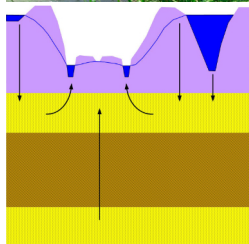


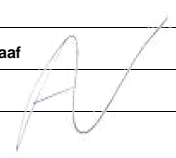
Beoordeling grondwatermeetreeksen voor ijken en valideren van grondwatermodellen





Beoordeling grondwatermeet- reeksen voor ijken en valideren van grondwatermodellen

referentie	projectcode	status
ZL511-7/15-016.069	ZL511-7	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
drs. A.C. van Vugt	ir. Th.G.J. Witjes	1 oktober 2015

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. A.C. van Vugt	

INHOUDSOPGAVE		blz.
1. INLEIDING		1
1.1. Aanleiding		1
1.2. Doelstelling		1
1.3. Definitie begrippen		1
1.4. OLGA- en NITG-codering		2
1.5. Werkwijze en leeswijzer		2
1.6. Opgeleverde digitale gegevens bij dit project		3
2. DATACONTROLE DATAPROFEET		5
2.1. Ontvangen data		5
2.2. Voorbewerking		5
2.3. Uitgevoerde tests		6
2.4. Resultaten datacontrole		6
2.5. Conclusies datacontrole dataprofeet		12
3. EIGENSCHAPPEN VAN DE MEETREEKSEN		15
3.1. Voorbewerking analyses		15
3.2. Meetdichtheidsmatrix en kengetallenmatrix van grondwaterstandreeksen		15
3.3. Grafische presentaties van de grondwaterstandreeksen		17
3.4. Trendanalyses van grondwaterstandreeksen en de invloedsfactoren		17
3.5. Bundeling van resultaten kwaliteitscontroles meetreeksen		21
4. TOETSING AAN MIPWA		23
4.1. Interpretatie MIPWA-criteria		23
4.2. Resultaten toepassen MIPWA-criteria		24
4.3. Resultaat toepassen alle criteria		27
4.4. Vergelijking berekende en gemeten waarden		28
5. SAMENHANG MET 2 ANDERE PROJECTEN IN OVERIJSSSEL		31
5.1. Relevante projecten		31
5.2. Naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen		31
5.3. Definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen		31
5.4. Onderlinge samenhang		32
6. ADVIES SELECTIECRITERIA		35
6.1. Inleiding		35
6.2. Beschouwing selectie ijkset		35
6.3. Conclusie selectiecriteria		37
laatste bladzijde		38
BIJLAGEN		aantal blz.
I Beschrijving koppeling OLGA- en NITG-codering		3
II Ballenkaarten berekend MIPWA1.1 en gemeten (1989-2001)		9

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

In Overijssel wordt zowel door de provincie als door Vitens intensief aan freatische grondwaterstanden en stijghoogten (hierna samengevat in de term grondwaterstanden) gemeten. Grondwaterstandmetingen zijn belangrijk voor beleidsontwikkeling en toestandsbepaling. Een ander doel is het gebruik van de meetreeksen ten behoeve van de ijking/validatie van grondwatermodellen, waaronder het MIPWA-model. Dit MIPWA-model is opgezet voor Noord-Nederland, waaronder een groot deel van de provincie Overijssel. Bij de kalibratie van het MIPWA-model is een ijking uitgevoerd met grondwaterstandmetingen uit de periode 1989 tot en met 2001. Deze filters zijn geselecteerd uit alle beschikbare filters op basis van door Deltares gedefinieerde selectiecriteria. Toepassing van deze criteria resulteerde in een relatief kleine selectie filters voor de ijking. De provincie en Vitens willen weten of deze selectiecriteria wel optimaal zijn, of dat aanpassing/uitbreiding van de criteria mogelijk tot een betere ijksset leidt. De nieuwe criteria kunnen dan gebruikt worden om de ijk-/validatieset voor MIPWA 3.0 in Overijssel vast te stellen. Hiervoor worden naar verwachting metingen uit de periode 2002-2013 gebruikt.

1.2. Doelstelling

De centrale doelstelling kan worden uitgesplitst naar een aantal deelvragen, waarop dit onderhavig project antwoorden moet kunnen geven:

- klopt het dat een groot deel van de (actuele) filters niet voldoet aan de oorspronkelijke MIPWA-criteria en wat is daarvan de reden?
- wat zou het resultaat zijn als voor het vaststellen van een nieuwe ijksset dezelfde criteria zouden worden toegepast voor de periode 2002-2013?
- bestaat er een aantoonbaar verschil in kwaliteit en bruikbaarheid tussen de geselecteerde ijksset en de afgefallen meetpunten?
- wat zijn goede selectiecriteria voor het bepalen van een ijk- en validatieset die in de praktijk goed toepasbaar is bij kalibreren?

Samengevat zijn de provincie en Vitens op zoek naar een verantwoorde en heldere methode die leidt tot een betrouwbare ijk- en validatieset voor grondwatermodellen, waarin de beschikbare informatie optimaal wordt gebruikt.

1.3. Definitie begrippen

In dit rapport worden een aantal begrippen gebruikt die onderstaand nader worden toegelicht.

Filter: een onderdeel van een peilbuis waarbij op een specifieke diepte de grondwaterstand of stijghoogte wordt gemeten. Binnen een peilbuislocatie kunnen meerdere filters (op verschillende diepten) aanwezig zijn. Elke meetreeks is dus te koppelen aan een filter. Als in dit rapport wordt gesproken over een filter wordt de specifieke meetlocatie en diepte aangeduid.

Meetreeks: wordt in die gevallen gebruikt waarbij de metingen zelf worden bedoeld. De meetreeks heeft bepaalde eigenschappen die met behulp van statistiek zijn af te leiden.

MIPWA: afkorting voor Methodiekontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer, een regionaal grondwatermodel voor Noord-Nederland.

Diver: is een apparaat waarmee in een peilbuisfilter de druk hoogfrequent kan worden gemeten. Sinds 2004 zijn veel peilbuizen met een automatische drukopnemer uitgerust.

Ijken of kalibreren: proces om een bepaalde minimaal gewenste mate van overeenkomst tussen model en metingen in het veld te verkrijgen door het systematisch veranderen van onzekere factoren (vaak parameters). Deze betekenis wordt er in de hydrologische wereld aan gegeven. Strikt genomen betreft deze omschrijving echter een combinatie van ijken/kalibreren (wat niet meer is dan het vaststellen van de statistische kenmerken van de modelafwijkingen, dus nog zonder aanpassen van het model) en het justeren (aanpassen) van het model.

Validatie: proces waarbij op basis van empirische data, die niet eerder zijn gebruikt voor de ontwikkeling van het model, statistische kenmerken van de modelafwijkingen worden vastgesteld en beoordeeld. Wanneer model en werkelijkheid voldoende overeenstemming hebben, kan worden gesproken van een valide model.

1.4. OLGA- en NITG-codering

De OLGA-codes voor de peilbuizen zijn gehanteerd om de geleverde dataset door de provincie Overijssel te kunnen combineren met de dataset van Vitens. Alleen op basis van de OLGA-codering waren de meetreeksen van beide datasets met elkaar te vergelijken en te combineren.

Op basis van een door Deltares geleverde tabel uit DINOloket met zowel de OLGA- als de NITG-coderingen van Overijssel is geprobeerd om voor alle OLGA-codes van de peilfilters te koppelen aan NITG-codes. Dit proces is nader toegelicht in bijlage I. De resultaten zijn dat:

- van de 19.328 unieke administratierecords in de datasets van de provincie en van Vitens zijn er 3.379 (17,5 %) met OLGA-coderingen die niet voorkomen in de door Deltares geleverde tabel;
- er zijn veel verschillende waarden voor metadata (startdatum, onderkant filter, bovenkant filter en maaiveld) in de administratierecords en de overeenkomstige records in de DINOloket-tabel;
- een koppeling is uitgevoerd op basis van overeenkomstige metagegevens, maar het is nog onduidelijk in welke mate deze koppeling van de OLGA- naar een NITG-codering in de 15.949 (=19.328-3.379) administratierecords correct is, vanwege die verschillen in de metadata in de administratierecords en de overeenkomstige records in de DINOloket-tabel.

Niet voor alle filters is dus een NITG-code beschikbaar en daarnaast is niet te controleren of de koppeling klopt. Daarom is in dit onderzoek gewerkt met de OLGA-coderingen. De koppeling wordt ook digitaal opgeleverd.

1.5. Werkwijze en leeswijzer

Om de filters in dit project verantwoord te kunnen gebruiken, is het allereerst van belang om de betrouwbaarheid en eigenschappen van de bijbehorende meetreeksen te kennen. Daarom is een datavalidatie uitgevoerd. In deze eerste stap van de validatie zijn de data gecontroleerd met behulp van de dataprofeet. De dataprofeet is een geautomatiseerd systeem voor datacontrole van grote datasets en labelt verdachte metingen of reeksen (hoofdstuk 2). Daarna zijn de eigenschappen van de meetreeksen onderzocht zoals meetdichtheid, trends en dergelijke (hoofdstuk 3). Deze gegevens zijn nodig voor een juiste verwerking van de data in het vervolg van het project.

Bij de kalibratie van het MIPWA-model in 2007 is een ijking uitgevoerd met grondwaterstandmetingen uit de periode 1989 tot en met 2001. Deze filters zijn geselecteerd uit alle beschikbare filters op basis van door Deltares gedefinieerde selectiecriteria. Toepassing van deze criteria resulteerde in een relatief kleine selectie filters voor de ijking. De provincie en Vitens willen weten of deze selectiecriteria wel optimaal zijn of dat een aanpassing of uitbreiding van deze criteria mogelijk tot een betere ijksset leiden.

In werkstap 1a van dit project is de kwaliteit van de meetreeksen beoordeeld (zie eerdere notitie). In werkstap 1b worden de MIPWA-criteria toegepast. De totale dataset wordt opgedeeld in 2 datasets, namelijk dataset 1 met meetreeksen in de periode 1989 tot en met 2001 (de huidige MIPWA-modelperiode, die is gekozen omdat de waarden voor het jaargemiddelde neerslagoverschot, de droogtegraad en de GLG en GHG in deze periode goed zouden overeenstemmen met het langjarig gemiddelde van 1950-2000, zie Alterra rapport 914). Dataset 2 met meetreeksen in de periode 2002 tot en met 2013 (de periode die naar verwachting zal worden gebruikt voor een nieuwe ijkronde van MIPWA, die gepland is om begin 2015 te starten). Op beide datasets passen wij de originele MIPWA-criteria toe die destijds bij de kalibratie van MIPWA zijn gebruikt om de ijksset te selecteren. De gebruikte criteria zijn echter niet erg SMART geformuleerd en zowel op de MIPWA-server als bij Deltares is hierover geen aanvullende informatie meer beschikbaar. Daarom passen wij een interpretatie van deze criteria toe op beide meetsets. In het onderstaande is opgenomen hoe wij deze criteria interpreteren.

Vervolgens is bepaald wat het resultaat is van het toepassen van deze criteria op de gehele dataset (hoeveel filters vallen er af?). Daarna is een vergelijk gemaakt tussen de meetwaarden en de berekende waarden in MIPWA. Hiermee wordt duidelijk wat de filters die niet aan de criteria voldoen zouden kunnen toevoegen aan aanvullende informatie. Daarna wordt de samenhang beschreven met 2 andere projecten die momenteel in opdracht van de provincie worden uitgevoerd en een gedeeltelijke overlap kennen met dit project. Tot slot wordt een voorstel gedaan voor het toepassen van nieuwe criteria.

1.6. Opgeleverde digitale gegevens bij dit project

Dit rapport vormt het verslag van de uitgevoerde werkzaamheden in dit project. De resultaten van dit project zijn grotendeels digitaal opgeleverd. Dit omvat:

- een Google Earth databestand, waarmee de grafieken en resultaten ruimtelijk bekeken kunnen worden (zie map *links Google Earth* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- een Excel-tabel met een koppeling tussen OLGA- en NITG-coderingen (zie map *conversie OLGA-NITG* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- resultaten van de dataprofeet in de vorm van gelabelde grafieken en aanduidingen welke metingen leiden tot een bepaald label (zie map *datavalidatie* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- beoordeling van meetreeksen en kentallen matrices in Excel-tabellen (zie map *datavalidatie* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- meetdichtheidsmatrices van het aantal metingen per filter per jaar (zie map *meetdichtheid* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- Excel-tabellen van de toetsing aan MIPWA-criteria per periode (zie map *toets MIPWA-criteria* in de digitaal opgeleverde bestanden);
- Excel-tabellen en kaarten van de afwijkingen tussen gemeten en MIPWA berekende stijghoogten (zie map *afwijkingen MIPWA* in de digitaal opgeleverde bestanden).

2. DATACONTROLE DATAPROFEET

2.1. Ontvangen data

Door zowel de provincie Overijssel als door Vitens is data aangeleverd. Het door de provincie Overijssel aangeleverde bestand 'men 5 juni 2014_EU.men' is ingevoerd in Menyanthes, en is omgezet naar een matlab-bestand ('export_all_20140627_1527.mat') met een structuur zoals deze beschreven staat in de Menyanthes documentatie. Dit bestand bevat **822** meetreeksen.

De Menyanthes-CSV-export van het aangeleverde bestand bevat 813 meetreeksen, dat zijn 9 meetreeksen minder vanwege:

- lege reeksen (6);
- reeksen met alleen NaNs (2);
- samenvoeging van '21GL0008_1' en '21GL0008_1 nieuw' (1).

Door Vitens is tweemaal data geleverd. De eerste aanlevering (1 september 2014) was een dataset waarbij alle metingen met een bijzondere codering waren verwijderd. Alle namen van de peilbuizen waren OLGA-codes. De tweede aanlevering (29 september 2014) bevatte wel metingen met bijzondere coderingen, maar de namen waren zowel NITG-coderingen als OLGA-coderingen.

Omdat de naamgeving consistent moet zijn voor het samenvoegen van diverse reeksen, is gekozen om OLGA-coderingen te gebruiken (uit de eerste aanlevering). Dit zip-bestand bevatte **6.051** csv-bestanden, met elk 1 meetreeks.

In totaal zijn dus **6.051 + 822 = 6.873** reeksen aangeleverd.

2.2. Voorbewerking

Van alle peilbuizen is de OLGA-codering bekend. Daarom is gekozen om deze codering te gebruiken. In de bestanden van Vitens (6.051 stuks) zaten 2.857 bestanden van lege meetreeksen, de lege meetreeksen zijn verwijderd. Er waren 3.194 bestanden niet leeg.

Metingen van Overijssel zijn gegeven in m NAP, de bijbehorende handpeilingen zijn gegeven in m BKPB. De metingen van Vitens zijn geleverd in cm NAP. Alle meetwaarden zijn omgezet naar m +NAP, op basis van de geleverde metadata. In alle bestanden was metadata aanwezig.

De beoordeling van peilbuizen is op basis van 2 periodes:

- 1989 tot en met 2001 (modelperiode eerste versie MIPWA);
- 2002 tot en met 2013 (verwachte nieuwe ijkperiode MIPWA).

Alle filters zonder (geldige) meetwaarden in de periode van 1989 tot en met 2013 zijn verwijderd. Daarnaast zijn filters met dezelfde OLGA-code en hetzelfde filternummer samengevoegd tot 1 meetreeks. Na deze voorbewerking zijn er **3.424** filters overgebleven die ergens in de periode 1989 t/ m 2013 metingen hebben. Elke reeks is chronologisch gesorteerd. Aantallen van filters zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Aantal aangeleverde, verwijderde en samengevoegde filters

	Vitens	Overijssel	totaal
aangeleverd	6.051	822	6.873
volledig leeg	-2.857	-6	
niet numeriek	0	-2	
samenvoegingen o.b.v. OLGA-code	-117	-1	
totaal	3.077	813	3.890
samenvoegingen o.b.v. OLGA-code			-291
leeg of niet numeriek in periode 1989 t/m 2013			-175
totaal			3.424

2.3. Uitgevoerde tests

De data zijn met behulp van de dataprofeet getest op de volgende onderdelen:

- dubbele datum/tijd stempel [D];
- ongeldige meetwaarde [X];
- buiten meetbereik [B];
- vergelijk met handmetingen [H];
- meetfrequentie [N];
- staptrends en outliers [S, O];
- dood signaal [V];
- verschillende meetreeksen op dezelfde locatie [C];
- vergelijk met omliggende meetreeksen [T].

De toetsen zijn in deze volgorde uitgevoerd: een meetwaarde die is afgekeurd op basis van een eerdere toets, kan niet meer worden afgekeurd op basis van een opvolgende toets.

2.4. Resultaten datacontrole

Een overzicht van alle toegekende kwaliteitslabels is gegeven in het toegevoegde bestand QualityZL511-7.xlsx.

Dubbele meetwaarden [D]

Dubbele datums met gelijke meetwaarden zijn samengevoegd. Dubbele datums met verschillende meetwaarden zijn gemarkeerd. Alle reeksen die meer dan 10 dubbele meetwaarden hebben, zijn twijfelachtig en moeten zijn nagekeken. Er zijn bij 10 meetreeksen meer dan 10 dubbele datums geconstateerd.

Ongeldige meetwaarden [X]

Onder ongeldige meetwaarde worden niet numerieke waarden of waarden als -999 verstaan. Deze komen geregeld voor, bij bijvoorbeeld droog gevallen peilbuizen. Reeksen met deze meetwaarden zijn niet onbetrouwbaar. Er moet bij interpolatie of automatische verwerking echter wel rekening mee gehouden worden.

Buiten bereik [B]

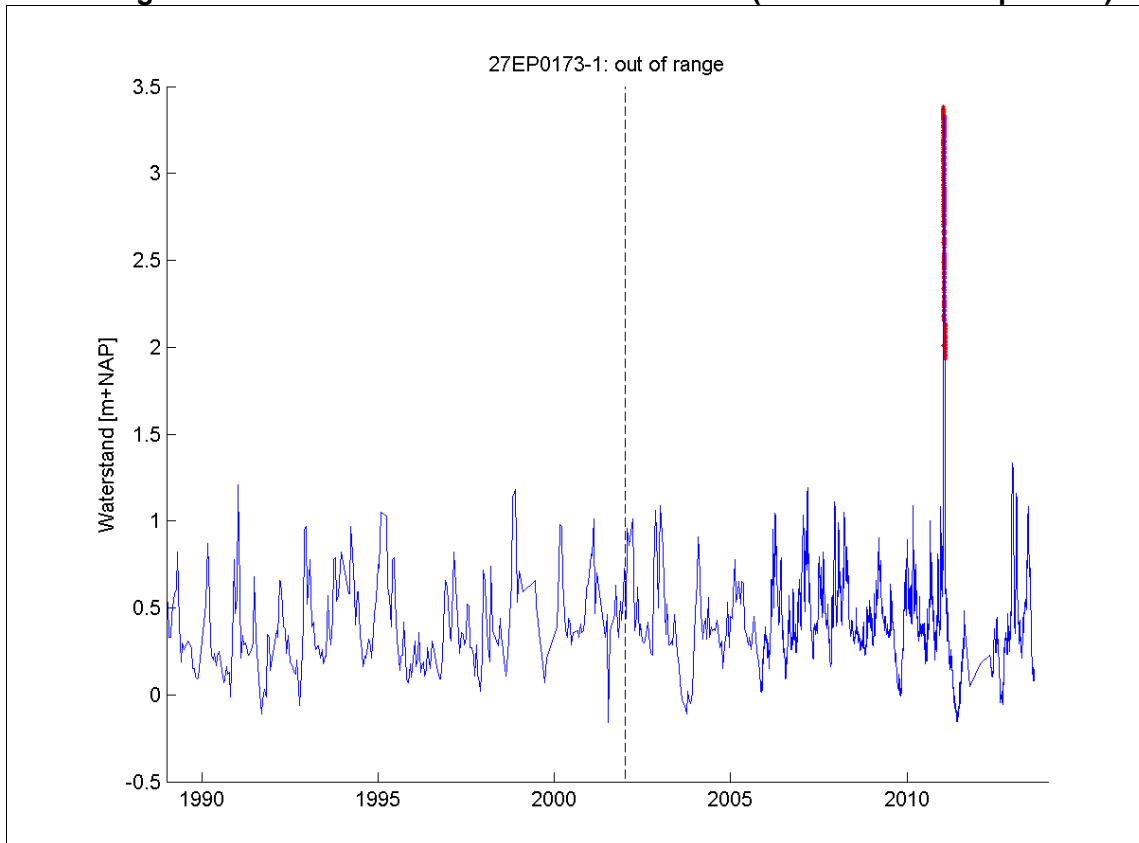
De meetwaarden zijn getoetst op het feit of ze tussen onderkant filter en bovenkant peilbuis liggen. Meetreeksen met meer dan 10 metingen buiten bereik zijn twijfelachtig en moeten worden nagekeken. De volgende meetreeksen hadden geen volledige metadata waardoor deze test niet kon worden uitgevoerd:

- 21GL0066-1;
- 22DL0038-1;

- 28BL0052-1;
- 28DL0018-1;
- 28EL0044-1.

Daarnaast zijn er 89 meetreeksen met meer dan 10 meetwaarden buiten het meetbereik.

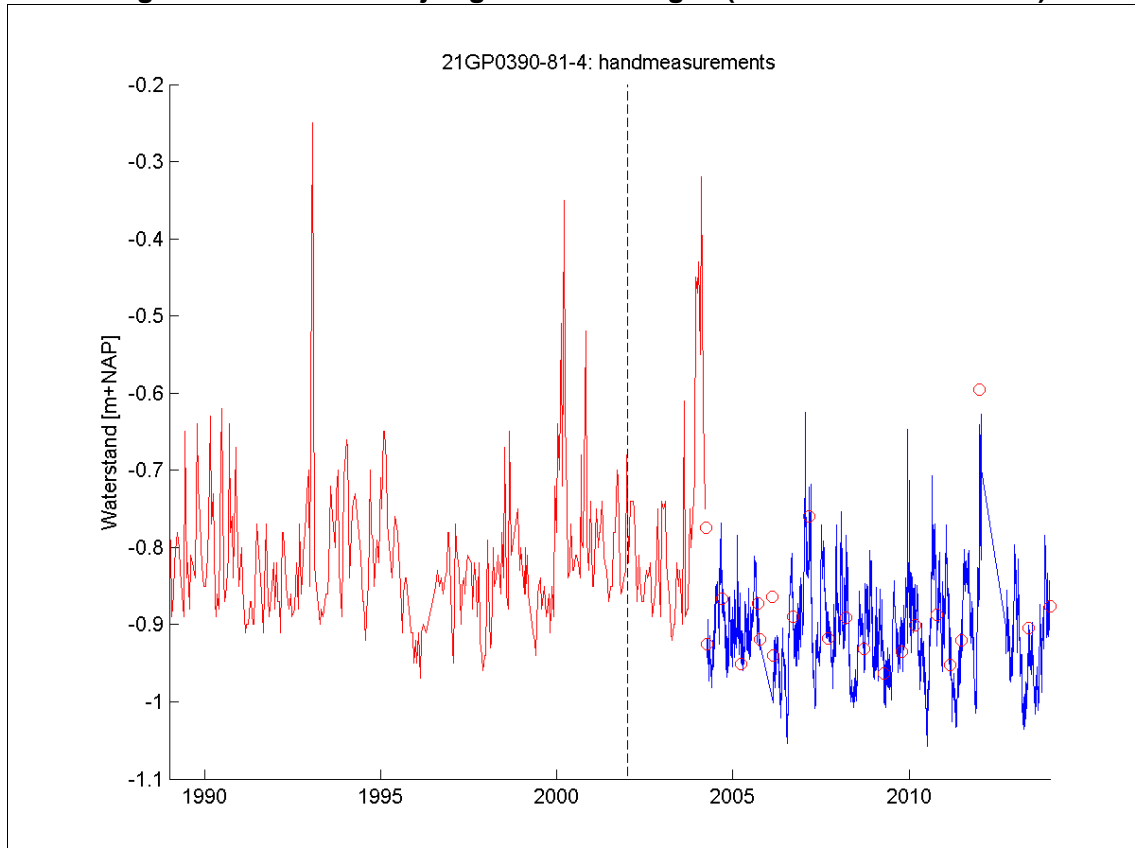
Afbeelding 2.1. Voorbeeld meetreeks met buiten bereik (boven bovenkant peilbuis)



Vergelijk met handmetingen [H]

Bij de meetreeksen van Vitens zijn handmetingen aangeleverd. Er is gekeken of de divermetingen voldoende overeenkomen met de handmetingen. Metingen met een afwijking van 10 cm of meer worden aangemerkt met het kwaliteitslabel H. Er is 1 meetreeks waarbij de handmetingen niet goed overeenkwamen met de divermetingen (zie afbeelding 2.2).

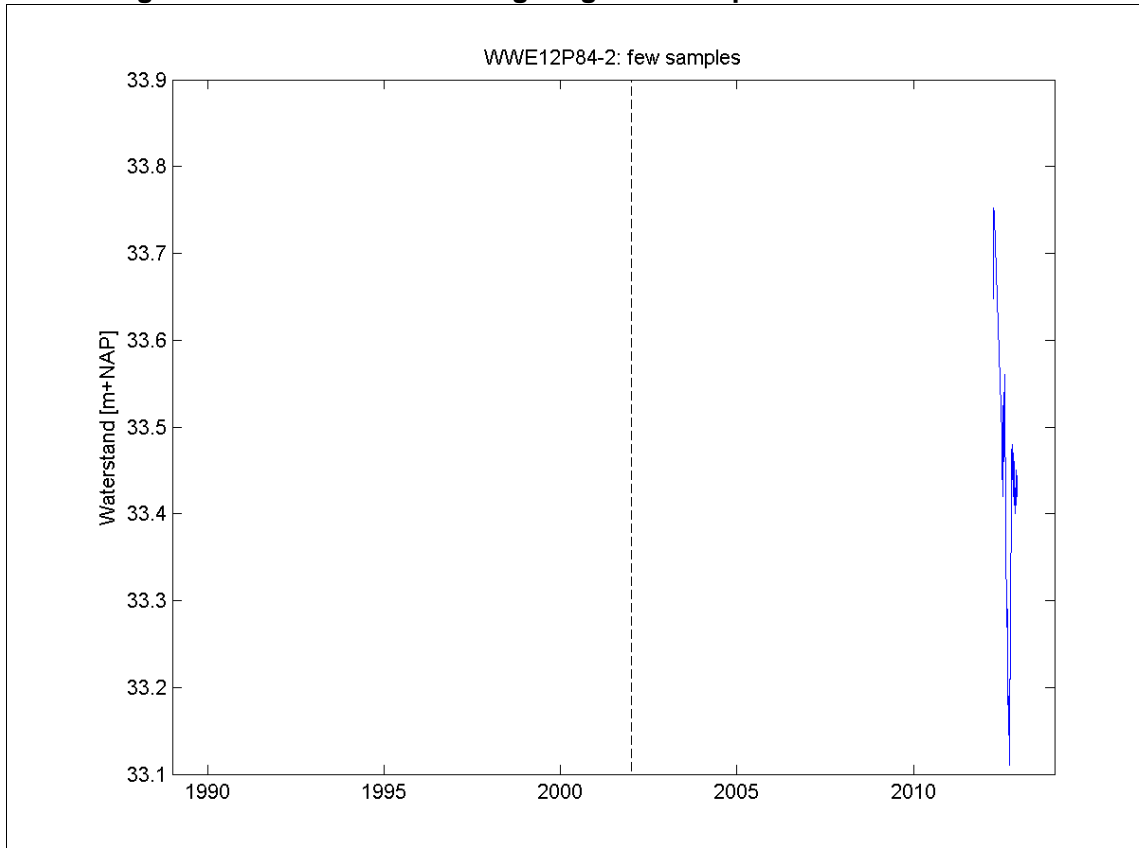
Afbeelding 2.2. Voorbeeld afwijkingen handmetingen (met name in 2006/2007)



Meetfrequentie [N]

Er wordt gecontroleerd op meetfrequentie. Een label wordt gegeven aan reeksen die langer dan een half jaar ontbrekende metingen hebben. Er zijn 533 meetreeksen die een of meerdere keren een periode van een half jaar hebben met ontbrekende metingen. Dit is in deze controle geen fatale fout, dat wil zeggen dat de meetreeksen nog steeds goedgekeurd kunnen worden.

Afbeelding 2.3. Voorbeeld meetreeks geringe meetfrequentie

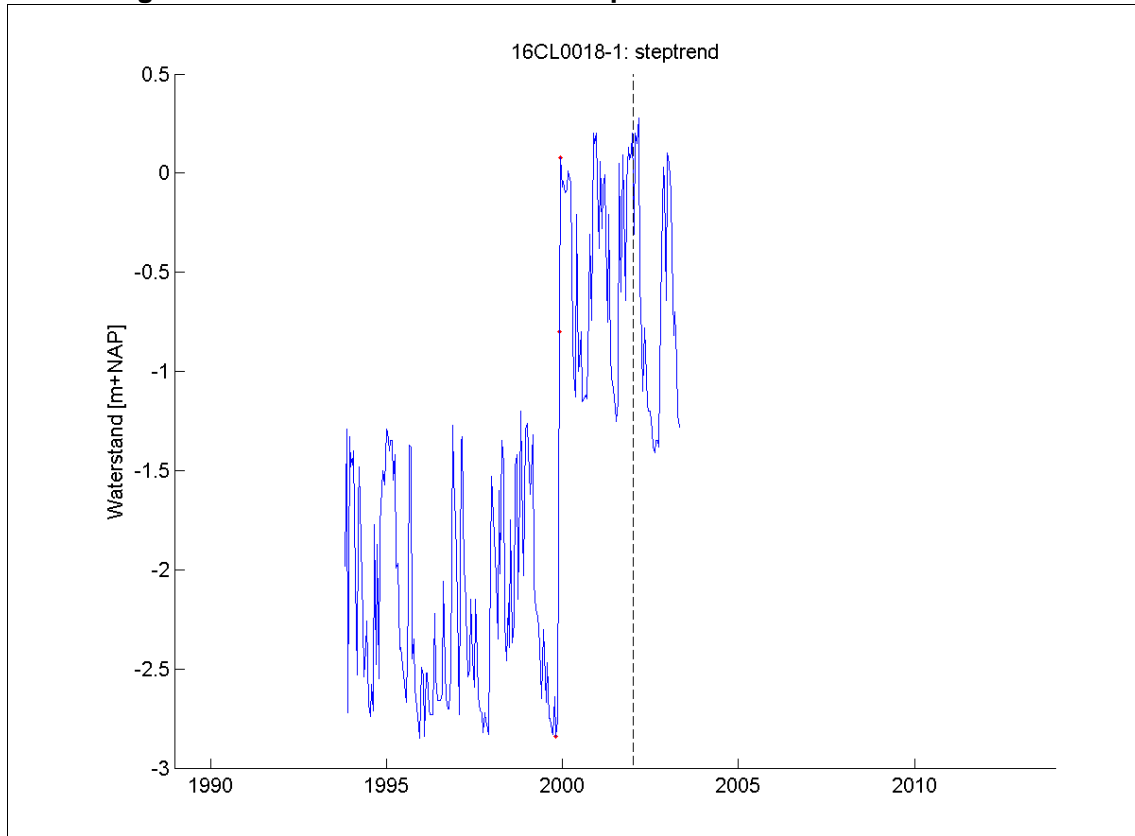


Staptrends en outliers [S]

Een staptrend geeft aan dat er een abrupte stijging of daling in de meetreeks optreedt. Een staptrend maakt een meetreeks twijfelachtig. Alle meetreeksen met staptrends zijn bekeken. De controle is uitgevoerd op geaggregeerde waarden met een frequentie van tweemaal per maand. De drempelwaarde hangt af van onderlinge verschillen van deze geaggregeerde waarden. Er zijn 1.060 reeksen waarbij een staptrend is gedetecteerd. Van deze 1.060 is er een heel aantal reeksen met een natuurlijke staptrend. Structurele vernatting of verdroging zorgt namelijk ook voor een staptrend in de meetreeks.

Het moet worden opgemerkt dat de staptrend detectie vrij veel reeksen heeft gemarkeerd. Dit is het gevolg van de keuze voor een strenge test. Het zorgt ervoor dat het aantal onterechte goedkeuringen laag is. Door middel van de illustraties kan worden gekeken of de staptrend fysisch te verklaren is, of dat er sprake is van een staptrend als gevolg van meetfouten.

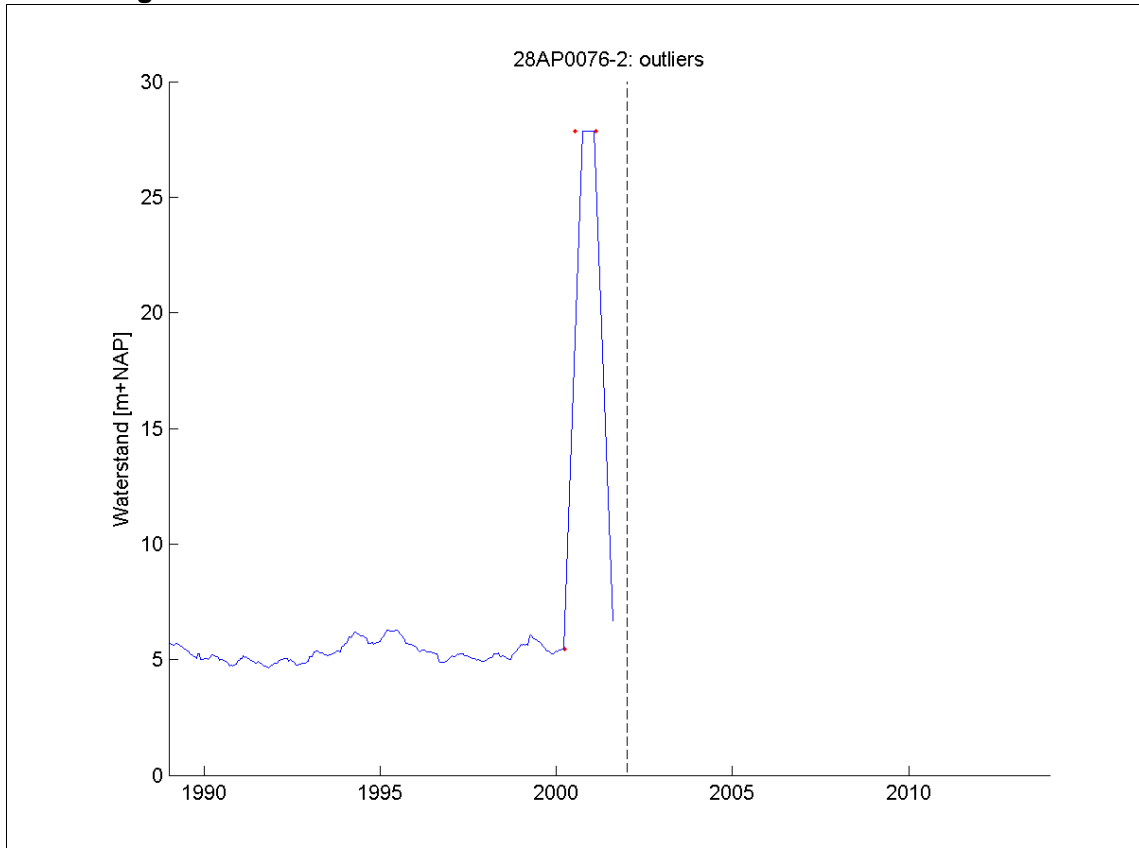
Afbeelding 2.4. Voorbeeld meetreeks met staptrend



Outliers [O]

Een outlier geeft een enkele uitschieter aan in de meetreeks aan. Bij meerdere outliers moet deze reeks ook worden bekeken. Controle op outliers gebeurt op de reguliere meetwaarden van de meetreeks. De drempelwaarde hangt af van de standaarddeviatie van de meetreeks. Er zijn 13 reeksen met outliers gedetecteerd.

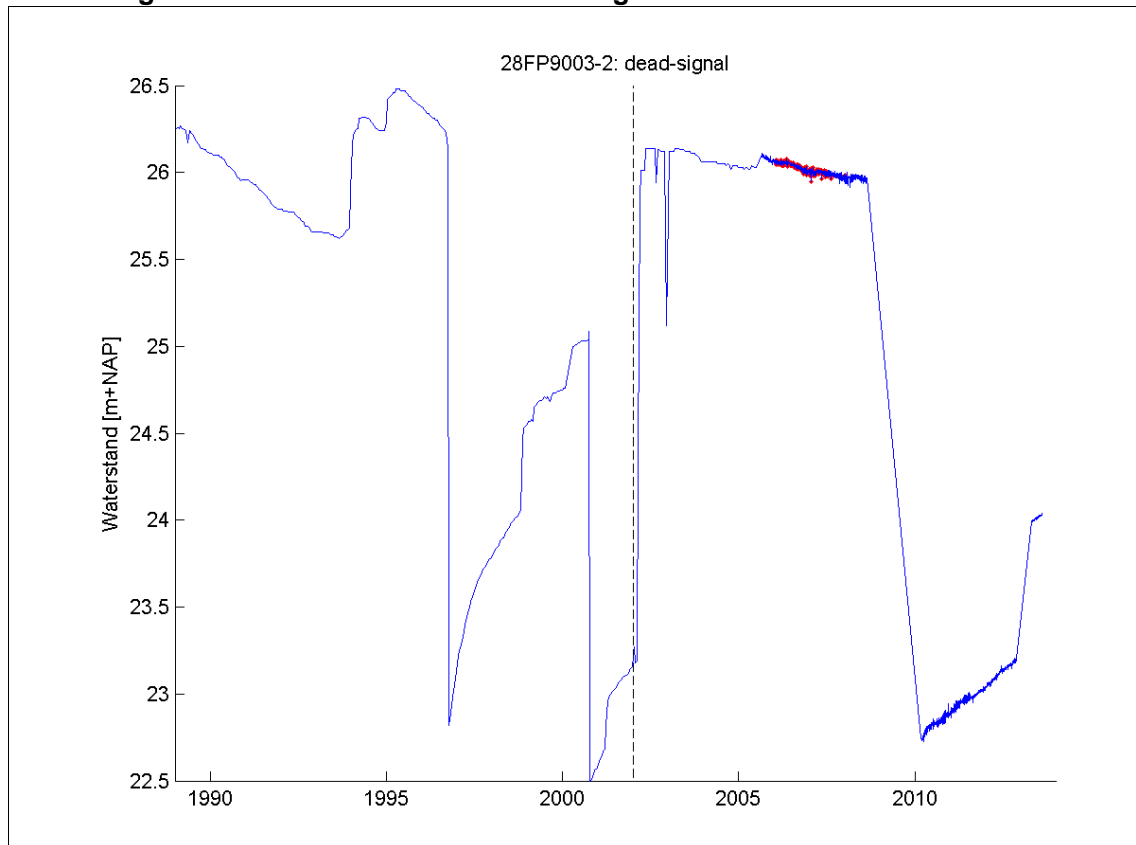
Afbeelding 2.5. Voorbeeld meetreeks met outliers



Dood signaal [V]

Een dood signaal betekent dat de sensor enige tijd vrijwel geen verandering in de meetreeks registreert. Dood signaal is soms fysisch goed verklaarbaar, maar indien er bij teveel meetwaarden te weinig variatie in het signaal zit, dan moet de meetreeks worden bekeken. 71 reeksen hebben het label 'dood signaal' gekregen, daarvan hebben 46 meetreeksen meer dan 250 gelabelde meetwaarden.

Afbeelding 2.6. Voorbeeld meetreeks dood signaal



Verskillende meetreeksen op dezelfde locatie [C]

Er wordt gecontroleerd of er op dezelfde X- en Y-coördinaat meerdere meetreeksen voorkomen. Er zijn 11 paren op dezelfde X- en Y-coördinaat met hetzelfde filternummer. Al deze paren hebben een overlap in de meetperiode, alle meetwaarden worden daarom gemarkeerd (veelal dezelfde metingen).

Vergelijking met omliggende meetreeksen [T]

Er is gekeken naar het verband met omliggende meetreeksen van filtertype 2 of hoger. Van filtertype 1 wordt namelijk verwacht dat ze veelal zwak gecorreleerd zijn. Deze test is uitgevoerd voor de 2 periodes afzonderlijk. Voor periode 1989-2001 zijn er 171 reeksen gemarkeerd, voor periode 2002-2013 zijn er 213 reeksen gemarkeerd.

2.5. Conclusies datacontrole dataprofeet

In tabel 2.2 staan de aantallen reeksen die worden afgekeurd of die in twijfel worden getrokken. Van al deze reeksen is een illustratie gemaakt. Een reeks die om meer dan 1 reden wordt afgekeurd, wordt in deze tabel dubbel geteld. In de bijgevoegde Excel-sheets met de uitkomsten van de datavalidatie staan 2 overzichten van het aantal toegekende kwaliteitslabels. Per periode is per meetreeks weergegeven welke kwaliteitslabels zijn toegekend.

Als een meetreeks in slechts 1 periode een afkeuring heeft, dan kan deze in de andere periode nog worden goedgekeurd. Een reeks kan ook in beide periodes dezelfde afkeuring hebben gekregen. Daarnaast kan een meetreeks meerdere afkeuringen hebben, het totaal

aan afgekeurde meetpunten is dus niet de som van de individuele afkeuringen per criterium.

Tabel 2.2. Beoordelingen en aantallen reeksen per periode

afkeuring o.b.v. constatering	gehele periode	periode 1989-2001	periode 2002-2013
dubbele datums (>10)	10	0	10
buiten bereik metingen (>10)	89	17	82
verschil met handmetingen	1	1	1
steptrends (>2)	1.048	969	395
outliers (>2)	10	9	2
dood signaal (>250)	46	0	46
samenvallende coördinaten, dubbele datums	22	20	14
regressietoets periode 1989 t/m 2001	171	171	-
regressietoets periode 2002 t/m 2013	213	-	213
alle meetwaarden label goed	1.459	1.531	2.266
niet alle meetwaarden label goed, maar niet afgekeurd (kleiner dan grens)	563	237	162
label goedgekeurd	2.022	1.768	2.428
label afgekeurd	1.402	1.131	610
totaal aantal (niet lege) reeksen	3.424	2.899	3.038

3. EIGENSCHAPPEN VAN DE MEETREEKSEN

3.1. Voorbewerking analyses

De meetreeksen zijn eerst verder voorbereid, om enkele analyses mogelijk te maken. Veel meetreeksen bestaan uit deelreeksen met verschillende meetfrequenties, zoals halfmaandelijks, dagelijks en uurlijks. De hogere meetfrequenties komen doordat vanaf 2003 in toenemende mate is overgegaan op het installeren van drukopnemers. Voor de analyses zijn de volgende omzettingen gedaan:

1. van uurwaarden naar dagwaarden - om tot ruimtebesparing en snellere berekeningen te kunnen komen, zijn de uurwaarden omgezet naar dagwaarden. Daarvoor is voor elke dag een van de 24 uurwaarden geselecteerd. Als de reeks voorafgaand aan de uurwaarden dagwaarden bevat, is steeds de uurwaarde geselecteerd van hetzelfde tijdstip waarop de laatste dagwaarde is genomen. Anders is steeds de uurwaarde van 08.00 uur genomen;
2. van dagwaarden naar halfmaandelijkse waarden - voor de trendanalyses en ook voor het bepalen van de GHG en de GLG zijn dagwaarden omgezet naar halfmaandelijkse waarden (voor de GHG en de GLG is immers voorgeschreven dat die moeten worden bepaald met halfmaandelijkse waarden). Daartoe is voor elke maand de dagwaarde geselecteerd die het dichtst ligt bij 12.00 uur van de 14e en is ook de dagwaarde geselecteerd die het dichtst ligt bij 12.00 uur van de 28e. Als er binnen een tijdvenster van 10 dagen rond dat tijdstip (5 dagen aan beide kanten) geen dagwaarde beschikbaar is, is die halfmaandelijkse meting leeg gelaten.

In een aantal gevallen waren er 2 waarden voor hetzelfde tijdstip. Daarvan is er 1 verwijderd als het 2 identieke waarden betrof en anders is er een van de 2 waarden willekeurig geselecteerd. Tijdstippen met 2 verschillende waarden komen voor in 67 meetreeksen. Het minimale verschil tussen zulke waarden is -0,0313 m, het gemiddelde verschil is 0,0078 m en het maximale verschil is 0,3489 m. Op basis van de OLGA-codes van de peilbuizen is van elke meetreeks die zowel door Vitens als door de provincie is aangeleverd, er 1 verwijderd (dit betrof dan de versie uit de dataset van de provincie).

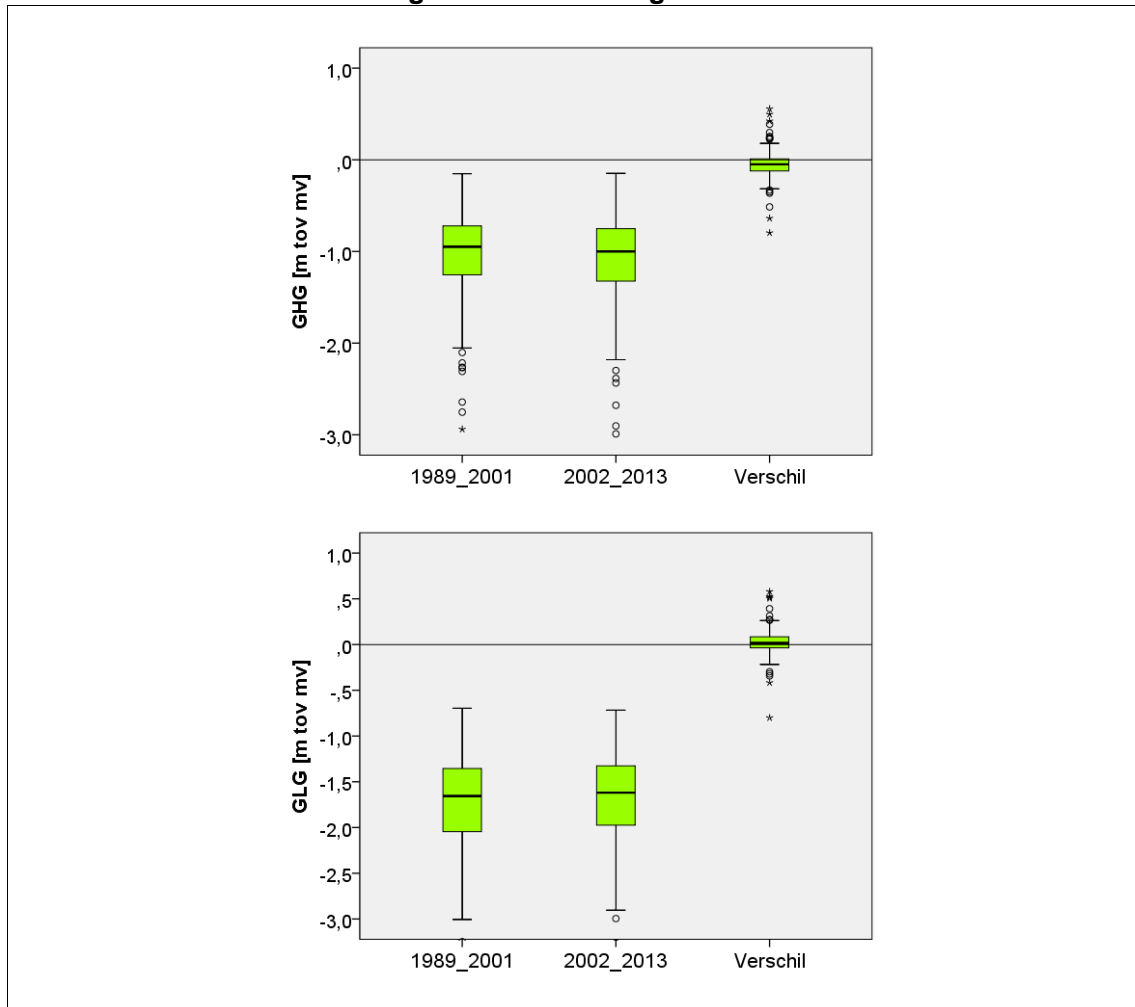
3.2. Meetdichtheidsmatrix en kengetallenmatrix van grondwaterstandreeksen

Ter verkenning van de beschikbaar gestelde data is voor elk van de 2 perioden zowel een meetdichtheidsmatrix als een kengetallenmatrix vervaardigd van de grondwaterstandsdata (in de vorm van Excel-bestanden). De meetdichtheidsmatrix vermeldt voor elke reeks per jaar het aantal meetwaarden. Verder zijn hierin ook kenmerken vermeld die van belang zijn voor de kwaliteitsbeoordeling van die reeks, zoals het aantal overschrijdingen van het meetpunt, het aantal onderschrijdingen van onderkant filter en het aantal uitschieters. De kengetallenmatrix vermeldt voor elke reeks de volgende kengetallen van de grondwaterstanden in de beschouwde periode: minimum, gemiddelde, maximum, som, standaardafwijking, variatiecoëfficiënt (dit is de ratio van standaardafwijking en gemiddelde), scheefheid, aantal meetwaarden en enkele percentielen (P1, P2,5, P5, P10, P25, P50, P75, P90, P95, P97,5 en P99).

Verder zijn van elke reeks per periode de GHG en de GLG bepaald. De GHG is bepaald als het gemiddelde over minstens 8 jaar van de voor elk hydrologisch jaar (april tot en met maart) bepaalde 3 hoogste grondwaterstanden en de GLG idem, maar dan uit de voor elk hydrologisch jaar bepaalde 3 laagste grondwaterstanden. Als er minder dan 8 jaar beschikbaar is in een periode, zijn de GHG en GLG niet bepaald. In onderstaande afbeelding 3.1 zijn de boxplots van de GHG en GLG van beide perioden vermeld, alsmede die van de verschillen tussen beide perioden (bepaald per filter). Er is alleen gebruik gemaakt van de

resultaten van het 1^e filter van de peilbuizen gelegen op meer dan 2.500 m afstand van een relevante grondwaterwinning (zie ook verder, bij de trendanalyses).

Afbeelding 3.1. Boxplot van GHG (boven) en de GLG (onder), voor de 2 beschouwde perioden. Tevens is de boxplot van de verschillen van de 2 perioden weergegeven. Er is alleen gebruik gemaakt van de resultaten van het 1^e filter van de peilbuizen gelegen op meer dan 2.500 m afstand van een relevante grondwaterwinning.



Uit afbeelding 3.1 blijkt dat de GHG in de tweede periode licht is gedaald ten opzichte van de eerste periode, met een mediaan verschil van -5 cm. En de GLG is licht gestegen, met een mediaan verschil van 2 cm.

Tenslotte is met een wiskundig algoritme van elke reeks nagegaan of een wijziging van een van de metadata al of niet gepaard gaat met een anomale niveauverandering van de grondwaterstand. Als dat namelijk het geval is, is er vermoedelijk sprake van een administratieve fout, of van een verandering van de hydrologische representativiteit van de reeks. Dit is uiteraard van belang bij het beoordelen of een reeks geschikt is voor kalibratie- en validatiedoeleinden. In eerste instantie heeft elke reeks een provisorisch kwaliteitslabel gekregen als resultaat van deze wiskundige verkenning. De verdachte reeksen zullen vervolgens visueel worden beoordeeld, waarna een definitief kwaliteitslabel kan worden toegekend. Voor de selectie van alle nog visueel te beoordelen reeksen worden deze labels samengevoegd met de resultaten van de datavalidatie. Het is vermoedelijk het meest efficiënt

om de visuele beoordeling zo laat mogelijk te doen, na het toepassen van de selectiecriteria om de geschikte reeksen voor kalibratie- en validatie te vinden. In principe hoeft die visuele beoordeling ook alleen te worden uitgevoerd voor de periode 2002 tot en met 2013.

3.3. Grafische presentaties van de grondwaterstandreeksen

Van elke grondwaterstandreeks is een tijdreeksplot gemaakt, waarin ook de metadata zijn weergegeven. Dit laatste is van belang voor een verdere visuele beoordeling van de reeksen die als verdacht zijn aangemerkt op basis van een wiskundige verkenning (zie boven). Alle plots zijn beschikbaar in een Wordbestand en zijn ook te beoordelen met Google Earth, wat meer mogelijkheden biedt om de lokale omstandigheden van de peilbuis bij de beoordeling te betrekken. Dergelijke presentaties in Google Earth kunnen straks van belang zijn als de uiteindelijk geselecteerde reeksen ingezet gaan worden bij kalibratie en/of validatie van grondwaterstanden.

3.4. Trendanalyses van grondwaterstandreeksen en de invloedsfactoren

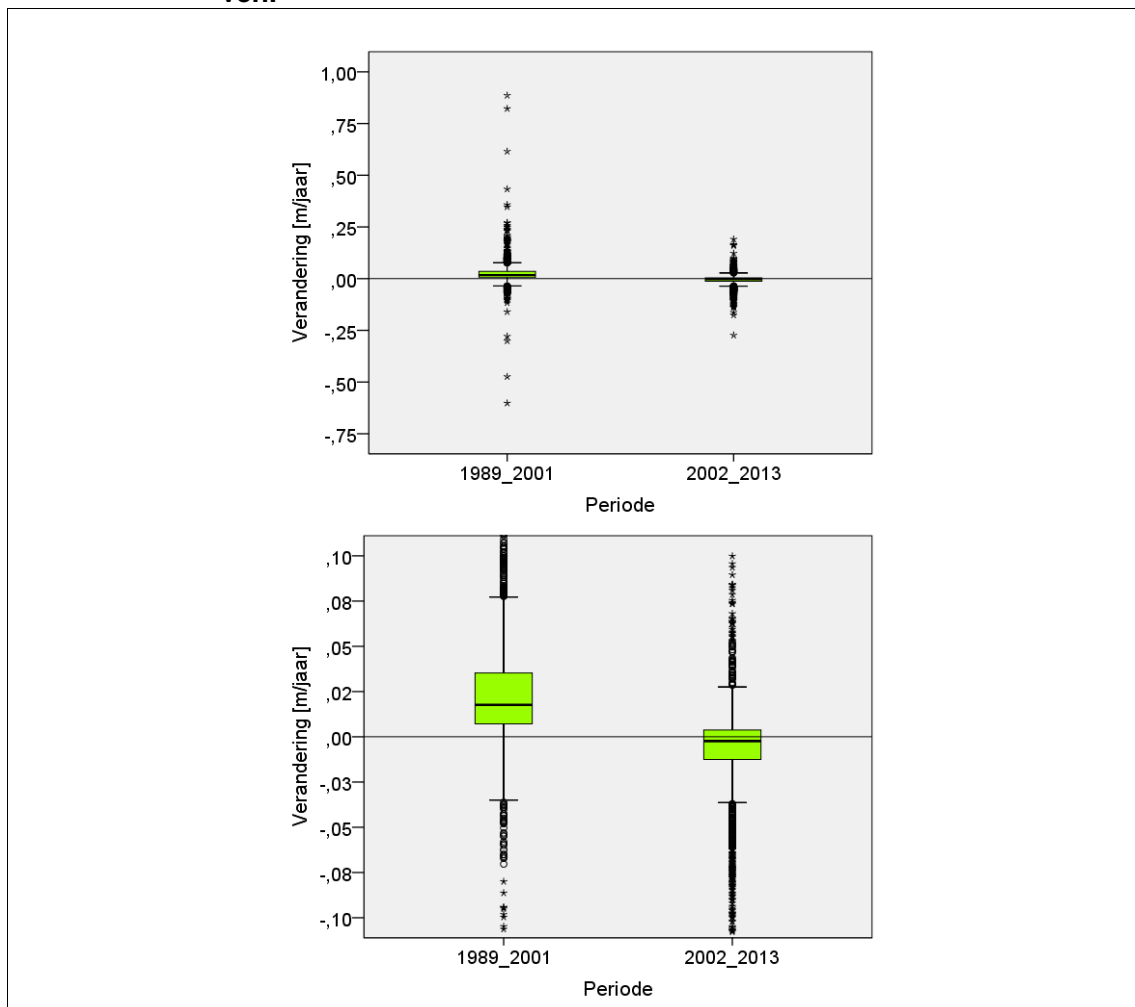
Elke reeks is geanalyseerd op een monotone trend, voor beide geselecteerde perioden. De trendanalyses zijn uitgevoerd met de reeksen van halfmaandelijke waarden. Een meereeks is geselecteerd voor de trendanalyse als deze voldoet aan het criterium van homogeniteit. Daartoe moet deze minimaal 1 waarde hebben in elk van de volgende 3 subperioden:

- voor trendanalyse over de periode 1989 tot en met 2001: minimaal 1 waarde in elk van de subperioden 1989 tot en met 1992, 1993 tot en met 1997 en 1998 tot en met 2001;
- voor trendanalyse over de periode 2002 tot en met 2013: minimaal 1 waarde in elk van de subperioden 2002 tot en met 2005, 2006 tot en met 2009 en 2010 tot en met 2013.

Bij de trendanalyse is voor elke reeks die combinatie van trendtoets en trendschatter gehanteerd, die het best aansluit op de reekskaracteristieken. Dit betreft het soort kansverdeling (wel of niet normaal) en het al of niet voorkomen van seizoenseffecten en/of autocorrelatie. In geval van normaliteit is gebruik gemaakt van lineaire regressie en in geval van niet-normaliteit van de Mann-Kendalltoets (in combinatie met de Theil-Sen-hellingschatter of Kendall's seizoenshellingschatter). Als een reeks seizoenseffecten en/of autocorrelatie vertoont, is gebruik gemaakt van een daarop toegesneden versie van een van deze toetsen.

De resultaten van de trendanalyses zijn samengevat in de boxplots van afbeelding 3.2. De boxplots vatten de verdeling van alle geschatte trends (hellingen) samen, ongeacht of de trend statistisch significant is of niet.

Afbeelding 3.2. Boxplot van de geschatte gemiddelde verandering van de grondwaterstand (m/jaar), zoals bepaald met trendanalyse van alle daarvoor geschikte meetreeksen, voor elk van de 2 beschouwde perioden. De afbeelding onder is een verticale vergroting van de afbeelding boven.



Uit afbeelding 3.2 blijkt dat er in de periode 1989 tot en met 2001 vooral positieve trends zijn geschat. Het 25-percentiel van de verdeling (de onderkant van de box) ligt namelijk boven nul, wat aangeeft dat meer dan 75 % van alle trends positief is. Voor de periode 2002 tot en met 2013 is het beeld minder uitgesproken en ligt de mediane trend (de zwarte lijn in de box) dichtbij nul. Dit zal veroorzaakt zijn door veranderingen in het neerslagoverschot binnen beide perioden. Het potentieel neerslagoverschot zoals berekend uit KNMI-cijfers van De Bilt is over de periode 1989 tot en met 2001 namelijk statistisch significant gestegen (zie tabel 3.1), terwijl dit over de periode 2002 tot en met 2013 geen statistisch significante trend vertoonde.

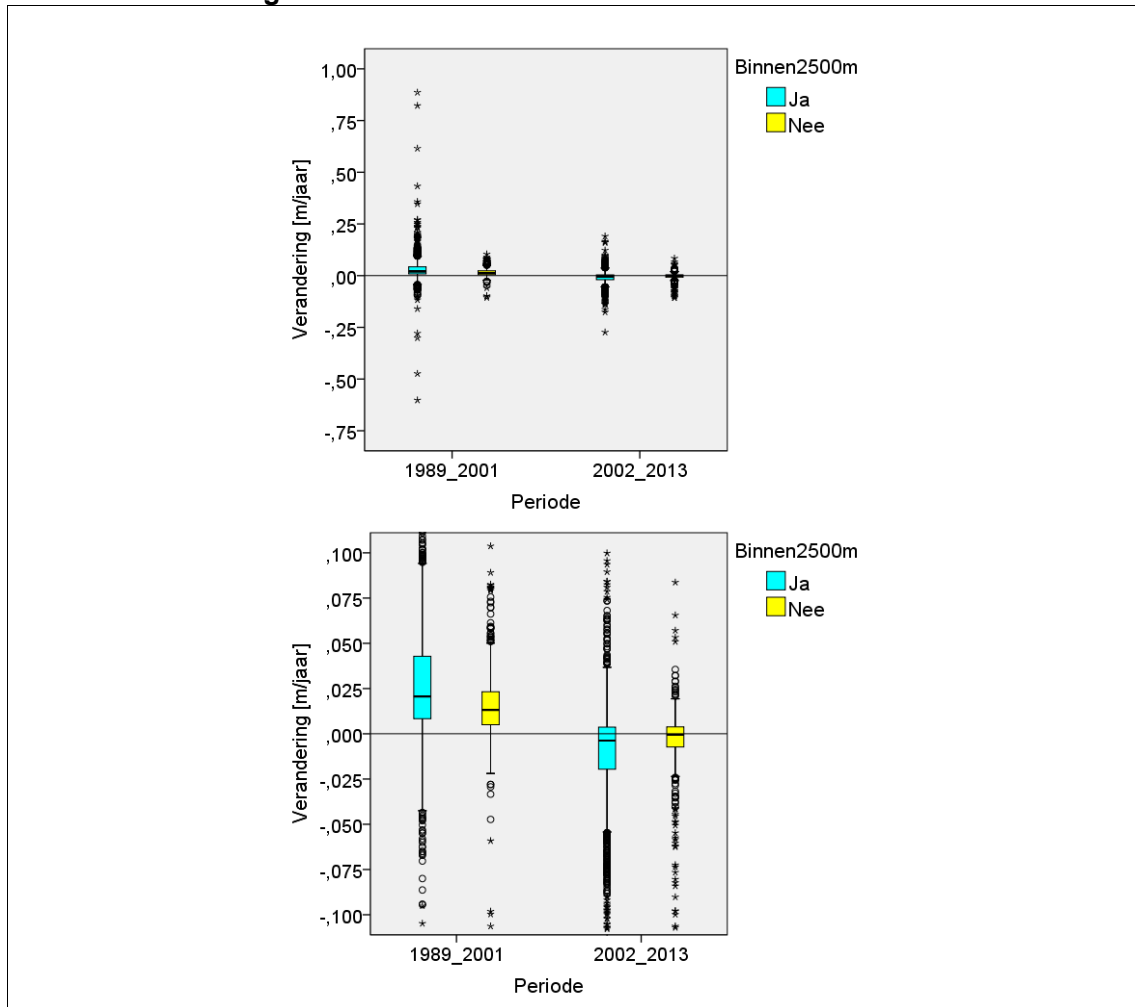
Tabel 3.1. Gegevens van het potentieel neerslagoverschot zoals berekend uit KNMI-cijfers van De Bilt, over een drietal perioden

periode	gemiddelde neerslag (mm/d)	gemiddelde verdamping	gemiddelde PNO	verandering PNO	statistisch significant?
1958 t/m 2013	2,258	1,504	0,754	0,000	nee
1989 t/m 2001	2,322	1,520	0,802	0,090	ja
2002 t/m 2013	2,313	1,606	0,707	0,017	nee

Uit tabel 3.1 blijkt verder dat de periode 2002 tot en met 2013 gemiddeld een enigszins lager potentieel neerslagoverschot (PNO) had dan de gehele meetperiode te De Bilt vanaf 1958, namelijk 0,707 mm/d versus 0,754 mm/d. De periode 1989 tot en met 2001 had daarentegen gemiddeld een enigszins hoger potentieel neerslagoverschot, namelijk 0,802 mm/d.

Voor onze kwaliteitscontrole is relevant dat uit afbeelding 3.2 blijkt dat er meerdere uitzonderlijk grote trends voorkomen, vooral in de periode 1989 tot en met 2001. Uit een eerste verkenning bleken de grootste daarvan samen te hangen met grote veranderingen van de winning Losser. Daarom is in afbeelding 3.3 bij het presenteren van de trendanalyseresultaten ook onderscheid gemaakt naar de afstand van de peilbuis tot een relevante grondwaterwinning. Dit betreft alle Vitens-winningen en alle overige grondwaterwinnings, waarbij voor die laatste alleen de winningen zijn meegenomen die minstens 1 jaar meer dan 0,5 miljoen m³ grondwater hebben onttrokken (volgens gegevens van de provincie). Er is geen rekening gehouden met de periode waarbinnen een winning actief is geweest, of sterk heeft gevarieerd.

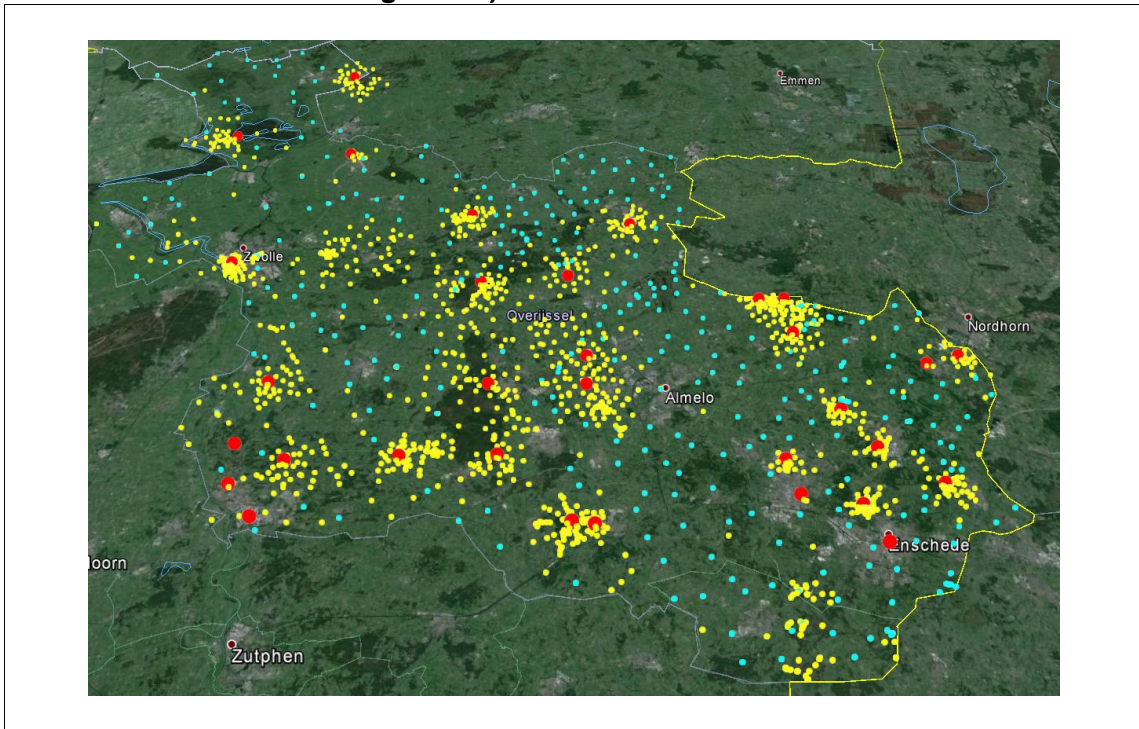
Afbeelding 3.3. Boxplot van de geschatte gemiddelde verandering van de grondwaterstand (m/jaar), zoals bepaald met trendanalyse van alle daarvoor geschikte meetreeksen, voor elk van de 2 beschouwde perioden. Er is per periode uitgesplitst naar de resultaten van peilbuizen binnen en buiten een straal van 2.500 m van een relevante grondwaterwinning. De afbeelding onder is een verticale vergroting van de afbeelding erboven.



Uit afbeelding 3.3 blijkt heel duidelijk dat in beide perioden de grootste dynamiek is opgetreden nabij de winningen. Dit hoeven dus geen foute meetreeksen te betreffen. Een deel van deze reeksen zal mogelijk afvallen op basis van het afstandscriterium tot een winning zoals binnen MIPWA is gehanteerd.

De verdeling van het aantal peilbuizen over de provincie blijkt overigens sterk geclusterd rond de drinkwaterwinningen van Vitens, zoals weergegeven in afbeelding 3.4. Bij het samenstellen van een kalibratie- en validatieset voor grondwatermodellen zal er daarom op moeten worden toegezien dat er ook voldoende informatie van buiten de invloedsgebieden van de drinkwaterwinningen beschikbaar komt.

Afbeelding 3.4. Verdeling van de beschikbare peilbuizen over de provincie Overijssel (geel: peilbuis Vitens, lichtblauw: peilbuis provincie en rood: drinkwaterwinning Vitens)



3.5. Bundeling van resultaten kwaliteitscontroles meetreeksen

Aan elk bestand voor elke reeks met labels uit de datacontrole zijn ondermeer de volgende resultaten toegevoegd:

- maximale ratio van een meetwaarde en de standaardafwijking van de overige meetwaarden. Dit is het maximum van de absolute waarde van meetwaarden minus het gemiddelde van de reeks, gedeeld door de standaardafwijking van de reeks. In formulevorm: $\text{max ratio} = \text{max} (\text{abs} (\text{meetwaarden} - \text{gemiddelde} (\text{meetwaarden}))) / \text{standaardafwijking} (\text{meetwaarden})$;
- maximale ratio van het verschil van de meetwaarden aan weerskanten van een wijziging van een metagegeven van het peilfilter en de standaardafwijking van alle overige verschillen van opeenvolgende meetwaarden;
- de afgeleide trend over de periode (in m/jaar).

De resultaten van alle kwaliteitscontroles stellen in staat om de modelleur per periode de reeksen te selecteren die voldoen aan de gewenste kwaliteitscriteria.

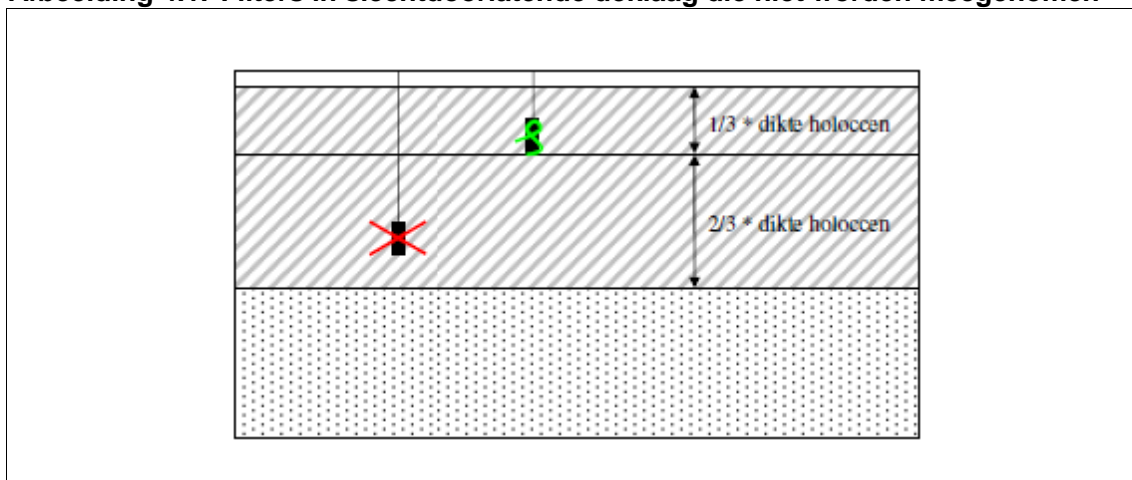
4. TOETSING AAN MIPWA

4.1. Interpretatie MIPWA-criteria

Bij het opstellen van het MIPWA is een kalibratie uitgevoerd over de periode 1989-2001. Hiertoe zijn de beschikbare meetreeksen gebruikt. Om de geschikte meetreeksen voor kalibratie te selecteren, zijn destijds criteria opgesteld waaraan de buizen moesten voldoen (hierna aangeduid als MIPWA-criteria). Deze MIPWA-criteria zijn (gebaseerd op bijlage J MIPWA-handleiding, Snepvangers 2007):

1. de reeks bevat metingen in de stationaire periode 1989 tot en met 2001. Dit criterium is in principe helder. Er wordt alleen gecontroleerd of er binnen deze periode gemeten is (of de periode 2002-2013);
2. wanneer in het stationaire model een verlaging wordt berekend van meer dan 5 cm door een grondwateronttrekking, dan moet de meetreeks:
 - a. voor 1992 beginnen;
 - b. na 1998 eindigen;
 - c. in minimaal 8 verschillende jaren metingen hebben.
De stationaire verlagingbeelden van MIPWA 1.1. zijn nog op de MIPWA-server aanwezig. Met behulp van GIS bepalen wij welke filters binnen de 5 cm verlagingcontour vallen. Voor deze filters wordt vervolgens getoetst of deze voor 1992 (of 2005) beginnen en na 1998 (of 2011) eindigen en in minimaal 8 verschillende jaren minimaal 20 metingen per jaar hebben (8 maal 20 metingen is in totaal minimaal 160 metingen);
3. wanneer in het stationaire model een verlaging wordt berekend van minder dan 5 cm door een grondwateronttrekking, dan moet de meetreeks in minimaal 4 jaren minimaal 20 metingen per jaar hebben (viermaal 20 metingen is in totaal minimaal 80 metingen);
4. het meetfilter moet aan een modellaag toegekend kunnen worden. Hierbij wordt het midden van het filter toegekend op basis van de top en bottoms van de modellagen in MIPWA. In gebieden met Holocene afzettingen (zoals de Weerribben en enkele beekdalen) worden filters in het onderste 2/3 deel van de deklaag niet meegenomen als ijklocatie, zie afbeelding 4.1. Dit wordt gedaan omdat de deklaag in het model wordt opgedeeld in een watervoerend deel en een slecht doorlatende laag. Filters onderin de deklaag zijn niet representatief voor het watervoerende deel. Voor de verspreiding van het Holoceen wordt gebruik gemaakt van de *top_holoceen* en *bottom_holoceen* die met MIPWA 1.1. zijn meegeleverd;

Afbeelding 4.1. Filters in slechtdoorlatende deklaag die niet worden meegenomen



5. de meetlocatie ligt minimaal 100 m vanaf de dichtstbijzijnde grondwateronttrekking. Hierbij wordt getoetst op de winningen zoals deze bij de bouw van MIPWA aanwezig waren (dus inclusief Brucht) en gebruikt zijn voor het stationaire model (*onttrekking_gemiddeld*). Voor de tweede periode wordt getoetst of de winning in deze periode heeft aangestaan;
6. de meetreeks mag niet binnen een modelcel met waterloop liggen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het bestand waarin alle waterlopen zijn opgenomen (*soort_waterloop.idf* op 25 bij 25 m);
7. ter plaatse van het meetpunt is geen schijnspiegel aanwezig (er komt geen keileem of potklei voor). Hiervoor wordt de verbreiding van de keileem gebruikt zoals opgenomen in de bestanden *top_keileem* en *dikte_keileem* zoals deze zijn gebruikt voor modelversie MIPWA1.1. (dus de oude keileemkaart);
8. de meetreeks is van goede kwaliteit:
 - a. de reeks bevat geen grote sprongen;
 - b. de reeks bevat geen uitbijters;
 - c. de reeks bevat geen extreme variatie in dynamiek;
 - d. de meetreeks is volgens de meetnetbeheerder representatief voor de omgeving.
Er is niet vermeld met behulp van welke criteria is getoetst aan bovenstaande kwaliteitseisen. Het oordeel over de kwaliteit van de meetreeks vanuit de Dataprofeet (resultaat werkstap 1a) zal daarom worden gebruikt.

Deze bovenstaande 8 eisen worden in dit project ook toegepast voor de meetreeksen die in de periode 2002-2013 vallen. Hiermee kan worden bepaald wat de invloed is van deze criteria op de beschikbare reeksen.

4.2. Resultaten toepassen MIPWA-criteria

De resultaten per criterium worden onderstaand besproken:

1. voor de periode 1989-2001 zijn er 2.899 filters met een meting in die periode. Voor de periode 2002-2013 zijn dat er 3.038. De kwaliteit van deze metingen is nog niet vastgesteld. De totale dataset over de gehele periode 1989-2013 omvat 3.424 filters;
2. de toetsing of een filter binnen het invloedsgebied van een onttrekking ligt, is uitgevoerd voor de buitenste contour in alle modellagen. Dit levert 2.339 locaties die binnen een invloedsgebied liggen. Daarnaast is specifiek getoetst op de verlaging per modellaag. Dat levert 1.476 filters op. Dit laatste aantal is meegenomen in de verdere analyse. Voor 507 filters kan de modellaag niet worden bepaald en kan dus ook de verlaging in de modellaag niet worden beschouwd;

Tabel 4.1. Aantal filters binnen en buiten stationaire verlagingcontour winning

	alle modellagen	verlaging beschouwd in toegewezen modellaag
aantal filters buiten verlagingcontour	1.085	1.441
aantal filters binnen verlagingcontour	2.339	1.476
(aantal filters niet toe te wijzen aan modellaag)		507
totaal	3.424	3.424

3. vervolgens is voor de filters binnen de verlagingcontour getoetst of wordt voldaan aan de gestelde eisen ten aanzien van de duur van de meetreeksen. De ligging binnen een verlagingcontour zegt echter niets over de betrouwbaarheid van de peilbuis of de bruikbaarheid voor ijking. De invloed van de dynamiek van de winning kan op deze afstand al uitgedempt zijn en dus meer afhankelijk zijn van langjarige wijzigingen (die door het model prima berekend kunnen worden);

4. daarnaast is voor de filters buiten de verlagingscontour getoetst of wordt voldaan aan de gestelde eis van minimaal 4 jaar metingen. Met name voor de periode 2002-2013 blijkt dat in een aanzienlijk aantal filters niet het geval. Dit betreft mogelijk reeksen die recent zijn gestart en daarom nog geen lange reeks hebben opgebouwd. Een meetreeks korter dan 4 jaar hoeft echter niet onbetrouwbaar te zijn of ongeschikt voor kalibratie. Gezien het aantal reeksen dat hierdoor afvalt, is het de vraag of dit wel een bruikbaar criterium is;

Tabel 4.2. Aantal filters binnen/buiten verlagingscontour winning en voldoende lengte meetreeks

	1989-2001	2002-2013
aantal filters binnen verlagingscontour en beginnen voor 1992 en eindigen na 1998 en minimaal 8 jaar metingen	1.201	1.171
aantal filters buiten verlagingscontour en minimaal 4 jaar metingen	1.029	725
aantal filters met te korte meetreeksen	162	635
(aantal filters niet toe te wijzen aan modellaag)	507	507
(lege reeksen)	525	386
totaal	3.424	3.424

5. vervolgens is getoetst in hoeverre het filter aan de modellen toegekend kan worden (watervoerende pakketten in het model). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het midden, de bovenkant en de onderkant van het filter. Vervolgens is bepaald of de peilbuis op basis van een van deze 3 niveaus kan worden toegewezen aan een modellaag. In totaal zijn er 507 filters waarvan het filter niet aan een modellaag toegekend kan worden. Dat is circa 15 % van het totaal. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat deze filters in een slechtdoorlatende laag zijn geplaatst. Dit gegeven zegt dus ook iets over de betrouwbaarheid van het lagenmodel dat in deze versie van MIPWA is gebruikt.

Tabel 4.3. Toekenning peilbuisfilters aan modellen in MIPWA

modellaag	aantal filters in modellaag op basis van			peilbuis in modellaag op basis van een van de 3 filterniveau's
	midfilter	topfilter	bottom filter	
1	105	122	79	105
2	1.168	1.204	1.147	1.205
3	603	587	605	623
4	450	425	465	458
5	102	107	108	103
6	29	25	22	31
7	388	369	397	392
valt tussen modellen	579	585	601	507
totaal aantal filters	3.424	3.424	3.424	3.424
percentage filters tussen modellen	16,9 %	17,1 %	17,6 %	14,8 %

Tabel 4.4. Overzicht totaal toe te kennen filters

aantal filters toe te kennen aan modellagen	
totaal aantal filters toe te wijzen aan modellaag (o.b.v. een van de 3 filterniveau's)	2.917
percentage filters toe te wijzen aan modellaag (o.b.v. een van de 3 filterniveau's)	85,2 %
percentage filters NIET toe te wijzen aan modellaag (o.b.v. een van de 3 filterniveau's)	14,8 %
check	100,0 %

Binnen de gebieden met Holocene deklaag is vervolgens getoetst welke filters een filter hebben in het onderste 2/3 deel van de Holocene deklaag. De achterliggende gedachte is dat de grondwaterstand die het model berekent niet representatief is voor de onderkant van deze laag. Dit levert 18 filters die afvallen. Hoewel dit inhoudelijk een zinvol criterium lijkt, is het in de praktijk niet erg onderscheidend. Men kan zich afvragen of peilbuisfilters in de praktijk daadwerkelijk vaak in het onderste deel van de deklaag gezet zullen worden;

Tabel 4.5. Filters in onderste deel Holocene deklaag

aantal filters met filter in Holocene deklaag	20
aantal filters in bovenste 1/3 holoceen	2
aantal filters die afvallen n.a.v. criterium Holoceen	18
(aantal filters dieper dan Holoceen)	2.899
(aantal filters niet toe te wijzen aan modellaag)	507
totaal	3.424

6. in dit criterium wordt gekeken naar de afstand tot winputten. Hierbij kan naar alle modellagen tegelijkertijd worden gekeken, maar ook onderscheiden naar modellaag. Deze laatste wordt niet meegenomen in de analyse, want de verwachting is dat dit onderscheid destijds niet is gemaakt. Daardoor vallen er 381 filters af. Dit lijkt een zinvol criterium voor een regionaal model, omdat de dynamiek van winning op individueel putniveau veelal niet op dagbasis in een model wordt ingevoerd. Een peilbuis die door deze korte termijndynamiek beïnvloed kan worden, is dus niet geschikt voor ijking van een regionaal model;

Tabel 4.6. Filters binnen 100 m onttrekkingsputten

totaal aantal filters die binnen bufferzone van 100 m vallen	381
totaal aantal filters die binnen bufferzone van modellaag waarin filter zit	44
totaal aantal filters die aan dit criterium voldoen	3.380
totaal	3.424

7. in de onderstaande tabel is het aantal filters weergegeven dat binnen een cel met een waterloop valt. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar de lagen, want in principe kan een peilbuis in modellaag 3 nog steeds vlak onder een waterloop liggen. Sommige modellagen zijn lokaal namelijk dun of afwezig. Het aantal filters dat op basis van dit criterium afvalt, blijkt in totaal 1.346 te zijn. De achterliggende gedachte is dat er in de waterloop een dynamiek kan optreden die door het model moeilijk te voorspellen is. Anderzijds valt door dit criterium circa 30 % van de filters af. Daarnaast kan men zich afvragen of de dynamiek in een waterloop (veelal kortdurende pieken) veel invloed heeft op de te berekenen GxG's. Dit criterium lijkt daarom nogal streng. Bovendien zou dit criterium in feite alleen moeten gelden voor ondiepe freatische filters bij niet vrij afwaterende waterlopen en waterlopen met wateraanvoer;

Tabel 4.7. Filters nabij waterloop

aantal filters dat wel in waterloopcel staat, en dus NIET voldoet	1.346
aantal filters dat niet in waterloopcel staat, en dus WEL voldoet	2.078
totaal	3.424

8. voor het bepalen of een filter onder invloed staat van de aanwezigheid van de keileem is getoetst of er keileem aanwezig is en of er een filter boven de keileem ligt. Dit blijkt voor 70 locaties het geval. Dit criterium is echter geformuleerd vóór het inbrengen van de keileemmodule in MIPWA en lijkt daarom niet relevant voor de nieuwere MIPWA-versies;

Tabel 4.8. Filters met invloed keileem (schijnwaterspiegel)

aantal filters waar keileem op locatie aanwezig is	248
aantal filters waar geen keileem op locatie aanwezig is	3.176
totaal	3.424
aantal filters met filters boven keileemlaag	70
aantal filters met filter onder keileemlaag, of keileemlaag afwezig	3.354
totaal	3.424

9. hierbij wordt een selectie van de meetreeksen gemaakt op basis van kwaliteit. De criteria die destijds voor MIPWA zijn gebruikt, zijn echter nauwelijks te kwantificeren. Daar is dit criterium geïnterpreteerd als dat er op basis van de uitkomsten van de datavalidatie de reeks voor 80 % als goed beoordeeld moet zijn. Dit blijken tevens de reeksen te zijn waar geen trend is gedetecteerd is.

Tabel 4.9. Aantal meetreeksen van goede kwaliteit

	1989-2001	2002-2013
meer dan 80 % van de reeks goed	2.175	2.684
minder dan 80 % van de reeks goed	724	354
(lege reeksen)	525	386
totaal	3.424	3.424

4.3. Resultaat toepassen alle criteria

Vervolgens zijn alle 8 criteria gecombineerd. Dit levert voor de periode 1989 - 2001 920 filters die aan de criteria voldoen. Voor de periode 2002-2013 zijn dat er 903. Dat betekent dat voor beide perioden op basis van deze criteria circa 30 % van de bruikbare meetreeksen meegenomen zou kunnen worden in de ijking. Met name de criteria die eisen stellen aan de duur van de reeks, het toewijzen aan modellagen en de afstand tot een waterloop zorgen voor veel afvallers.

Tabel 4.10. Aantal filters dat voldoet aan de MIPWA-criteria

	1989-2001	2002-2013
aantal filters dat voldoet aan alle MIPWA-criteria	920	903
aantal filters dat niet voldoet aan alle MIPWA-criteria	1.472	1.628
(aantal filters niet toe te wijzen aan modellaag)	507	507
(lege reeksen)	525	386
totaal	3.424	3.424

Verschillen en overeenkomsten beide perioden

Op basis van de voorgaande bevindingen kan het volgende geconcludeerd worden ten aanzien van het verschil tussen beide perioden:

- het aantal filters dat voldoet aan alle MIPWA-criteria ontloopt elkaar voor beide perioden niet veel;
- in de periode 2002 - 2013 vallen aanzienlijk meer filters af als gevolg van de duur van de reeks. Naar verwachting zijn er in deze periode filters waarvan de metingen net zijn opgestart, wat leidt tot korte reeksen. Mogelijk zijn er in deze periode ook peilbuislocaties waarvan is besloten om te stoppen met meten om zodoende de kosten te beperken;
- de meetreeksen in de periode 2002 - 2013 zijn over het algemeen wel beter van kwaliteit. De verwachting is dat dit het gevolg is van het gebruik van automatische (druk)opnemers, die leiden tot minder uitval en hoogfrequenter metingen.

4.4. Vergelijking berekende en gemeten waarden

Voor alle meetreeksen uit de periode 1989-2001 (dus zowel de meetreeksen die wel en niet voldoen aan de MIPWA-criteria) is een vergelijking gemaakt tussen de berekende waarden in MIPWA en de gemeten waarden. Dit is op de volgende manier gedaan:

- er is gebruik gemaakt van de resultaten van MIPWA 1.1. Dit is het destijds gekalibreerde model dat is opgeleverd;
- alle meetreeksen waarvan de x-y-coördinaten en een diepte van het filter bekend zijn, zijn toegekend aan een modellaag en een modelcel in MIPWA;
- voor de meetreeksen die zijn toegekend aan de bovenste modellaag, is tevens een vergelijking gemaakt met de berekende GHG en GLG;
- voor de meetreeksen die zijn toegekend aan de modellagen is gebruik gemaakt van de berekende stijghoogte;
- de afwijkingen tussen berekende en gemeten waarden zijn per modellaag weergegeven in ballenkaarten. Deze ballenkaarten zijn opgenomen in bijgevoegde bijlage II.

In de ballenkaarten zijn dus de afwijkingen weergegeven van alle beschikbare filters. Met behulp van de vorm van het symbool is onderscheid gemaakt in filters die wel en niet aan alle MIPWA-criteria voldoen, zodat de onderlinge verschillen inzichtelijk worden.

Uit de ballenkaarten kan het volgende worden opgemaakt:

- de GHG en GLG worden in het oosten van Overijssel veel te nat berekend. Dit deel van MIPWA (voormalig beheersgebied van waterschap Regge en Dinkel) heeft wel meegelopen in de modellering, maar vormde niet het aandachtsgebied voor de kalibratie;
- in het westelijke en centrale deel van Overijssel overheersen de te laag berekende waarden (te droog), terwijl in het oostelijk deel de te hoog berekende waarden overheersen.

De filters die niet voldoen aan de MIPWA-criteria liggen veelal in clusters rondom de winningen.

Van de afwijkingen zijn vervolgens enkele statistieken berekend, deze zijn opgenomen in tabel 4.11. De afwijking van alle filters is veel groter dan de afwijking van de filters die aan de MIPWA-criteria voldoen (behalve bij de GxG, maar dat heeft te maken met het kleine aantal filters). Dat betekent dat deze filters (mits met betrouwbare metingen) aanvullende informatie hadden kunnen toevoegen aan het model.

Dit geldt ook voor de goede meetreeksen al zijn de verschillen dan wel kleiner. Een deel van de extra afwijking wordt dus verklaard uit de aanwezigheid van slechte meetreeksen in de dataset.

Tabel 4.11. Afwijkingen MIPWA berekende stijghoogten - gemeten stijghoogten 1989-2001

	gemiddeld verschil (m)	gemiddeld absoluut verschil (m)
afwijking alle filters	-0,25 (te droog)	0,53
afwijking GHG	0,61	0,75
afwijking GLG	1,31	1,46
afwijking alle filters MIPWA-criteria	-0,05	0,31
afwijking GHG MIPWA-criteria*	0,77	0,80
afwijking GLG MIPWA-criteria*	1,56	1,58
afwijking alle goede meetreeksen (goed > 80 %)	-0,09	0,35
afwijking GHG goede meetreeksen	0,50	0,66
afwijking GLG goede meetreeksen	1,15	1,32

*= het aantal filters in modellaag 1 waarover een GxG kan worden berekend is slechts 23.

5. SAMENHANG MET 2 ANDERE PROJECTEN IN OVERIJSEL

5.1. Relevante projecten

Dit project wordt tegelijkertijd uitgevoerd met 2 andere projecten waarmee mogelijk een inhoudelijke relatie bestaat. In dit hoofdstuk wordt de onderlinge samenhang nader beschouwd.

De provincie Overijssel en waterbedrijf Vitens hebben behoefte aan betrouwbare grondwatermodellen rond drinkwaterwinningen, om modelmatig te kunnen bepalen welke effecten deze winningen hebben op de omgeving. Op die behoefte richten zich momenteel 2 studies:

- naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen;
- definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen.

Onderstaand worden beide projecten nader toegelicht.

5.2. Naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen

De eerste studie is *Naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen*, die wordt uitgevoerd door Adviesbureau Harry Boukes en Icastat. Deze richt zich voor 22 Overijsselse drinkwaterwinningen (21 operationele winningen en de in 2006 gestopte winning Brucht) op:

1. het verzamelen en beoordelen van reeds beschikbare schattingen van bodemparameters;
2. het verzamelen van ijksets die in de toekomst ook bij nieuwe bodemschematisaties kunnen worden ingezet om de optimale waarden van de bodemparameters te bepalen. Dit biedt flexibiliteit en toekomstbestendigheid. En als er voor een winning geen geschikte ijkset beschikbaar is, geeft deze studie aan hoe die moet worden vergaard. Dit laatste is vorm gegeven in een plan op hoofdlijnen om deze hiaten op te vullen, met daarbij een prioritering naar winning.

Er is in die studie rekening gehouden met de mogelijkheden en beperkingen van 4 methoden om bodemparameters te bepalen: 1) klassieke pompproef, 2) pompputtenproef (ook wel aangeduid als de 'Boukes-methode'), 3) tijdreeksanalyse grondwaterstand/stijghoogtereeksen, leidend tot een ruimtelijk beeld van de stationaire verlaging door de winning, waarmee een grondwatermodel wordt geïkt en 4) grondwatermodel instationair ijken aan grondwaterstand-/stijghoogtereeksen.

5.3. Definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen

De tweede studie is *Definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen*, die wordt uitgevoerd door Icastat, in samenwerking met AMO. Voor de 22 Overijsselse drinkwaterwinningen wordt beoordeeld of de historische situatie en de daarover beschikbare gegevens het mogelijk maken om een betrouwbaar ruimtelijk beeld van de stationaire verlaging af te leiden met tijdreeksanalyses van de grondwaterstands-/stijghoogtereeksen in de omgeving. Verder wordt voor elke drinkwaterwinning waarvan reeds een met tijdreeksanalyse afgeleid stationair verlagingsbeeld beschikbaar is, beoordeeld in welke mate dat beeld is te gebruiken als ijk- of validatiemateriaal voor een grondwatermodel. Tenslotte worden ook deze reeds beschikbare verlagingsbeelden en de achterliggende gegevens digitaal beschikbaar gesteld (in MS-Excel), in de vorm van coördinaten peilbuis, diepte bovenkant en onderkant peilfilter, geschatte verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte,

standaardfout van die schatting en tenslotte de winningsgrootte waarvoor deze schattingen gelden.

5.4. Onderlinge samenhang

Aangezien de 2 boven beschreven studies zich vooral richten op het verkrijgen van ijksets om tot betrouwbare schattingen van bodemparameters rond winningen te kunnen komen, hebben ze sterke raakvlakken met het onderhavig onderzoek. Er zijn echter ook enkele relevante verschillen, namelijk (zie afbeelding 5.1):

1. de 2 boven beschreven studies richten zich alleen op de 22 Overijsselse drinkwaterwinningen, terwijl deze studie zich op de hele provincie richt;
2. de eerste studie houdt rekening met 4 methoden om bodemparameters te schatten, zodat per winning de schattingsmethode en bijbehorende ijkset kan worden geselecteerd die de meeste perspectieven bieden om tot betrouwbare bodemparameters te komen. Deze studie richt zich alleen op het ijken/valideren van modellen en in het bijzonder het MIPWA-model;
3. bij de 2 studies zijn vooraf geen restricties opgelegd aan de perioden waarover de ijksets informatie moeten verschaffen, terwijl de studie van Witteveen+Bos alleen de perioden 1989 tot en met 2001 en 2002 tot en met 2013 beschouwt. De 2 studies zullen voor een bepaalde winning een periode beschouwen waarin er een voldoende grote verandering van de winning is geweest om daaruit de reactie van het systeem te kunnen terugvinden in meetreeksen van de grondwaterstand/stijghoogte. Dat zijn dan geschikte ijksets.

De 2 studies zijn specifiek gericht op het verkrijgen van ijksets rond 22 Overijsselse drinkwaterwinningen (zie voor ligging afbeelding 5.2). Het lijkt dan niet nodig om in deze studie nog te zoeken naar geschikte ijksets rond deze winningen. Wel is het zinvol dat deze studie zich richt op validatiesets rond deze winningen, want de *Definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen* zal slechts voor 4 van die winningen validatiesets opleveren (in de vorm van stationaire verlagingsbeelden), terwijl voor 4 andere winningen is vastgesteld dat de historische situatie daar veel kansen biedt om een dergelijk beeld af te leiden.

Afbeelding 5.1. Samenhang van deze studie met 2 andere studies

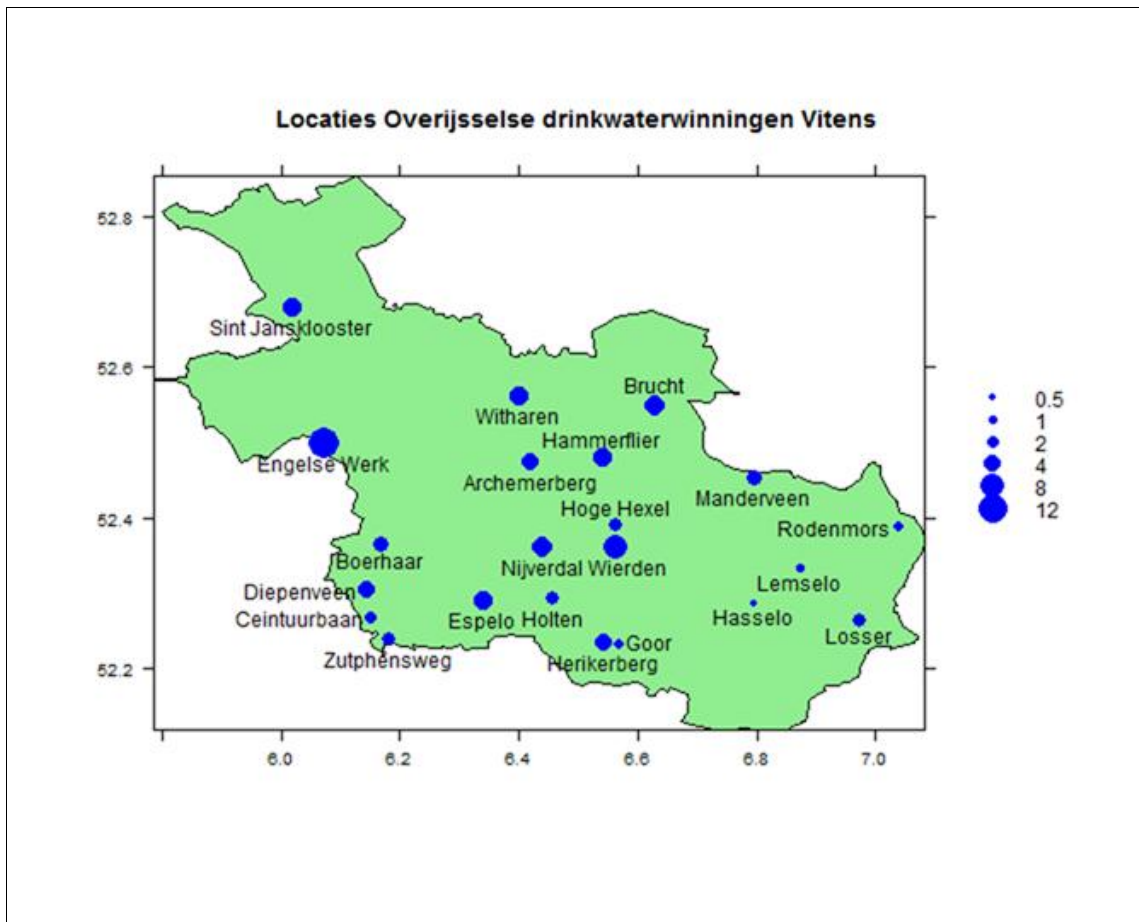
Studie	Producten van de studie			
	Ijksets		Validatiesets	
	Binnen invloedsstraal drinkwaterwinningen	Buiten invloedsstraal drinkwaterwinningen	Binnen invloedsstraal drinkwaterwinningen	Buiten invloedsstraal drinkwaterwinningen
Beoordeling meetreeksen grondwaterstand voor ijken en valideren grondwatermodellen voor Overijssel	?	Ijksets (gws-/sth reeksen)	Validatiesets ¹⁾ (gws-/sth reeksen)	
Naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen	Ijksets / adviezen hoe die te verkrijgen			
Definitiestudie verlagingsbeelden Overijsselse drinkwaterwinningen	Ijksets (in vorm verlagingsbeelden) / oordelen over kansen die te verkrijgen		Validatiesets ¹⁾ (in vorm verlagingsbeelden) / oordelen over kansen die te verkrijgen	

1) Het grondwatermodel moet niet zijn ontwikkeld of geijkt met deze data.

Er moet overigens rekening mee worden gehouden dat de bij die studies te verzamelen ijksets niet per definitie allemaal geschikt zijn om er de bodemparameters van grondwaterwinningen mee te schatten met het MIPWA-model. Sommige zullen zich bijvoorbeeld alleen lenen voor uitwerking met de Boukes-methode. Het is beter elke ijkset te verwerken tot schattingen van bodemparameters met de schattingsmethode waar de ijkset op is afgestemd.

Onderstaand een kaartje met de locaties van de 22 Overijsselse drinkwaterwinningen die bij de 2 studies zijn beschouwd.

Afbeelding 5.2. Beschouwde drinkwaterwinningen in de 2 andere studies met debiet (miljoen m³/jaar)



6. ADVIES SELECTIECRITERIA

6.1. Inleiding

Op basis van de resultaten en leerpunten van de voorgaande hoofdstukken wordt in dit hoofdstuk een advies gegeven voor selectiecriteria om te komen tot een goede ijk- en validatieset. Allereerst wordt een meer algemene beschouwing gegeven waaraan een meetreeks in onze visie zou moeten voldoen om geschikt te kunnen zijn als ijkreeks.

6.2. Beschouwing selectie ijkset

Allereerst moet worden opgemerkt, dat voor de ijking van een model idealiter zoveel mogelijk informatie moet worden gebruikt. Hoe meer informatie hoe beter het presteren van het model getest kan worden. Voorkomen moet worden dat onnodig bruikbare informatie wordt weggegooid. Onze ervaring met kalibratie is veelal dat de beschikbare metingen schaars zijn (zowel in ruimte als tijd), waardoor er zuinig mee moet worden omgegaan. Dat is veelal ook de verklaring voor het feit dat weinig modellen gevalideerd worden. Immers, de schaarse informatie is al nodig voor de kalibratie. Daarom is het in onze optiek beter om meetreeksen te voorzien van een label (met een classificatie van de betrouwbaarheid), in plaats van meetreeksen op voorhand uit te sluiten. Op basis van het label kan de modelleur afhankelijk van zijn modeltoepassing in het vervolgproces besluiten op welke wijze hij de meetreeks verantwoord kan gebruiken. Hierdoor wordt optimaal gebruik gemaakt van de beschikbare informatie.

Naast betrouwbaarheid van de reeks spelen verklaarbaarheid en modelleerbaarheid van het meetreeksgedrag een belangrijke rol:

- verklaarbaar:
 - metingen met veel uitbijters (als gevolg van meetfouten) onverklaarbare (stap)trends of ontbrekende metadata kunnen uiteraard niet (zonder meer) voor ijking worden gebruikt;
- modelleerbaarheid:
 - het heeft geen zin om meetreeksen te gebruiken voor ijking die onder invloed staan van processen die niet zijn opgenomen in een grondwatermodel. Hierbij kan worden gedacht aan metingen in lokale systemen op stuwwallen waar sprake is van sterk niet-lineair gedrag. Deze afwijkende meetreeksen zijn niet geschikt voor ijking, maar kunnen wel worden gebruikt om de beperkingen van het model te kwantificeren. Als het grondwatermodel dergelijke meetreeksen niet goed kan verklaren, dan geeft dat belangrijke informatie over de beperkte waarde van het model in dergelijke gebieden. Dit geldt echter ook in de tijd. Peilbuizen die in de directe omgeving van een onttrekking staan, kunnen een sterke variatie in de tijd laten zien als gevolg van fluctuaties in debiet. Deze variaties kunnen alleen worden gesimuleerd als het model zowel ruimtelijk als temporeel daarop volledig is afgestemd.

De lengte van de meetreeks binnen een ijkperiode is wat ons betreft wat minder van belang. Immers, zolang een meetreeks betrouwbaar is, voegt deze informatie toe. De lengte van de meetreeks is daarom nog slechts een beperkt bruikbaar criterium om meetreeksen voor ijking te onderscheiden. Wel kan er op basis van de lengte van de reeks onderscheid gemaakt worden in meetreeksen voor stationaire en instationaire modellen. Bij stationaire modellen is het van belang dat het gemiddelde van de meetreeks de stationaire periode goed beschrijft. Daarbij is een minimale lengte van de meetreeks wel een vereiste. Bij een instationaire modellering speelt dit tijdsaspect minder. Immers, een korte meetreeks zal als gevolg van het minder aantal waarnemingen vanzelf minder zwaar meewegen in (automatische) ijking.

Op basis van de resultaten van de voorgaande werkstappen is een eerste advies opgesteld voor nieuwe selectiecriteria om geschikte meetreeksen voor ijking te selecteren. Dit advies zal worden besproken in het overleg met de projectgroep.

Er zijn 4 factoren die een belangrijke rol spelen bij de selectie van een ijkset:

1. de kwaliteit van de meetreeks;
2. het doel van de toepassing;
3. de schaal van de toepassing;
4. het tijdsaspect.

Deze 4 factoren worden onderstaand toegelicht.

Bij het opstellen van een goede ijkset is het uitvoeren van een datavalidatie eigenlijk altijd onontbeerlijk. In de praktijk wordt dit niet altijd gedaan. Het is van belang de kwaliteit van de betreffende reeks te kennen, voordat die wordt gebruikt bij de ijking van een grondwatermodel. Dit is met name bij automatische ijking van regionale modellen van groot belang, omdat de meetreeksen veelal niet afzonderlijk worden beschouwd. De huidige dataset is als geheel gevalideerd, waardoor dit bij de ijking kan worden gebruikt.

Daarnaast is het doel van het gebruik van de meetreeksen van belang. Worden de meetreeksen gebruikt voor kalibratie (handmatig of geautomatiseerd) of validatie? Betreft het ijking van een stationair model of een instationair model? Zijn er bijvoorbeeld aanvullende meetgegevens bekend, zoals afvoerreeksen, kwaliteitsgegevens of kwelindicatoren? De huidige dataset wordt met name gebruikt voor de ijking van MIPWA3. Dit regionale model wordt echter voor diverse toepassingen en op diverse schalen gebruikt.

De schaal van de modellering is eveneens van belang. Bij een lokale toepassing kan de modelleur minder streng zijn in de selectie. Hij zal blij zijn met elke meetreeks die hij binnen het lokale modelgebied ter beschikking heeft. Daarnaast kan bij een lokale modellering de invoer veel gedetailleerder en nauwkeuriger worden uitgevoerd (zoals detailontwatering, individuele winputten en dergelijke) en zal de modelleur het gebied als geheel beter doorgronden. Dit maakt dat hij ook in staat is eventuele afwijkende metingen als zodanig te beoordelen en eventueel te corrigeren.

Ook het tijdsaspect speelt een belangrijke rol. Om een instationair model te kunnen ijken, is inzicht nodig in de seizoensvariatie (en eventueel extremen) binnen het grondwatersysteem. In het ideale geval zijn dit meetreeksen van bijvoorbeeld minimaal 8 jaar. Dat wil echter niet zeggen dat meetreeksen van 2 jaar daarmee onbruikbaar zijn. Uit de toepassing van de MIPWA-criteria blijkt dat er een aanzienlijk aantal reeksen afvallen op het strenge tijds criterium van minimaal 4 of 8 jaar, die in principe toch best bruikbaar zouden kunnen zijn voor instationaire ijking. Een tijds criterium lijkt daarmee een minder geschikt criterium.

Op basis van de ervaringen met de MIPWA-criteria kan worden geconcludeerd:

- criteria waarin modellen een rol spelen zijn te specifiek voor een bepaalde model-schematisatie. Het niet kunnen toekennen van een filter aan een modellaag duidt eerder op onnauwkeurigheid van de modellaagindeling;
- ook de ligging van een peilbuis bij een waterloop lijkt een te streng criterium. De tijdelijke variatie in de oppervlaktewaterpeilen als gevolg van buien is slechts beperkt van invloed op het grondwater en komt naar verwachting nauwelijks tot uitdrukking in de GHG en GLG. Daarmee zijn meetreeksen bij een waterloop niet bij voorbaat onbruikbaar voor het ijken van een grondwatermodel. Bij grote waterlopen als rivieren worden

- veelal de gemeten waterstanden aan het model opgelegd en speelt dit probleem dus niet;
- criteria op basis van de duur van de meetreeks zijn alleen van belang bij het stationair ijken. Bij instationair ijken bepaalt de duur van de meetreeks als vanzelf het gewicht van de meetreeks.

6.3. Conclusie selectiecriteria

Concluderend wordt voorgesteld om de gehele dataset als ijkset ter beschikking te stellen, maar daarbij een aantal specifieke kenmerken op te nemen waarmee de modelleur afhankelijk van de toepassing eenvoudig een eigen selectie kan maken. Voorbeelden van enkele mogelijke kenmerken zijn:

- kwaliteit van de meetreeks op basis van datavalidatie. Geadviseerd wordt om alleen gebruik te maken van reeksen die in de datavalidatie als goedgekeurd zijn aangeduid. Bij lokale tekorten voor specifieke gebieden of toepassingen kunnen alsnog afgekeurde of delen van afgekeurde meetreeksen gebruikt worden. Dit vraagt per meetreeks een afzonderlijke beoordeling per toepassing. Zo zijn er bijvoorbeeld een aanzienlijk aantal reeksen waarin een staptrend is gedetecteerd. Mogelijk kan deze staptrend verklaard worden uit een daadwerkelijke fysische verandering zoals een wijziging van het onttrekkingsdebiet van een winning of een peilwijziging in het oppervlaktewater. Daarnaast hangt een staptrend soms samen met aanpassingen aan de peilbuis zelf. Dergelijke veranderingen dienen nog handmatig gecorrigeerd te worden. Door de provincie is hier reeds een begin mee gemaakt. In de meegeleverde digitale resultaten van de datavalidatie is tevens aangegeven wanneer een geconstateerde trend samenhangt met een verandering van de metadata (zoals bovenkant filter);
- afstand tot een onttrekkingsput. Afhankelijk van de mate van detail waarin de winning wordt meegenomen (debiet per winput op dagbasis) kan een minimum afstandscriterium gehanteerd worden. Het lijkt verstandig om een afstandscriterium mee te nemen indien per winput slechts een maandelijks gemiddelde of het gemiddeld evenredig dagdebiet per winput wordt gebruikt. Omdat de studie *Naar betrouwbare en bruikbare bodemparameters Overijsselse drinkwaterwinningen* al kalibratiesets voor winningen oplevert (of aanwijzingen hoe die te vergaren), zijn de filters binnen deze dataset zodanig gelabeld met een afstand tot een drinkwaterwinning en/of een andere onttrekking;
- een kant en klare validatieset is op voorhand niet te maken. Een validatieset kan bijvoorbeeld bestaan uit dezelfde filters die bij de kalibratie zijn gebruikt, maar dan een andere periode beschouwen. Omdat validatie meestal wordt uitgevoerd met metingen over een latere periode, kunnen meetreeksen die te kort waren voor kalibratie na enige jaren wel geschikt zijn voor de validatie (er zijn in de tussentijd metingen bijgekomen). De ruimtelijke selectie van een validatieset kan alleen reeds beschikbare peilfilters meenemen, waardoor deze selectie niet als ruimtelijke kanssteekproef kan worden beschouwd. De validatieresultaten zijn dan niet te vertalen naar de populatie van alle denkbeeldige peilfilters in het gemodelleerde gebied.
- duur van de meetreeks. Voor het ijken van een stationair grondwatermodel dient de meetreeks tenminste over de helft van de periode metingen te bevatten. Deze keuze is enigszins arbitrair en mede afhankelijk van het voorkomen van afwijkende weerjaren. Belangrijk is dat de gemiddelde gemeten grondwaterstand over de meetperiode representatief is voor het gemiddelde neerslagoverschot over de gehele modelperiode. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de over- en onderschrijdingskansen van het potentieel neerslagoverschot (een neerslagoverschot met een overschrijdingskans van bijvoorbeeld 5 % duidt op een zeer nat jaar. Voor overige toepassingen wordt geen minimumlengte gehanteerd.

Door de gehele dataset inclusief labels, kenmerken en beoordelingsresultaten ter beschikking te stellen kan de modelleur naar eigen inzicht de bovengenoemde criteria aanpassen. Indien wordt uitgegaan van enkel de kwaliteit van de meetreeks op basis van de datavalidatie als criterium, levert dit voor de periode 2002-2013 2.428 geschikte meetreeksen op. Dit is circa 80 % van het aantal beschikbare meetreeksen over deze periode. Deze reeksen vormen een basisset die afhankelijk van de toepassing met aanvullende criteria verder kan worden verfijnd.

De resultaten van de datavalidatie en de beoordeling van de meetreeksen kunnen worden gebruikt bij een optimalisatie van de meetinspanning. Afhankelijk van de mate waarin meetnetoptimalisatie gewenst is, kunnen de kwaliteitslabels worden gebruikt voor nadere selectie. Zo wordt aanbevolen om bij filters met een laag percentage goedgekeurde metingen (bijvoorbeeld < 30 %) de oorzaak van de fouten nader te onderzoeken. Mogelijk is de oorzaak een verkeerde inmeting, een te ondiep geplaatst filter of een schade aan de peilbuis die eenvoudig hersteld kan worden. Voor die peilbuisfilters waar herstel niet mogelijk of te kostbaar is, kan stopzetten van de metingen overwogen worden. Op deze locaties is het opbouwen van een goede meetreeks naar verwachting toch niet haalbaar.

BIJLAGE I BESCHRIJVING KOPPELING OLGA- EN NITG-CODERING

De OLGA-codes voor de peilbuizen zijn gehanteerd om de geleverde dataset door de provincie Overijssel te kunnen combineren met de dataset van Vitens. Alleen op basis van de OLGA-codering waren de meetreeksen van beide datasets met elkaar te vergelijken en te combineren.

Bij Deltares is gevraagd naar een tabel om de OLGA-codering te converteren naar een NITG-codering. Op 17 november 2014 is het spreadsheetbestand DIGCATOverijssel.xlsx geleverd.

Het verschil tussen de oude OLGA- en de nieuwe NITG-codering is dat als er een verandering is in de metadata (X- of Y-coördinaat of onderkant filter of bovenkant filter of maaiveld, dus niet op basis van meetpunt) van een peilfilter, dan verandert de NITG-codenaam van een peilfilter. De consequentie is dat een meetreeks op basis van de OLGA-codering bij een conversie naar een NITG-codering verandert in een aantal kleinere meetreeksen met steeds 1 set van unieke metagegevens. In ons verlagingsonderzoek met de ontwikkeling van kegelplots leek het ons beter om te werken met de NITG-codering dan met de OLGA-codering, echter blijkt dat de koppeling van OLGA-codering aan de NITG-codering niet eenvoudig uitvoerbaar en niet altijd mogelijk is. In het onderstaande geven we een overzicht.

In het bestand Vit_Prov_adm_OLGA_NITG2.xlsx is een gezamenlijk overzicht gegeven van alle administratierecords van de dataset van Vitens en van de provincie met de OLGA-codering gekoppeld aan de DIGCATOverijssel-tabel met daarin NITG-codering. In de kolommen A tot en met J is de metadata gegeven van de administratiebestanden, waarbij in kolom A bij een match van de OLGA-code, de OLGA-code is vervangen door de NITG-code. In de kolommen K tot en met T is de match gegeven van de DIGCATOverijssel-tabel op basis van de match OLGA-code, filternummer en startdatum of de metadata in een administratierecord. In de kolommen U tot en met Z geven we de verschillen (in dagen en meters) tussen waarden van de metadata in het administratierecord en de DIGCATOverijssel-tabel. In kolom AA, 'zelfde', geef ik aan hoe de match tot stand is gekomen. Staat in de kolom K, in de kolom 'PUT', 'n.a.' dan is er geen enkele match gevonden.

De match is er op gebaseerd om zo veel mogelijk een OLGA-codering in een administratierecord te koppelen aan een NITG-record in het DIGCATOverijssel.xlsx-bestand. In totaal bevat de dataset van de provincie en van Vitens 19.328 unieke administratierecords; de verzameling van alle administratierecords is groter dan de verzameling van administratierecords die betrekking hebben op de selectie van 3.424 peilfilters die zijn geselecteerd voor het onderzoek.

De match is op verschillende manieren tot stand gekomen op basis van de OLGA-codering met het filternummer en daarbij:

1. de startdatum van het tijdstip van de eerste meting valt in de periode van het NITG-record (die periode wordt bepaald door kolommen 'IN GEBRUIK' (P) en 'BUITEN GEBRUIK' (Q)). Je zou verwachten dat de startdatum van een administratierecord voldoende is om de OLGA-codering te koppelen aan een NITG-codering. In totaal 12.427 (64,3 %) administratierecords krijgen hierdoor een NITG-codering toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld 'startdatum';
2. de absolute verschillen van onderkant filter, bovenkant filter en maaiveld tussen het peilfilter in het administratierecord en de bijbehorende metagegevens van de NITG niet groter zijn dan 1 cm. Zijn er meerdere NITG-coderingen die in aanmerking komen, dan wordt het NITG-record gekozen waarbij het absolute verschil van de startdatums minimaal is. Van de overgebleven 6.901 (=19.328-12.427) administratierecords krijgen

hierdoor alsnog 1.303 OLGA-coderingen een NITG-codering toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld 'okf-bkf-maaiveld';

3. de absolute verschillen van onderkant filter, bovenkant filter en maaiveld tussen het peilfilter in het administratierecord en de bijbehorende metagegevens van de NITG niet groter zijn dan 1 cm of onbepaald (door het ontbreken van waarden). Zijn er meerdere NITG-coderingen die aanmerking komen, dan wordt het NITG-record gekozen waarbij het absolute verschil van de startdatums minimaal is. Van de overgebleven 5.598 (=19.328-12.427-1.303) administratierecords krijgen hierdoor alsnog 223 OLGA-coderingen een NITG-codering toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld 'okf/bkf/maaiveld';
4. de startdatum van het administratierecord eerder is dan een periode in het NITG-record. Van de overgebleven 5.375 (=19.328-12.427-1.303-223) krijgen hierdoor alsnog 1.476 OLGA-coderingen een NITG-codering toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld '<startdatum';
5. de OLGA-codering niet is gegeven in het NITG-record, een naamtransformatie van de OLGA-codering (['B' OLGA(zonder de vierde letter)]) overeenkomt met de NITG-codering en daarbij zijn de absolute verschillen van onderkant filter, bovenkant filter en maaiveld tussen het peilfilter in het administratierecord en de bijbehorende metagegevens van de NITG-codering niet groter zijn dan 1 cm of onbepaald (door het ontbreken van waarden). Van de overgebleven 3.899 (=19.328-12.427-1.303-223-1.476) krijgen hierdoor alsnog 191 OLGA-coderingen een NITG-codering toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld 'NITG-naam'.

In totaal zijn met de bovenstaande toewijzingen van 1 tot en met 5 aan 15.620 (80,8 %) administratierecords een NITG-codering toegewezen. Van de 3.708 (=19.328-15.620) overgebleven administratierecords zijn er nog 329 administratierecords met een OLGA-codering en filternummer die wel voorkomen in het DIGCATOverijsel.xlsx-bestand, maar niet op basis van 1 tot en met 5 aan een NITG-record zijn toegewezen. In de kolom AA, 'zelfde', is vermeld 'naam', want alleen de naam van het peilfilter is dezelfde.

In totaal zijn er 3.379 administratierecords met OLGA-coderingen die niet voorkomen in DIGCATOverijsel.xlsx-bestand. In de kolom K en AA is vermeld 'n.a.'.

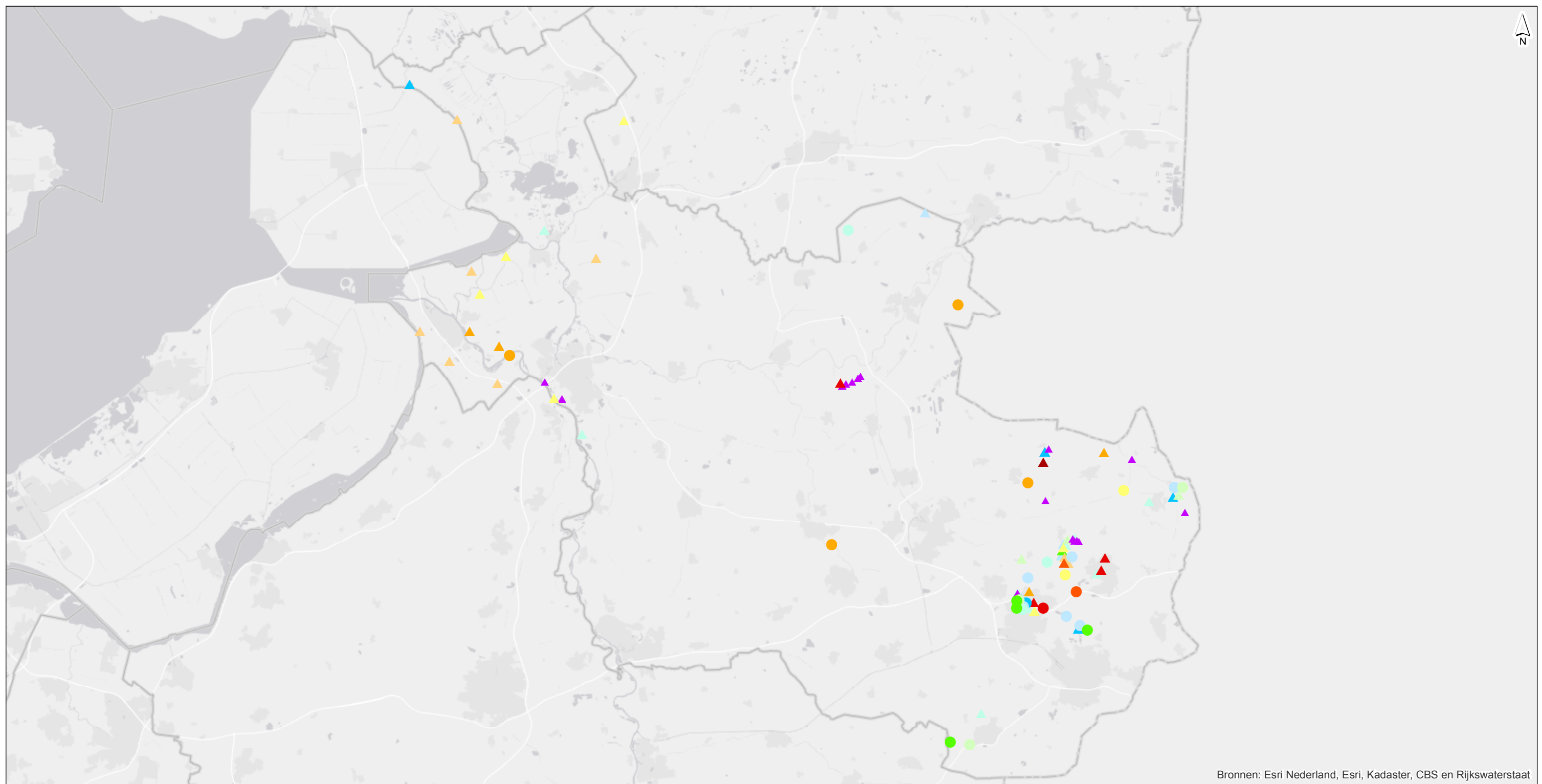
Het is onduidelijk waarom de metadata in de administratierecords verschilt met overeenkomstige NITG-records. Daarmee is het ook onduidelijk in welke mate OLGA-codering met de bovenstaande toewijzingen van 1 tot en met 5 eenduidig en correct zijn toegewezen aan NITG-records. Het criterium dat het verschil van metagegevens niet groter mag zijn dan 1 cm is arbitrair en relatief streng. De toewijzing van 4 is daarentegen een zwak criterium. Navraag is nodig om de oorzaak van de verschillen in de metagegevens te achterhalen om de koppeling te verbeteren.

Enkele voorbeelden van discrepanties tussen de administratierecords en de NITG-records in het bestand Vit_Prov_adm_OLGA_NITG2.xlsx:

- het peilfilter met de OLGA-codering 16C0084 is gekoppeld aan de NITG-codering B16C0084 op basis van de startdatum. De metagegevens van de X-, Y-coördinaten en maaiveld verschillen van elkaar;
- bij de peilbuis met de OLGA-codering 16DP0031, gekoppeld aan de NITG-codering B16D0031 op basis van de startdatum, verschillen alle metagegevens (X-, Y-coördinaten, maaiveld, onderkant filter, en bovenkant filter) met elkaar;
- bij de peilbuis met de OLGA-codering 16DP0051, gekoppeld aan de NITG-codering B16D0051 op basis van de metagegevens (onderkant filter, bovenkant filter en maaiveld) verschillen de startdatum in het administratierecord en het NITG-record met elkaar. De startdatum gegeven in het administratierecord is juist;

- een peilfilter met een OLGA-codering die niet voorkomt in de DIGCATOverijssel-tabel is 16GP0119, een peilfilter die start in 1974 en eindigt in 2005;
- een peilfilter met een OLGA-codering die wel voorkomt in de DIGCATOverijssel-tabel maar niet op basis van bovenstaande toewijzingen 1 tot en met 3 is toegewezen aan een NITG-record is 28AL0052. De startdatum is het administratiebestand is 24-4-1985, de meetreeks begint echter op 15-9-1986, maar van het NITG-record is de startdatum 28-08-1986;
- een peilfilter met een OLGA-codering die wel voorkomt in de DIGCATOverijssel-tabel maar niet op basis van bovenstaande toewijzingen is toegewezen aan een NITG-record is 28CP0061. De startdatum is het administratiebestand is 1-7-74, de meetreeks begint echter op 13-12-1974, maar van het NITG-record is de startdatum 13-12-1974. In dit geval blijkt de startdatum van NITG-record beter te zijn dan die van het administratierecord.

BIJLAGE II BALLEKARTEN BEREKEND MIPWA1.1 EN GEMETEN (1989-2001)



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 1)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

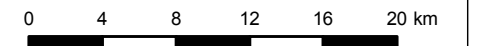
Peilbuizen modellaag 1 gemiddeld

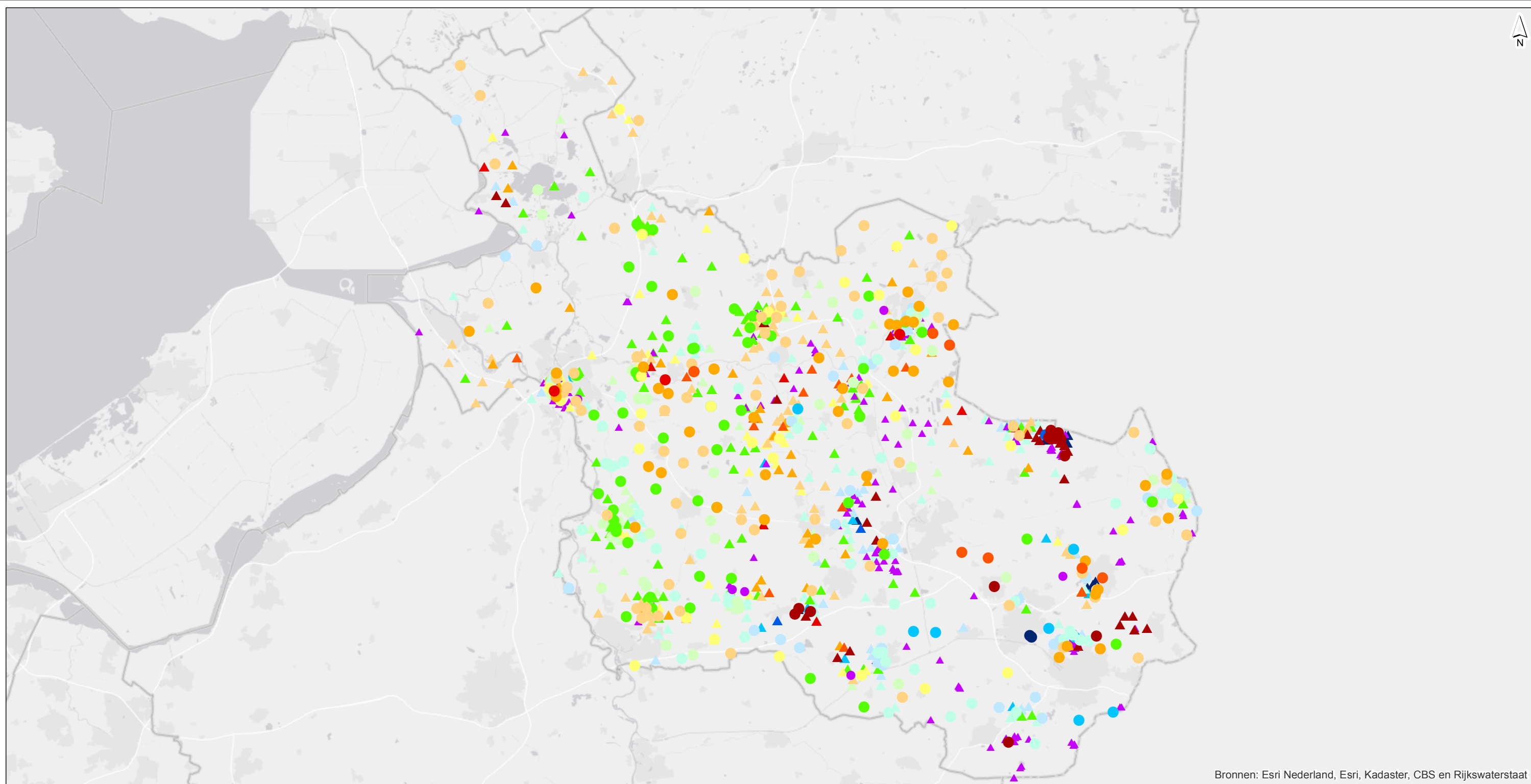
getekend: F. Versteegen
gecontroleerd: A. van Vugt
goedgekeurd: A. van Vugt

versie: concept01 1
datum: 08-12-2014
tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
projectnaam: Meetreeksen Overijssel
projectcode:

formaat: A3 liggend
schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 2)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

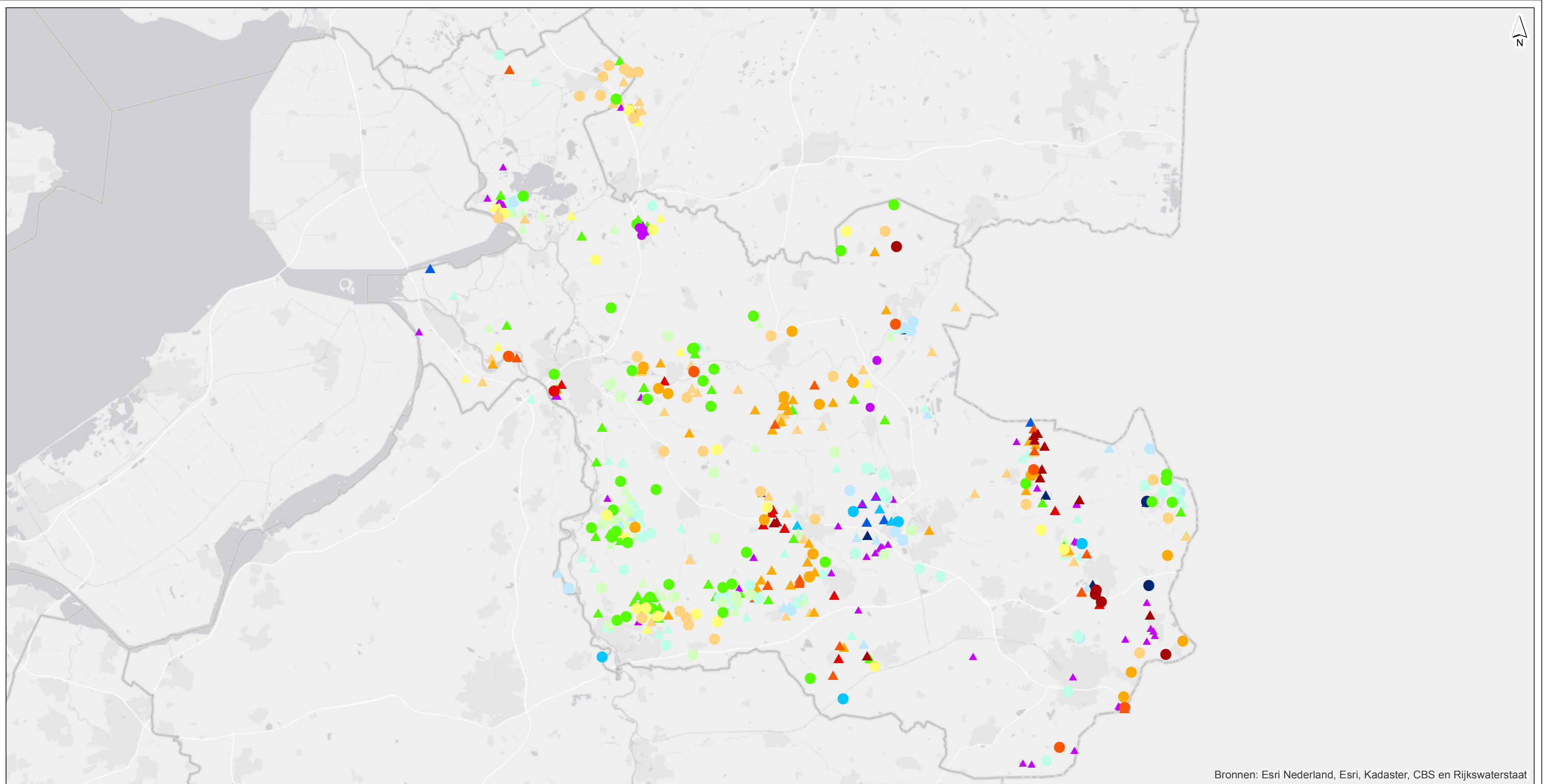
Peilbuizen modellaag 2 gemiddeld

getekend: F. Versteegen	versie: concept01 1
gecontroleerd: A. van Vugt	datum: 08-12-2014
goedgekeurd: A. van Vugt	tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
 projectnaam: Meetreeksen Overijssel
 projectcode:

formaat: A3 liggend 0 4 8 12 16 20 km
 schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 3)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

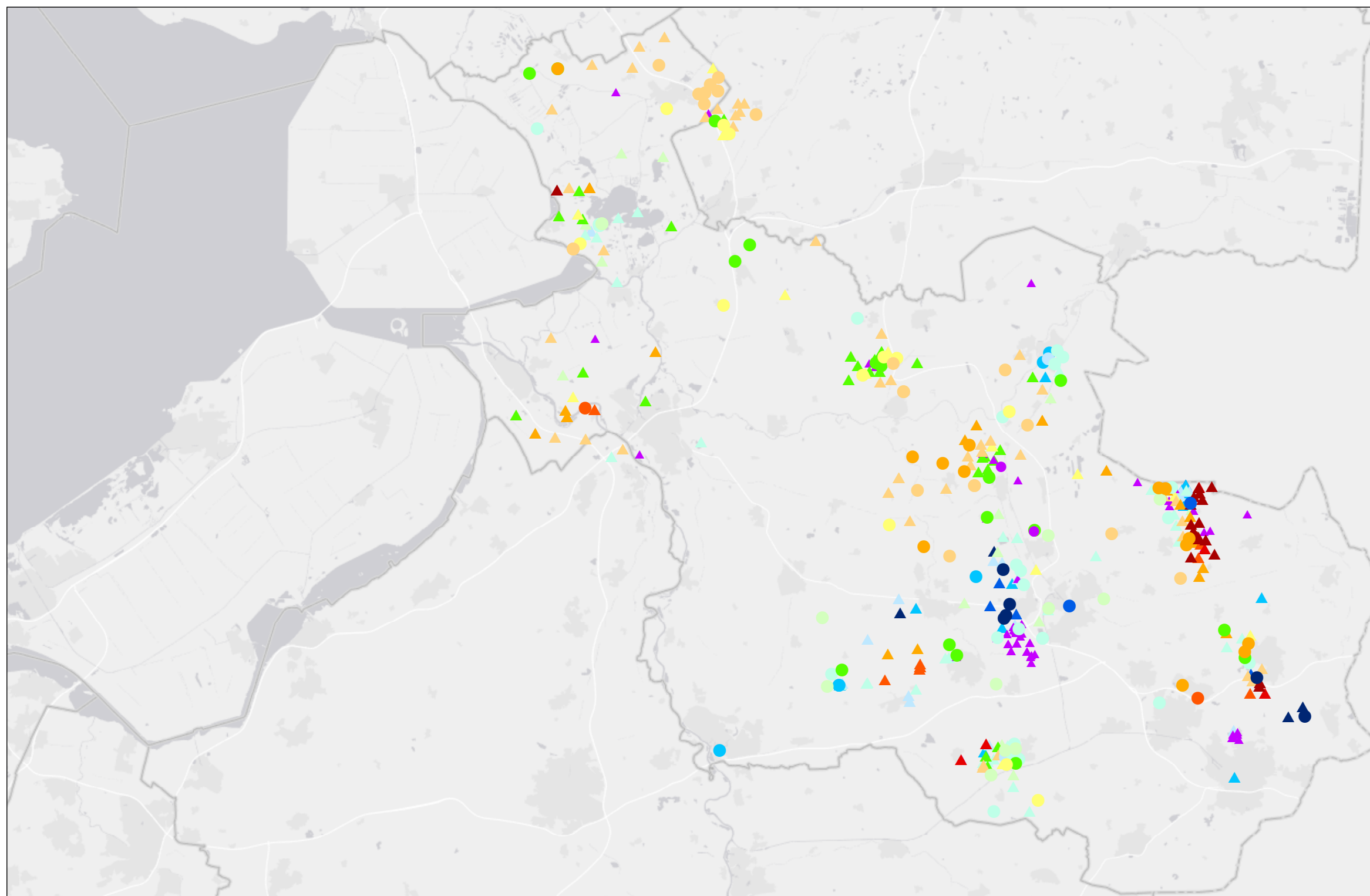
Peilbuizen modellaag 3 gemiddeld

getekend: F. Versteegen	versie: concept01 1
gecontroleerd: A. van Vugt	datum: 08-12-2014
goedgekeurd: A. van Vugt	tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
 projectnaam: Meetreeksen Overijssel
 projectcode:

formaat: A3 liggend 0 4 8 12 16 20 km
 schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 4)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

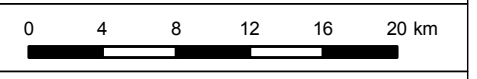
Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

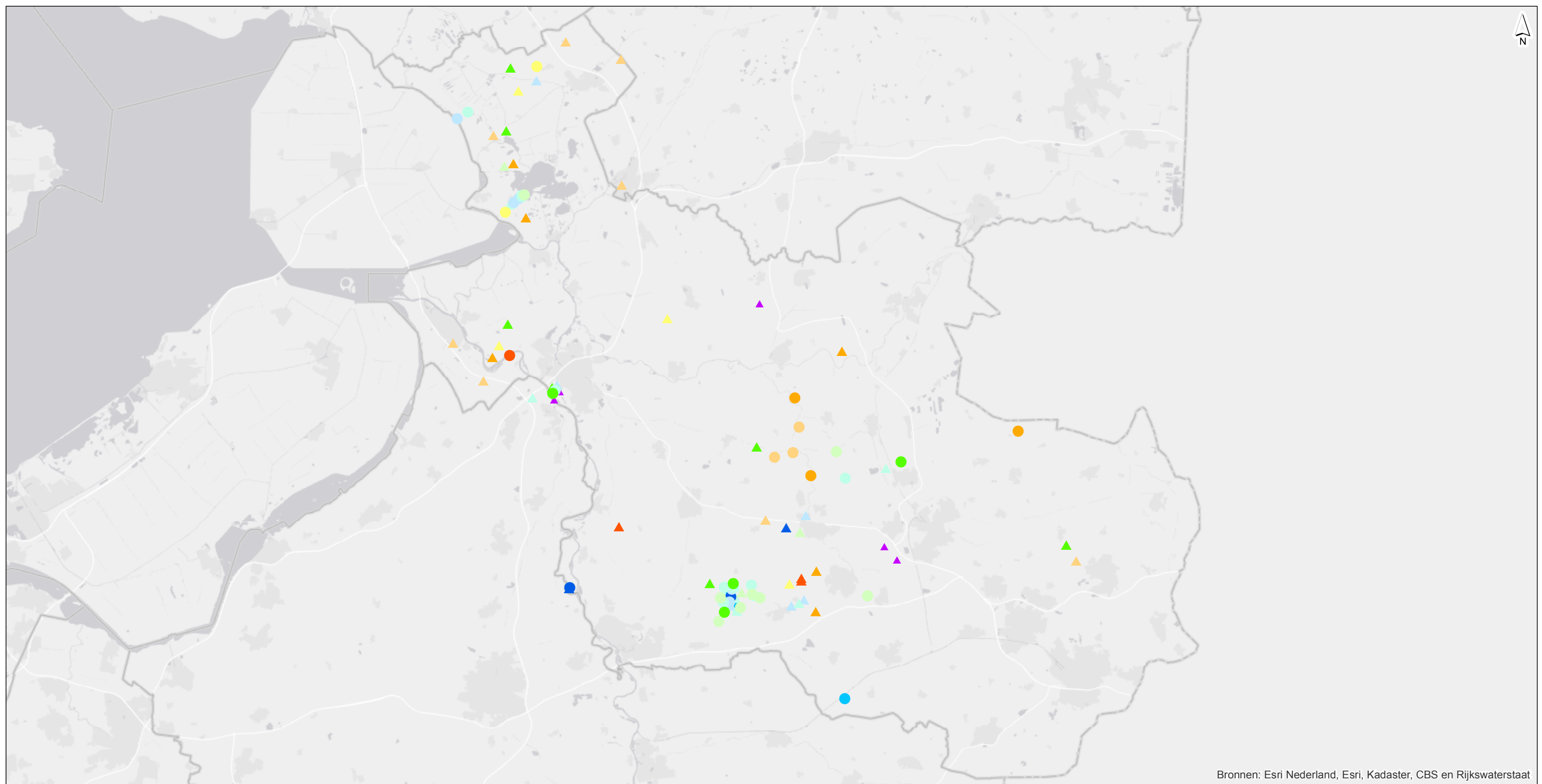
Peilbuizen modellaag 4 gemiddeld

getekend: F. Versteegen	versie: concept01 1
gecontroleerd: A. van Vugt	datum: 08-12-2014
goedgekeurd: A. van Vugt	tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
 projectnaam: Meetreeksen Overijssel
 projectcode:

formaat: A3 liggend
 schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 5)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

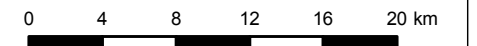
Peilbuizen modellaag 5 gemiddeld

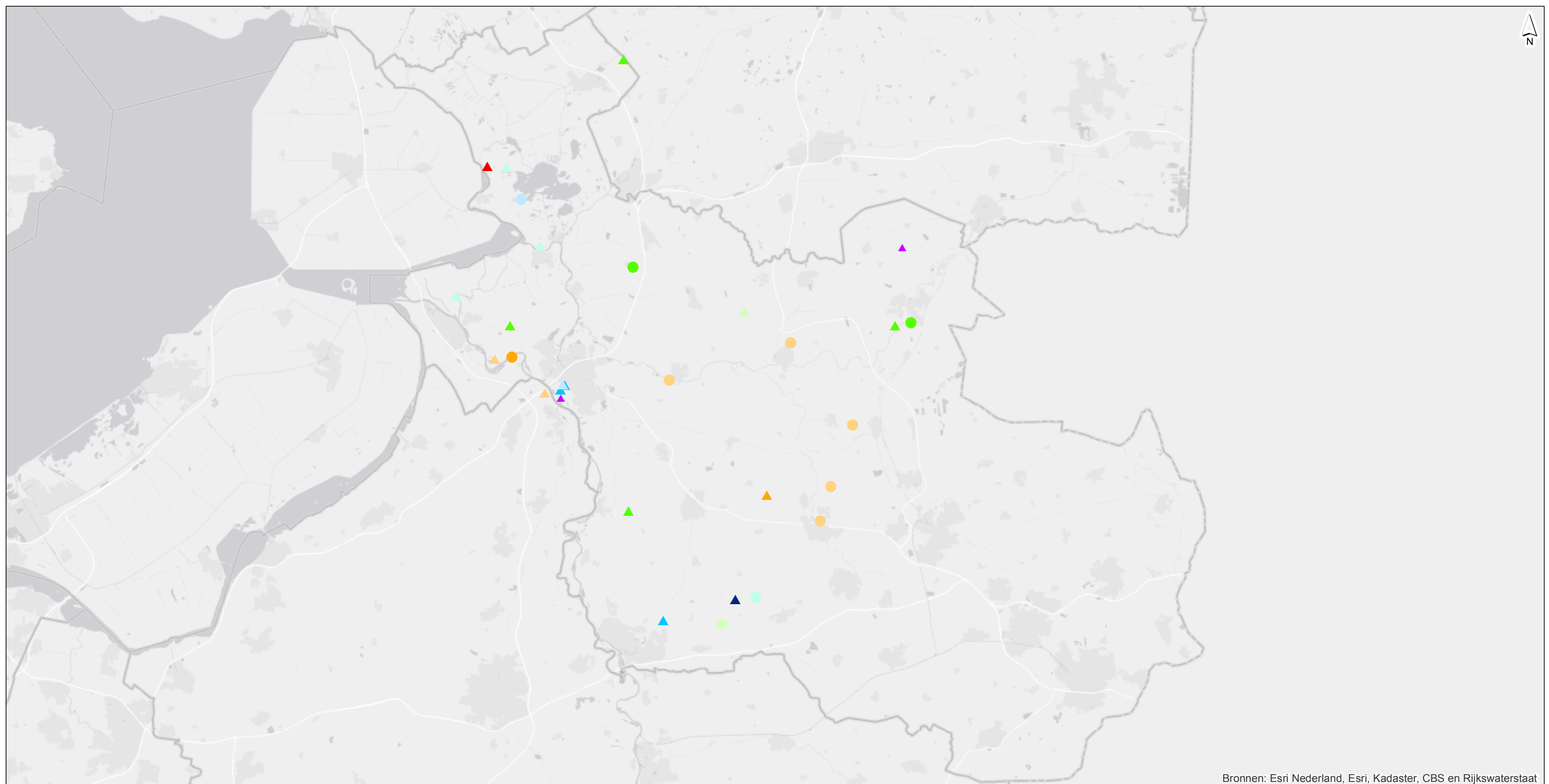
getekend: F. Versteegen
gecontroleerd: A. van Vugt
goedgekeurd: A. van Vugt

versie: concept01 1
datum: 08-12-2014
tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
projectnaam: Meetreeksen Overijssel
projectcode:

formaat: A3 liggend
schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

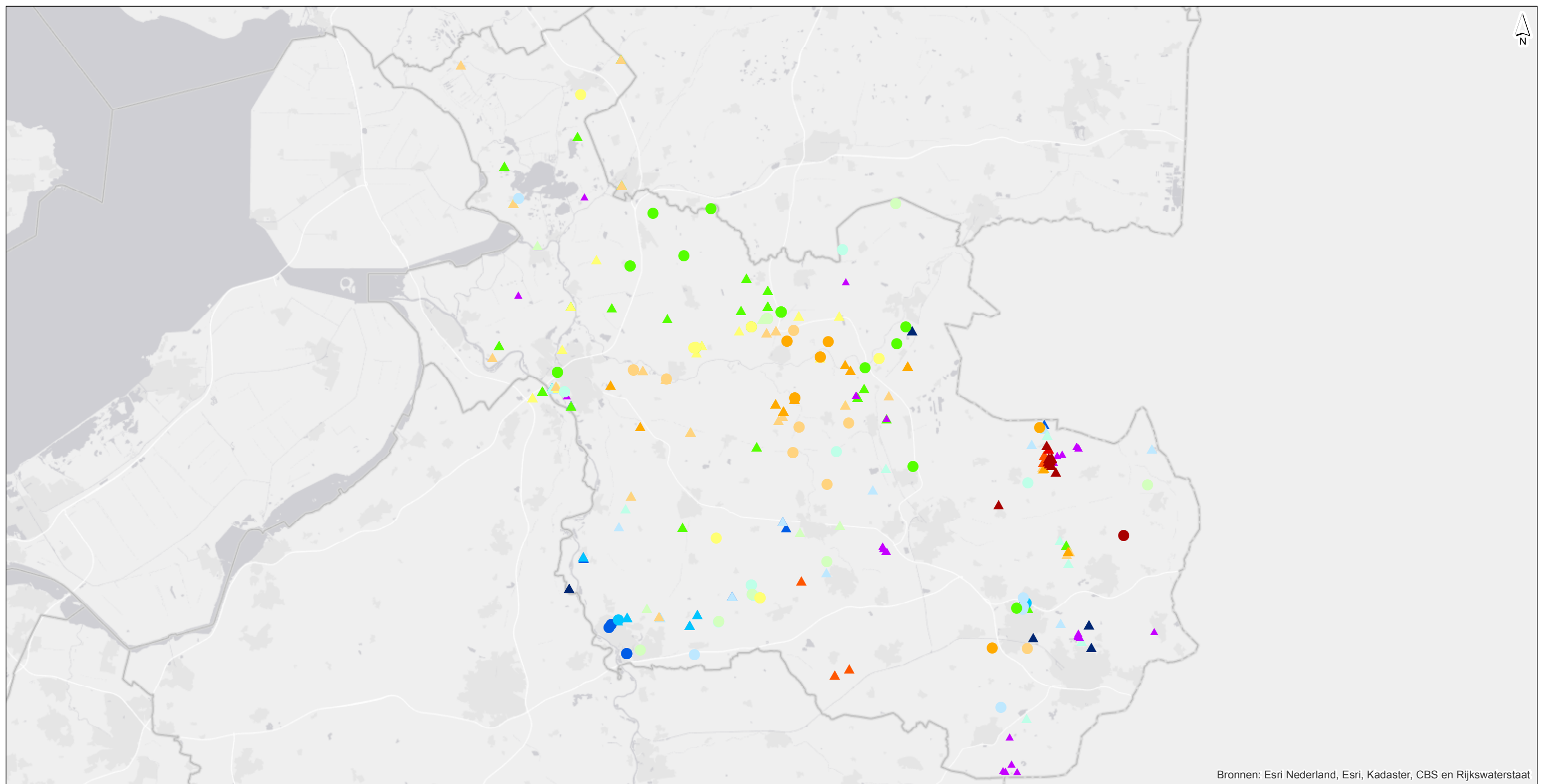
- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 6)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen	
Peilbuizen modellaag 6 gemiddeld	
getekend: F. Versteegen gecontroleerd: A. van Vugt goedgekeurd: A. van Vugt	versie: concept01 1 datum: 08-12-2014 tekeningnr: 0
opdrachtgever: Provincie Overijssel projectnaam: Meetreeksen Overijssel projectcode:	
formaat: A3 liggend schaal: 1:410774	



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Berekend MIPWA v1.1 - gemeten gemiddeld (modellaag 7)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

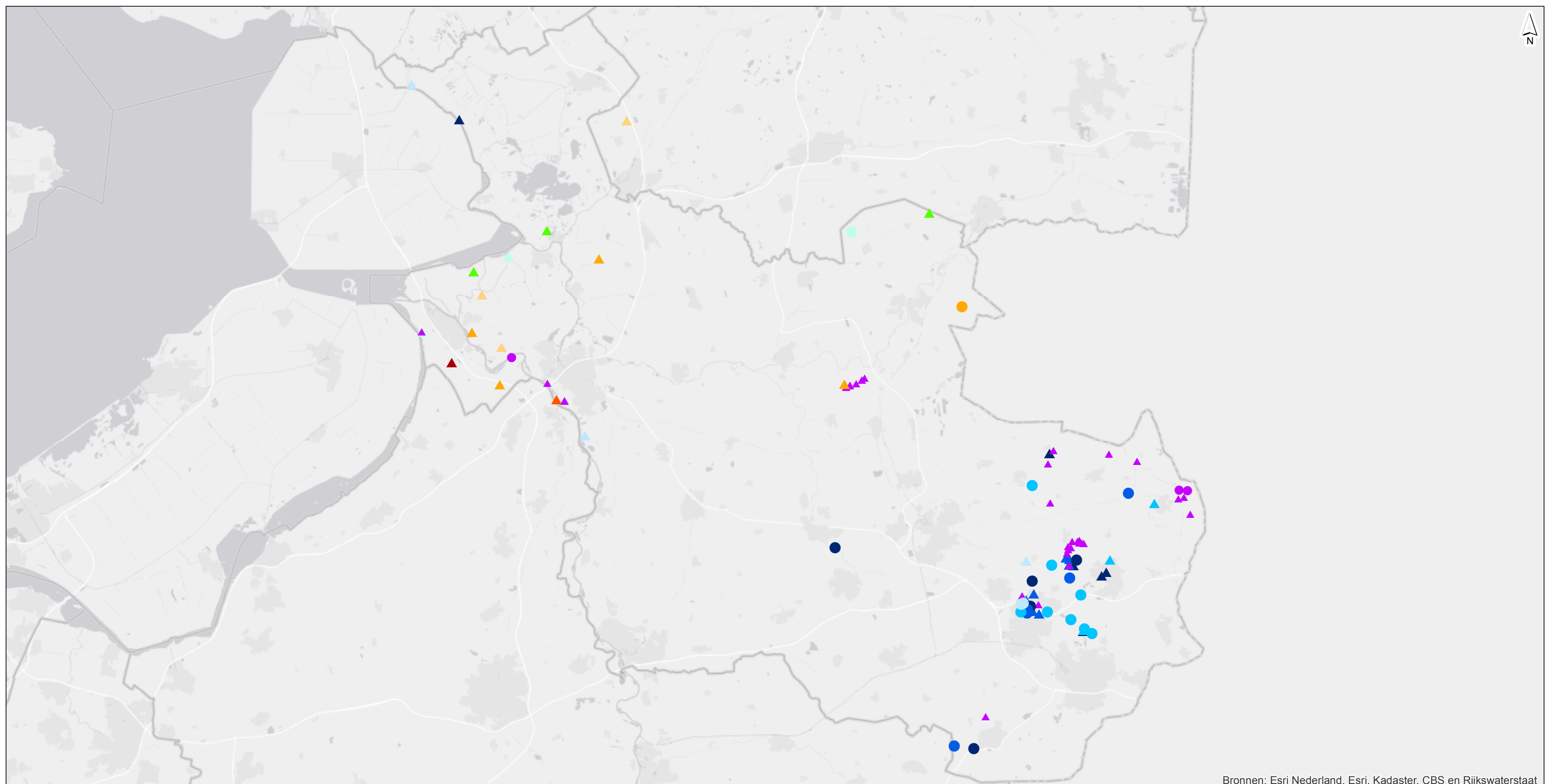
Peilbuizen modellaag 7 gemiddeld

getekend: F. Versteegen	versie: concept01 1
gecontroleerd: A. van Vugt	datum: 08-12-2014
goedgekeurd: A. van Vugt	tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
 projectnaam: Meetreeksen Overijssel
 projectcode:

formaat: A3 liggend 0 4 8 12 16 20 km
 schaal: 1:410774





Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

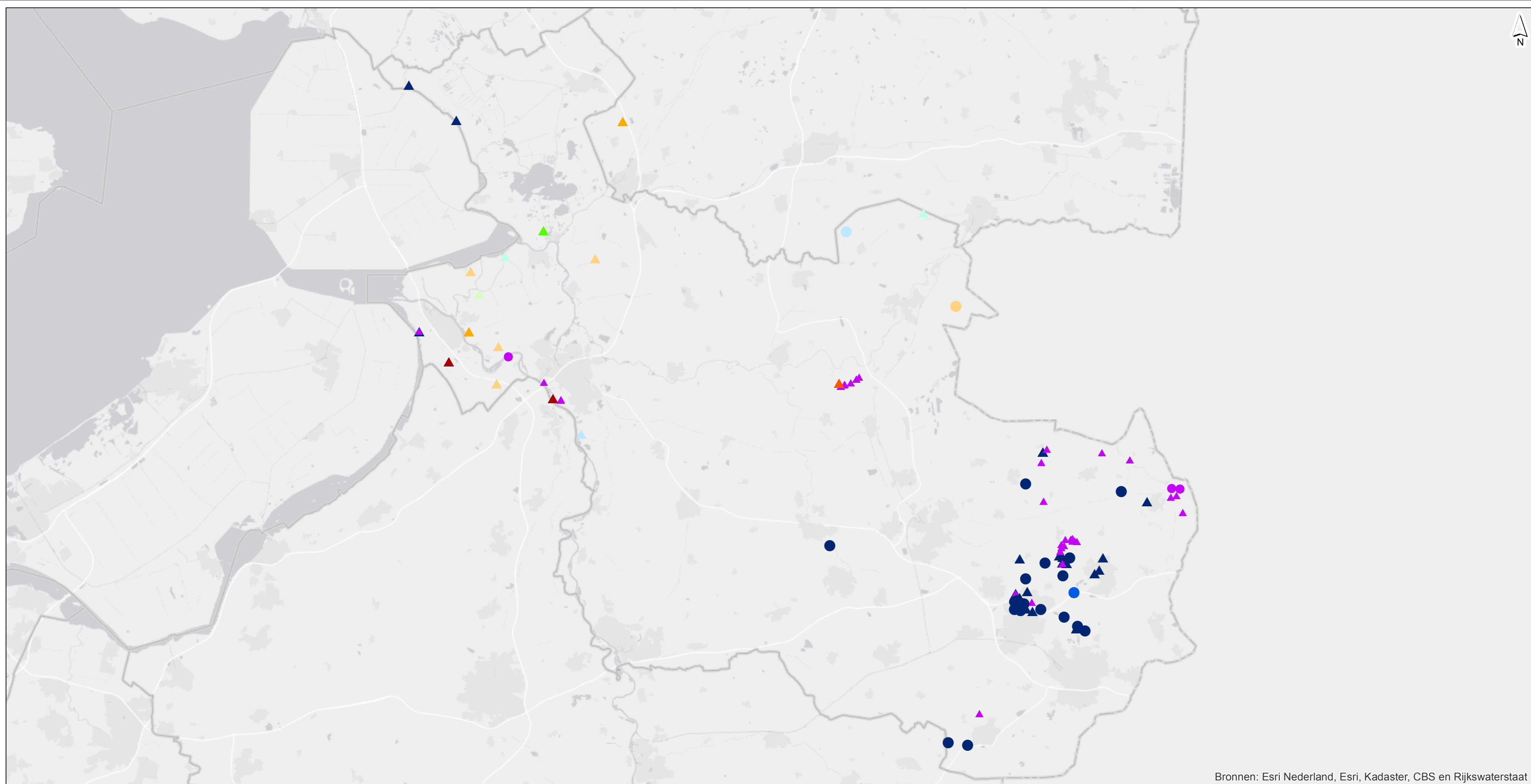
Gemeten - berekend MIPWA v1.1

GHG (modellaag 1)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen	
Peilbuizen modellaag 1 GHG	
getekend: F. Versteegen gecontroleerd: A. van Vugt goedgekeurd: A. van Vugt	versie: concept01 1 datum: 08-12-2014 tekeningnr: 0
opdrachtgever: Provincie Overijssel projectnaam: Meetreeksen Overijssel projectcode:	
formaat: A3 liggend 0 4 8 12 16 20 km schaal: 1:410774	



Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat

Kwaliteit peilbuis

- Peilbuis voldoet aan criteria
- △ Peilbuis voldoet niet aan criteria

Gemeten - berekend MIPWA v1.1

GLG (modellaag 1)

- < -1 [te droog berekend]
- -1 - -0.75
- -0.75 - -0.5
- -0.5 - -0.25
- -0.25 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - 0

- GHG meetreeks niet beschikbaar
- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- > 1 [te nat berekend]

Prestatie MIPWA v1.1 t.o.v. peilbuizen

Peilbuizen modellaag 1 GLG

getekend: F. Versteegen
gecontroleerd: A. van Vugt
goedgekeurd: A. van Vugt

versie: concept01 1
datum: 08-12-2014
tekeningnr: 0

opdrachtgever: Provincie Overijssel
projectnaam: Meetreeksen Overijssel
projectcode:

formaat: A3 liggend 0 4 8 12 16 20 km
schaal: 1:410774

