

In 2000 is de toestand minder goed dan in 2008. Meer ecodistricten hebben een hoog %OBS, maar ook in de periode 1990-2000 waren geen duidelijke trends gevonden.

## 3.5 Stikstof

Stikstof is in de bodem aanwezig in organische en anorganische vorm. In dit rapport worden alleen de anorganische vormen nitraat en ammonium beschouwd.

In natuurgebieden komt stikstof op de bodem door middel van atmosferische depositie van  $\text{NH}_x$  en  $\text{NO}_x$ . Door verschil in oppervlakteruwheid tussen landbouwgrond en natuur is de atmosferische depositie op natuur groter dan op landbouwgebieden (Reijnders et al., 2004).

In landbouwgebieden vindt het grootste deel van de stikstofbelasting door bemesting met dierlijke en kunstmest plaats (Reijnders et al., 2004). In de bodem wordt door mineralisatie organisch gebonden stikstof omgezet in minerale stikstof. Ammonium wordt bij een lage pH in de wortelzone snel omgezet in nitraat. Minerale stikstof is een belangrijke voedingsstof voor gewassen en wordt in opgeloste vorm als  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_3^-$  door plantenwortels opgenomen. De beschikbaarheid van nitraat in de wortelzone is niet altijd gelijk aan de behoefte van het gewas. Nitraat is goed oplosbaar en mobiel (adsorbeert niet aan de bodem). Hierdoor spoelt nitraat uit de wortelzone.

## 3.6 Nitraat

### *Inleiding*

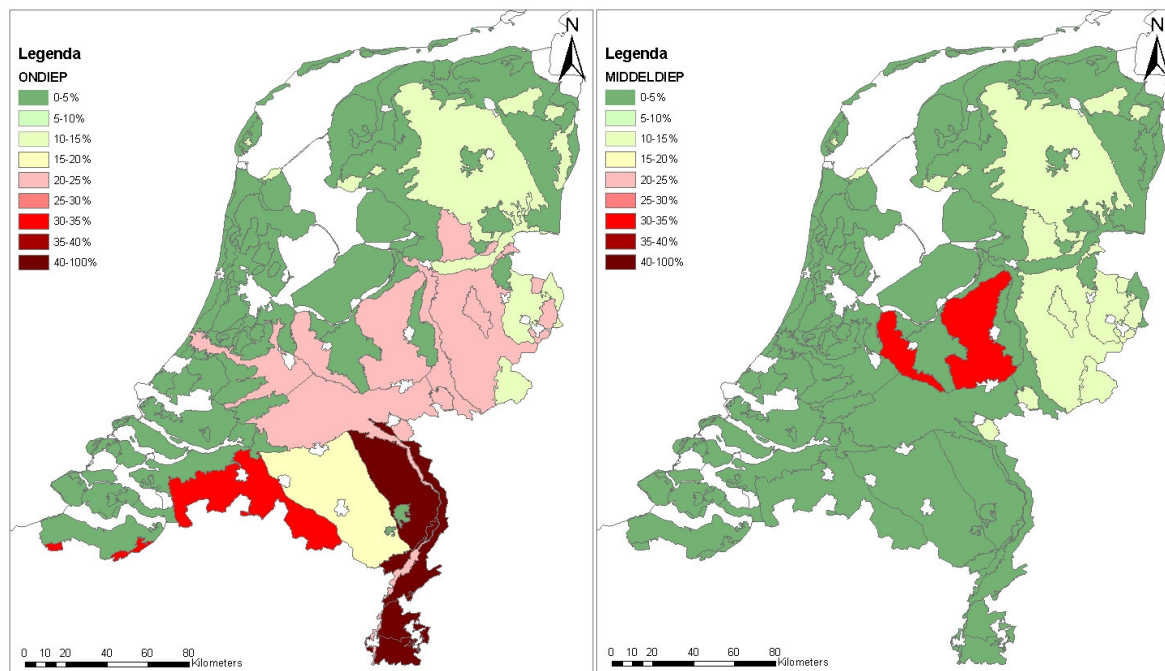
De stikstofbelasting van de bodem leidt tot nitraat in de wortelzone. Overtollig nitraat spoelt met het neerslagoverschot in het najaar uit de wortelzone. Nitraat komt na passage van de onverzadigde zone in het grondwater terecht. De gemiddelde N-depositie uit de atmosfeer in Nederland bedroeg in 2000 circa 39 kg/(ha.a), in natuur gebieden zal dit 37 mg/l nitraat in het grondwater veroorzaken (Reijnders et al., 2004).

In 2000 bedroeg de gemiddelde N-belasting van landbouwgronden door atmosferische depositie en dierlijke en kunstmest 430 kg/(ha.a).

Nitraat wordt in een anaerobe omgeving gereduceerd (denitrificatie) en verdwijnt dan uit het grondwater. Voor denitrificatie in grondwater is organische stof of bijvoorbeeld pyriet nodig. De omzetting verloopt snel in vergelijking tot de tijd die regenwater nodig heeft om een diepte van 10 m onder maaiveld te bereiken. Nitraat wordt in een aerobe omgeving niet gedenitrificeerd. Onder landbouwgronden in de zandgebieden met infiltrerend aerob grondwater en onder natuurgebieden op goed ontwaterde zandgronden worden derhalve hoge concentraties van nitraat verwacht.

### *Toestand*

Het %OBS is in het ondiepe grondwater hoger dan 20% in het rivierengebied, het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied, de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas en het krijt- en lössgebied in Zuid-Limburg (Figuur 3.6.A). In de beekdalcomplexen, de keileemgebieden en de Centrale Slenk is het %OBS hoger dan 10%. In het middeldiepe grondwater is in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe het %OBS hoger dan 20%, in de keileemgebieden en in het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen is het hoger dan 10%.



**Figuur 3.6.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor nitraat in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

Voor de nitraatconcentratie worden geen duidelijke dalingen of stijgingen gevonden (Bijlage B, Tabel B.6.B).

#### *Toelichting*

In het oostelijke zandgebied, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas is het %OBS in het ondiepe grondwater hoog. Dit kan worden toegeschreven aan een hoge bodembelasting van nitraat gecombineerd met aeroob grondwater. Naarmate de diepte van het grondwater toeneemt, komt aeroob grondwater minder voor. In het middeldiepe grondwater is nitraat daarom veel minder hoog, alleen in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe is het %OBS hoog.

In 2000 werden hooggelegen zandgebieden al aangewezen als gebieden die het meest gevoelig zijn voor overschrijdingen voor de streefwaarden in het ondiepe grondwater. De resultaten voor de toestand van 2008 komen daarmee goed overeen. Voor de periode 1984-2000 werden net als voor de periode 1984-2008 geen duidelijke trends waargenomen.

## 3.7 Ammonium

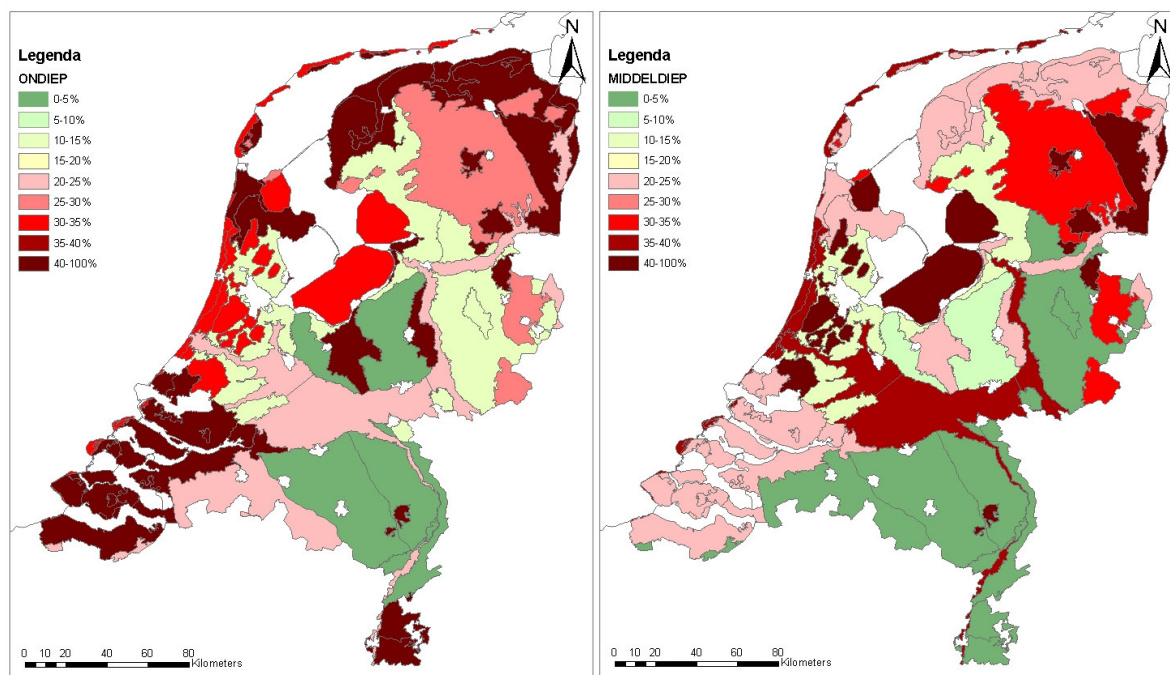
#### *Inleiding*

De bodem wordt vanuit de atmosfeer met circa 30 kg/(ha.a) aan ammonium-N belast (zie Tabel 1.4.A). Dit vormt circa 75% van de totale N-depositie vanuit de atmosfeer. Bij de nitrificatie van ammonium komt zuur vrij. Aangenomen wordt dat de natuurgebieden op zandgrond hierdoor verzuren.

Ammonium komt ook vrij bij de afbraak van organische stof. Het positieve ion kan worden gebonden aan kleimineralen. Daarom komen hoge ammoniumconcentraties in grondwater alleen voor als ter plaatse aanwezig organisch materiaal onder anaerobe omstandigheden wordt afgebroken. Met name in de bodem in de klei- en veengebieden zijn grote hoeveelheden organisch materiaal aanwezig en is de concentratie van ammonium in het grondwater van nature hoger. Om hier rekening mee te houden is de streefwaarde voor ammonium-N voor klei- en veengebieden hoger dan voor zandgebieden.

#### *Toestand*

In het ondiepe grondwater is het %OBS voor ammonium meer dan 20% voor de duinen en strandwallen, de polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, het rivierengebied, de beekdalcomplexen, het hoogveengebied, de Gelderse Vallei en Veluwezoom, het keileemgebied, het zuidwestelijke zandgebied en het krijt- en lössgebied (Figuur 3.7.A). In het ondiepe grondwater is het %OBS meer dan 10% voor het laagveengebied en het oostelijke zandgebied met verspreide stuwwallen. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in het laagveengebied hoger dan 10%, terwijl dit hoger is dan 20% voor duinen en strandwallen, polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, het rivierengebied, de beekdalcomplexen, het hoogveengebied, de Gelderse Vallei en Veluwezoom, en de keileemgebieden.



**Figuur 3.7.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor ammonium in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

In het ondiepe grondwater is een duidelijke stijgende trend (Bijlage B, Tabel B.7.B) te zien in de Gelderse Vallei en Veluwezoom.

#### *Toelichting*

Hoge %OBS worden gevonden in het ondiepe en middeldiepe grondwater in de duinen en strandwallen, de polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, het hoogveengebied en het keileemgebied. In de

polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, het keileemgebied en het hoogveengebied zijn districten met veel organische stof in de bodem. Overeenkomsten tussen het ondiepe en middeldiepe grondwater in deze gebieden suggereren dat anaerobe afbraak van organische stof de bron voor het ammonium is. In de Gelderse Vallei en Veluwezoom is alleen in het ondiepe grondwater het %OBS duidelijk hoog, dit is een gevolg van afbraak van organisch materiaal onder anaerobe omstandigheden. Een stijging in het %OBS wordt in het ondiepe grondwater gezien in de Gelderse Vallei en Veluwezoom. Hier is procesmatig geen duidelijke verklaring voor.

In 2000 werden in gebieden met een hoog gehalte organische stof in zowel ondiep als middeldiep grondwater hoge %OBS gevonden. Over de periode 1984-2000 werden geen af- en toenames gevonden.

### 3.8 Totaal-fosfor

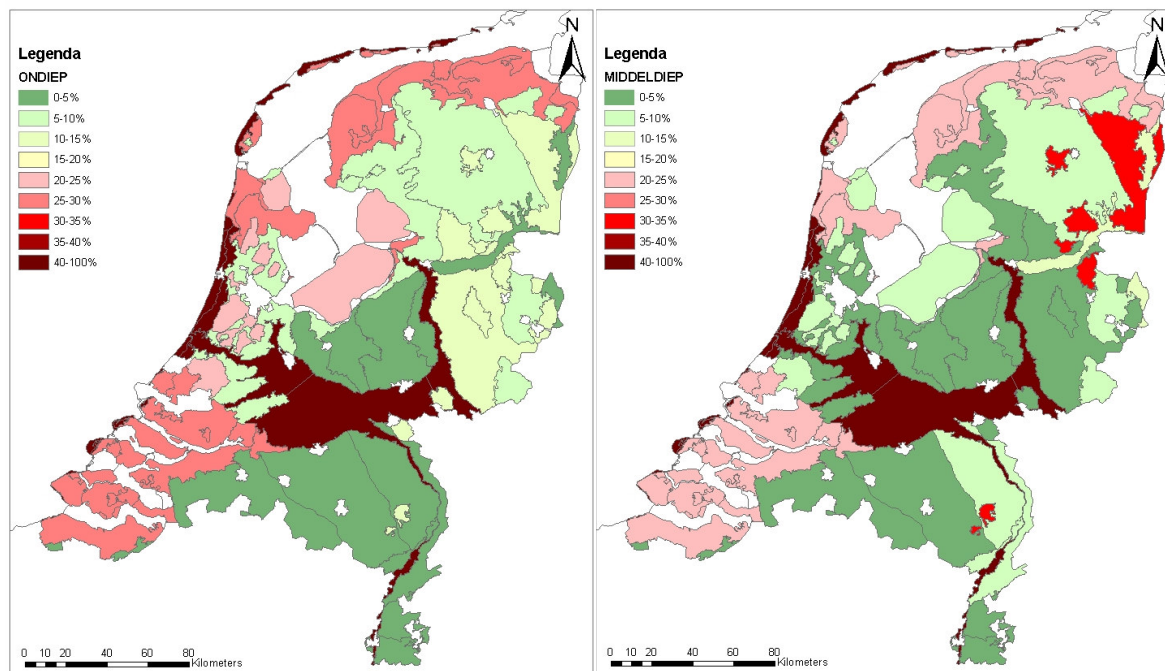
#### *Inleiding*

Fosfor komt in bodem- en grondwater voor als fosfaat en organisch gebonden fosfaat. Onder natuurlijke omstandigheden is alleen organisch gebonden fosfaat mobiel. Fosfaat is nodig voor plantengroei. In natuurgebieden wordt fosfaat vooral in de vorm van atmosferische depositie aangevoerd. Doorgaans is de aanvoer beperkt en zal in natuurgebieden geen overschot ontstaan. Op landbouwgronden wordt fosfaat in de vorm van dierlijke en kunstmest aangevoerd. De aanvoer is bijna altijd hoger dan de afvoer met het gewas. Fosfaat spoelt niet uit, maar accumuleert in de bodem. Verwacht wordt dat fosfaat uit fosfaatbelasting aan het oppervlak het ondiepe grondwater niet zal bereiken. Daarom zal, net als bij ammonium, totaal-P verhoogd voorkomen op plaatsen waar organisch materiaal aanwezig is en wordt afgebroken. In de ondergrond in de klei- en veengebieden is van nature organisch materiaal aanwezig en daardoor is de concentratie van totaal-P in het grondwater daar hoger.

#### *Toestand*

In het ondiepe grondwater is het %OBS hoger dan 20% in de duinen en strandwallen, polders en droogmakerijen, het zeekleigebied en het rivierengebied, terwijl in het hoogveengebied en het oostelijk zandgebied en verspreide stuwwallen het %OBS hoger is dan 10%. In het middeldiepe water is het %OBS hoger dan 20% in de duinen en strandwallen, het zeekleigebied, rivierengebied en het hoogveengebied. In de beekdalcomplexen is het %OBS hoger dan 10% (Figuur 3.8.A).





**Figuur 3.8.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor totaal-fosfor in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### Trend

In het middeldiepe grondwater is een duidelijke stijging in de totaal-fosfor-concentratie (Bijlage B, Tabel B.8.B) te zien in het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen en in de Centrale Slenk.

#### Toelichting

In de duinen en strandwallen en het rivierengebied is het %OBS in zowel het ondiepe als middeldiepe grondwater duidelijk hoog, terwijl dit voor het zeeleigebied en het hoogveengebied alleen in het middeldiepe grondwater het geval is. Aangezien het meeste fosfaat zich aan de bodem bindt is de meest voor de handliggende verklaring voor het hoge %OBS in deze districten dat deze veroorzaakt wordt door de afbraak van organisch materiaal. Dit blijkt ook uit de hoge %OBS voor ammonium in deze districten.

In 2000 was de toestand voor totaal-fosfor vergelijkbaar met 2008, met uitzondering van het rivierengebied waar het %OBS in 2008 veel hoger is. In de periode 1984-2000 werden net als in 1984-2008 geen overeenkomsten gevonden tussen trends en verschillen in %OBS.

## 3.9 Kalium

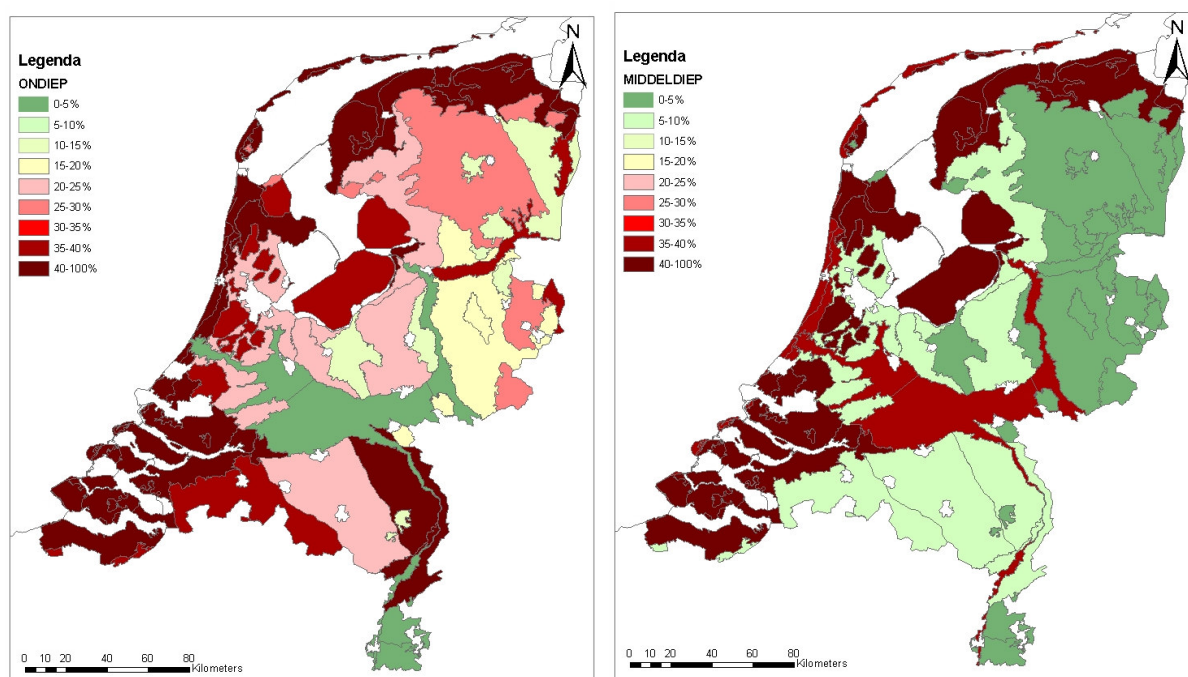
#### Inleiding

Kalium is samen met fosfor en stikstof een belangrijk nutriënt en komt in het grondwater door verwerking van mineralen zoals kaliumveldspaten en door toediening van meststoffen. Kalium kan adsorberen en is mobieler dan fosfaat.

Hoge kaliumconcentraties komen van nature voor in brak en zout grondwater. Hoge kaliumconcentraties kunnen bebouwd gebied ook het gevolg zijn van lekkende rioleringsstelsels.

#### *Toestand*

In het ondiepe water is het %OBS hoger dan 20% voor de duinen en strandwallen, laagveengebieden, polders en droogmakerijen, zeekleigebied, beekdalcomplexen, keileemgebieden, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, de Centrale Slenk, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Het %OBS hoger dan 10% wordt gevonden in het hoogveengebied, de Gelderse Vallei en Veluwezoom en het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen. In het middeldiepe water is het %OBS groter dan 20% in de duinen en strandwallen, polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, en het rivierengebied (Figuur 3.9.A).



**Figuur 3.9.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor kalium in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

In het middeldiepe grondwater is er een duidelijke stijging in kaliumconcentratie in de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas (Bijlage B, Tabel B.9.B).

#### *Toelichting*

Het hoge %OBS in het ondiepe en middeldiepe grondwater in de duinen en strandwallen, het laagveengebied, de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied zijn waarschijnlijk het gevolg van mariene invloeden. De hoge en zeer hoge %OBS in alleen het ondiepe grondwater in de verschillende ecodistricten op zandgrond is meest waarschijnlijk een gevolg van bemesting door de landbouw; dit wordt ook als trend voor gras/maïs op zandgrond gevonden (zie Bijlage B, Tabel B.9.A). Grote stijgingen in het %OBS (zie Bijlage B.9) worden waargenomen in de beekdalcomplexen, de Gelderse Vallei en Veluwezoom, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe en de Centrale Slenk, maar trends laten geen duidelijke stijgingen zien in deze gebieden. In het middeldiepe grondwater is een duidelijke



stijging te zien in kaliumconcentratie in de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas. Deze stijging kan het effect zijn van bemesting.

Het jaar 2000 laat eenzelfde toestand zien als 2008, met uitzondering voor het middeldiepe grondwater in het rivierengebied, waar in 2008 de toestand veel slechter is. Voor de periode 1984-2000 kwamen trends ook niet overeen met veranderingen in het %OBS.

### 3.10 Arseen

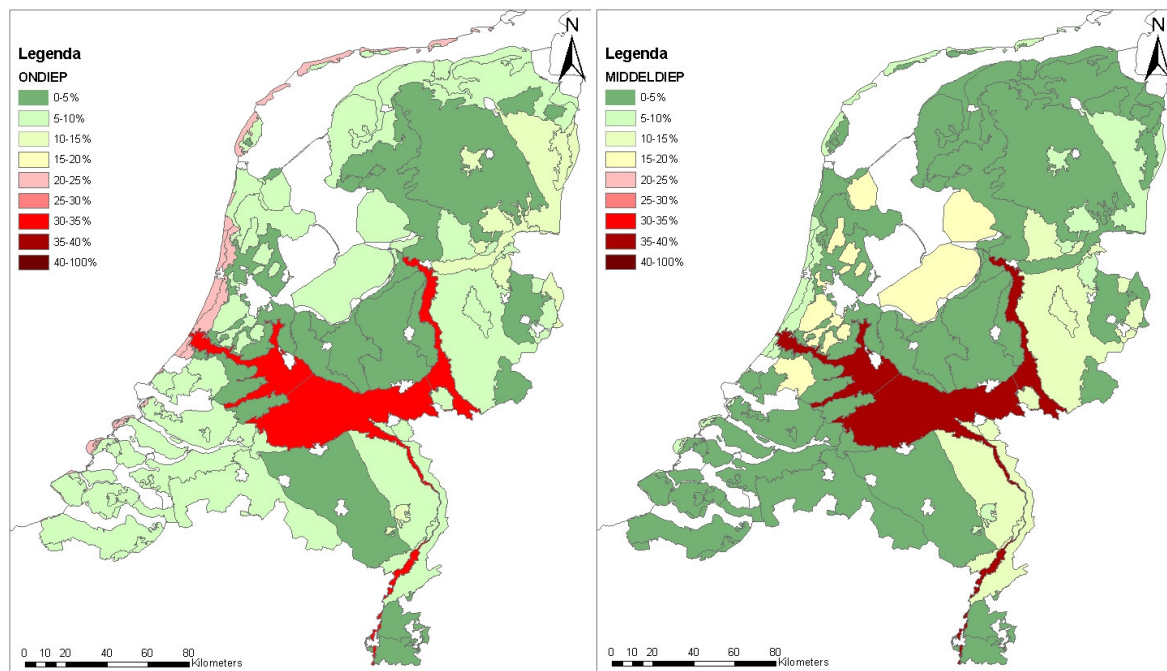
#### *Inleiding*

Arseen komt in het grondwater voor als arsenaat. De aanwezigheid van arseen in het grondwater is gerelateerd aan het voorkomen van pyriet of ijzeroer in de bodem. Wanneer pyriet oxideert of ijzeroer reduceert komt het arseen vrij. Belasting van de bodem met arseen vindt ook plaats door middel van atmosferische depositie, meststoffen en in het verleden (tot 1984) door het gebruik van arseenverbindingen als bestrijdingmiddel en aardappelloofdoder. Er worden echter geen effecten van diffuse belasting aan maaiveld op de concentraties in het ondiepe grondwater verwacht (Reijnders et al., 2004).

#### *Toestand*

In het ondiepe grondwater is het %OBS hoger dan 20% in duinen en strandwallen en in het rivierengebied (Figuur 3.10.A). Het %OBS is hoger dan 10% in beekdalcomplexen en het hoogveengebied.

In het middeldiepe grondwater wordt een %OBS hoger dan 20% aangetroffen in het rivierengebied en een %OBS hoger dan 10% in polders en droogmakerijen, het oostelijke dekzandgebied en Peelhorst en oude rivierterrassen.



**Figuur 3.10.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor arseen in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trend*

In het ondiepe water is een duidelijke stijging te zien in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied (Bijlage B, Tabel B.10.B).

#### *Toelichting*

De concentraties en het %OBS in het ondiepe grondwater van het rivierengebied zijn waarschijnlijk hoog door van nature hogere arseengehalten in de rivierafzettingen.

In het ondiepe water is een duidelijke stijging te zien in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied. Omdat deze stijgende trend ook in oud en zout middeldiep grondwater van de zeekleigebieden wordt gevonden is het waarschijnlijk dat dit een artefact is. In oud grondwater worden over deze tijdspanne geen veranderingen verwacht.

Ook in 2000 is het %OBS in het ondiepe grondwater van het rivierengebied hoog (Reijnders et al., 2004).

## 3.11 Lood

#### *Inleiding*

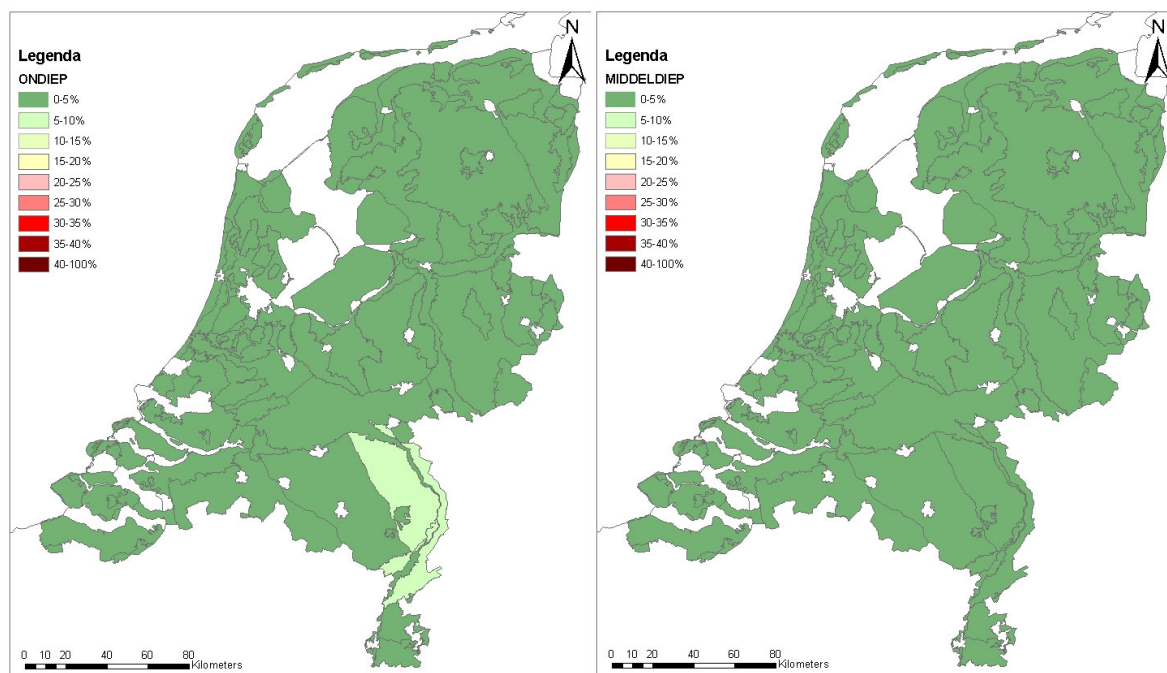
Lood komt van nature in de bodem voor. Het is een toxisch element en is in hoge concentraties giftig. Lood is bij een lage pH nauwelijks mobiel en uitspoeling naar het grondwater is daardoor een kleiner probleem dan bij bijvoorbeeld cadmium en zink.

Op landelijke schaal is de bodem in het verleden diffuus belast van met lood ten gevolge van atmosferische depositie. Lood werd grootschalig toegepast als antiklop middel in benzine. Na

verbranding kwam dit lood in de bodem terecht. Door het gebruik van loodvrije benzine is de emissie van lood in de periode van 1980 tot 1985 sterk gedaald. In 1989 bedroeg de atmosferische depositie van lood in Nederland nog 115 (g/ha.a.). In 1997 is de depositie gedaald naar 14 (g/ha.a.). De bijdrage van de atmosferische depositie aan de totale belasting van de bodem is over deze periode gedaald van 71% naar 14% (g/ha.a.) (Figuur 1.4.A). De loodbelasting van de bodem vanuit dierlijke mest en kunstmest bedroeg in 1997 85 (g/ha.a.) (Figuur 1.4.A). In 2000 is de belasting van lood vanuit dierlijke mest en kunstmest gedaald naar circa 15 (g/ha.a.) (Tabel 1.4.A).

#### Toestand

Het %OBS is zowel ondiep als middeldiep nergens hoger dan 10% (Figuur 3.11.A).



**Figuur 3.11.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor lood in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### Trend

Gras/maïs op zandgrond, de zandgebieden en Nederland als geheel laten in het ondiepe water een duidelijke daling zien van de loodconcentratie. In het middeldiepe grondwater is een duidelijke daling ook zichtbaar in de zandgebieden en Nederland als geheel, plus het zeekleigebied (Bijlage B, Tabel B.11.B).

#### Toelichting

Lood komt in lage concentraties voor in zowel het ondiepe als het middeldiepe grondwater. Dit is conform de verwachting, aangezien lood goed adsorbeert aan de bodem.

Omdat lood goed sorbeert aan de bodem verwachten we geen toe- of afnames in het grondwater. Volgens de trendanalyse zijn er toch duidelijke afnames. Deze komen voor in zowel ondiep middeldiep, zoet, zout, jong en oud grondwater voor de zandgebieden en Nederland als totaal. Dit kan

daarom niet verklaard worden door een proces. De afname is daarom mogelijk veroorzaakt door verandering van meetmethode in de tijd. De afname wordt alleen gevonden indien veel waarnemingen gebruikt zijn. Dit komt omdat de kans dat een significante of duidelijke verandering wordt gevonden, toeneemt met het aantal waarnemingen van de verandering (en ook met de grootte van de verandering).

Ook in 2000 zijn de concentraties in het grondwater laag. In Reijnders et al. (2004) waren te weinig waarnemingen beschikbaar om een gemiddelde verandering te berekenen.

## 3.12 Chroom

### *Inleiding*

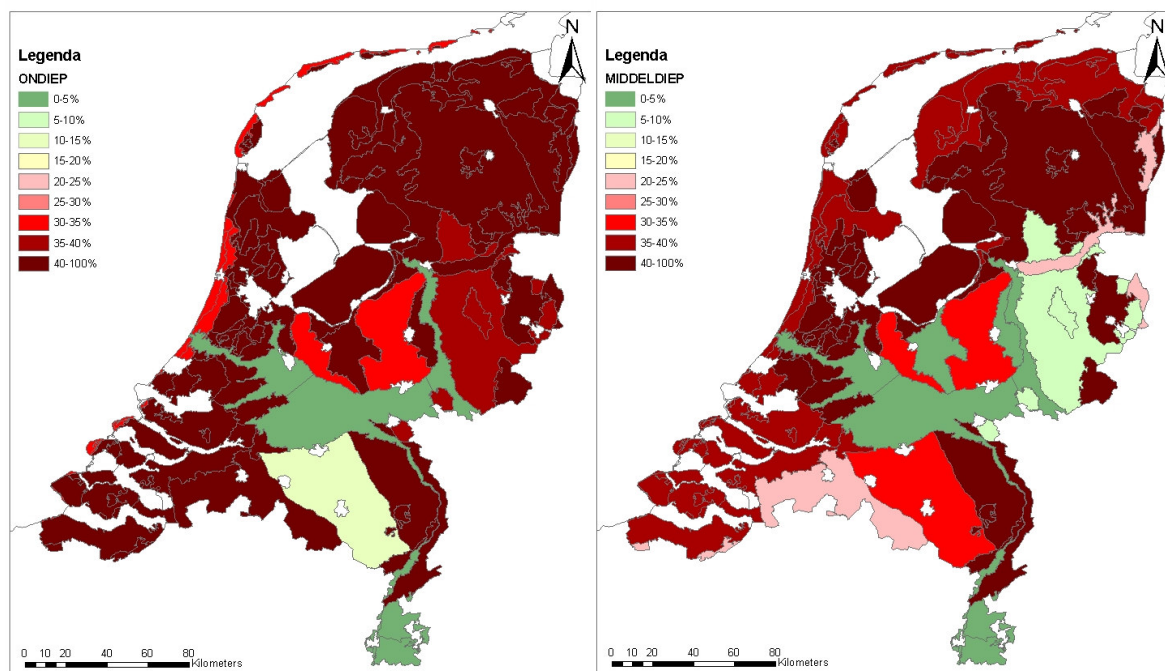
In het milieu komt chroom in verschillende vormen voor. In de bodem en het grondwater is chroom hoofdzakelijk als het stabiele Cr(III) aanwezig. In heel lage concentraties komt ook het veel minder stabiele Cr(VI) voor. Cr(VI) is al in zeer lage concentratie carcinogeen en schadelijk voor flora en fauna. Chroom is grotendeels afkomstig van emissies van olieraffinaderijen, metaal- en verfindustrie. De atmosferische depositie van totaal-chroom in Nederland in 1997 bedroeg circa 1,4 g/ha.a (Figuur 1.4.A). Voor landbouwgronden is de aanvoer van chroom in dierlijke mest en kunstmest van belang. In 1997 bedroeg de belasting door dierlijke en kunstmest 23 g/ha.a (Reijnders et al, 2004) en in 2000 circa 33 g/ha.a. (zie Tabel 1.4.A).

In het algemeen wordt chroom als totaal-chroom gemeten. Het voorkomen van chroom in het grondwater wordt mede bepaald door het voorkomen van organische stof. Hiermee vormt chroom complexen, waardoor chroom in oplossing kan gaan. Dit betekent dat we geen effecten van diffuse belasting verwachten, maar dat de chroomconcentratie in het grondwater afhankelijk is van de mogelijkheid om via complexvorming in oplossing te gaan.

### *Toestand*

Met uitzondering van het rivierengebied, het Krijt- en lössgebied en de Centrale Slenk zijn de %OBS in het ondiepe grondwater overal hoger dan 20%. In de Centrale slenk is het %OBS hoger dan 10%. In het rivierengebied en het Krijt- en lössgebied is het %OBS lager dan 10% (Figuur 3.12.A).

In het middeldiepe grondwater is het %OBS in elf van de vijftien gebieden hoger dan 20%: duinen en strandwallen, laagveengebied, polders en droogmakerijen, zeekleigebieden, beekdalcomplexen, hoogveengebied, keileemgebieden, Utrechtse heuvelrug en Veluwe, Centrale Slenk, zuidwestelijke zandgebied, en Peelhorst en oude rivierterrassen.



**Figuur 3.12.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor chroom in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

### *Trends*

Voor chroom zijn in alle grondwatercategorieën duidelijke dalingen van de concentratie gevonden. In het ondiepe water bij gras/maïs op veen en op zandgrond, het laagveengebied, de keileemgebieden, de Centrale Slenk, de zandgebieden en Nederland als geheel. In het middeldiepe water is er behalve voor Nederland en de zandgebieden als geheel, ook een duidelijke daling voor de veen-, zeeklei- en zandcombinaties, met uitzondering van bebouwd/antropogeen, en de Peelhorst, de Centrale Slenk, de keileemgebieden, het hoog- en het laagveengebied, het rivierengebied en de polders en droogmakerijen (zie Bijlage B, Tabel B.12.B).

### *Toelichting*

In bijna alle ecodistrictgroepen vindt in het ondiepe grondwater overschrijding plaats van de streefwaarde. Ook in het middeldiepe grondwater zijn de concentraties veelvuldig boven de streefwaarde. Dit hoge percentage overschrijdingen wordt veroorzaakt door de lage streefwaarde van 1 µg/l. De detectielimiet is soms hoger dan de streefwaarde.

Verder is het opmerkelijk dat in een aantal gebieden in het ondiepe en/of middeldiepe grondwater het %OBS in 2008 minder is dan in 1990 (zie Bijlage B.12) en dat er in deze gebieden tevens een significante daling van concentraties plaatsvindt. Dit is het geval in het ondiepe grondwater van de keileemgebieden en de Centrale Slenk, en in het middeldiepe grondwater van het laagveengebied, de polders en droogmakerijen, het rivierengebied, het hoogveengebied, de keileemgebieden, de Centrale Slenk, en de Peelhorst met de oude rivierterrassen. Hoewel bij de trendanalyse is gecorrigeerd voor de hoogste detectielimiet, is het toch aannemelijk dat de daling van de concentratie van chroom toe te schrijven is aan de verbetering van de meting van chroom waardoor steeds nauwkeuriger en lager wordt gemeten.

Ook in Reijnders et al. (2004) komen in 2000 in heel Nederland concentraties voor die ruim boven de streefwaarde liggen en dalen in veel ecodistrictgroepen op alle diepten de gemiddelde concentraties van chroom.

### 3.13 Nikkel

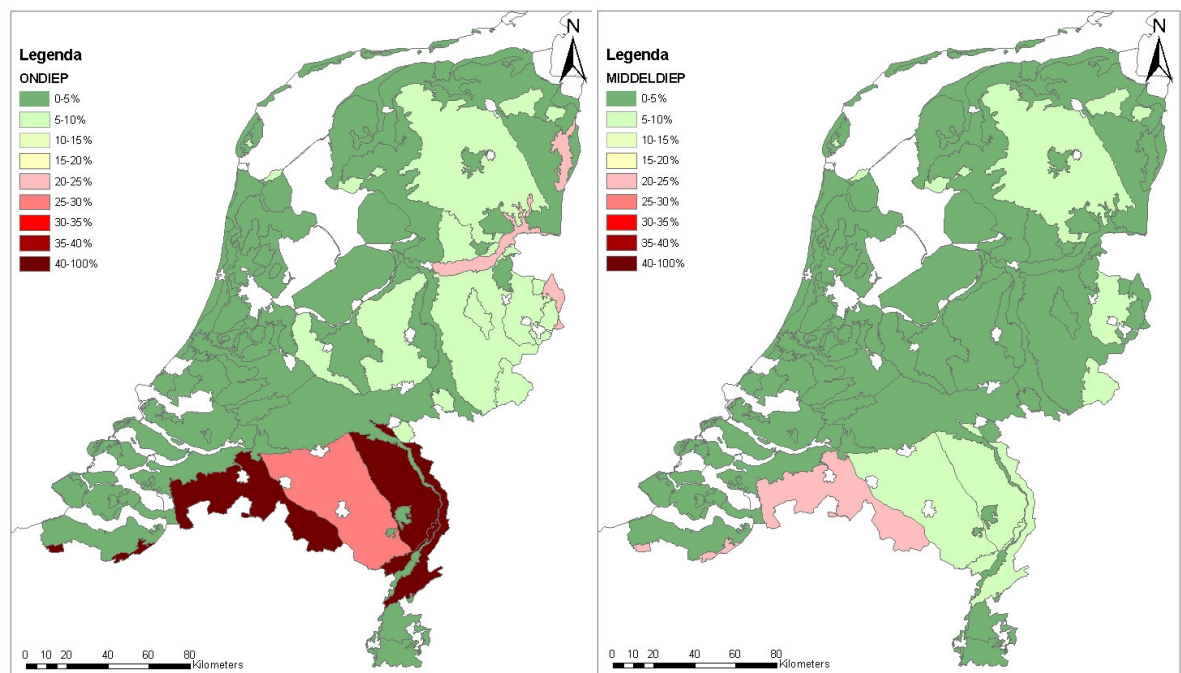
#### *Inleiding*

Behalve dat nikkel van nature in de bodem voorkomt, is nikkel voor een belangrijk deel afkomstig uit de atmosfeer en slechts voor een klein deel uit bemesting. Ook is in het verleden zuiveringsslib als meststof gebruikt waarin nikkel zat. De atmosferische depositie bedroeg in 1997 met 15 g/(ha.a) 50% van de totale belasting (Figuur 1.4.A). De aanvoer van nikkel via mest bedroeg in 1997 16 g/ha.a. en in 2000 circa 44 g/ha.a. (zie Tabel 1.4.A).

Nikkel accumuleert in de bovengrond omdat het goed adsorbeert. Een belangrijke bron van nikkel in het grondwater is de verwerking van nikkelhoudende mineralen in de ondergrond door belasting van het grondwater met verzurende of vermestende stoffen. Bij een lage pH kan nikkel in het grondwater oplossen. Alleen bij lage pH's zijn hoge concentraties in het grondwater mogelijk.

#### *Toestand*

In het ondiepe grondwater is het %OBS hoger dan 20% in de Centrale slenk, het zuidwestelijke zandgebied, en de Peelhorst en oude rivierterrassen. Het %OBS is hoger dan 10% in het ondiepe grondwater van de beekdalcomplexen. Voor het middeldiepe grondwater wordt alleen in het zuidwestelijke zandgebied een %OBS hoger dan 20% aangetroffen (Figuur 3.13.A).



**Figuur 3.13.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor nikkel in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**



#### *Trends*

In het ondiepe en middeldiepe water zijn duidelijke stijgingen gevonden van de nikkelconcentratie. Deze stijgingen zijn zichtbaar in het ondiepe grondwater voor het rivierengebied en Nederland als geheel en in het middeldiepe water voor het rivierengebied (zie Bijlage B, Tabel B.13.B).

#### *Toelichting*

Het hoge %OBS in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied, de Peelhorst en oude rivierterrassen, en de Centrale Slenk duidt op het vrijkomen van nikkel uit sediment door het oplossen van mineralen door pyrietoxidatie door bijvoorbeeld nitraat uit mest. De lage pH-waarden in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied, en de Peelhorst en oude rivierterrassen (zie paragraaf 3.2 ) wijzen op verzuurd grondwater, waardoor dit proces wordt versneld. In de Centrale Slenk duidt de pH-waarde niet op verzuurd grondwater. In het middeldiepe grondwater komen vrijwel alleen maar lage nikkelconcentraties voor.

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat op de Utrechtse Heuvelrug het %OBS van de pH van het ondiepe grondwater hoger is dan 10%. Hoge nikkelconcentraties worden hier echter niet aangetroffen en ook de sulfaatconcentraties zijn niet bijzonder hoog. Op de Utrechtse Heuvelrug speelt pyrietoxidatie waarschijnlijk geen belangrijke rol.

In het ondiepe grondwater voor het rivierengebied en Nederland als geheel en in het middeldiepe water voor het rivierengebied zijn duidelijke stijgingen gevonden van de nikkelconcentratie. Deze stijging gaat samen met een toename in de aluminiumconcentratie. Er is voor deze trends geen duidelijke oorzaak aan te wijzen.

In 2000 werden in voornamelijk het zuidelijke en ook het noordelijke zandgebied hoge %OBS gevonden (Reijnders et al., 2004). In 2008 is het %OBS in deze noordelijke zandgebieden voor zowel ondiep als middeldiep grondwater lager dan 10%.

### 3.14 Cadmium

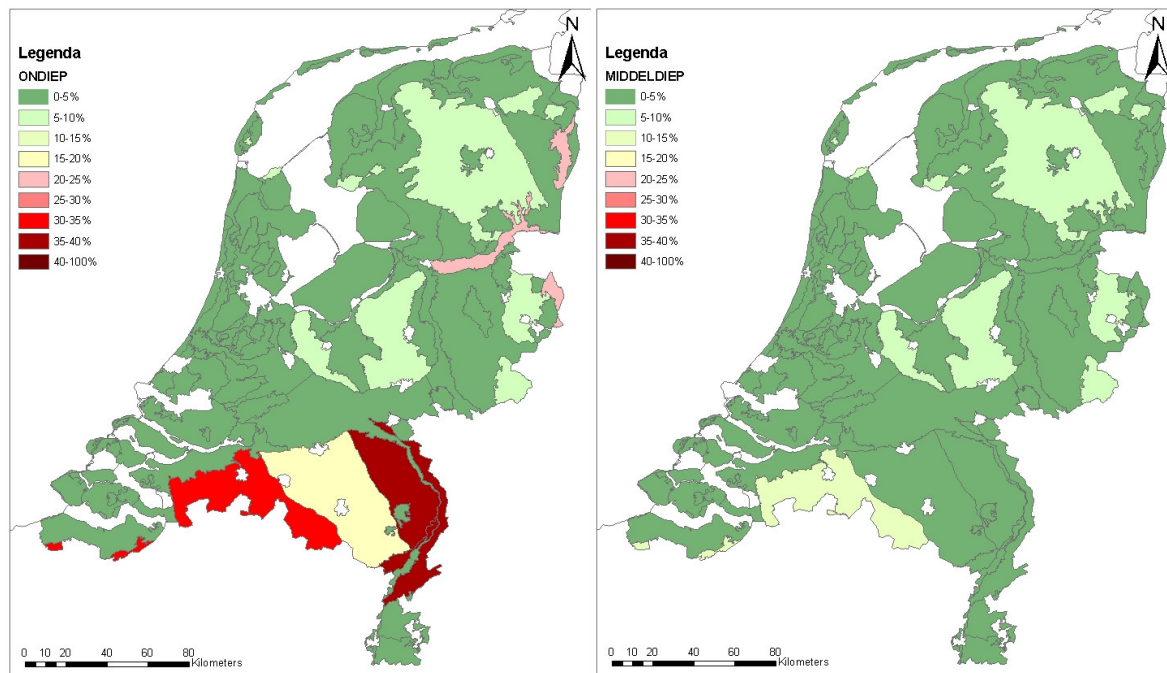
#### *Inleiding*

Belangrijke bronnen van cadmium zijn bemesting en atmosferische depositie. In de atmosferische depositie van cadmium zit een sterk regionaal patroon (Van der Grift et al., 2004). In de Kempen is de atmosferische depositie van cadmium tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw vele malen groter geweest dan in de rest van de provincie Brabant. Dit werd veroorzaakt door de uitstoot van stof uit de zinksmelterijen in de grensstreek met België. In de jaren zeventig is overgestapt op een andere productietechniek, waardoor deze uitstoot is gestopt. Landelijk is de atmosferische depositie sindsdien sterk gedaald. De laatste jaren is de natte depositie op landbouwgronden 0,5 g/ha.a. (zie Tabel 1.4.A). Tegenwoordig is de landbouw de belangrijkste bron voor de belasting met cadmium. De totale belasting van cadmium vanuit de mest is sinds 1997 circa 2 g/ha.a. (Tabel 1.4.A). De diffuse belasting van de bodem met cadmium is dus afkomstig van atmosferische depositie en het gebruik van dierlijke mest en kunstmest. Cadmium is bij lage pH-waarden mobiel en kan daardoor uitspoelen naar het grondwater.

#### *Toestand*

Het %OBS is hoger dan 20% in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen. In het ondiepe grondwater van de beekdalcomplexen is het %OBS

gelijk aan 20% en in de Centrale Slenk is het %OBS hoger dan 10%. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in het zuidwestelijke zandgebied hoger dan 10% (Figuur 3.14.A).



**Figuur 3.14.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor cadmium in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trends*

Voor cadmium worden geen duidelijke dalingen of stijgingen geconstateerd (Bijlage B, Tabel B.14.B).

#### *Toelichting*

Hoge %OBS worden aangetroffen in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierrassen langs de Maas. In het middeldiepe grondwater komen bijna geen overschrijdingen meer voor. Ondanks het feit dat het %OBS in 2008 minder is dan in 1990, worden in het zuidwestelijke zandgebied overschrijdingen aangetroffen. Uit de resultaten van pH (zie paragraaf 3.2) blijkt dat in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied lage pH-waarden voorkomen. Cadmium is bij lage pH-waarden mobiel en kan daardoor uitspoelen naar het grondwater.

In vergelijking met de toestand van 2000 in Reijnders et al. (2004) zijn er minder gebieden waarvan in het ondiepe en middeldiepe grondwater het %OBS meer is dan 10% of 20%. Wel is zowel in 2000 als in 2008 het %OBS van het ondiepe grondwater van de beekdalcomplexen meer dan 10% hoger dan in 1990.



### 3.15 Zink

#### *Inleiding*

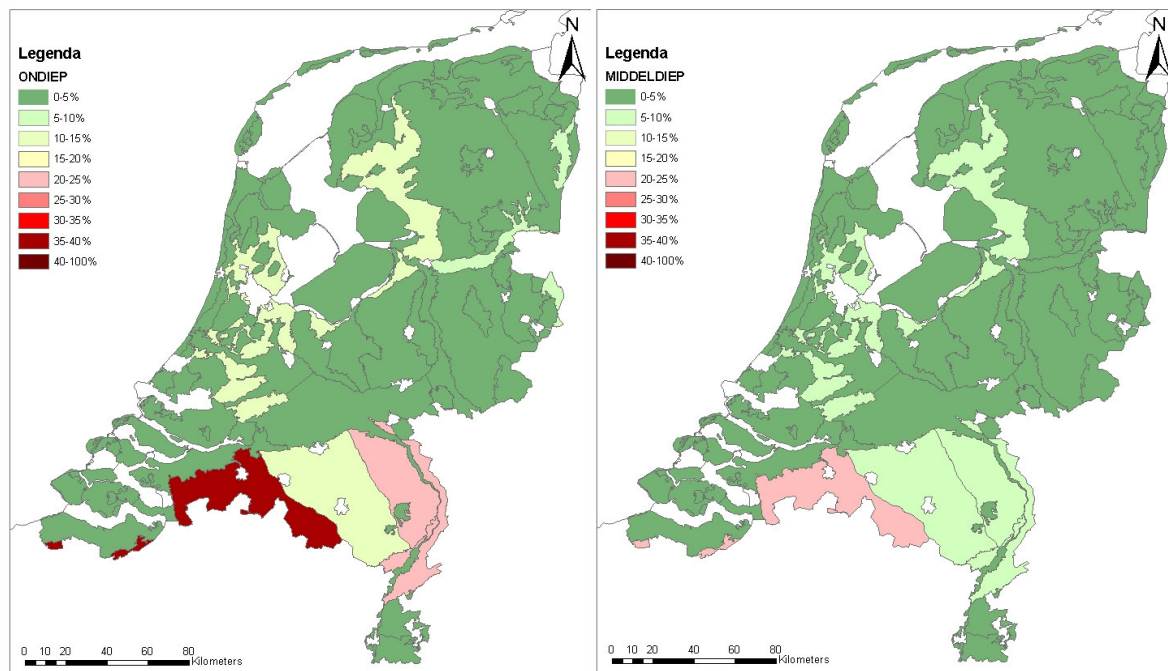
Zink is samen met cadmium het meest mobiele sporenelement en zou door uitspoelen van belasting aan het maaiveld in het grondwater terecht kunnen komen. De processen voor het uitspoelen van zink uit de bovengrond zijn beschreven door Boumans en Fraters (1993) (uit Reijnders et al., 2004).

Belangrijke bronnen van zink zijn bemesting en atmosferische depositie. In de atmosferische depositie van zink zit een sterk regionaal patroon net als bij cadmium (Grift et al, 2004). In de Kempen is de atmosferische depositie van zink tot in de jaren zeventig vele malen groter geweest dan in de rest van de provincie Brabant. Dit werd veroorzaakt door de uitstoot van stof uit de zinksmelterijen in de grensstreek met België. In de jaren zeventig is overgestapt op een andere productietechniek, waardoor deze uitstoot is gestopt.

Verder komt zink in de bodem door gebruik van dierlijke mest, kunstmest en zinkhoudende bestrijdingsmiddelen. In 2008 is de bijdrage van dierlijke mest en kunstmest op de landbouwgronden goed voor 86 % van de totale zinkbelasting (bron: Compendium voor de Leefomgeving). De normen voor gehalten koper en zink in mengvoeders zijn medio 2000 aangescherpt. Hierdoor is de hoeveelheid van deze metalen in dierlijke mest sterk gedaald. Dit vertaalt zich in een afname van de netto belasting van landbouwgrond met koper en zink. Deze afname is zichtbaar in Tabel 1.4.A; in 2000 is de belasting van landbouwgronden met zink vanuit dierlijke mest 961 g/ha.a en in 2006 635 g/ha.a.

#### *Toestand*

Het %OBS is hoger dan 20% in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen. In het ondiepe grondwater van de laagveengebieden en de Centrale Slenk is het %OBS hoger dan 10%. Het %OBS is hoger dan 20% in het middeldiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied (Figuur 3.15.A).



**Figuur 3.15.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor zink in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trends*

Voor zink worden geen duidelijke dalingen of stijgingen geconstateerd (Bijlage B, Tabel B.15.B).

#### *Toelichting*

Net als bij cadmium worden duidelijk hoge %OBS aangetroffen in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen. In het middeldiepe grondwater worden alleen nog in het zuidwestelijke zandgebied hoge concentraties zink aangetroffen, maar uit de betrouwbaarheidsanalyse komt dit gebied niet naar voren als een gebied met duidelijk hoge zinkconcentraties.

In 2000 werden hoge %OBS en het verschil in %OBS tussen 1990 en 2000 in het middeldiepe grondwater in de zeekleigebieden als onverwacht aangeduid en konden niet worden verklaard. In 2008 worden in het middeldiepe grondwater van het zeekleigebied geen hoge percentages en geen grote verschillen in %OBS meer aangetroffen.

## 3.16 Koper

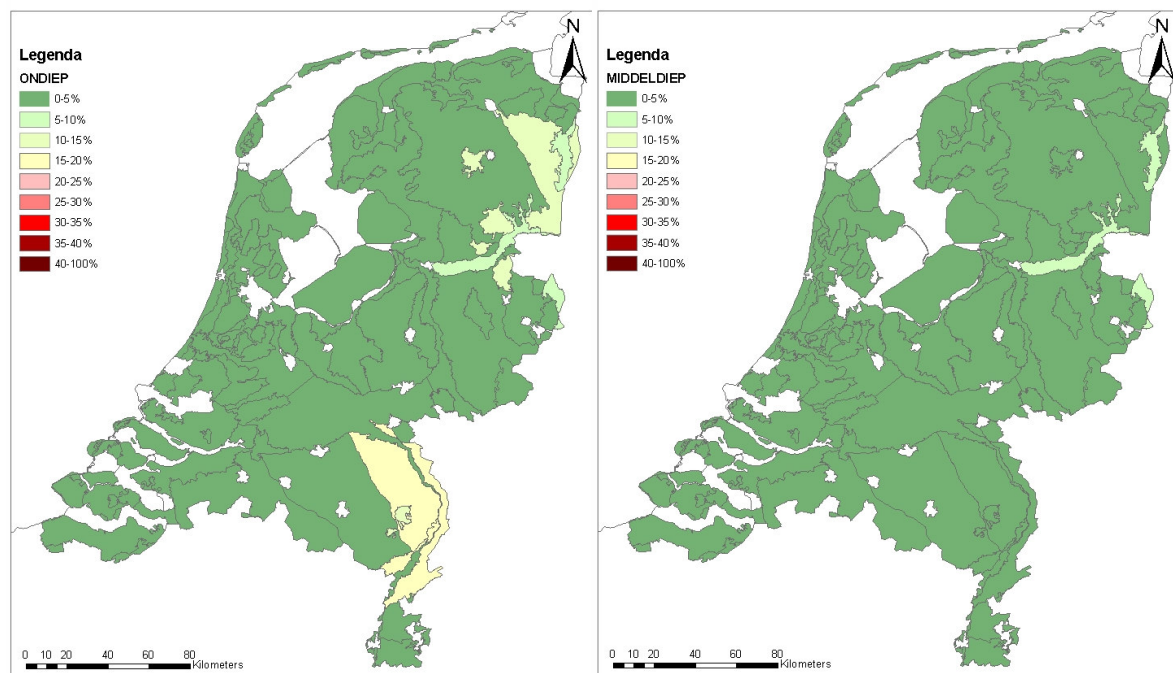
#### *Inleiding*

Koper is een essentieel onderdeel in voer om de voedselopname te verbeteren. De normen voor de gehalten koper en zink in mengvoeders zijn medio 2000 aangescherpt. Hierdoor is de hoeveelheid van deze metalen in dierlijke mest sterk gedaald. Dit vertaalt zich in een afname van de netto belasting van landbouwgrond met koper en zink. Op landbouwgronden werd in 2000 97% (379 g/ha.a.) van de totale koperbelasting aangevoerd via dierlijke en kunstmest (Tabel 1.4.A). De atmosferische depositie in

2000 bedroeg 10 g/ha.a. Koper bindt net als chroom en lood beter aan de bodem dan zink en cadmium. Hierdoor verwachten we geen effect van koperbelasting aan maaiveld in het grondwater.

#### *Toestand*

Het %OBS is hoger dan 10% in het ondiepe grondwater van hoogveengebieden, en in de Peelhorst en oude rivierterrassen. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in alle gebieden onder 10% (Figuur 3.16.A).



**Figuur 3.16.A Gewogen percentage oppervlakte boven de streefwaarde in het jaar 2008 voor koper in het ondiepe en middeldiepe grondwater per ecodistrictgroep.**

#### *Trends*

Alleen in het middeldiepe grondwater worden duidelijke dalingen aangetroffen in de koperconcentratie. Dit is bij gras/maïs op zandgrond en in het zuidwestelijke zandgebied (Bijlage B, Tabel B.16.B).

#### *Toelichting*

Zoals verwacht is het %OBS in de meeste gebieden laag in zowel het ondiepe als middeldiepe grondwater. Verder verandert er bijna niets in het %OBS. De enige duidelijke daling in de koperconcentratie wordt gevonden in het middeldiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied. Hiervoor is geen duidelijke verklaring.

In 2000 was het %OBS hoger dan 10% in het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied (Reijnders et al, 2004). In 2008 is het %OBS lager dan 10% en wordt er een significant dalende trend aangetroffen.

## 4 Conclusie

### *Toelichting overzichtstabel*

Tabel 4.1.A. geeft een overzicht van de toestand van de grondwaterkwaliteit in 2008 en de verandering van de grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008. Per component en per ecodistrictgroep kan uit deze tabel worden afgelezen of er een duidelijk hoog of zeer hoog %OBS is aangetroffen en of er sprake is van een duidelijke significante verandering. De donkere oranje kleur geeft aan dat het %OBS duidelijk zeer hoog is (>20%) op basis van zowel de gewogen als ongewogen berekeningen. De licht gele kleur geeft aan dat het %OBS duidelijk hoog is (>10% en <20%) op basis van zowel de gewogen als ongewogen berekeningen. Indien het gewogen %OBS hoger is dan 10%, maar het ongewogen %OBS hoger dan 20% (en vice versa) dan wordt dit weergegeven met een licht oranje kleur. De pijltjes (↑↓) geven aan dat een gemiddelde verandering duidelijk significant dalend of stijgend is.

### *Toestandbeschrijving van de grondwaterkwaliteit in 2008*

Streefwaarde-overschrijdingen of drinkwaternormoverschrijdingen in het ondiepe en middeldiepe grondwater van Nederland worden in 2008 gevonden voor nutriënten (ammonium, totaal-fosfor, nitraat, kalium), sporenelementen (nikkel, cadmium, zink, chroom, arseen) en sulfaat, chloride, pH en aluminium. De hoge %OBS voor chroom in heel Nederland worden vooral veroorzaakt door de lage streefwaarde van 1 µg/l.

### *Krijt- en lössgebied*

De grondwaterkwaliteit in het Krijt- en lössgebied in 2008 is in beeld gebracht met een zeer beperkt aantal waarnemingen: ondiep twee waarnemingen en middeldiep zelfs maar één waarneming. De breedte van de 80%-betrouwbaarheidslimieten toont dat het percentage oppervlakte van het gebied boven de streefwaarde voor alle stoffen in dit gebied niet onderscheidbaar is.

### *Zandgebieden*

In de zandgebieden zijn veel overschrijdingen van de streefwaarden, zowel in veel gebieden als voor veel verschillende stoffen.

In het hoogveengebied worden de meeste overschrijdingen, zoals in een veengebied verwacht kan worden in verband met het aanwezige organische stof, aangetroffen voor ammonium en totaal-fosfor. In het ondiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas komen veel verhoogde concentraties voor: pH, aluminium, kalium, nikkel, cadmium en zink.

Van nature komen deze stoffen voor in het lokale sediment. Deze stoffen kunnen door diverse chemische processen vrijkomen. Zo kan bijvoorbeeld uitspoeling van nitraat door bemesting leiden tot pyrietoxidatie, waarbij zware metalen zoals bijvoorbeeld nikkel vrij kunnen komen. De lage pH-waarden in het ondiepe grondwater wijzen op verzuurd grondwater, waardoor dit proces wordt versneld. Ook aluminium, cadmium en zink zijn bij lage pH-waarden mobiel en kunnen daardoor uitspoelen naar het grondwater.

De hoge %OBS kalium in het ondiepe grondwater van de zandgebieden is meest waarschijnlijk een gevolg van bemesting door de landbouw.

In het oostelijke zandgebied, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas is het %OBS van nitraat in het ondiepe grondwater hoog. Dit kan worden toegeschreven aan een hoge bodembelasting van nitraat gecombineerd met aeroob grondwater. Naarmate de diepte van het grondwater toeneemt, komt aeroob grondwater minder voor en kan nitraat denitrificeren. In het middeldiepe grondwater is nitraat daarom een veel minder groot probleem, alleen in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe is het %OBS hoog.

#### Rivierengebied

In het rivierengebied zijn er slechts een paar stoffen die een duidelijk hoog %OBS hebben in het ondiepe grondwater (totaal-fosfor en arseen) en middeldiepe grondwater (chloride en totaal-fosfor). Aangezien het meeste fosfaat zich aan de bodem bindt is de meest voor de hand liggende verklaring voor het hoge %OBS in het rivierengebied dat deze veroorzaakt wordt door de afbraak van organisch materiaal. Dit blijkt ook uit de gemiddeld hoge concentraties voor ammonium in dit gebied. De arseenconcentraties zijn in het rivierengebied van nature hoog. Het hoge %OBS voor chloride in het middeldiepe grondwater is het gevolg van brak water in de ondergrond.

#### Zeeklei- en laagveengebieden

In het ondiepe grondwater van de zeeklei- en laagveengebieden is het %OBS hoger dan 10% voor chloride, ammonium, kalium en chroom. In het middeldiepe grondwater is het %OBS hoger dan 10% voor de componenten chloride, ammonium, totaal-fosfor, kalium en chroom. Het hoge %OBS van chloride en kalium in de zeeklei- en laagveengebieden zijn het gevolg van mariene invloeden. Hoge %OBS voor ammonium worden gevonden in het ondiepe en middeldiepe grondwater van polders en droogmakerijen en het zeekleigebied. Dit zijn gebieden met veel organische stof in de bodem. Overeenkomsten tussen het ondiepe en middeldiepe grondwater in deze gebieden suggereren dat anaerobe afbraak van organische stof de bron voor het ammonium is. In het gehele zeeklei en laagveengebied vindt zowel in het ondiepe als middeldiepe grondwater overschrijding plaats van de streefwaarde van chroom. Deze vele overschrijdingen worden veroorzaakt door de lage streefwaarde van 1 µg/l. De detectielimiet is soms hoger dan de streefwaarde.

#### Duinen en strandwallen

In het ondiepe grondwater van het duinen en strandwallengebied overschrijden ammonium, totaal-fosfor, kalium, en chroom de streefwaarde met meer dan 10%. Naast deze stoffen overschrijdt in het middeldiepe grondwater ook chloride de streefwaarde met meer dan 10%. De concentratie chloride in het middeldiepe grondwater wordt hier beïnvloed door brak water in de ondergrond. Ook het hoge percentage sulfaat en kalium zijn het gevolg van mariene beïnvloeding. In de duinen en strandwallen is het %OBS van ammonium en totaal-fosfor in zowel het ondiepe als middeldiepe grondwater duidelijk hoog. Aangezien het meeste fosfaat zich aan de bodem bindt is de meest voor de hand liggende verklaring voor het hoge %OBS dat deze veroorzaakt wordt door de afbraak van organisch materiaal.

#### *Verandering in grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008*

Over het algemeen verandert de grondwaterkwaliteit tussen 1984 en 2008 weinig. In het Krijt- en lössgebied zijn geen veranderingen zichtbaar. In de duinen en strandwallen is er een dalende trend voor sulfaat in het ondiepe grondwater. Deze kan worden verklaard door de daling in atmosferische depositie.

#### Zandgebieden

In de zandgebieden is de verandering van de grondwaterkwaliteit het grootst. De daling in de chlorideconcentratie van het ondiepe grondwater van de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas kan het gevolg zijn van een verminderde belasting van chloride uit mest en kunstmest. In het ondiepe grondwater van het hoogveengebied, het oostelijk dekzandgebied en het zuidwestelijke zandgebied daalt de sulfaatconcentratie. Deze dalingen in het zandgebied kunnen worden verklaard door de daling in atmosferische depositie en productie van dierlijke mest. Trends in het grondwater laten zeer kleine dalingen zien van de pH in het middeldiepe grondwater in het oostelijk zandgebied met verspreide stuwwallen en de Centrale Slenk. In het oostelijk zandgebied is in middeldiep grondwater tevens eens stijging van de sulfaat- en

fosfaatconcentratie zichtbaar. Het zou kunnen dat deze trends het gevolg zijn van pyrietoxidatie en afbraak van organische stof.

In het ondiepe grondwater van de Gelderse Vallei en Veluwezoom is een duidelijke stijging van de ammoniumconcentratie aangetoond. Hier is geen procesmatig verklaring voor. De stijging in de kalium- en sulfaatconcentratie van het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas kan het effect zijn van bemesting. Voor de daling in de koperconcentratie in het middeldiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied is geen duidelijke verklaring.

#### Rivierengebied

In het rivierengebied zijn er stijgende trends voor aluminium en nikkel in het middeldiepe grondwater en nikkel in het ondiepe grondwater. Er is voor deze trends geen duidelijke oorzaak aan te wijzen.

#### Zeeklei- en laagveengebieden

In het ondiepe water is een duidelijke stijging van de arseenconcentratie te zien in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied. Omdat deze stijgende trend ook in oud en zout middeldiep grondwater van de zeekleigebieden wordt gevonden is het waarschijnlijk dat dit een artefact is. In oud grondwater worden over deze tijdspanne geen veranderingen verwacht. De duidelijke dalingen van de sulfaatconcentratie in het ondiepe grondwater in het laagveengebied kunnen worden verklaard door de daling in atmosferische depositie.

Tabel 4.1.A. Overzichtstabel van de toestand van de grondwaterkwaliteit in 2008 en de verandering van de grondwaterkwaliteit over de periode 1984-2008.

| ecoregio         | duinen en strandwallen | zeeklei- en laagveen gebieden |                           |                   | rivieren-gebied | zandgebieden      |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   | Krijt & lössgebied |
|------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| nr.              | 1                      | 2                             | 3                         | 4                 | 5               | 6                 | 7               | 8                             | 9                                             | 10               | 11                            | 12             | 13                        | 14                                | 15                 |
| ecodistrictgr    | duinen en strandwallen | laagveen gebieden             | polders en droogmakerijen | zeeklei gebied en | rivieren-gebied | beekdal-complexen | hoogveen gebied | Gelderse Vallei en Veluwezoom | oostelijk dekzand gebied met geïsol. stuwwal. | Keileem gebieden | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | Centrale Slenk | Zuidwestelijk zand-gebied | Peelhorst en oude rivierterrassen | Krijt & lössgebied |
| <b>chloride</b>  |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           | ↓                                 |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| <b>pH</b>        |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               | ↓                                             |                  |                               | ↓              |                           |                                   |                    |
| <b>sulfaat</b>   |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           | ↓                      | ↓                             |                           |                   |                 |                   | ↓               |                               | ↓                                             |                  |                               |                | ↓                         |                                   |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           | ↓                 |                 |                   |                 |                               | ↑                                             |                  |                               |                |                           | ↑                                 |                    |
| <b>aluminium</b> |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           |                   | ↑               |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| <b>nitraat</b>   |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| <b>ammonium</b>  |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| ondiep           |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 | ↑                             |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |
| middeldiep       |                        |                               |                           |                   |                 |                   |                 |                               |                                               |                  |                               |                |                           |                                   |                    |





| ecoregio | duinen<br>en<br>strand-<br>wallen | zeeklei- en laagveen gebieden | rivieren-<br>gebied | zandgebieden | Krijt &<br>lössgebied |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|

|  |                                                  |
|--|--------------------------------------------------|
|  | duidelijk hoog (<20%OBS>10%)                     |
|  | duidelijk hoog of duidelijk zeer hoog (%OBS>10%) |
|  | %OBS <10% of niet onderscheidbaar                |

↑↓ Gemiddelde verandering is duidelijk significant dalend of stijgend

## Literatuur

Boumans, L.J.M. en B. Fraters (1993), Cadmium, chroom, lood, zink en arseen in het freatische grondwater van de zandgebieden van Nederland. Rapport 712300001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Boumans, L.J.M., H.F.R. Reijnders en W. Verweij (2008), KRW en GWR: Handreiking trend en trendomkering. Rapport 607300006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

CBS, 2009: <http://statline.cbs.nl/>

Circulaire bodemsanering, 2009.

Delahaye R., P.K.N. Fong (CBS), M.M. van Eerdt (CBS), K.W. van der Hoek (RIVM) en C.S.M. Olsthoorn (CBS) (2003) Emissie van zeven zware metalen naar landbouwgrond. CBS-rapport, Voorburg/Heerlen.

Drecht, G. van, L.J.M. Boumans en H.F.R. Reijnders (1994), Landelijk beeld van de grondwaterkwaliteit, methode en resultaten voor nitraat. Rapport 714801001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Drecht, G. van, H.F.R. Reijnders, L.J.M. Boumans en W. van Duijvenbooden (1996b), De kwaliteit van het grondwater op een diepte tussen 5 en 30 m in Nederland in het jaar 1992 en de verandering daarvan in de periode 1984-1993. Rapport 714801005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Duijvenbooden, W. van, J. Taat en L.F.L. Gast (1985), Landelijk Meetnet Grondwater: Eindrapport van de Inrichtingsfase. Rapport 840382001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Goffau, A. de, E.W.J. Wattel-Koekkoek, K.W. van der Hoek en L.J.M. Boumans (2009), Evaluatie TrendMeetnet Verzuring. Rapport 680721004, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Grift, B. van der, J. Rozemeijer, M.E. van Vliet en H.P. Broers (2004), De kwaliteit van het grondwater in de provincie Noord-Brabant, Rapportage over de toestand van 2003 en trends in de periode 1992 t/m 2003. Rapportnummer NITG 04-206-A, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht.

Hendriks, B. en L.J.M. Boumans (2002) Neerslagcorrectiemethode voor provinciale nitraatgegevens. Interprovinciaal Overleg, Den Haag.

Henkes, Ch. H. (1994), Daling van het Cl- en Na-gehalte in ondiep grondwater een gevolg van veranderde minerale bemesting. Meststoffen: p. 40-43.

Klijn, F. (1988), Milieubeheergebieden. Deel A: Indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten; Deel B: gevoeligheid van ecodistricten voor verzuring, vermisting, verontreiniging en verdroging. Rapport 758702001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Meinardi, C.R. en R. van den Berg (eds) - Beusen, A.H.W., G.J. van den Born, L.J.M. Boumans, B. Fraters, J.P.A. Lijzen, A.M.A. van der Linden, P.F. Otte, H.F.R. Reijnders, C.G.J. Schotten, C.W. Versluijs, W.J. Willems (2008), Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 500003006, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.

Ministerie van VROM (1997). Integrale Normstelling Stoffen, Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht.

Nieuwkerk, E.R. van (Deltares), H.F. Passier (Deltares), J. Klein (Deltares), F.Th. Verhagen (Royal Haskoning), M.E. van Vliet (Royal Haskoning), K.W. van der Hoek (RIVM) (2008), Structureren informatiestromen grondwater voor de KRW. Rapport 2008-U-R0782/A, Deltares, Utrecht.

Poorter, J.P. de (2009), Kwaliteitsborging Nederlandse grondwaterinformatieketen. Uitvoeringsprogramma 'Van peilbuis tot KRW-portaal', PROGRAMMAPLAN FASE I januari t/m juni 2009. MMG Advies bv, Den Haag, eindconcept.

Reijnders, H.F.R., G. van Drecht, H.F. Prins, J.J.B. Bronswijk en L.J.M. Boumans (2004), De kwaliteit van ondiep en middeldiep grondwater in Nederland in het jaar 2000 en verandering daarvan in de periode 1984-2000. Rapport 714801030, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Russell, E.W. (1973), Soil conditions and plant growth. Longman, London and New York, p. 24.

Vries, F. de, W.J.M. de Groot, T. Hoogland en J. Denneboom (2003), De bodemkaart van Nederland digitaal. Alterra-rapport 811, Alterra, Wageningen.

Verweij, W., H.F.R. Reijnders, H.F. Prins, L.J.M. Boumans, M.P.M. Janssen, C.T.A. Moermond, A.C.M. de Nijs, B.J. Pieters, E.M.J. Verbruggen en M.C. Zijp (2008) RIVM-rapport 607300001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Wattel-Koekkoek, E.J.W., A.C.M. de Nijs, M.C. Zijp, H.P. Broers (Deltares) en L.J.M. Boumans (2009), Representativiteit KRW Monitoringsprogramma Grondwaterkwaliteit. Rapport 680721003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Wever, D. en J.J.B. Bronswijk (1997), Optimalisatie van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit. Rapport 714851002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

## **Bijlage A**

## **A Geografische meetpuntinformatie en filterdiepte indeling**

### **A.1 Filterdiepten**

De filters van de meetpunten van het LMG zijn geclassificeerd naar hun diepte onder gemiddelde grondwaterstand. Om tot deze indeling te kunnen komen zijn de filters en waarnemingen gecheckt op een aantal kenmerken:

- Putten met als grondwaterstroming ‘oeverinfiltratie’ of bodemeigenschap ‘havenslib’ worden niet in de analyse betrokken.
- Is de lengte van het filter meer dan 1 m en minder dan 5 m?
- Ligt de onderkant van het filter op of binnen 50 m-mv?
- Is er tenminste één chloridemeting per diepteniveau beschikbaar over de periode 1998-2008?
- Er wordt een gemiddelde grondwaterstand berekend voor het ondiepste filter (meestal filternummer. 1) en deze gemiddelde grondwaterstand wordt toegepast voor de indeling van alle filters van de put.
- Als de gemiddelde grondwaterstand lager ligt dan 1 m-mv wordt gerekend met een gemiddelde grondwaterstand van 1 m-mv.
- Ondiep grondwater ligt tussen 0-10 m onder de grondwaterspiegel.
- Het middeldiepe grondwater ligt tussen 10-30 m onder grondwaterspiegel.
- Filters ondieper dan 10 m-mv moeten tenminste 2 m water boven de bovenkant van het filter hebben, aangezien de bovenste 2 m van de verzadigde zone als bovenste grondwater worden beschouwd.
- Filters in het middeldiepe water liggen tenminste 15 m-mv.

De volgende kenmerken zijn niet toegepast:

- Zijn er minimaal voor vier achtereenvolgende jaren chloridemetingen beschikbaar over de periode 1990-2000?
- Een ondiep filter wordt niet ingedeeld als er ook geen middeldiep filter beschikbaar is (doordat het filter niet aan voorwaarden voldoet of doordat de put niet met middeldiep filter is ingericht).
- En ook andersom: een middeldiep filter wordt niet ingedeeld als er ook geen ondiep filter beschikbaar is.

Door het loslaten van deze drie criteria kunnen 100 filters extra in een dieptetraject worden ingedeeld. Het uiteindelijke resultaat bestaat uit 644 ingedeelde filters en 43 niet-ingedeelde filters. Tabel A.1.A toont het overzicht verdeeld over de twee dieptetrajecten.

**Tabel A.1.A** Overzicht van het aantal ingedeelde en niet-ingedeelde filters verdeeld over de dieptetrajecten ondiep en middeldiep.

| <b>Indeling dieptetraject</b> | <b>Aantal filters</b> |
|-------------------------------|-----------------------|
| Ingedeelde filters            |                       |
| <i>Ondiep</i>                 | <i>310</i>            |
| <i>Middeldiep</i>             | <i>334</i>            |
| Totaal:                       | 644                   |
| Niet ingedeelde filters       |                       |
| <i>Ondiep</i>                 | <i>32</i>             |
| <i>Middeldiep</i>             | <i>11</i>             |
| Totaal:                       | 43                    |
| Totaal:                       | 687                   |

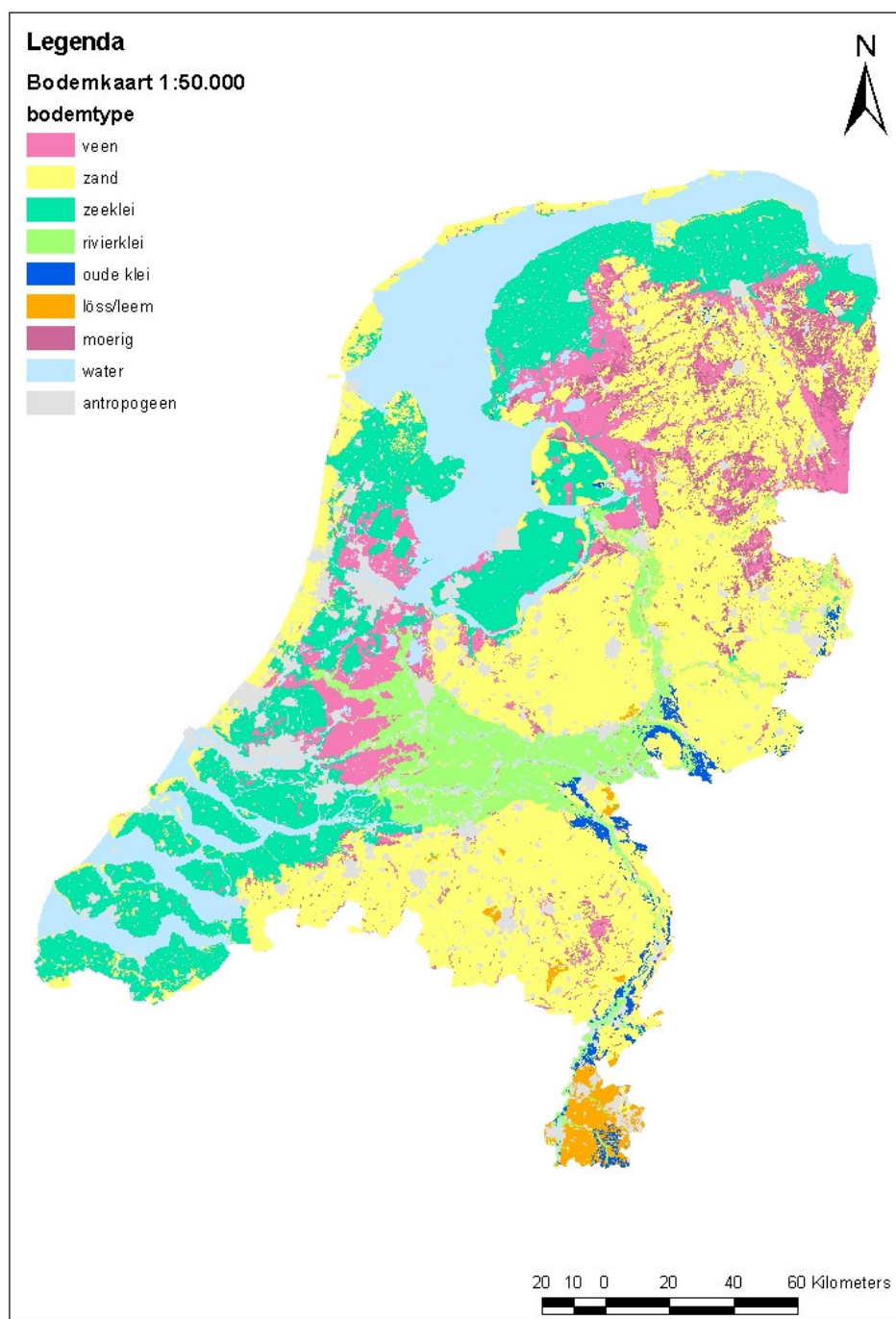
## A.2 Grondsoortenkaart

De grondsoortenkaart is afgeleid van de bodemkaart 1:50 000 uit 2006 die is geproduceerd door Alterra. De bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000, geeft ruimtelijke informatie over de bodemopbouw tot globaal 1 m diepte. Versie 2006 onderscheidt zich van de eerdere versie doordat aan de kaartvlakken met veengronden in de omgeving van de oostelijke zandgronden informatie is toegevoegd over de actualiteit. De informatie over deze veenvlakken is beschikbaar gekomen bij de zogenoemde veenkartering die bij circa. 100 000 ha is uitgevoerd. Hierbij werd per kaartvlak nagegaan of er nu nog sprake is van een veengrond. Bij deze ‘quick scan’ zijn de vlakken met verouderde informatie niet opnieuw gekarteerd. De bodemkundige informatie op de bodemkaart heeft betrekking op de aard en samenstelling van de bovengrond (grondsoort) met een verdere onderverdeling naar bodemvorming, veensoort, afwijkende lagen in het profiel, aanwezigheid van kalk en verstoringen door vergraving en egalisatie.

De vereenvoudigde bodemkaart bevat de volgende klassen:

- zand;
- zeeklei;
- rivierklei;
- veen;
- moerig;
- löss/leem;
- oude klei;
- antropogeen;
- water.

Figuur A.2.A toont het eindresultaat van deze ‘vertaling’ naar een vereenvoudigde kaart.



**Figuur A.2.A Vereenvoudigde bodemkaart van Nederland 1:50 000.**

*Waarop is de vertaling gebaseerd?*

Voor de vertaling van de bodemeenheden naar de vereenvoudigde bodemkaart is gebruikgemaakt van het Alterra-rapport 'De bodemkaart van Nederland digitaal' (De Vries et al., 2003). Aanhangsel 1 van dit Alterra-rapport toont de verdere onderverdeling van de legenda naar onder meer veensoort, aard en textuur van de bovengrond en profielverloop. Op basis van deze gegevens is in eerste instantie een indeling gemaakt op hoofdlijnen naar zand, klei, veen en löss/leem. Vervolgens zijn de hoofdklassen van de bodemkaart naar de volgende grondsoorten is omgezet (Tabel A.2.A):

**Tabel A.2.A Vertaling van de hoofdlegenda eenheden naar grondsoorten.**

| <b>Hoofdklassen</b>                                    | <b>Samenvattende naam</b>                                                                                  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Veengronden (V)                                        | Veen                                                                                                       |
| Moerige grond (W)                                      | Zeeklei: Wg en Wo<br>Moerig: Wz en Wp                                                                      |
| Podzol gronden (Y en H)                                | Zand                                                                                                       |
| Brikgronden (B)                                        | Löss/leem: BL<br>Oude klei: BK <sub>h</sub> en BK <sub>d</sub><br>Zand: BZ                                 |
| Dikke eerdgronden (EZ, EL en EK)                       | Zand: EZ, EK19<br>Löss/leem: EL<br>Zeeklei: EK79                                                           |
| Kalkloze zandgronden (Z)                               | Zand                                                                                                       |
| Kalkhoudende zandgronden (Z...A)                       | Zand                                                                                                       |
| Kalkhoudende bijzonder lutumarme gronden (Sn)          | Zand                                                                                                       |
| Niet-gerijpte minerale gronden (MO en RO)              | Zand: MO <sub>b12</sub> en MO <sub>b72</sub><br>Zeeklei: rest MO<br>Rivierklei: RO                         |
| Zeekleigronden (M)                                     | Zeeklei                                                                                                    |
| Rivierkleigronden (R)                                  | Rivierklei                                                                                                 |
| Oude rivierkleigronden (KR)                            | Oude klei                                                                                                  |
| Leemgronden (L)                                        | Löss/leem                                                                                                  |
| Mariene afzettingen ouder dan pleistoceen (MA, MK, MZ) | Oude klei: MA, MK en MZ <sub>k</sub><br>Zand: MZ <sub>z</sub>                                              |
| Fluviatile afzettingen ouder dan pleistoceen (FG, FK)  | Zand: FG<br>Oude klei: FK                                                                                  |
| Kalksteenverweringsgronden (KM, KK, KS)                | Oude klei: KM, KS, IKK<br>Löss/leem: KK en mKK                                                             |
| Ondiepe keileemgronden (KX)                            | Oude klei                                                                                                  |
| Overige oude kleigronden (KT)                          | Zeeklei                                                                                                    |
| Grindgronden (G)                                       | n.v.t.                                                                                                     |
| Warmoezerijgronden (AW)                                | Zeeklei: AW <sub>o</sub> en AW <sub>g</sub><br>Veen: AW <sub>v</sub>                                       |
| Legenda-associaties (A)                                | Zeeklei: AAK<br>Veen: AAP                                                                                  |
| Beekdalgronden (AB)                                    | Klei: AB <sub>k</sub><br>Löss/leem: AB <sub>l</sub><br>Veen: AB <sub>v</sub><br>Zand: AB <sub>z</sub> , AD |
| Geëgaliseerde en verw. zeekleigronden (AE)             | Zeeklei                                                                                                    |



| Hoofdklassen                     | Samenvattende naam                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Roodoornige vechtdalgronden (AF) | Rivierklei: AFk<br>Zeeklei: AGm<br>Zand: AFz                                                                                                                                             |
| Hellinggronden (AH)              | Oude klei: AHa, AHk en AHs<br>Löss/leem: AHc, AHv, AHz en AHl<br>Rivierklei: AM en AMm<br>Zand: AHt, AK, ALu, AO en AS<br>Veen: AP<br>Antropogeen: AQ                                    |
| Veenafbraak of ontginning (AV)   | Veen                                                                                                                                                                                     |
| Warmoezerijgronden (AW)          | Zeeklei: AWg en AWo<br>Veen: AWv<br>Zand: AZ                                                                                                                                             |
| Wieringermeergronden (AZW)       | Zand: AZW0, AZW1 en AZW5<br>Zeeklei: AZW6,7 of 8                                                                                                                                         |
| Diversen                         | Antropogeen: groeve, afgegraven, opgehoogd of opgespoten, geëgaliseerd, vergraven, oude bewoningsplaatsen, bebouwing, dijk, bovenlandstrook, mijnstort, terpveen: moeras<br>water: water |
| Associaties (U)                  | Antropogeen, zeeklei, rivierklei, oude klei löss/leem, veen, moerig of zand                                                                                                              |

Voor de vertaling van de associaties (legenda eenheden met letter U) is gebruikgemaakt van het veld 'EERSTE\_BOD'. Ook hierin zijn de hoofdklassen (zoals beschreven in Tabel A.2.A) opgenomen en heeft op dezelfde manier de vertaling plaatsgevonden.

#### *Vergelijking gebruikte bodemkaart*

De hierboven geschreven vertaling van hoofdklassen naar grondsoorten is vergeleken met de grondsoortenkaart, zoals gebruikt in Reijnders et al. (2004).

De twee klassen Lh6s en BLh6s zijn ingedeeld in de klasse löss/leem op basis van de beschrijving van de bodemkaart 'siltige leem insitu', waar ze in het vorige onderzoek als 'oude klei' zijn benoemd. Deze beslissing heeft uiteindelijk geen invloed gehad op de toekenning van grondsoorten aan putten, aangezien geen enkel meetpunt binnen deze bodemeenheid valt.

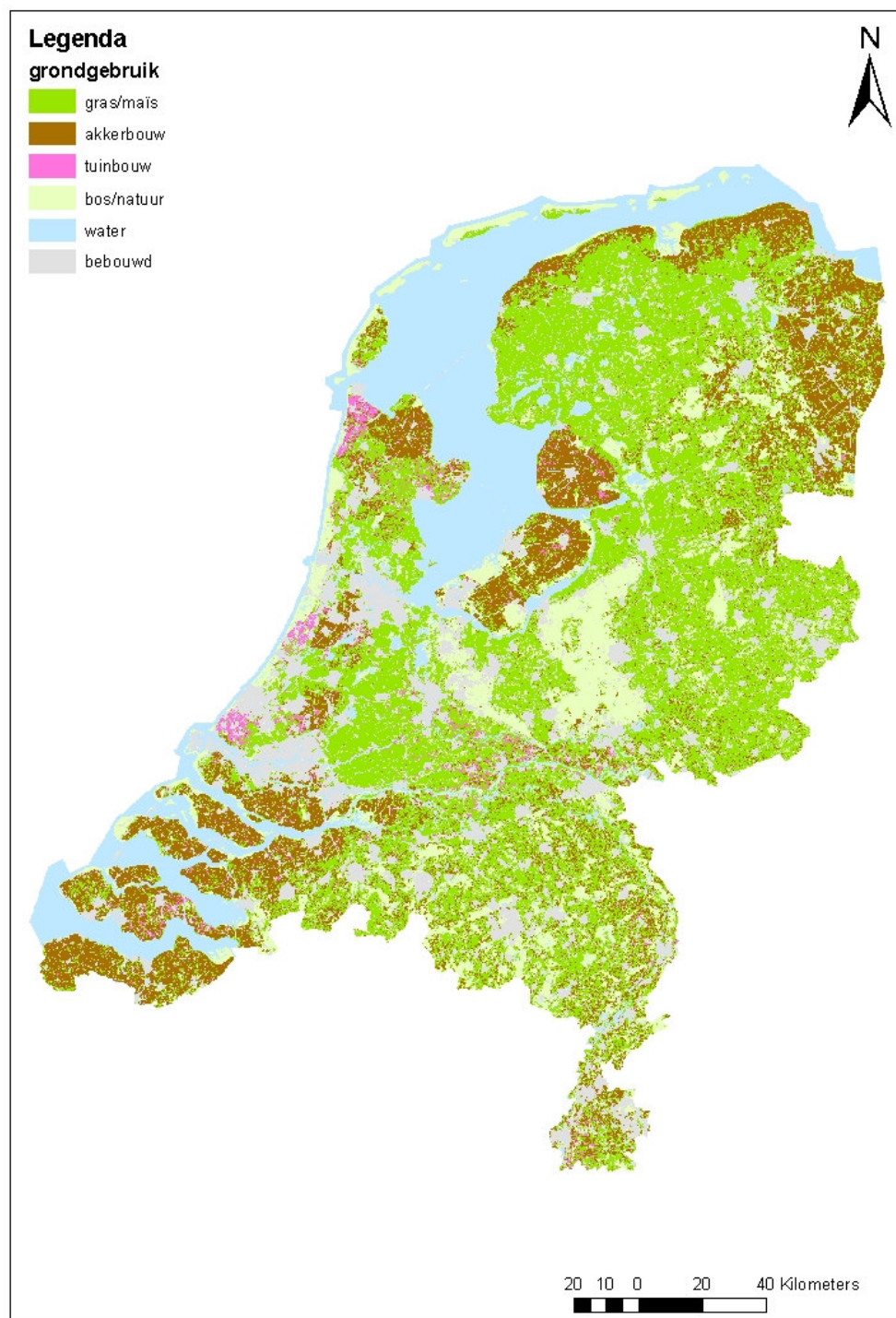
Verder verschilt deze vereenvoudigde bodemkaart van de versie gebruikt in Reijnders et al. (2004), doordat de bodemkaart van 2006 door Alterra is geactualiseerd met betrekking tot de veengronden in de omgeving van de oostelijke zandgronden.

## A.3 Grondgebruik

Het grondgebruik per meetpunt is afgeleid van het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland versie 5 (LGN5). Verschillende grondgebruiksklassen zijn gegroepeerd tot de volgende klassen: gras/maïs, akkerbouw, tuinbouw, bos/natuur, water en bebouwd. De grondgebruiksklassen zijn op dezelfde manier gegroepeerd als in Reijnders et al. (2004). Tabel A.3.A geeft weer welke LGN5-grondgebruiksklassen zijn geaggregeerd naar de zes toegepaste grondgebruiksklassen.

**Tabel A.3.A Aggregatie van het LGN5-bestand tot zes klassen van grondgebruik.**

| <b>Grondgebruik</b> | <b>LGN5-grondgebruiksklassen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gras/maïs           | gras, maïs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| akkerbouw           | aardappelen, bieten, granen, overige landbouwgewassen                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| tuinbouw            | glastuinbouw, boomgaard, bollen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| bos/natuur          | loofbos, naaldbos, kwelders, open zand in kustgebied, open duinvegetatie, gesloten duinvegetatie, duinheide, open stuifzand, heide, matig vergraste heide, sterk vergraste heide, hoogveen, bos in hoogveengebied, overige moerasvegetatie, rietvegetatie, bos in moersgebied, veengebied, overig open begroeid natuurgebied, kale grond in natuurgebied |
| bebouwd             | stedelijk bebouwd gebied, bebouwing in buitengebied, loofbos in bebouwd gebied, naaldbos in bebouwd gebied, bos met dichte bebouwing, gras met dichte bebouwing, gras in bebouwd gebied, kale grond in bebouwd buitengebied, hoofdwegen en spoorwegen, bebouwing agrarisch gebied.                                                                       |
| water               | zoet water                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| n.v.t.              | zout water                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



**Figuur A.3.A Grondgebruik (LGN5).**

## A.4 Ecodistricten

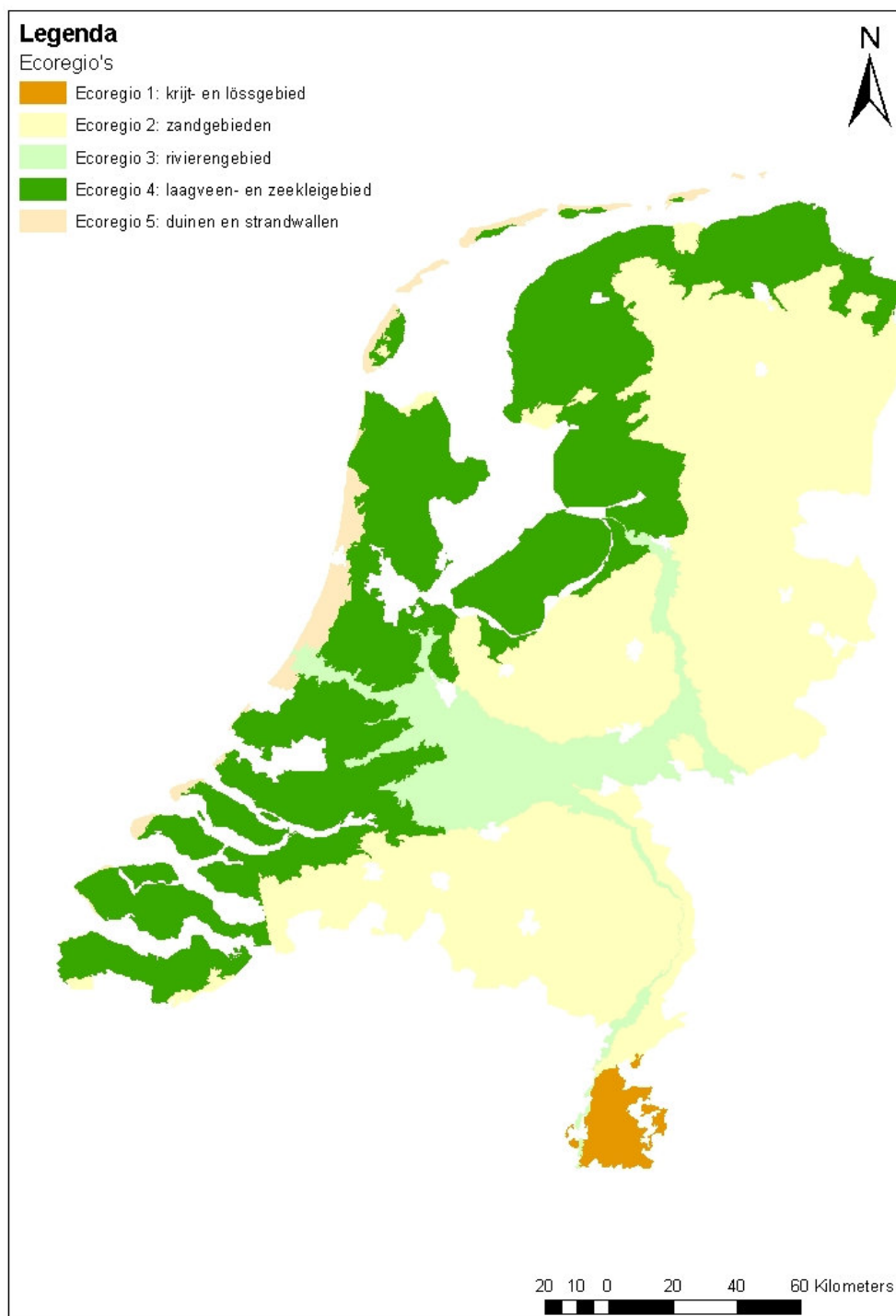
Voor het toekennen van ecodistricten en ecoregio's aan meetpunten is gebruikgemaakt van dezelfde digitale kaart en dezelfde samenvoeging van ecodistrictgroepen naar ecoregio's als in Reijnders et al. (2004). Tabel A.4. Atoont de indeling in ecodistricten en ecoregio's.

**Tabel A.4.A Indeling in ecodistrictgroepen en ecoregio's.**

| <b>Ecodistrictnr.</b> | <b>Ecodistrictgroep</b>                               | <b>Ecoregionr.</b> | <b>Ecoregio's</b>          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1                     | duinen en strandwallen                                | 5                  | duinen en strandwallen     |
| 2                     | laagveengebied                                        | 4                  | zeeklei- en laagveengebied |
| 3                     | polders en droogmakerijen                             | 4                  | zeeklei- en laagveengebied |
| 4                     | zeekleigebieden                                       | 4                  | zeeklei- en laagveengebied |
| 5                     | rivierengebied                                        | 3                  | rivierengebied             |
| 6                     | beekdalcomplexen                                      | 2                  | zandgebieden               |
| 7                     | hoogveengebied                                        | 2                  | zandgebieden               |
| 8                     | Gelderse Vallei en Veluwezoom                         | 2                  | zandgebieden               |
| 9                     | oostelijk dekzandgebied met<br>geïsoleerde stuwwallen | 2                  | zandgebieden               |
| 10                    | keileemgebieden                                       | 2                  | zandgebieden               |
| 11                    | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                         | 2                  | zandgebieden               |
| 12                    | Centrale Slenk                                        | 2                  | zandgebieden               |
| 13                    | zuidwestelijk zandgebied                              | 2                  | zandgebieden               |
| 14                    | Peelhorst en oude rivierterrassen                     | 2                  | zandgebieden               |
| 15                    | Krijt- en lössgebied                                  | 1                  | Krijt- en lössgebied       |



Figuur A.4.A Ecodistrictgroepen.



Figuur A.4.B Ecoregio's.

## A.5 Verdeling meetpunten en geografische informatie

### A.5.1 Verdeling meetpunten per ecodistrictgroep

In de verdelingstabellen (Tabel A.5.A en Tabel A.5.B) is weergegeven uit hoeveel putten (aantallen en percentages) ieder gebiedstype bestaat. In de laatste kolom is opgenomen hoeveel LMG-putten er per ecodistrictgroep of ecoregio anders zijn ingedeeld dan in de rapportage van Reijnders et al. (2004). Bij de indeling in ecodistrictgroepen is meetpunt 202 verschoven van het oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen naar de beekdalcomplexen. Verder is put 85 van stedelijk gebied (niet ingedeeld) verschoven naar duinen en strandwallen. Met behulp van ArcGis is aangetoond dat 75% van de oppervlakte, bepaald met een straal van 250 meter rondom deze meetpunten, bestaat uit de nieuw gekozen indeling. Voor de indeling naar ecoregio's betekenen deze aanpassingen dat regio 2, 'de zandgebieden', 186 meetpunten houdt, aangezien put 202 verschuift binnen deze regio. Ecoregio 5 wordt uitgebreid met meetpunt 85.

**Tabel A.5.A Verdeling van het aantal meetpunten en oppervlakte per ecodistrictgroep en verschil met indeling Reijnders et al. (2004).**

| Ecodistrictnr. | Ecodistrictgroep                                   | Putten     |             | Opp. (%)    | Verskil indeling 2004 <sup>1</sup> |
|----------------|----------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|------------------------------------|
|                |                                                    | aantal     | %           |             |                                    |
| 1              | duinen en strandwallen                             | 15         | 5%          | 2,3%        | +1                                 |
| 2              | laagveengebied                                     | 27         | 8%          | 8,8%        |                                    |
| 3              | polders en droogmakerijen                          | 17         | 5%          | 7,5%        |                                    |
| 4              | zeekleigebieden                                    | 43         | 13%         | 20,7%       |                                    |
| 5              | rivierengebied                                     | 29         | 9%          | 9,5%        | +1                                 |
| 6              | beekdalcomplexen                                   | 9          | 3%          | 1,9%        |                                    |
| 7              | hoogveengebied                                     | 19         | 6%          | 4,3%        |                                    |
| 8              | Gelderse Vallei en Veluwezoom                      | 10         | 3%          | 2,4%        |                                    |
| 9              | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 29         | 9%          | 8,0%        | -1                                 |
| 10             | keileemgebieden                                    | 39         | 12%         | 12,0%       |                                    |
| 11             | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                      | 20         | 6%          | 4,8%        |                                    |
| 12             | Centrale Slenk                                     | 22         | 7%          | 6,2%        |                                    |
| 13             | zuidwestelijk zandgebied                           | 16         | 5%          | 4,6%        |                                    |
| 14             | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 22         | 7%          | 5,2%        |                                    |
| 15             | Krijt- en lössgebied                               | 6          | 2%          | 1,6%        |                                    |
| <b>TOTAAL</b>  |                                                    | <b>323</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> |                                    |

1: Aantal LMG-putten dat anders is ingedeeld in vergelijking met de indeling uit Reijnders et al. (2004)

**Tabel A.5.B Verdeling van het aantal meetputten en oppervlakte per ecoregio.**

| Ecoregionr.   | ecoregio                 | Putten     |             | Verschil<br>indeling 2004 <sup>1</sup> |
|---------------|--------------------------|------------|-------------|----------------------------------------|
|               |                          | aantal     | %           |                                        |
| 1             | Krijt- en lössgebied     | 6          | 2%          |                                        |
| 2             | zandgebieden             | 186        | 58%         |                                        |
| 3             | rivierengebied           | 29         | 9%          |                                        |
| 4             | zeeklei-, laagveengebied | 87         | 27%         |                                        |
| 5             | duinen en strandwallen   | 15         | 5%          | +1                                     |
| <b>TOTAAL</b> |                          | <b>323</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b>                            |

*1: Aantal LMG-putten dat anders is ingedeeld in vergelijking met de indeling uit Reijnders et al. (2004).*

### **A.5.2 Verdeling meetpunten per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio**

Het samenvoegen van de kaartinformatie over grondgebruik, grondsoort en ecoregio's geeft een overzicht van de mogelijke combinaties voor het Landelijke Meetnet Grondwatermeetnet. Deze homogeen veronderstelde gebieden noemen we de 'homogene deelgebieden'. Homogene deelgebieden met meer zeven of meer meetpunten zijn geselecteerd als belangrijkste combinaties en voor deze gebieden is een beschrijving van de kwaliteit van het ondiepe en middeldiepe grondwater gegeven.

Met de keuze van deze homogene gebieden blijkt dat 77% van de LMG-meetpunten zijn gebruikt voor de indeling. Indien de indeling van Reijnders et al. (2004) met alleen LMG-meetpunten wordt nagerekend, blijkt dat iets minder meetpunten, namelijk 72%, zijn gebruikt voor de indeling. Doordat in het voorliggende rapport geen PMG-meetpunten zijn meegenomen, is het niet mogelijk gebleken om precies dezelfde homogene gebieden te selecteren als in Reijnders et al. (2004). Een aantal van de homogene gebieden uit deze rapportage bevat in de huidige selectie minder dan zeven meetpunten. In de kolom 'opmerking' van Tabel A.5.C is met de code 'V' aangegeven dat deze gebiedstypen uit de huidige selectie zijn verwijderd. Nieuwe homogene gebieden zijn aangeduid met de code 'N'. Gebiedstypen, die in beide onderzoeken zijn gerapporteerd, zijn aangeduid met de code 'S'.

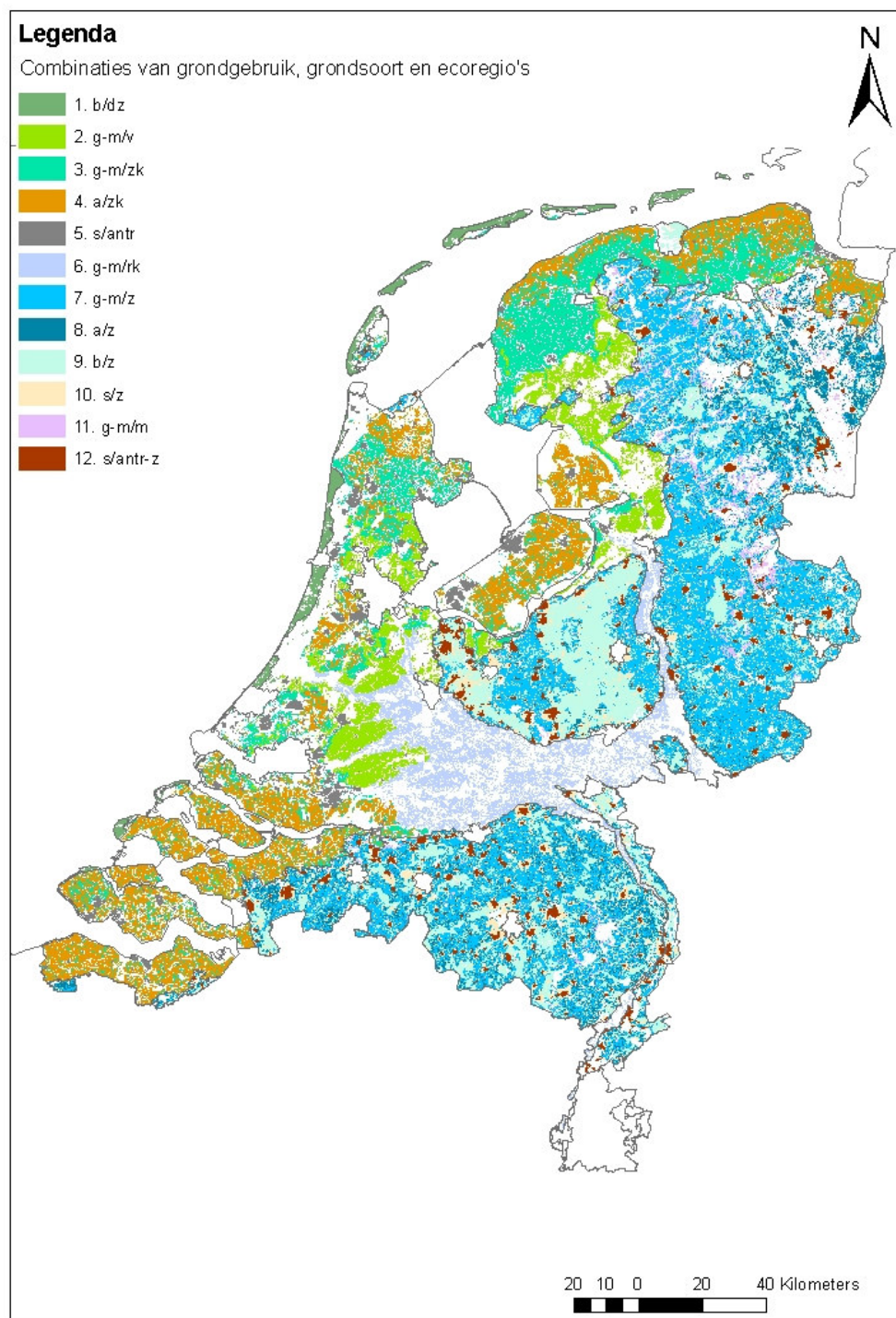


**Tabel A.5.C Verdeling van het aantal meetputten over de verschillende ecoregio's, grondgebruiktypen en grondsoorten.**

| Ecoregionr.     | Ecoregionaam             | grondgebruik        | grondsoort        | meetpunten    | geselecteerde meetpunten |     | opmerking <sup>1</sup> |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------------------|-----|------------------------|
| <i>ecoregio</i> | <i>ecoregio</i>          | <i>grondgebruik</i> | <i>grondsoort</i> | <i>aantal</i> | #                        | %   |                        |
| 1               | krijt- en lössgebied     | bebouwd             | löss/leem         | 3             |                          |     |                        |
| 1               | krijt- en lössgebied     | gras/maïs           | löss/leem         | 3             |                          |     |                        |
|                 |                          |                     | <i>Subtotaal</i>  | 6             |                          |     |                        |
| <i>ecoregio</i> | <i>ecoregio</i>          | <i>grondgebruik</i> | <i>grondsoort</i> | <i>aantal</i> | #                        | %   |                        |
| 2               | zandgebieden             | akkerbouw           | veen              | 5             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | akkerbouw           | zand              | 9             | 9                        | 4%  | S                      |
| 2               | zandgebieden             | akkerbouw           | moerig            | 4             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | bebouwd             | rivierklei        | 1             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | bebouwd             | antropogeen       | 14            | 14                       | 6%  | N                      |
| 2               | zandgebieden             | bebouwd             | zand              | 8             | 8                        | 3%  | S                      |
| 2               | zandgebieden             | bos/natuur          | zand              | 48            | 48                       | 19% | S                      |
| 2               | zandgebieden             | bos/natuur          | veen              | 3             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | bos/natuur          | moerig            | 1             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | bos/natuur          | oude klei         | 1             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | gras/maïs           | zand              | 77            | 77                       | 31% | S                      |
| 2               | zandgebieden             | gras/maïs           | veen              | 4             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | gras/maïs           | moerig            | 9             | 9                        | 4%  | N                      |
| 2               | zandgebieden             | gras/maïs           | oude klei         | 1             |                          |     |                        |
| 2               | zandgebieden             | gras/maïs           | löss/leem         | 1             |                          |     |                        |
|                 |                          |                     | <i>Subtotaal</i>  | 186           |                          |     |                        |
| <i>ecoregio</i> | <i>ecoregio</i>          | <i>grondgebruik</i> | <i>grondsoort</i> | <i>aantal</i> | #                        | %   |                        |
| 3               | rivierengebied           | bebouwd             | rivierklei        | 3             |                          |     | V                      |
| 3               | rivierengebied           | bebouwd             | antropogeen       | 4             |                          |     |                        |
| 3               | rivierengebied           | bebouwd             | zand              | 1             |                          |     |                        |
| 3               | rivierengebied           | gras/maïs           | rivierklei        | 14            | 14                       | 6%  | S                      |
| 3               | rivierengebied           | gras/maïs           | zand              | 3             |                          |     |                        |
| 3               | rivierengebied           | gras/maïs           | veen              | 1             |                          |     |                        |
| 3               | rivierengebied           | tuinbouw            | rivierklei        | 3             |                          |     |                        |
|                 |                          |                     | <i>Subtotaal</i>  | 29            |                          |     |                        |
| <i>ecoregio</i> | <i>ecoregio</i>          | <i>grondgebruik</i> | <i>grondsoort</i> | <i>aantal</i> | #                        | %   |                        |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | akkerbouw           | zeeklei           | 25            | 25                       | 10% | S                      |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | akkerbouw           | zand              | 2             |                          |     |                        |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bebouwd             | antropogeen       | 8             | 8                        | 3%  | N                      |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bebouwd             | zand              | 1             |                          |     |                        |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bebouwd             | veen/zeeklei      | 3             |                          |     | V                      |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bos/natuur          | zeeklei           | 3             |                          |     |                        |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bos/natuur          | veen              | 3             |                          |     |                        |

|                 |                          |                     |                   |               |            |            |   |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------|------------|------------|---|
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | bos/natuur          | zand              | 3             |            |            |   |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs           | veen              | 16            | 16         | 6%         | S |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs           | zeeklei           | 13            | 13         | 5%         | S |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs           | rivierklei        | 1             |            |            |   |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs           | moerig            | 2             |            |            |   |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs           | zand              | 4             |            |            |   |
| 4               | zeeklei-, laagveengebied | tuinbouw            | zeeklei           | 3             |            |            |   |
|                 |                          |                     | <i>Subtotaal</i>  | 87            |            |            |   |
| <i>ecoregio</i> | <i>ecoregio</i>          | <i>grondgebruik</i> | <i>grondsoort</i> | <i>aantal</i> | <i>#</i>   | <i>%</i>   |   |
| 5               | duinen en strandwallen   | bebouwd             | zand              | 3             |            |            |   |
| 5               | duinen en strandwallen   | bebouwd             | antropogeen       | 1             |            |            |   |
| 5               | duinen en strandwallen   | bos/natuur          | zand              | 9             | 9          | 4%         | S |
| 5               | duinen en strandwallen   | tuinbouw            | zand              | 2             |            |            | V |
|                 |                          |                     | <i>Subtotaal</i>  | 15            |            |            |   |
|                 |                          |                     | <b>TOTAAL</b>     | <b>323</b>    | <b>250</b> | <b>77%</b> |   |

1: In de kolom 'Opmerking' is per combinatie grondsoort, grondgebruik en ecoregio aangegeven of deze deel uitmaakt van de selectie in Reijnders et al. (2004) en in voorliggend onderzoek: S = beide onderzoeken, V = verwijderd uit huidige selectie i.v.m. een tekort aan meetpunten, N = nieuwe combinatie, is niet gerapporteerd in Reijnders et al. (2004).



Figuur A.5.A Ligging van de belangrijkste combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's.

### A.5.3 Overzicht geografische informatie per LMG-meetpunt

Per meetpunt geeft Tabel A.5.D weer het grondgebruik, de grondsoort, naam en nummer van de ecodistrictgroep en ecoregio. Tabel A.5.E toont de indeling in de dieptetrajecten voor alle filters per meetpunt

**Tabel A.5.D Overzicht van grondgebruik, grondsoort, ecodistrictgroep, ecoregio en homogene gebiedscode per meetpunt.**

| MT  | OM | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                                   | ecodistrictnr. | ecoregio     | ecoregionr. |
|-----|----|--------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------|----------------|--------------|-------------|
| 1   | 1  | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 2   | 2  | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 3   | 3  | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 5   | 5  | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 6   | 6  | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 7   | 7  | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 8   | 8  | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 9   | 9  | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                    | 10             | zandgebieden | 2           |
| 10  | 10 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 11  | 11 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                    | 10             | zandgebieden | 2           |
| 12  | 12 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 13  | 13 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 415 | 14 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 15  | 15 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden | 2           |
| 17  | 17 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde            | 9              | zandgebieden | 2           |

| MT  | OM | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                                                    | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|----|--------------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 19  | 19 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | stuwwallen<br>oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 20  | 20 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen               | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 21  | 21 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 22  | 22 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 25  | 25 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 26  | 26 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 28  | 28 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 29  | 29 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 30  | 30 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 31  | 31 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 32  | 32 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 34  | 34 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | hoogveengebied                                                      | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 38  | 38 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | beekdalcomplexen                                                    | 6              | zandgebieden                | 2           |
| 39  | 39 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 40  | 40 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 41  | 41 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 42  | 42 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 43  | 43 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 44  | 44 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                                     | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 45  | 45 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | beekdalcomplexen                                                    | 6              | zandgebieden                | 2           |
| 47  | 47 | 1. b/dz      | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen                                              | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 51  | 51 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                                                      | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 414 | 52 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | polders en droogmakerijen                                           | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 53  | 53 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | polders en droogmakerijen                                           | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |

| MT  | OM  | CODE      | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                  | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|-----|-----------|--------------|-------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 65  | 65  | 2. g-m/v  | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                    | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 67  | 67  | 6. g-m/rk | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                    | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 68  | 68  | 6. g-m/rk | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                    | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 72  | 72  | 2. g-m/v  | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                    | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 74  | 74  | 4. a/zk   | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 77  | 77  | 1. b/dz   | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen            | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 81  | 81  | 4. a/zk   | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 84  | 84  | 1. b/dz   | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen            | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 85  | 85  | 1. b/dz   | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen            | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 89  | 89  | 2. g-m/v  | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                    | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 91  | 91  | 4. a/zk   | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 93  | 93  | 5. s/antr | bebouwd      | antropogeen | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 94  | 94  | 9. b/z    | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 95  | 95  | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 97  | 97  | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 98  | 98  | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 100 | 100 | 6. g-m/rk | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                    | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 101 | 101 | 9. b/z    | bos/natuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden                | 2           |
| 103 | 103 | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 104 | 104 | 9. b/z    | bos/natuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden                | 2           |
| 106 | 106 | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden                | 2           |
| 107 | 107 | 8. a/z    | akkerbouw    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden                | 2           |
| 108 | 108 | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |
| 420 | 110 | 7. g-m/z  | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden                | 2           |

| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                  | ecodistrictnr. | ecoregio                 | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|
| 111 | 111 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 112 | 112 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 113 | 113 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 114 | 114 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 115 | 115 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 116 | 116 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 117 | 117 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 119 | 119 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 120 | 120 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 121 | 121 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 122 | 122 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 123 | 123 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 124 | 124 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 125 | 125 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 126 | 126 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 413 | 127 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 129 | 129 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Centrale Slenk                    | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 130 | 130 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-, laagveengebied | 4           |
| 131 | 131 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-, laagveengebied | 4           |
| 132 | 132 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-, laagveengebied | 4           |
| 135 | 135 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | laagveengebied           | 2           |
| 136 | 136 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 139 | 139 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 141 | 141 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | zeekleigebieden                   | 4              | zeeklei-, laagveengebied | 4           |
| 142 | 142 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 143 | 143 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |
| 144 | 144 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | zuidwestelijk zandgebied          | 13             | zandgebieden             | 2           |

| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep         | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 145 | 145 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | zuidwestelijk zandgebied | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 146 | 146 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 147 | 147 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 148 | 148 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | zuidwestelijk zandgebied | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 151 | 151 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | zuidwestelijk zandgebied | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 152 | 152 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden          | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 157 | 157 | 5. s/antr    | bebouwd      | antropogeen | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 158 | 158 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 159 | 159 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 160 | 160 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 390 | 163 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 164 | 164 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 166 | 166 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 169 | 169 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 170 | 170 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 171 | 171 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 172 | 172 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 173 | 173 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 175 | 175 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 176 | 176 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 178 | 178 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied           | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 179 | 179 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 180 | 180 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden          | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 184 | 184 | 1. b/dz      | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen   | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 185 | 185 | 1. b/dz      | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen   | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |



| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                                      | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 186 | 186 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                       | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 193 | 193 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | zeekleigebieden                                       | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 194 | 194 | 5. s/antr    | bebouwd      | antropogeen | laagveengebied                                        | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 195 | 195 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                                        | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 199 | 199 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                                        | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 200 | 200 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 201 | 201 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 202 | 202 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | beekdalcomplexen                                      | 6              | zandgebieden                | 2           |
| 204 | 204 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 206 | 206 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 208 | 208 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 211 | 211 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | beekdalcomplexen                                      | 6              | zandgebieden                | 2           |
| 212 | 212 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 213 | 213 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 214 | 214 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 215 | 215 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 216 | 216 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |
| 217 | 217 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde<br>stuwwallen | 9              | zandgebieden                | 2           |

| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep                                   | ecodistrictnr. | ecoregio                 | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|----------------------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|
| 218 | 218 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden             | 2           |
| 220 | 220 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                    | 10             | zandgebieden             | 2           |
| 222 | 222 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden                                    | 10             | zandgebieden             | 2           |
| 224 | 224 | 9. b/z       | bos/hatuur   | zand        | keileemgebieden                                    | 10             | zandgebieden             | 2           |
| 225 | 225 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | beekdalcomplexen                                   | 6              | zandgebieden             | 2           |
| 226 | 226 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 9              | zandgebieden             | 2           |
| 227 | 227 | 9. b/z       | bos/hatuur   | zand        | beekdalcomplexen                                   | 6              | zandgebieden             | 2           |
| 228 | 228 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                                     | 2              | zeeklei-, laagveengebied | 4           |
| 417 | 231 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 232 | 232 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 236 | 236 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 237 | 237 | 9. b/z       | bos/hatuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 238 | 238 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 243 | 243 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 245 | 245 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 246 | 246 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 247 | 247 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 248 | 248 | 9. b/z       | bos/hatuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 250 | 250 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 251 | 251 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 252 | 252 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 253 | 253 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Centrale Slenk                                     | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 421 | 254 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | Centrale Slenk                                     | 12             | zandgebieden             | 2           |
| 255 | 255 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 258 | 258 | 9. b/z       | bos/hatuur   | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 259 | 259 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 271 | 271 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 14             | zandgebieden             | 2           |
| 272 | 272 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                                     | 5              | rivierengebied           | 3           |
| 276 | 276 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                      | 11             | zandgebieden             | 2           |

| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep              | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 277 | 277 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 278 | 278 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 280 | 280 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 284 | 284 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 285 | 285 | 5. s/antr    | bebouwd      | antropogeen | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 290 | 290 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 291 | 291 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | polders en droogmakerijen     | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 304 | 304 | 1. b/dz      | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen        | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 307 | 307 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 308 | 308 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 309 | 309 | 1. b/dz      | bos/natuur   | zand        | duinen en strandwallen        | 1              | duinen en<br>strandwallen   | 5           |
| 314 | 314 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 315 | 315 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | zuidwestelijk zandgebied      | 13             | zandgebieden                | 2           |
| 317 | 317 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 319 | 319 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | laagveengebied                | 2              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 321 | 321 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 323 | 323 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 324 | 324 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 326 | 326 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 327 | 327 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |

| MT  | OM  | CODE         | grondgebruik | grondsoort  | ecodistrictgroep              | ecodistrictnr. | ecoregio                    | ecoregionr. |
|-----|-----|--------------|--------------|-------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| 328 | 328 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 329 | 329 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |
| 330 | 330 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |
| 331 | 331 | 6. g-m/rk    | gras/maïs    | rivierklei  | rivierengebied                | 5              | rivierengebied              | 3           |
| 332 | 332 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | beekdalcomplexen              | 6              | zandgebieden                | 2           |
| 334 | 334 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | hoogveengebied                | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 335 | 335 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | hoogveengebied                | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 337 | 337 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | hoogveengebied                | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 338 | 338 | 11. g-m/m    | gras/maïs    | moerig      | hoogveengebied                | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 339 | 339 | 8. a/z       | akkerbouw    | zand        | keileemgebieden               | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 340 | 340 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | hoogveengebied                | 7              | zandgebieden                | 2           |
| 343 | 343 | 3. g-m/zk    | gras/maïs    | zeeklei     | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 344 | 344 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden               | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 348 | 348 | 2. g-m/v     | gras/maïs    | veen        | zeekleigebieden               | 4              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 353 | 353 | 12. s/antr-z | bebouwd      | antropogeen | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 356 | 356 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden               | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 357 | 357 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | keileemgebieden               | 10             | zandgebieden                | 2           |
| 358 | 358 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | polders en droogmakerijen     | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 359 | 359 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | polders en droogmakerijen     | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 361 | 361 | 5. s/antr    | bebouwd      | antropogeen | polders en droogmakerijen     | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 362 | 362 | 4. a/zk      | akkerbouw    | zeeklei     | polders en droogmakerijen     | 3              | zeeklei-,<br>laagveengebied | 4           |
| 364 | 364 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 366 | 366 | 10. s/z      | bebouwd      | zand        | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden                | 2           |
| 367 | 367 | 9. b/z       | bos/natuur   | zand        | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |
| 368 | 368 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |
| 369 | 369 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |
| 371 | 371 | 7. g-m/z     | gras/maïs    | zand        | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden                | 2           |

| MT  | OM  | CODE     | grondgebruik | grondsoort | ecodistrictgroep              | ecodistrictnr. | ecoregio     | ecoregionr. |
|-----|-----|----------|--------------|------------|-------------------------------|----------------|--------------|-------------|
| 372 | 372 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 374 | 374 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 376 | 376 | 7. g-m/z | gras/maïs    | zand       | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden | 2           |
| 377 | 377 | 7. g-m/z | gras/maïs    | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 378 | 378 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 379 | 379 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 380 | 380 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 381 | 381 | 7. g-m/z | gras/maïs    | zand       | Gelderse Vallei en Veluwezoom | 8              | zandgebieden | 2           |
| 383 | 383 | 10. s/z  | bebouwd      | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 392 | 392 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |
| 399 | 399 | 9. b/z   | bos/natuur   | zand       | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe | 11             | zandgebieden | 2           |

*MT= meetpuntnummer*

*OM = oorspronkelijk meetnetnummer*

*CODE = afkorting voor de geselecteerde combinaties van grondgebruik, grondsoort en ecoregio*

**Tabel A.5.E Indeling van de filters in diepteklassen 'ondiep' en 'middeldiep'.**

| <b>Meetpuntnr.</b> | <b>Oorspronkelijk meetpuntnr.</b> | <b>Filternr.</b> | <b>Filterdiepte-indeling</b> |
|--------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------|
| 1                  | 1                                 | 1                | ondiep                       |
| 1                  | 1                                 | 3                | middeldiep                   |
| 2                  | 2                                 | 1                | ondiep                       |
| 2                  | 2                                 | 3                | middeldiep                   |
| 3                  | 3                                 | 1                | ondiep                       |
| 3                  | 3                                 | 3                | middeldiep                   |
| 4                  | 4                                 | 1                | ondiep                       |
| 4                  | 4                                 | 3                | middeldiep                   |
| 5                  | 5                                 | 1                | ondiep                       |
| 5                  | 5                                 | 3                | middeldiep                   |
| 6                  | 6                                 | 1                | ondiep                       |
| 6                  | 6                                 | 3                | middeldiep                   |
| 7                  | 7                                 | 1                | ondiep                       |
| 7                  | 7                                 | 3                | middeldiep                   |
| 8                  | 8                                 | 1                | ondiep                       |
| 8                  | 8                                 | 3                | middeldiep                   |
| 9                  | 9                                 | 1                | ondiep                       |
| 9                  | 9                                 | 3                | middeldiep                   |
| 10                 | 10                                | 1                | ondiep                       |
| 10                 | 10                                | 3                | middeldiep                   |
| 11                 | 11                                | 1                | ondiep                       |
| 12                 | 12                                | 1                | ondiep                       |
| 12                 | 12                                | 3                | middeldiep                   |
| 13                 | 13                                | 1                | ondiep                       |
| 13                 | 13                                | 3                | middeldiep                   |
| 415                | 14                                | 1                | ondiep                       |
| 415                | 14                                | 3                | middeldiep                   |
| 15                 | 15                                | 1                | ondiep                       |
| 15                 | 15                                | 3                | middeldiep                   |
| 16                 | 16                                | 1                | ondiep                       |
| 16                 | 16                                | 3                | middeldiep                   |
| 17                 | 17                                | 1                | ondiep                       |
| 17                 | 17                                | 3                | middeldiep                   |
| 19                 | 19                                | 1                | ondiep                       |
| 20                 | 20                                | 1                | ondiep                       |
| 20                 | 20                                | 3                | middeldiep                   |
| 21                 | 21                                | 1                | ondiep                       |
| 21                 | 21                                | 2                | middeldiep                   |
| 22                 | 22                                | 1                | ondiep                       |
| 22                 | 22                                | 3                | middeldiep                   |
| 23                 | 23                                | 1                | ondiep                       |
| 23                 | 23                                | 3                | middeldiep                   |
| 25                 | 25                                | 1                | ondiep                       |
| 25                 | 25                                | 3                | middeldiep                   |
| 26                 | 26                                | 1                | ondiep                       |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 26          | 26                         | 3         | middeldiep            |
| 27          | 27                         | 1         | ondiep                |
| 27          | 27                         | 3         | middeldiep            |
| 28          | 28                         | 1         | ondiep                |
| 28          | 28                         | 3         | middeldiep            |
| 29          | 29                         | 1         | ondiep                |
| 29          | 29                         | 3         | middeldiep            |
| 30          | 30                         | 3         | middeldiep            |
| 31          | 31                         | 1         | ondiep                |
| 31          | 31                         | 3         | middeldiep            |
| 32          | 32                         | 1         | ondiep                |
| 32          | 32                         | 3         | middeldiep            |
| 33          | 33                         | 1         | ondiep                |
| 33          | 33                         | 3         | middeldiep            |
| 34          | 34                         | 1         | ondiep                |
| 34          | 34                         | 3         | middeldiep            |
| 35          | 35                         | 1         | ondiep                |
| 35          | 35                         | 3         | middeldiep            |
| 388         | 36                         | 1         | ondiep                |
| 388         | 36                         | 3         | middeldiep            |
| 37          | 37                         | 1         | ondiep                |
| 37          | 37                         | 3         | middeldiep            |
| 38          | 38                         | 1         | ondiep                |
| 38          | 38                         | 3         | middeldiep            |
| 39          | 39                         | 1         | ondiep                |
| 39          | 39                         | 3         | middeldiep            |
| 40          | 40                         | 3         | middeldiep            |
| 41          | 41                         | 1         | ondiep                |
| 41          | 41                         | 3         | middeldiep            |
| 42          | 42                         | 1         | ondiep                |
| 42          | 42                         | 3         | middeldiep            |
| 43          | 43                         | 1         | ondiep                |
| 43          | 43                         | 3         | middeldiep            |
| 44          | 44                         | 1         | ondiep                |
| 44          | 44                         | 3         | middeldiep            |
| 45          | 45                         | 1         | ondiep                |
| 45          | 45                         | 3         | middeldiep            |
| 419         | 46                         | 1         | ondiep                |
| 419         | 46                         | 3         | middeldiep            |
| 47          | 47                         | 1         | ondiep                |
| 47          | 47                         | 3         | middeldiep            |
| 48          | 48                         | 1         | ondiep                |
| 48          | 48                         | 3         | middeldiep            |
| 50          | 50                         | 1         | ondiep                |
| 50          | 50                         | 3         | middeldiep            |
| 51          | 51                         | 3         | middeldiep            |
| 414         | 52                         | 1         | ondiep                |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 414         | 52                         | 3         | middeldiep            |
| 53          | 53                         | 1         | ondiep                |
| 53          | 53                         | 3         | middeldiep            |
| 55          | 55                         | 1         | ondiep                |
| 55          | 55                         | 3         | middeldiep            |
| 65          | 65                         | 1         | ondiep                |
| 65          | 65                         | 3         | middeldiep            |
| 67          | 67                         | 1         | ondiep                |
| 67          | 67                         | 3         | middeldiep            |
| 68          | 68                         | 1         | ondiep                |
| 68          | 68                         | 3         | middeldiep            |
| 72          | 72                         | 3         | middeldiep            |
| 74          | 74                         | 3         | middeldiep            |
| 77          | 77                         | 1         | ondiep                |
| 77          | 77                         | 3         | middeldiep            |
| 80          | 80                         | 1         | ondiep                |
| 80          | 80                         | 3         | middeldiep            |
| 81          | 81                         | 1         | ondiep                |
| 81          | 81                         | 3         | middeldiep            |
| 83          | 83                         | 3         | middeldiep            |
| 84          | 84                         | 1         | ondiep                |
| 84          | 84                         | 3         | middeldiep            |
| 85          | 85                         | 1         | ondiep                |
| 85          | 85                         | 3         | middeldiep            |
| 86          | 86                         | 1         | ondiep                |
| 86          | 86                         | 3         | middeldiep            |
| 89          | 89                         | 1         | ondiep                |
| 89          | 89                         | 3         | middeldiep            |
| 91          | 91                         | 1         | middeldiep            |
| 91          | 91                         | 3         | middeldiep            |
| 93          | 93                         | 1         | middeldiep            |
| 94          | 94                         | 3         | middeldiep            |
| 95          | 95                         | 1         | ondiep                |
| 95          | 95                         | 3         | middeldiep            |
| 97          | 97                         | 1         | ondiep                |
| 97          | 97                         | 3         | middeldiep            |
| 98          | 98                         | 1         | ondiep                |
| 98          | 98                         | 3         | middeldiep            |
| 100         | 100                        | 1         | ondiep                |
| 100         | 100                        | 3         | middeldiep            |
| 101         | 101                        | 1         | ondiep                |
| 101         | 101                        | 3         | middeldiep            |
| 103         | 103                        | 1         | ondiep                |
| 103         | 103                        | 3         | middeldiep            |
| 104         | 104                        | 1         | ondiep                |
| 104         | 104                        | 3         | middeldiep            |
| 105         | 105                        | 1         | ondiep                |



| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 105         | 105                        | 3         | middeldiep            |
| 106         | 106                        | 1         | ondiep                |
| 106         | 106                        | 3         | middeldiep            |
| 107         | 107                        | 1         | ondiep                |
| 107         | 107                        | 3         | middeldiep            |
| 108         | 108                        | 1         | ondiep                |
| 108         | 108                        | 3         | middeldiep            |
| 420         | 110                        | 1         | ondiep                |
| 420         | 110                        | 3         | middeldiep            |
| 111         | 111                        | 1         | ondiep                |
| 111         | 111                        | 3         | middeldiep            |
| 112         | 112                        | 1         | ondiep                |
| 113         | 113                        | 3         | ondiep                |
| 114         | 114                        | 3         | middeldiep            |
| 115         | 115                        | 3         | middeldiep            |
| 116         | 116                        | 1         | ondiep                |
| 116         | 116                        | 3         | middeldiep            |
| 117         | 117                        | 1         | ondiep                |
| 117         | 117                        | 3         | middeldiep            |
| 119         | 119                        | 1         | ondiep                |
| 119         | 119                        | 3         | middeldiep            |
| 120         | 120                        | 1         | ondiep                |
| 120         | 120                        | 3         | middeldiep            |
| 121         | 121                        | 1         | ondiep                |
| 121         | 121                        | 3         | middeldiep            |
| 122         | 122                        | 1         | ondiep                |
| 122         | 122                        | 3         | middeldiep            |
| 123         | 123                        | 1         | ondiep                |
| 123         | 123                        | 3         | middeldiep            |
| 124         | 124                        | 1         | ondiep                |
| 124         | 124                        | 3         | middeldiep            |
| 125         | 125                        | 1         | ondiep                |
| 125         | 125                        | 3         | middeldiep            |
| 126         | 126                        | 1         | ondiep                |
| 126         | 126                        | 3         | middeldiep            |
| 413         | 127                        | 1         | ondiep                |
| 413         | 127                        | 3         | middeldiep            |
| 128         | 128                        | 3         | middeldiep            |
| 129         | 129                        | 1         | ondiep                |
| 129         | 129                        | 3         | middeldiep            |
| 130         | 130                        | 1         | ondiep                |
| 130         | 130                        | 3         | middeldiep            |
| 131         | 131                        | 1         | middeldiep            |
| 132         | 132                        | 1         | ondiep                |
| 132         | 132                        | 3         | middeldiep            |
| 135         | 135                        | 1         | ondiep                |
| 135         | 135                        | 3         | middeldiep            |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 136         | 136                        | 1         | ondiep                |
| 136         | 136                        | 3         | middeldiep            |
| 137         | 137                        | 1         | ondiep                |
| 137         | 137                        | 3         | middeldiep            |
| 139         | 139                        | 1         | ondiep                |
| 139         | 139                        | 3         | middeldiep            |
| 141         | 141                        | 1         | ondiep                |
| 141         | 141                        | 3         | middeldiep            |
| 142         | 142                        | 3         | middeldiep            |
| 143         | 143                        | 1         | ondiep                |
| 143         | 143                        | 3         | middeldiep            |
| 144         | 144                        | 1         | ondiep                |
| 144         | 144                        | 3         | middeldiep            |
| 145         | 145                        | 1         | ondiep                |
| 145         | 145                        | 3         | middeldiep            |
| 146         | 146                        | 1         | ondiep                |
| 146         | 146                        | 3         | middeldiep            |
| 147         | 147                        | 1         | ondiep                |
| 147         | 147                        | 3         | middeldiep            |
| 148         | 148                        | 1         | ondiep                |
| 151         | 151                        | 1         | ondiep                |
| 151         | 151                        | 3         | middeldiep            |
| 152         | 152                        | 2         | ondiep                |
| 152         | 152                        | 3         | middeldiep            |
| 157         | 157                        | 1         | ondiep                |
| 157         | 157                        | 3         | middeldiep            |
| 158         | 158                        | 1         | ondiep                |
| 158         | 158                        | 3         | middeldiep            |
| 159         | 159                        | 1         | ondiep                |
| 159         | 159                        | 3         | middeldiep            |
| 160         | 160                        | 1         | ondiep                |
| 160         | 160                        | 3         | middeldiep            |
| 390         | 163                        | 1         | ondiep                |
| 390         | 163                        | 3         | middeldiep            |
| 164         | 164                        | 1         | middeldiep            |
| 164         | 164                        | 3         | middeldiep            |
| 166         | 166                        | 3         | middeldiep            |
| 168         | 168                        | 3         | middeldiep            |
| 169         | 169                        | 1         | ondiep                |
| 169         | 169                        | 3         | middeldiep            |
| 170         | 170                        | 1         | ondiep                |
| 170         | 170                        | 3         | middeldiep            |
| 171         | 171                        | 1         | ondiep                |
| 171         | 171                        | 3         | middeldiep            |
| 172         | 172                        | 1         | ondiep                |
| 172         | 172                        | 3         | middeldiep            |
| 173         | 173                        | 1         | ondiep                |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 173         | 173                        | 3         | middeldiep            |
| 174         | 174                        | 1         | ondiep                |
| 174         | 174                        | 3         | middeldiep            |
| 175         | 175                        | 1         | ondiep                |
| 175         | 175                        | 3         | middeldiep            |
| 176         | 176                        | 1         | ondiep                |
| 176         | 176                        | 3         | middeldiep            |
| 177         | 177                        | 3         | middeldiep            |
| 178         | 178                        | 1         | ondiep                |
| 178         | 178                        | 3         | middeldiep            |
| 179         | 179                        | 1         | ondiep                |
| 179         | 179                        | 3         | middeldiep            |
| 180         | 180                        | 1         | ondiep                |
| 180         | 180                        | 3         | middeldiep            |
| 181         | 181                        | 3         | middeldiep            |
| 184         | 184                        | 1         | ondiep                |
| 184         | 184                        | 3         | middeldiep            |
| 185         | 185                        | 1         | ondiep                |
| 185         | 185                        | 3         | middeldiep            |
| 186         | 186                        | 1         | ondiep                |
| 186         | 186                        | 3         | middeldiep            |
| 187         | 187                        | 1         | ondiep                |
| 187         | 187                        | 3         | middeldiep            |
| 188         | 188                        | 1         | ondiep                |
| 188         | 188                        | 3         | middeldiep            |
| 189         | 189                        | 1         | ondiep                |
| 189         | 189                        | 3         | middeldiep            |
| 192         | 192                        | 1         | ondiep                |
| 192         | 192                        | 3         | middeldiep            |
| 193         | 193                        | 1         | ondiep                |
| 193         | 193                        | 3         | middeldiep            |
| 194         | 194                        | 1         | ondiep                |
| 194         | 194                        | 3         | middeldiep            |
| 195         | 195                        | 1         | ondiep                |
| 195         | 195                        | 3         | middeldiep            |
| 199         | 199                        | 1         | ondiep                |
| 199         | 199                        | 3         | middeldiep            |
| 200         | 200                        | 1         | ondiep                |
| 200         | 200                        | 3         | middeldiep            |
| 201         | 201                        | 1         | ondiep                |
| 201         | 201                        | 3         | middeldiep            |
| 202         | 202                        | 1         | ondiep                |
| 202         | 202                        | 3         | middeldiep            |
| 203         | 203                        | 1         | ondiep                |
| 203         | 203                        | 3         | middeldiep            |
| 204         | 204                        | 1         | ondiep                |
| 204         | 204                        | 3         | middeldiep            |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 205         | 205                        | 1         | ondiep                |
| 205         | 205                        | 3         | middeldiep            |
| 206         | 206                        | 1         | ondiep                |
| 206         | 206                        | 3         | middeldiep            |
| 207         | 207                        | 1         | ondiep                |
| 207         | 207                        | 3         | middeldiep            |
| 208         | 208                        | 1         | ondiep                |
| 208         | 208                        | 3         | middeldiep            |
| 209         | 209                        | 1         | ondiep                |
| 209         | 209                        | 3         | middeldiep            |
| 210         | 210                        | 1         | ondiep                |
| 210         | 210                        | 3         | middeldiep            |
| 211         | 211                        | 1         | ondiep                |
| 211         | 211                        | 3         | middeldiep            |
| 212         | 212                        | 1         | ondiep                |
| 212         | 212                        | 3         | middeldiep            |
| 213         | 213                        | 1         | ondiep                |
| 213         | 213                        | 3         | middeldiep            |
| 214         | 214                        | 1         | ondiep                |
| 214         | 214                        | 3         | middeldiep            |
| 215         | 215                        | 1         | ondiep                |
| 215         | 215                        | 3         | middeldiep            |
| 216         | 216                        | 1         | ondiep                |
| 216         | 216                        | 3         | middeldiep            |
| 217         | 217                        | 1         | ondiep                |
| 217         | 217                        | 3         | middeldiep            |
| 218         | 218                        | 1         | ondiep                |
| 218         | 218                        | 3         | middeldiep            |
| 219         | 219                        | 1         | ondiep                |
| 219         | 219                        | 3         | middeldiep            |
| 220         | 220                        | 1         | ondiep                |
| 220         | 220                        | 3         | middeldiep            |
| 222         | 222                        | 3         | middeldiep            |
| 224         | 224                        | 1         | ondiep                |
| 225         | 225                        | 1         | ondiep                |
| 225         | 225                        | 3         | middeldiep            |
| 226         | 226                        | 1         | ondiep                |
| 226         | 226                        | 3         | middeldiep            |
| 227         | 227                        | 1         | ondiep                |
| 227         | 227                        | 3         | middeldiep            |
| 228         | 228                        | 1         | ondiep                |
| 228         | 228                        | 3         | middeldiep            |
| 230         | 230                        | 3         | middeldiep            |
| 417         | 231                        | 1         | ondiep                |
| 417         | 231                        | 3         | middeldiep            |
| 232         | 232                        | 1         | ondiep                |
| 232         | 232                        | 3         | middeldiep            |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 233         | 233                        | 1         | ondiep                |
| 233         | 233                        | 3         | middeldiep            |
| 235         | 235                        | 1         | ondiep                |
| 235         | 235                        | 3         | middeldiep            |
| 236         | 236                        | 1         | ondiep                |
| 236         | 236                        | 3         | middeldiep            |
| 237         | 237                        | 1         | ondiep                |
| 237         | 237                        | 3         | middeldiep            |
| 238         | 238                        | 1         | ondiep                |
| 238         | 238                        | 3         | middeldiep            |
| 239         | 239                        | 1         | ondiep                |
| 239         | 239                        | 3         | middeldiep            |
| 243         | 243                        | 1         | ondiep                |
| 243         | 243                        | 3         | middeldiep            |
| 244         | 244                        | 1         | ondiep                |
| 244         | 244                        | 3         | middeldiep            |
| 245         | 245                        | 1         | ondiep                |
| 245         | 245                        | 3         | middeldiep            |
| 246         | 246                        | 2         | ondiep                |
| 247         | 247                        | 1         | ondiep                |
| 247         | 247                        | 3         | middeldiep            |
| 248         | 248                        | 1         | ondiep                |
| 248         | 248                        | 3         | middeldiep            |
| 249         | 249                        | 1         | ondiep                |
| 249         | 249                        | 3         | middeldiep            |
| 250         | 250                        | 1         | ondiep                |
| 250         | 250                        | 3         | middeldiep            |
| 251         | 251                        | 1         | ondiep                |
| 251         | 251                        | 3         | middeldiep            |
| 252         | 252                        | 1         | ondiep                |
| 252         | 252                        | 3         | middeldiep            |
| 253         | 253                        | 1         | ondiep                |
| 253         | 253                        | 3         | middeldiep            |
| 421         | 254                        | 1         | ondiep                |
| 421         | 254                        | 3         | middeldiep            |
| 255         | 255                        | 1         | ondiep                |
| 255         | 255                        | 3         | middeldiep            |
| 258         | 258                        | 1         | ondiep                |
| 258         | 258                        | 3         | middeldiep            |
| 259         | 259                        | 3         | middeldiep            |
| 260         | 260                        | 1         | ondiep                |
| 260         | 260                        | 3         | middeldiep            |
| 262         | 262                        | 1         | ondiep                |
| 269         | 269                        | 1         | ondiep                |
| 269         | 269                        | 3         | middeldiep            |
| 270         | 270                        | 1         | ondiep                |
| 271         | 271                        | 1         | ondiep                |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 271         | 271                        | 3         | middeldiep            |
| 272         | 272                        | 3         | middeldiep            |
| 273         | 273                        | 1         | ondiep                |
| 273         | 273                        | 3         | middeldiep            |
| 276         | 276                        | 1         | ondiep                |
| 276         | 276                        | 3         | middeldiep            |
| 277         | 277                        | 1         | ondiep                |
| 277         | 277                        | 3         | middeldiep            |
| 278         | 278                        | 1         | ondiep                |
| 278         | 278                        | 3         | middeldiep            |
| 280         | 280                        | 3         | middeldiep            |
| 282         | 282                        | 1         | ondiep                |
| 282         | 282                        | 3         | middeldiep            |
| 283         | 283                        | 1         | ondiep                |
| 283         | 283                        | 3         | middeldiep            |
| 284         | 284                        | 1         | ondiep                |
| 284         | 284                        | 3         | middeldiep            |
| 285         | 285                        | 1         | ondiep                |
| 285         | 285                        | 3         | middeldiep            |
| 290         | 290                        | 1         | ondiep                |
| 290         | 290                        | 3         | middeldiep            |
| 291         | 291                        | 1         | ondiep                |
| 291         | 291                        | 3         | middeldiep            |
| 295         | 295                        | 1         | ondiep                |
| 295         | 295                        | 3         | middeldiep            |
| 296         | 296                        | 1         | ondiep                |
| 296         | 296                        | 3         | middeldiep            |
| 298         | 298                        | 1         | ondiep                |
| 298         | 298                        | 3         | middeldiep            |
| 299         | 299                        | 1         | ondiep                |
| 299         | 299                        | 3         | middeldiep            |
| 303         | 303                        | 1         | ondiep                |
| 303         | 303                        | 3         | middeldiep            |
| 304         | 304                        | 1         | ondiep                |
| 304         | 304                        | 3         | middeldiep            |
| 305         | 305                        | 1         | ondiep                |
| 305         | 305                        | 3         | middeldiep            |
| 307         | 307                        | 1         | ondiep                |
| 307         | 307                        | 3         | middeldiep            |
| 308         | 308                        | 1         | ondiep                |
| 308         | 308                        | 3         | middeldiep            |
| 309         | 309                        | 1         | ondiep                |
| 309         | 309                        | 3         | middeldiep            |
| 310         | 310                        | 1         | ondiep                |
| 311         | 311                        | 1         | ondiep                |
| 311         | 311                        | 3         | middeldiep            |
| 312         | 312                        | 1         | ondiep                |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 312         | 312                        | 3         | middeldiep            |
| 314         | 314                        | 1         | ondiep                |
| 314         | 314                        | 3         | middeldiep            |
| 315         | 315                        | 2         | ondiep                |
| 317         | 317                        | 1         | ondiep                |
| 317         | 317                        | 3         | middeldiep            |
| 319         | 319                        | 1         | ondiep                |
| 319         | 319                        | 3         | middeldiep            |
| 320         | 320                        | 1         | ondiep                |
| 320         | 320                        | 3         | middeldiep            |
| 321         | 321                        | 1         | ondiep                |
| 321         | 321                        | 3         | middeldiep            |
| 323         | 323                        | 1         | ondiep                |
| 323         | 323                        | 3         | middeldiep            |
| 324         | 324                        | 1         | ondiep                |
| 324         | 324                        | 3         | middeldiep            |
| 326         | 326                        | 1         | ondiep                |
| 326         | 326                        | 3         | middeldiep            |
| 327         | 327                        | 1         | ondiep                |
| 327         | 327                        | 3         | middeldiep            |
| 328         | 328                        | 1         | ondiep                |
| 328         | 328                        | 3         | middeldiep            |
| 329         | 329                        | 1         | ondiep                |
| 329         | 329                        | 3         | middeldiep            |
| 330         | 330                        | 1         | ondiep                |
| 330         | 330                        | 3         | middeldiep            |
| 331         | 331                        | 1         | ondiep                |
| 331         | 331                        | 3         | middeldiep            |
| 332         | 332                        | 1         | ondiep                |
| 332         | 332                        | 3         | middeldiep            |
| 333         | 333                        | 1         | ondiep                |
| 333         | 333                        | 3         | middeldiep            |
| 334         | 334                        | 1         | ondiep                |
| 334         | 334                        | 3         | middeldiep            |
| 335         | 335                        | 2         | middeldiep            |
| 336         | 336                        | 1         | ondiep                |
| 336         | 336                        | 3         | middeldiep            |
| 337         | 337                        | 1         | ondiep                |
| 337         | 337                        | 3         | middeldiep            |
| 338         | 338                        | 1         | ondiep                |
| 338         | 338                        | 3         | middeldiep            |
| 339         | 339                        | 1         | ondiep                |
| 339         | 339                        | 3         | middeldiep            |
| 340         | 340                        | 1         | ondiep                |
| 340         | 340                        | 3         | middeldiep            |
| 341         | 341                        | 1         | ondiep                |
| 341         | 341                        | 3         | middeldiep            |

| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 343         | 343                        | 1         | ondiep                |
| 344         | 344                        | 1         | ondiep                |
| 344         | 344                        | 3         | middeldiep            |
| 348         | 348                        | 1         | ondiep                |
| 348         | 348                        | 3         | middeldiep            |
| 349         | 349                        | 1         | ondiep                |
| 349         | 349                        | 3         | middeldiep            |
| 352         | 352                        | 1         | ondiep                |
| 352         | 352                        | 3         | middeldiep            |
| 353         | 353                        | 1         | ondiep                |
| 353         | 353                        | 3         | middeldiep            |
| 356         | 356                        | 1         | ondiep                |
| 356         | 356                        | 3         | middeldiep            |
| 357         | 357                        | 1         | ondiep                |
| 357         | 357                        | 3         | middeldiep            |
| 358         | 358                        | 1         | ondiep                |
| 358         | 358                        | 3         | middeldiep            |
| 359         | 359                        | 1         | ondiep                |
| 359         | 359                        | 3         | middeldiep            |
| 361         | 361                        | 1         | ondiep                |
| 362         | 362                        | 1         | ondiep                |
| 362         | 362                        | 3         | middeldiep            |
| 364         | 364                        | 1         | ondiep                |
| 364         | 364                        | 3         | middeldiep            |
| 365         | 365                        | 1         | ondiep                |
| 365         | 365                        | 3         | middeldiep            |
| 366         | 366                        | 1         | ondiep                |
| 366         | 366                        | 3         | middeldiep            |
| 367         | 367                        | 1         | ondiep                |
| 367         | 367                        | 3         | middeldiep            |
| 368         | 368                        | 1         | ondiep                |
| 368         | 368                        | 3         | middeldiep            |
| 369         | 369                        | 1         | ondiep                |
| 370         | 370                        | 1         | ondiep                |
| 371         | 371                        | 1         | ondiep                |
| 371         | 371                        | 3         | middeldiep            |
| 372         | 372                        | 1         | ondiep                |
| 372         | 372                        | 3         | middeldiep            |
| 374         | 374                        | 1         | ondiep                |
| 374         | 374                        | 3         | middeldiep            |
| 376         | 376                        | 1         | ondiep                |
| 376         | 376                        | 3         | middeldiep            |
| 377         | 377                        | 1         | ondiep                |
| 377         | 377                        | 3         | middeldiep            |
| 378         | 378                        | 1         | ondiep                |
| 378         | 378                        | 2         | middeldiep            |
| 379         | 379                        | 1         | ondiep                |



| Meetpuntnr. | Oorspronkelijk meetpuntnr. | Filternr. | Filterdiepte-indeling |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------------|
| 379         | 379                        | 3         | middeldiep            |
| 380         | 380                        | 1         | ondiep                |
| 380         | 380                        | 3         | middeldiep            |
| 381         | 381                        | 1         | ondiep                |
| 381         | 381                        | 3         | middeldiep            |
| 383         | 383                        | 1         | ondiep                |
| 383         | 383                        | 3         | middeldiep            |
| 385         | 385                        | 1         | ondiep                |
| 385         | 385                        | 3         | middeldiep            |
| 386         | 386                        | 1         | ondiep                |
| 386         | 386                        | 3         | middeldiep            |
| 392         | 392                        | 1         | middeldiep            |
| 399         | 399                        | 1         | middeldiep            |

## **Bijlage B**

## **B Grondwaterkwaliteit en onzekerheid per component**

### **B.1 Toelichting bij tabellen en figuren**

#### **B.1.1 Figuren A in Bijlage B**

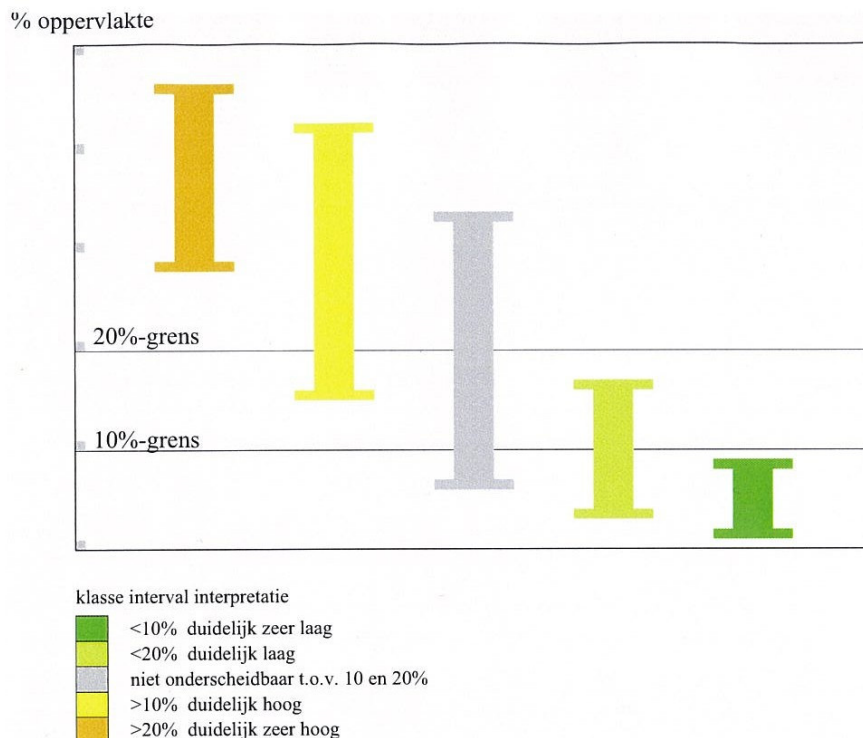
In het hoofdrapport is in paragraaf 2.5 beschreven hoe de grondwaterkwaliteit in kaart is gebracht door een geografische eenheid een kleur toe te kennen op basis van de ligging van het percentage Oppervlakte Boven de Streefwaarde (%OBS; drinkwaternorm/pH 5/enzovoort) op een schaal 0-100%. Voor de gebiedsindeling is voor ecodistrictgroepen gekozen. Het totale aantal waarnemingen per dieptetraject per component van de grondwatermeetnetten voor geheel Nederland in 2008 bedraagt 187. Het aantal waarnemingen per ecodistrict is echter soms klein. Hierdoor zijn betrouwbaarheidsintervallen (BI) van het %OBS breed. Het ontwikkelen van een kaartbeeld van het %OBS op basis van de ligging van brede BI's ten opzichte van gekozen grenzen levert te weinig differentiatie van de gebieden op (gekozen grenzen binnen de BI's, zie grijs interval in Figuur B.1.A).

In de hoofdttekst zijn gebieden onderscheiden op basis van de ligging van het %OBS zelf. Hiervoor is het percentage *waarnemingen* boven de streefwaarde omgerekend naar een percentage *oppervlakte* met concentraties boven de streefwaarde, waarbij is gewogen naar het percentage oppervlakte van de landgebruiktypen landbouw, natuur en bebouwd. Voor de percentages oppervlakte boven de streefwaarde is het niet mogelijk 80%-BI's te bepalen, aangezien de afzonderlijke percentages waarnemingen boven de streefwaarden zijn omgerekend naar een gewogen percentage. De figuren A en B van deze Bijlage geven dan ook de niet-gewogen percentages OBS weer ofwel 80%-BI van de percentage waarnemingen boven de streefwaarde. Wel spreken we ook hier over het %OBS, omdat wordt verondersteld dat de waarnemingen aselekt zijn getrokken uit de totale 'pool' van meetpunten van ieder deelgebied en wordt aangenomen dat de resultaten ('de trekking') representatief zijn voor het gehele deelgebied.

Om te voorkomen dat een kaart op basis van een %OBS samengaat met een breed BI is er in Reijnders et al. (2004) naar gestreefd om twintig waarnemingspunten per gebied ter beschikking te hebben. Doordat in voorliggende rapportage alleen gebruikgemaakt wordt van LMG-data is dit niet altijd mogelijk. Per ecodistrictgroep is het 80%-BI voor het %OBS uitgerekend. Voor 80%-betrouwbaarheidsintervallen is gekozen omdat twee schattingen van het %OBS met een grotere significantie (dan 80%) verschillend van elkaar zijn als de twee 80%-intervallen gescheiden zijn. Om de breedte en ligging van de BI's, ook in onderlinge vergelijking, na te gaan zijn per stof, per diepte en per ecodistrict de BI's in de figuren A weergegeven.

De ligging van de BI's van het %OBS is benoemd op basis van de onder en bovenkant van het BI ten opzichte van 10% en 20%. Onderscheiden kunnen worden: "duidelijk zeer laag: bovenkant 80%-BI lager dan 10 %OBS", "duidelijk laag: bovenkant 80%-BI lager dan 20%OBS", 'duidelijk hoog: onderkant 80%-BI hoger dan 10 %OBS', 'duidelijk zeer hoog: onderkant 80%-BI hoger dan 20 %OBS' en 'niet onderscheidbaar: 80%-BI valt over de drempelwaarden van 10 en 20 %OBS heen'. Het classificatieproces is verduidelijkt in Figuur B.1.A.

In deze rapportage worden duidelijk hoog en duidelijk zeer hoog benoemd.



**Figuur B.1.A Classificatie van 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte van een gebied met een concentratie in het grondwater boven de streefwaarde. Gebieden zijn geclassificeerd (en ingekleurd) afhankelijk van de ligging van het interval ten opzichte van de percentages 10% en 20% (uit Reijnders et al., 2004).**

### B.1.2 Figuren B in Bijlage B

#### *Gemiddelde concentratie met betrouwbaarheidsintervallen.*

Voor combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio en voor ondiep en middeldiep grondwater zijn per component gemiddelde concentraties en het daarbij behorende 80%-BI berekend. Voor 80%-betrouwbaarheidsintervallen is gekozen omdat twee gemiddelden met meer dan 95% significantie verschillend van elkaar zijn als twee 80%-intervallen gescheiden zijn. Hierbij is verondersteld dat de schatters van de gemiddelden normaal zijn verdeeld. De berekeningen zijn uitgevoerd met een bestand waarin zonodig data voor 2008 uit waarnemingenreeksen tot twee meetjaren terug zijn geëxtrapoleerd. In de Figuren B zijn per component, voor combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio en voor ondiep en middeldiep grondwater de resultaten samengevat. Voor veel componenten ligt een deel van de concentraties onder de bepalingsgrens van de chemische analysemethode. Voor de berekening van gemiddelden en BI's is aan een concentratie lager dan de bepalingsgrens de waarde van de bepalingsgrens toegekend. Verder zijn de 80%-BI's beperkt tot het positieve waardegebied.

In de Figuren B zijn de kwaliteitsnormen afgebeeld. Voor de meeste stoffen is deze norm gelijk aan de streefwaarde voor ondiep grondwater (zie Circulaire Bodemsanering, 2009 en toelichting in paragraaf

2.4.1 van het hoofdrapport). Formeel is de streefwaarde uitsluitend bedoeld voor het waarden van een enkelvoudige waarneming van de grondwatersamenstelling. Daarom mag een eigenschap van een verzameling van gegevens (gemiddelde en betrouwbaarheidsinterval) niet worden vergeleken met een streefwaarde. De afbeelding van de streefwaarde is toch weergegeven om een indruk te geven van de ligging van gemiddelden ten opzichte daarvan. In de Figuren B worden betrouwbaarheidsintervallen (BI's) ook onderling vergeleken en hiervoor zijn 80%-BI geschikt. Het gemiddelde is duidelijk hoger of duidelijk lager dan de streefwaarde als het BI voor het gemiddelde respectievelijk hoger of lager is dan de streefwaarde.

*Percentage oppervlakte met grondwater met concentraties boven de streefwaarde voor combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's*

Het aantal waarnemingen dat de streefwaarde overschrijdt geeft aan in hoeverre van tevoren gestelde doelen voor de milieukwaliteit zijn gerealiseerd. Deze indicatie is bruikbaar voor het beleid omdat een streefwaarde geldt voor elke waarneming in het compartiment grondwater. In deze rapportage zijn waarnemingen vergeleken met de kwaliteitsdoelstellingen die aan verschillende beleidsdocumenten zijn ontleend (zie hoofdrapport paragraaf 2.4.1). Het percentage van de oppervlakte met grondwater met concentraties boven de streefwaarde is gelijkgesteld aan het percentage waarnemingen boven de streefwaarde. Dit is alleen juist als de steekproef van waarnemingen in verhouding met de oppervlakte per hoofdklasse van grondgebruik is verdeeld. De onzekerheid in het %OBS is aangegeven met het 80%-BI, dat is berekend met de binominale kansverdeling (Van Drecht et al., 1994 uit Reijnders et al., 2004). Per component en per combinatie van grondsoort, grondgebruik en ecoregio is voor ondiep en middeldiep grondwater het %OBS geschat en is het 80%-BI daarvan berekend. Net als in de Figuren A geven dus ook de figuren B niet-gewogen %OBS weer, aangezien het niet mogelijk is 80-BI's te berekenen voor de gewogen %OBS.

De berekeningen zijn uitgevoerd met een bestand waar gegevens voor 2008 uit waarnemingsseries zijn geëxtrapoleerd (zie hoofdrapport paragraaf 2.3.4). In het onderste deel van de B-figuren zijn voor ondiep en middeldiep grondwater per component de resultaten samengevat voor de verschillende combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio.

### **B.1.3 Tabellen A in Bijlage B**

In Bijlage B is ook het verschil van de grondwaterkwaliteit per component en dieptetraject in kaart gebracht. Het verschil van het gewogen %OBS tussen de jaren 1984 of 1990 en 2008 is weergegeven in de Tabellen A. Voor de metalen zijn pas sinds 1990 analyses beschikbaar en daarom is ervoor gekozen om het verschil weer te geven over deze periode.

Het %OBS is een gewogen gemiddelde van het %OBS per landgebruik (landbouw, natuur en bebouwd). De verandering is berekend door het gewogen gemiddelde %OBS in 1984 of 1990 af te trekken van het gewogen gemiddelde %OBS in 2008. Voor de berekening van het verschil is het noodzakelijk dat van eenzelfde waarnemingsfilter uit 1984 of 1990 en 2008 een waarneming beschikbaar is. Dit betekent dat alleen die filters in de berekeningen zijn meegenomen die in beide meetjaren beschikbaar zijn. Hierdoor is het mogelijk dat het %OBS voor 2008 (in de Tabellen A van Bijlage B) met minder waarnemingen is bepaald dan onder het kopje 'toestand' (hoofdstuk, Figuren A) en hierdoor hoger of lager uitvalt.

In de beschrijvingen worden de ecodistrictgroepen met een verandering van het gewogen %OBS met meer dan 10% (>10% OBS) besproken.

#### **B.1.4 Tabellen B in Bijlage B**

Het doel is om per groep van waarnemingspunten geselecteerd naar grondsoort, grondgebruik en ecoregio en per groep van waarnemingspunten geselecteerd naar ecodistrictgroep voor ondiep en middeldiep grondwater een daling of stijging van de grondwaterkwaliteit vast te stellen.

##### *Indeling in groepen*

Het oorspronkelijke meetnetnummer van een put en de filter codering (samen putfilter genoemd) zijn gebruikt om elk filter in te delen wat betreft: filterdiepte, groep en ecodistrict. Indien de gemiddelde chlorideconcentratie kleiner of gelijk is aan 150 dan wordt de betreffende putfilter als 'zoet' gekarakteriseerd. Indien tritiumcode 1 is bepaald voor het grondwater dan is het 'jong' en 2 is 'oud'.

##### *Selecties*

Indien een waarneming van een chemische parameter van het grondwater uit een filter is vastgesteld in 1993 of eerder en in 2004 of later, dan zijn de waarnemingen geselecteerd om een verandering te berekenen. Aangenomen wordt dat in 1984 de ouderdom van de putten voldoende groot was om een evenwichtssituatie te bereiken. Er worden geen metingen van voor 1984 gebruikt. Grondwatermonsters worden pas sinds 1990 gefiltreerd, daarom zijn trends voor zware metalen bepaald met analysedata van 1990 of later.

##### *Berekening verschil*

Allereerst zijn per putfilter alle waarnemingen en detectielimieten van een parameter, die lager of gelijk zijn aan de hoogste detectielimietwaarde, gelijkgesteld aan de waarde van de hoogste detectielimiet. Vervolgens is per putfilter het verschil bepaald door de oudste parameterwaarde te verminderen met de jongste parameterwaarde. Voor een groep putfilters is vervolgens het gemiddelde verschil berekend en is de standaardafwijking gebruikt om te beoordelen of het verschil duidelijk groter is dan nul (95% tweezijdig). Het gemiddelde verschil en of dit verschil duidelijk is, wordt weergegeven in de tabellen.

##### *Berekening trendmatigheid van verschil*

De correlatiecoëfficiënt tussen de tijd en de aangepaste parameterwaarde is per putfilter berekend. Per groep is de gemiddelde correlatiecoëfficiënt berekend en de standaardafwijking is gebruikt om te onderzoeken of deze duidelijk afwijkt van nul (95% tweezijdig). Indien de gemiddelde waarde van de correlatiecoëfficiënt duidelijk verschilt van nul dan wordt dit aangegeven in de tabel.

##### *Beschrijving Tabellen B*

Per component zijn Tabellen B gemaakt waarin per groep en per ecodistrict de gemiddelde verandering per tien jaar en correlaties zijn samengevat. In het bovenste deel van de tabellen A zijn de resultaten per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio samengevat en in het onderste deel per ecodistrictgroep.

Bij een duidelijke (significante) verandering is het getal vet afgedrukt en bij een duidelijke correlatie is dit met een pijl aangegeven.

Bij het behandelen van de interpretatie van de tabellen is ervan uitgegaan dat zich bij samenvallen van een duidelijke verandering met een duidelijke correlatie een duidelijke daling of stijging voordoet. In de tabellen is een daling met een groen veld aangegeven en een stijging met een geel veld.

De volgende symbolen en kleuren worden in de tabellen B gebruikt:

- ↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)
- vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 of 1990 en 2000

- : geen waarneming
- $\Delta$  : gemiddelde verandering
- Groen : duidelijke daling
- Geel : duidelijke stijging

### **B.1.5 Figuren C in Bijlage B**

In deze rapportage zijn in de figuren C tijdreeksen van percentage Waarnemingen Boven de Streefwaarde (%WBS, niet gewogen percentages) voor de ecodistrictgroepen en voor heel Nederland weergegeven. De gepresenteerde tijdreeksen zijn bedoeld om indicaties van de verandering van de grondwaterkwaliteit aan te ontleen. Om enige ordening aan te brengen zijn de tijdreeksen van de ecodistrictgroepen ingedeeld naar een indeling van Nederland in Noord, Midden, West en Zuid-Nederland.

Voor het samenstellen van deze grafieken zijn filters geselecteerd waarvoor gedurende de hele periode waarnemingen beschikbaar zijn. De minimale meetfrequentie bedraagt eenmaal per vier jaar. Daarom is voor alle jaren met een ontbrekende waarde in het voorafgaande jaar gezocht naar een waarde en indien beschikbaar, is deze waarde voor het betreffende jaar ingevuld. Vervolgens is voor alle resterende ontbrekende waarden in het volgende jaar gezocht en daarna weer in het voorafgaande jaar en tenslotte weer in het volgende jaar. Tot slot is voor ontbrekende waarden in het jaar 2007 in het jaar 2006 gezocht en voor 2008 in 2007.

Voor alle filters waarvan de aangevulde meetreeks compleet is (zware metalen 1990-2008 en overige parameters 1984-2008), is voor elke parameter per ecodistrict en per jaar het percentage waarnemingen boven de streefwaarde bepaald. Voor lood en pH-veld waren niet genoeg waarnemingen aanwezig. Hiervoor zijn geen grafieken bepaald.

## **B.2 Chloride**

### **Figuur B.2.A**

In de beekdalcomplexen is het %OBS in het ondiepe water duidelijk hoog. De duinen en strandwallen en het rivierengebied hebben een duidelijk hoog %OBS in het middeldiepe water. Voor de laagveengebieden, polders en droogmakerijen en het zeekleigebied is dit %OBS zowel in het middeldiepe als ondiepe water duidelijk zeer hoog.

### **Figuur B.2.B**

In het grondwater in het westen van het land worden hoge concentraties van chloride gevonden.

Hierdoor is het bereik van de concentratie van chloride hier groot. Daarom zijn de concentraties van chloride logaritmisch uitgezet.

In het ondiepe water zijn er geen duidelijke overschrijdingen van de streefwaarden. Voor gras/maïs op rivierklei, zand en moerige grond, en bos/natuur en bebouwd op zand zijn de concentraties duidelijk lager dan de streefwaarde. In het middeldiepe water wordt de streefwaarde duidelijk overschreden voor bos/natuur op duinzand, gras/maïs op veen, en akkerbouw op zeeklei.

Het %OBS in het ondiepe water is duidelijk zeer hoog voor gras/maïs op veen, akkerbouw op zeeklei en bebouwd op veen/zeeklei. Deze drie categorieën zijn ook duidelijk zeer hoog voor het middeldiepe water, terwijl het %OBS duidelijk hoog is voor bos/natuur op duinzand.

Tabel B.2.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 20% lager dan in 1984 in de duinen en strandwallen en de Centrale Slenk. In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1984 in de Gelderse Vallei en Veluwezoom. In het middeldiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1984 in de beekdalcomplexen.

**Tabel B.2.A Verschil in het gewogen %OBS voor chloride tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 51%         | 20%  | -31%     | 33%             | 27%  | -6%      |
| laagveengebied                    | 2  | 39%         | 40%  | 1%       | 50%             | 43%  | -7%      |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 46%         | 46%  | 0%       | 65%             | 57%  | -8%      |
| zeekleigebieden                   | 4  | 69%         | 59%  | -10%     | 71%             | 67%  | -4%      |
| rivierengebied                    | 5  | 12%         | 8%   | -4%      | 26%             | 23%  | -3%      |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 36%         | 33%  | -4%      | 8%              | 28%  | 20%      |
| hoogveengebied                    | 7  | 5%          | 11%  | 5%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 12%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 3%          | 0%   | -3%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 25%         | 19%  | -6%      | 13%             | 17%  | 4%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 38%         | 0%   | -38%     | 6%              | 0%   | -6%      |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 6%          | 0%   | -6%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.2.B

In het jonge en ondiepe grondwater wordt een duidelijke daling van de chlorideconcentratie gevonden voor gras/maïs op zand, en bebouwd op antropogeen zand. In het jonge grondwater is een daling te zien in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas, in het ondiepe water is deze daling alleen te zien voor de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. In het oude grondwater wordt een duidelijke stijging aangetroffen in het hoogveengebied.

Verder zijn er in het ondiepe water met Cl<150 mg/l nog duidelijke dalingen voor gras/maïs op zand en bebouwd op antropogeen zand en voor de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Deze daling wordt voor ondiep water met Cl<150 mg/l ook voor Nederland als geheel waargenomen.

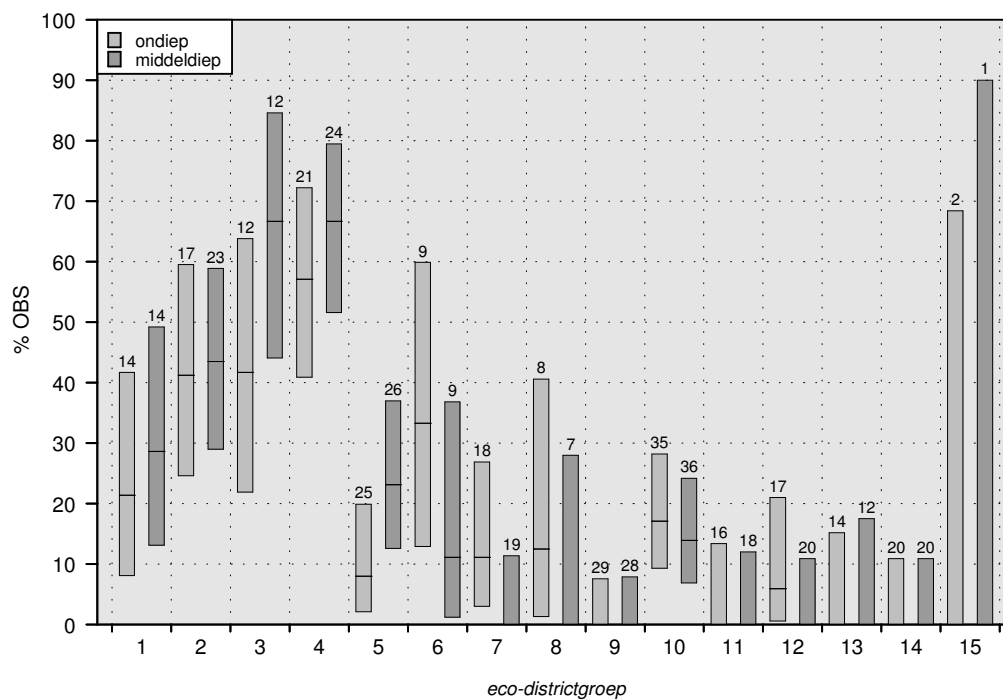
Overeenkomsten Tabel B.2.A en Tabel B.2.B

De trends en verschillen laten voor chloride geen overeenkomsten zien.

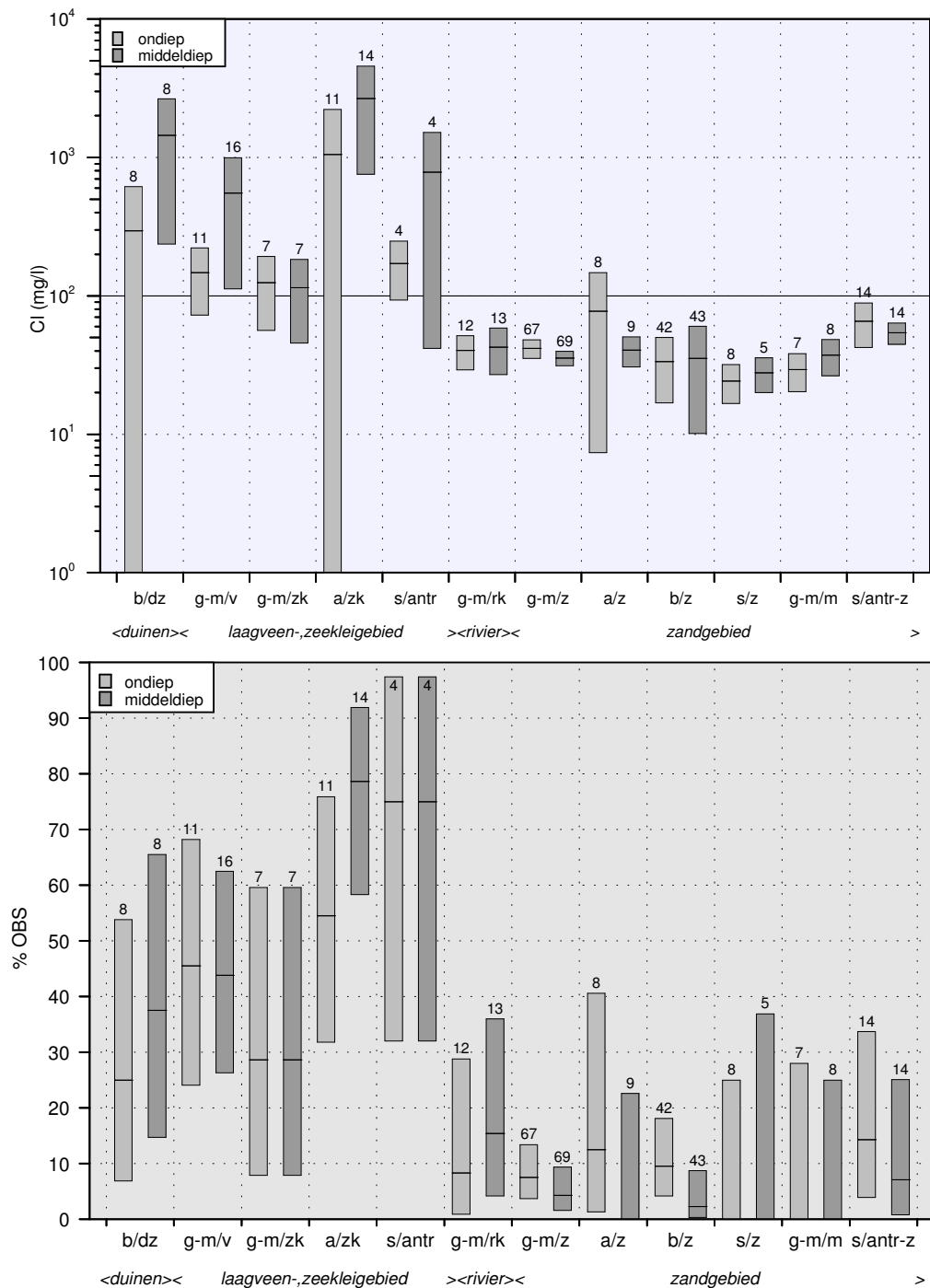
Figuur B.2.C

Dalingen in het %WBS in het ondiepe grondwater in de duinen en strandwallen, de Centrale Slenk en Nederland als geheel. Voor de Centrale Slenk is deze daling niet significant, voor de duinen en strandwallen is deze daling toe te schrijven aan een significante daling van het chloride gehalte in het ondiepe grondwater met een laag chloride gehalte (<150 mg/l).





Figuur B.2.A Chloride in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor chloride (100 mg/l).



Figuur B.2.B Chloride in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor chloride (100 mg/l).

**Tabel B.2.B Gemiddelde verandering van de concentratie van chloride uitgedrukt in mg/l in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

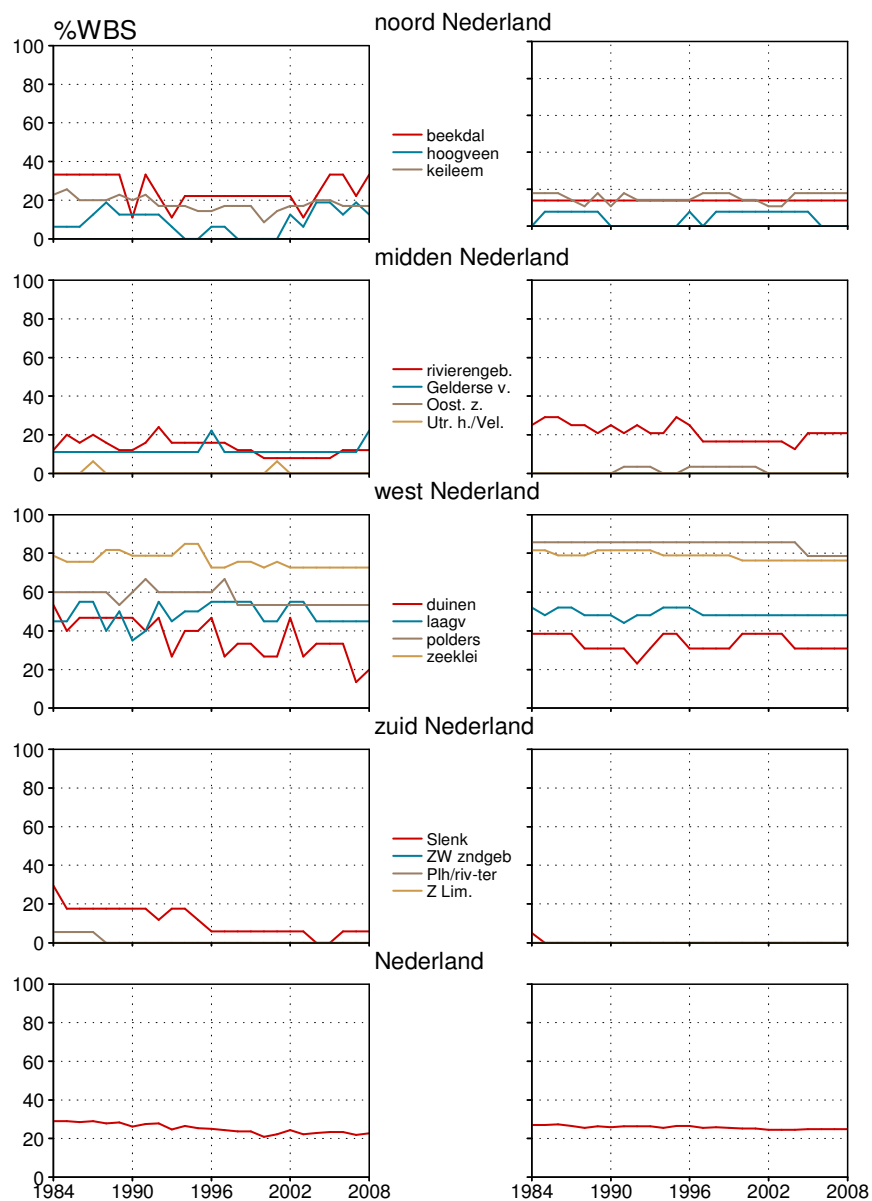
|                                                   | Ondiep |          | Middeldiep |          | Grondwater van voor of na 1950 |          |            |          |
|---------------------------------------------------|--------|----------|------------|----------|--------------------------------|----------|------------|----------|
|                                                   | n      | Δ        | n          | Δ        | Jong                           | Δ        | Oud        | Δ        |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | 36.3     | 9          | -415     | 12                             | 26.9     | 6          | -622     |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | -13.6    | 17         | 14.6     | 10                             | -8.7     | 16         | 11.3     |
| 3. gras/maïs op zeelei                            | 12     | -3.5 ↓   | 12         | -16.1 ↓  | 2                              | -38.64   | 20         | 2.9 ↑    |
| 4. akkerbouw op zeelei                            | 19     | -180     | 24         | -94.4    | 2                              | -117     | 40         | -169.9   |
| 5. bebouwd op veen/zeelei                         | 6      | -33.8    | 6          | -134     | 5                              | -1.8     | 7          | -143     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -2.09    | 13         | 1.34     | 10                             | -0.89    | 13         | 1.45     |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68     | -6.02 ↓  | 71         | -3.26    | 86                             | -7.86 ↓  | 49         | 0.81     |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 9.7 ↑    | 9          | 0.62     | 14                             | 5.5 ↑    | 3          | 1.84     |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 3.33 ↑   | 43         | -1.42    | 64                             | 1.64 ↑   | 14         | -1.3     |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -6.54 ↓  | 5          | -1.49    | 12                             | -5.15    | 1          | 2.06     |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | -5.2     | 9          | 3.32     | 5                              | -11.1    | 10         | 4.02     |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 14     | -21.22 ↓ | 14         | -2.69    | 20                             | -11.17 ↓ | 6          | -12.96   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 12.8 ↑   | 15         | -252     | 19                             | 10.1     | 11         | -344     |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | -27.1    | 25         | 7.38     | 17                             | -24.2    | 24         | 2.64     |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -149.2 ↓ | 15         | -130.3 ↓ | 4                              | -83.5 ↓  | 24         | -151.8 ↓ |
| 4. zeeleigebieden                                 | 35     | -56.7    | 40         | -60.7    | 8                              | -11.91   | 66         | -85.7    |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -0.22    | 26         | -8.87    | 32                             | -1.89    | 18         | -8.8     |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -7.84    | 9          | -1.68    | 9                              | -9.68    | 9          | 0.16     |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 7.95     | 19         | 2.92     | 16                             | 7.7      | 17         | 3.65 ↑   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | 0.94     | 9          | 0.83     | 6                              | -3.9     | 13         | 3.1      |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -5.74    | 28         | -0.43    | 39                             | -5.32    | 15         | 2.22     |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | -1.87 ↓  | 36         | -3.43    | 46                             | -3.13 ↓  | 25         | -1.81    |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -4.67 ↓  | 18         | -3.34    | 30                             | -3.75 ↓  | 2          | 0.67     |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -7.12    | 21         | -1.36    | 17                             | -7.34 ↓  | 17         | -0.49    |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -3.67    | 12         | -0.68    | 17                             | -4.72 ↓  | 5          | 2.28     |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -6.06 ↓  | 20         | -0.77    | 35                             | -4.14 ↓  | 3          | 1.66     |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -5.17    | 1          | -0.2     | *                              | 0        | 2          | -0.43    |
| zandgebieden                                      | 169    | -3.11 ↓  | 172        | -1.16    | 215                            | -3.72 ↓  | 106        | 0.96     |
| Nederland totaal                                  | 298    | -19.7 ↓  | 310        | -26.3    | 314                            | -20.32 ↓ | 261        | -66.5    |
| Cl < 150mg/l                                      |        |          |            |          |                                |          |            |          |
|                                                   | Ondiep |          | Middeldiep |          | Ondiep                         |          | Middeldiep |          |
|                                                   | n      | Δ        | n          | Δ        | n                              | Δ        | n          | Δ        |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | -27.6 ↓  | 6          | -4.19    | 1                              | 547.33   | 3          | -1236    |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | 2.93     | 12         | 3.82     | 3                              | -63.1    | 5          | 40.5     |
| 3. gras/maïs op zeelei                            | 6      | -4.65    | 5          | -32.4    | 6                              | -2.3     | 7          | -4.4     |
| 4. akkerbouw op zeelei                            | 7      | -6.02    | 8          | -12.1    | 12                             | -282     | 16         | -135     |
| 5. bebouwd op veen/zeelei                         | 2      | -20.6    | 2          | -2.7     | 4                              | -40.4    | 4          | -200     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -2.09    | 13         | 1.34     | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | -5.93 ↓  | 71         | -3.26    | 1                              | -11.5    | 0          | 0        |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 9.7 ↑    | 9          | 0.62     | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 3.33 ↑   | 42         | -1.19    | 0                              | 0        | 1          | -11.15   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -6.54 ↓  | 5          | -1.49    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | -6.3     | 8          | 3.91     | 1                              | 2.86     | 1          | -1.43    |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -18.36 ↓ | 14         | -2.69    | 1                              | -58.45   | 0          | 0        |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | -25.4 ↓  | 12         | -6.42    | 1                              | 547.33   | 3          | -1236    |
| 2. laagveengebied                                 | 16     | 0.43     | 17         | 2.49     | 4                              | -137.3 ↓ | 8          | 17.8     |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | -14.2 ↓  | 5          | -25.2 ↓  | 7                              | -304 ↓   | 10         | -183     |
| 4. zeeleigebieden                                 | 15     | -2.89    | 13         | -18.4    | 20                             | -97      | 27         | -81      |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -0.22    | 26         | -8.87    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -7.84    | 8          | -0.5     | 0                              | 0        | 1          | -11.15   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 7.95     | 19         | 2.92     | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0.73     | 8          | 1.12     | 1                              | 2.86     | 1          | -1.43    |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -5.74    | 28         | -0.43    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | 0.13 ↑   | 36         | -3.43    | 2                              | -35      | 0          | 0        |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -4.67 ↓  | 18         | -3.34    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -7.12    | 21         | -1.36    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -3.67    | 12         | -0.68    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -6.06 ↓  | 20         | -0.77    | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -5.17    | 1          | -0.2     | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| zandgebieden                                      | 166    | -2.76 ↓  | 170        | -1.1     | 3                              | -22.4    | 2          | -6.29    |
| Nederland totaal                                  | 258    | -7.37 ↓  | 255        | -1.41    | 37                             | 21.3 ↑   | 52         | -100.3   |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

Ondiep

Middeldiep



Figuur B.2.C Percentage waarnemingen van chloride boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.3 pH

Figuur B.3.A

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, het zuidwestelijk zandgebied en in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. In het middeldiepe water zijn er geen ecodistricten waar het %OBS duidelijk hoog of duidelijk zeer hoog zijn.

Figuur B.3.B

In het middeldiepe water zijn geen gebieden met een pH die duidelijk lager is dan 5. De groepen op veen en kleigrond hebben een hogere pH dan de groepen op zandgrond, maar de hoogste pH wordt gevonden voor bos/natuur op duinzand. Ditzelfde patroon zien we voor het ondiepe water.

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk zeer hoog voor bebouwd op zandgrond en duidelijk hoog voor bos/natuur op zandgronden. Het %OBS is in het middeldiepe water voor alle groepen niet duidelijk hoog of duidelijk zeer hoog.

Tabel B.3.A

Zowel in het ondiepe als het middeldiepe grondwater verschilt het %OBS in alle ecodistrictgroepen tussen 1993 en 2008 niet meer dan 10%.

**Tabel B.3.A Verschil in het gewogen %OBS voor pH (veld) tussen 1993 en 2008.**

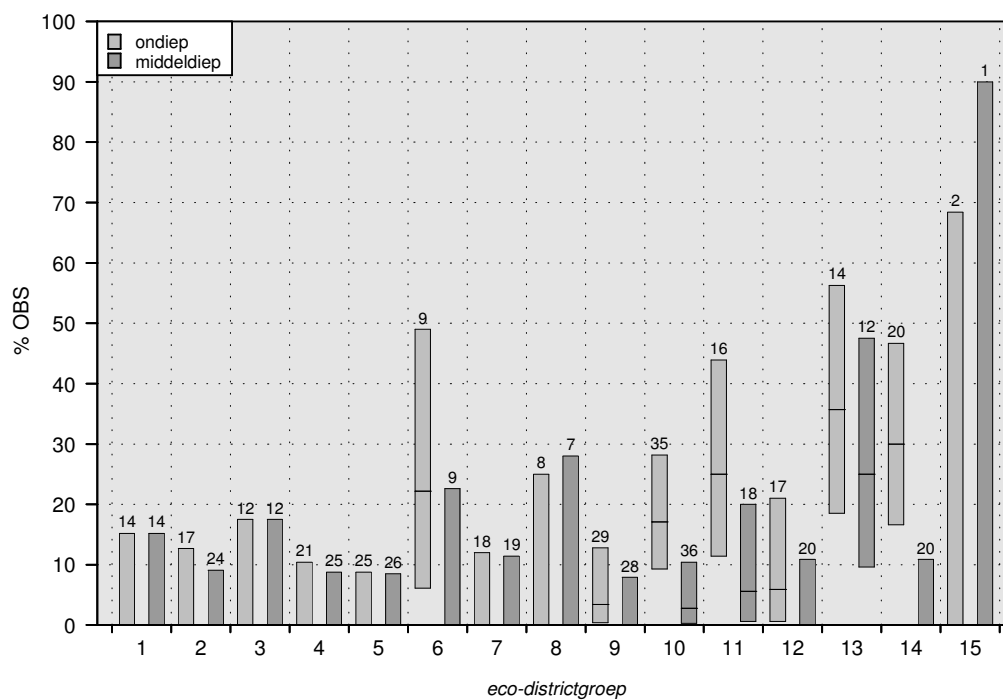
| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1993        | 2008 | verschil | 1993            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 20%         | 20%  | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 6%          | 0%   | -6%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 7%          | 0%   | -7%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 4%          | 4%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileengebieden                   | 10 | 10%         | 15%  | 5%       | 3%              | 3%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 17%         | 17%  | 0%       | 0%              | 3%   | 3%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 5%          | 5%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 45%         | 35%  | -10%     | 14%             | 19%  | 5%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 38%         | 30%  | -8%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.3.B

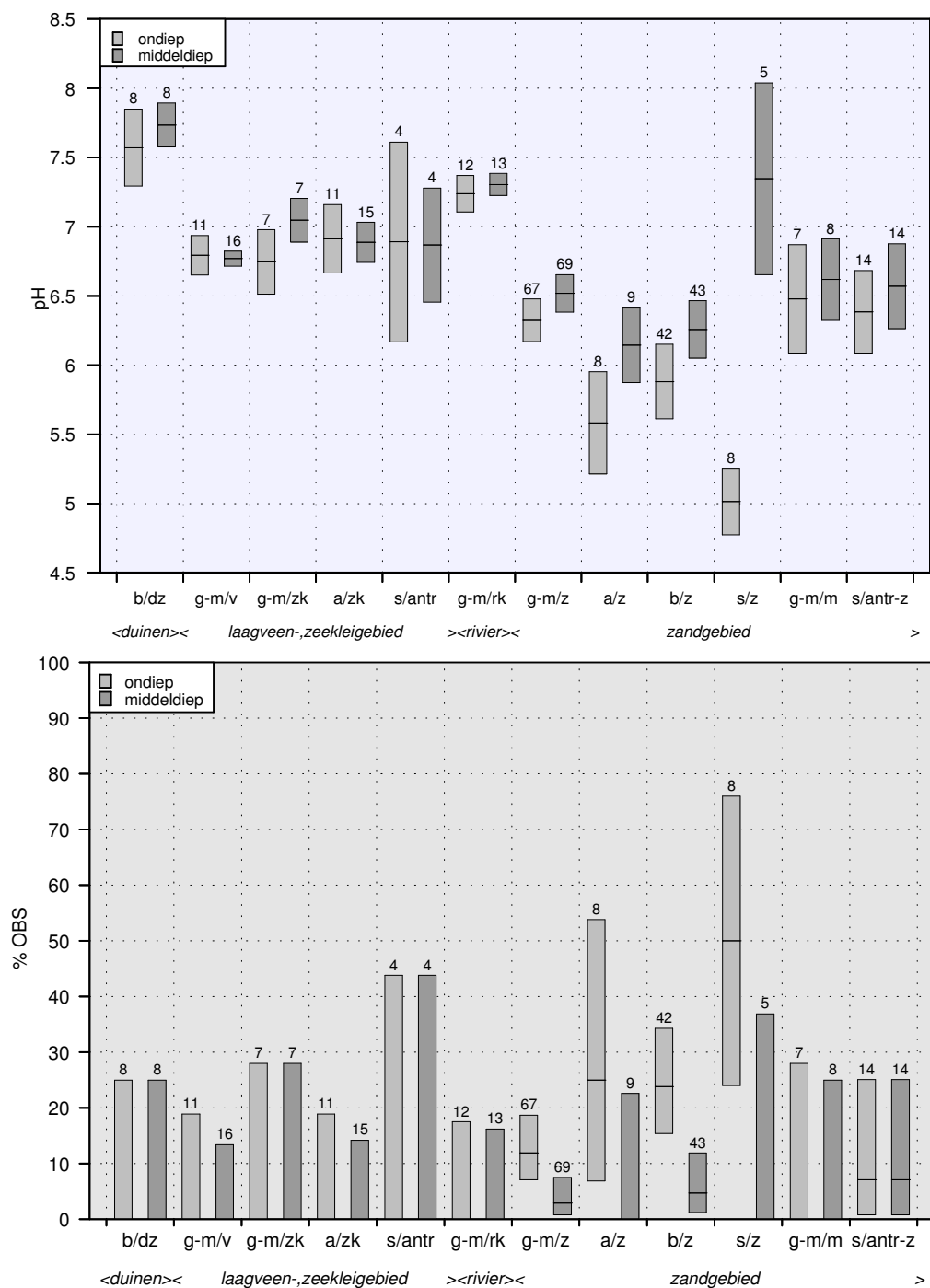
In het middeldiepe grondwater zijn duidelijke dalingen van de pH gevonden voor bos/natuur op zand en gras/maïs op zand, rivierklei en moerige grond. Deze dalingen zijn ook gevonden in het oostelijk zandgebied en verspreide stuwwallen, de Centrale Slenk en de zandgebieden en Nederland als geheel. In het oude water in de hoogveengebieden is ook een daling gevonden voor de pH.

Overeenkomsten Tabel B.3.A en Tabel B.3.B

Het verschil in %OBS en de trends voor de periode 1993-2008 laten geen overeenkomsten zien.



**Figuur B.3.A pH-veld in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte met een pH van het grondwater lager dan 5.**



Figuur B.3.B De pH in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte met een pH < 5 in het grondwater.

**Tabel B.3.B Gemiddelde verandering van de concentratie van pH-veld uitgedrukt in eenheden in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1993-2008.**

| Grondwater van voor of na 1950                    |              |       |   |            |       |   |               |        |   |            |       |   |
|---------------------------------------------------|--------------|-------|---|------------|-------|---|---------------|--------|---|------------|-------|---|
|                                                   | Ondiep       |       |   | Middeldiep |       |   | Jong          |        |   | Oud        |       |   |
|                                                   | n            | Δ     |   | n          | Δ     |   | n             | Δ      |   | n          | Δ     |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | 0.02  |   | 8          | 0.08  |   | 11            | -0.01  |   | 5          | 0.18  | ↑ |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | 0.06  |   | 17         | -0.02 |   | 10            | 0.1    |   | 16         | -0.04 |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 10           | 0.06  | ↑ | 10         | 0     |   | 2             | -0.14  |   | 16         | 0.05  | ↑ |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 17           | 0.07  |   | 24         | 0.02  |   | 2             | 0.08   |   | 39         | 0.04  |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 5            | 0.12  | ↑ | 6          | -0.02 |   | 5             | 0.05   |   | 6          | 0.03  |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | -0.04 |   | 13         | -0.07 | ↓ | 10            | -0.08  |   | 13         | -0.05 |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 64           | 0.03  |   | 68         | -0.08 | ↓ | 82            | 0.01   |   | 46         | -0.09 | ↓ |
| 8. akkerbouw op zand                              | 7            | 0.02  |   | 8          | 0.12  |   | 12            | 0.05   |   | 3          | 0.19  |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 39           | 0.01  |   | 40         | -0.07 | ↓ | 59            | -0.04  | ↓ | 13         | 0.06  |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.04 |   | 5          | -0.07 |   | 12            | -0.06  |   | 1          | 0.04  |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | -0.06 |   | 8          | -0.11 | ↓ | 5             | -0.18  |   | 9          | -0.02 |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | 0.05  |   | 14         | -0.05 |   | 19            | 0.02   |   | 6          | -0.07 |   |
|                                                   |              |       |   |            |       |   |               |        |   |            |       |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 0.02  |   | 13         | 0.05  |   | 18            | 0      |   | 9          | 0.1   | ↑ |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | 0.05  |   | 26         | 0.01  |   | 17            | 0.06   |   | 25         | 0.02  |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 14           | -0.02 |   | 15         | 0.03  |   | 4             | -0.06  |   | 23         | 0.02  |   |
| 4. zeekleigebieden                                | 31           | 0.05  | ↑ | 38         | 0     |   | 8             | 0.01   |   | 61         | 0.02  |   |
| 5. rivierengebied                                 | 25           | -0.02 |   | 26         | -0.02 |   | 32            | -0.02  |   | 17         | -0.02 |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -0.07 |   | 9          | -0.01 |   | 9             | -0.06  |   | 9          | -0.02 |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 16           | -0.07 |   | 17         | -0.04 | ↓ | 13            | 0.01   |   | 16         | -0.06 | ↓ |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | 0.04  |   | 9          | -0.08 |   | 6             | -0.06  |   | 13         | 0.01  |   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28           | 0     |   | 27         | -0.05 | ↓ | 38            | 0      |   | 14         | -0.08 | ↓ |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | -0.02 |   | 34         | -0.06 | ↓ | 43            | -0.05  |   | 24         | -0.04 | ↓ |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.12  |   | 17         | -0.03 |   | 30            | 0.04   |   | 2          | 0.19  | ↑ |
| 12. Centrale Slenk                                | 14           | -0.05 |   | 19         | -0.06 | ↓ | 14            | 0      |   | 14         | -0.07 | ↓ |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 13           | 0.05  | ↑ | 12         | -0.16 | ↓ | 16            | 0.02   |   | 5          | -0.27 |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 19           | 0.08  |   | 19         | -0.07 | ↓ | 33            | 0      |   | 3          | 0.11  |   |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 1            | 0.04  |   | 1          | 0.02  |   | *             | 0      |   | 2          | 0.03  |   |
| zandgebieden                                      | 158          | 0.01  |   | 163        | -0.06 | ↓ | 202           | -0.010 |   | 100        | -0.05 | ↓ |
| Nederland totaal                                  | 277          | 0.01  |   | 296        | -0.03 | ↓ | 312           | -0.2   | ↓ | 261        | -0.09 | ↓ |
|                                                   |              |       |   |            |       |   |               |        |   |            |       |   |
|                                                   | Cl < 150mg/l |       |   | Middeldiep |       |   | Cl > 150 mg/l |        |   | Middeldiep |       |   |
|                                                   | n            | Δ     |   | n          | Δ     |   | n             | Δ      |   | n          | Δ     |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 7            | 0     |   | 5          | 0     |   | 1             | 0.09   |   | 3          | 0.22  | ↑ |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | 0.06  |   | 11         | -0.02 |   | 3             | 0.06   |   | 6          | -0.02 |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | -0.01 |   | 5          | -0.02 |   | 4             | 0.16   |   | 5          | 0.02  |   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | 0.07  | ↑ | 7          | 0.04  |   | 10            | 0.06   |   | 17         | 0.01  |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1            | 0.13  |   | 2          | 0     |   | 4             | 0.11   |   | 4          | -0.04 |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | -0.04 |   | 13         | -0.07 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 64           | 0.03  |   | 67         | -0.08 | ↓ | 0             | 0      |   | 1          | -0.11 |   |
| 8. akkerbouw op zand                              | 7            | 0.02  |   | 8          | 0.12  |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 39           | 0.01  |   | 39         | -0.07 | ↓ | 0             | 0      |   | 1          | -0.01 |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.04 |   | 5          | -0.07 |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | -0.07 |   | 7          | -0.11 | ↓ | 1             | 0      |   | 1          | -0.04 |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12           | 0.04  |   | 14         | -0.05 |   | 1             | 0.17   |   | 0          | 0     |   |
|                                                   |              |       |   |            |       |   |               |        |   |            |       |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 13           | 0.01  |   | 10         | 0     |   | 1             | 0.09   |   | 3          | 0.22  | ↑ |
| 2. laagveengebied                                 | 14           | 0.03  |   | 16         | 0.05  |   | 6             | 0.1    | ↑ | 10         | -0.05 |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | -0.03 |   | 5          | 0.06  |   | 6             | -0.02  |   | 10         | 0.01  |   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | 0     |   | 12         | -0.02 |   | 16            | 0.09   | ↑ | 26         | 0.01  |   |
| 5. rivierengebied                                 | 25           | -0.02 |   | 26         | -0.02 |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -0.07 |   | 8          | -0.01 |   | 0             | 0      |   | 1          | -0.01 |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 16           | -0.07 |   | 17         | -0.04 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | 0.04  |   | 8          | -0.08 |   | 1             | 0      |   | 1          | -0.04 |   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28           | 0     |   | 27         | -0.05 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 10. keileemgebieden                               | 32           | -0.03 |   | 32         | -0.06 | ↓ | 1             | 0.17   |   | 2          | -0.07 | ↓ |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.12  |   | 17         | -0.03 |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 12. Centrale Slenk                                | 14           | -0.05 |   | 19         | -0.06 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 13           | 0.05  | ↑ | 12         | -0.16 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 19           | 0.08  |   | 19         | -0.07 | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 1            | 0.04  |   | 1          | 0.02  |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| zandgebieden                                      | 156          | 0.01  |   | 159        | -0.06 | ↓ | 2             | 0.08   |   | 4          | -0.04 |   |
| Nederland totaal                                  | 254          | -0.06 | ↓ | 249        | -0.05 | ↓ | 37            | -0.07  | ↓ | 55         | -0.01 | ↓ |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)

vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1993 en 2008

- : geen waarneming

Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke stijging

geel: duidelijke daling



## B.4 Sulfaat

Figuur B.4.A

Het %OBS is alleen duidelijk hoog voor het middeldiepe water in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas.

Figuur B.4.B

In zowel het middeldiepe als het ondiepe water zijn er geen groepen die duidelijk boven de streefwaarde zitten. Hoge waarden voor sulfaat worden gemeten in het middeldiepe water voor bos/natuur op duinzand en akkerbouw op zeeklei, in het ondiepe water komen de hoogste waarden ook voor bij akkerbouw op zeeklei.

Tabel B.4.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 20% lager dan in 1984 in het zuidwestelijke zandgebied en meer dan 10% lager in de beekdalcomplexen, het hoogveengebied, de Centrale Slenk en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan 1984 in het zuidwestelijke zandgebied en meer dan 20% hoger in de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas.

In Figuur 3.3.A van de hoofdstekst is het %OBS in het ondiepe grondwater van het Krijt- en Lössgebied meer dan 40%, terwijl Tabel B.4.A toont dat %OBS in 2008 0% is. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat voor Tabel B.4.A minder meetpunten zijn geselecteerd dan voor het bepalen van het %OBS in in Figuur 3.3.A (van de hoofdstekst) en doordat slechts enkele meetgegevens beschikbaar zijn voor het bepalen van het %OBS. Bij weinig meetgegevens is het %OBS sneller hoog en indien dan het meetpunt met hoge concentratie afvalt (meetpunt moet zowel in 1984 als in 2008 beschikbaar zijn) dan kan het %OBS dus weer laag uitvallen.

**Tabel B.4.A Verschil in het gewogen %OBS voor sulfaat tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 15%         | 6%   | -10%     | 20%             | 20%  | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 9%          | 9%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 5%          | 5%   | 0%       | 18%             | 8%   | -10%     |
| rivierengebied                    | 5  | 8%          | 8%   | 0%       | 3%              | 7%   | 4%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 12%         | 0%   | -12%     | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 11%         | 0%   | -11%     | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 6%          | 2%   | -4%      | 0%              | 5%   | 5%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 23%         | 8%   | -15%     | 13%             | 11%  | -2%      |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 23%         | 0%   | -23%     | 28%             | 9%   | -19%     |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 28%         | 11%  | -17%     | 5%              | 40%  | 35%      |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.4.B

De sulfaatconcentratie laat in het ondiepe grondwater een duidelijke daling zien voor bos/natuur op duinzand, en akkerbouw en gras/maïs op zand en de duinen en strandwallen, het laag- en

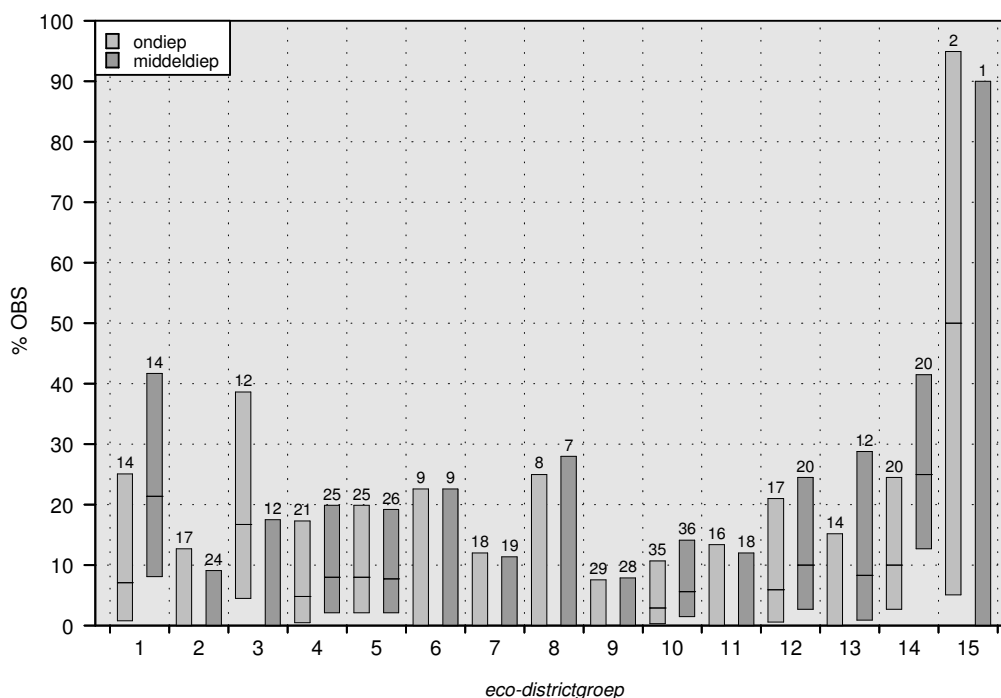
hoogveengebied, het oostelijk en zuidwestelijk zandgebied, de zandgebieden en Nederland als geheel. In het middeldiepe grondwater is er sprake van een duidelijke daling in de sulfaatconcentratie voor gras/maïs op veen en in het zeekleigebied. Voor bos/natuur op zand en in het oostelijk zandgebied en verspreide stuwwallen en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas is er een duidelijke stijging van de sulfaatconcentratie.

Overeenkomsten Tabel B.4.A en Tabel B.4.B

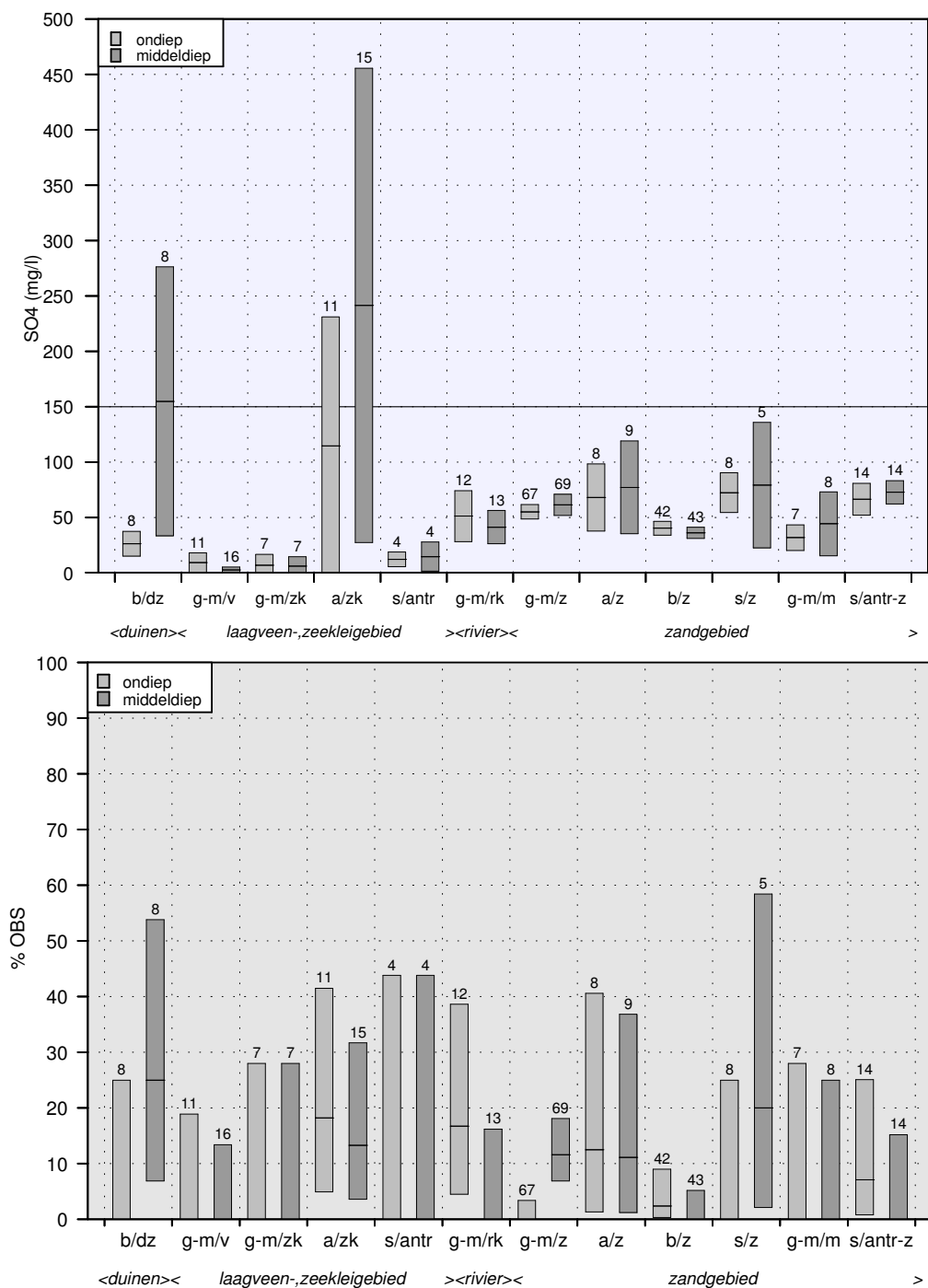
De duidelijke daling in het ondiepe grondwater in het hoogveengebied en het zuidwestelijke zandgebied valt samen met een negatief verschil in %OBS. Een positief verschil in %OBS in het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas valt samen met een duidelijke stijging in de concentratie sulfaat.

Figuur B.4.C

Dalingen in het %WBS in het ondiepe grondwater zijn er in het hoogveengebied, het zeekleigebied, de keileemgebieden en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas en ook in Nederland als geheel. In het middeldiepe grondwater is er een stijging van het %WBS in het keileemgebied, de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas, en een daling in het zeekleigebied. Volgens Tabel B.4.B zijn de dalingen in het ondiepe grondwater in het hoogveengebied, de duinen en strandwallen, het zuidwestelijke zandgebied en Nederland als geheel significant, net als de stijging gevonden in het middeldiepe grondwater in de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas.



Figuur B.4.A Sulfaat in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor sulfaat (150 mg/l).



Figuur B.4.B Sulfaat in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor sulfaat (150 mg/l).

**Tabel B.4.B Gemiddelde verandering van de concentratie van sulfaat uitgedrukt in mg/l in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

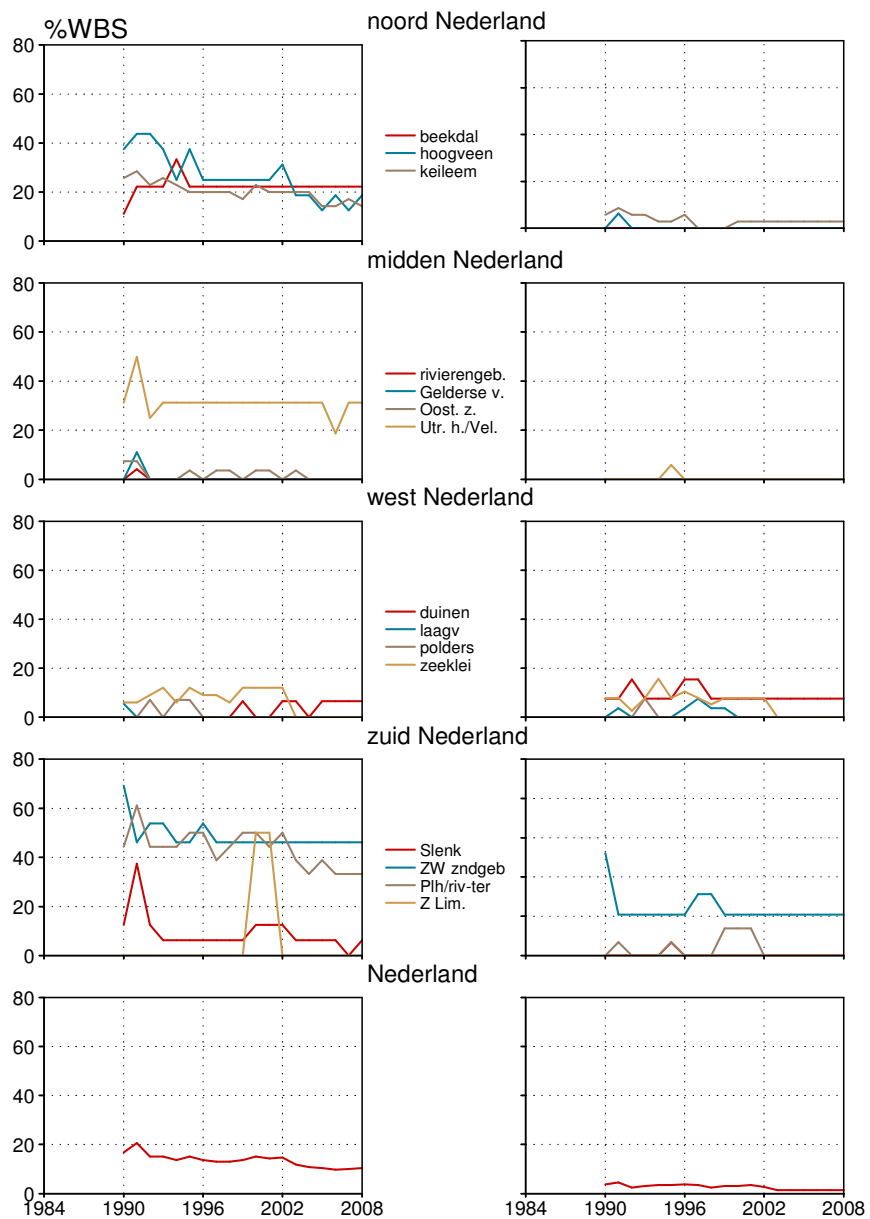
|                                                   | Ondiep |          |  | Middeldiep |          |  | Grondwater van voor of na 1950 |          |            |          |
|---------------------------------------------------|--------|----------|--|------------|----------|--|--------------------------------|----------|------------|----------|
|                                                   | n      | Δ        |  | n          | Δ        |  | Jong                           | Δ        | Oud        | Δ        |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | -16.14 ↓ |  | 9          | -59.6    |  | 12                             | -18.2 ↓  | 6          | -77      |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | -3.93 ↓  |  | 17         | -1.93 ↓  |  | 10                             | -3.72    | 16         | -2.26 ↓  |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | -14.49 ↓ |  | 12         | -0.88 ↓  |  | 2                              | -53.8    | 20         | -3.56 ↓  |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19     | -10.6 ↓  |  | 25         | -23.2 ↓  |  | 2                              | 70.7     | 41         | -21.7 ↓  |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | -32.2    |  | 6          | -2.12    |  | 5                              | -7.45    | 7          | -24.1 ↓  |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -0.33    |  | 13         | 2.28     |  | 10                             | -3.65    | 13         | 4.67     |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68     | -11.58 ↓ |  | 71         | 3.74 ↑   |  | 86                             | -11.24 ↓ | 49         | 9.12 ↑   |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -21.58 ↓ |  | 9          | 14.54    |  | 14                             | -4.13    | 3          | 5.35     |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.96    |  | 43         | 4.03 ↑   |  | 64                             | 0.76     | 14         | 3.21     |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -4.89    |  | 5          | 10.3     |  | 12                             | 1.46     | 1          | -5.12    |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | -5.82    |  | 9          | 7.32     |  | 5                              | -3.8     | 10         | 0.36     |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 14     | -8.63 ↓  |  | 14         | -6.19    |  | 20                             | -5.43    | 6          | -14.72   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | -18.34 ↓ |  | 15         | -37.5    |  | 19                             | -20.08 ↓ | 11         | -41.5    |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | -4.89 ↓  |  | 26         | -0.43 ↓  |  | 17                             | -5.9 ↓   | 25         | -0.03 ↓  |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -10.3 ↓  |  | 15         | 1.87 ↑   |  | 4                              | -4.4     | 24         | -4.27 ↓  |
| 4. zeekleigebieden                                | 35     | -17.36 ↓ |  | 41         | -19.23 ↓ |  | 8                              | -18.3    | 67         | -18.16 ↓ |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -7.46 ↓  |  | 26         | 3.19     |  | 32                             | -7.46 ↓  | 18         | 7.01     |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -11.09   |  | 9          | 1.54     |  | 9                              | -8.06    | 9          | -1.49    |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -16.96 ↓ |  | 19         | -2.89 ↓  |  | 16                             | -14.78 ↓ | 17         | -4.06 ↓  |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | -1.99    |  | 9          | 1.76     |  | 6                              | -7.66    | 13         | 3.22     |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -7.91 ↓  |  | 28         | 5.86 ↑   |  | 39                             | -5.26    | 15         | 8.68 ↑   |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | -5.1     |  | 36         | 3.16     |  | 46                             | -2.82    | 25         | 2.6      |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 0.09 ↑   |  | 18         | -0.46    |  | 30                             | 0.08     | 2          | -2.38    |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -5.17    |  | 21         | 3.31     |  | 17                             | -12.13   | 17         | 9.96     |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -17.5 ↓  |  | 12         | -14.3    |  | 17                             | -27      | 5          | 6.8      |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -11.3    |  | 20         | 21.48 ↑  |  | 35                             | 4.58     | 3          | 2.87     |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -7.9     |  | 1          | -1.98    |  | *                              | 0        | 2          | -2.91    |
| zandgebieden                                      | 169    | -8.26 ↓  |  | 172        | 3.32 ↑   |  | 215                            | -5.54 ↓  | 106        | 3.41     |
| Nederland totaal                                  | 298    | -10.34 ↓ |  | 312        | -2.71    |  | 314                            | -21.14 ↓ | 263        | -17.93 ↓ |
| Cl < 150mg/l                                      |        |          |  |            |          |  |                                |          |            |          |
|                                                   | Ondiep |          |  | Middeldiep |          |  | Ondiep                         |          | Middeldiep |          |
|                                                   | n      | Δ        |  | n          | Δ        |  | n                              | Δ        | n          | Δ        |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | -18.5 ↓  |  | 6          | -13.54   |  | 1                              | 2.69     | 3          | -152     |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | -3.33    |  | 12         | -1.23 ↓  |  | 3                              | -5.74 ↓  | 5          | -3.62 ↓  |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | -18 ↓    |  | 5          | -5.15 ↓  |  | 6                              | -11      | 7          | 2.17     |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | -1.57    |  | 8          | -17.7 ↓  |  | 12                             | -15.8    | 17         | -25.9 ↓  |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 2      | -14.4    |  | 2          | -2.54    |  | 4                              | -41.1 ↓  | 4          | -1.9     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -0.33    |  | 13         | 2.28     |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | -11.15 ↓ |  | 71         | 3.74 ↑   |  | 1                              | -40.75   | 0          | 0        |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -21.58 ↓ |  | 9          | 14.54    |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.96    |  | 42         | 4.16 ↑   |  | 0                              | 0        | 1          | -1.16    |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -4.89    |  | 5          | 10.3     |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | -4.89    |  | 8          | 8.7      |  | 1                              | -12.32   | 1          | -3.72    |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -10.36 ↓ |  | 14         | -6.19    |  | 1                              | 13.9     | 0          | 0        |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | -19.84 ↓ |  | 12         | -8.93    |  | 1                              | 2.69     | 3          | -152     |
| 2. laagveengebied                                 | 16     | -4.18 ↓  |  | 17         | -1.16 ↓  |  | 4                              | -7.71 ↓  | 9          | 0.93 ↑   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | -19.3 ↓  |  | 5          | -2.83 ↓  |  | 7                              | 0.1      | 10         | 4.23 ↑   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | -12.59 ↓ |  | 13         | -13.71 ↓ |  | 20                             | -20.9 ↓  | 28         | -21.8 ↓  |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -7.46 ↓  |  | 26         | 3.19     |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -11.09   |  | 8          | 1.88     |  | 0                              | 0        | 1          | -1.16    |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -16.96 ↓ |  | 19         | -2.89 ↓  |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | -0.84    |  | 8          | 2.45     |  | 1                              | -12.32   | 1          | -3.72    |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -7.91 ↓  |  | 28         | 5.86 ↑   |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | -4.6     |  | 36         | 3.16     |  | 2                              | -13.4    | 0          | 0        |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 0.09 ↑   |  | 18         | -0.46    |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -5.17    |  | 21         | 3.31     |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -17.5 ↓  |  | 12         | -14.3    |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -11.3    |  | 20         | 21.48 ↑  |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -7.9     |  | 1          | -1.98    |  | 0                              | 0        | 0          | 0        |
| zandgebieden                                      | 166    | -8.17 ↓  |  | 170        | 3.39 ↑   |  | 3                              | -13.1    | 2          | -2.44 ↓  |
| Nederland totaal                                  | 258    | -9.98 ↓  |  | 255        | 1.47     |  | 37                             | -19.2 ↓  | 54         | -28.5 ↓  |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.4.C** Percentage waarnemingen van sulfaat boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.5 Aluminium

Figuur B.5.A

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog voor het hoogveengebied en de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, en duidelijk zeer hoog voor het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. In het middeldiepe water zijn geen ecodistricten waar het aluminium duidelijk (zeer) hoog is.

Figuur B.5.B

In het ondiepe water is voor bos/natuur op zandgrond de concentratie aluminium duidelijk hoger dan de streefwaarde. Hoge concentraties worden ook aangetroffen voor gras/maïs, bebouwd en akkerbouw op zand. In het middeldiepe water zijn geen duidelijke overschrijdingen van de streefwaarde. De hoogste concentraties voor aluminium worden gevonden voor bos/natuur op zand.

In het ondiepe water is dit het geval voor bos/natuur en bebouwd op zand. In het middeldiepe water is voor geen van de groepen het %OBS duidelijk hoog.

Tabel B.5.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 in het hoogveengebied, de keileemgebieden en het zuidwestelijke zandgebied, en meer dan 10% hoger dan in 1990 in de beekdalcomplexen. In het middeldiepe grondwater is in 2008 het %OBS meer dan 10% lager dan in 1990 in het zuidwestelijke zandgebied.

**Tabel B.5.A Verschil in het gewogen %OBS voor aluminium tussen 1990 en 2008**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 7%   | 7%       | 6%              | 6%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 5%          | 0%   | -5%      | 0%              | 4%   | 4%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 5%          | 0%   | -5%      | 12%             | 4%   | -8%      |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 8%          | 20%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 30%         | 19%  | -11%     | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 8%          | 0%   | -8%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 31%         | 12%  | -19%     | 5%              | 3%   | -3%      |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 25%         | 25%  | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 10%         | 4%   | -6%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 63%         | 49%  | -14%     | 32%             | 14%  | -19%     |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 40%         | 32%  | -8%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.5.B

In het middeldiepe water en het middeldiepe water met een laag chloridegehalte worden in het rivierengebied en voor gras/maïs op rivierklei duidelijke stijgingen voor aluminiumconcentraties berekend. Deze stijging is bij het rivierengebied ook zichtbaar in het oude grondwater. Duidelijke dalingen in de aluminiumconcentraties zijn er bij gras/maïs op zand in het jonge grondwater, in het

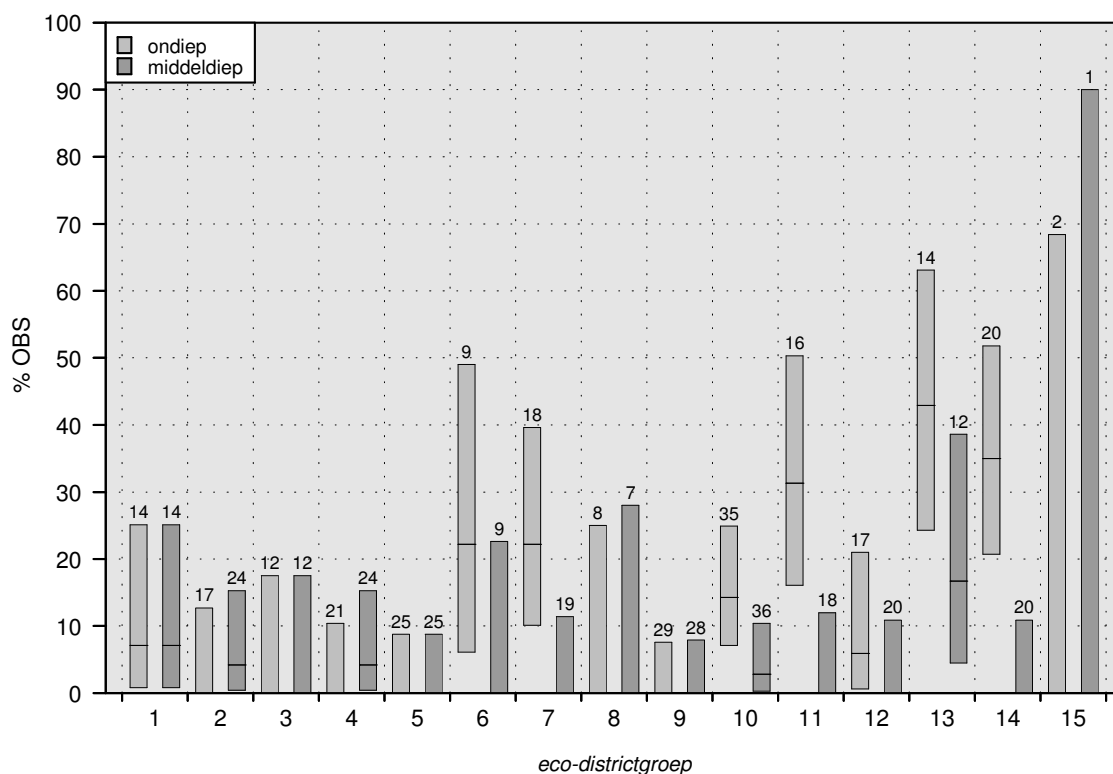
oude grondwater voor Nederland als geheel en het zeekleigebied en in ondiep grondwater met een hoog chloridegehalte in Nederland als geheel.

Overeenkomsten Tabel B.5.A en Tabel B.5.B

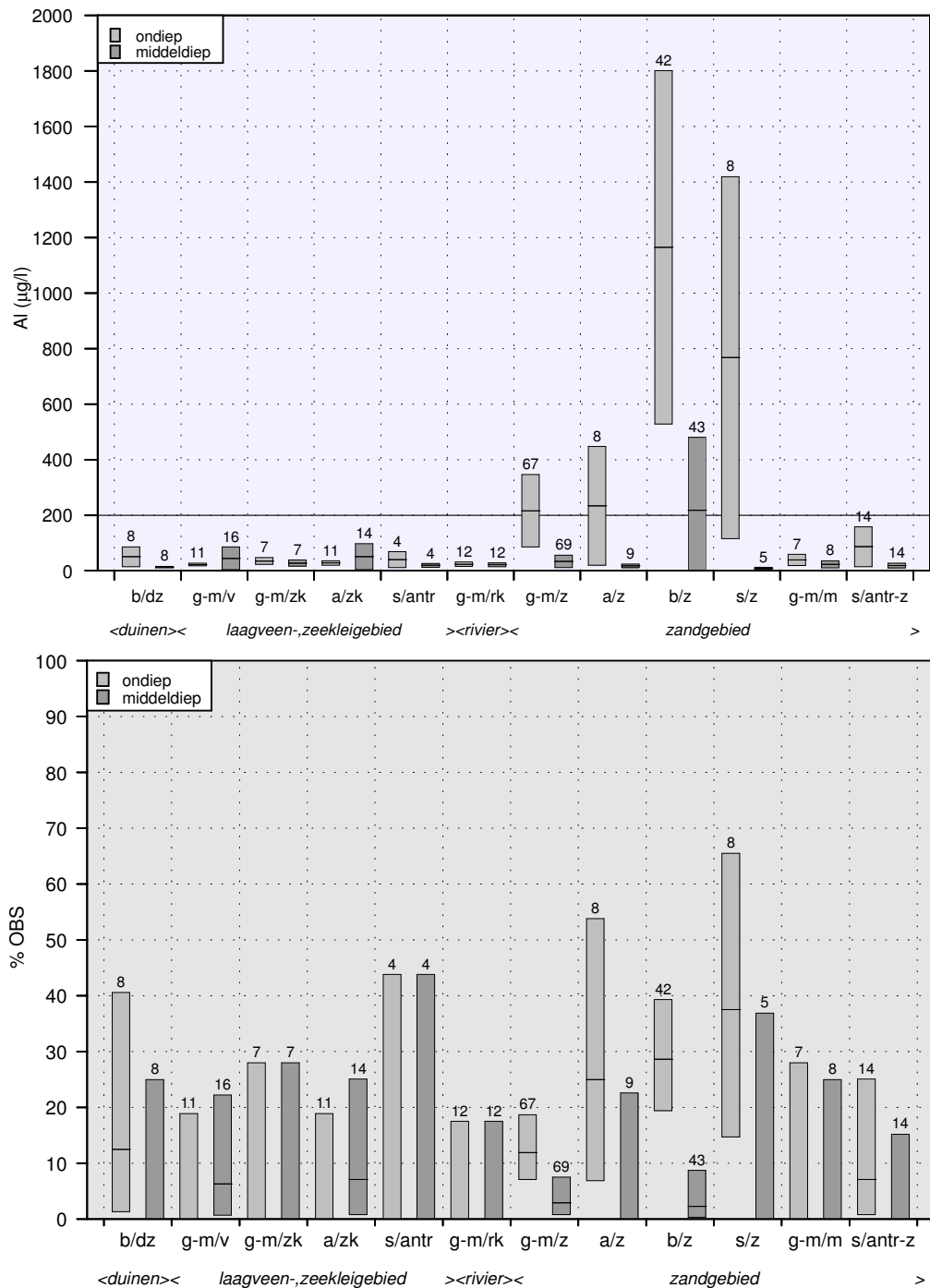
Veranderingen in het %OBS in het ondiepe grondwater komen niet overeen met een duidelijke stijging of daling in aluminiumconcentraties.

Figuur B.5.C

Het aluminiumgehalte in het grondwater laat een grillig verloop zien, met meest een licht dalende %WBS. In het ondiepe grondwater is voor Nederland als geheel een duidelijke daling te zien van het %WBS, in het middeldiepe grondwater een lichte daling. In deze grafieken wordt niet de significante stijging van het aluminiumgehalte gevonden, die in Tabel B.5.B aanwezig is voor het middeldiepe grondwater in het rivierengebied.



Figuur B.5.A Aluminium in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor aluminium (200 µg/l).



**Figuur B.5.B Aluminium in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor aluminium (200 µg/l).**



**Tabel B.5.B Gemiddelde verandering van de concentratie van aluminium uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

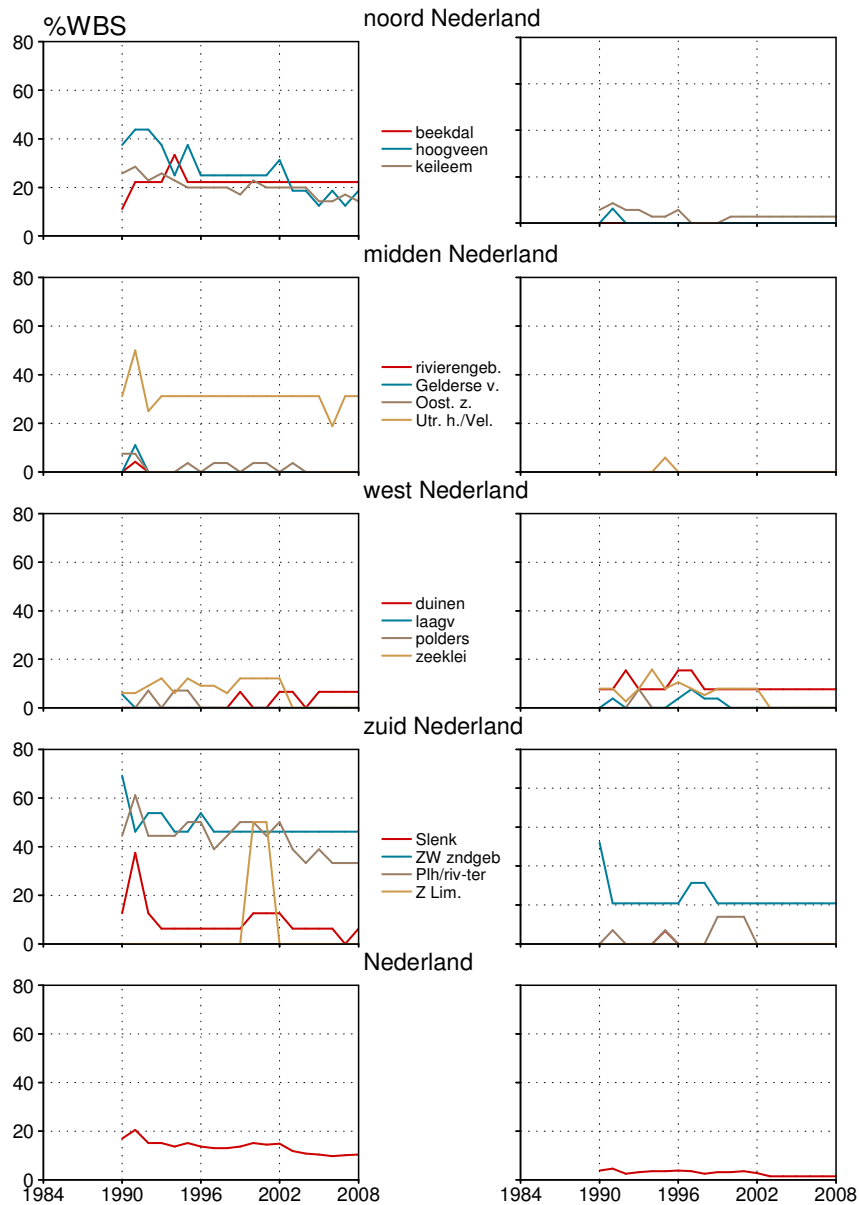
|                                                   | Ondiep       |          | Middeldiep |               | Grondwater van voor of na 1950 |                 |            |                |
|---------------------------------------------------|--------------|----------|------------|---------------|--------------------------------|-----------------|------------|----------------|
|                                                   | n            | Δ        | n          | Δ             | Jong                           | Δ               | Oud        | Δ              |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9            | 12.32    | 9          | 0             | 12                             | 9.24            | 6          | 0              |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | -4.31 ↓  | 17         | 1.01          | 10                             | -1.47           | 16         | 1.08           |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12           | -9.95 ↓  | 12         | 2.98          | 2                              | -20.8           | 20         | -2.47 ↓        |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19           | -44.8 ↓  | 25         | -17.5         | 2                              | -2.11           | 41         | -31.3          |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6            | -42.4    | 6          | 1.2           | 5                              | -22.1           | 7          | -19.5          |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | 0.79     | 12         | <b>5.33</b> ↑ | 10                             | 3.39            | 12         | <b>3.29</b>    |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68           | -172.9 ↓ | 71         | -78.4 ↓       | 86                             | <b>-198.2</b> ↓ | 49         | -4.61 ↓        |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | -69.1    | 9          | -3.41         | 14                             | -41.7           | 3          | 0              |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 203 ↑    | 43         | -28.1 ↓       | 64                             | 147 ↑           | 14         | -4.39 ↓        |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -148.4 ↓ | 5          | 0             | 12                             | -98.9 ↓         | 1          | 0              |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | -88.8 ↓  | 9          | 1.87          | 5                              | -133            | 10         | 1.68           |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | -137.1 ↓ | 14         | -4.65         | 19                             | -89.5           | 6          | 1.38           |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15           | 7.39     | 15         | -111 ↓        | 19                             | 5.84            | 11         | -152 ↓         |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | -8.48 ↓  | 26         | 3.86          | 17                             | -7.37 ↓         | 25         | 3.73           |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15           | 1.15     | 15         | 2.9           | 4                              | 4.01            | 24         | 1.55           |
| 4. zeekleigebieden                                | 35           | -30.1 ↓  | 41         | -15.4         | 8                              | -3.78 ↓         | 67         | <b>-24.7</b> ↓ |
| 5. rivierengebied                                 | 25           | 0.38 ↑   | 25         | <b>3.52</b> ↑ | 32                             | 1.31            | 16         | <b>3.47</b> ↑  |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -37.3    | 9          | -0.71         | 9                              | -34.2           | 9          | -3.78 ↓        |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -5.8     | 19         | -1.41         | 16                             | -20.7           | 17         | -1.23          |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | 0        | 9          | 0             | 6                              | 0               | 13         | 0              |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28           | -11.71 ↓ | 28         | -0.31         | 38                             | -8.63 ↓         | 15         | -0.58          |
| 10. keileemgebieden                               | 35           | -232 ↓   | 36         | -18.7 ↓       | 46                             | -183 ↓          | 25         | -14.7 ↓        |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -128.3 ↓ | 18         | -0.4          | 30                             | -68 ↓           | 2          | 0              |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 372 ↑    | 21         | -7.43 ↓       | 17                             | 415             | 17         | -11.51 ↓       |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -3 ↓     | 12         | -525 ↓        | 17                             | -273 ↓          | 5          | 0              |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -415     | 20         | -0.61 ↓       | 35                             | -237 ↓          | 3          | 4.16           |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -794     | 1          | 0             | *                              | 0               | 2          | -1139          |
| zandgebieden                                      | 168          | -75 ↓    | 172        | -41.8 ↓       | 214                            | -80.9 ↓         | 106        | -5.79 ↓        |
| Nederland totaal                                  | 296          | -55.9 ↓  | 311        | -30 ↓         | 313                            | -96.9 ↓         | 261        | <b>-42</b> ↓   |
|                                                   |              |          |            |               |                                |                 |            |                |
|                                                   | Cl < 150mg/l |          |            |               | Cl > 150 mg/l                  |                 |            |                |
|                                                   | Ondiep       |          | Middeldiep |               | Ondiep                         |                 | Middeldiep |                |
|                                                   | n            | Δ        | n          | Δ             | n                              | Δ               | n          | Δ              |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | 12.79    | 6          | 0             | 1                              | 8.57            | 3          | 0              |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | -3.69    | 11         | 2.05          | 3                              | -6.16           | 6          | -0.88          |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | -6.94    | 5          | 5.66          | 6                              | -13             | 7          | 1.06           |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | 0        | 8          | 1.47          | 12                             | -70.9 ↓         | 17         | -26.4          |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1            | -117.87  | 2          | 3.61          | 5                              | -27.3           | 4          | 0              |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | 0.79     | 12         | <b>5.33</b> ↑ | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67           | -175.5 ↓ | 70         | -79.6 ↓       | 1                              | 0               | 1          | 0              |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | -69.1    | 9          | -3.41         | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 203 ↑    | 42         | -28.8 ↓       | 0                              | 0               | 1          | 0              |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -148.4 ↓ | 5          | 0             | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | -101.5 ↓ | 8          | 2.1           | 1                              | 0               | 1          | 0              |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12           | -142.6 ↓ | 14         | -4.65         | 1                              | -71.24          | 0          | 0              |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 7.31     | 12         | -139 ↓        | 1                              | 8.57            | 3          | 0              |
| 2. laagveengebied                                 | 14           | -10.79 ↓ | 16         | 1.86          | 6                              | -3.08 ↓         | 10         | 7.07           |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | 2.53     | 5          | 7.2           | 7                              | -0.43           | 10         | 0.74           |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | -2.02 ↓  | 13         | 2.78          | 20                             | -51.2           | 28         | -23.9 ↓        |
| 5. rivierengebied                                 | 25           | 0.38 ↑   | 25         | <b>3.52</b> ↑ | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -37.3    | 8          | -0.79         | 0                              | 0               | 1          | 0              |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -5.8     | 19         | -1.41         | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | 0        | 8          | 0             | 1                              | 0               | 1          | 0              |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28           | -11.71 ↓ | 28         | -0.31         | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | -244 ↓   | 35         | -19.2 ↓       | 2                              | -35.6           | 1          | 0              |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -128.3 ↓ | 18         | -0.4          | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 372 ↑    | 21         | -7.43 ↓       | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -3 ↓     | 12         | -525 ↓        | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -415     | 20         | -0.61 ↓       | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -794     | 1          | 0             | 0                              | 0               | 0          | 0              |
| zandgebieden                                      | 165          | -75.9 ↓  | 169        | -42.5 ↓       | 3                              | -23.7           | 3          | 0              |
| Nederland totaal                                  | 254          | -60.5 ↓  | 252        | -34.7 ↓       | 39                             | <b>-39.8</b> ↓  | 56         | -10.55 ↓       |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.5.C** Percentage waarnemingen van aluminium boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.6 Nitraat

Figuur B.6.A

In het ondiepe water is het %OBS ook duidelijk hoog in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe, en ook in het oostelijke zandgebied en verspreide stuwwallen. In de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas is het %OBS zelfs duidelijk zeer hoog. In het middeldiepe water is alleen in de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe het %OBS duidelijk hoog.

Figuur B.6.B

In zowel het ondiepe als het middeldiepe water is er geen duidelijke overschrijding van de streefwaarde voor nitraat. In het ondiepe water worden de hoogste waarden voor nitraat gevonden op zandgronden, met uitzondering van bos/natuur op (duin)zand. In het middeldiepe water worden de hoogste concentraties gevonden op bebouwd op zand.

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk zeer hoog voor bebouwd en akkerbouw op zand en duidelijk hoog voor gras/maïs op zand. In het middeldiepe water is het %OBS alleen duidelijk zeer hoog in de groep bebouwd op zand.

Tabel B.6.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1984 in de beekdalcomplexen. In het middeldiepe grondwater is in 2008 meer dan 10% lager dan in 1984 in het zuidwestelijke zandgebied.

**Tabel B.6.A Verschil in het gewogen %OBS voor nitraat tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 4%          | 12%  | 8%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 0%          | 12%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 27%         | 22%  | -6%      | 12%             | 12%  | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 17%         | 14%  | -3%      | 5%              | 11%  | 5%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 27%         | 24%  | -3%      | 24%             | 27%  | 3%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 22%         | 15%  | -7%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 31%         | 31%  | 0%       | 19%             | 0%   | -19%     |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 58%         | 58%  | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.6.B

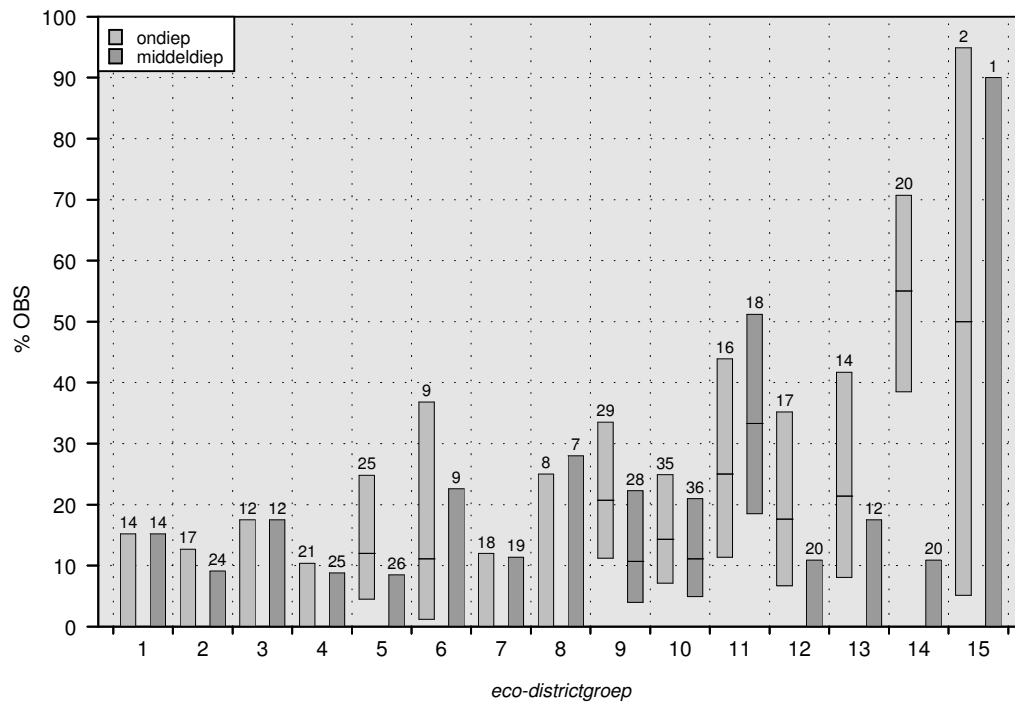
Voor nitraat zijn geen duidelijke stijgingen of daling waargenomen.

### Overeenkomsten Tabel B.6.A en Tabel B.6.B

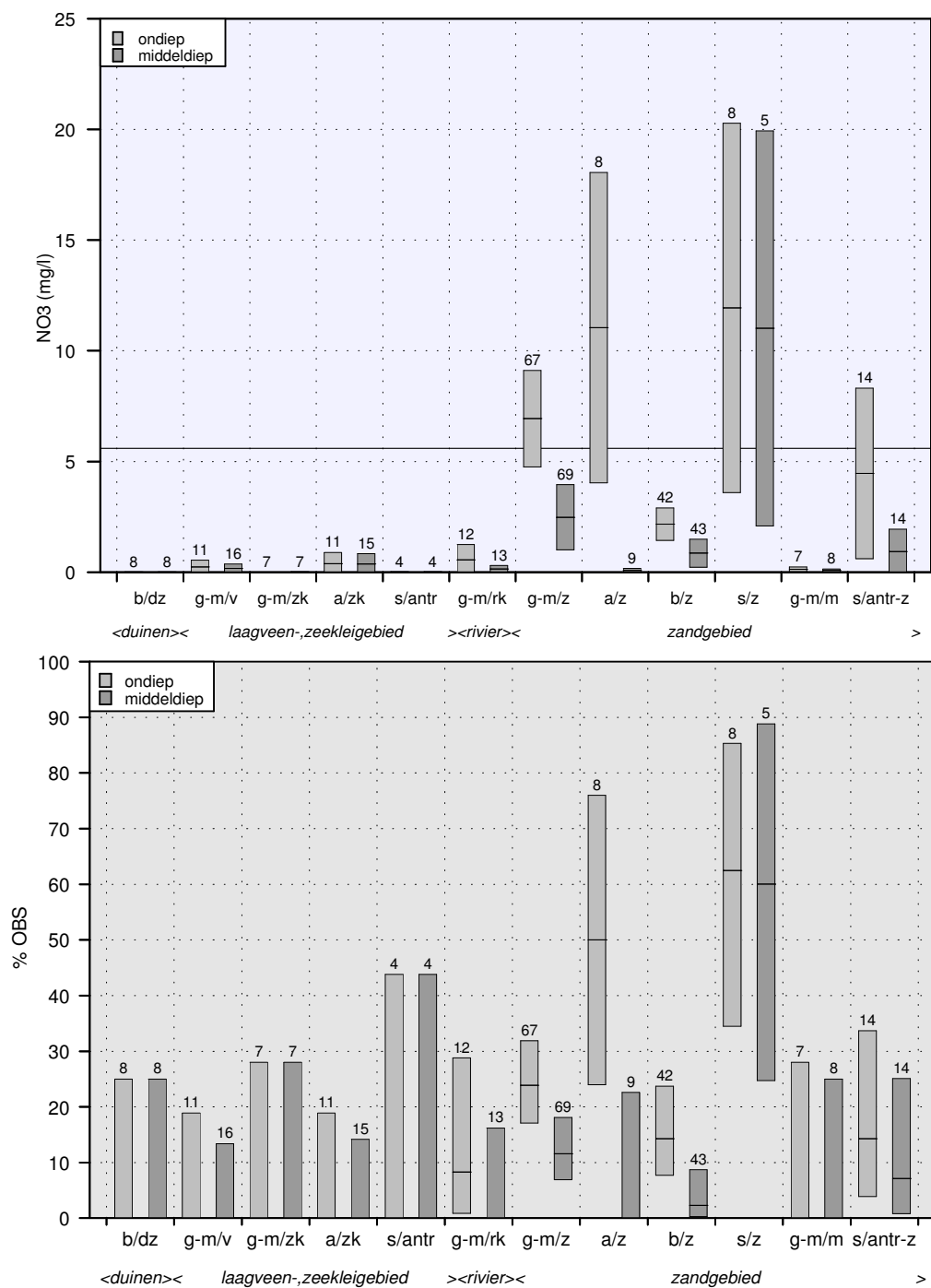
Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1984 en waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de nitraatconcentratie aanwezig is.

Figuur B.6.C

Alleen in het middeldiepe grondwater in het zuidwestelijke zandgebied is er sprake van een daling van het %WBS.



Figuur B.6.A Nitraat in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor nitraat (5,6 mg N/l).



Figuur B.6.B Nitraat in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor nitraat (50 mg N/l).

**Tabel B.6.B Gemiddelde verandering van de concentratie van nitraat uitgedrukt in mg N/l in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

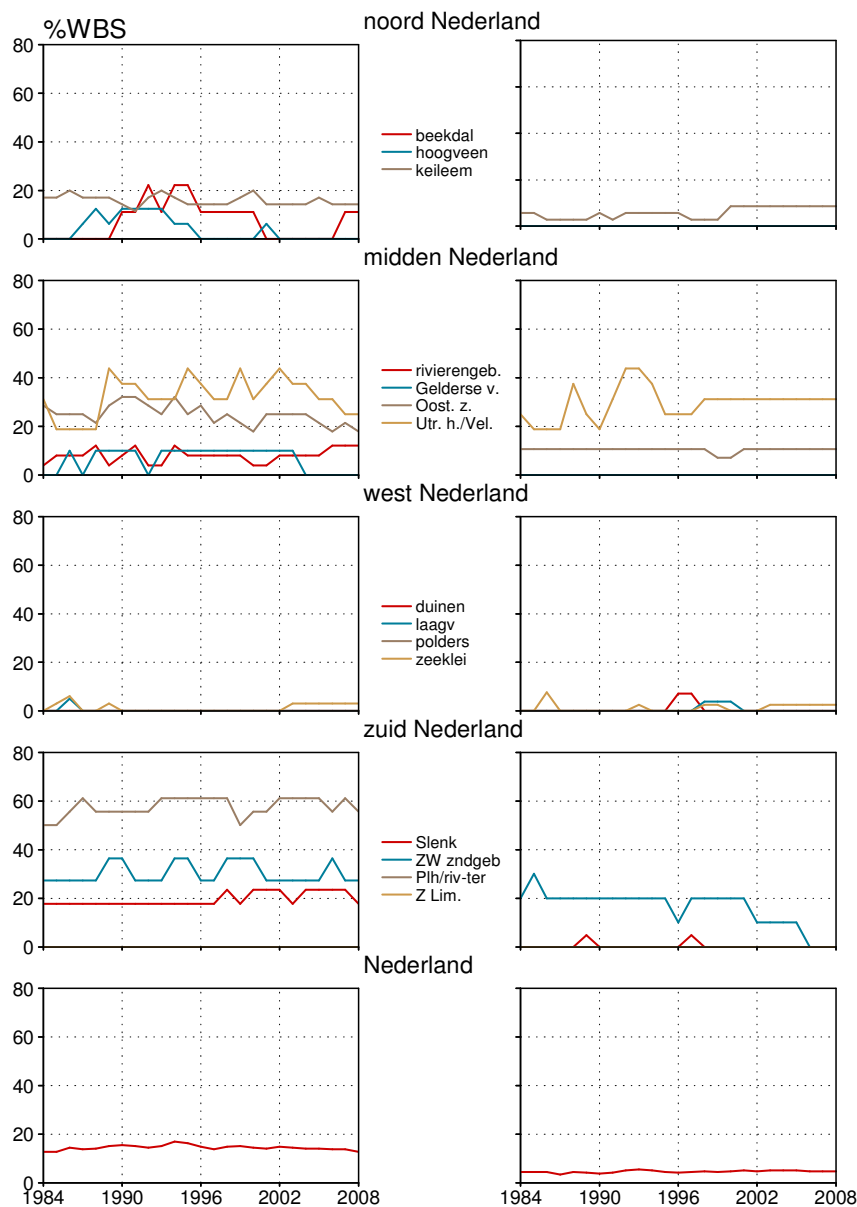
|                                                   | Ondiep       |              | Middeldiep      |       | Grondwater van voor of na 1950 |              |                 |             |
|---------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------|--------------------------------|--------------|-----------------|-------------|
|                                                   | n            | Δ            | n               | Δ     | Jong<br>n                      | Δ            | Oud<br>n        | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9            | 0            | 9               | 0     | 12                             | 0            | 6               | 0           |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | 0.08         | 17              | 0.05  | 10                             | 0            | 16              | 0.12        |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12           | -0.04        | 12              | 0     | 2                              | 0            | 20              | -0.03       |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19           | 0.1          | 25              | 0.21  | 2                              | 0            | 41              | 0.18        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6            | 0            | 6               | 0     | 5                              | 0            | 7               | 0           |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | 0.21         | 13              | 0.04  | 10                             | 0            | 13              | 0.04        |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68           | <b>-2.03</b> | 71              | -0.01 | 86                             | <b>-1.53</b> | 49              | -0.15       |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 1.31         | 9               | -0.04 | 14                             | 0.72         | 3               | 0           |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.19         | 43              | -0.31 | 64                             | 0.11         | 14              | 0.01        |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | 0.63         | 5               | 2.65  | 12                             | 1.43         | 1               | 1.15        |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | 0.1          | 9               | 0.01  | 5                              | 0.02         | 10              | 0.07        |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 14           | -0.7         | 14              | -0.2  | 20                             | -0.42        | 6               | -0.71       |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15           | 0            | 15              | 0.01  | 19                             | 0            | 11              | 0.01        |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | 0.05         | 26              | 0.03  | 17                             | 0            | 25              | 0.07        |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15           | 0.04         | 15              | 0     | 4                              | 0.15         | 24              | 0           |
| 4. zeekleigebieden                                | 35           | 0.09         | 41              | 0.2   | 8                              | 0            | 67              | <b>0.17</b> |
| 5. rivierengebied                                 | 26           | 0.69         | 26              | 0.09  | 32                             | 0.48         | 18              | 0.13        |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 1.14         | 9               | 0     | 9                              | 1.13         | 9               | 0.01        |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -0.12        | 19              | 0     | 16                             | -0.13        | 17              | 0           |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | -0.02        | 9               | 0     | 6                              | -0.22        | 13              | 0.09        |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29           | -1.68        | 28              | 0.23  | 39                             | -1.08        | 15              | -0.01       |
| 10. keileemgebieden                               | 35           | -0.1         | 36              | -0.04 | 46                             | 0.03         | 25              | -0.24       |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -1.68        | 18              | 0.95  | 30                             | -0.15        | 2               | 0.44        |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 0.3          | 21              | -0.01 | 17                             | 0.23         | 17              | -0.25       |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -1.58        | 12              | -2.14 | 17                             | -2.07        | 5               | -0.18       |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -1.81        | 20              | 0.02  | 35                             | -1.02        | 3               | -0.01       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -1.22        | 1               | 0     | *                              | 0            | 2               | 0           |
| zandgebieden                                      | 169          | -0.73        | 172             | -0.02 | 215                            | -0.49        | 106             | -0.09       |
| Nederland totaal                                  | 298          | -0.37        | 312             | -0.01 | 314                            | -0.11        | 263             | 0.02        |
|                                                   |              |              |                 |       |                                |              |                 |             |
|                                                   | Cl < 150mg/l |              |                 |       | Cl > 150 mg/l                  |              |                 |             |
|                                                   | Ondiep<br>n  | Δ            | Middeldiep<br>n | Δ     | Ondiep<br>n                    | Δ            | Middeldiep<br>n | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | 0            | 6               | 0     | 1                              | 0            | 3               | 0           |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | 0.11         | 12              | 0     | 3                              | 0            | 5               | 0.18        |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | -0.09        | 5               | 0     | 6                              | 0            | 7               | 0           |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | 0            | 8               | 0.27  | 12                             | 0.16         | 17              | 0.18        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 2            | 0            | 2               | 0     | 4                              | 0            | 4               | 0           |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | 0.21         | 13              | 0.04  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67           | <b>-2.06</b> | 71              | -0.01 | 1                              | 0            | 0               | 0           |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 1.31         | 9               | -0.04 | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.19         | 42              | -0.31 | 0                              | 0            | 1               | 0           |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | 0.63         | 5               | 2.65  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | 0.01         | 8               | 0.01  | 1                              | 0.7          | 1               | 0           |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | -0.75        | 14              | -0.2  | 1                              | 0            | 0               | 0           |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 0            | 12              | 0.01  | 1                              | 0            | 3               | 0           |
| 2. laagveengebied                                 | 16           | 0.06         | 17              | 0     | 4                              | 0            | 9               | 0.1         |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | 0.07         | 5               | 0     | 7                              | 0            | 10              | 0           |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | -0.14        | 13              | 0.28  | 20                             | 0.26         | 28              | 0.17        |
| 5. rivierengebied                                 | 26           | 0.69         | 26              | 0.09  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 1.14         | 8               | 0     | 0                              | 0            | 1               | 0           |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -0.12        | 19              | 0     | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | -0.1         | 8               | 0     | 1                              | 0.7          | 1               | 0           |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29           | -1.68        | 28              | 0.23  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | -0.1         | 36              | -0.04 | 2                              | 0            | 0               | 0           |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -1.68        | 18              | 0.95  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 0.3          | 21              | -0.01 | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -1.58        | 12              | -2.14 | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -1.81        | 20              | 0.02  | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -1.22        | 1               | 0     | 0                              | 0            | 0               | 0           |
| zandgebieden                                      | 166          | <b>-0.75</b> | 170             | -0.02 | 3                              | 0.24         | 2               | 0           |
| Nederland totaal                                  | 258          | -0.18        | 255             | 0.06  | 37                             | 0.14         | 54              | 0.11        |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.6.C Percentage waarnemingen van nitraat boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.**

## B.7 Ammonium

Figuur B.7.A

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog in de duinen en strandwallen, de polders en droogmakerijen, de Gelderse Vallei en Veluwezoom en de keileemgebieden. Duidelijk zeer hoog is het %OBS in het zeekleigebied en het hoogveengebied. In het middeldiepe water is het %OBS duidelijk hoog in de duinen en strandwallen, het zeekleigebied en de keileemgebieden en duidelijk zeer hoog in de polders en droogmakerijen en het hoogveengebied.

Figuur B.7.B

De streefwaarden voor ammonium zijn verschillend voor klei- en veengebieden en zandgebieden. Uit de figuur met gemiddelde concentraties van ammonium wordt duidelijk dat grondwater onder rivierklei meer lijkt op grondwater onder zand. Daarom is de streefwaarde voor zand ook toegepast op grondwater onder rivierklei.

Bij toepassing van de verschillende streefwaarden in het middeldiepe en ondiepe water komt geen van de groepen duidelijk boven de streefwaarde uit. De hoogste waarden voor zandgronden worden gevonden in het ondiepe water voor akkerbouw op zand, in het middeldiepe water voor bos/natuur op duinzand. Voor klei-, en veengronden worden hoge waarden gevonden in het ondiepe water op gras/maïs en akkerbouw op zeeklei en bebouwd, in het middeldiepe water voor gras/maïs op zeeklei en bebouwd.

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog voor bebouwd op veen/zeeklei en gras/maïs op moerige grond en duidelijk zeer hoog voor gras/maïs op zeeklei en akkerbouw op zeeklei. Het %OBS in het middeldiepe water is duidelijk hoog voor bos/natuur op duinzand en akkerbouw op zand, gras/maïs op zeeklei, bebouwd op veen/zeeklei en bebouwd op antropogeen zand en duidelijk zeer hoog op gras/maïs op moerige grond.

Tabel B.7.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 dan 10% hoger dan 1984 in de Gelderse Vallei en Veluwezoom. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1984 in het laagveengebied en de zeekleigebieden, meer dan 10% hoger dan in 1984 in het hoogveengebied en meer dan 20% hoger in de beekdalcomplexen.



**Tabel B.7.A Verskil in het gewogen %OBS voor ammonium tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 32%         | 32%  | 0%       | 44%             | 37%  | -7%      |
| laagveengebied                    | 2  | 17%         | 11%  | -6%      | 26%             | 14%  | -13%     |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 45%         | 36%  | -9%      | 31%             | 31%  | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 52%         | 51%  | -2%      | 38%             | 24%  | -14%     |
| rivierengebied                    | 5  | 12%         | 8%   | -4%      | 8%              | 11%  | 3%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 25%         | 25%  | 0%       | 44%             | 85%  | 41%      |
| hoogveengebied                    | 7  | 52%         | 44%  | -8%      | 41%             | 53%  | 12%      |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 35%         | 47%  | 12%      | 23%             | 23%  | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 8%          | 12%  | 4%       | 4%              | 4%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 21%         | 26%  | 5%       | 29%             | 31%  | 3%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 3%          | 0%   | -3%      | 3%              | 0%   | -3%      |
| Centrale Slenk                    | 12 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 17%         | 27%  | 10%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

**Tabel B.7.B**

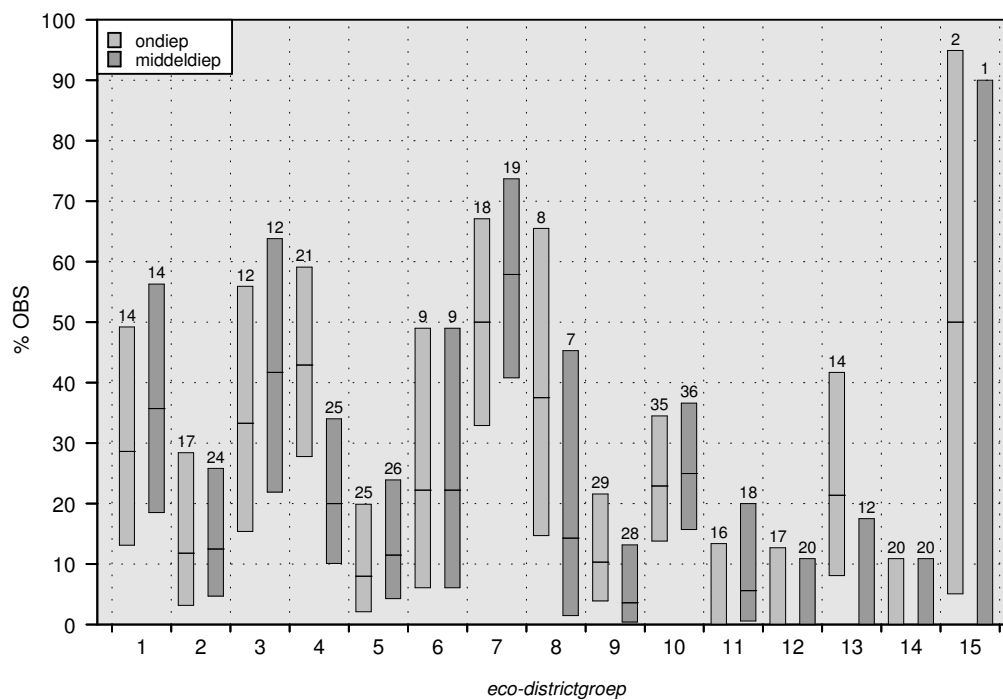
Voor ammonium zijn duidelijke dalingen en stijgingen gevonden. Stijgingen zijn gevonden voor de Gelderse Vallei en Veluwezoom in het ondiepe water. Dalingen zijn in het middeldiepe en oude water gevonden voor Nederland als geheel.

Overeenkomsten Tabel B.7.A en Tabel B.7.B

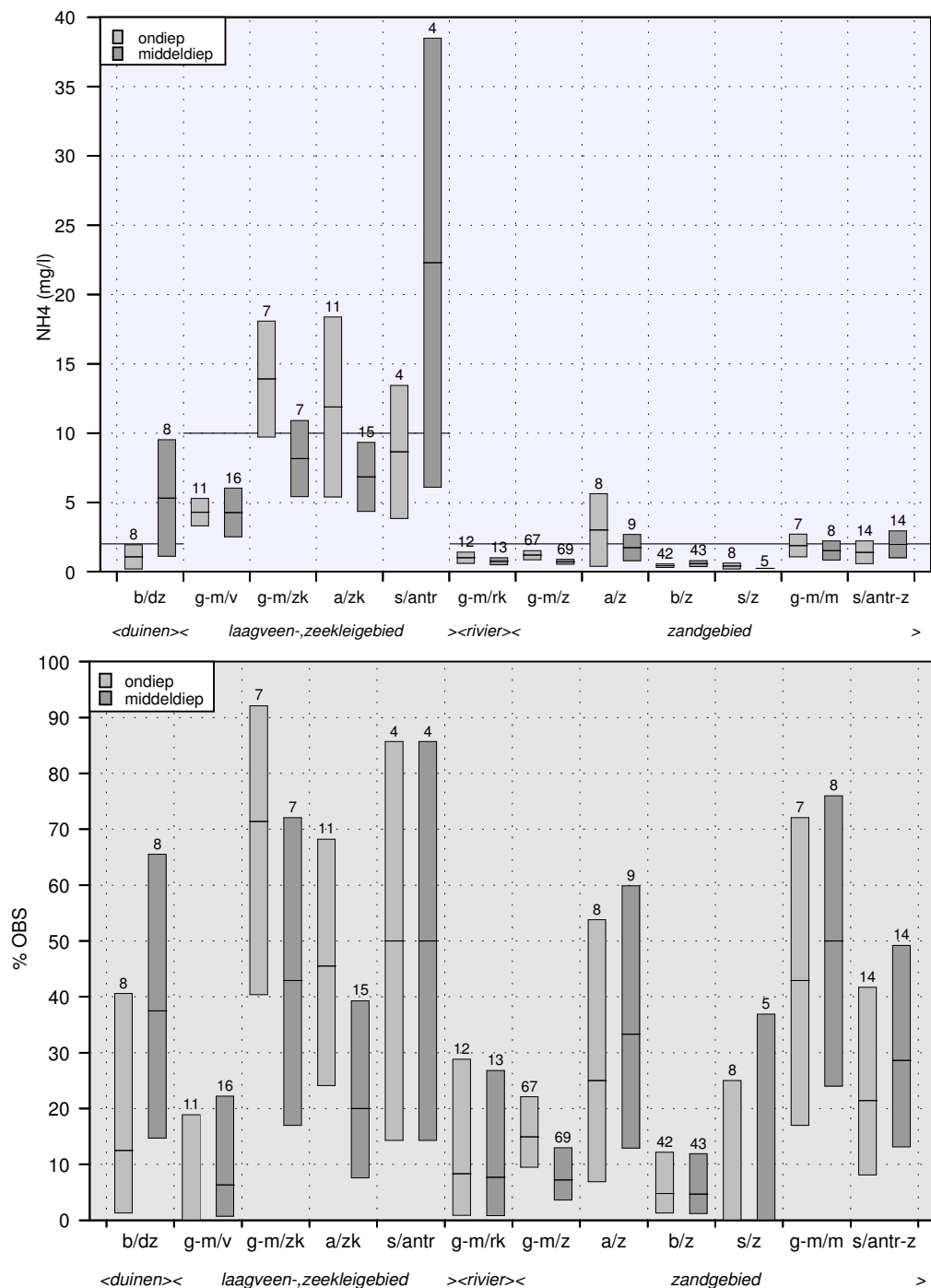
Alleen in de Gelderse Vallei en Veluwezoom in het ondiepe grondwater is zowel een stijgende trend als een stijging in het %OBS waargenomen.

**Figuur B.7.C**

In het ondiepe grondwater is er een daling in het %WBS in het hoogveengebied en de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe en een stijging in de Gelderse Vallei. De stijging in de Gelderse Vallei valt samen met een significante stijging van de concentratie ammonium in het ondiepe grondwater (zie Tabel B.7.B). In het middeldiepe grondwater is er een daling in het %WBS in het laagveengebied en een stijging in het hoogveengebied. De daling in ammoniumconcentraties voor Nederland als geheel in Tabel B.7.B is niet zichtbaar als een daling in het %WBS.



**Figuur B.7.A Ammonium in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor ammonium (zand: 2 mg N/l en voor klei en veen: 10 mg N/l).**



Figuur B.7.B Ammonium in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor ammonium (streefwaarde zand: 2 mg N/l en klei en veen: 10 mg N/l).

**Tabel B.7.B Gemiddelde verandering van de concentratie van ammonium uitgedrukt in mg N/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

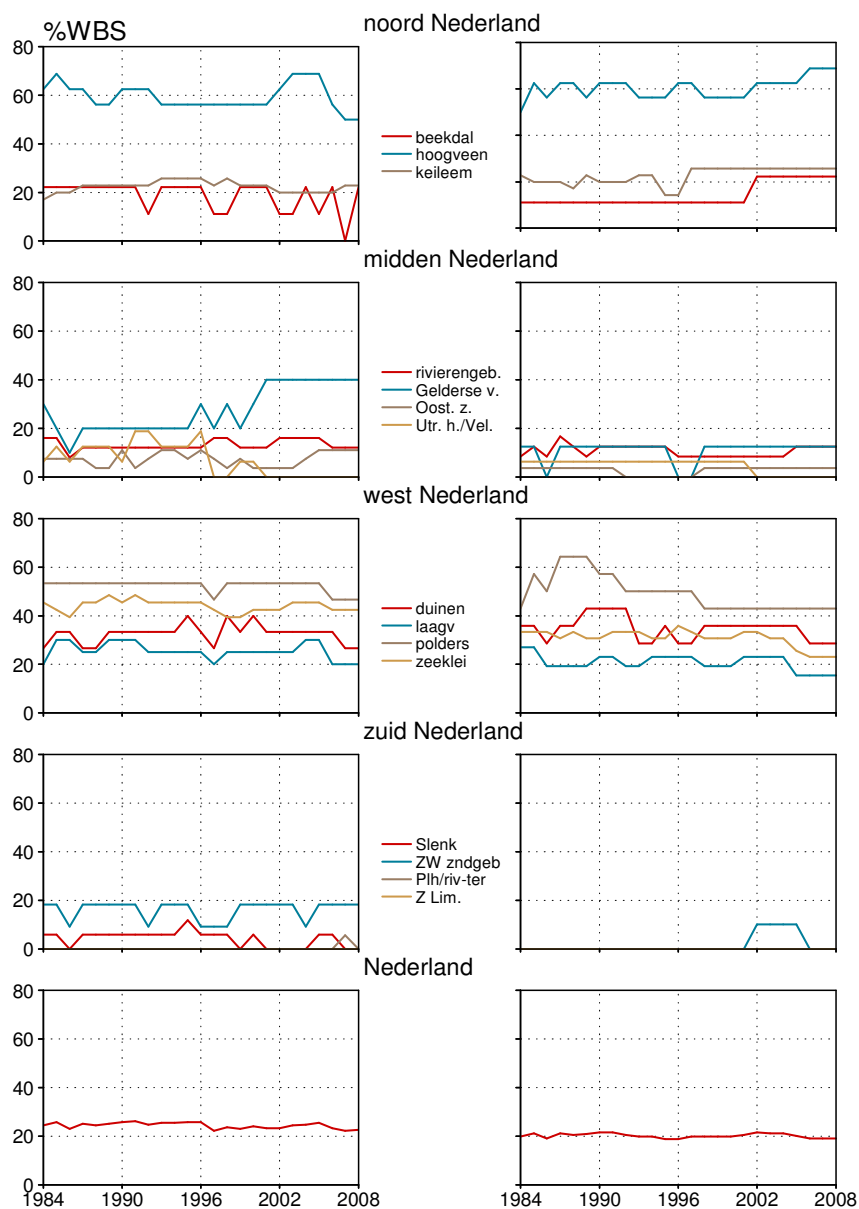
|                                                   | Ondiep       |         | Middeldiep |         | Grondwater van voor of na 1950 |         |            |         |
|---------------------------------------------------|--------------|---------|------------|---------|--------------------------------|---------|------------|---------|
|                                                   | n            | Δ       | n          | Δ       | Jong                           | Δ       | Oud        | Δ       |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9            | -1.72   | 9          | 0.13    | 12                             | -1.28   | 6          | 0.16    |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | -0.72   | 17         | -2.06   | 10                             | 0.48    | 16         | -2.99 ↓ |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12           | -0.48   | 12         | 0       | 2                              | -2.42   | 20         | -0.03   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19           | 0.12    | 25         | -0.82   | 2                              | -0.14   | 41         | -0.48   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6            | 0.25    | 6          | 0.05    | 5                              | -0.29   | 7          | 0.47    |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | -0.15   | 13         | -0.08   | 10                             | 0.05    | 13         | -0.21   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68           | 0.04 ↑  | 71         | 0.05 ↑  | 86                             | 0.05 ↑  | 49         | 0.03 ↑  |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 0.68    | 9          | 0.03    | 14                             | 0.44    | 3          | -0.13   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.01 ↑  | 43         | -0.02 ↓ | 64                             | 0.02 ↑  | 14         | 0.01 ↑  |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.05   | 5          | 0       | 12                             | -0.03   | 1          | 0       |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | -0.06   | 9          | -0.01   | 5                              | -0.36   | 10         | 0.14 ↑  |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 14           | 0.06    | 14         | -0.14   | 20                             | -0.06   | 6          | 0.02    |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15           | -0.46   | 15         | 0.06    | 19                             | -0.35   | 11         | 0.06    |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | -0.37   | 26         | -1.48 ↓ | 17                             | 0.21    | 25         | -1.99   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15           | 0.04    | 15         | -0.57   | 4                              | -0.65   | 24         | -0.2    |
| 4. zeekleigebieden                                | 35           | -0.29   | 41         | -0.71   | 8                              | -0.54   | 67         | -0.55   |
| 5. rivierengebied                                 | 26           | 0.42    | 26         | 0.01    | 32                             | 0.45    | 18         | -0.15   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -0.14   | 9          | 0.06    | 9                              | -0.13   | 9          | 0.06    |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | 0.05    | 19         | 0.03    | 16                             | 0.15    | 17         | 0.11    |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | 0.13 ↑  | 9          | -0.05   | 6                              | 0.1     | 13         | 0.02 ↑  |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29           | 0.12 ↑  | 28         | 0       | 39                             | 0.08 ↑  | 15         | 0.04 ↑  |
| 10. keileemgebieden                               | 35           | 0.11    | 36         | 0.08    | 46                             | 0.14 ↑  | 25         | 0.01    |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -0.02   | 18         | -0.25   | 30                             | -0.09   | 2          | 0       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | -0.01 ↓ | 21         | 0.02 ↑  | 17                             | -0.03   | 17         | 0.04 ↑  |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | 0.03    | 12         | 0.05 ↑  | 17                             | -0.01   | 5          | 0.22    |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -0.03   | 20         | 0.02 ↑  | 35                             | -0.01   | 3          | 0.03    |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | 1.25    | 1          | 0       | *                              | 0       | 2          | 0.21    |
| zandgebieden                                      | 169          | 0.04 ↑  | 172        | 0       | 215                            | 0.04 ↑  | 106        | 0.05 ↑  |
| Nederland totaal                                  | 298          | -0.05 ↓ | 312        | -0.25 ↓ | 314                            | -0.33 ↓ | 263        | -0.71 ↓ |
|                                                   |              |         |            |         |                                |         |            |         |
|                                                   | Cl < 150mg/l |         | Middeldiep |         | Cl > 150 mg/l                  |         | Middeldiep |         |
|                                                   | n            | Δ       | n          | Δ       | Ondiep                         | Δ       | n          | Δ       |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | -0.02   | 6          | 0.03    | 1                              | -15.32  | 3          | 0.33    |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | -1.15   | 12         | -2.62   | 3                              | 0.57    | 5          | -0.7    |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | -0.96   | 5          | -0.24   | 6                              | 0       | 7          | 0.17    |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | -0.12   | 8          | -1.61   | 12                             | 0.26    | 17         | -0.45   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 2            | -1.67   | 2          | 1.1     | 4                              | 1.22    | 4          | -0.47   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12           | -0.15   | 13         | -0.08   | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67           | 0.05 ↑  | 71         | 0.05 ↑  | 1                              | -0.56   | 0          | 0       |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 0.68    | 9          | 0.03    | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.01 ↑  | 42         | -0.02 ↓ | 0                              | 0       | 1          | -0.08   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.05   | 5          | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | -0.07   | 8          | 0.08    | 1                              | 0.03    | 1          | -0.8    |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | 0.08    | 14         | -0.14   | 1                              | -0.17   | 0          | 0       |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 0.61    | 12         | -0.01   | 1                              | -15.32  | 3          | 0.33    |
| 2. laagveengebied                                 | 16           | -0.62   | 17         | -1.69   | 4                              | 0.64    | 9          | -1.08   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | -0.52   | 5          | -1.23   | 7                              | 0.69    | 10         | -0.23   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | -0.3    | 13         | -1.07   | 20                             | -0.28   | 28         | -0.54   |
| 5. rivierengebied                                 | 26           | 0.42    | 26         | 0.01    | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | -0.14   | 8          | 0.08    | 0                              | 0       | 1          | -0.08   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | 0.05    | 19         | 0.03    | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | 0.14 ↑  | 8          | 0.04 ↑  | 1                              | 0.03    | 1          | -0.8    |
| 9. Oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29           | 0.12 ↑  | 28         | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | 0.13 ↑  | 36         | 0.08    | 2                              | -0.37   | 0          | 0       |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | -0.02   | 18         | -0.25   | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | -0.01 ↓ | 21         | 0.02 ↑  | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | 0.03    | 12         | 0.05 ↑  | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -0.03   | 20         | 0.02 ↑  | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | 1.25    | 1          | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| zandgebieden                                      | 166          | 0.05 ↑  | 170        | 0.01 ↑  | 3                              | -0.23   | 2          | -0.44   |
| Nederland totaal                                  | 256          | -0.15 ↓ | 253        | -0.24 ↓ | 37                             | 0.55    | 54         | -0.37 ↓ |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.7.C Percentage waarnemingen van ammonium boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.**

## B.8 Totaal-fosfor

Figuur B.8.A

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk zeer hoog in de duinen en strandwallen en het rivierengebied. In het middeldiepe water is het %OBS duidelijk hoog in het zeekleigebied, het rivierengebied en het hoogveengebied en duidelijk zeer hoog in de duinen en strandwallen.

Figuur B.8.B

De streefwaarden voor totaal-fosfor zijn verschillend voor klei- en veengebieden en zandgebieden. Uit de figuur met gemiddelde concentraties van totaal-fosfor wordt duidelijk dat grondwater onder rivierklei meer lijkt op grondwater onder zand. Daarom is de streefwaarde voor zand ook toegepast op grondwater onder rivierklei.

In het ondiepe water worden de streefwaarden niet overschreden. Hoge waarden voor totaal-fosfor worden gevonden voor bos/natuur op duinzand, gras/maïs op zeeklei en rivierklei en bebouwd op veen/zeeklei. In het middeldiepe water wordt de streefwaarde voor zand overschreden door bos/natuur op duinzand. Hoge waarden worden gevonden bij bebouwd op veen/zeeklei, akkerbouw op zand en gras/maïs op moerige grond.

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog voor gras/maïs op zeeklei en bebouwd op veen/zeeklei. Voor gras/maïs op rivierklei is het %OBS zeer duidelijk hoog. Het %OBS is in het middeldiepe water duidelijk hoog voor bebouwd op klei/veen en duidelijk zeer hoog voor bos/natuur op duinzand, gras/maïs op moerige grond en akkerbouw op zand.

Tabel B.8.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1984 in de beekdalcomplexen en hoogveengebied en meer dan 10% hoger dan in 1984 in de polders en droogmakerijen en het oostelijke zandgebied en de verspreide stuwwallen. In het Krijt- en lössgebied is het verschil 100%. Dit grote verschil ontstaat doordat er slechts één waarneming voor totaal-fosfor beschikbaar is en deze overschrijdt in 1984 wel en in 2008 niet de streefwaarde. In het middeldiepe grondwater zijn er geen verschillen meer dan 10% tussen 1984 en 2008.

**Tabel B.8.A Verskil in het gewogen %OBS voor totaal-fosfor tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 48%         | 45%  | -2%      | 63%             | 56%  | -7%      |
| laagveengebied                    | 2  | 4%          | 10%  | 5%       | 3%              | 4%   | 1%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 9%          | 28%  | 19%      | 16%             | 8%   | -8%      |
| zeekleigebieden                   | 4  | 31%         | 26%  | -5%      | 22%             | 24%  | 1%       |
| riverengebied                     | 5  | 44%         | 44%  | 0%       | 27%             | 20%  | -7%      |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 12%         | 0%   | -12%     | 41%             | 41%  | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 21%         | 11%  | -11%     | 20%             | 28%  | 8%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 0%          | 12%  | 12%      | 0%              | 4%   | 4%       |
| keileengebieden                   | 10 | 8%          | 6%   | -2%      | 8%              | 8%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 3%          | 0%   | -3%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 7%          | 0%   | -7%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 0%          | 0%   | 0%       | 9%              | 0%   | -9%      |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 6%          | 0%   | -6%      | 3%              | 5%   | 2%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 100%        | 0%   | -100%    | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.8.B

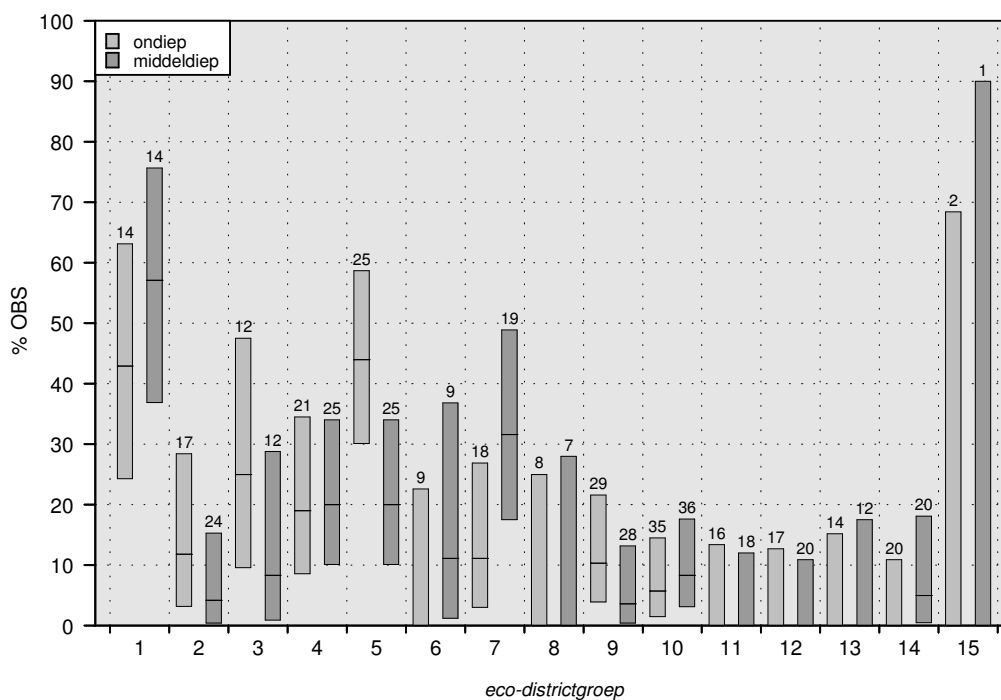
Een duidelijke stijging is gevonden in het middeldiepe water voor het oostelijke zandgebied met verspreide stuwwallen en de Centrale Slenk. Een duidelijke daling is gevonden in het ondiepe, zoete water voor bos/natuur op duinzand.

Overeenkomsten Tabel B.8.A en Tabel B.8.B

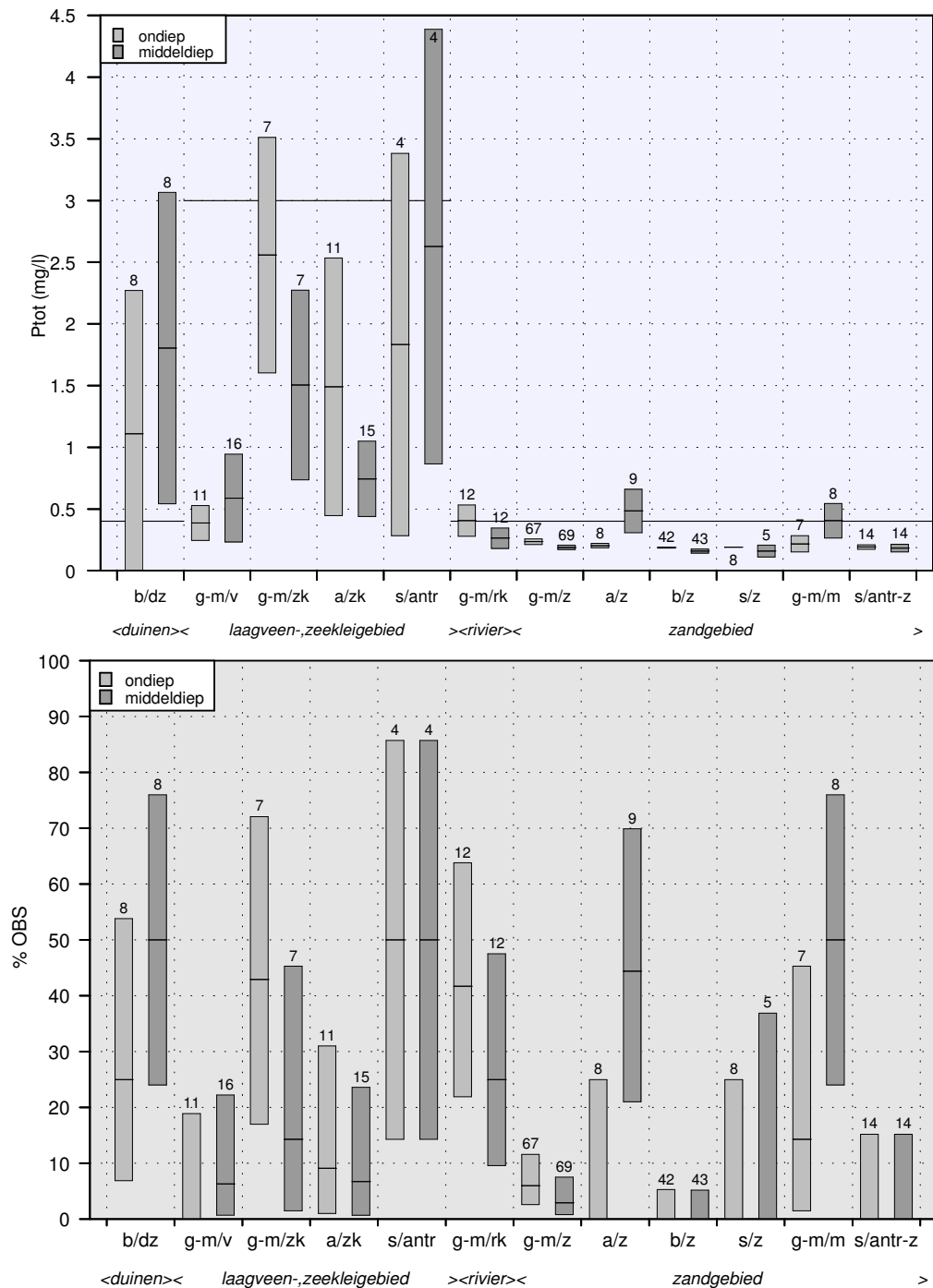
Voor totaal-fosfor komen veranderingen in het %OBS niet overeen met een significante stijging of daling in de totaal-fosfor-concentratie.

Figuur B.8.C

Geen duidelijke dalingen of stijgingen van het %WBS voor het ondiepe en middeldiepe grondwater met betrekking tot totaal-fosfor.



Figuur B.8.A Totaal-fosfor in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor totaal-fosfor (streefwaarde zand: 0,4 mg P/l, klei en veen: 3 mg P/l).



Figuur B.8.B Totaal-fosfor in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor totaal-fosfor (streefwaarde zand: 0,4 mg P/l en klei en veen: 3 mg P/l).



**Tabel B.8.B Gemiddelde verandering van de concentratie van totaal-fosfor uitgedrukt in mg P/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

|                  |                                                |        |       |            |       | Grondwater van voor of na 1950 |     |            |   |     |       |
|------------------|------------------------------------------------|--------|-------|------------|-------|--------------------------------|-----|------------|---|-----|-------|
|                  |                                                | Ondiep |       | Middeldiep |       | Jong                           |     | Oud        |   |     |       |
|                  |                                                | n      | Δ     | n          | Δ     | n                              | Δ   | n          | Δ | n   | Δ     |
| 1.               | bos/natuur op duinzand                         | 9      | 0.16  | 9          | -0.12 |                                | 12  | 0.07       |   | 6   | -0.06 |
| 2.               | gras/maïs op veen                              | 12     | -0.09 | 17         | 0.09  | ↑                              | 10  | -0.04      |   | 16  | 0.06  |
| 3.               | gras/maïs op zeeklei                           | 12     | 0.14  | 12         | -0.09 |                                | 2   | -0.12      |   | 20  | -0.01 |
| 4.               | akkerbouw op zeeklei                           | 19     | -0.79 | 25         | -0.41 |                                | 2   | -0.01      |   | 41  | -0.73 |
| 5.               | bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | -0.06 | 6          | 0.15  |                                | 5   | 0          |   | 7   | 0.07  |
| 6.               | gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0     | 12         | -0.02 |                                | 10  | 0.02       | ↑ | 12  | -0.04 |
| 7.               | gras/maïs op zand                              | 68     | 0.01  | 71         | 0.01  | ↑                              | 86  | 0.01       | ↑ | 49  | 0     |
| 8.               | akkerbouw op zand                              | 8      | -0.01 | 9          | 0.06  | ↑                              | 14  | 0.02       |   | 3   | 0.05  |
| 9.               | bos/natuur op zand                             | 43     | -0.01 | 43         | 0     |                                | 64  | 0          |   | 14  | 0     |
| 10.              | bebouwd op zand                                | 8      | 0     | 5          | 0     |                                | 12  | 0          |   | 1   | 0     |
| 11.              | gras/maïs op moerig grond                      | 8      | -0.03 | 9          | -0.2  |                                | 5   | 0          |   | 10  | -0.19 |
| 12.              | bebouwd op antropogeen zand                    | 14     | -0.02 | 14         | 0     |                                | 20  | -0.01      |   | 6   | 0.01  |
|                  |                                                |        |       |            |       |                                |     |            |   |     |       |
| 1.               | duinen en strandwallen                         | 15     | 0.39  | 15         | -0.07 |                                | 19  | 0.28       |   | 11  | -0.03 |
| 2.               | laagveengebied                                 | 20     | -0.08 | 26         | 0.02  | ↑                              | 17  | -0.09      |   | 25  | 0.02  |
| 3.               | polders en droogmakerijen                      | 15     | -0.09 | 15         | -0.95 |                                | 4   | -0.04      |   | 24  | -0.69 |
| 4.               | zeekleigebieden                                | 35     | -0.42 | 41         | -0.13 | ↓                              | 8   | -0.1       |   | 67  | -0.35 |
| 5.               | riverengebied                                  | 26     | 0.02  | 25         | -0.02 | ↓                              | 32  | 0.02       | ↑ | 17  | -0.02 |
| 6.               | beekdalcomplexen                               | 9      | -0.01 | 9          | 0.03  | ↑                              | 9   | 0          |   | 9   | 0.01  |
| 7.               | hoogveengebied                                 | 18     | 0.01  | 19         | 0.03  | ↑                              | 16  | 0.04       |   | 17  | -0.01 |
| 8.               | Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | 0     | 9          | -0.23 |                                | 6   | 0          |   | 13  | -0.16 |
| 9.               | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | 0.01  | 28         | 0.01  | ↑                              | 39  | 0.01       |   | 15  | 0.01  |
| 10.              | keileemgebieden                                | 35     | 0     | 36         | 0     |                                | 46  | 0          |   | 25  | 0     |
| 11.              | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                  | 16     | -0.02 | 18         | 0.01  |                                | 30  | -0.01      |   | 2   | 0     |
| 12.              | Centrale Slenk                                 | 18     | 0.01  | 21         | 0.01  | ↑                              | 17  | 0.01       |   | 17  | 0.01  |
| 13.              | zuidwestelijk zandgebied                       | 14     | -0.01 | 12         | -0.01 |                                | 17  | 0          |   | 5   | -0.04 |
| 14.              | Peelhorst en oude rivierterrassen              | 20     | -0.01 | 20         | 0     |                                | 35  | 0          |   | 3   | 0.03  |
| 15.              | Krijt- en lössgebied                           | 3      | -0.2  | 1          | 0.01  |                                | *   | 0          |   | 2   | -0.28 |
| zandgebieden     |                                                | 169    | 0     | 172        | -0.01 | ↓                              | 215 | 0          |   | 106 | -0.02 |
| Nederland totaal |                                                | 298    | -0.02 | 311        | -0.06 | ↓                              | 314 | 0.11       |   | 262 | -0.09 |
|                  |                                                |        |       |            |       |                                |     |            |   |     |       |
| Cl < 150mg/l     |                                                |        |       |            |       | Cl > 150 mg/l                  |     |            |   |     |       |
|                  |                                                | Ondiep |       | Middeldiep |       | Ondiep                         |     | Middeldiep |   |     |       |
|                  |                                                | n      | Δ     | n          | Δ     | n                              | Δ   | n          | Δ | n   | Δ     |
| 1.               | bos/natuur op duinzand                         | 8      | -0.08 | 6          | -0.14 |                                | 1   | 2.13       |   | 3   | -0.07 |
| 2.               | gras/maïs op veen                              | 9      | -0.05 | 12         | 0.04  | ↑                              | 3   | -0.19      |   | 5   | 0.21  |
| 3.               | gras/maïs op zeeklei                           | 6      | 0.15  | 5          | -0.21 |                                | 6   | 0.12       |   | 7   | 0     |
| 4.               | akkerbouw op zeeklei                           | 7      | 0.02  | 8          | -0.11 |                                | 12  | -1.26      |   | 17  | -0.55 |
| 5.               | bebouwd op veen/zeeklei                        | 2      | 0.14  | 2          | -0.2  |                                | 4   | -0.16      |   | 4   | 0.33  |
| 6.               | gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0     | 12         | -0.02 |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 7.               | gras/maïs op zand                              | 67     | 0.01  | 71         | 0.01  | ↑                              | 1   | 0          |   | 0   | 0     |
| 8.               | akkerbouw op zand                              | 8      | -0.01 | 9          | 0.06  | ↑                              | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 9.               | bos/natuur op zand                             | 43     | -0.01 | 42         | 0     |                                | 0   | 0          |   | 1   | 0.03  |
| 10.              | bebouwd op zand                                | 8      | 0     | 5          | 0     |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 11.              | gras/maïs op moerig grond                      | 7      | -0.02 | 8          | 0.02  | ↑                              | 1   | -0.08      |   | 1   | -1.96 |
| 12.              | bebouwd op antropogeen zand                    | 13     | -0.03 | 14         | 0     |                                | 1   | 0.08       |   | 0   | 0     |
|                  |                                                |        |       |            |       |                                |     |            |   |     |       |
| 1.               | duinen en strandwallen                         | 14     | 0.27  | 12         | -0.06 |                                | 1   | 2.13       |   | 3   | -0.07 |
| 2.               | laagveengebied                                 | 16     | 0     | 17         | 0.01  | ↑                              | 4   | -0.4       |   | 9   | 0.03  |
| 3.               | polders en droogmakerijen                      | 8      | 0.12  | 5          | -0.08 |                                | 7   | -0.33      |   | 10  | -1.39 |
| 4.               | zeekleigebieden                                | 15     | -0.1  | 13         | -0.16 |                                | 20  | -0.65      |   | 28  | -0.11 |
| 5.               | riverengebied                                  | 26     | 0.02  | 25         | -0.02 | ↓                              | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 6.               | beekdalcomplexen                               | 9      | -0.01 | 8          | 0.03  | ↑                              | 0   | 0          |   | 1   | 0.03  |
| 7.               | hoogveengebied                                 | 18     | 0.01  | 19         | 0.03  | ↑                              | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 8.               | Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0     | 8          | -0.01 |                                | 1   | -0.08      |   | 1   | -1.96 |
| 9.               | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | 0.01  | 28         | 0.01  | ↑                              | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 10.              | keileemgebieden                                | 33     | 0     | 36         | 0     |                                | 2   | 0.04       |   | 0   | 0     |
| 11.              | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                  | 16     | -0.02 | 18         | 0.01  |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 12.              | Centrale Slenk                                 | 18     | 0.01  | 21         | 0.01  | ↑                              | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 13.              | zuidwestelijk zandgebied                       | 14     | -0.01 | 12         | -0.01 |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 14.              | Peelhorst en oude rivierterrassen              | 20     | -0.01 | 20         | 0     |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| 15.              | Krijt- en lössgebied                           | 3      | -0.2  | 1          | 0.01  |                                | 0   | 0          |   | 0   | 0     |
| zandgebieden     |                                                | 166    | 0     | 170        | 0.01  | ↑                              | 3   | 0          |   | 2   | -0.97 |
| Nederland totaal |                                                | 258    | 0.01  | 254        | 0     |                                | 37  | 0.33       | ↑ | 54  | -0.11 |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)

vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008

- : geen waarneming

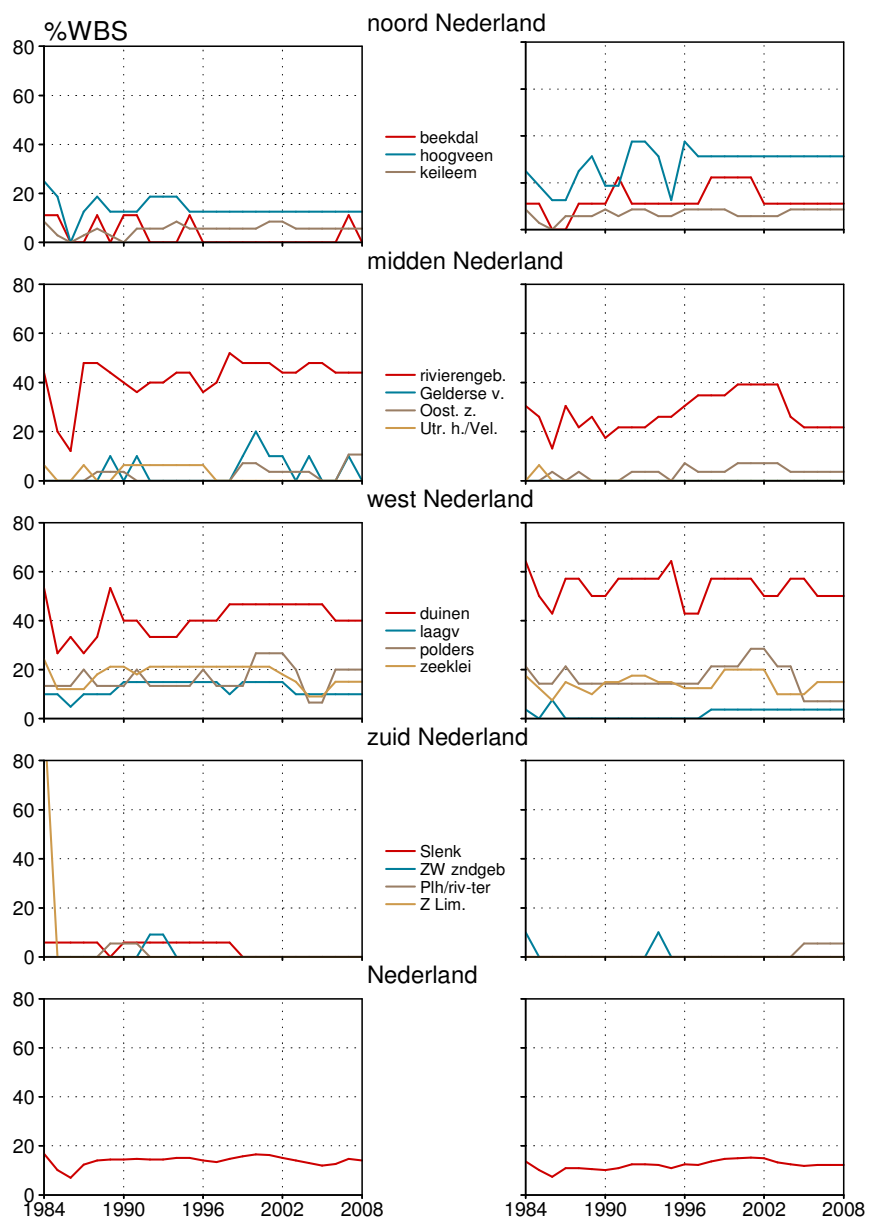
Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling

geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.8.C** Percentage waarnemingen van totaal-fosfor boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.9 Kalium

Figuur B.9.A

In het ondiepe water is het %OBS duidelijk hoog in de laagveengebieden, de beekdalcomplexen, de keileemgebieden en het zuidwestelijke zandgebied. Het %OBS is duidelijk zeer hoog in de duinen en strandwallen, polders en droogmakerijen, het zeekleigebied, en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Voor kalium is het %OBS in het middeldiepe water duidelijk hoog in de duinen en strandwallen en duidelijk zeer hoog in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied.

Figuur B.9.B

In zowel het middeldiepe als ondiepe water vindt er geen duidelijke overschrijding van de norm plaats. In het ondiepe water zijn er hoge waarden voor kalium voor bos/natuur op duinzand, gras/maïs en akkerbouw op zeeklei, bebouwd op veen/zeeklei, gras/maïs en akkerbouw op zand en bebouwd op antropogeen zand. Hoge waarden voor kalium worden in het middeldiepe water gevonden voor bos/natuur op duinzand, gras/maïs en akkerbouw op zeeklei en bebouwd op veen/zeeklei. Het %OBS is in het ondiepe grondwater duidelijk hoog voor bebouwd op veen/zeeklei en duidelijk zeer hoog voor gras/maïs en akkerbouw op zeeklei, gras/maïs en akkerbouw op zand en bebouwd op antropogeen zand. In het middeldiepe grondwater is het %OBS duidelijk hoog voor bos-natuur op duinzand en bebouwd op veen/zeeklei en duidelijk zeer hoog voor gras/maïs en akkerbouw op zeeklei.

Tabel B.9.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan 1984 in de beekdalcomplexen, en de Gelderse Vallei en Veluwezoom, de Utrechtse Heuvelrug en Veluwe en de Centrale Slenk. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1984 in de polders en droogmakerijen.

**Tabel B.9.A Verschil in het gewogen %OBS voor kalium tussen 1984 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1984        | 2008 | verschil | 1984            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 48%         | 45%  | -3%      | 37%             | 37%  | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 16%         | 22%  | 6%       | 17%             | 8%   | -8%      |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 36%         | 36%  | 0%       | 31%             | 51%  | 20%      |
| zeekleigebieden                   | 4  | 65%         | 65%  | 0%       | 62%             | 62%  | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 4%          | 0%   | -4%      | 4%              | 8%   | 4%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 25%         | 36%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 11%         | 11%  | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 12%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 16%         | 15%  | -1%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 21%         | 26%  | 5%       | 3%              | 3%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 3%          | 21%  | 18%      | 3%              | 3%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 8%          | 22%  | 14%      | 8%              | 8%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 37%         | 37%  | 0%       | 9%              | 9%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 43%         | 49%  | 5%       | 0%              | 5%   | 5%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

#### Tabel B.9.B

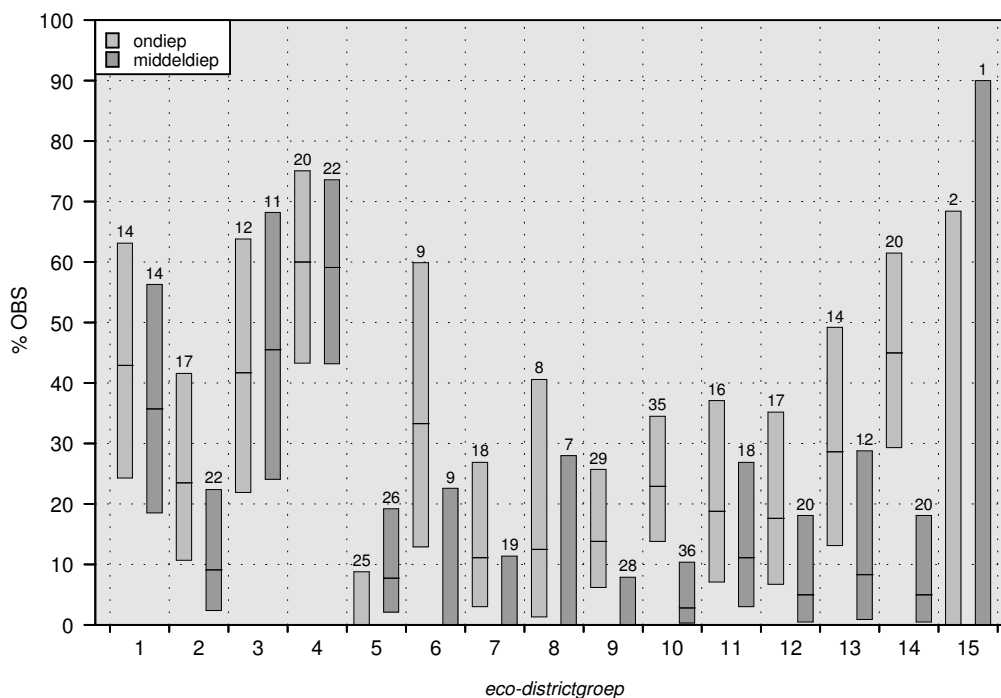
In het ondiepe grondwater is een duidelijke stijging zichtbaar voor gras/maïs op zandgrond. In het middeldiepe water is deze stijging aanwezig voor bos/natuur op zandgrond en de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas. Een duidelijke daling in de kaliumconcentratie is er in het oude water van het zeekleigebied.

Overeenkomsten Tabel B.9.A en Tabel B.9.B

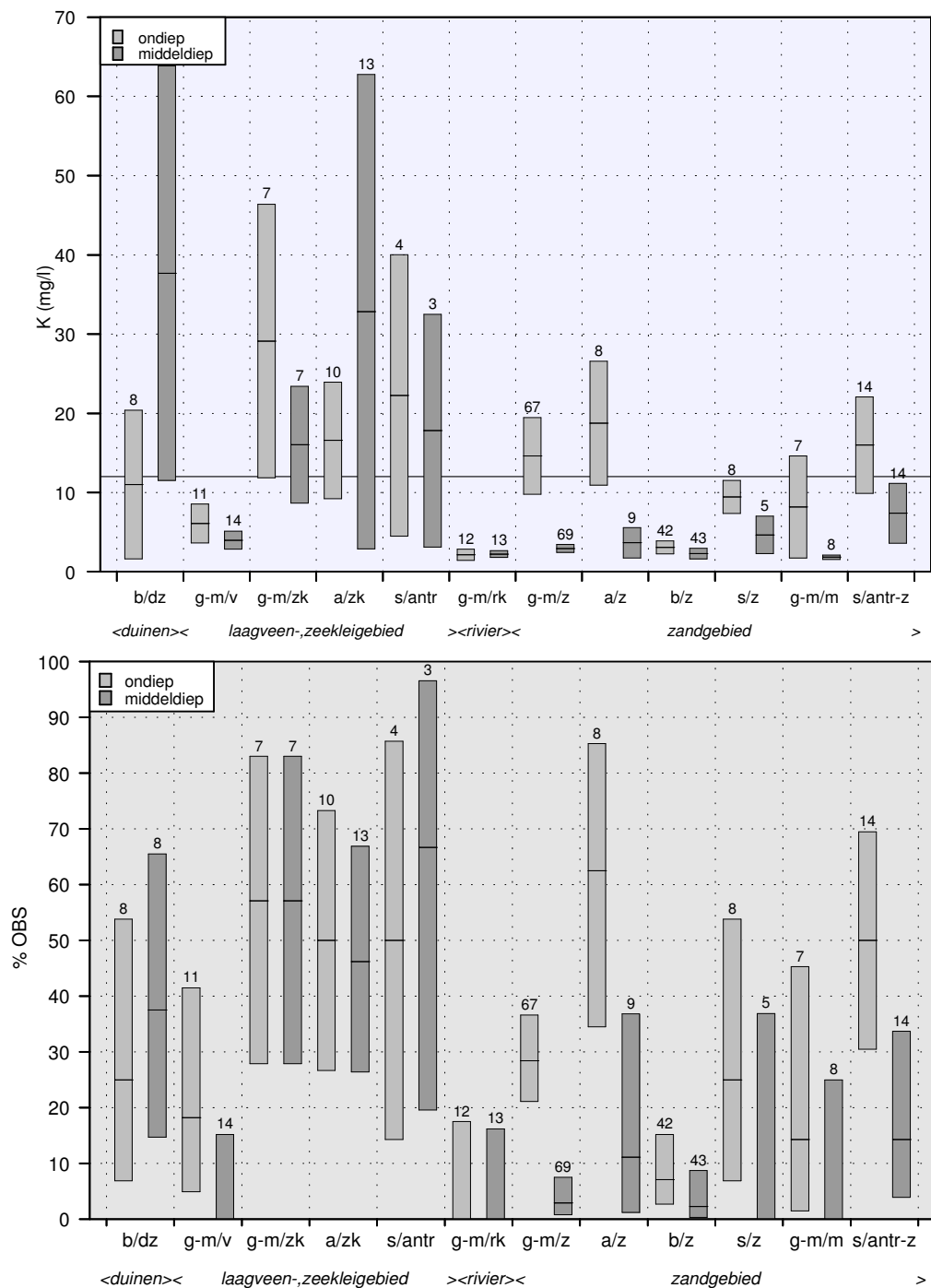
Trends en verschillen komen voor kalium niet overeen.

#### Figuur B.9.C

Het %WBS in het ondiepe grondwater in de Gelderse Vallei en Veluwezoom, de Peelhorst en rivierterrassen langs de Maas, de Centrale Slenk en Nederland als geheel laat een stijging zien. Deze stijgingen zijn volgens Tabel B.9.B niet gekoppeld aan een significante stijging van de kaliumconcentraties.



**Figuur B.9.A Kalium in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor kalium (12 mg/l).**



Figuur B.9.B Kalium in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor kalium (12 mg/l).

**Tabel B.9.B Gemiddelde verandering van de concentratie van kalium uitgedrukt in mg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1984-2008.**

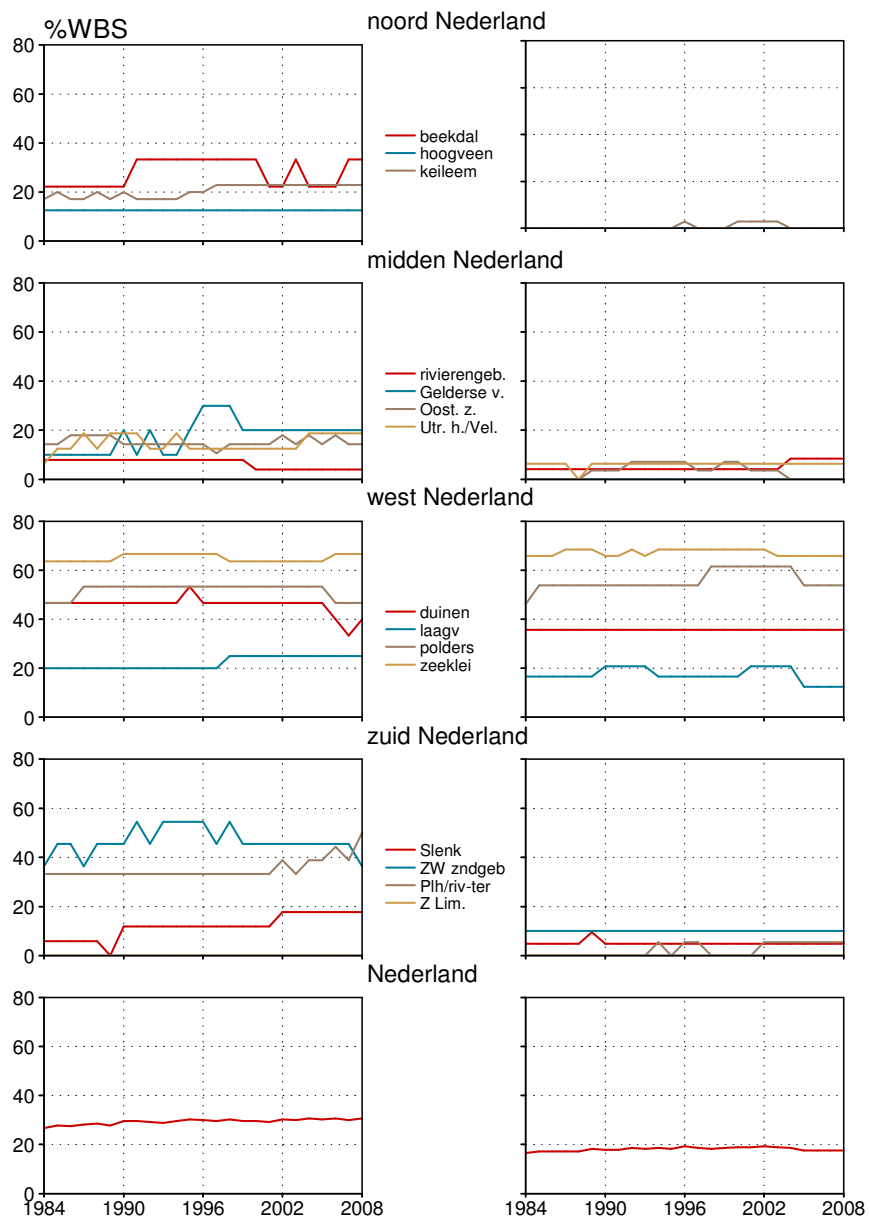
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |             |   | Grondwater van voor of na 1950 |             |            |              |
|---------------------------------------------------|--------|-------------|---|------------|-------------|---|--------------------------------|-------------|------------|--------------|
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ           |   | Jong                           | Δ           | Oud        | Δ            |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | -0.84       |   | 9          | -5.52       |   | 12                             | -0.57       | 6          | -8.4         |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | -0.66       |   | 15         | 0.1         |   | 9                              | -0.64       | 15         | -0.06        |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | -0.02       | ↓ | 12         | 0.27        | ↑ | 2                              | -5.82       | 20         | 0.59         |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18     | -1.76       |   | 23         | -1.07       |   | 2                              | -2.6        | 38         | -2.17        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | -5.57       | ↓ | 5          | -1.43       |   | 5                              | -6.28       | 6          | -1.53        |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0.07        |   | 13         | 0.04        |   | 10                             | 0.01        | 13         | 0.01         |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68     | <b>2.46</b> | ↑ | 71         | 0.1         |   | 86                             | <b>1.97</b> | 49         | 0.08         |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 0.72        |   | 9          | 0.5         |   | 14                             | 0.77        | 3          | -0.14        |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 0.29        |   | 43         | <b>0.19</b> | ↑ | 64                             | <b>0.27</b> | 14         | <b>0.08</b>  |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -0.26       |   | 5          | 0.39        |   | 12                             | 0.01        | 1          | -0.23        |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | 1.19        |   | 9          | -0.04       |   | 5                              | 1.19        | 10         | 0.29         |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 14     | -0.88       |   | 14         | -0.7        |   | 20                             | -1.24       | 6          | 0.37         |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 2.16        |   | 15         | -3.23       |   | 19                             | 1.73        | 11         | -4.45        |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | -0.65       |   | 24         | -0.07       |   | 16                             | -0.96       | 24         | 0.01         |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -3.05       |   | 14         | -0.09       |   | 4                              | -0.52       | 23         | -2.08        |
| 4. zeekleigebieden                                | 34     | -0.4        |   | 38         | -1.14       | ↓ | 8                              | -3.02       | 63         | <b>-1.02</b> |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -0.92       |   | 26         | <b>0.28</b> |   | 32                             | -0.63       | 18         | 0.15         |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -0.96       |   | 9          | 0.08        |   | 9                              | -0.93       | 9          | 0.05         |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 0.06        |   | 19         | -0.01       |   | 16                             | -0.05       | 17         | 0.05         |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | 0.46        |   | 9          | -0.08       |   | 6                              | 0.9         | 13         | -0.11        |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -0.03       |   | 28         | 0.05        |   | 39                             | -0.05       | 15         | 0.12         |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | 1.96        |   | 36         | 0.04        |   | 46                             | 1.52        | 25         | 0.01         |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 2.26        |   | 18         | 0.25        |   | 30                             | 1.25        | 2          | -0.12        |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 1.45        |   | 21         | -0.23       | ↓ | 17                             | 0.85        | 17         | 0.3          |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 0.46        |   | 12         | -0.07       |   | 17                             | 0.21        | 5          | 0.77         |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | 2.29        | ↑ | 20         | <b>0.61</b> | ↑ | 35                             | 1.64        | 3          | 0.07         |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.35       |   | 1          | 0.01        | * | 0                              | 0           | 2          | 0            |
| zandgebieden                                      | 169    | <b>1.06</b> |   | 172        | 0.08        | ↑ | 215                            | <b>0.82</b> | 106        | <b>0.1</b>   |
| Nederland totaal                                  | 297    | 0.32        |   | 306        | -0.17       | ↓ | 313                            | 0.74        | 257        | <b>-2.64</b> |
|                                                   |        |             |   |            |             |   |                                |             |            |              |
| Cl < 150mg/l                                      |        |             |   |            |             |   |                                |             |            |              |
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |             |   | Ondiep                         |             | Middeldiep |              |
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ           |   | n                              | Δ           | n          | Δ            |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | -1.72       |   | 6          | -0.12       | ↓ | 1                              | 6.24        | 3          | -16.3        |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | -0.7        |   | 11         | 0.09        |   | 3                              | -0.52       | 4          | 0.14         |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | -1.26       |   | 5          | -0.4        |   | 6                              | 1.21        | 7          | 0.75         |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | -1.54       | ↓ | 8          | 0.06        |   | 11                             | -1.91       | 15         | -1.67        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 2      | -2.28       |   | 2          | -1.71       |   | 4                              | -7.22       | 3          | -1.24        |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0.07        |   | 13         | 0.04        |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | <b>2.51</b> | ↑ | 71         | 0.1         |   | 1                              | -0.68       | 0          | 0            |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 0.72        |   | 9          | 0.5         |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 0.29        |   | 42         | <b>0.19</b> | ↑ | 0                              | 0           | 1          | 0.2          |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -0.26       |   | 5          | 0.39        |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | 1.5         |   | 8          | 0.07        |   | 1                              | -0.95       | 1          | -0.9         |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -0.67       |   | 14         | -0.7        |   | 1                              | -3.58       | 0          | 0            |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 1.87        |   | 12         | 0.04        |   | 1                              | 6.24        | 3          | -16.3        |
| 2. laagveengebied                                 | 16     | -0.6        |   | 16         | -0.15       |   | 4                              | -0.83       | 8          | 0.08         |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | -0.34       |   | 5          | 1.04        |   | 7                              | -6.15       | 9          | -0.72        |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | -0.27       |   | 13         | 0.53        |   | 19                             | -0.51       | 25         | -2.01        |
| 5. rivierengebied                                 | 26     | -0.92       |   | 26         | <b>0.28</b> |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -0.96       |   | 8          | 0.07        |   | 0                              | 0           | 1          | 0.2          |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 0.06        |   | 19         | -0.01       |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0.62        |   | 8          | 0.02        |   | 1                              | -0.95       | 1          | -0.9         |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 29     | -0.03       |   | 28         | 0.05        |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | 2.2         |   | 36         | 0.04        |   | 2                              | -2.13       | 0          | 0            |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 2.26        |   | 18         | 0.25        |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 1.45        |   | 21         | -0.23       | ↓ | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 0.46        |   | 12         | -0.07       |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | 2.29        | ↑ | 20         | <b>0.61</b> | ↑ | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.35       |   | 1          | 0.01        |   | 0                              | 0           | 0          | 0            |
| zandgebieden                                      | 166    | <b>1.11</b> |   | 170        | 0.09        | ↑ | 3                              | -1.74       | 2          | -0.35        |
| Nederland totaal                                  | 258    | 0.42        |   | 254        | -0.01       | ↓ | 36                             | -2.66       | 49         | <b>-3.44</b> |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1984 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.9.C Percentage waarnemingen van kalium boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.**

## B.10 Arseen

Figuur B.10.A

Een duidelijk hoog %OBS in het ondiepe grondwater wordt gevonden voor het rivierengebied.

Figuur B.10.B

Er komen hoge concentraties van arseen voor in het ondiepe grondwater voor de groep bos/natuur op duinzand en in het middeldiepe grondwater voor de groep gras/maïs op rivierklei.

Tabel B.10.A

In het ondiepe grondwater is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990 in de beekdalcomplexen. In het middeldiepe grondwater zijn slechts kleine verschillen.

**Tabel B.10.A Verschil in het gewogen %OBS voor arseen tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 30%         | 24%  | -6%      | 0%              | 10%  | 10%      |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 7%          | 7%   | 0%       | 10%             | 20%  | 10%      |
| zeekleigebieden                   | 4  | 5%          | 10%  | 5%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 26%         | 21%  | -4%      | 16%             | 13%  | -3%      |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 0%          | 12%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 5%          | 11%  | 5%       | 0%              | 8%   | 8%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 4%          | 6%   | 2%       | 13%             | 13%  | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 3%          | 0%   | -3%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 8%          | 6%   | -2%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 6%          | 6%   | 0%       | 8%              | 13%  | 5%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.10.B

In het ondiepe water is een duidelijke stijging te zien in de polders en droogmakerijen en het zeekleigebied, deze laatste laat ook stijgingen zien in zowel oud als jong grondwater. In het oude grondwater is ook een duidelijke stijging van de arseenconcentratie berekend voor bebouwd op veen/zeeklei. In grondwater met een hoog chloridegehalte is in het ondiepe water een stijging zichtbaar voor de polders en droogmakerijen en Nederland als geheel en in het middeldiepe water voor het zeekleigebied.

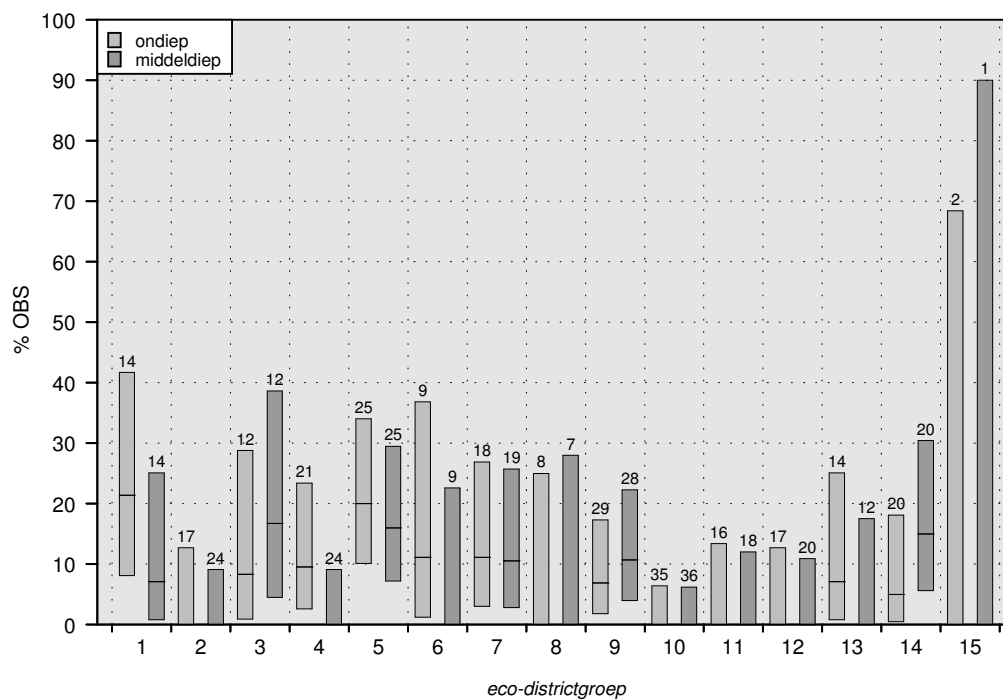
Overeenkomsten Tabel B.10.A en Tabel B.10.B

Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de arseenconcentratie aanwezig is.

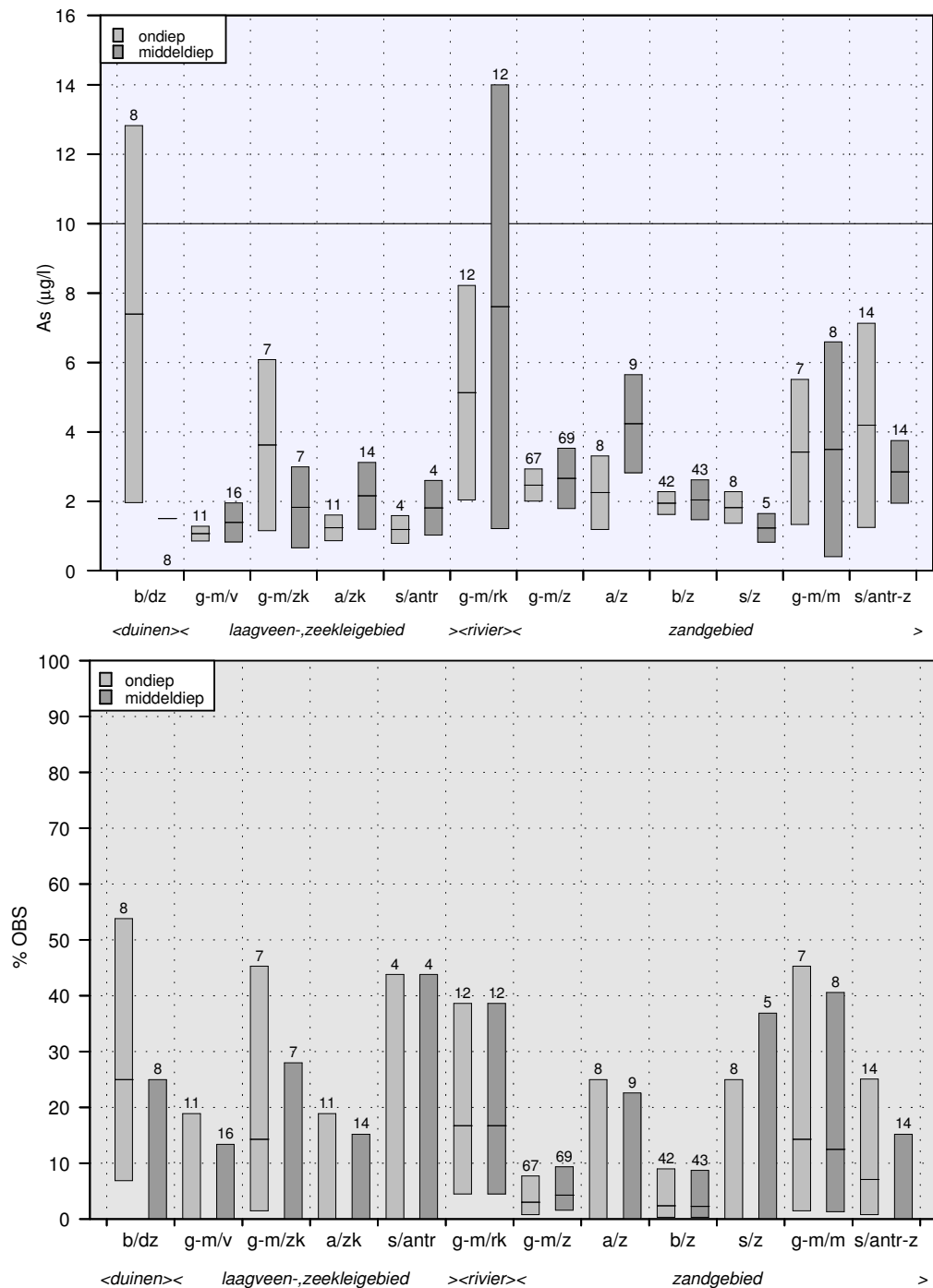
Figuur B.10.C

Het verloop van het %WBS is variabel en een duidelijke trend ontbreekt.





Figuur B.10.A Arseen in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor arseen (10 µg/l).



Figuur B.10.B Arseen in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor arseen (10 µg/l).

**Tabel B.10.B Gemiddelde verandering van de concentratie van arseen uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

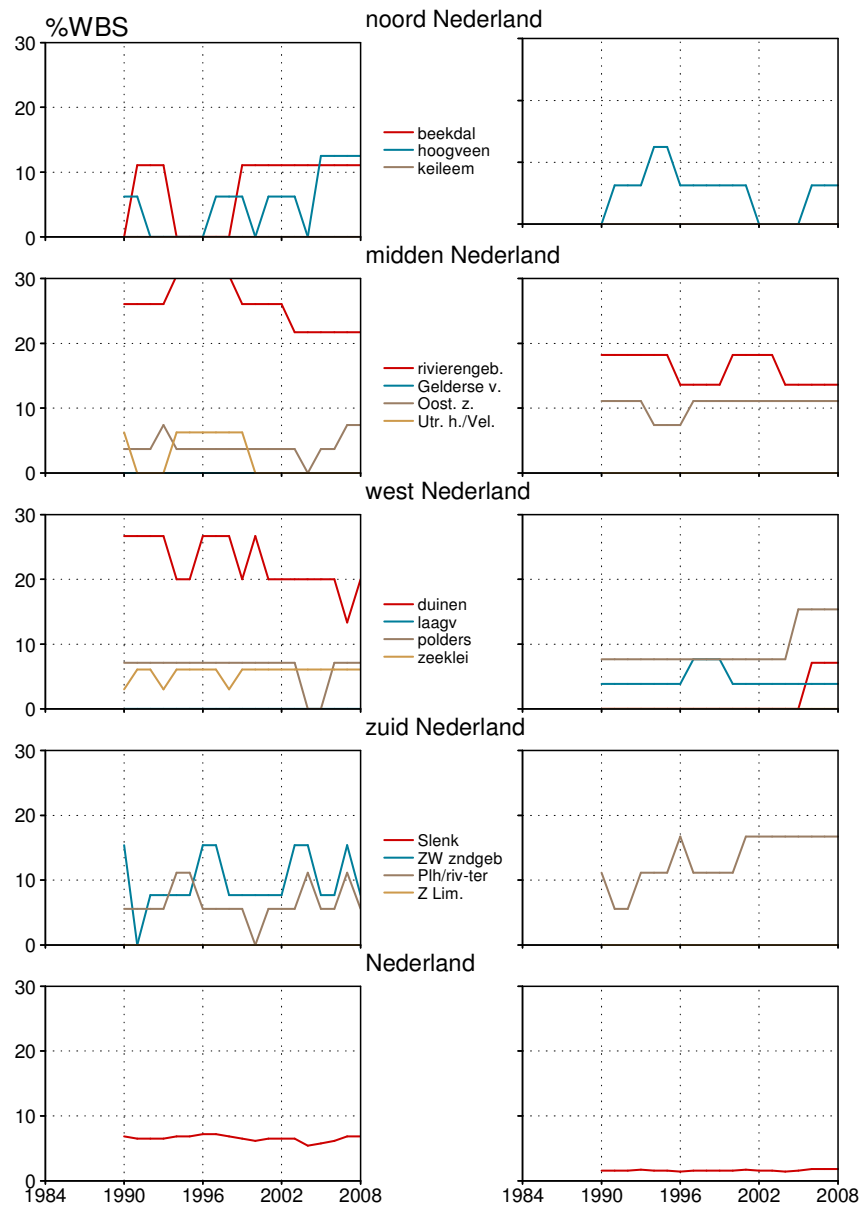
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |              |   | Grondwater van voor of na 1950 |              |            |             |
|---------------------------------------------------|--------|-------------|---|------------|--------------|---|--------------------------------|--------------|------------|-------------|
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ            |   | Jong                           | Δ            | Oud        | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | -0.2        |   | 9          | 0            |   | 12                             | -0.14        | 6          | -0.01       |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | 0.17        | ↑ | 17         | 0.48         | ↑ | 10                             | 0.63         | 16         | 0.24        |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | 0.31        |   | 12         | -0.97        |   | 2                              | 0.3          | 20         | -0.44       |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19     | 0.3         | ↑ | 25         | 0.28         |   | 2                              | 0.3          | 41         | 0.33        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | 0.28        |   | 6          | 0.53         | ↑ | 5                              | 0.19         | 7          | <b>0.56</b> |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -0.56       |   | 12         | -1.05        |   | 10                             | -0.73        | 12         | -0.36       |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68     | 0.1         |   | 71         | -1.75        |   | 86                             | -1.3         | 49         | -0.08       |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -0.09       |   | 9          | 0.75         | ↑ | 14                             | 0.44         | 3          | -0.03       |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.23       |   | 43         | -0.02        |   | 64                             | 0.1          | 14         | 0.09        |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 0           |   | 5          | 0            |   | 12                             | 0            | 1          | 0           |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | -0.17       |   | 9          | 0.05         |   | 5                              | 0            | 10         | -0.09       |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | 0.81        |   | 14         | 0.67         | ↑ | 19                             | 0.81         | 6          | 0.55        |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 1.68        |   | 15         | 0.01         |   | 19                             | 1.33         | 11         | 0.01        |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | 0.02        |   | 26         | 0.03         | ↑ | 17                             | 0.44         | 25         | -0.24       |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | <b>0.26</b> | ↑ | 15         | 0.61         | ↑ | 4                              | 0.22         | 24         | 0.5         |
| 4. zeekleigebieden                                | 35     | <b>0.55</b> | ↑ | 41         | 0.35         | ↑ | 8                              | <b>0.26</b>  | 67         | <b>0.49</b> |
| 5. rivierengebied                                 | 25     | -0.86       |   | 25         | -1.26        |   | 32                             | <b>-1.28</b> | 16         | -0.28       |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.93        |   | 9          | 0.04         |   | 9                              | 0.93         | 9          | 0.04        |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 1.68        |   | 19         | 0.96         |   | 16                             | 1.86         | 17         | 0.12        |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | -0.08       |   | 9          | -0.04        |   | 6                              | -0.24        | 13         | 0.02        |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28     | 0.05        |   | 28         | 0.11         |   | 38                             | 0.19         | 15         | -0.14       |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | 0           |   | 36         | 0.1          | ↑ | 46                             | 0.02         | 25         | 0.1         |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -0.27       |   | 18         | 0.05         | ↑ | 30                             | -0.11        | 2          | -0.11       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 0.07        |   | 21         | 0.07         |   | 17                             | 0.03         | 17         | 0.06        |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 0.32        |   | 12         | <b>-0.63</b> |   | 17                             | 0.76         | 5          | 0.5         |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -0.23       |   | 20         | -5.44        |   | 35                             | -3.15        | 3          | -1.05       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.32       |   | 1          | 0.07         | * | 0                              | 0            | 2          | -0.3        |
| zandgebieden                                      | 168    | 0.21        |   | 172        | -0.52        | ↓ | 214                            | -0.26        | 106        | 0.03        |
| Nederland totaal                                  | 296    | -0.03       | ↓ | 311        | -0.32        | ↓ | 313                            | -0.77        | 261        | 0.25        |
| Cl < 150mg/l                                      |        |             |   |            |              |   |                                |              |            |             |
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |              |   | Ondiep                         |              | Middeldiep |             |
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ            |   | n                              | Δ            | n          | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | -0.22       |   | 6          | 0.02         |   | 1                              | 0            | 3          | -0.03       |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | 0.05        |   | 11         | 0.47         | ↑ | 3                              | 0.51         | 6          | 0.48        |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | 0.47        |   | 5          | -0.22        |   | 6                              | 0.14         | 7          | -1.5        |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | 0.19        | ↑ | 8          | -0.36        |   | 12                             | 0.36         | 17         | 0.58        |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1      | 0           |   | 2          | 0.14         |   | 5                              | 0.33         | 4          | 0.73        |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | -0.56       |   | 12         | -1.05        |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | 0.11        |   | 70         | -1.78        |   | 1                              | 0            | 1          | 0.83        |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -0.09       |   | 9          | 0.75         | ↑ | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.23       |   | 42         | -0.02        |   | 0                              | 0            | 1          | 0           |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 0           |   | 5          | 0            |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | -0.27       |   | 8          | 0.01         |   | 1                              | 0.59         | 1          | 0.37        |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12     | 0.87        |   | 14         | 0.67         | ↑ | 1                              | 0            | 0          | 0           |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 1.79        |   | 12         | 0.02         |   | 1                              | 0            | 3          | -0.03       |
| 2. laagveengebied                                 | 14     | 0.01        |   | 16         | 0.34         | ↑ | 6                              | 0.03         | 10         | -0.47       |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | 0.16        |   | 5          | -0.24        |   | 7                              | <b>0.37</b>  | 10         | 1.03        |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | 0.8         | ↑ | 13         | -0.15        |   | 20                             | 0.37         | 28         | <b>0.58</b> |
| 5. rivierengebied                                 | 25     | -0.86       |   | 25         | -1.26        |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.93        |   | 8          | 0.05         |   | 0                              | 0            | 1          | 0           |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 1.68        |   | 19         | 0.96         |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | -0.16       |   | 8          | -0.09        |   | 1                              | 0.59         | 1          | 0.37        |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28     | 0.05        |   | 28         | 0.11         |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | 0           |   | 35         | 0.07         | ↑ | 2                              | 0            | 1          | 0.83        |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -0.27       |   | 18         | 0.05         | ↑ | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 0.07        |   | 21         | 0.07         |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 0.32        |   | 12         | <b>-0.63</b> |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -0.23       |   | 20         | -5.44        |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.32       |   | 1          | 0.07         |   | 0                              | 0            | 0          | 0           |
| zandgebieden                                      | 165    | 0.21        |   | 169        | -0.54        | ↓ | 3                              | 0.2          | 3          | 0.4         |
| Nederland totaal                                  | 254    | -0.09       |   | 252        | -0.55        | ↓ | 39                             | <b>0.25</b>  | 56         | 0.44        |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.10.C** Percentage waarnemingen van arseen boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.11 Lood

Figuur B.11.A

Het %OBS voor lood in zowel het ondiepe als middeldiepe grondwater is duidelijk zeer laag, duidelijk laag of niet onderscheidbaar door brede betrouwbaarheidsintervallen.

Figuur B.11.B.

De gemiddelde concentraties liggen zowel voor het ondiepe als voor het diepe grondwater voor alle groepen duidelijk onder de streefwaarde. Er zijn geen duidelijke zeer hoge of hoge %OBS per groep gevonden.

Tabel B.11.A

Over het algemeen verschilt het %OBS tussen 1990 en 2008 niet.

**Tabel B.11.A Verschil in het gewogen %OBS voor lood tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 5%          | 0%   | -5%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileembieden                     | 10 | 3%          | 0%   | -3%      | 3%              | 0%   | -3%      |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 4%          | 0%   | -4%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 14%         | 6%   | -8%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.11.B

Gras/maïs op zand, de zandgebieden en Nederland als geheel laten in het ondiepe water een duidelijke daling zien van de loodconcentratie. Deze daling is ook zichtbaar in het ondiepe water met een laag chloridegehalte. In het middeldiepe grondwater is een duidelijke daling ook zichtbaar in de zandgebieden en Nederland als geheel, plus het zeekleigebied. In het middeldiepe water met lage chloridegehalten is er een daling voor de zandgebieden en Nederland als geheel. Verder is er voor het jonge water nog een daling voor gras/maïs op zand en Nederland als geheel, voor oud water voor akkerbouw op zeeklei, het zeekleigebied en Nederland als geheel. In het water met een hoog chloridegehalte is een duidelijke daling zichtbaar in Nederland als geheel, in het middeldiepe water is er ook een daling voor het zeekleigebied.

Duidelijke afnames komen dus voor in zowel ondiep, middeldiep, zoet, zout, jong en oud grondwater voor de zandgebieden en Nederland als totaal. Dit kan daarom niet verklaard worden door een proces. De afname is daarom waarschijnlijk veroorzaakt door verandering van meetmethode in de tijd. De afname wordt alleen gevonden indien veel waarnemingen gebruikt zijn. Dit komt omdat de kans dat

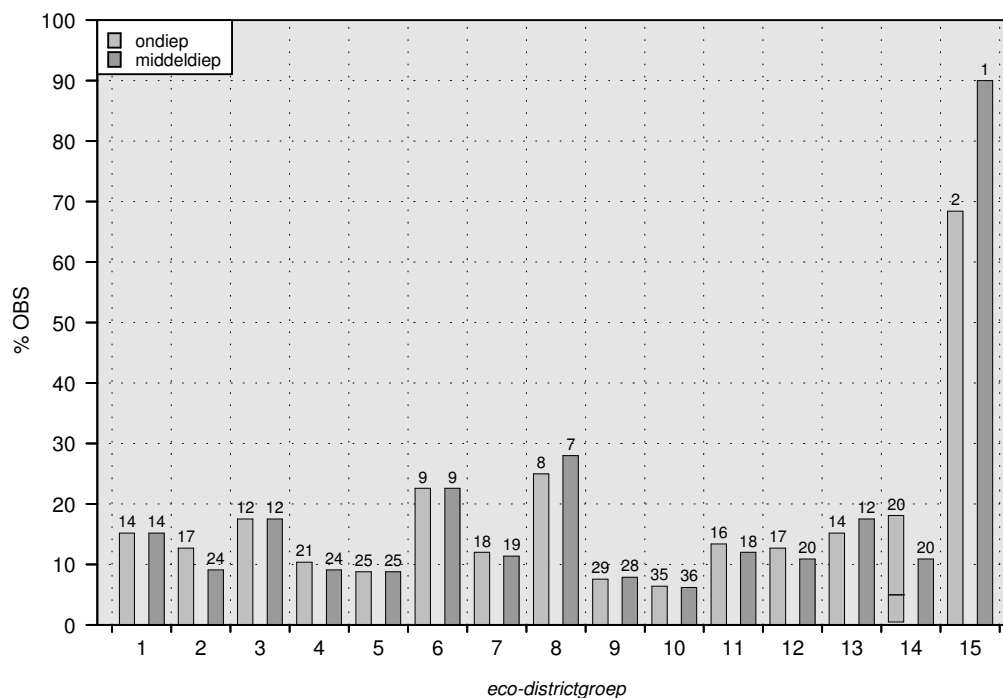
een significante of duidelijke verandering wordt gevonden, toeneemt met het aantal waarnemingen van de verandering (en ook met de grootte van de verandering).

Overeenkomsten Tabel B.11.A en Tabel B.11.B

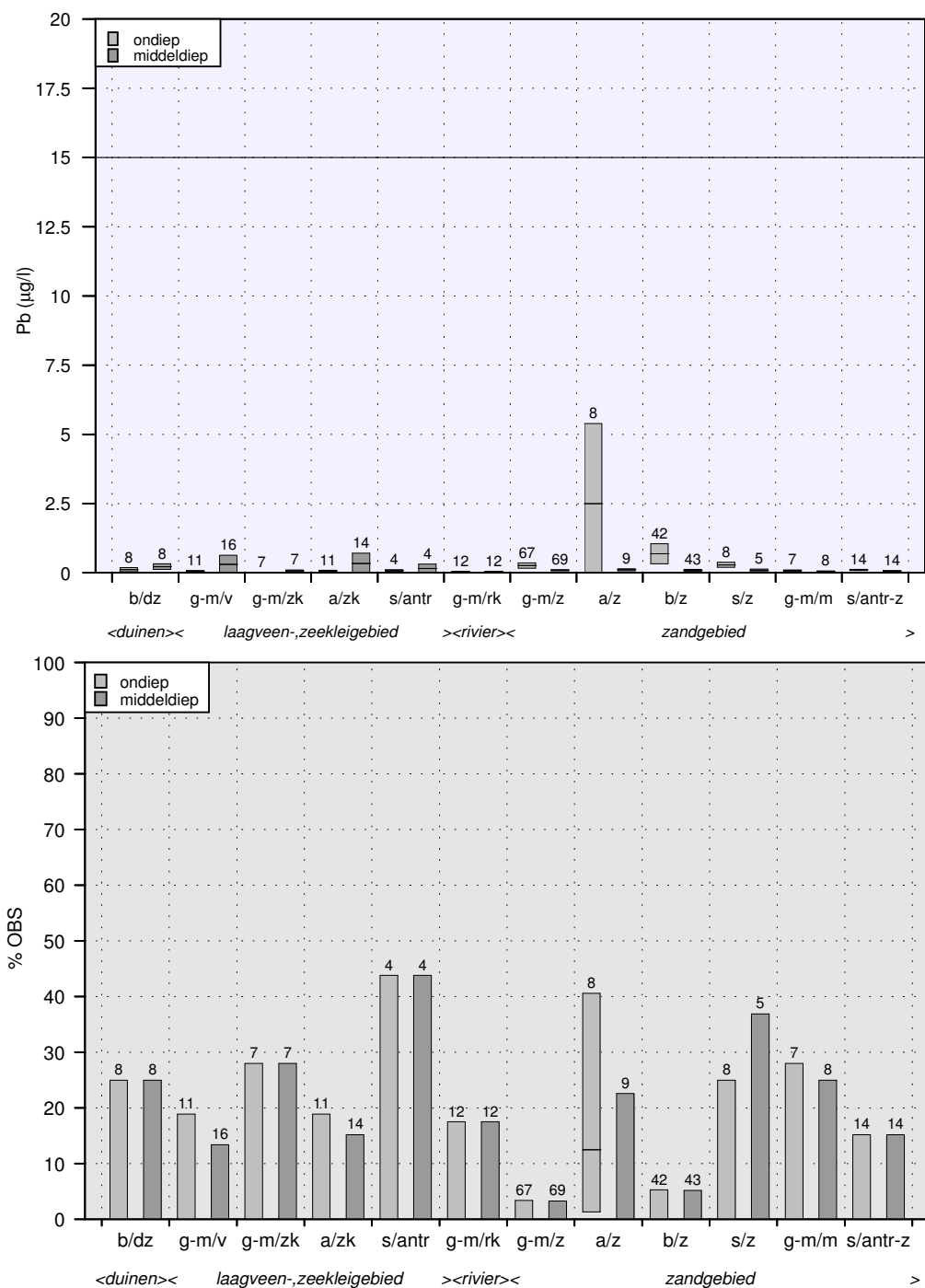
Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de loodconcentratie aanwezig is.

Figuur C

Voor lood zijn niet genoeg waarnemingen aanwezig, daarom zijn geen grafieken bepaald.



**Figuur B.11.A Lood in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor lood (15 µg/l).**



Figuur B.11.B Lood in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor lood (15 µg/l).

**Tabel B.11.B Gemiddelde verandering van de concentratie van lood uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

|                                                   | Ondiep |         | Middeldiep |         | Grondwater van voor of na 1950 |         |            |         |
|---------------------------------------------------|--------|---------|------------|---------|--------------------------------|---------|------------|---------|
|                                                   | n      | Δ       | n          | Δ       | Jong<br>n                      | Δ       | Oud<br>n   | Δ       |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | 0       | 9          | -0.71   | 12                             | 0       | 6          | -1.06   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | -0.05   | 17         | 0       | 10                             | -0.06   | 16         | 0       |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | -0.78 ↓ | 12         | -2.04 ↓ | 2                              | 0       | 20         | -1.67 ↓ |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18     | -0.83 ↓ | 25         | -1.08 ↓ | 2                              | -0.01   | 41         | -1.02 ↓ |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | 0       | 6          | 0       | 5                              | 0       | 7          | 0       |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | 0       | 11         | 0       | 10                             | 0       | 12         | 0       |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | -0.45 ↓ | 70         | -0.35 ↓ | 86                             | -0.49 ↓ | 49         | -0.26 ↓ |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -1.04   | 9          | 0       | 14                             | -0.59   | 3          | 0       |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.23 ↓ | 43         | -0.14 ↓ | 64                             | -0.02 ↓ | 14         | 0       |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 0       | 5          | 0       | 12                             | 0       | 1          | 0       |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | -0.25   | 9          | -0.71   | 5                              | 0       | 10         | -0.84   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -0.12 ↓ | 14         | 0       | 19                             | 0       | 6          | -0.1    |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 0       | 15         | -0.67 ↓ | 19                             | 0       | 11         | -0.92 ↓ |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | -0.13   | 26         | -0.09 ↓ | 17                             | -0.03   | 25         | -0.17 ↓ |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -0.04 ↓ | 15         | -1.03 ↓ | 4                              | -0.01   | 24         | -0.64 ↓ |
| 4. zeekleigebieden                                | 34     | -1.82 ↓ | 41         | -2.13 ↓ | 8                              | 0       | 67         | -2.22 ↓ |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | 0       | 24         | -0.15   | 32                             | 0       | 16         | -0.22   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.41    | 9          | 0       | 9                              | 0.41    | 9          | 0       |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.11   | 19         | -0.04 ↓ | 16                             | -0.08 ↓ | 17         | 0       |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | -0.2    | 9          | -0.94   | 6                              | 0       | 13         | -0.81 ↓ |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | 0       | 27         | 0       | 38                             | 0       | 15         | 0       |
| 10. keileengebieden                               | 35     | -0.45 ↓ | 36         | -0.66 ↓ | 46                             | -0.51 ↓ | 25         | -0.65   |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 0.02    | 18         | -0.02   | 30                             | 0.01    | 2          | 0       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -0.08 ↓ | 21         | -0.11 ↓ | 17                             | -0.14 ↓ | 17         | -0.03   |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -1.45 ↓ | 12         | -0.62 ↓ | 17                             | -0.81 ↓ | 5          | 0       |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -1.28   | 20         | 0       | 35                             | -0.73   | 3          | 0       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.6    | 1          | -1.17   | *                              | 0       | 2          | -1.49   |
| zandgebieden                                      | 167    | -0.38 ↓ | 171        | -0.25 ↓ | 214                            | -0.29 ↓ | 106        | -0.26 ↓ |
| Nederland totaal                                  | 293    | -0.52 ↓ | 309        | -0.59 ↓ | 313                            | -0.49 ↓ | 261        | -1.36 ↓ |
| Cl < 150mg/l                                      |        |         |            |         |                                |         |            |         |
|                                                   | Ondiep |         | Middeldiep |         | Ondiep                         |         | Middeldiep |         |
|                                                   | n      | Δ       | n          | Δ       | n                              | Δ       | n          | Δ       |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | 0       | 6          | 0       | 1                              | 0       | 3          | -2.12   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | 0       | 10         | 0       | 3                              | -0.19   | 7          | 0       |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | 0       | 5          | -0.1    | 6                              | -1.56 ↓ | 7          | -3.43 ↓ |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | 0       | 7          | -0.05   | 11                             | -1.36 ↓ | 18         | -1.47 ↓ |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1      | 0       | 2          | 0       | 5                              | 0       | 4          | 0       |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | 0       | 11         | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 7. gras/maïs op zand                              | 66     | -0.45 ↓ | 69         | -0.36 ↓ | 1                              | 0       | 1          | 0       |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -1.04   | 9          | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.23 ↓ | 42         | -0.14 ↓ | 0                              | 0       | 1          | 0       |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 0       | 5          | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | 0       | 8          | 0       | 1                              | -2      | 1          | -6.39   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12     | -0.13 ↓ | 14         | 0       | 1                              | 0       | 0          | 0       |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 0       | 12         | -0.31   | 1                              | 0       | 3          | -2.12   |
| 2. laagveengebied                                 | 14     | 0       | 15         | 0       | 6                              | -0.43   | 11         | -0.21   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | 0       | 5          | 0       | 7                              | -0.08 ↓ | 10         | -1.54   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | 0       | 12         | -0.07 ↓ | 19                             | -3.25 ↓ | 29         | -2.98 ↓ |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | 0       | 23         | 0       | 0                              | 0       | 1          | -3.48   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.41    | 8          | 0       | 0                              | 0       | 1          | 0       |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.11   | 19         | -0.04 ↓ | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0       | 8          | -0.26   | 1                              | -2      | 1          | -6.39   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | 0       | 27         | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 10. keileengebieden                               | 33     | -0.47 ↓ | 35         | -0.68 ↓ | 2                              | 0       | 1          | 0       |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 0.02    | 18         | -0.02   | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -0.08 ↓ | 21         | -0.11 ↓ | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -1.45 ↓ | 12         | -0.62 ↓ | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -1.28   | 20         | 0       | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -0.6    | 1          | -1.17   | 0                              | 0       | 0          | 0       |
| zandgebieden                                      | 164    | -0.37 ↓ | 168        | -0.22 ↓ | 3                              | -0.67   | 3          | -2.13 ↓ |
| Nederland totaal                                  | 252    | -0.29 ↓ | 246        | -0.24 ↓ | 38                             | -2.09 ↓ | 60         | -2.03 ↓ |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging



## B.12 Chroom

Tabel B.12.B

Het %OBS is duidelijk zeer hoog of duidelijk hoog in het ondiepe grondwater van twaalf van de vijftien ecodistricten. In het middeldiepe grondwater is het %OBS duidelijk hoog of zeer hoog in negen ecodistrictgroepen.

Figuur B.12.B

De gemiddelde concentratie is duidelijk hoger dan de streefwaarde in het ondiepe grondwater voor de groepen gras/maïs op veen, gras/maïs op zeeklei, gras/maïs op zand, akkerbouw op zand, bos/natuur op zand en bebouwd op antropogeen zand. De gemiddelde concentratie is duidelijk hoger dan de streefwaarde in het middeldiepe grondwater voor de groepen gras/maïs op zeeklei, akkerbouw op zand, bebouwd op zand en gras/maïs op moerige grond.

Het %OBS is duidelijk zeer hoog in het ondiepe grondwater voor de groepen gras/maïs op veen, gras/maïs en akkerbouw op zeeklei, bebouwd op veen/zeeklei, gras/maïs, akkerbouw en bos/natuur op zand, gras/maïs op moerige grond en bebouwd op antropogeen zand.

Het %OBS is duidelijk zeer hoog in het diepe grondwater voor de groepen gras/maïs op veen, gras/maïs op zeeklei, gras/maïs, akkerbouw, bos/natuur en bebouwd op zand. Het %OBS is duidelijk hoog in het middeldiepe grondwater voor de groepen bebouwd op veen/zeeklei en gras/maïs op moerige grond.

Tabel B.12.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 20% lager dan 1990 in de polders en droogmakerijen, het rivierengebied, de beekdalcomplexen, de Centrale Slenk en de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas. Het %OBS is in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 in keileemgebieden en het zuidwestelijke zandgebied. In het ondiepe grondwater van de Gelderse Vallei en Veluwezoom is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990.

In het middeldiepe grondwater is in 13 van de 15 ecodistrictgroepen het %OBS in 2008 meer dan 10% of 20% lager dan in 1990. Meer dan 20% lager: laagveengebieden, zeekleigebieden, rivierengebied, beekdalcomplexen, hoogveengebied, zuidwestelijk zandgebied en Peelhorst en oude rivierterrassen. Meer dan 10% lager: polders en droogmakerijen, Gelderse Vallei en Veluwezoom, oostelijk dekzandgebied, keileemgebieden, Utrechtse Heuvelrug en Veluwe en Centrale Slenk.

**Tabel B.12.A Verskil in het gewogen %OBS voor chroom tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 34%         | 34%  | 0%       | 27%             | 35%  | 8%       |
| laagveengebied                    | 2  | 81%         | 75%  | -6%      | 87%             | 55%  | -32%     |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 77%         | 46%  | -30%     | 82%             | 65%  | -18%     |
| zeekleigebieden                   | 4  | 59%         | 65%  | 6%       | 68%             | 36%  | -33%     |
| rivierengebied                    | 5  | 44%         | 9%   | -35%     | 32%             | 3%   | -29%     |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 88%         | 64%  | -25%     | 150%            | 82%  | -69%     |
| hoogveengebied                    | 7  | 71%         | 77%  | 5%       | 64%             | 43%  | -21%     |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 30%         | 42%  | 12%      | 14%             | 0%   | -14%     |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 50%         | 42%  | -8%      | 24%             | 7%   | -17%     |
| keileemgebieden                   | 10 | 74%         | 59%  | -15%     | 74%             | 58%  | -16%     |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 28%         | 30%  | 2%       | 49%             | 31%  | -18%     |
| Centrale Slenk                    | 12 | 60%         | 14%  | -46%     | 49%             | 31%  | -17%     |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 82%         | 69%  | -13%     | 81%             | 23%  | -59%     |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 83%         | 54%  | -29%     | 89%             | 41%  | -48%     |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

**Tabel B.12.B**

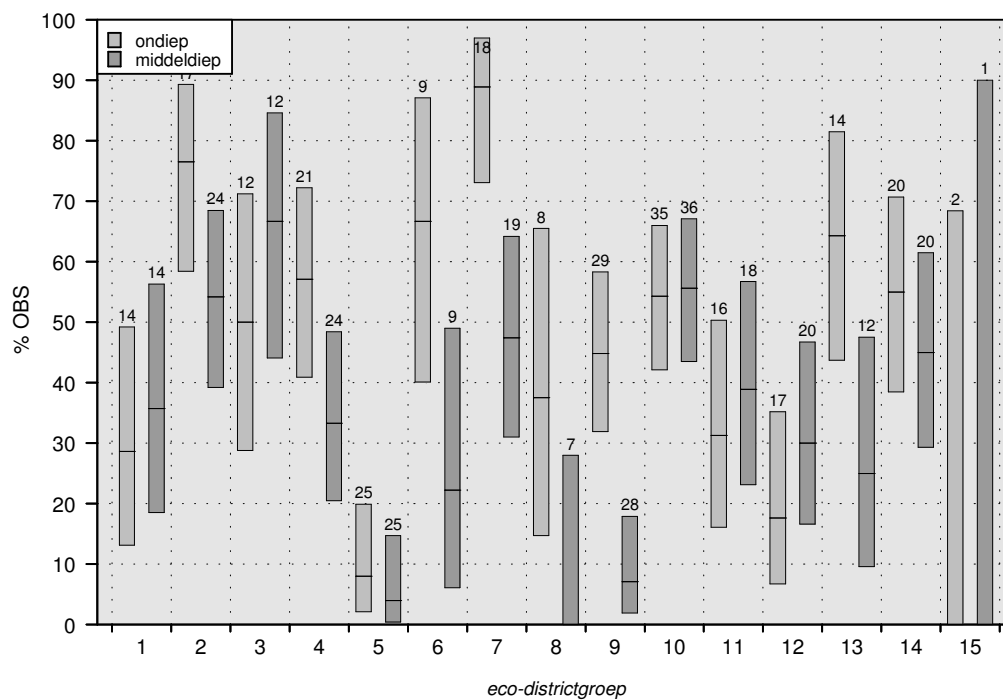
Voor chroom zijn in alle grondwatercategorieën duidelijke dalingen van de concentratie gevonden. In het ondiepe water bij gras/maïs op veen en op zand, het laagveengebied, de keileemgebieden, de Centrale Slenk, de zandgebieden en Nederland als geheel. In het middeldiepe water is er behalve voor Nederland en de zandgebieden als geheel, ook een duidelijke daling voor de veen-, zeeklei- en zandcombinaties, met uitzondering van bebouwd op antropogeen zand, en de Peelhorst, de Centrale Slenk, de keileemgebieden, het hoog- en het laagveengebied, het rivierengebied en de polders en droogmakerijen.

**Overeenkomsten Tabel B.12.A en Tabel B.12.B**

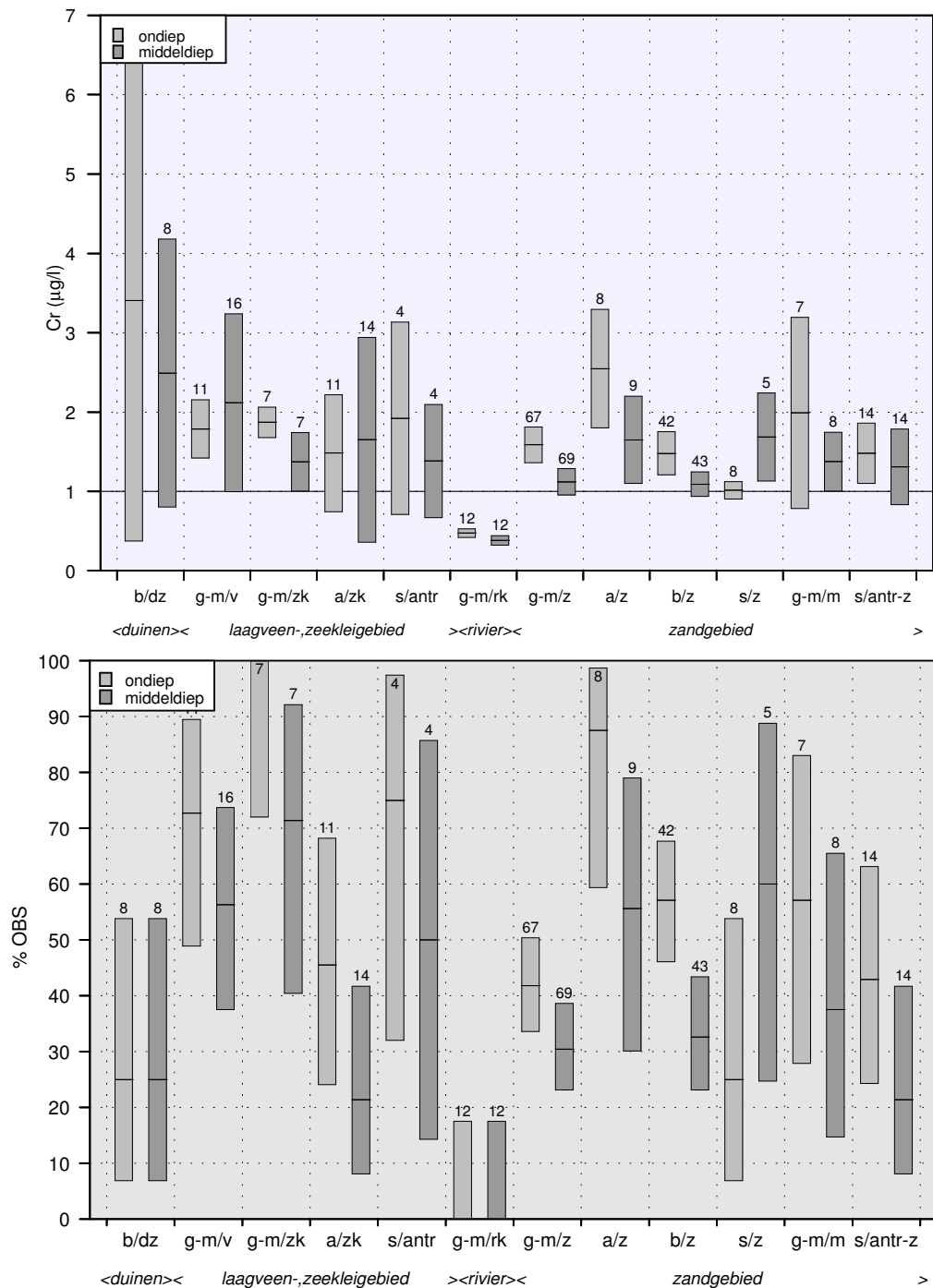
In het ondiepe grondwater van de keileemgebieden en de Centrale Slenk is zowel het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 én is tevens een duidelijke daling in de chroomconcentratie aanwezig. In het middeldiepe grondwater van het laagveengebied, de polders en droogmakerijen, het rivierengebied, het hoogveengebied, de keileemgebieden, de Centrale Slenk en de Peelhorst met de oude rivierterrassen is zowel het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 én is tevens een duidelijke daling in de chroomconcentratie aanwezig.

**Figuur B.12.C**

De tijdreeksen dalen in het algemeen tot aan de tweede helft van de jaren negentig. Daarna lijkt het %WBS weer toe te nemen naar een lager niveau in 2008 dan de 'beginconcentratie' in 1990. De gemiddelde veranderingen, zoals getoond in Tabel B.12.B, geven duidelijke dalingen weer over deze periode.



Figuur B.12.A Chroom in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor chroom (1 µg/l).



**Figuur B.12.B** Chroom in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor chroom (1 µg/l).

**Tabel B.12.B Gemiddelde verandering van de concentratie van chroom uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

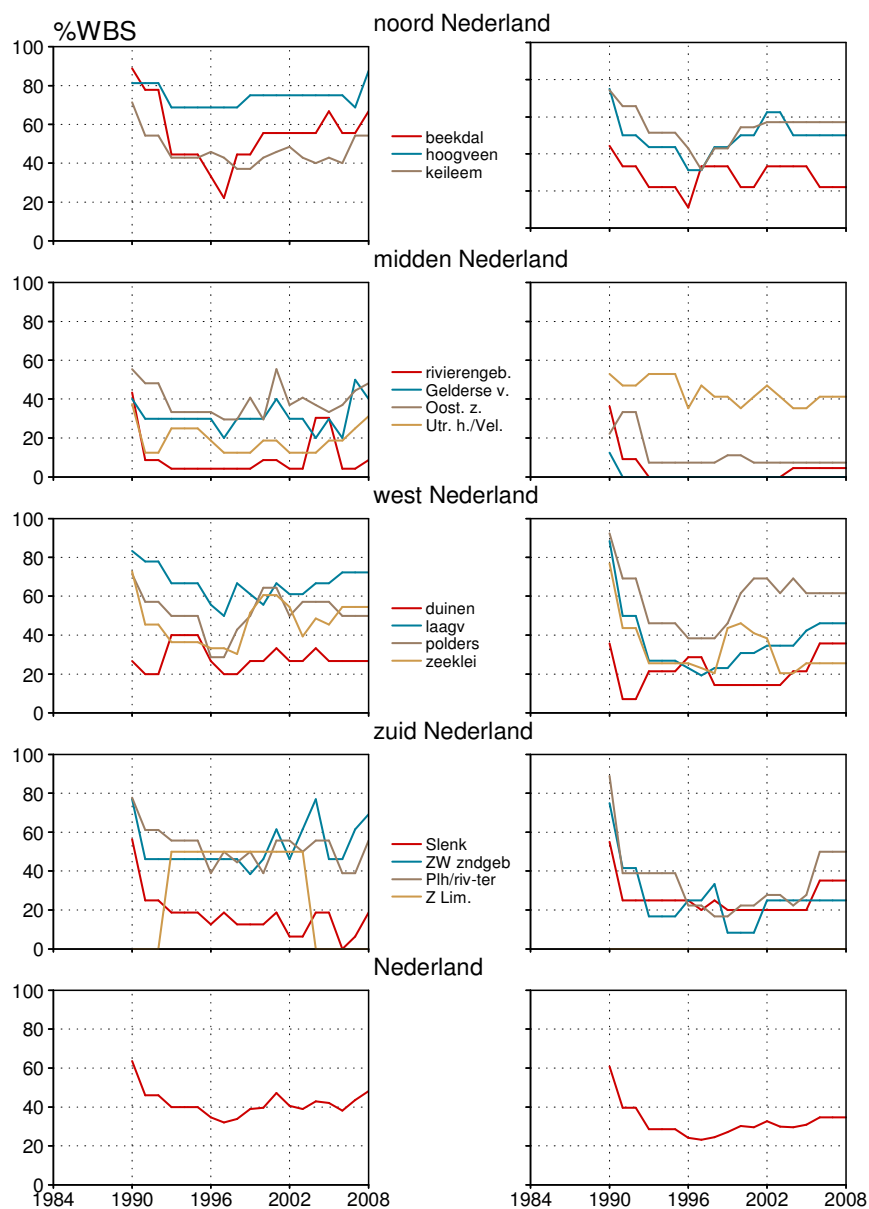
|                                                   | Ondiep |       |   | Middeldiep |       |   | Grondwater van voor of na 1950 |       |            |       |
|---------------------------------------------------|--------|-------|---|------------|-------|---|--------------------------------|-------|------------|-------|
|                                                   | n      | Δ     |   | n          | Δ     |   | Jong                           | Δ     | Oud        | Δ     |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | 0.11  |   | 9          | 0.22  |   | 12                             | 0.07  | 6          | 0.36  |
| 2. gras/maïs op veen                              | 11     | -0.33 | ↓ | 17         | -0.32 | ↓ | 9                              | -0.23 | 16         | -0.29 |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 11     | -0.15 |   | 11         | -0.72 | ↓ | 2                              | -0.38 | 20         | -0.44 |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18     | -0.36 |   | 25         | -0.35 | ↓ | 2                              | -0.16 | 41         | -0.36 |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | 0.01  |   | 6          | -0.16 |   | 5                              | -0.19 | 7          | 0     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | -0.13 |   | 11         | -0.12 | ↓ | 10                             | -0.09 | 12         | -0.16 |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | -0.17 | ↓ | 70         | -0.26 | ↓ | 86                             | -0.24 | 49         | -0.2  |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -0.01 |   | 9          | -0.67 | ↓ | 14                             | -0.32 | 3          | -0.57 |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.19 |   | 43         | -0.13 | ↓ | 64                             | -0.07 | 14         | -0.15 |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -0.37 | ↓ | 5          | -0.12 |   | 12                             | -0.27 | 1          | -0.31 |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | -0.39 |   | 9          | -0.3  | ↓ | 5                              | -0.45 | 10         | -0.25 |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -0.19 |   | 14         | -1.21 | ↓ | 19                             | -1    | 6          | -0.01 |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 0.08  |   | 15         | -0.7  |   | 19                             | 0.06  | 11         | -0.94 |
| 2. laagveengebied                                 | 19     | -0.33 | ↓ | 26         | -0.34 | ↓ | 16                             | -0.25 | 25         | -0.36 |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 14     | -0.24 |   | 14         | -0.58 | ↓ | 4                              | -0.13 | 24         | -0.46 |
| 4. zeekleigebieden                                | 34     | -0.23 |   | 41         | -0.58 | ↓ | 8                              | -0.03 | 67         | -0.47 |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | -0.14 |   | 24         | -0.13 | ↓ | 32                             | -0.12 | 16         | -0.17 |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.23  |   | 9          | -0.35 |   | 9                              | 0.14  | 9          | -0.25 |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.18 |   | 19         | -0.36 | ↓ | 16                             | -0.13 | 17         | -0.53 |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | -0.09 |   | 9          | -0.15 |   | 6                              | -0.02 | 13         | -0.16 |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | -0.05 |   | 27         | -0.08 | ↓ | 38                             | -0.04 | 15         | -0.14 |
| 10. keileengebieden                               | 35     | -0.23 | ↓ | 36         | -0.38 | ↓ | 46                             | -0.38 | 25         | -0.16 |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -0.21 |   | 18         | -0.87 | ↓ | 30                             | -0.61 | 2          | -0.01 |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -0.29 | ↓ | 21         | -0.23 | ↓ | 17                             | -0.27 | 17         | -0.33 |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -0.23 |   | 12         | -0.12 | ↓ | 17                             | 0.2   | 5          | -0.43 |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -0.41 | ↓ | 20         | -0.5  | ↓ | 35                             | -0.48 | 3          | -0.1  |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | 0.05  |   | 1          | 0     |   | *                              | 0     | 2          | 0     |
| zandgebieden                                      | 167    | -0.19 | ↓ | 171        | -0.35 | ↓ | 214                            | -0.26 | 106        | -0.26 |
| Nederland totaal                                  | 291    | -0.19 | ↓ | 308        | -0.39 | ↓ | 312                            | -0.41 | 261        | -0.59 |
| Cl < 150mg/l                                      |        |       |   |            |       |   |                                |       |            |       |
|                                                   | Ondiep |       |   | Middeldiep |       |   | Ondiep                         |       | Middeldiep |       |
|                                                   | n      | Δ     |   | n          | Δ     |   | n                              | Δ     | n          | Δ     |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | 0.07  |   | 6          | -0.03 | ↓ | 1                              | 0.41  | 3          | 0.73  |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | -0.35 |   | 11         | -0.3  | ↓ | 2                              | -0.21 | 6          | -0.35 |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 5      | -0.07 |   | 5          | -0.89 | ↓ | 6                              | -0.23 | 6          | -0.58 |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | -0.09 |   | 7          | -0.15 | ↓ | 11                             | -0.54 | 18         | -0.42 |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1      | 0.96  |   | 2          | -0.42 |   | 5                              | -0.18 | 4          | -0.03 |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | -0.13 |   | 11         | -0.12 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 7. gras/maïs op zand                              | 66     | -0.16 | ↓ | 69         | -0.22 | ↓ | 1                              | -0.42 | 1          | -3.51 |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -0.01 |   | 9          | -0.67 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | -0.19 |   | 42         | -0.13 | ↓ | 0                              | 0     | 1          | 0     |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -0.37 | ↓ | 5          | -0.12 |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | -0.39 |   | 8          | -0.24 | ↓ | 1                              | -0.44 | 1          | -0.77 |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12     | -0.27 |   | 14         | -1.21 | ↓ | 1                              | 0.79  | 0          | 0     |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 0.06  |   | 12         | -1.06 |   | 1                              | 0.41  | 3          | 0.73  |
| 2. laagveengebied                                 | 14     | -0.25 |   | 16         | -0.36 | ↓ | 5                              | -0.56 | 10         | -0.31 |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 7      | 0.02  |   | 5          | -0.66 | ↓ | 7                              | -0.5  | 9          | -0.54 |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | -0.12 |   | 12         | -0.29 |   | 19                             | -0.31 | 29         | -0.71 |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | -0.14 |   | 24         | -0.13 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 0.23  |   | 8          | -0.39 | ↓ | 0                              | 0     | 1          | 0     |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.18 |   | 19         | -0.36 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | -0.05 |   | 8          | -0.07 |   | 1                              | -0.44 | 1          | -0.77 |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | -0.05 |   | 27         | -0.08 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 10. keileengebieden                               | 33     | -0.25 | ↓ | 35         | -0.29 | ↓ | 2                              | 0.18  | 1          | -3.51 |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -0.21 |   | 18         | -0.87 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | -0.29 | ↓ | 21         | -0.23 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -0.23 |   | 12         | -0.12 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -0.41 | ↓ | 20         | -0.5  | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | 0.05  |   | 1          | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| zandgebieden                                      | 164    | -0.19 | ↓ | 168        | -0.33 | ↓ | 3                              | -0.02 | 3          | -1.43 |
| Nederland totaal                                  | 251    | -0.17 | ↓ | 249        | -0.36 | ↓ | 37                             | -0.38 | 56         | -0.52 |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.12.C** Percentage waarnemingen van chroom boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.13 Nikkel

Figuur B.13.A

Het %OBS is duidelijk zeer hoog in het ondiepe grondwater voor het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen. Het %OBS is duidelijk hoog in het ondiepe grondwater van de Centrale Slenk. In het middeldiepe grondwater is het %OBS duidelijk (zeer) laag of niet onderscheidbaar voor alle ecodistrictgroepen.

Figuur B.13.B

Er komen hoge concentraties van nikkel voor in het ondiepe grondwater voor gras/maïs, akkerbouw, bos/natuur en bebouwd op zand. In het middeldiepe grondwater komen hoge gemiddelde concentraties voor in de groep gras/maïs op zand, maar het %OBS is in dit gebied lager dan 10%. Het %OBS is duidelijk zeer hoog in het ondiepe grondwater voor de groep akkerbouw op zand en duidelijk hoog voor de groepen gras/maïs op zand, bos/natuur op zand en bebouwd op antropogeen zand. In het middeldiepe grondwater is het %OBS duidelijk zeer laag, laag of niet onderscheidbaar.

Tabel B.13.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990 in beekdalcomplexen en meer dan 20% in de Centrale Slenk. In het middeldiepe grondwater zijn de verschillen in %OBS tussen 1990 en 2008 klein.

**Tabel B.13.A Verschil in het gewogen %OBS voor nikkel tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 4%              | 0%   | -4%      |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 8%          | 20%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 5%          | 0%   | -5%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 9%          | 9%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 10%         | 8%   | -3%      | 8%              | 8%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 14%         | 6%   | -8%      | 12%             | 3%   | -9%      |
| Centrale Slenk                    | 12 | 4%          | 26%  | 22%      | 12%             | 12%  | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 49%         | 59%  | 10%      | 18%             | 23%  | 5%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 51%         | 49%  | -3%      | 5%              | 5%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.13.B

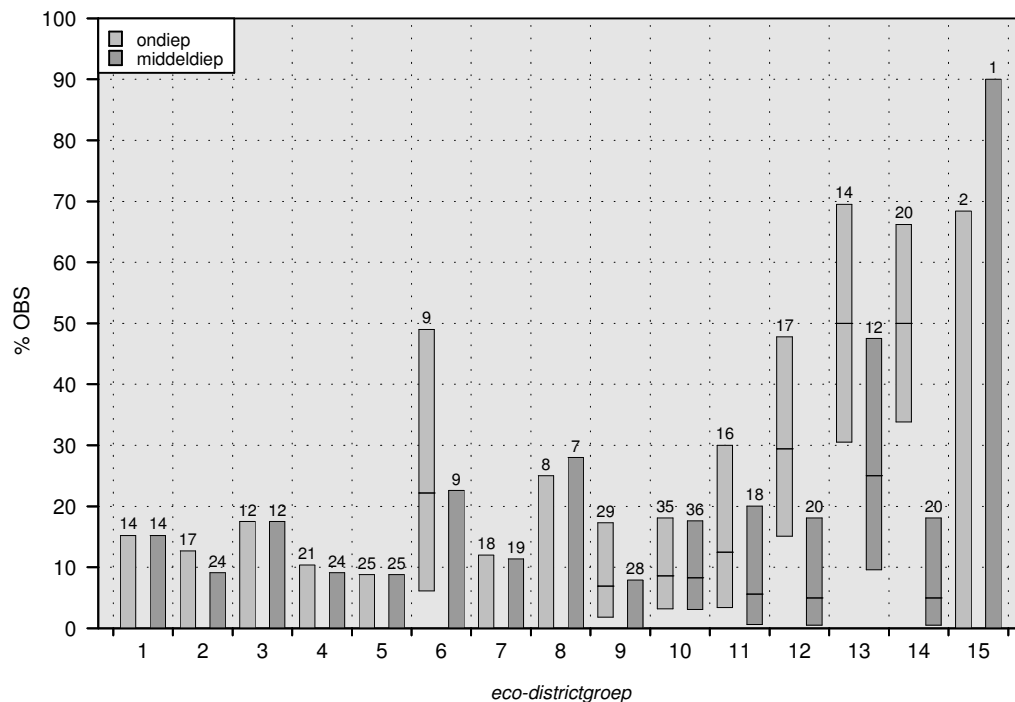
In het ondiepe en middeldiepe water zijn duidelijke stijgingen gevonden van de nikkelconcentratie. In het ondiepe grondwater voor het rivierengebied en Nederland als geheel en in het middeldiepe water voor gras/maïs op rivierklei en het rivierengebied. Dit patroon is hetzelfde voor water met een laag chloridegehalte, alleen is daar ook een stijging voor het zeekleigebied gevonden voor zowel ondiep als middeldiep water. In oud water en middeldiep water met een hoog chloridegehalte is alleen een duidelijke stijging te zien voor gras/maïs op veen.

Overeenkomsten Tabel B.13.A en Tabel B.13.B

Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de nikkelconcentratie aanwezig is.

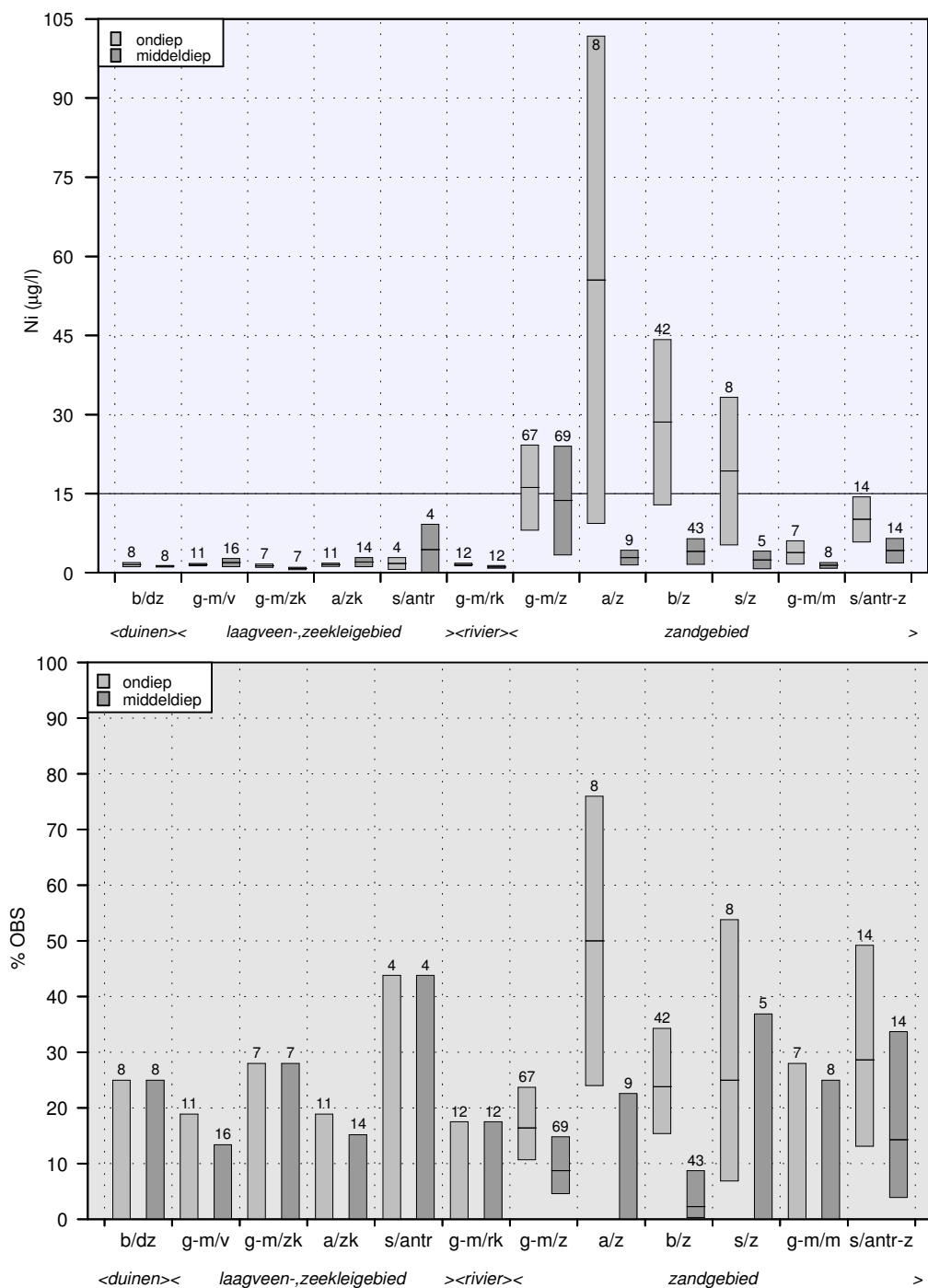
Figuur B.13.C

De %WBS tonen weinig verandering met de tijd. De grootste variatie is zichtbaar in de %WBS van de beekdalcomplexen. Uit Tabel B.13.B blijkt dat zowel voor het ondiepe als het middeldiepe grondwater van het rivierengebied een stijging wordt aangetoond. Doordat de concentraties onder de streefwaarde liggen is deze stijging niet zichtbaar in deze figuur.



Figuur B.13.A Nikkel in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor nikkel (15 µg/l).





Figuur B.13.B Nikkel in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor nikkel (15 µg/l).

**Tabel B.13.B Gemiddelde verandering van de concentratie van nikkel uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiepe en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

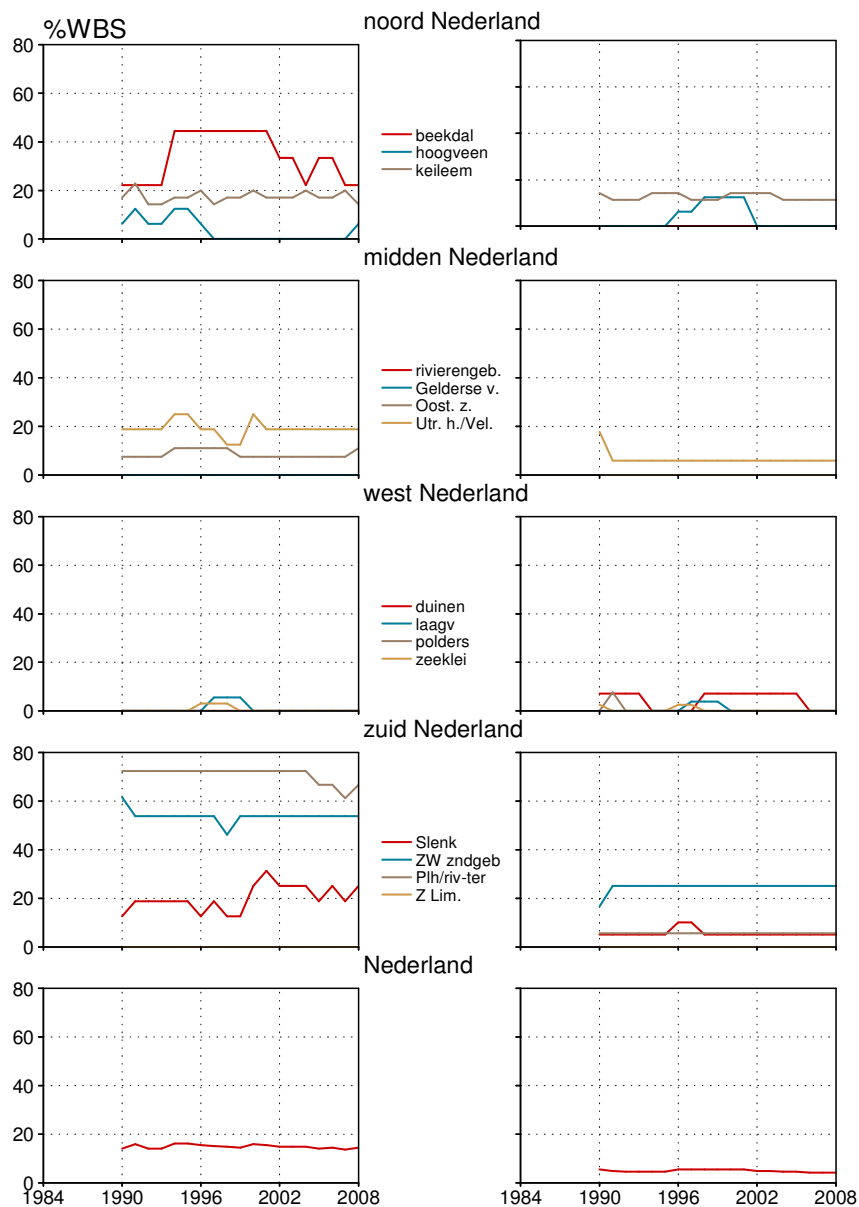
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |             |   | Grondwater van voor of na 1950 |             |            |             |
|---------------------------------------------------|--------|-------------|---|------------|-------------|---|--------------------------------|-------------|------------|-------------|
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ           |   | Jong                           | Δ           | Oud        | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | 0.16        |   | 9          | -0.02       |   | 12                             | 0.03        | 6          | 0.15        |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | 0.09        |   | 17         | 0.2         | ↑ | 10                             | -0.08       | 16         | <b>0.33</b> |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | 0.19        |   | 12         | -0.17       |   | 2                              | 0.28        | 20         | -0.02       |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18     | -0.02       |   | 25         | -0.18       | ↓ | 2                              | 0.73        | 41         | -0.15       |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | 0.29        | ↑ | 6          | 1.35        | ↑ | 5                              | 0.46        | 7          | 1.08        |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | 0.23        | ↑ | 11         | <b>0.2</b>  | ↑ | 10                             | <b>0.31</b> | 12         | 0.13        |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | 4.03        | ↑ | 70         | -4.82       | ↓ | 86                             | -0.96       | 49         | 0.32        |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 13.1        |   | 9          | 0.5         |   | 14                             | 7.84        | 3          | -0.15       |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 4.06        |   | 43         | 0.71        |   | 64                             | 2.63        | 14         | -0.28       |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 5.82        |   | 5          | 0.47        |   | 12                             | 4.07        | 1          | 0           |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | 0.77        |   | 9          | 0.24        |   | 5                              | 0.33        | 10         | 0.46        |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | -1.34       |   | 14         | -6.11       |   | 19                             | -5.93       | 6          | 1.25        |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 0.26        | ↑ | 15         | -0.3        |   | 19                             | 0.14        | 11         | -0.31       |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | 0.18        |   | 26         | 0.12        |   | 17                             | 0.2         | 25         | 0.13        |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -0.08       |   | 15         | -0.27       |   | 4                              | 0.46        | 24         | -0.31       |
| 4. zeekleigebieden                                | 34     | 0.12        | ↑ | 41         | 0.16        | ↑ | 8                              | <b>0.32</b> | 67         | 0.12        |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | <b>0.24</b> | ↑ | 24         | <b>0.26</b> | ↑ | 32                             | <b>0.25</b> | 16         | 0.24        |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -6.25       |   | 9          | 0.17        |   | 9                              | -6.25       | 9          | 0.17        |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.31       |   | 19         | 0.32        | ↑ | 16                             | -0.18       | 17         | -0.13       |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | 0.23        |   | 9          | 0.06        |   | 6                              | 0.24        | 13         | 0.11        |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | -0.77       | ↓ | 27         | 0.11        | ↑ | 38                             | -0.49       | 15         | 0.06        |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | 0.16        |   | 36         | 0.43        |   | 46                             | 0.14        | 25         | 0.6         |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 1.15        |   | 18         | -4.67       |   | 30                             | -1.87       | 2          | -3.16       |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 5.75        | ↑ | 21         | -0.47       |   | 17                             | 1.78        | 17         | 0.5         |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 16.4        |   | 12         | -9.6        |   | 17                             | 7           | 5          | 0.88        |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | 15.6        |   | 20         | -10         |   | 35                             | 3.26        | 3          | -1.37       |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | 0.67        |   | 1          | 0           |   | *                              | 0           | 2          | 0.39        |
| zandgebieden                                      | 167    | <b>3.53</b> |   | 171        | -2.24       | ↓ | 214                            | 0.64        | 106        | 0.18        |
| Nederland totaal                                  | 293    | <b>2.08</b> | ↑ | 309        | -1.21       | ↓ | 313                            | 0.92        | 261        | 0.17        |
| Cl < 150mg/l                                      |        |             |   |            |             |   |                                |             |            |             |
|                                                   | Ondiep |             |   | Middeldiep |             |   | Ondiep                         |             | Middeldiep |             |
|                                                   | n      | Δ           |   | n          | Δ           |   | n                              | Δ           | n          | Δ           |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | 0.2         |   | 6          | -0.18       |   | 1                              | -0.11       | 3          | <b>0.3</b>  |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | -0.03       |   | 11         | -0.05       |   | 3                              | 0.42        | 6          | <b>0.67</b> |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | 0.04        |   | 5          | 0.05        |   | 6                              | 0.34        | 7          | -0.33       |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | 0.23        | ↑ | 7          | 0.17        | ↑ | 11                             | -0.17       | 18         | -0.32       |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1      | 1.57        |   | 2          | 0.27        |   | 5                              | 0.04        | 4          | 1.9         |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11     | 0.23        | ↑ | 11         | <b>0.2</b>  | ↑ | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 7. gras/maïs op zand                              | 66     | 4.07        | ↑ | 69         | -4.89       | ↓ | 1                              | 1.31        | 1          | 0.1         |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | 13.1        |   | 9          | 0.5         |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 4.06        |   | 42         | 0.71        |   | 0                              | 0           | 1          | 0.84        |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | 5.82        |   | 5          | 0.47        |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | 0.88        |   | 8          | 0.27        |   | 1                              | 0           | 1          | 0           |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12     | -1.55       |   | 14         | -6.11       |   | 1                              | 1.17        | 0          | 0           |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 0.28        | ↑ | 12         | -0.45       |   | 1                              | -0.11       | 3          | <b>0.3</b>  |
| 2. laagveengebied                                 | 14     | 0.23        |   | 16         | 0           |   | 6                              | 0.08        | 10         | 0.31        |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | 0.07        |   | 5          | 0.04        |   | 7                              | -0.26       | 10         | -0.43       |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | <b>0.31</b> | ↑ | 12         | <b>0.17</b> | ↑ | 19                             | -0.02       | 29         | 0.16        |
| 5. rivierengebied                                 | 24     | <b>0.24</b> | ↑ | 24         | <b>0.26</b> | ↑ | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | -6.25       |   | 8          | 0.09        |   | 0                              | 0           | 1          | 0.84        |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | -0.31       |   | 19         | 0.32        | ↑ | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0.26        |   | 8          | 0.07        |   | 1                              | 0           | 1          | 0           |
| 9. Oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27     | -0.77       | ↓ | 27         | 0.11        | ↑ | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | 0.1         |   | 35         | 0.44        |   | 2                              | <b>1.24</b> | 1          | 0.1         |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | 1.15        |   | 18         | -4.67       |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 5.75        | ↑ | 21         | -0.47       |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | 16.4        |   | 12         | -9.6        |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | 15.6        |   | 20         | -10         |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | 0.67        |   | 1          | 0           |   | 0                              | 0           | 0          | 0           |
| zandgebieden                                      | 164    | <b>3.58</b> |   | 168        | -2.29       | ↓ | 3                              | 0.83        | 3          | 0.32        |
| Nederland totaal                                  | 252    | <b>2.4</b>  | ↑ | 249        | -1.53       | ↓ | 38                             | 0.02        | 57         | 0.1         |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.13.C** Percentage waarnemingen van nikkel boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.14 Cadmium

Figuur B.14.A

Het %OBS is duidelijk zeer hoog in het ondiepe grondwater van de Peelhorst en oude rivierterrassen en het %OBS is duidelijk hoog in het zuidwestelijke zandgebied. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in geen enkel ecodistrictgroep duidelijk hoog of zeer hoog.

Figuur B.14.B

Hoge concentraties van cadmium worden in het ondiepe grondwater gevonden voor de groepen akkerbouw, bos/natuur en bebouwd op zand. In het middeldiepe grondwater liggen de gemiddelde concentraties onder de streefwaarde. De spreiding in de gemiddelde concentraties van het middeldiepe grondwater onder bebouwd op antropogeen zand is groot waardoor de bovenlimiet van het 80%-betrouwbaarheidsinterval boven de streefwaarde uitkomt.

Het %OBS is duidelijk hoog in het ondiepe grondwater in de gebieden bos/natuur en bebouwd op zand. In het middeldiepe grondwater is het %OBS voor een drietal gebieden laag of zeer laag, maar voor de meesten groepen is het %OBS niet onderscheidbaar ten opzichte van 10% of 20%.

Tabel B.14.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 in het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen langs de Maas. Het %OBS is meer dan 10% hoger dan in 1990 in het ondiepe grondwater van de beekdalcomplexen en de Centrale Slenk. In het middeldiepe grondwater zijn de verschillen in het %OBS tussen 1990 en 2008 bijna overal 0%.

**Tabel B.14.A Verskil in het gewogen %OBS voor cadmium tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 4%   | 4%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 4%   | 4%       |
| rivierengebied                    | 5  | 4%          | 0%   | -4%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 8%          | 20%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 5%          | 0%   | -5%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 4%          | 0%   | -4%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileengebieden                   | 10 | 10%         | 8%   | -3%      | 5%              | 5%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 14%         | 9%   | -5%      | 9%              | 9%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 10%         | 22%  | 12%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 49%         | 35%  | -14%     | 14%             | 14%  | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 57%         | 37%  | -19%     | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.14.B

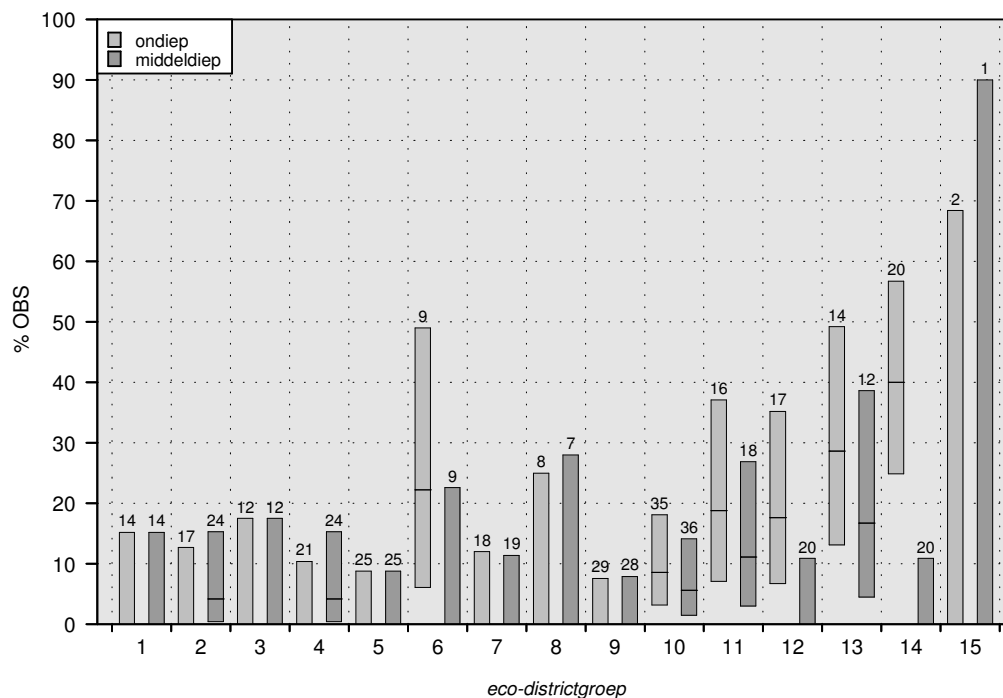
Voor cadmium worden geen duidelijke dalingen of stijgingen geconstateerd.

Overeenkomsten Tabel B.14.A en Tabel B.14.B

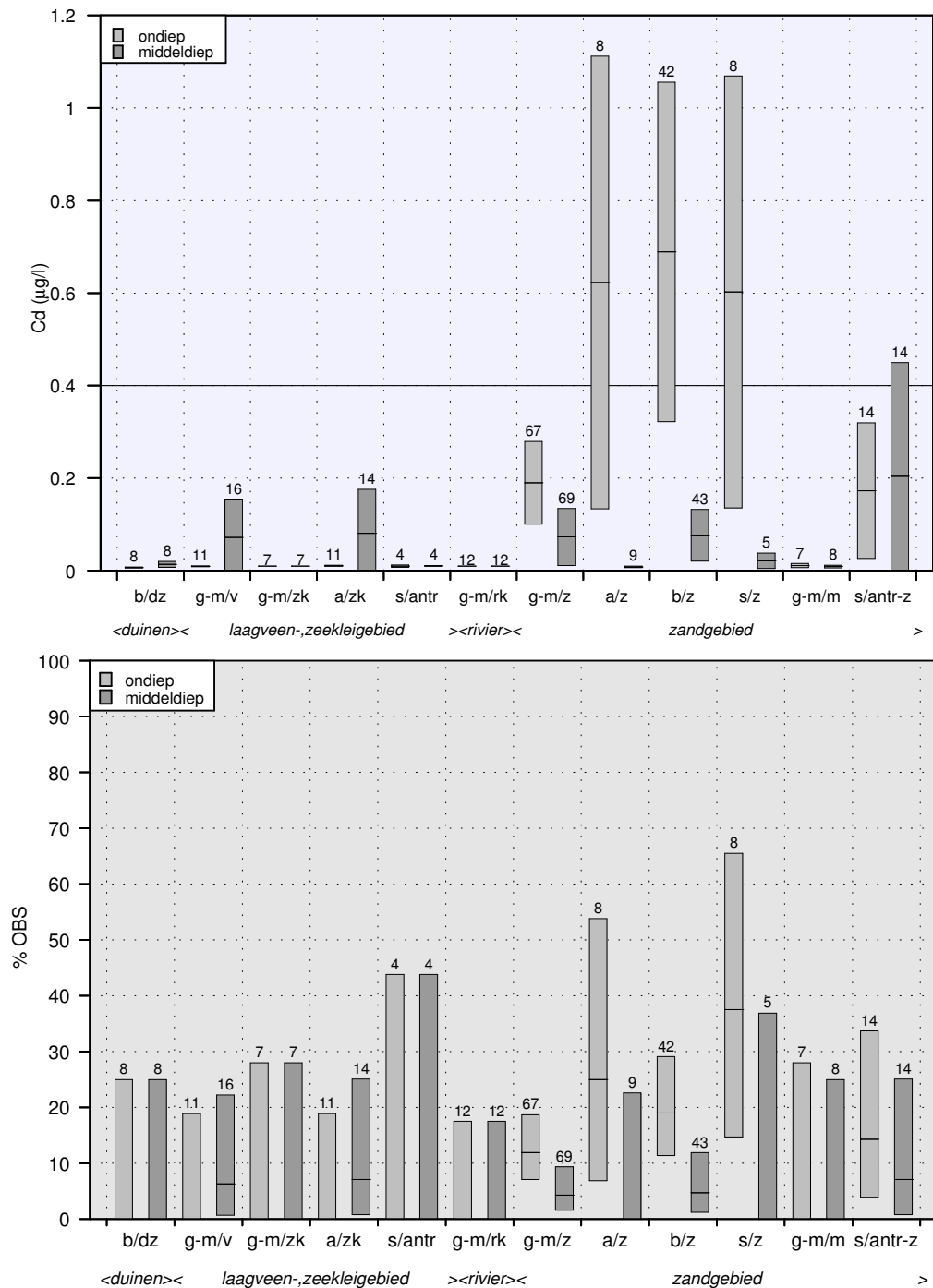
Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de cadmiumconcentratie aanwezig is.

Figuur B.14.C

In het ondiepe grondwater van de Peelhorst en oude rivierterrassen, het zuidwestelijke zandgebied en Nederland als geheel is een daling in het %WBS zichtbaar. Uit Tabel B.14.B blijkt echter dat er geen sprake is van een significante trend in de cadmiumconcentraties.



Figuur B.14.A Cadmium in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor cadmium (0,40 µg/l).



Figuur B.14.B Cadmium in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor cadmium (0,40 µg/l).

**Tabel B.14.B Gemiddelde verandering van de concentratie van cadmium uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

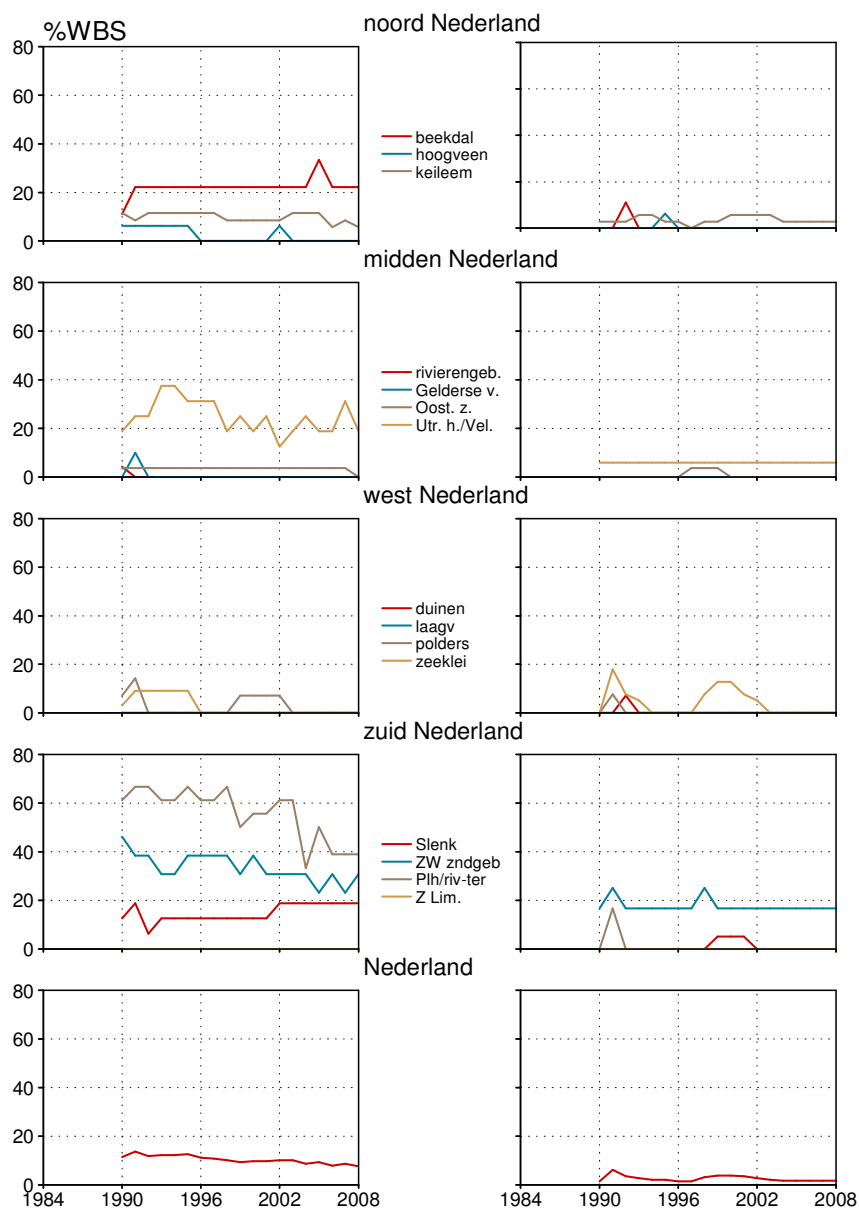
|                                                   | Ondiep       |       |   | Middeldiep |       |   | Grondwater van voor of na 1950 |       |            |       |
|---------------------------------------------------|--------------|-------|---|------------|-------|---|--------------------------------|-------|------------|-------|
|                                                   | n            | Δ     |   | n          | Δ     |   | Jong                           | Δ     | Oud        | Δ     |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9            | 0     |   | 9          | -0.01 |   | 12                             | 0     | 6          | -0.02 |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | 0     |   | 17         | -0.01 | ↓ | 10                             | 0     | 16         | -0.01 |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12           | 0     |   | 12         | 0     |   | 2                              | 0     | 20         | 0     |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18           | -0.02 | ↓ | 25         | 0     |   | 2                              | 0     | 41         | -0.01 |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6            | 0     |   | 6          | 0     |   | 5                              | 0     | 7          | 0     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11           | -0.17 |   | 11         | 0     |   | 10                             | 0     | 12         | -0.16 |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67           | -0.04 | ↓ | 70         | -0.03 | ↓ | 86                             | -0.06 | 49         | 0     |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | -0.16 |   | 9          | 0     |   | 14                             | -0.1  | 3          | 0     |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.1   | ↑ | 43         | 0.02  | ↑ | 64                             | 0.05  | 14         | 0     |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | 0.1   |   | 5          | 0     |   | 12                             | 0.06  | 1          | 0     |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | 0     |   | 9          | 0     |   | 5                              | 0     | 10         | 0     |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | 0.04  |   | 14         | 0.03  |   | 19                             | 0.01  | 6          | 0.11  |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15           | 0     |   | 15         | -0.01 |   | 19                             | 0     | 11         | -0.01 |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | 0     |   | 26         | -0.01 | ↓ | 17                             | 0     | 25         | -0.01 |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15           | -0.02 |   | 15         | 0     |   | 4                              | 0     | 24         | -0.01 |
| 4. zeekleigebieden                                | 34           | -0.03 | ↓ | 41         | 0     |   | 8                              | 0     | 67         | -0.02 |
| 5. rivierengebied                                 | 24           | -0.08 |   | 24         | 0     |   | 32                             | 0     | 16         | -0.12 |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 0.2   |   | 9          | 0     |   | 9                              | 0.2   | 9          | 0     |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -0.01 |   | 19         | 0     |   | 16                             | -0.01 | 17         | 0     |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | 0     |   | 9          | 0     |   | 6                              | 0     | 13         | 0     |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27           | -0.02 |   | 27         | -0.01 |   | 38                             | -0.02 | 15         | 0     |
| 10. keileemgebieden                               | 35           | 0.04  |   | 36         | -0.01 | ↓ | 46                             | 0.02  | 25         | 0     |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.05  |   | 18         | 0.03  |   | 30                             | 0.04  | 2          | 0     |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 0.33  |   | 21         | 0     |   | 17                             | 0.2   | 17         | 0.04  |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -0.09 | ↓ | 12         | -0.05 | ↓ | 17                             | -0.09 | 5          | 0     |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -0.35 | ↓ | 20         | 0     |   | 35                             | -0.2  | 3          | 0     |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -0.04 |   | 1          | 0     |   | *                              | 0     | 2          | 0     |
| zandgebieden                                      | 167          | 0.01  | ↑ | 171        | -0.01 | ↓ | 214                            | -0.01 | 106        | 0.01  |
| Nederland totaal                                  | 293          | -0.01 | ↓ | 309        | 0     |   | 313                            | -0.01 | 261        | -0.02 |
|                                                   |              |       |   |            |       |   |                                |       |            |       |
|                                                   | Cl < 150mg/l |       |   | Middeldiep |       |   | Cl > 150 mg/l                  |       | Middeldiep |       |
|                                                   | n            | Δ     |   | n          | Δ     |   | Ondiep                         | Δ     | n          | Δ     |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | 0     |   | 6          | 0     |   | 1                              | 0     | 3          | -0.04 |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | 0     |   | 11         | 0     |   | 3                              | 0     | 6          | -0.02 |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | 0     |   | 5          | 0     |   | 6                              | 0     | 7          | 0     |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | 0     |   | 7          | 0     |   | 11                             | -0.03 | 18         | 0     |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1            | 0     |   | 2          | 0     |   | 5                              | 0     | 4          | 0     |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11           | -0.17 |   | 11         | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 7. gras/maïs op zand                              | 66           | -0.04 | ↓ | 69         | -0.03 | ↓ | 1                              | 0     | 1          | 0     |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | -0.16 |   | 9          | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | 0.1   | ↑ | 42         | 0.02  | ↑ | 0                              | 0     | 1          | 0     |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | 0.1   |   | 5          | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | 0     |   | 8          | 0     |   | 1                              | 0     | 1          | 0     |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12           | 0.04  |   | 14         | 0.03  |   | 1                              | 0     | 0          | 0     |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 0     |   | 12         | 0     |   | 1                              | 0     | 3          | -0.04 |
| 2. laagveengebied                                 | 14           | 0     |   | 16         | 0     |   | 6                              | 0     | 10         | -0.01 |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | 0     |   | 5          | 0     |   | 7                              | -0.04 | 10         | 0     |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | 0     |   | 12         | 0     |   | 19                             | -0.06 | 29         | 0     |
| 5. rivierengebied                                 | 24           | -0.08 |   | 24         | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 0.2   |   | 8          | 0     |   | 0                              | 0     | 1          | 0     |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | -0.01 |   | 19         | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | 0     |   | 8          | 0     |   | 1                              | 0     | 1          | 0     |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27           | -0.02 |   | 27         | -0.01 |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | 0.04  |   | 35         | -0.01 | ↓ | 2                              | 0     | 1          | 0     |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.05  |   | 18         | 0.03  |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 0.33  |   | 21         | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -0.09 | ↓ | 12         | -0.05 | ↓ | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -0.35 | ↓ | 20         | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -0.04 |   | 1          | 0     |   | 0                              | 0     | 0          | 0     |
| zandgebieden                                      | 164          | 0.01  | ↑ | 168        | -0.01 | ↓ | 3                              | 0     | 3          | 0     |
| Nederland totaal                                  | 252          | 0     |   | 249        | 0     |   | 38                             | -0.04 | 57         | -0.01 |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)  
 vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008  
 - : geen waarneming  
 Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling  
 geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.14.C** Percentage waarnemingen van cadmium boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.



## B.15 Zink

Figuur B.15.A

Het %OBS is duidelijk hoog in het ondiepe grondwater van de Peelhorst en oude rivierterrassen en in het zuidwestelijke zandgebied. In het middeldiepe grondwater is het %OBS in geen enkel ecodistrictgroep duidelijk hoog of zeer hoog.

Figuur B.15.B

Hoge concentraties zink in het ondiepe grondwater komen voor in de gebieden bebouwd op veen/zeeklei, akkerbouw en bos/natuur op zand en bebouwd op antropogeen zand. In het middeldiepe grondwater komen hoge concentraties alleen voor in de groep bebouwd op veen/zeeklei. Het %OBS is duidelijk hoog in het ondiepe grondwater voor de groep bos/natuur op zand.

Tabel B.15.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990 in laagveengebieden en de Centrale Slenk. Het %OBS is in 2008 meer dan 10% lager dan in 1990 in het zuidwestelijke zandgebied en de Peelhorst en oude rivierterrassen. In het middeldiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990 in de Centrale Slenk en meer dan 10% lager in de keileengebieden.

**Tabel B.15.A Verschil in het gewogen %OBS voor zink tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 12%  | 12%      | 4%              | 5%   | 1%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 7%          | 0%   | -7%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 4%   | 4%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 8%          | 8%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| hoogveengebied                    | 7  | 0%          | 3%   | 3%       | 5%              | 3%   | -2%      |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileengebieden                   | 10 | 12%         | 2%   | -10%     | 13%             | 0%   | -13%     |
| Utrechtse Heuvelrug en Veluwe     | 11 | 3%          | 3%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 4%          | 15%  | 12%      | 0%              | 12%  | 12%      |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 53%         | 39%  | -14%     | 31%             | 23%  | -9%      |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 35%         | 22%  | -12%     | 5%              | 8%   | 3%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.15.B

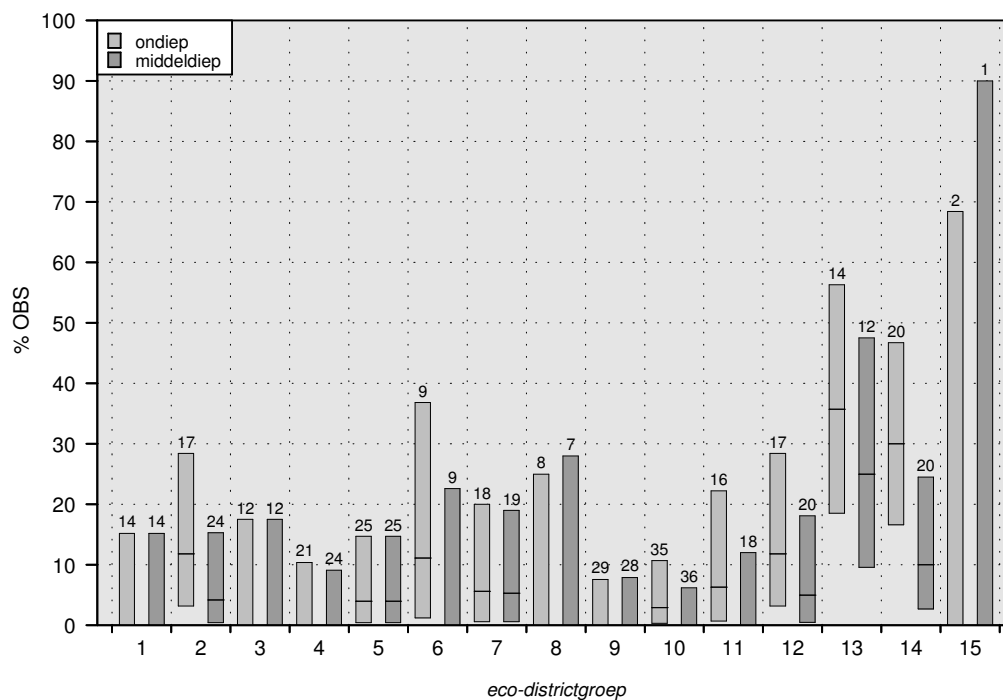
Voor zink wordt er een duidelijke daling in de concentratie van het ondiepe grondwater gevonden voor gras/maïs op zand; deze daling is ook zichtbaar in het ondiepe water met een laag chloridegehalte.

Overeenkomsten Tabel B.15.A en Tabel B.15.B

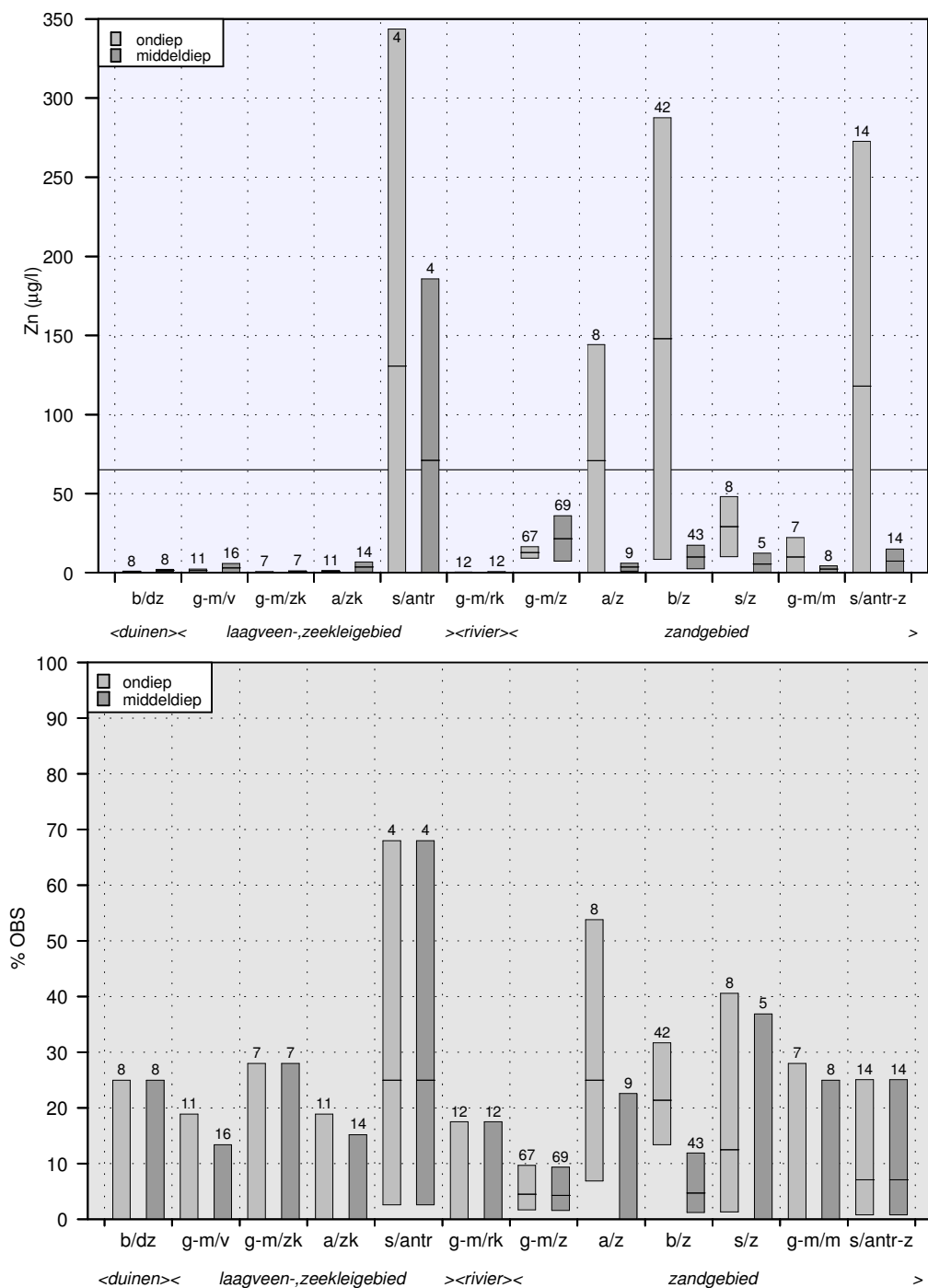
Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan in 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de zinkconcentratie aanwezig is.

Figuur B.15.C

Zowel voor het ondiepe als het middeldiepe grondwater stijgen de tijdreeksen van het keileemgebied. Voor de overige gebieden is de verandering in de tijdreeksen minder duidelijk.



Figuur B.15.A Zink in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor zink (65 µg/l).



Figuur B.15.B Zink in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor zink (65  $\mu\text{g/l}$ ).

**Tabel B.15.B Gemiddelde verandering van de concentratie van zink uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

|                                                   | Ondiep |        |   | Middeldiep |        |   | Jong          |        |   | Oud        |       |   |
|---------------------------------------------------|--------|--------|---|------------|--------|---|---------------|--------|---|------------|-------|---|
|                                                   | n      | Δ      |   | n          | Δ      |   | n             | Δ      |   | n          | Δ     |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9      | 0      |   | 9          | -0.16  | ↓ | 12            | -0.12  |   | 6          | 0     |   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12     | 0.11   |   | 17         | -3.16  |   | 10            | -5.14  |   | 16         | -0.07 |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12     | 0.93   |   | 12         | 0.24   |   | 2             | 0      |   | 20         | 0.77  |   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 19     | -0.47  |   | 25         | -0.02  |   | 2             | 0      |   | 41         | -0.34 |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6      | 47     | ↑ | 6          | 28.6   |   | 5             | 90.7   |   | 7          | 0     |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0      |   | 12         | 0      |   | 10            | 0      |   | 12         | 0     |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 68     | -13.01 | ↓ | 71         | -7.39  |   | 86            | -15.05 |   | 49         | -2.34 | ↓ |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -62    |   | 9          | -1.51  |   | 14            | -36.4  |   | 3          | 0     |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 41.5   |   | 43         | 0.48   | ↑ | 64            | 29.1   |   | 14         | 0     |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -20.5  |   | 5          | 0.8    |   | 12            | -13.3  |   | 1          | 0     |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8      | 3.52   |   | 9          | -10.1  |   | 5             | 0      |   | 10         | -6.6  |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13     | 66     |   | 14         | 2.21   |   | 19            | 1.79   |   | 6          | 146   |   |
|                                                   |        |        |   |            |        |   |               |        |   |            |       |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15     | 0      |   | 15         | -0.1   |   | 19            | -0.08  |   | 11         | 0     |   |
| 2. laagveengebied                                 | 20     | 40.6   | ↑ | 26         | 4.62   |   | 17            | 54.8   | ↑ | 25         | 0.05  |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15     | -17.5  |   | 15         | -0.23  |   | 4             | -66.7  |   | 24         | 0.07  |   |
| 4. zeekleigebieden                                | 35     | 0.22   |   | 41         | 0.22   |   | 8             | 0      |   | 67         | 0.18  |   |
| 5. rivierengebied                                 | 25     | 0.04   |   | 25         | 4.71   |   | 32            | 0.03   |   | 16         | 7.36  |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 1.95   |   | 9          | 1.94   |   | 9             | 3.88   |   | 9          | 0     |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 2.03   |   | 19         | -1.77  |   | 16            | -1.29  |   | 17         | -5.38 |   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10     | 0      |   | 9          | -5.53  |   | 6             | 0      |   | 13         | -3.83 | ↓ |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28     | -0.75  |   | 28         | -0.32  |   | 38            | -0.58  |   | 15         | -0.52 | ↓ |
| 10. keileemgebieden                               | 35     | -17.2  | ↓ | 36         | -45.8  |   | 46            | -14.67 | ↓ | 25         | -63.1 | ↓ |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -1.75  |   | 18         | -0.88  | ↓ | 30            | -1.14  |   | 2          | 0     |   |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 162    |   | 21         | 3.32   |   | 17            | 119    |   | 17         | 52.4  |   |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -11.2  |   | 12         | -31.6  | ↓ | 17            | -24.8  |   | 5          | 5.63  |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -49.4  | ↓ | 20         | 1.53   |   | 35            | -27.4  | ↓ | 3          | 0     |   |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -23    | ↓ | 1          | 0      |   | *             | 0      |   | 2          | -17.9 | ↓ |
| zandgebieden                                      | 168    | 7      | ↑ | 172        | -11.74 | ↓ | 214           | -0.37  | ↓ | 106        | -7.6  | ↓ |
| Nederland totaal                                  | 296    | 5.45   | ↑ | 311        | -5.84  | ↓ | 313           | 3.1    | ↑ | 261        | -4.1  |   |
|                                                   |        |        |   |            |        |   |               |        |   |            |       |   |
| Cl < 150mg/l                                      |        |        |   |            |        |   |               |        |   |            |       |   |
|                                                   | Ondiep |        |   | Middeldiep |        |   | Cl > 150 mg/l |        |   | Middeldiep |       |   |
|                                                   | n      | Δ      |   | n          | Δ      |   | n             | Δ      |   | n          | Δ     |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8      | 0      |   | 6          | -0.24  |   | 1             | 0      |   | 3          | 0     |   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9      | 0.14   |   | 11         | -4.67  | ↓ | 3             | 0      |   | 6          | -0.4  |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6      | 0      |   | 5          | 0      |   | 6             | 1.86   |   | 7          | 0.41  |   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7      | 0      |   | 8          | -0.26  |   | 12            | -0.74  |   | 17         | 0.09  |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1      | 282.07 |   | 2          | 85.8   |   | 5             | 0      |   | 4          | 0     |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 12     | 0      |   | 12         | 0      |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67     | -13.2  | ↓ | 70         | -7.49  |   | 1             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8      | -62    |   | 9          | -1.51  |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43     | 41.5   |   | 42         | 0.5    | ↑ | 0             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8      | -20.5  |   | 5          | 0.8    |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7      | 4.02   |   | 8          | -11.4  |   | 1             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12     | 71.6   |   | 14         | 2.21   |   | 1             | 0      |   | 0          | 0     |   |
|                                                   |        |        |   |            |        |   |               |        |   |            |       |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14     | 0      |   | 12         | -0.12  |   | 1             | 0      |   | 3          | 0     |   |
| 2. laagveengebied                                 | 14     | 58.1   | ↑ | 16         | 7.5    |   | 6             | 0      |   | 10         | 0     |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8      | -33.4  |   | 5          | 0      |   | 7             | 0.53   |   | 10         | -0.34 |   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15     | 0.15   |   | 13         | -0.16  |   | 20            | 0.26   |   | 28         | 0.39  |   |
| 5. rivierengebied                                 | 25     | 0.04   |   | 25         | 4.71   |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9      | 1.95   |   | 8          | 2.18   |   | 0             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18     | 2.03   |   | 19         | -1.77  |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9      | 0      |   | 8          | -6.23  |   | 1             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 28     | -0.75  |   | 28         | -0.32  |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 10. keileemgebieden                               | 33     | -18.2  | ↓ | 35         | -47.1  |   | 2             | 0      |   | 1          | 0     |   |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16     | -1.75  |   | 18         | -0.88  | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 12. Centrale Slenk                                | 18     | 162    |   | 21         | 3.32   |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14     | -11.2  |   | 12         | -31.6  | ↓ | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20     | -49.4  | ↓ | 20         | 1.53   |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3      | -23    | ↓ | 1          | 0      |   | 0             | 0      |   | 0          | 0     |   |
| zandgebieden                                      | 165    | 7.1    | ↑ | 169        | -11.95 | ↓ | 3             | 0      |   | 3          | 0     |   |
| Nederland totaal                                  | 254    | 6.14   | ↑ | 252        | -7.4   | ↓ | 39            | -0.15  |   | 56         | -0.63 |   |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)

vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008

- : geen waarneming

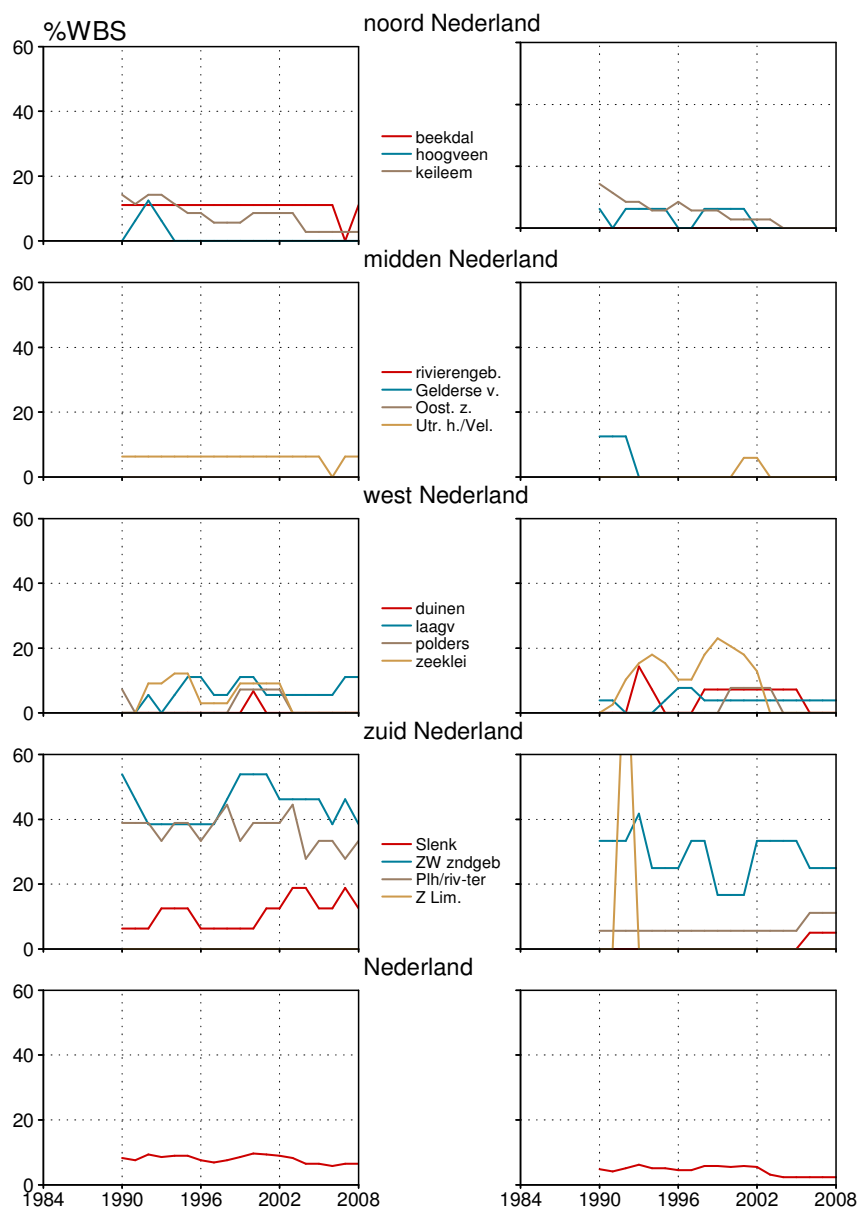
Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling

geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.15.C** Percentage waarnemingen van zink boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## B.16 Koper

Figuur B.16.A

Het %OBS is voor geen enkele groep duidelijk zeer hoog of duidelijk hoog.

Figuur B.16.B

De gemiddelde concentraties liggen zowel voor het ondiepe als het diepe grondwater onder de streefwaarde. Het %OBS is voor geen van de groepen duidelijk zeer hoog of duidelijk hoog.

Tabel B.16.A

In het ondiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger dan in 1990 in het hoogveengebied. In het middeldiepe water is het %OBS in 2008 meer dan 20% hoger dan in 1990 in de beekdalcomplexen.

**Tabel B.16.A Verschil in het gewogen %OBS voor koper tussen 1990 en 2008.**

| ecodistrictgroep                  | nr | %OBS ondiep |      |          | %OBS middeldiep |      |          |
|-----------------------------------|----|-------------|------|----------|-----------------|------|----------|
|                                   |    | 1990        | 2008 | verschil | 1990            | 2008 | verschil |
| duinen en strandwallen            | 1  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| laagveengebied                    | 2  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 4%   | 4%       |
| polders en droogmakerijen         | 3  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zeekleigebieden                   | 4  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| rivierengebied                    | 5  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| beekdalcomplexen                  | 6  | 0%          | 8%   | 8%       | 0%              | 28%  | 28%      |
| hoogveengebied                    | 7  | 0%          | 11%  | 11%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Gelderse Vallei en Veluwezoom     | 8  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| oostelijk dekzandgebied           | 9  | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| keileemgebieden                   | 10 | 9%          | 3%   | -6%      | 0%              | 0%   | 0%       |
| Utrechtse Heuvelrug en Vel        | 11 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Centrale Slenk                    | 12 | 0%          | 4%   | 4%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| zuidwestelijk zandgebied          | 13 | 14%         | 4%   | -10%     | 5%              | 5%   | 0%       |
| Peelhorst en oude rivierterrassen | 14 | 14%         | 17%  | 3%       | 0%              | 0%   | 0%       |
| Krijt- en lössgebied              | 15 | 0%          | 0%   | 0%       | 0%              | 0%   | 0%       |

Tabel B.16.B

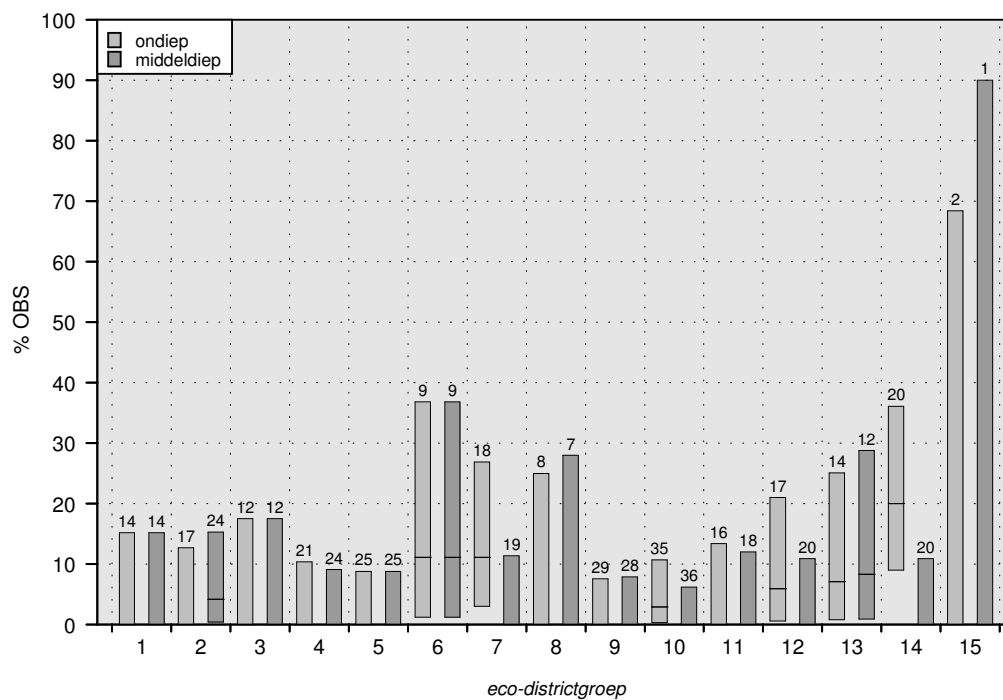
Alleen in het middeldiepe grondwater worden duidelijke dalingen aangetroffen in de koperconcentratie. Dit is bij gras/maïs op zand en in het zuidwestelijke zandgebied. Wanneer naar water met een laag chloridegehalte wordt gekeken, dan zijn deze dalingen ook gevonden in het middeldiepe water voor bebouwd op zand en in de zandgebieden en Nederland als geheel.

Overeenkomsten Tabel B.16.A en Tabel B.16.B

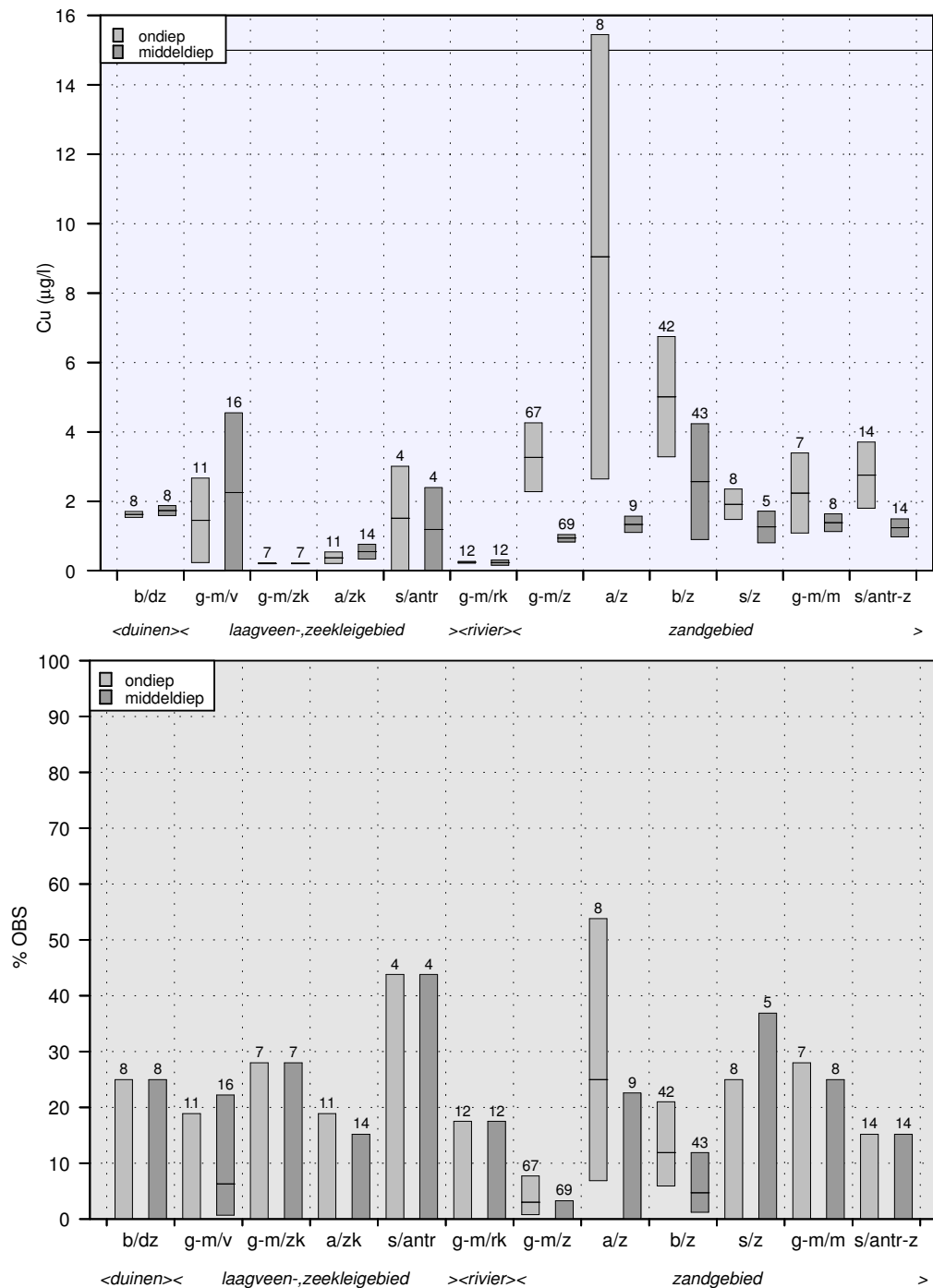
Er zijn geen gebieden waar het %OBS in 2008 meer dan 10% hoger respectievelijk lager is dan 1990 én waar tevens een duidelijke stijging respectievelijk daling in de koperconcentratie aanwezig is.

Figuur B.16.C

Er zijn geen duidelijke stijgingen of dalingen in %WBS. De significante trend (Tabel B.16.B) voor het middeldiepe grondwater van het zuidwestelijke zandgebied is niet zichtbaar in deze tijdreeks. Blijkbaar blijft het %WBS in dit gebied hetzelfde, maar dalen de gemiddelde concentraties wel significant.



Figuur B.16.A Koper in het grondwater in het jaar 2008 per ecodistrictgroep; 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor koper (15 µg/l).



Figuur B.16.B Koper in het grondwater in het jaar 2008 per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio. Boven: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor de gemiddelde concentratie. Onder: 80%-betrouwbaarheidsintervallen voor het percentage oppervlakte boven de streefwaarde voor koper (15 µg/l).



**Tabel B.16.B Gemiddelde verandering van de concentratie van koper uitgedrukt in µg/l in tien jaar in ondiep en middeldiep grondwater, zoet en zout grondwater en in jong en oud grondwater (jong: tritiumcode T1, oud: tritiumcode T2) in de periode 1990-2008.**

| Grondwater van voor of na 1950                    |              |       |            |       |               |       |            |       |       |       |        |   |
|---------------------------------------------------|--------------|-------|------------|-------|---------------|-------|------------|-------|-------|-------|--------|---|
|                                                   | Ondiep       |       | Middeldiep |       | Jong          |       | Oud        |       |       |       |        |   |
|                                                   | n            | Δ     | n          | Δ     | n             | Δ     | n          | Δ     |       |       |        |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 9            | 0.05  | 9          | 0.05  | 12            | 0.04  | 6          | 0.08  |       |       |        |   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 12           | 0.41  | 17         | 0.83  | 10            | -0.09 | 16         | 1.24  |       |       |        |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 12           | -0.19 | 12         | -0.13 | 2             | 0     | 20         | -0.15 |       |       |        |   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 18           | -0.13 | 25         | -0.12 | 2             | 0     | 41         | -0.13 |       |       |        |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 6            | -0.15 | 6          | 0.16  | 5             | 0.06  | 7          | -0.02 |       |       |        |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11           | 0     | 11         | 0     | 10            | 0.01  | 12         | -0.01 | ↓     |       |        |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 67           | -4.24 | ↓          | 70    | -0.13         | ↓     | 86         | -0.5  | ↓     | 49    | -5.1   | ↓ |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 2.33  |            | 9     | -0.02         |       | 14         | 1.32  |       | 3     | 0      |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | -0.04 | ↓          | 43    | 0.48          | ↑     | 64         | 0.07  | ↑     | 14    | 1.99   |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.15 | ↓          | 5     | 0             |       | 12         | -0.1  | ↓     | 1     | 0      |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 8            | 0.34  |            | 9     | -0.01         |       | 5          | 0.52  |       | 10    | 0.01   |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 13           | 0.46  |            | 14    | -0.17         | ↓     | 19         | 0.26  |       | 6     | -0.22  |   |
|                                                   |              |       |            |       |               |       |            |       |       |       |        |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 15           | 0.46  |            | 15    | -0.31         |       | 19         | 0.35  |       | 11    | -0.41  |   |
| 2. laagveengebied                                 | 20           | 0.3   |            | 26    | 0.54          |       | 17         | 0.11  |       | 25    | 0.72   |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 15           | -0.01 |            | 15    | -0.2          | ↓     | 4          | 0.01  |       | 24    | -0.1   | ↓ |
| 4. zeekleigebieden                                | 34           | -0.19 |            | 41    | 0             |       | 8          | -0.31 |       | 67    | -0.06  |   |
| 5. rivierengebied                                 | 24           | 0     |            | 24    | -0.02         |       | 32         | 0     |       | 16    | -0.04  |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 0.78  |            | 9     | 3.26          |       | 9          | 0.78  |       | 9     | 3.26   |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | 1.75  |            | 19    | 0.07          |       | 16         | 1.99  |       | 17    | 0.08   |   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 10           | 0     |            | 9     | 0             |       | 6          | 0     |       | 13    | 0      |   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27           | 0.12  |            | 27    | -0.02         | ↓     | 38         | 0.08  |       | 15    | -0.02  | ↓ |
| 10. keileemgebieden                               | 35           | -7.72 | ↓          | 36    | -0.25         |       | 46         | -0.6  | ↓     | 25    | -10.06 | ↓ |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.46  |            | 18    | -0.14         | ↓     | 30         | 0.16  | ↑     | 2     | 0      |   |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 1     |            | 21    | -0.17         | ↓     | 17         | 0.82  |       | 17    | -0.15  | ↓ |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -0.98 | ↓          | 12    | -0.35         | ↓     | 17         | -0.02 | ↓     | 5     | -0.19  |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -1.46 |            | 20    | 0.02          |       | 35         | -0.82 | ↓     | 3     | -0.03  | ↓ |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -0.46 |            | 1     | 0             |       | *          | 0     |       | 2     | -0.12  |   |
| zandgebieden                                      | 167          | -1.47 | ↓          | 171   | 0.07          | ↑     | 214        | 0.02  | ↑     | 106   | -2.12  | ↓ |
| Nederland totaal                                  | 293          | -0.84 | ↓          | 309   | 0.06          | ↑     | 313        | 0.05  | ↑     | 261   | -1.51  | ↓ |
|                                                   |              |       |            |       |               |       |            |       |       |       |        |   |
|                                                   | Cl < 150mg/l |       | Middeldiep |       | Cl > 150 mg/l |       | Middeldiep |       |       |       |        |   |
|                                                   | n            | Δ     | n          | Δ     | n             | Δ     | n          | Δ     |       |       |        |   |
| 1. bos/natuur op duinzand                         | 8            | 0     | 6          | -0.02 | ↓             | 1     | 0.43       | 3     | 0.2   |       |        |   |
| 2. gras/maïs op veen                              | 9            | 0     | 11         | -0.1  |               | 3     | 1.65       | 6     | 2.52  |       |        |   |
| 3. gras/maïs op zeeklei                           | 6            | -0.7  | 5          | -0.04 |               | 6     | 0.32       | 7     | -0.2  |       |        |   |
| 4. akkerbouw op zeeklei                           | 7            | -0.33 | 7          | -0.04 |               | 11    | 0          | 18    | -0.16 |       |        |   |
| 5. bebouwd op veen/zeeklei                        | 1            | 0     | 2          | 0.57  |               | 5     | -0.17      | 4     | -0.04 |       |        |   |
| 6. gras/maïs op rivierklei                        | 11           | 0     | 11         | 0     |               | 0     | 0          | 0     | 0     |       |        |   |
| 7. gras/maïs op zand                              | 66           | -4.3  | ↓          | 69    | -0.13         | ↓     | 1          | 0     | 1     | 0     |        |   |
| 8. akkerbouw op zand                              | 8            | 2.33  |            | 9     | -0.02         |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 9. bos/natuur op zand                             | 43           | -0.04 | ↓          | 42    | -0.21         | ↓     | 0          | 0     | 1     | 29.37 |        |   |
| 10. bebouwd op zand                               | 8            | -0.15 | ↓          | 5     | 0             |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 11. gras/maïs op moerig grond                     | 7            | 0.39  |            | 8     | -0.01         |       | 1          | 0     | 1     | 0     |        |   |
| 12. bebouwd op antropogeen zand                   | 12           | 0.5   |            | 14    | -0.17         | ↓     | 1          | 0     | 0     | 0     |        |   |
|                                                   |              |       |            |       |               |       |            |       |       |       |        |   |
| 1. duinen en strandwallen                         | 14           | 0.46  |            | 12    | -0.44         | ↓     | 1          | 0.43  | 3     | 0.2   |        |   |
| 2. laagveengebied                                 | 14           | 0     |            | 16    | 0             |       | 6          | 0.99  | 10    | 1.4   |        |   |
| 3. polders en droogmakerijen                      | 8            | 0     |            | 5     | 0             |       | 7          | -0.03 | 10    | -0.3  | ↓      |   |
| 4. zeekleigebieden                                | 15           | -0.44 | ↓          | 12    | -0.22         |       | 19         | 0     | 29    | 0.1   |        |   |
| 5. rivierengebied                                 | 24           | 0     |            | 24    | -0.02         |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 6. beekdalcomplexen                               | 9            | 0.78  |            | 8     | 0             |       | 0          | 0     | 1     | 29.37 |        |   |
| 7. hoogveengebied                                 | 18           | 1.75  |            | 19    | 0.07          |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 8. Gelderse Vallei en Veluwezoom                  | 9            | 0     |            | 8     | 0             |       | 1          | 0     | 1     | 0     |        |   |
| 9. oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuww. | 27           | 0.12  |            | 27    | -0.02         | ↓     | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 10. keileemgebieden                               | 33           | -8.19 | ↓          | 35    | -0.26         |       | 2          | 0     | 1     | 0     |        |   |
| 11. Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                 | 16           | 0.46  |            | 18    | -0.14         | ↓     | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 12. Centrale Slenk                                | 18           | 1     |            | 21    | -0.17         | ↓     | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 13. zuidwestelijk zandgebied                      | 14           | -0.98 | ↓          | 12    | -0.35         | ↓     | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 14. Peelhorst en oude rivierterrassen             | 20           | -1.46 |            | 20    | 0.02          |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| 15. Krijt- en lössgebied                          | 3            | -0.46 |            | 1     | 0             |       | 0          | 0     | 0     | 0     |        |   |
| zandgebieden                                      | 164          | -1.5  | ↓          | 168   | -0.11         | ↓     | 3          | 0     | 3     | 9.79  |        |   |
| Nederland totaal                                  | 252          | -0.99 | ↓          | 249   | -0.11         | ↓     | 38         | 0.11  | 57    | 0.77  |        |   |

↑↓ : duidelijke lineaire samenhang met de tijd (positieve/negatieve correlatie)

vet : duidelijke gemiddelde verandering tussen 1990 en 2008

- : geen waarneming

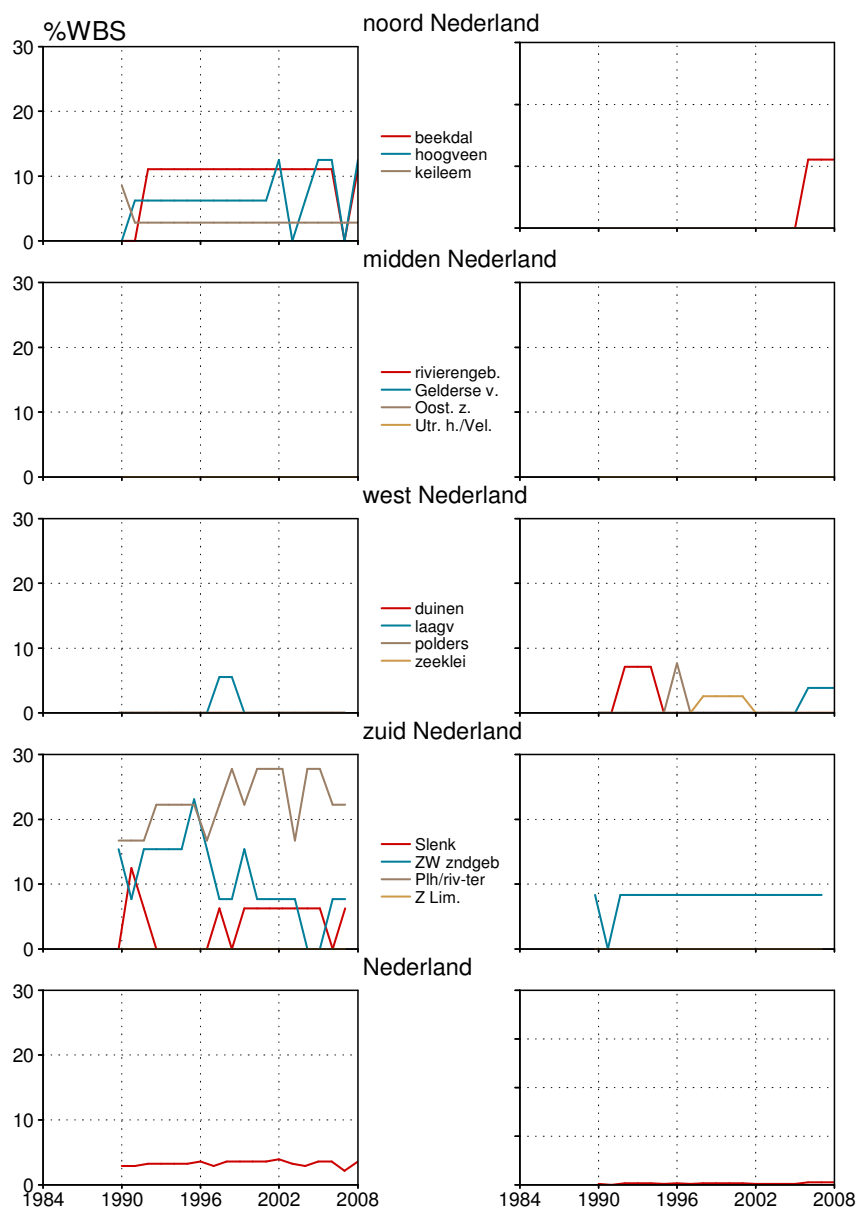
Δ : gemiddelde verandering

groen: duidelijke daling

geel: duidelijke stijging

## Ondiep

## Middeldiep



**Figuur B.16.C** Percentage waarnemingen van koper boven de streefwaarde per jaar in het ondiepe en middeldiepe grondwater in Noord-, Midden-, West- en Zuid-Nederland.

## **Bijlage C**

## **C Representativiteit van de indeling in ecodistrictgroepen en combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's**

### **C.1 Inleiding**

De meetpunten zijn ingedeeld naar gebieden. Hiervoor zijn kaarten van ecodistrictgroepen en ecoregio's gebruikt. De basis van de ecodistrictgroepen zijn de ecodistricten. Ecodistricten zijn gebieden die ruimtelijk homogeen zijn voor wat geologische, geomorfologische en mesoklimatologische kenmerken en kenmerken van de diepe grondwaterstromen (zie ecodistricten in Klijn, 1988). De ecoregio's zijn gekozen als hoogste schaalniveau waarop een indeling binnen Nederland nog zinvol is. De ecodistrictgroepen en ecoregio's zijn niet homogeen wat grondsoort en grondgebruik betreft. Een steekproef is representatief als alle waarnemingen dezelfde kans hebben om in de steekproef te worden vertegenwoordigd. De steekproef moet zogenoemde aselekt worden samengesteld. De representativiteit is voor ecodistrictgroepen en combinaties van grondsoort, grondgebruik en ecoregio's nagegaan.

### **C.2 Ecodistrictgroepen**

De representativiteit van de waarnemingen per ecodistrictgroep is onderzocht door:

- de verdeling van waarnemingen over de hoofdvormen van grondgebruik (natuur, landbouw en bebouwd) te vergelijken met de verdeling van het grondgebruik in LGN5;
- de verdeling van waarnemingen over de ecodistrictgroepen te vergelijken met de verdeling van oppervlakten over de bijbehorende groepen.

Het aantal en het percentage waarnemingen per ecodistrictgroep en het percentage oppervlakte ten opzichte van Nederland zijn samengevat in Tabel C.2.A. Uit de tabel blijkt dat de verdeling van de percentages waarnemingen netjes met de verdeling van percentages oppervlakten overeenkomt, met uitzondering van de zeekleigebieden. Het aantal meetpunten in de zeekleigebieden is ondervertegenwoordigd.

**Tabel C.2.A Verdeling van het aantal meetpunten en de oppervlakte per ecodistrictgroep.**

| Ecodistrictnr. | Ecodistrictgroep                                   | Putten     |             | % oppervlakte Nederland <sup>1</sup> | oppervlakte % |
|----------------|----------------------------------------------------|------------|-------------|--------------------------------------|---------------|
|                |                                                    | aantal     | %           |                                      |               |
| 1              | duinen en strandwallen                             | 15         | 5%          | 2,7                                  | 2,3%          |
| 2              | laagveengebied                                     | 27         | 8%          | 9,3                                  | 8,8%          |
| 3              | polders en droogmakerijen                          | 17         | 5%          | 7,8                                  | 7,5%          |
| 4              | zeekleigebieden                                    | 43         | 13%         | 21,6                                 | 20,7%         |
| 5              | rivierengebied                                     | 29         | 9%          | 9,8                                  | 9,5%          |
| 6              | beekdalcomplexen                                   | 9          | 3%          | 1,9                                  | 1,9%          |
| 7              | hoogveengebied                                     | 19         | 6%          | 4,3                                  | 4,3%          |
| 8              | Gelderse Vallei en Veluwezoom                      | 10         | 3%          | 2,5                                  | 2,4%          |
| 9              | oostelijk dekzandgebied met geïsoleerde stuwwallen | 29         | 9%          | 8,1                                  | 8,0%          |
| 10             | keileemgebieden                                    | 39         | 12%         | 12,2                                 | 12,0%         |
| 11             | Utrechtse Heuvelrug en Veluwe                      | 20         | 6%          | 4,9                                  | 4,8%          |
| 12             | Centrale Slenk                                     | 22         | 7%          | 6,5                                  | 6,2%          |
| 13             | zuidwestelijk zandgebied                           | 16         | 5%          | 4,6                                  | 4,6%          |
| 14             | Peelhorst en oude rivierterrassen                  | 22         | 7%          | 5,2                                  | 5,2%          |
| 15             | Krijt- en lössgebied                               | 6          | 2%          | 1,8                                  | 1,6%          |
| <b>TOTAAL</b>  |                                                    | <b>323</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b>                          | <b>100%</b>   |

1) Uit Reijnders et al. (2004), Tabel A, pag 184.

### C.3 Combinatie grondsoort, grondgebruik en ecoregio

De representativiteit van de indeling naar grondsoort, grondgebruik en ecoregio's voor de schaal Nederland is onderzocht door:

1. in kaarten met de gebieden voor de belangrijkste combinaties van grondgebruik, grondsoort en ecoregio met het gebied ook de meetpunten af te beelden (zie Figuur C.3.A);
2. de verdeling van waarnemingen over de groepen te vergelijken met de verdeling van oppervlakten over de bijbehorende groepen.

Uit de kaartjes van Figuur C.3.A blijkt dat over het geheel genomen de meetpunten redelijk goed gespreid zijn over de gebieden met een bepaalde combinatie van grondsoort, grondgebruik en ecoregio. Binnen gras/maïs op zeeklei is Zeeland ondervetegenwoordigd. De meetpunten van akkerbouw op zand liggen voornamelijk in het oosten van Nederland. Binnen bebouwd op zand is Noordoost-Nederland ondervetegenwoordigd.

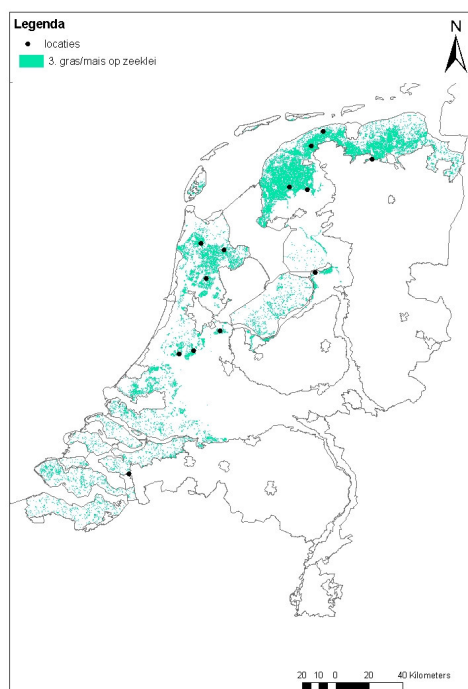
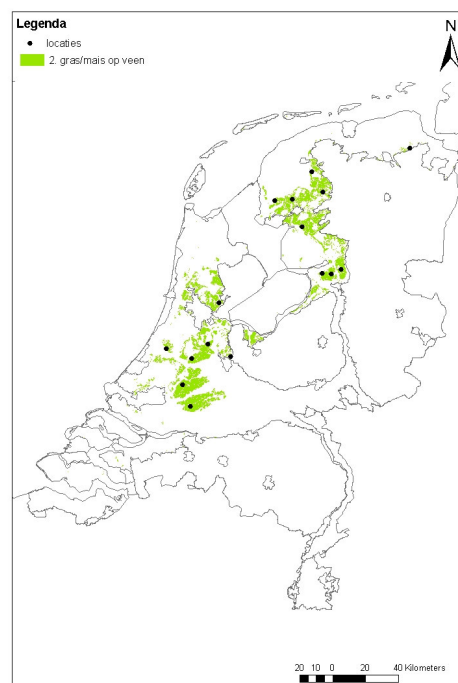
Het aantal en het percentage waarnemingen per groep zijn samengevat in Tabel C.3.A. Gras en maïs zijn samengenomen, omdat deze meestal op één bedrijf met elkaar worden afgewisseld. Daardoor is de ligging van een maïsperceel van jaar tot jaar verschillend en kan niet met één satellietbeeld worden vastgesteld. De waarnemingen in het zeekleigebied en het laagveengebied zijn samengenomen, omdat de grondwaterkwaliteit in deze gebieden overeenkomt.

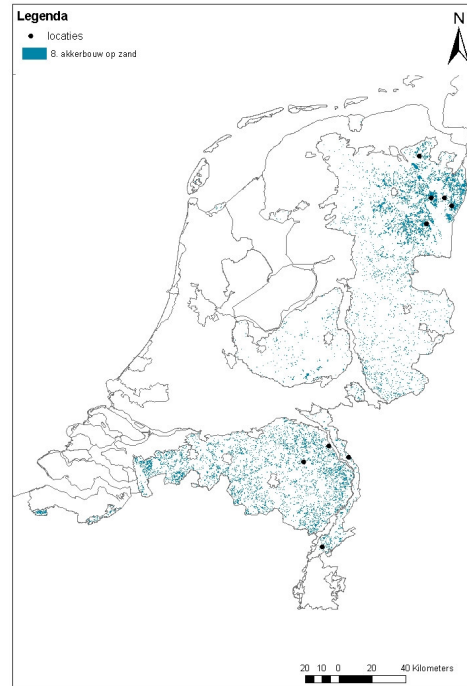
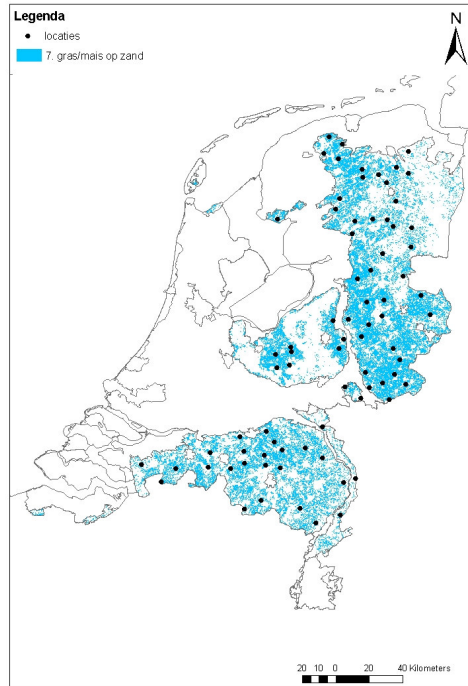
Met de keuze van deze homogene gebieden blijkt dat 77% van de beschikbare en geschikte LMG-meetpunten zijn gebruikt voor de indeling. De gezamenlijke oppervlakte van de groepen bedraagt

ongeveer 67% van de totale landoppervlakte van Nederland. Uit de vergelijking van de verdeling van waarnemingen met de verdeling van de oppervlakten over de groepen blijkt dat de waarnemingen in de kleigebieden licht zijn ondervertegenwoordigd en in de zandgebieden zijn oververtegenwoordigd (zie Tabel C.3.A).

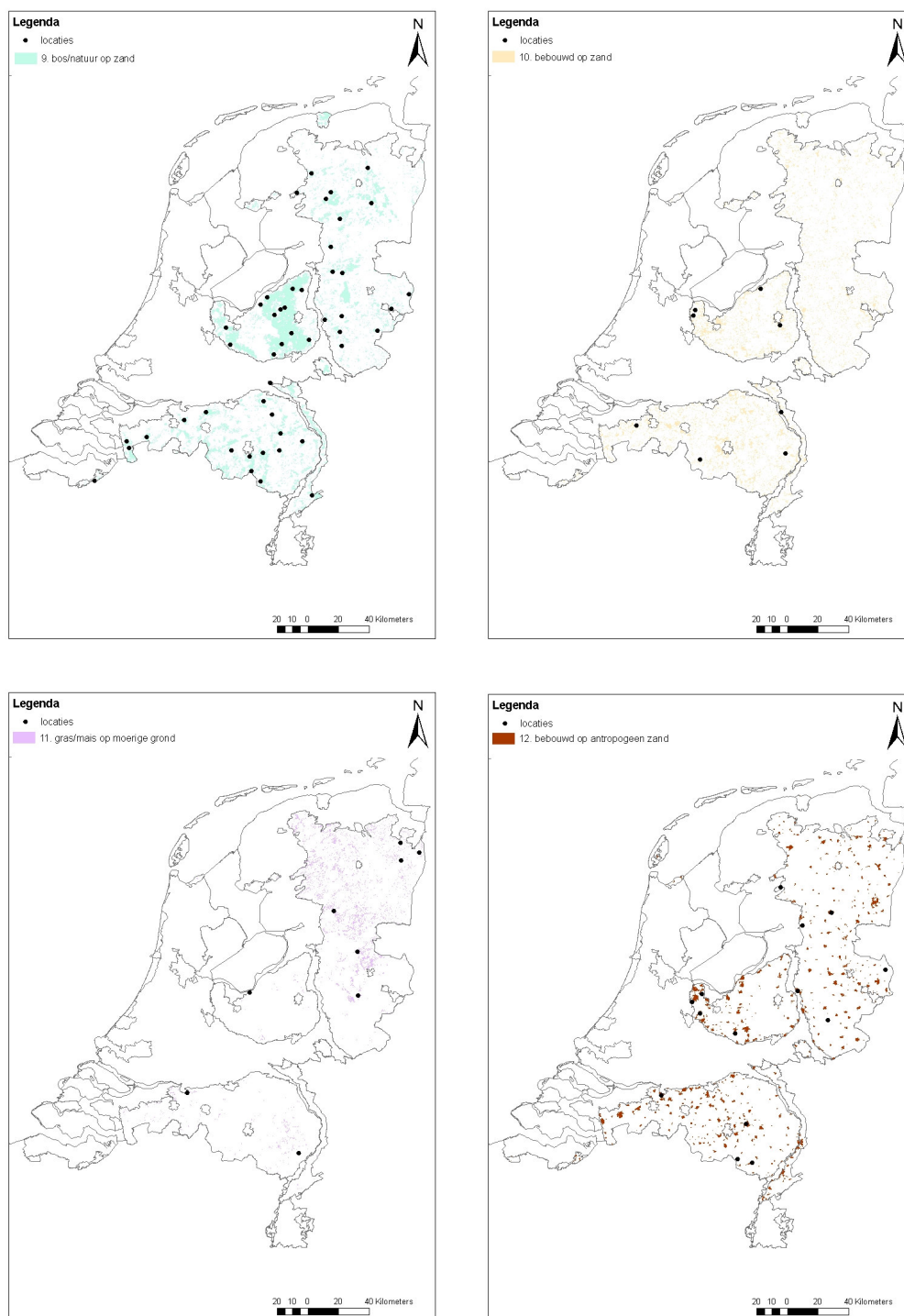
**Tabel C.3.A Verdeling van het aantal meetpunten en de oppervlakte per combinatie van grondgebruik, grondsoort en ecoregio.**

| groep<br>nr. | code     | ecoregio<br>nr naam        | grondgebruik<br>klasse | grondsoort<br>klasse | waarnemingen |     | % opp.<br>Nederland | oppervlakte<br>% |
|--------------|----------|----------------------------|------------------------|----------------------|--------------|-----|---------------------|------------------|
| 1            | b/dz     | 5 duinen en strandwallen   | bos/natuur             | (duin)zand           | 9            | 4   | 1                   | 1,8              |
| 2            | g-m/v    | 4 zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs              | veen                 | 16           | 6   | 8                   | 6,9              |
| 3            | g-m/zk   | 4 zeeklei-, laagveengebied | gras/maïs              | zeeklei              | 13           | 5   | 5                   | 11,6             |
| 4            | a/zk     | 4 zeeklei-, laagveengebied | akkerbouw              | zeeklei              | 25           | 10  | 2                   | 15,0             |
| 5            | s/antr   | 4 zeeklei-, laagveengebied | bebouwd                | antropogeen          | 8            | 3   | 10                  | 3,3              |
| 6            | g-m/rk   | 3 rivierengebied           | gras/maïs              | rivierklei           | 14           | 6   | 4                   | 6,2              |
| 7            | g-m/z    | 2 zandgebieden             | gras/maïs              | zand                 | 77           | 31  | 18                  | 27,2             |
| 8            | a/z      | 2 zandgebieden             | akkerbouw              | zand                 | 9            | 4   | 2                   | 7,0              |
| 9            | b/z      | 2 zandgebieden             | bos/natuur             | zand                 | 48           | 19  | 9                   | 13,1             |
| 10           | s/z      | 2 zandgebieden             | bebouwd                | zand                 | 8            | 3   | 2                   | 1,3              |
| 11           | g-m/m    | 2 zandgebieden             | gras/maïs              | moerig               | 9            | 4   | 5                   | 2,9              |
| 12           | s/antr-z | 2 zandgebieden             | bebouwd                | antropogeen          | 14           | 6   | 1                   | 3,7              |
| totaal       |          |                            |                        |                      | 250          | 100 | 67%                 | 100              |









**Figuur C.3.A Ligging van de homogene deelgebieden: de belangrijkste combinaties grondgebruik, en grondsoort per ecoregio.**





**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)