

# RAPPORT

## **Gevolgen bodemdaling als gevolg van zoutwinning voor de waterhuishouding**

Eerste verkenning effecten en maatregelen

Klant: Nedmag B.V.

Referentie: T&PBG2717R001F01

Versie: 0.2/Finale versie

Datum: 30 oktober 2018

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Chopinlaan 12  
9722 KE GRONINGEN  
Netherlands  
Water  
Trade register number: 56515154  
  
+31 88 348 53 00 **T**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Gevolgen bodemdaling als gevolg van zoutwinning voor de waterhuishouding

Ondertitel:  
Referentie: T&PBG2717R001F01  
Versie: 0.2/Finale versie  
Datum: 30 oktober 2018  
Projectnaam:  
Projectnummer: BG2717  
Auteur(s): Rens Holterman, Nienke Groot Zevert

---

Opgesteld door: Martijn van Houten

---

Classificatie

Projectgerelateerd



## Disclaimer

*No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
<b>2</b>	<b>Effecten</b>	<b>4</b>
2.1	Waterhuishouding	4
2.2	Riolering	6
2.3	Natuurgebieden	8
2.4	Grondwaterwinning	8
2.5	Recreatie	8
<b>3</b>	<b>Maatregelen waterhuishouding</b>	<b>9</b>
3.1	Aanpak	9
3.2	Eerste uitwerking maatregelen	10
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>16</b>
4.1	Conclusies	16
4.2	Aanbevelingen	17

## Bijlagen

Bijlage 1 – Effect op peilgebieden bodemdalingsverschil 95-65 cm

Bijlage 2 - Effect op peilgebieden bodemdalingsverschil 80-65 cm en 95-80 cm

Bijlage 3 - Effecten natuur

Bijlage 4 - Effecten grondwaterbescherming

Bijlage 5 - Overzichtskaart nieuwe kunstwerken bij 95cm bodemdaling

Bijlage 6 - Maatregelen per peilgebied

## 1 Inleiding

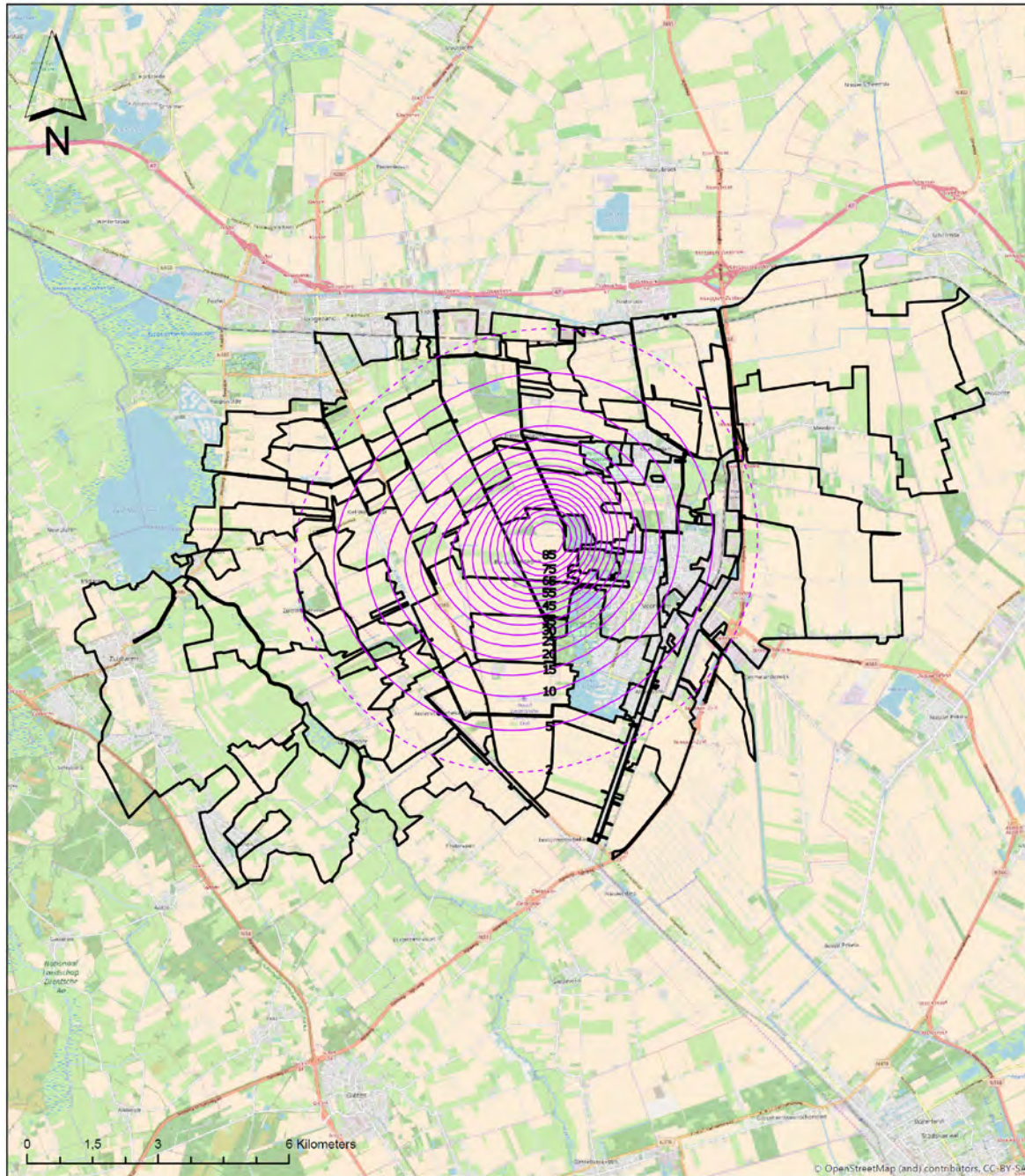
Als onderdeel van het geactualiseerde winningsplan van Nedmag (winningsplan 2018) is het nodig om de gevolgen van de zoutwinning te onderzoeken. In voorliggende rapportage vindt een eerste verkenning plaats van de effecten van de verdere bodemdaling zoals opgenomen in het winningsplan 2018 op de waterhuishouding Tevens wordt een eerste uitwerking van de maatregelen weergegeven. Het rapport dient als vertrekpunt voor een vervolgstudie waarbij in meer detail en fasering in de tijd naar de maatregelen zal worden gekeken.

### 1.1 Aanleiding




Nedmag actualiseert het winningsplan 2013 sneller dan oorspronkelijk was voorzien als gevolg van de op 20 april 2018 ontstane opening in het zoutdak van het zoutveld Tripscompagnie. Het gevolg van deze situatie is dat eind 2018 een bodemdaling van 50 cm (vanaf 1997) versneld bereikt zal worden. Dit is de belangrijkste reden om het winningsplan te actualiseren.

Bij het voortzetten van de zoutwinning zal Nedmag doorgaan met het aflaten van de pekels uit het zoutveld Tripscompagnie en vier nieuwe bronnen gaan ontwikkelen vanaf de locatie Borgercompagnie. Het voortzetten van de zoutwinning heeft tot gevolg dat de bodemdaling geleidelijk zal toenemen. In het winningsplan 2013 is een bodemdaling vergund van 69 cm (vanaf 1977) in het centrum van de bodemdalingsskom. In het winningsplan 2018 wordt een bodemdaling geprognoseerd van 88 cm vanaf 1977. Deze 88 cm bodemdaling zal pas op lange termijn bereikt worden nadat alle vrije pekels uit alle bronnen is afgelaten. Bij het bepalen van de benodigde waterhuishoudkundige maatregelen wordt rekening gehouden met onzekerheden in de prognose van de bodemdaling. Uitgangspunt is een worstcasescenario met 95 cm bodemdaling in het centrum van de bodemdalingsskom. In de onderstaande figuur 1.1 is de bodemdalingsscontour voor het worstcasescenario weergegeven.

Figuur 1.1 Bodemdalingcontour 95 cm (worstcase)



**Bodemdalingscontouren met een verwachte daling van 95 cm**

-  Bodemdalingcontour (cm)
-  Bodemdalingcontour (2 cm grens)
-  Peilgebied



Om ervoor te zorgen dat in de toekomst geen problemen ontstaan voor de waterhuishouding in het gebied als gevolg van de toekomstige bodemdaling, wordt gekeken naar de effecten en de aanvullend te treffen compenserende maatregelen. Naast de effecten op de waterhuishouding en riolering wordt ook gekeken naar mogelijke effecten voor de natuur, drinkwaterwinning en recreatie. De studie richt zich daarbij op het totale pakket aan maatregelen wat uiteindelijk vanaf circa 2025 gefaseerd uitgevoerd zal moeten worden, Vanaf 2025 zijn de maatregelen die eerder al genomen waren in het kader van het winningsplan 2013 niet meer voldoende om de daling te compenseren.

## 2 Effecten

### 2.1 Waterhuishouding

Voor het gebied waarin de zoutwinning plaatsvindt en bodemdaling optreedt is in 2013 een uitgebreide maatregelenstudie uitgevoerd (Witteveen + Bos; 2013). Op basis van deze studie zijn naast de peilaanpassingen nieuwe kunstwerken zoals gemalen, stuwen en inlaten door het Waterschap Hunze en Aa's gebouwd in 2017. Het peilbesluit van het Waterschap Hunze en Aa's is zodanig opgesteld dat de peilen in de tijd worden aangepast aan de voortschrijdende bodemdaling (geïndexeerd peilbesluit) tot de maximale daling van 65 cm vanaf 1993<sup>1</sup>

Aangezien de in 2017 genomen maatregelen toereikend zijn voor een bodemdaling van 65 cm wordt in deze studie onderzocht welke extra maatregelen genomen moeten worden bij een bodemdaling van 95 cm (worstcasescenario).

Bodemdaling heeft effect op de waterhuishouding. Doordat bodemdaling optreedt zakken zowel de kunstwerken die de waterpeilen bepalen alsook het maaiveld. Voor peilgebieden waar sprake is van een gelijke bodemdaling over het peilgebied zullen de kunstwerken (gemalen, stuwen etc.) gelijk met het maaiveld zakken, waardoor het relatieve verschil tussen maaiveld en het waterpeil niet verandert (alleen ten opzichte van NAP). Door de zoutwinning ontstaat een bodemdalingscontour waardoor binnen een aantal peilgebieden een verschil in bodemdaling optreedt. Dit betekent dat er een verschil in het zakken van het maaiveld en de daling van kunstwerken binnen het peilgebied optreedt. Er treedt dan een relatieve verandering van de waterstand ten opzichte van maaiveld op. Dit heeft tot gevolg dat de ondiepe grondwaterstand verhoogt of verlaagt ten opzichte van maaiveld. Dit kan weer effect hebben op landbouw, bebouwing of natuur.

#### *Bepalen effect*

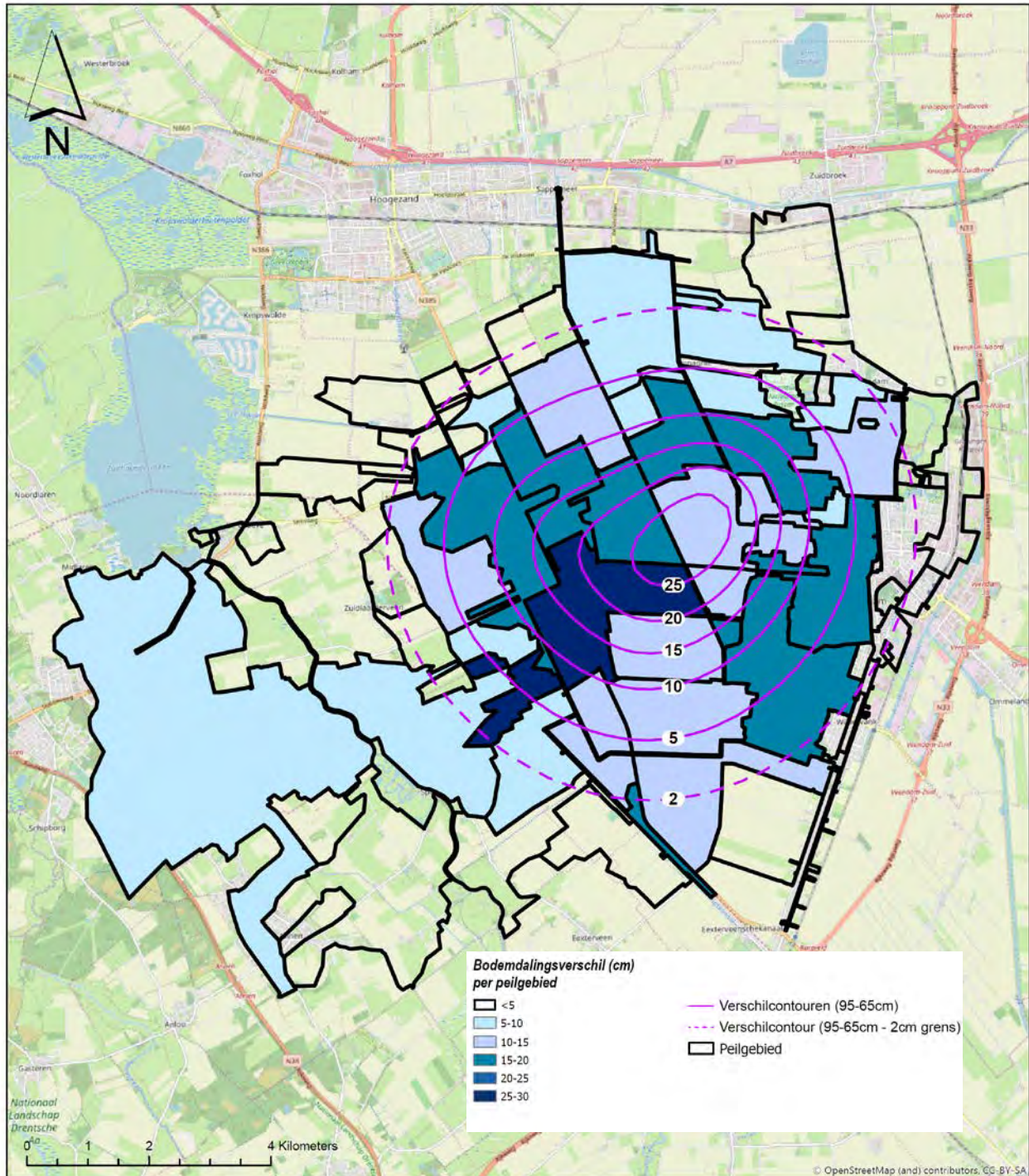
Als uitgangspunt is gehanteerd dat er mogelijk negatieve effecten optreden op het moment dat er binnen een peilgebied sprake is van een bodemdalingsverschil van meer dan 5 cm. Om te onderzoeken in welke peilgebieden een probleem ontstaat is gekeken naar het verschil in bodemdaling tussen de prognose van daling van uit het winningsplan 2013 (65 cm) en de nieuwe worst case aannahme voor het winningsplan 2018 (95 cm). Door de verschilcontouren van de extra bodemdaling over het gebied te projecteren is per gebied bepaald wat de verschildaling binnen het peilgebied is en welke maatregelen noodzakelijk zijn.

#### *Effecten*

Figuur 2.1 geeft de verschilcontour van de bodemdaling van 95 cm ten opzichte van 65 cm weer. Daarbij is aangegeven binnen welke peilgebieden er sprake is van 5 cm of meer bodemdalingsverschil. Er zijn in totaal 30 peilgebieden zijn waar een verschildaling van 5 cm of meer zal optreden (zie ook Bijlage 1). De analyse van maatregelen richt zich op de maatregelen om het effect van 95 cm bodemdaling te compenseren.

---

<sup>1</sup> Het uitgangspunt bij de te nemen maatregelen is het jaar 1993, omdat het waterschap de peilen toen opnieuw heeft vastgesteld na de herinrichting van de Veenkoloniën. De bodemdaling van 65 cm vanaf 1993 komt overeen met een bodemdaling van 69 cm vanaf 1977 aangezien de bodemdaling over de periode 1977 – 1993 4 cm bedraagt.



Figuur 2.1 Peilvakken met een bodemdalingsverschil van meer dan 5 cm uitgaande van de worstcase bodemdalingscontour van 95 cm.

In bijlage 2 is onderzocht bij welke peilvakken maatregelen nodig zijn indien Nedmag alle aanwezige vrije pekel van de huidige bronnen zou aflaten waarbij een bodemdalingscontour met een maximale daling van 80 cm ontstaat. Daarnaast is in beeld gebracht bij welke peilvakken maatregelen nodig zijn bij het

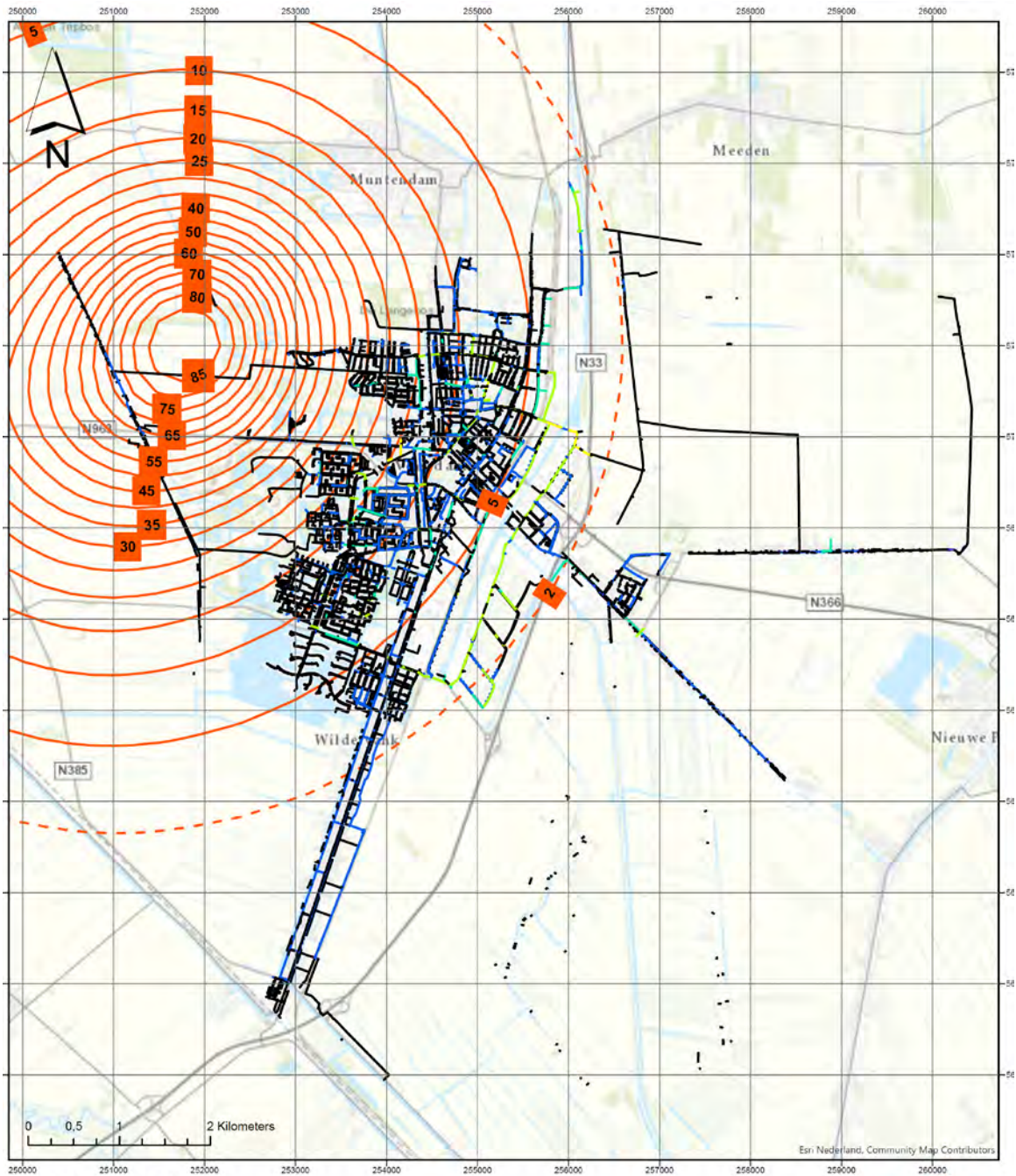


voortzetten van de winning volgens het winningsplan 2018 waarbij Nedmag vier nieuwe bronnen ontwikkeld te weten VE-5 t/m VE-8.

## 2.2 Riolering

Bodemdaling kan ertoe leiden dat het verhang waaronder de riolering is aangelegd toe- of afneemt. In het geval dat het verhang afneemt, neemt ook de kans op het optreden van wateroverlast toe. Daarnaast kan verandering van waterpeilen invloed hebben op de overstorthoogte. Indien het waterpeil de bodemdaling volgt ter plaatse van de overstorten, zal hier naar verwachting geen negatief effect optreden.

In de figuur 2.2 is inzichtelijk gemaakt hoe de worstcase bodemdalingscontour met een maximale bodemdaling van 95 cm zich verhoudt tot de ligging van de riolering. Uit de figuur is af te leiden dat in het westelijk deel van Veendam circa 35 cm bodemdaling optreedt aflopend naar het centrum waar circa 5 cm bodemdaling optreedt. De bodemdaling leidt hier tot een afname of toename van het verhang van circa 30 cm per 3000 m (0,01%). Ter plaatse van Borgercompagnie is er sprake van komvorming, waarbij het verhang in de riolering zowel in zuidoostelijke richting afneemt en noordwestelijke richting toeneemt met circa 60 cm per 2000 m (0,03%). In samenspraak met de gemeente(n) zullen deze effecten op de riolering nader worden beoordeeld.



Riolering - Overzicht

Riolering

Breedte (cm)

- |              |                                                |
|--------------|------------------------------------------------|
| — 63 ≤ 250   | — Bodemdalingscontouren (95 cm)                |
| — 250 ≤ 500  | - - - Bodemdalingscontour (95 cm - 2 cm grens) |
| — 500 ≤ 750  |                                                |
| — 750 ≤ 1000 |                                                |
| — ≤ 10000    |                                                |



Figuur 2.2 Contour bodemdaling 95 cm (worstcase) en ligging riolering

## 2.3 Natuurgebieden

Ten noordwesten van het zoutwinningsgebied van Nedmag ligt het Natura2000 gebied Zuidlaardermeer. De extra bodemdalingscontour strekt zich niet uit tot deze natuurgebieden, waardoor geen effecten op de natuur te verwachten zijn. In Bijlage 4 - Effecten natuur is de bodemdalingscontour en ligging van de natuurgebieden opgenomen.

## 2.4 Grondwaterwinning

Ten noordwesten van het zoutwinningsgebied van Nedmag, op circa 5 km afstand van de bodemdalingscontour ligt de grens van het grondwaterbeschermingsgebied van de winning Onnen. Gezien de afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied zijn geen effecten als gevolg van bodemdaling op de grondwaterwinning te verwachten. In Bijlage 5 - Effecten grondwaterbescherming is de ligging van de bodemdalingscontouren ten opzichte van het grondwaterbeschermingsgebied opgenomen.

## 2.5 Recreatie

Bodemdaling kan invloed hebben op de vaarrecreatie. Daarbij gaat het vooral over de doorvaarthoogte van vaste bruggen en de hoogte van de aanlegvoorzieningen ten opzichte van het waterpeil. Binnen de contouren van de bodemdaling bevindt zich het Kieldiep dat bevaarbaar is. Hier treedt een extra bodemdaling op van 5 tot 10 cm. Binnen dit traject is sprake van beweegbare bruggen, waardoor de extra bodemdaling geen effect heeft op de doorvaarthoogte. De verwachting is dat 5 tot 10 cm extra bodemdaling geen effect heeft op aanlegvoorzieningen. De maximale bodemdaling zal pas op lange termijn (na tientallen jaren) worden bereikt nadat alle vrije pekel is afgelaten. Het is daarom van belang deze situatie goed te monitoren, de ontwikkeling van de bodemdaling te volgen en periodiek de ontwikkelingen te evalueren.

### 3 Maatregelen waterhuishouding

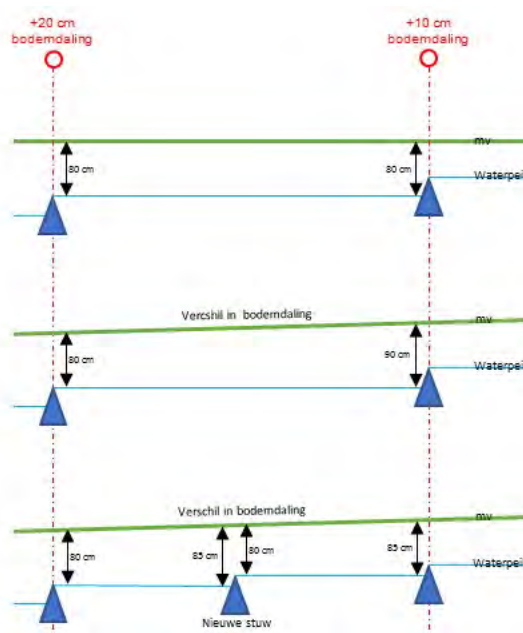
#### 3.1 Aanpak

##### Formuleren maatregelen

In deze studie is er in afstemming met Waterschap Hunze & Aa's vanuit gegaan dat op het moment dat er sprake is van een bodemdalingsverschil van meer dan 5 cm in een peilgebied er maatregelen dienen te worden getroffen om dit peilverschil op te heffen. Daarbij worden de volgende maatregelen voorgesteld:

1. Het aanpassen van het peil van een bestaande stuw of gemaal;
2. Het realiseren van een nieuwe stuw (bodemdalingsverschil met de stroming mee) en opknippen van het peilgebied;
3. Het realiseren van een nieuw gemaal (bodemdalingsverschil tegen de stroming in) en het opknippen van een peilgebied.

In figuur 3.1 wordt het effect van een verschil in bodemdaling ter plaatse van een peilgebied gevisualiseerd. Bovenaan wordt de huidige situatie weergegeven en is bijvoorbeeld een drooglegging van 80 cm bepaald in het peilbesluit. Door bodemdaling, middelste plaatje, kan de drooglegging (de afstand tussen het maaiveld en het waterpeil) niet meer worden gegarandeerd. De linker stuw en het maaiveld zakken gezamenlijk 20 cm extra, hierdoor blijft op dit punt de drooglegging hetzelfde. Aan de rechterkant zakken de stuw het maaiveld echter maar 10 cm extra, daardoor wordt de drooglegging daar 90 cm (10 cm verschildaling) en ontstaat er verdroging. In het onderste plaatje is het effect van de verschillende bodemdaling opgeheven door een extra stuw in het midden te plaatsen waardoor het verschil maximaal 5 cm bedraagt.



Figuur 3.1 - Voorbeeld effect bodemdalingsverschil en oplossing

#### *Vervoluitwerking*

De bovenstaande benadering is een conservatieve aanpak. Hiermee ontstaat een beeld van de ingrepen die noodzakelijk zijn om de waterhuishouding op orde krijgen op het moment dat alle extra bodemdaling is opgetreden. Bij verdere uitwerking zal worden beoordeeld in welke mate de drooglegging verandert als gevolg van bodemdaling en wat dit betekent voor de functies die binnen het peilvak liggen. Daarnaast kan aan de hand van hydraulische berekeningen worden beoordeeld of het plaatsen van een nieuw gemaal daadwerkelijk nodig is of dat een watergang voldoende afvoercapaciteit heeft om het effect van bodemdaling op te kunnen opvangen. Hiermee kunnen de maatregelen meer op maat worden uitgewerkt en ook benodigde dimensies en capaciteiten worden bepaald.

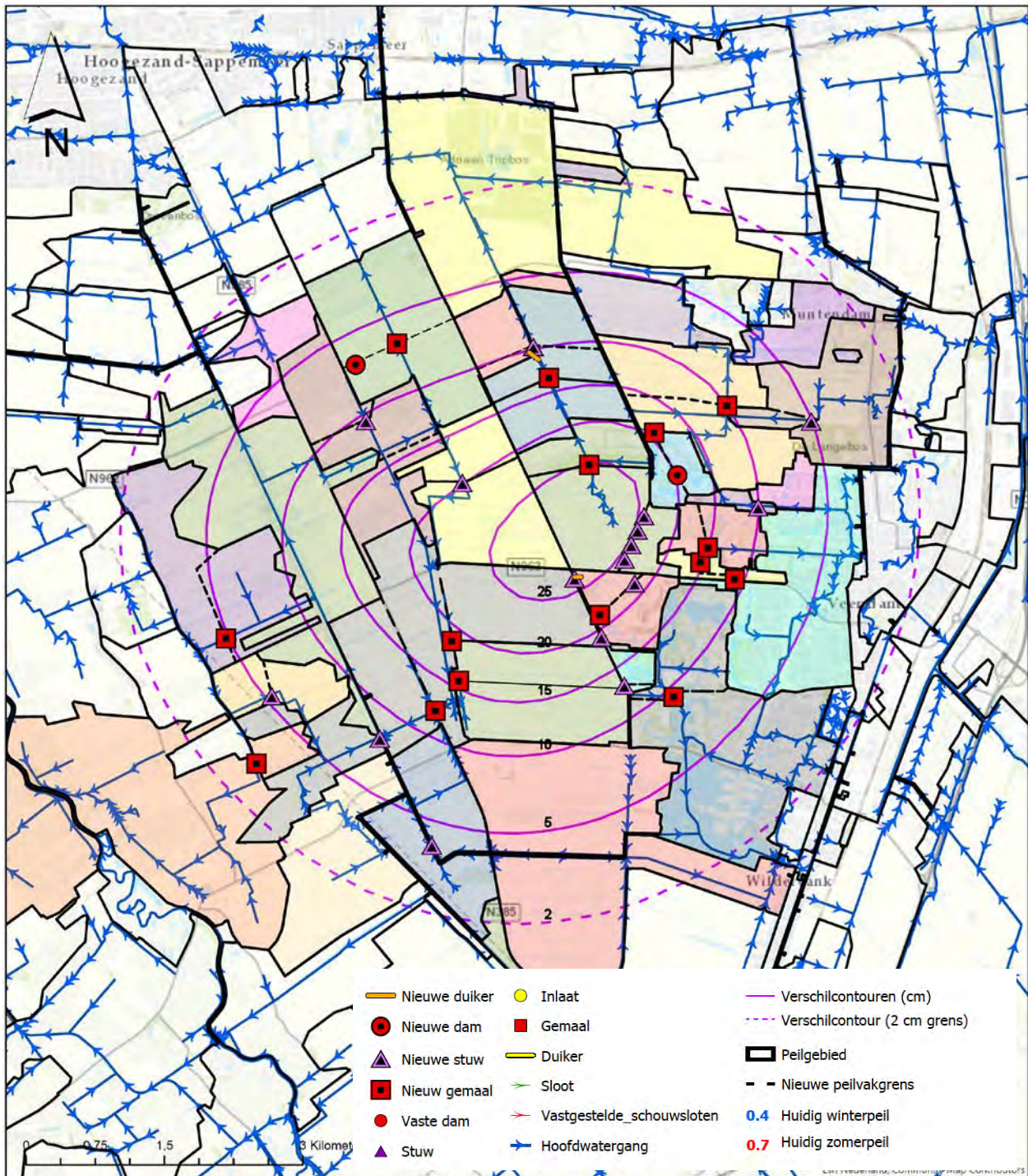
Vanaf circa 2025 zullen de extra maatregelen gefaseerd uitgevoerd moeten worden. Zoals eerder aangegeven zijn vanaf 2025 de maatregelen die eerder al genomen waren in het kader van het winningsplan 2013 niet meer voldoende om de daling te compenseren. Dit betekent dat niet direct alle maatregelen uit dienen te worden gevoerd. De uitvoering van de maatregelen zal, ook na 2025, nader worden gefaseerd en afgestemd op het verloop van de bodemdaling in de tijd.

### **3.2 Eerste uitwerking maatregelen**

Als gevolg van de extra bodemdaling worden, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, ter plaatse van 30 peilgebieden mogelijk negatieve effecten verwacht. In Tabel 3.2.1 zijn de toe te passen maatregelen op een rijtje gezet. In figuur 3.2 en Bijlage 7 - Overzichtskaart nieuwe kunstwerken bij 95cm bodemdaling - zijn alle nieuwe kunstwerken weergegeven in één overzichtskaart.

*Tabel 3.2 – Hoeveelheden wijzigingen van peilgebieden en toe te passen maatregelen*

<b>Beschrijving</b>	<b>Aantal</b>
Peilvakken, huidige situatie	30
Peilvakken, na doorvoeren maatregelen	58
Peilvakken, oplossing in bestaande kunstwerken	6
Peilvakken, splitsen in 2 nieuwe peilvakken	17
Peilvakken, splitsen in 3 nieuwe peilvakken	4
Peilvakken, splitsen in 4 nieuwe peilvakken	1
Nieuw te realiseren gemalen	15
Nieuw te realiseren stuwen	16
Nieuw te realiseren dammen	2
Nieuw te realiseren duikers	2



Figuur 3.2 Eerste uitwerking maatregelen om effecten van extra bodemdaling op te heffen

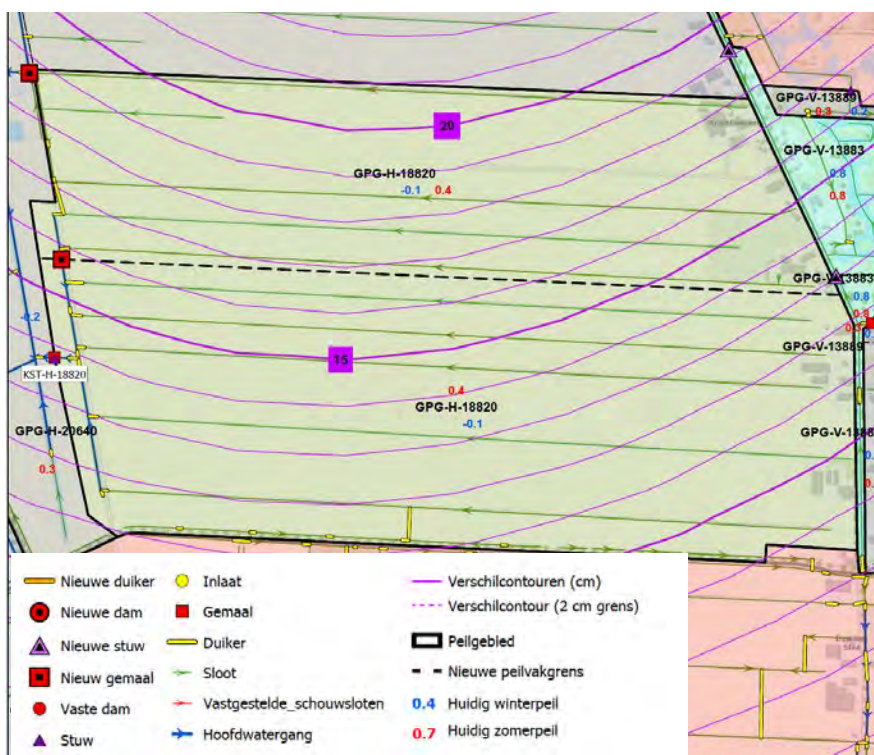
### Aanpassen peil met bestaande kunstwerken

Er zijn in totaal 6 peilgebieden waar een oplossing kan worden gevonden door enkel het peil van een bestaand kunstwerk aan te passen.

### **Aanpassen peil en realiseren extra kunstwerken**

In 22 peilgebieden dienen nieuwe peil regulerende kunstwerken zoals gemalen, stuwen, dammen en/of duikers te worden gerealiseerd. Dit leidt tot een opsplitsing van bestaande peilgebieden waardoor in totaal 28 extra peilgebieden ontstaan.

Er zijn 17 peilgebieden waarbij de effecten van de extra bodemdaling opgelost kunnen worden door het toevoegen van 1 nieuw kunstwerk (opsplitsing van het peilgebied in 2 peilgebieden). Voorbeeld hiervan is peilgebied GPG-H-18820 (Kalkwijksterdiep) zie figuur 3.3.

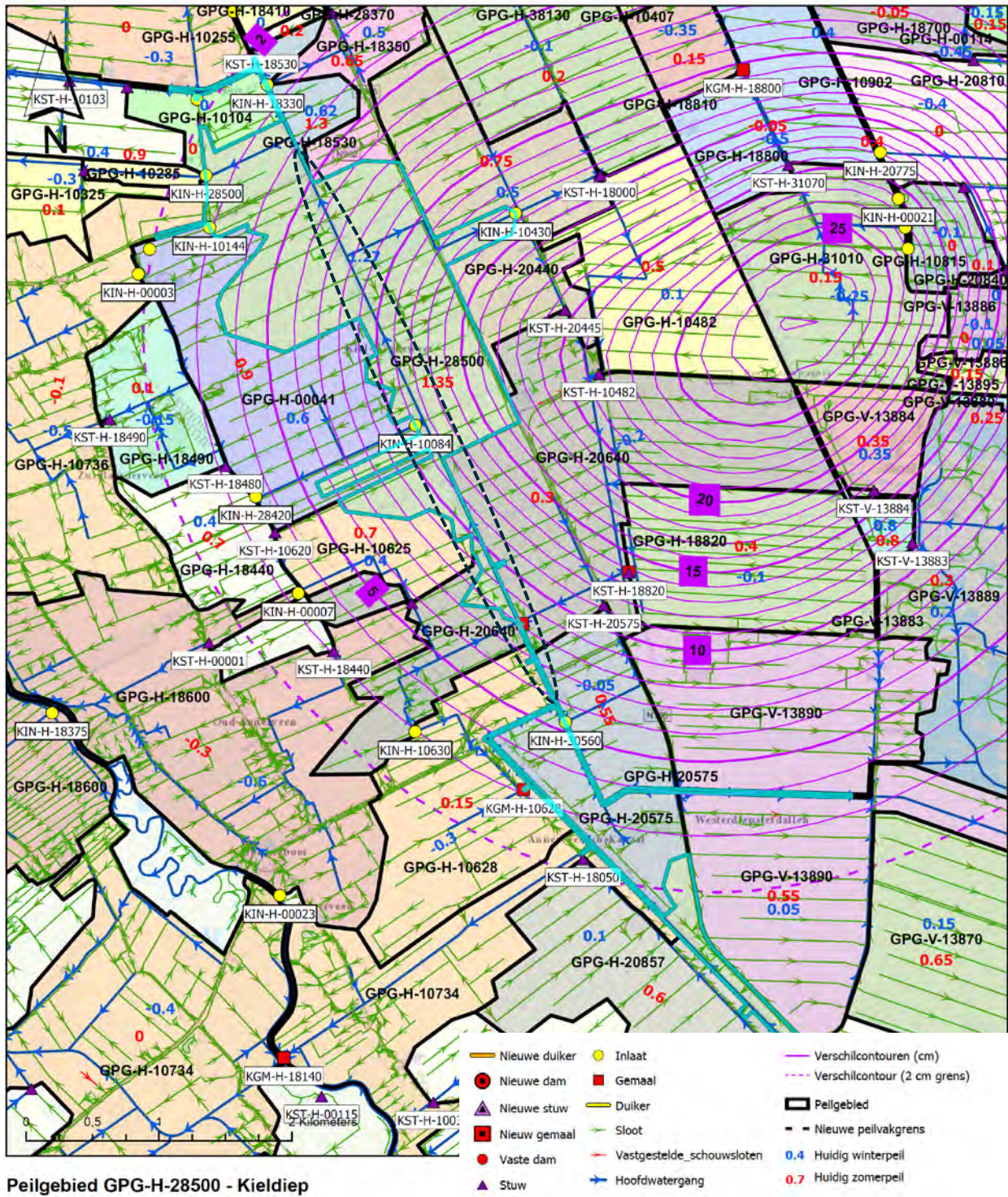


Figuur 3.3 Uitwerking maatregel GPG-H-18820

Bij 4 peilgebieden zijn 2 nieuwe kunstwerken nodig (opsplitsing van het peilgebied in 3 peilgebieden), er is 1 peilgebied dat zal worden opgesplitst in 4 peilgebieden door het toevoegen van 3 nieuwe kunstwerken.

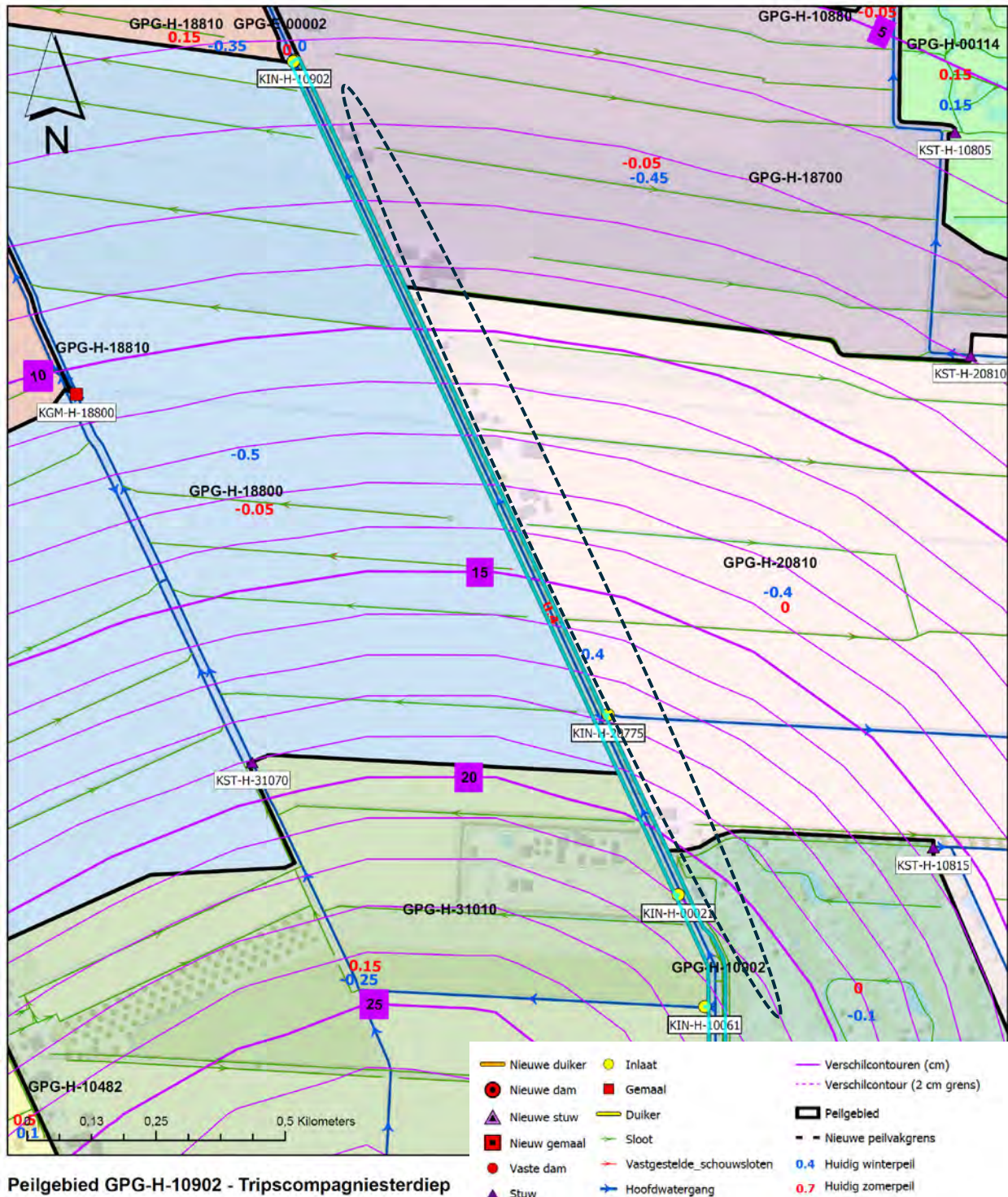
### **Nadere analyse ter plaatse van Kieldiep en Tripscompagniesterdiep**

Naast de peilgebieden in het landelijk en stedelijk gebied treedt ook een bodemdalingsverschil op ter plaatse van de kanaalpanen (peilgebieden binnen een kanaal; het deel van het kanaal tussen twee sluisen of stuwen) van het Kieldiep (GPG-H-28500) en het Tripscompagniesterdiep (GPG-H-10902). Ter plaatse van het Kieldiep treedt 5 – 10 cm extra daling op (figuur 3.4). Ter plaatse van het Tripscompagniesterdiep is dit 10 tot 20 cm (figuur 3.5). De effecten ter plaatse van deze kanaalpanen verschillen ten opzichte van de peilgebieden in het aanliggende landbouwgebied en het bebouwd gebied. Kanalen zoals het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep hebben vooral een aan- en afvoer functie. Bodemdaling kan hier effect hebben op de bebouwing direct langs het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep.



Figuur 3.4 Bodemdaling en ligging bebouwing langs Kieldiep





Figuur 3.5 Bodemdaling en ligging bebouwing langs Tripscompagniesterdiep

De bodemdaling heeft namelijk tot gevolg dat de aanliggende bebouwing zakt ten opzichte van het kanaalpeil (zie figuur 3.4). In de praktijk wordt het (grond)waterpeil ter plaatse van deze bebouwing zowel

beïnvloed door het kanaalpeil als door het peil in de sloten van het peilgebied dat direct naast het kanaal ligt. Indien de grondwaterstand vooral wordt beïnvloed door de sloten in de omgeving van de bebouwing dan kan worden volstaan met de peilaanpassing van de peilgebieden.

Indien de grondwaterstand vooral door het kanaalpeil wordt beïnvloed, zal in beeld moeten worden gebracht of de grondwaterstand zich op een kritieke diepte voor overlast bevindt (kans op zetting/grondwateroverlast). Indien dat het geval is zijn er meerdere oplossingsrichtingen:

- Verbeteren ont- en afwatering direct rondom woningen
- Aanpassen van peil van Tripscompagniesterdiep en Kieldiep; dit betekent dat voor het Kieldiep een of meerdere sluizen aan moeten worden gelegd om ook de doorvaarbaarheid mogelijk te blijven houden.

Om een oplossingsrichting aan te kunnen geven voor deze specifieke peilgebieden is een nadere analyse noodzakelijk. Daarbij wordt opgemerkt dat de maximale bodemdaling pas op lange termijn (na tientallen jaren) wordt bereikt nadat alle vrije pekel is afgelaten. Het is daarom van belang deze situatie goed te monitoren, de ontwikkeling van de bodemdaling te volgen en periodiek de ontwikkelingen te evalueren.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

In het Nedmag winningsplan 2018 wordt uitgegaan van extra bodemdaling als gevolg van de zoutwinning. In het worstcasescenario wordt een maximale bodemdaling van 95 cm voorzien ten opzichte van de in het winningsplan 2013 aangegeven 65 cm.

#### *Gevolgen en maatregelen waterbeheer*

Als gevolg van de extra bodemdaling worden, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, ter plaatse van 30 peilgebieden mogelijk negatieve effecten verwacht. De effecten kunnen worden gecompenseerd door extra peilverlaging ten opzichte van het peilbesluit van 2016. Daarnaast dienen in 22 peilgebieden nieuwe peil regulerende kunstwerken zoals gemalen, stuwen, dammen en/of duikers te worden gerealiseerd. Dit leidt tot een opsplitsing van bestaande peilgebieden waardoor in totaal 28 extra peilgebieden ontstaan.

Naast de peilgebieden in het landelijk en stedelijk gebied treedt ook een bodemdalingsverschil op ter plaatse van het Kieldiep en het Tripscompagniesterdiep. Om een oplossingsrichting aan te kunnen geven voor deze specifieke peilgebieden is een nadere analyse noodzakelijk.

#### *Gevolgen riolering*

Bodemdaling heeft effect op het verhang van de riolering. Het verhang van de riolering verandert met maximaal 0,03% binnen contour van de maximale bodemdaling van 95 cm. In samenspraak met de gemeente(n) zullen deze effecten op de riolering nader worden beoordeeld.

#### *Gevolgen natuur*

Ten noordwesten van het zoutwinningsgebied ligt het Natura2000 gebied Zuidlaardermeer. De bodemdalingscontour strekt zich niet uit tot deze natuurgebieden, waardoor geen effecten op de natuur te verwachten zijn.

#### *Grondwaterbescherming*

Ten noordwesten van het zoutwinningsgebied, op circa 5 km afstand van de bodemdalingscontour ligt de grens van het grondwaterbeschermingsgebied van de winning Onnen. Gezien de afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied zijn geen effecten als gevolg van bodemdaling op de grondwaterwinning te verwachten.

#### *Vaarrecreatie*

Bodemdaling kan invloed hebben op de vaar recreatie. Binnen de contouren van de bodemdaling bevindt zich het Kieldiep dat bevaarbaar is. Hier is sprake van beweegbare bruggen, waardoor de extra bodemdaling geen effect heeft op de doorvaarthoogte. Er wordt geen effect verwacht op aanlegvoorzieningen.

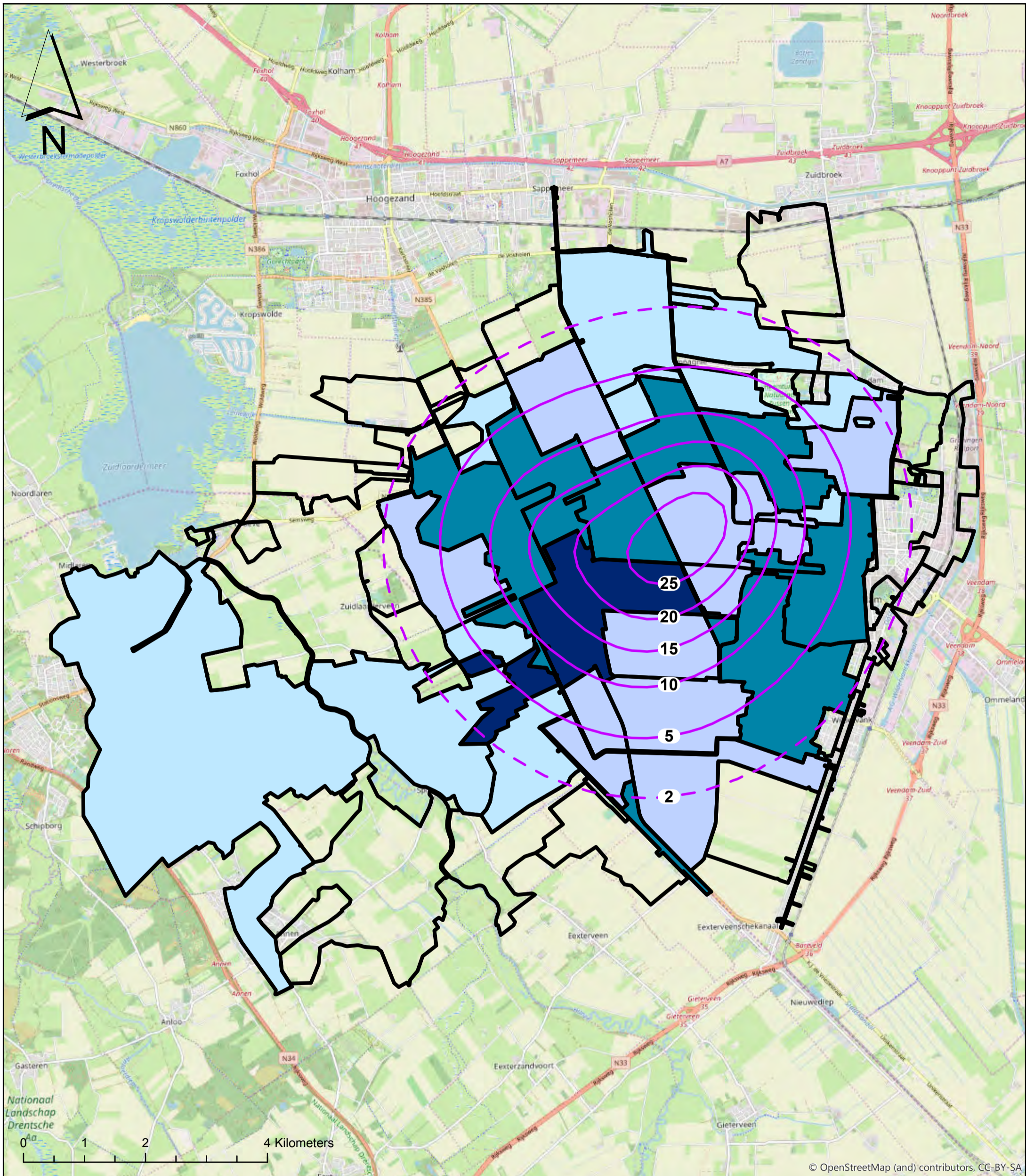
## 4.2 Aanbevelingen

De bovenstaande benadering is een conservatieve aanpak. Hiermee ontstaat een beeld van de ingrepen die noodzakelijk zijn om de waterhuishouding op orde krijgen op het moment dat alle extra bodemdaling ten opzichte van het winningsplan 2013 is opgetreden. Bij verdere uitwerking dient te worden beoordeeld in welke mate de drooglegging verandert als gevolg van bodemdaling en wat dit betekent voor de functies die binnen het peilvak liggen. Daarnaast kan aan de hand van hydraulische berekeningen worden beoordeeld of het plaatsen van een nieuw gemaal daadwerkelijk nodig is of dat een watergang voldoende afvoer capaciteit heeft om het effect van bodemdaling op te kunnen vangen. Hiermee kunnen de maatregelen meer op maat worden uitgewerkt en ook benodigde dimensies en capaciteiten worden bepaald.

Voor het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep is nadere analyse noodzakelijk. Daarbij wordt opgemerkt dat de maximale bodemdaling pas op lange termijn (na tientallen jaren) wordt bereikt nadat alle vrije pekkel is afgelaten. Het is daarom van belang deze situatie goed te monitoren, de ontwikkeling van de bodemdaling te volgen en periodiek de ontwikkelingen te evalueren

Vanaf circa 2025 zullen de extra maatregelen gefaseerd uitgevoerd moeten worden. Vanaf 2025 zijn de maatregelen die eerder al genomen waren in het kader van het winningsplan 2013 niet meer voldoende om de daling te compenseren. De uitvoering van de maatregelen zal nader worden gefaseerd op basis van het verloop van de bodemdaling in de tijd.

## **Bijlage 1 – Effect op peilgebieden bodemdalingsverschil 95-65 cm**



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

**Effect bij 95cm bodemdaling**

**Peilverschil (cm)**

- <5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20-25
- 25-30
- Verschilcontouren (65-95cm)
- Verschilcontour (65-95cm - 2cm grens)
- Peilgebied



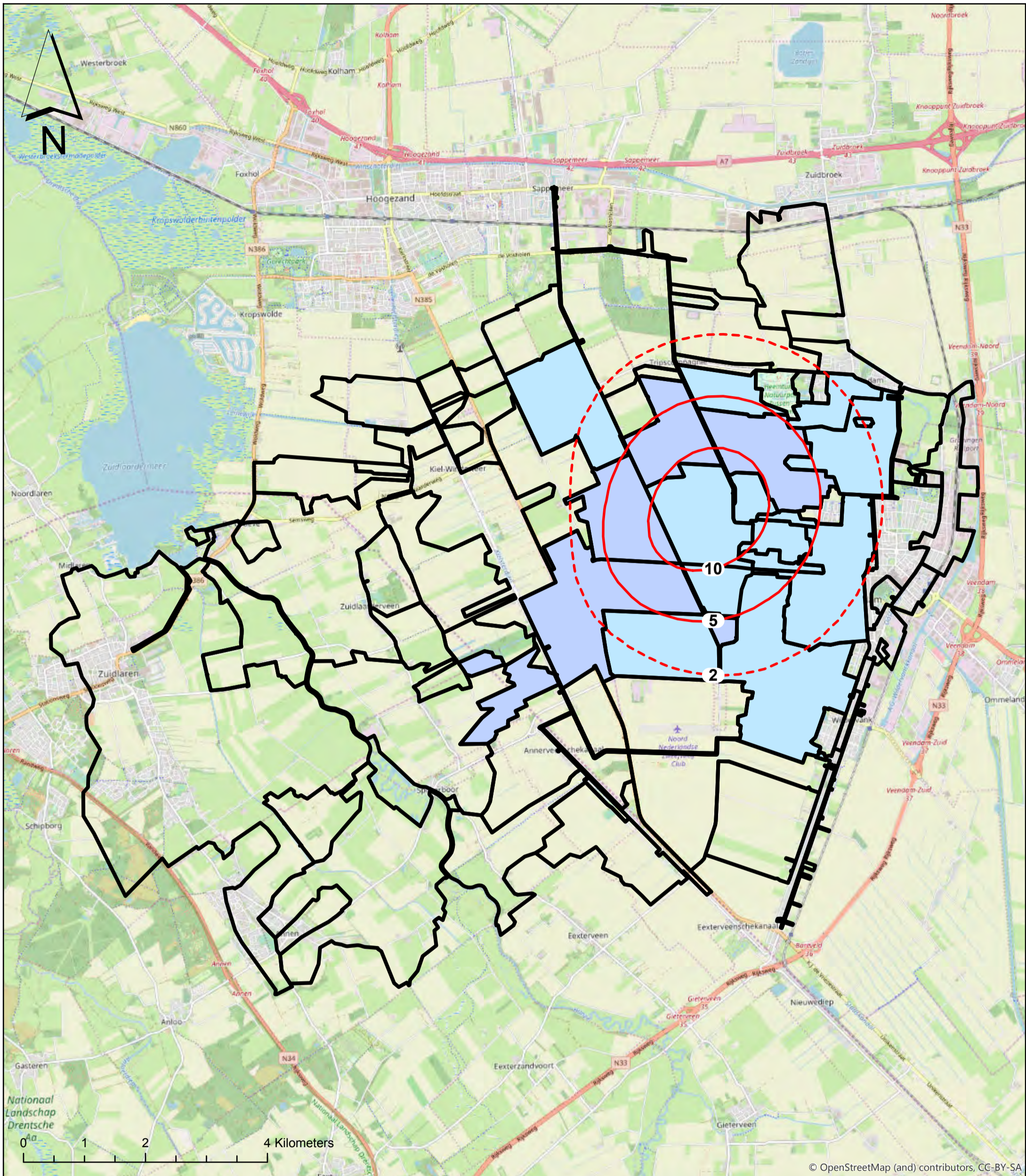
**Bijlage 2 - Effect op peilgebieden bodemdalingsverschil 80-65 cm en  
95-80 cm**

### **Aflaten van pekel uit de huidige bronnen en het voortzetten van de winning**

Dit betreft de volgende twee situaties:

- Het aflaten van alle vrije pekel uit de huidige bronnen resulteert, op termijn, in een bodemdalingscontour met een maximale bodemdaling van 80 cm. Hierdoor treedt een extra bodemdaling op van maximaal  $(80 - 65) = 15$  cm in het diepste punt. Dit resulteert in 19 peilgebieden waar een verschildaling van 5 cm of meer zal optreden.
- Door voortzetting van de zoutwinning volgens het winningsplan 2018 inclusief het ontwikkelen van vier nieuwe bronnen (VE-5 t/m VE-8) zal, op termijn, een bodemdalingscontour met een maximale daling van 88 cm ontstaan. Rekening houdend met onzekerheden in de bodemdalingsprognose wordt voor het bepalen van de maatregelen gerekend met een bodemdalingscontour met een maximale daling van 95 cm (worstcasescenario) Hierdoor treedt een extra bodemdaling op van maximaal  $(95 - 65) = 30$  cm. Dit resulteert in 26 peilgebieden waar een verschildaling van 5 cm of meer zal optreden.



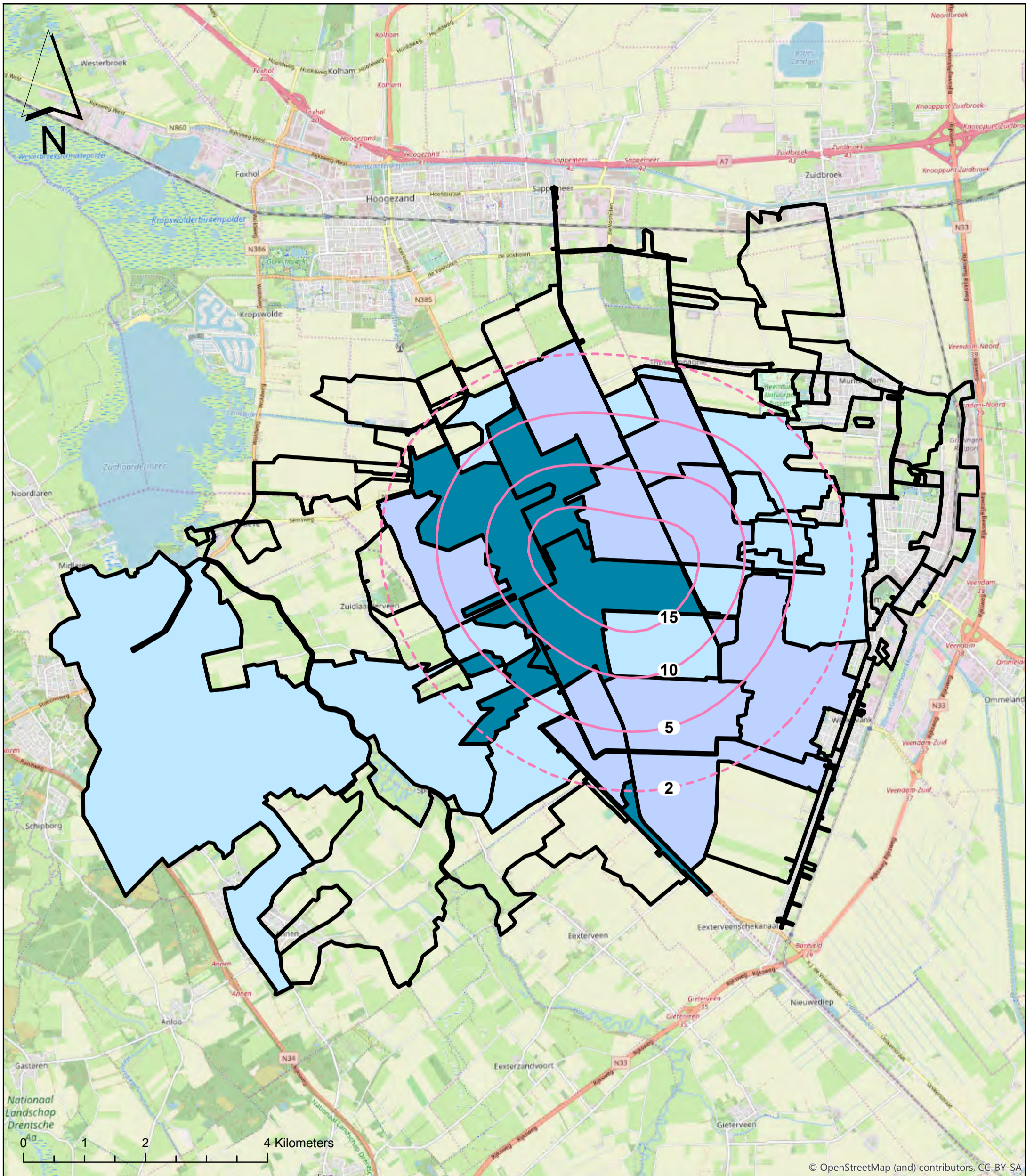


### Effect bij 80cm bodemdaling

#### Peilverschil (cm)

- <5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20-25
- 25-30
- Verschilcontouren (65-80cm)
- Verschilcontour (65-80cm - 2cm grens)
- Peilgebied





© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

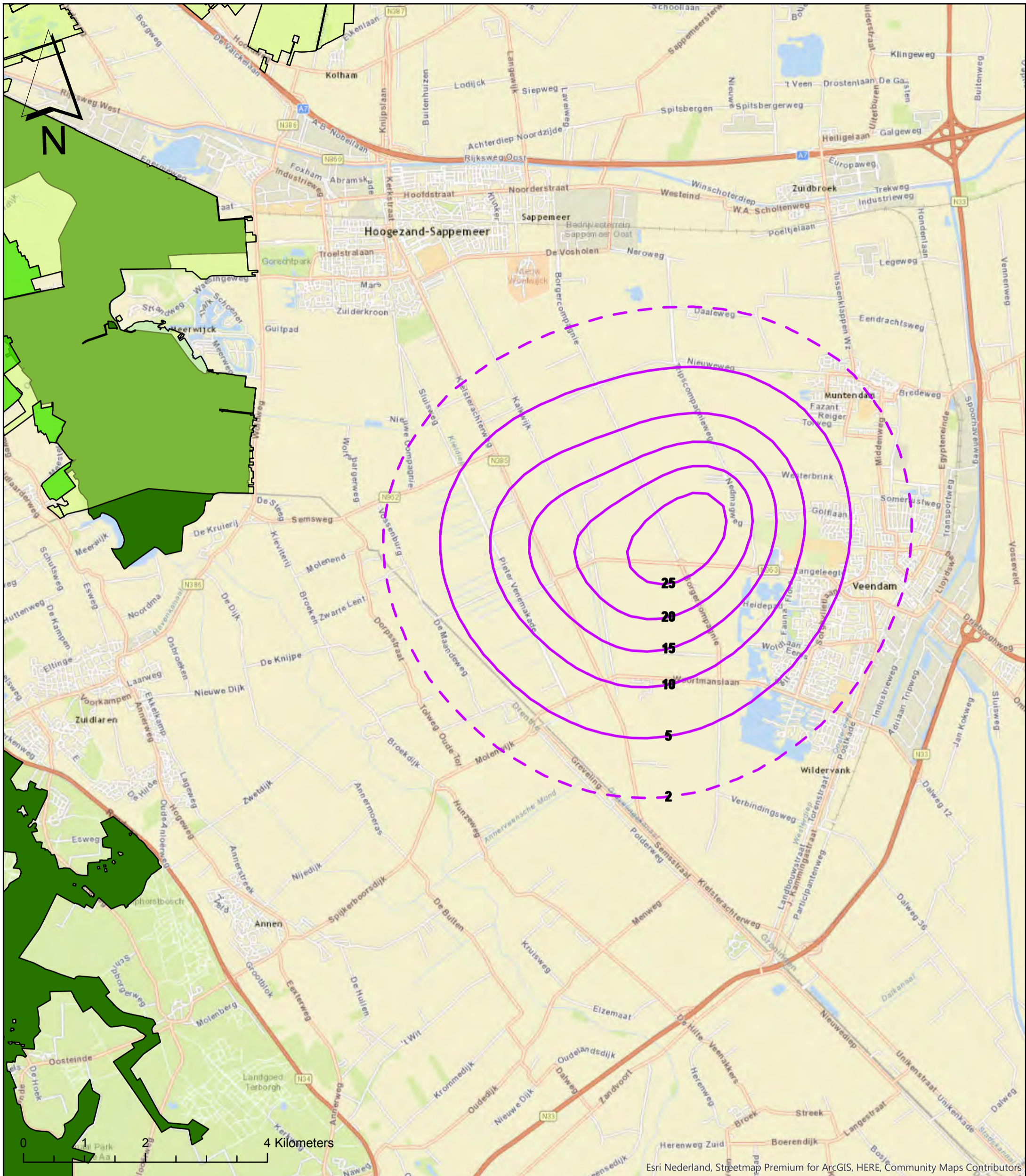
**Verschilcontour en effect tussen 80 en 95 cm bodemdaling**

**Peilverschil (cm)**

- <5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20-25
- 25-30
- Verschilcontouren (80-95cm)
- Verschilcontour (80-95cm - 2cm grens)
- Peilgebied



## Bijlage 3 - Effecten natuur



Esri Nederland, Streetmap Premium for ArcGIS, HERE, Community Maps Contributors

### Natuur

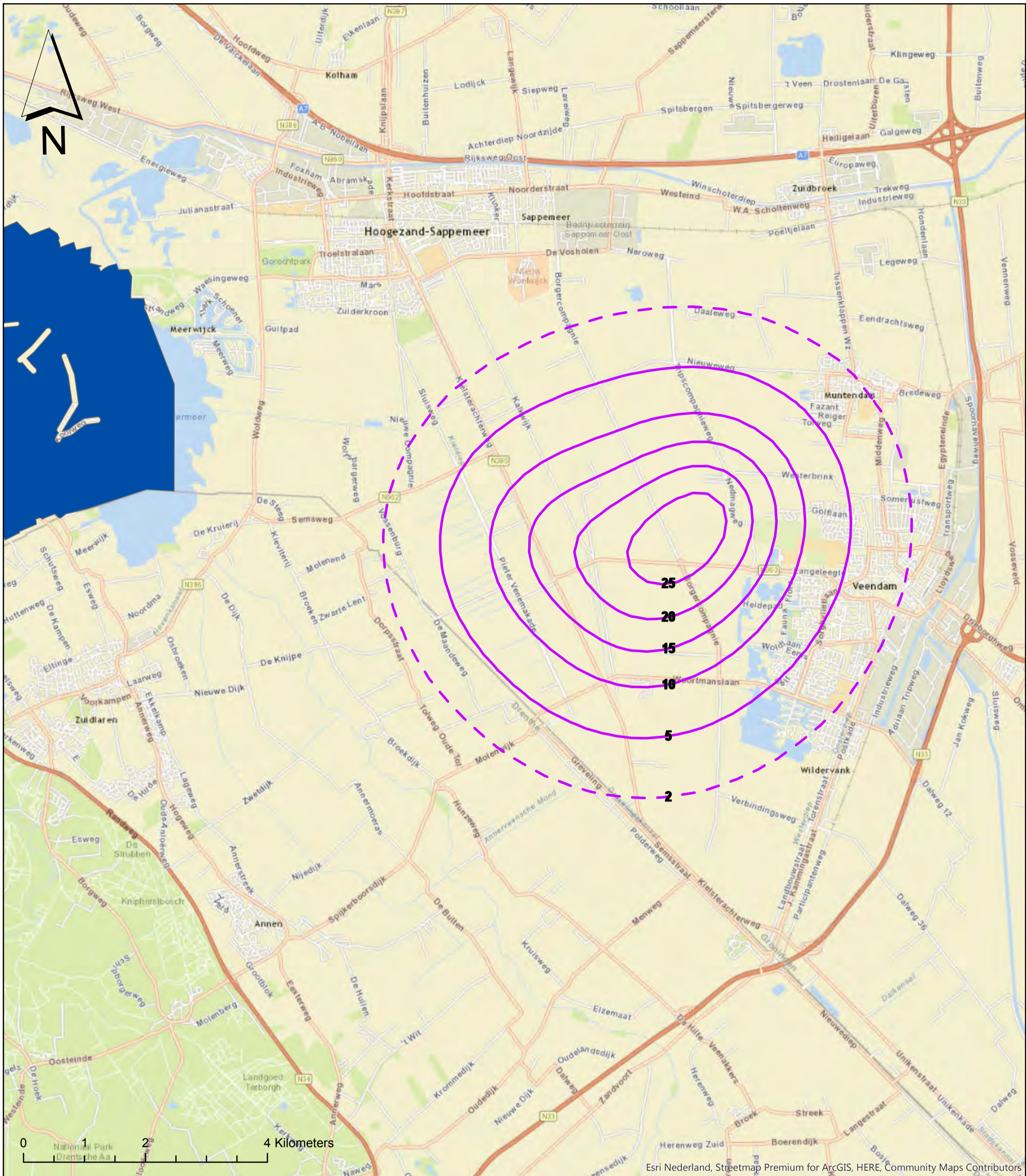
Natuurgebieden en bodemdalingscontouren  
(Verskil in cm bodemdaling  
(nieuwe (95cm) t.o.v. oude verwachtingen))

- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2 cm grens)

- NNN Natuurgebieden
- NNN Beheergebieden
- Natura 2000 gebieden



## **Bijlage 4 - Effecten grondwaterbescherming**



Esri Nederland, Streetmap Premium for ArcGIS, HERE, Community Maps Contributors

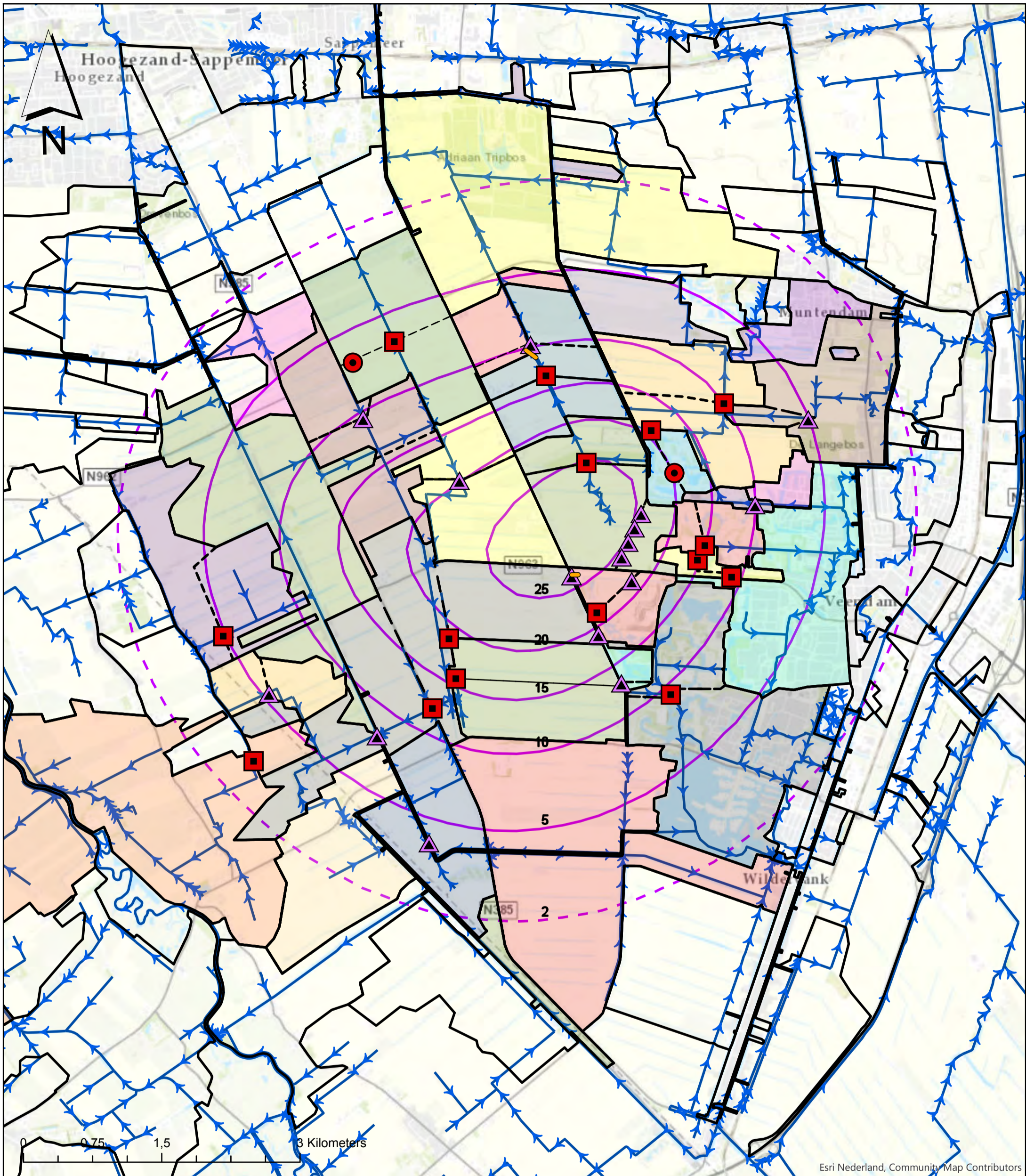
## Water

Grondwaterbeschermingsgebieden en bodemdalingscontouren  
(Verskil in cm bodemdaling  
(nieuwe (95cm) t.o.v. oude verwachtingen))










- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2 cm grens)
- Grondwaterbeschermingsgebied



## **Bijlage 5 - Overzichtskaart nieuwe kunstwerken bij 95cm bodemdaling**



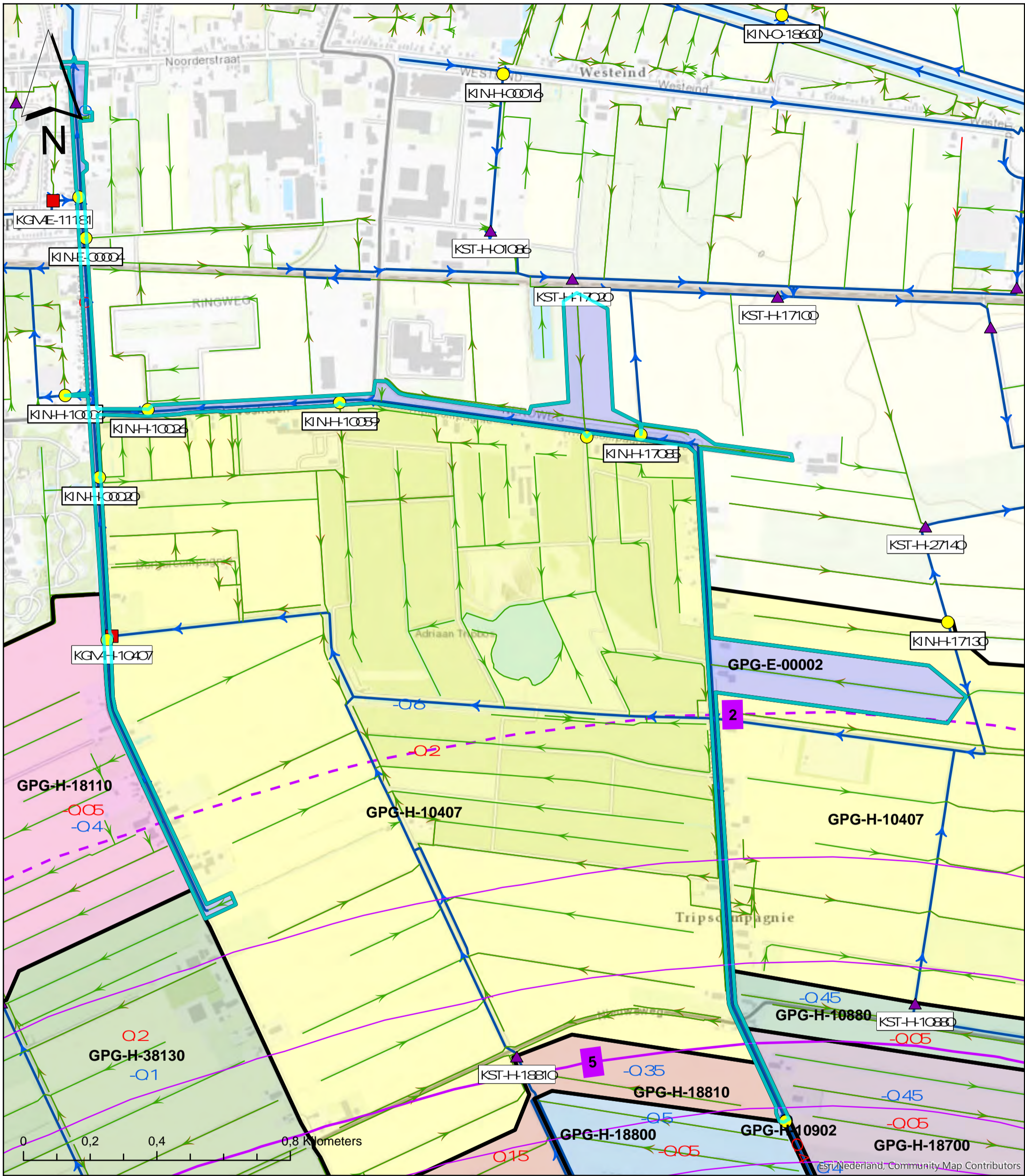
**Benodigde maatregelen bij 95cm bodemdaling**

-  Nieuwe duiker
-  Nieuwe dam
-  Nieuwe stuw
-  Nieuw gemaal
-  Hoofdwatergang
-  Verschilcontouren (65-95cm)
-  Verschilcontour (65-95cm - 2 cm grens)
-  Nieuwe peilvakgrens
-  Peilgebied





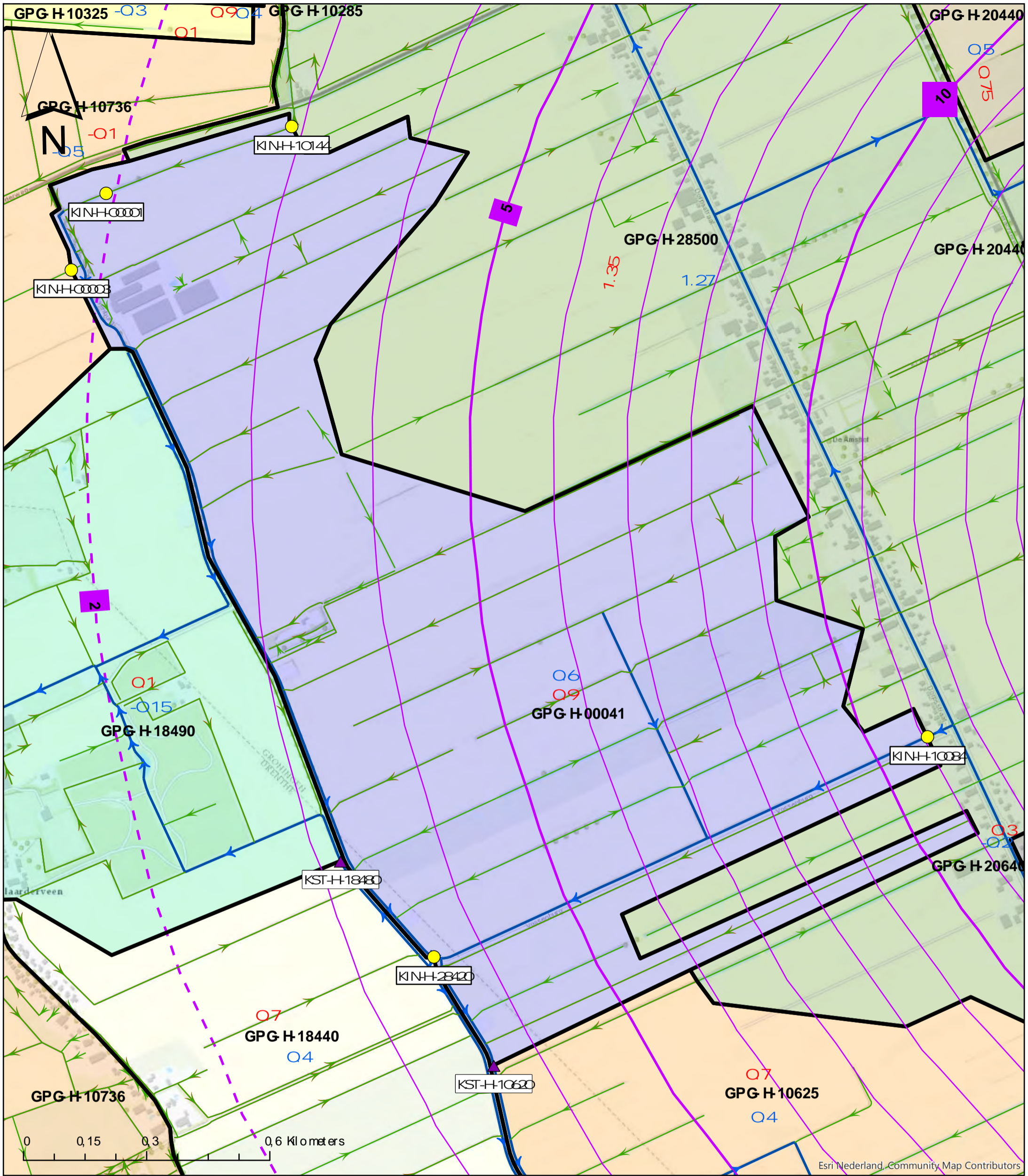
## Bijlage 6 - Maatregelen per peilgebied









**Peilgebied GPG-E-00002**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde\_schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil

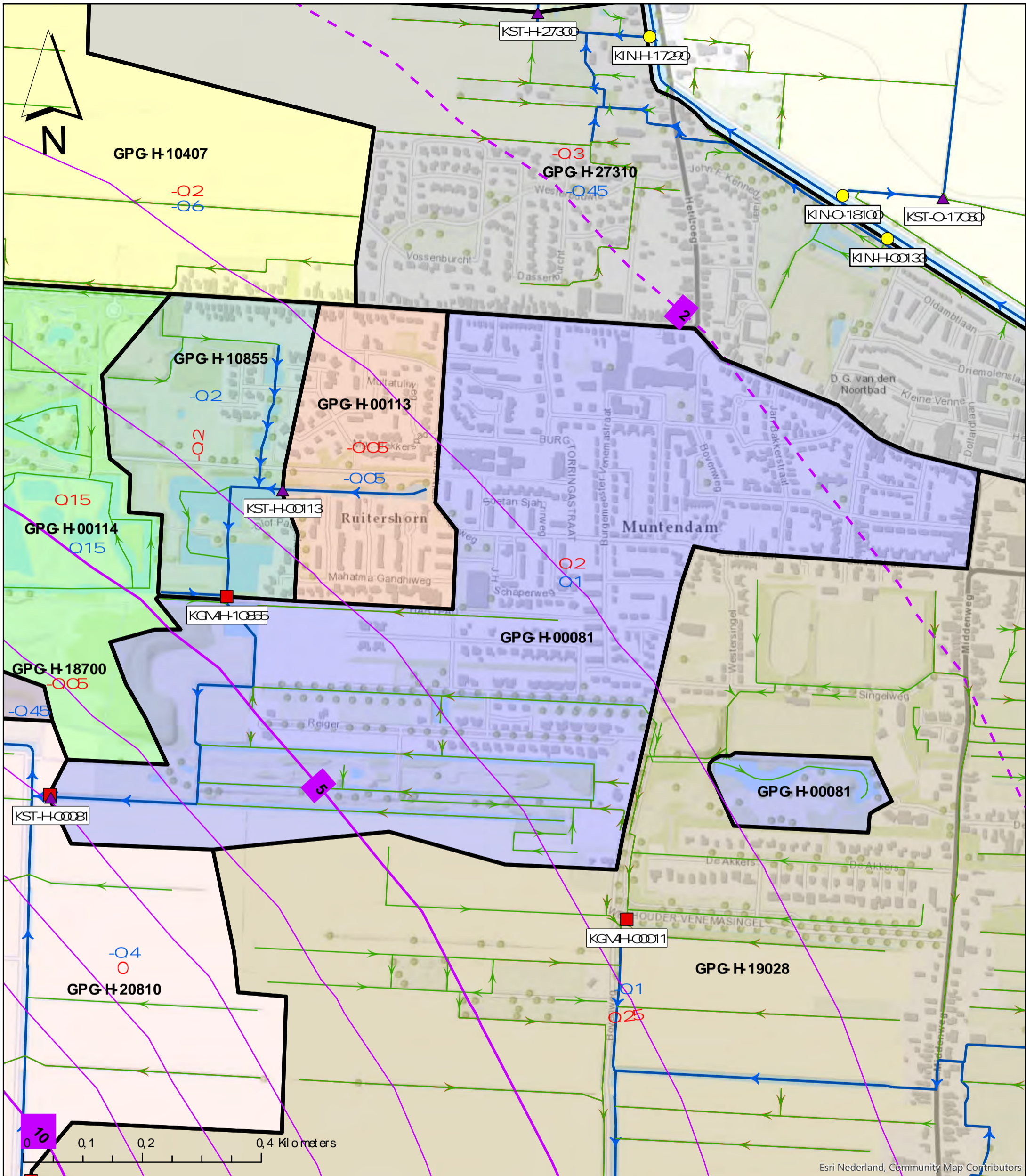




### Peil gebied GPG H-00041

- |                                                                                                             |                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Stuw                      |  Verschilcontouren (m)      |
|  Inlaat                    |  Verschilcontour (2cmgrens) |
|  Gemaal                    |  Peilgebied                 |
|  Soot                      |  Q4 Huidig winterpeil       |
|  Vastgestelde schouwvloten |  Q7 Huidig zomerpeil        |
|  Hoofdwatergang            |                                                                                                                |



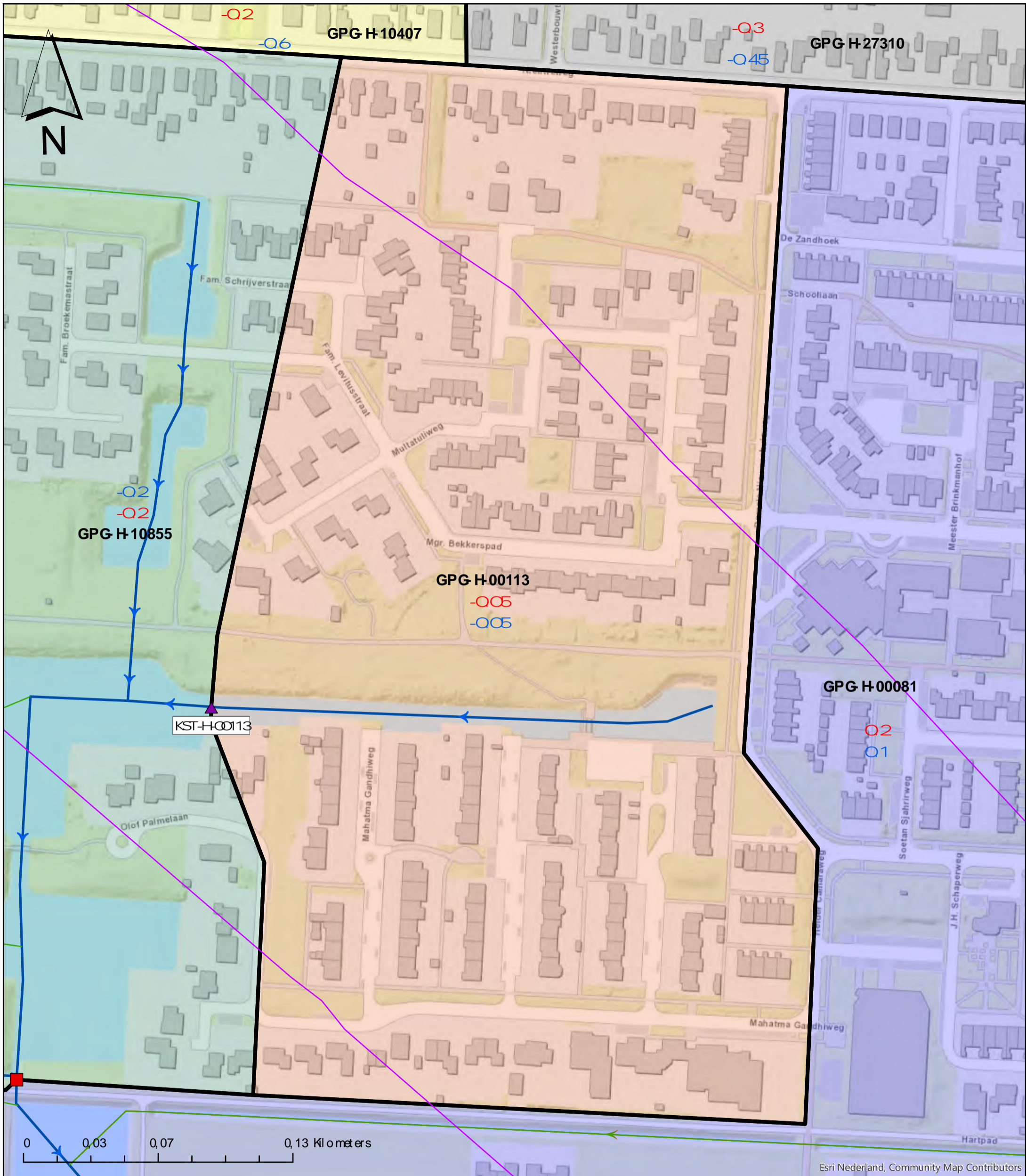


Esri Nederland, Community Map Contributors

**Peil gebied GPG H-00081 - Nieuwe weg Oost**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil

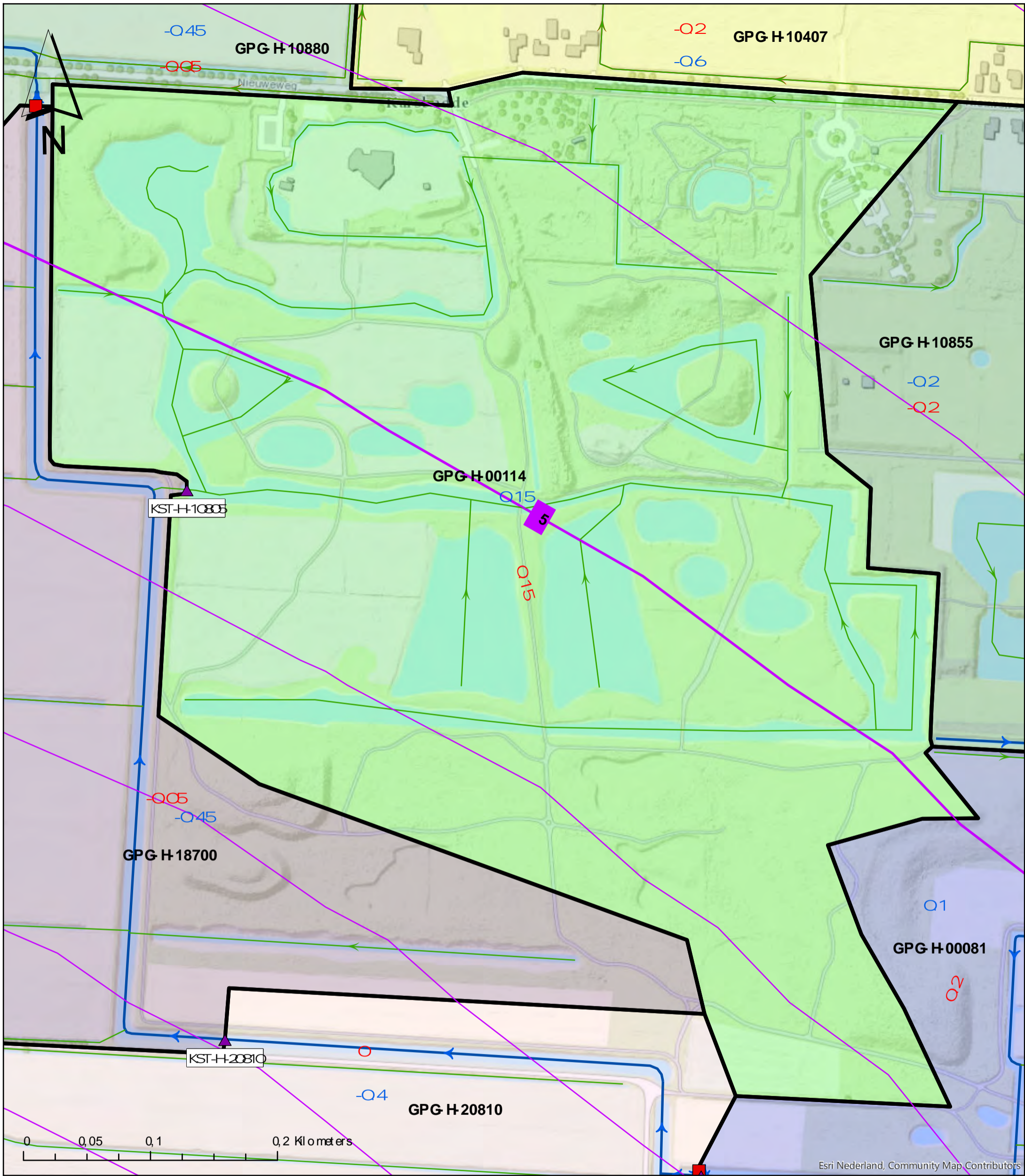




**Peil gebied GPG H-00113- Ruitershorn Oost**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (m)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

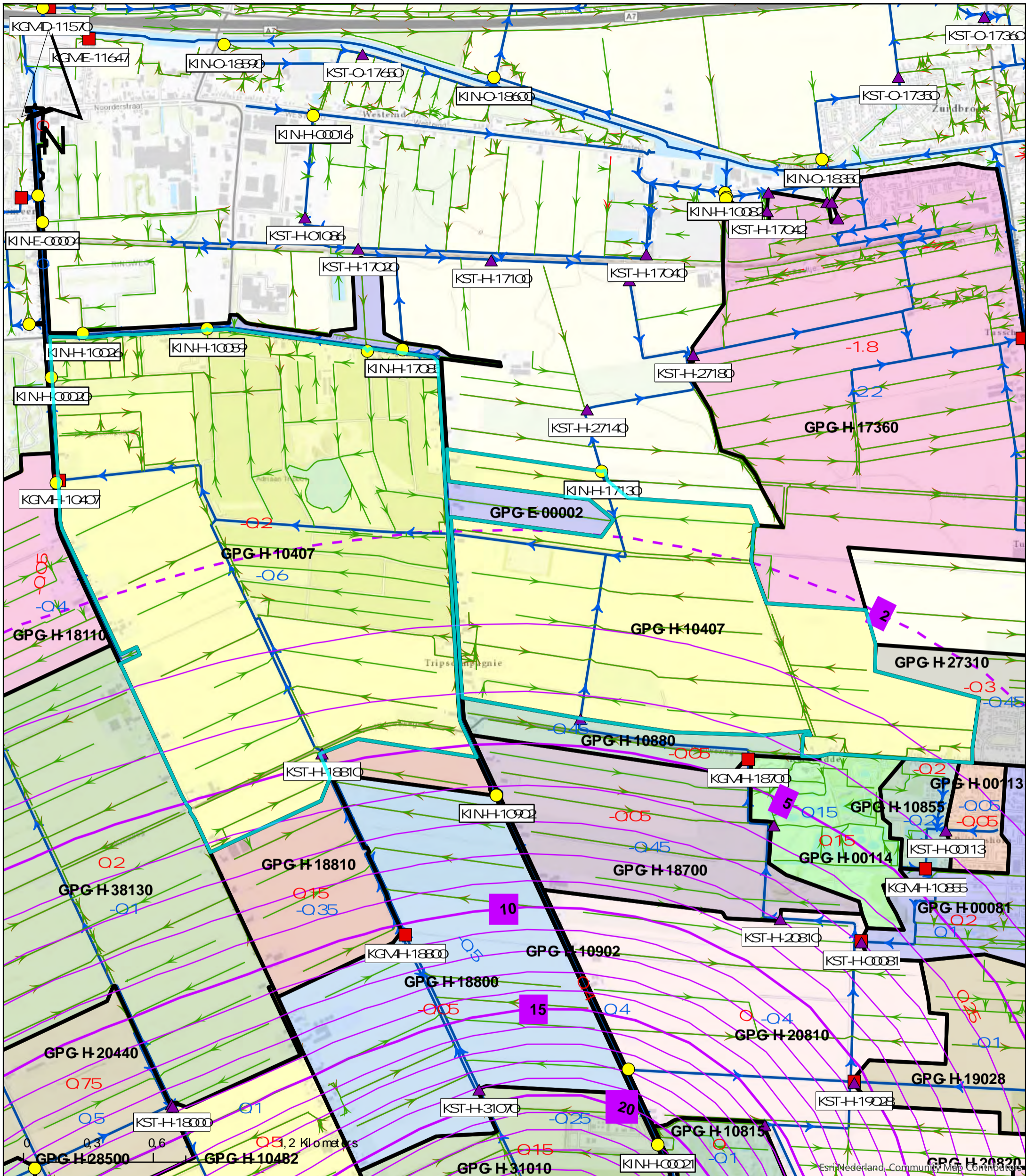




**Peil gebied GPG H-00114- Nieuwe weg midden**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- Q4 Huidg winterpeil
- Q7 Huidg zomerpeil

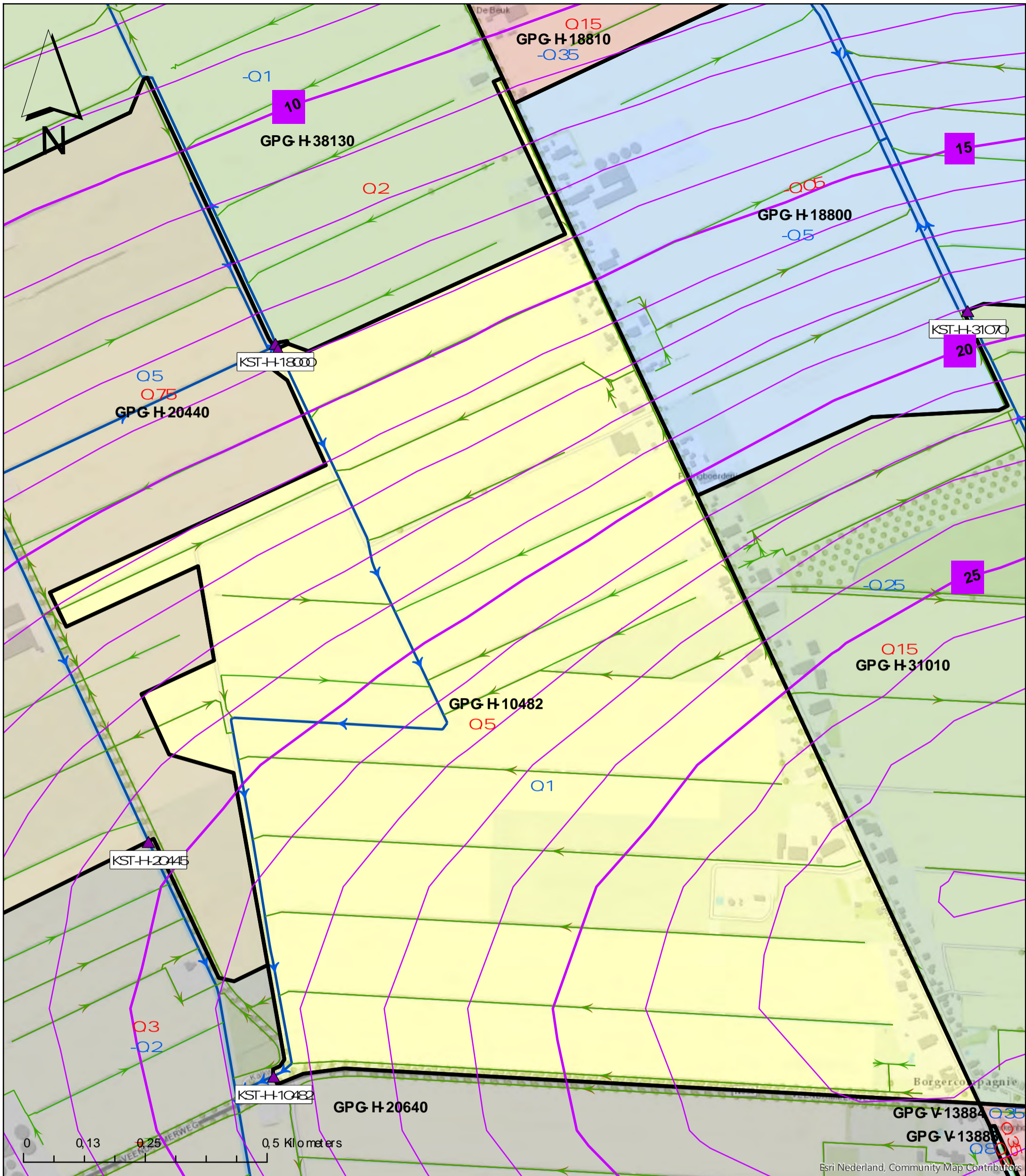




**Peil gebied GPG H-10407 - Borgercompagnie**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwveloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil



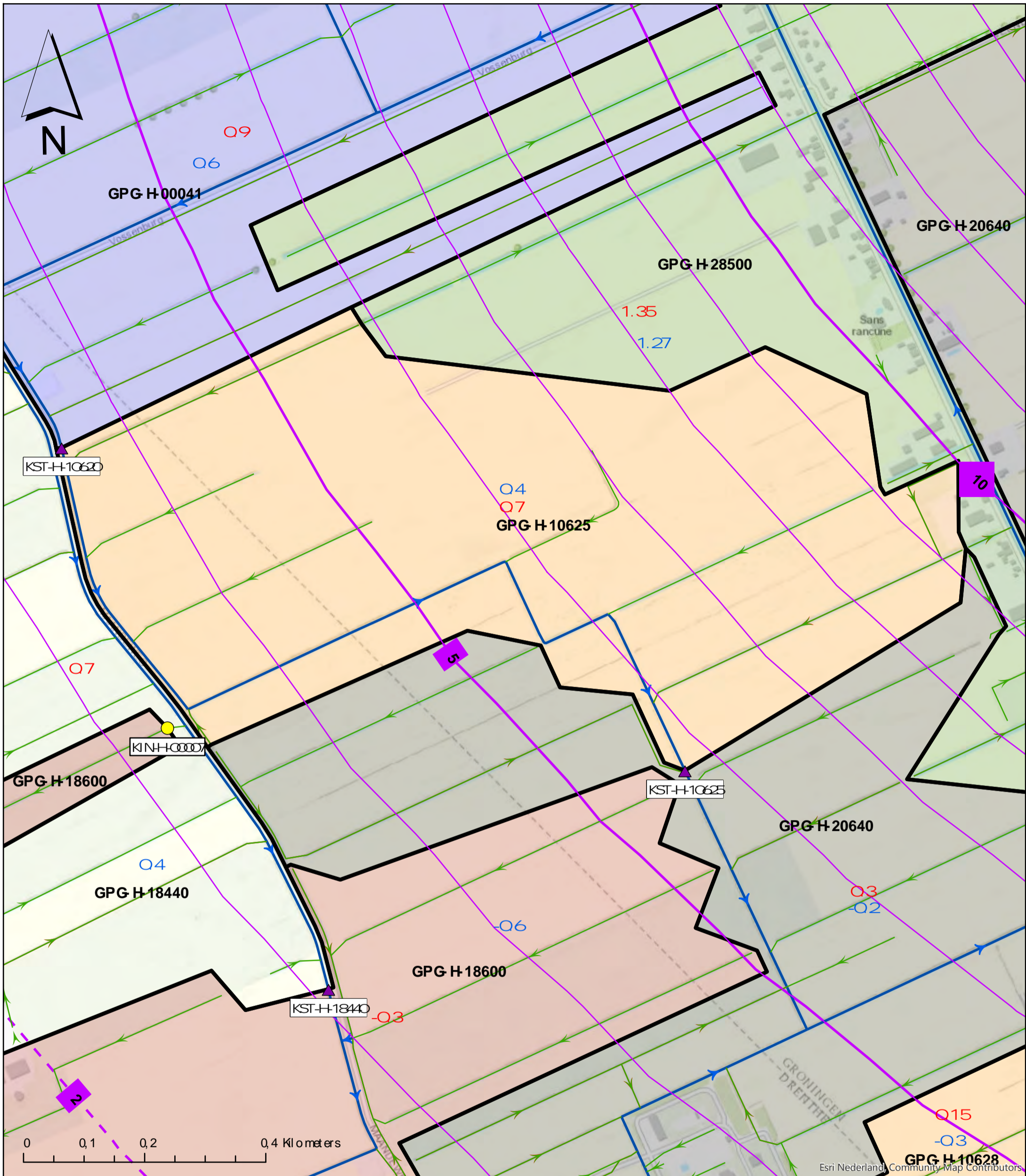


### Peil gebied GPG H-10482 - Veenda mmer weg

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidg winterpeil
- Huidg zomerpeil



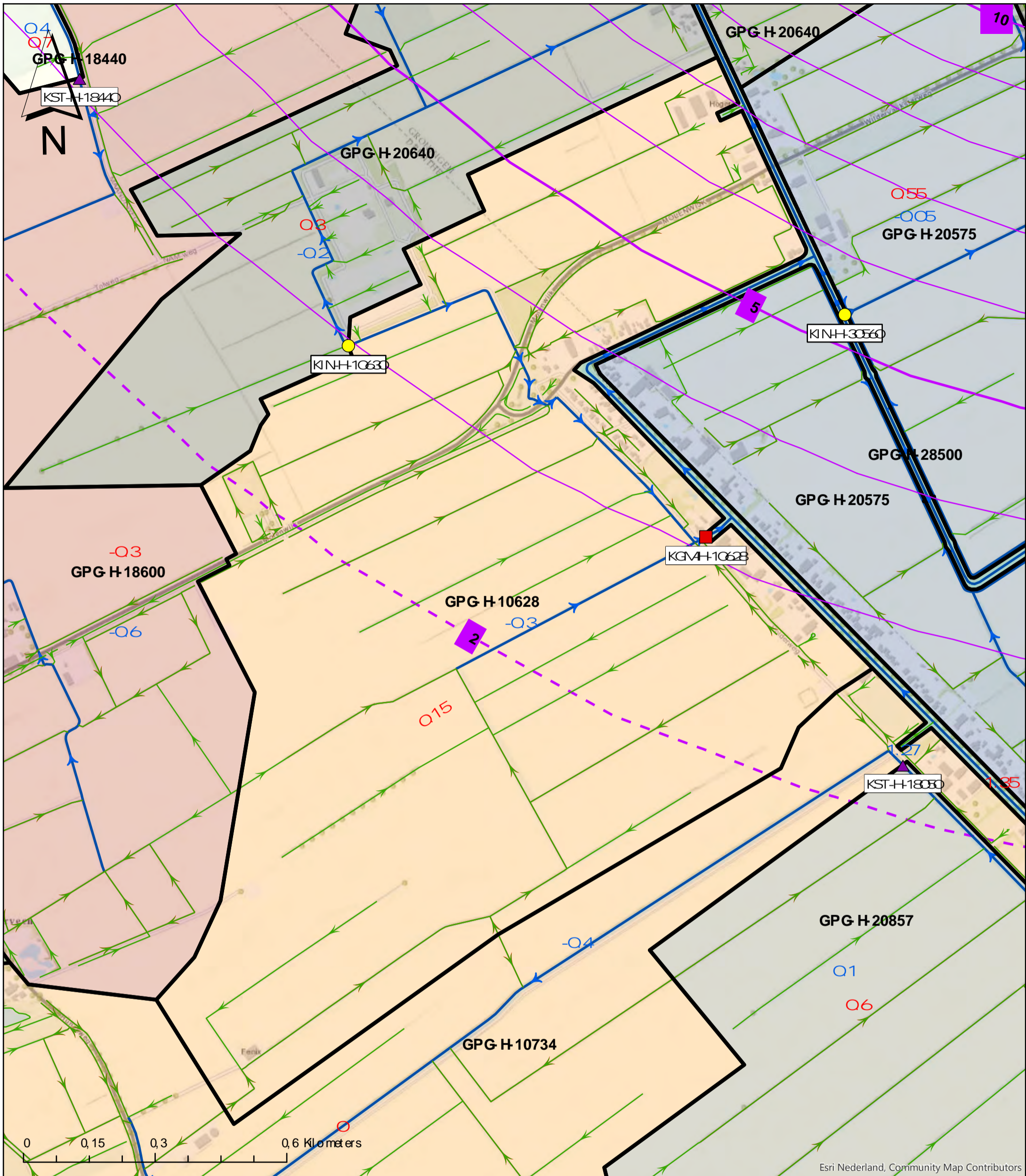




**Peil gebied GPG H-10625**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidig winterpeil
- 7 Huidig zomerpeil



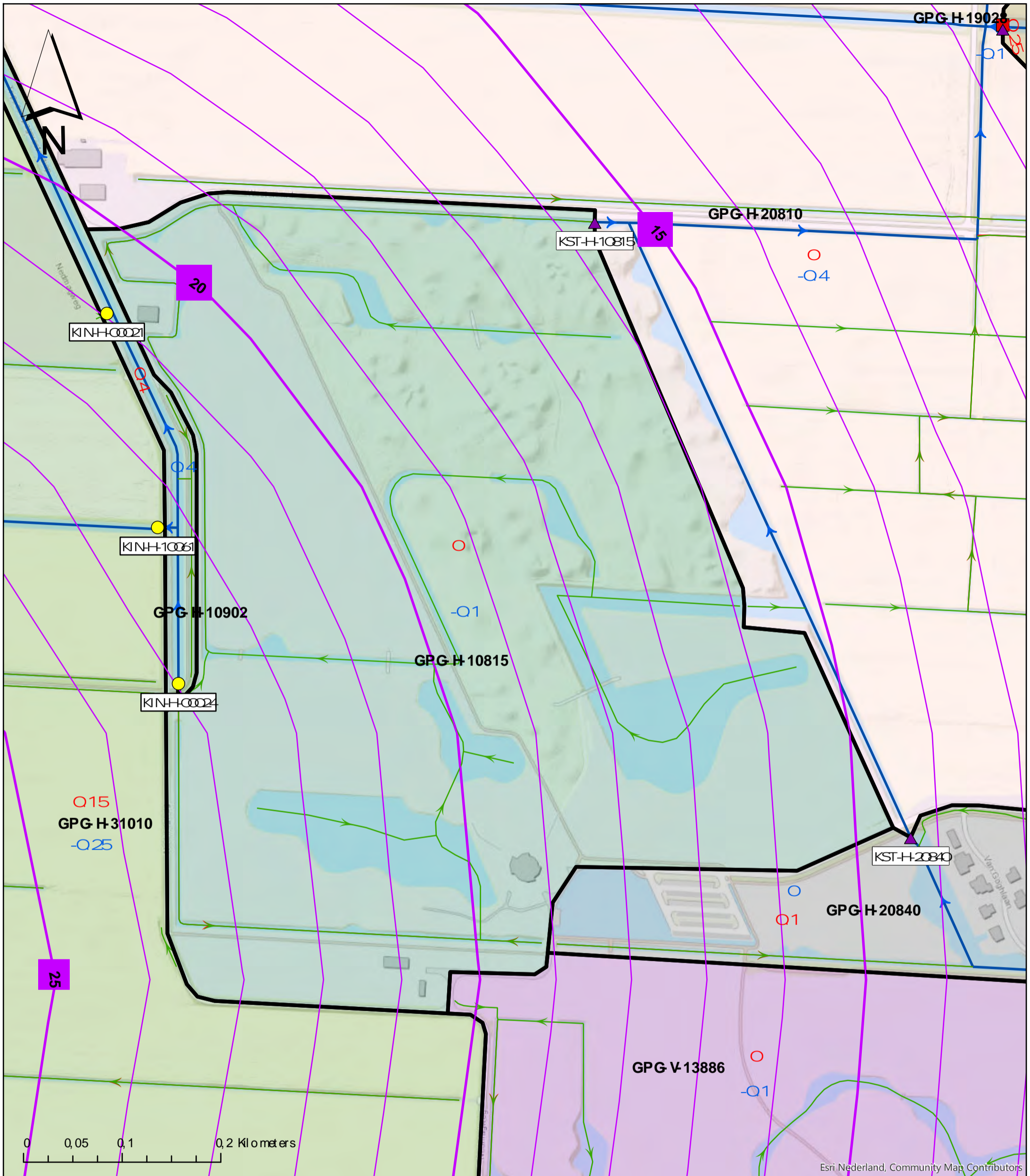


Esri Nederland, Community Map Contributors

**Peil gebied GPG H-10628 - Ge maal Hdt ka mp**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidig winterpeil
- 7 Huidig zomerpeil

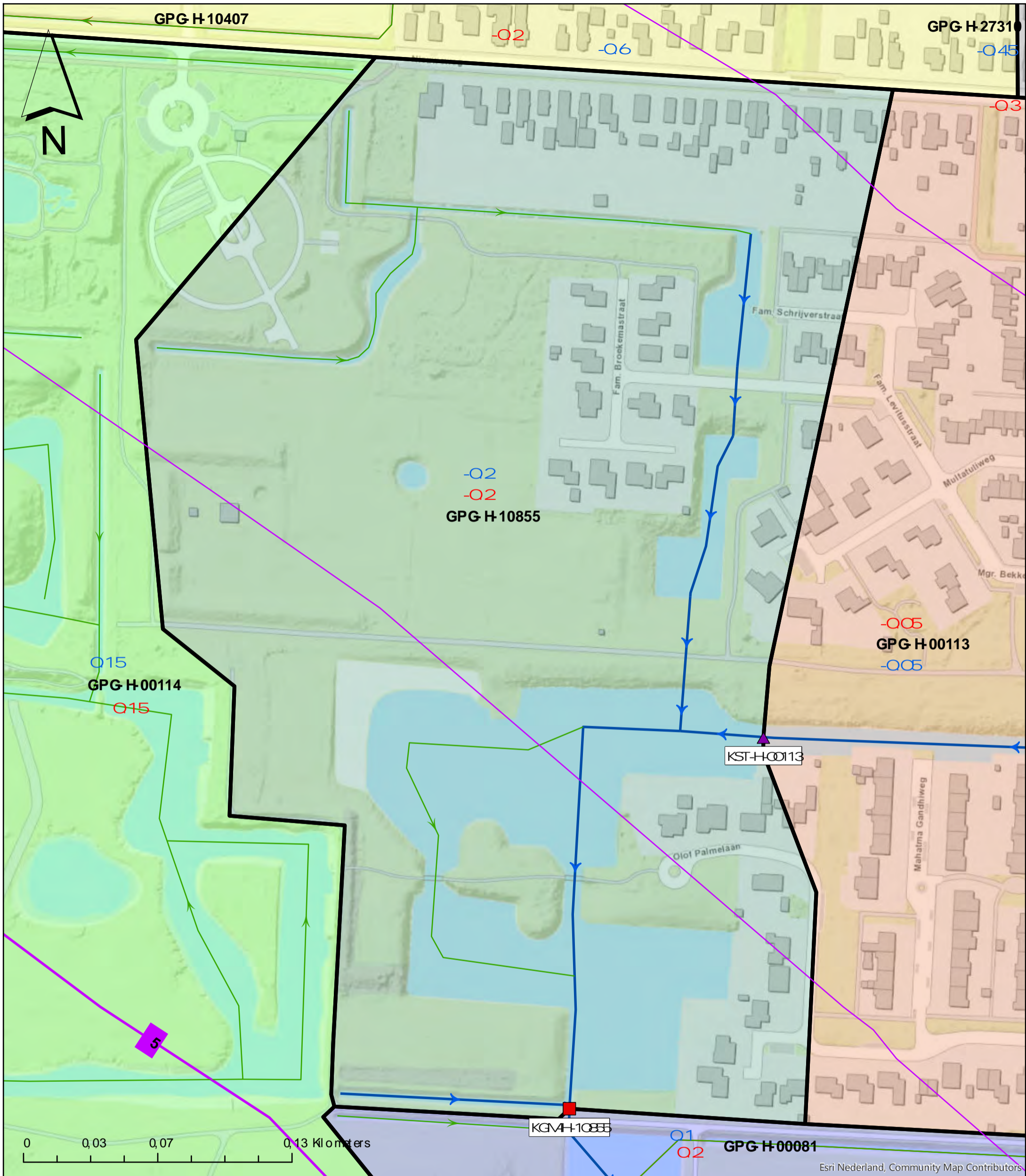




**Peil gebied GPG H-10815 - Gdfbaan**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde\_schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

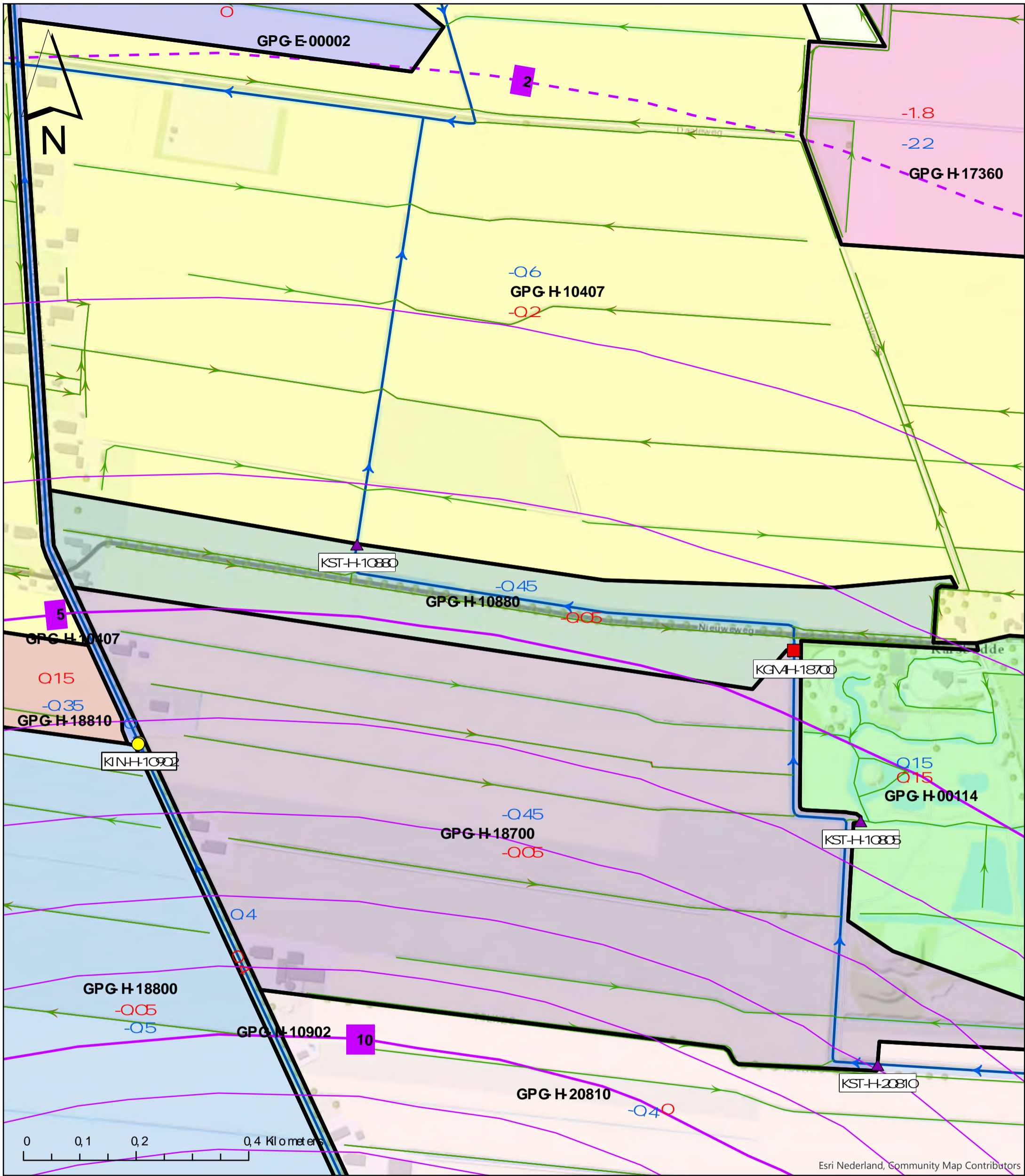




**Peil gebied GPG H-10855 - Ruitershorn West**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil



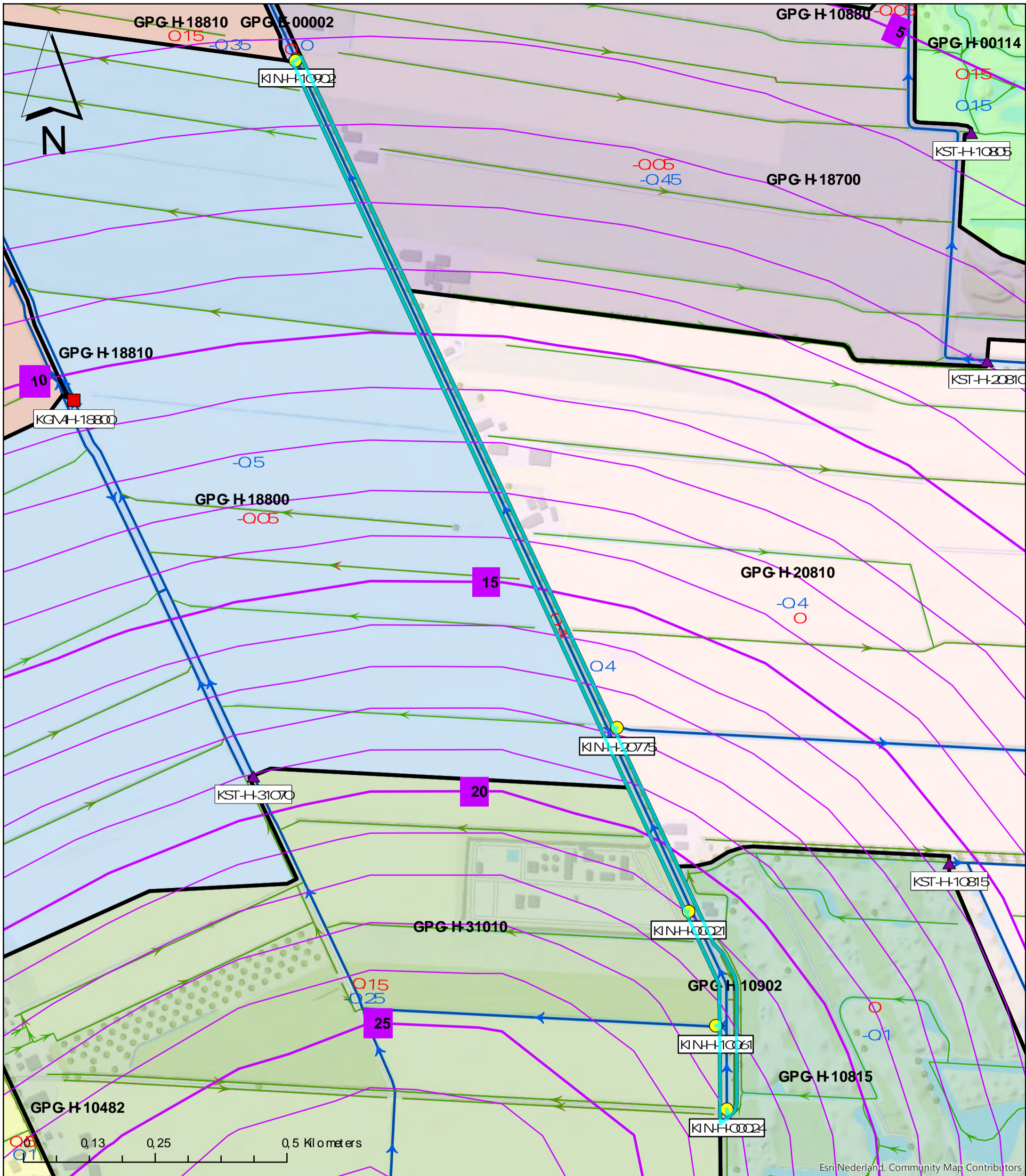


Esri Nederland, Community Map Contributors

### Peil gebied GPG H-10880 - Nieuwe weg Noord

- Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidig winterpeil
- Huidig zomerpeil

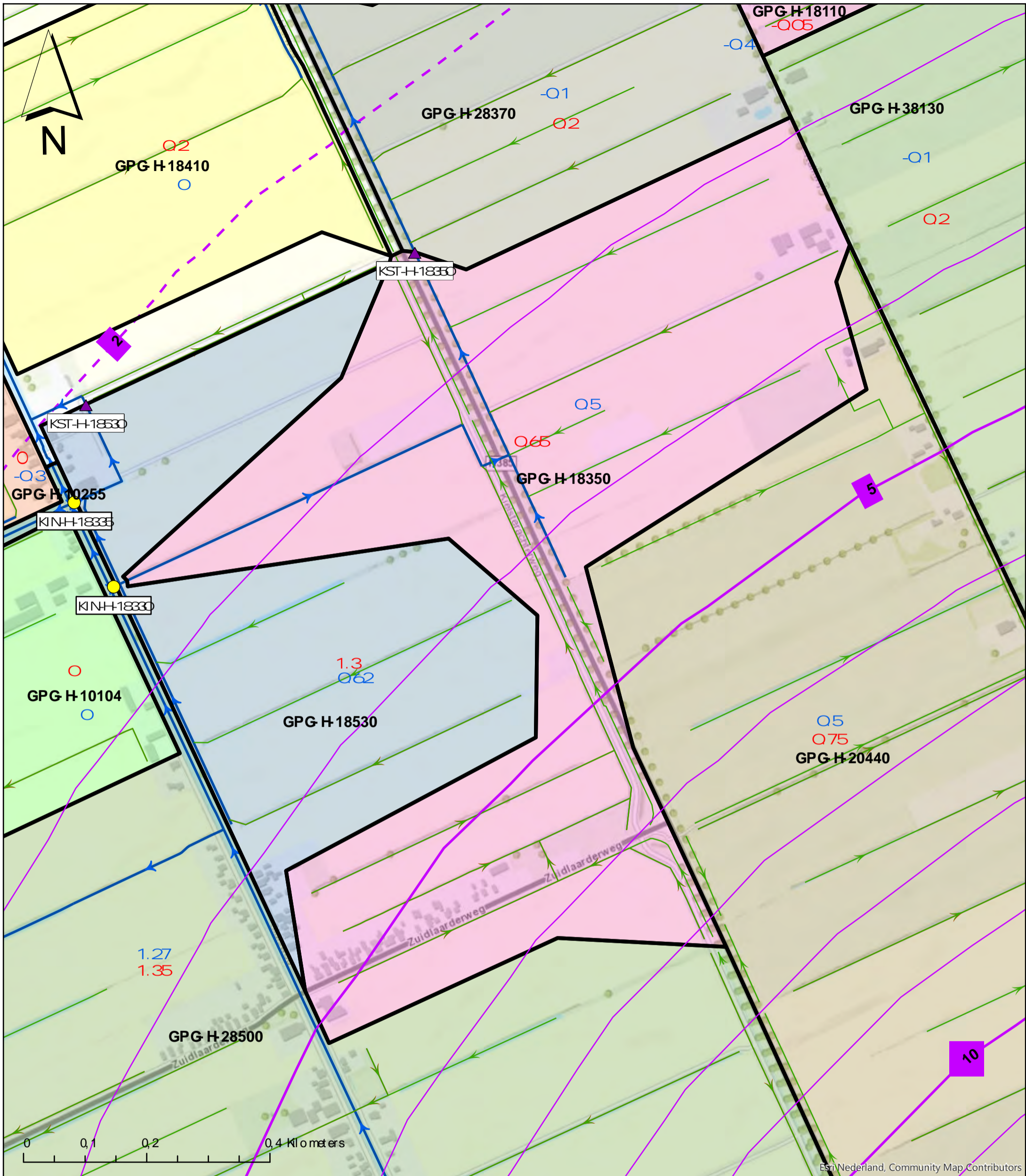




**Peil gebied GPG H-10902 - Tripscompagniesterdiep**

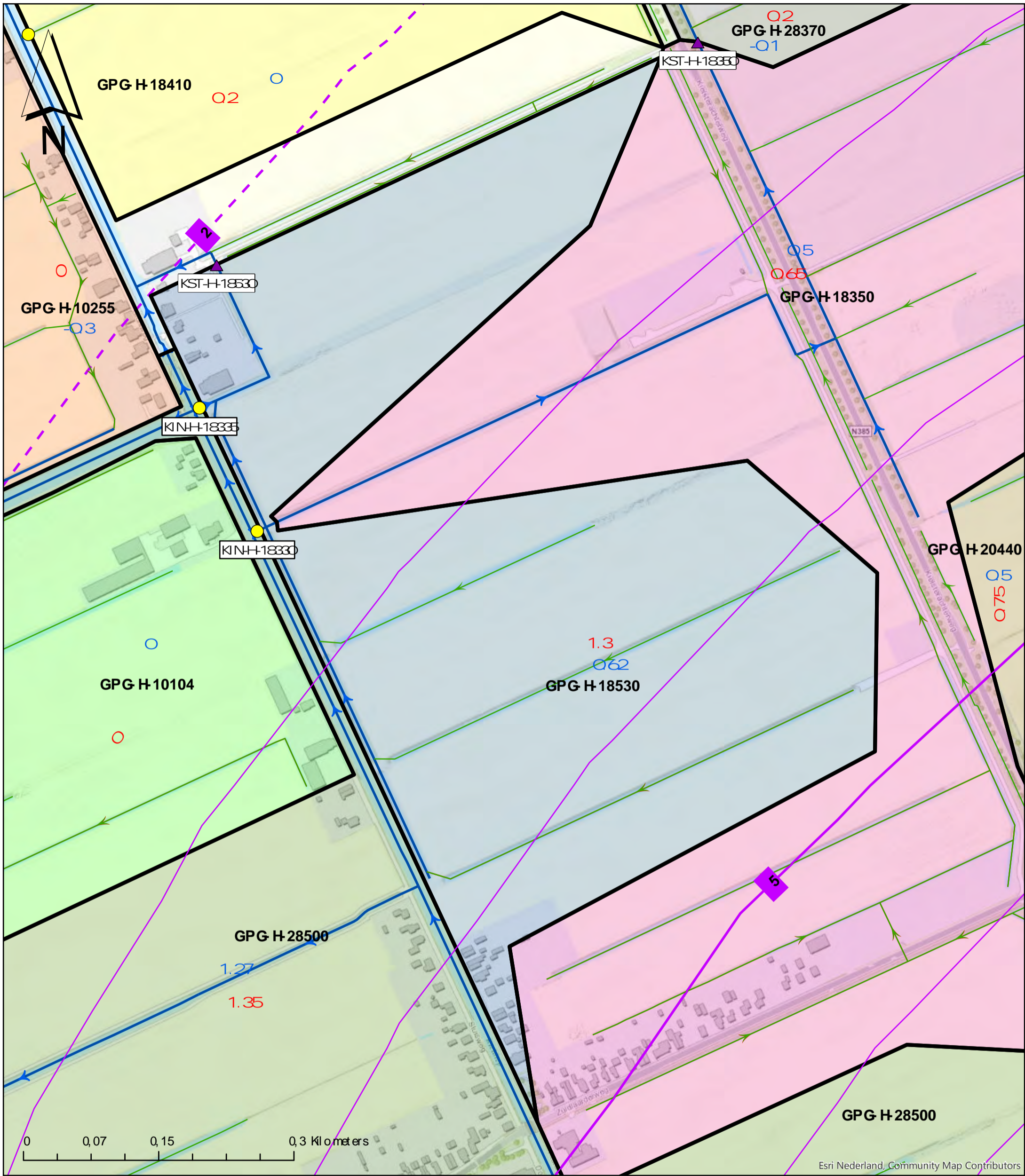
- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil





### Peil gebied GPG H-18350

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidg winterpeil
- Huidg zomerpeil



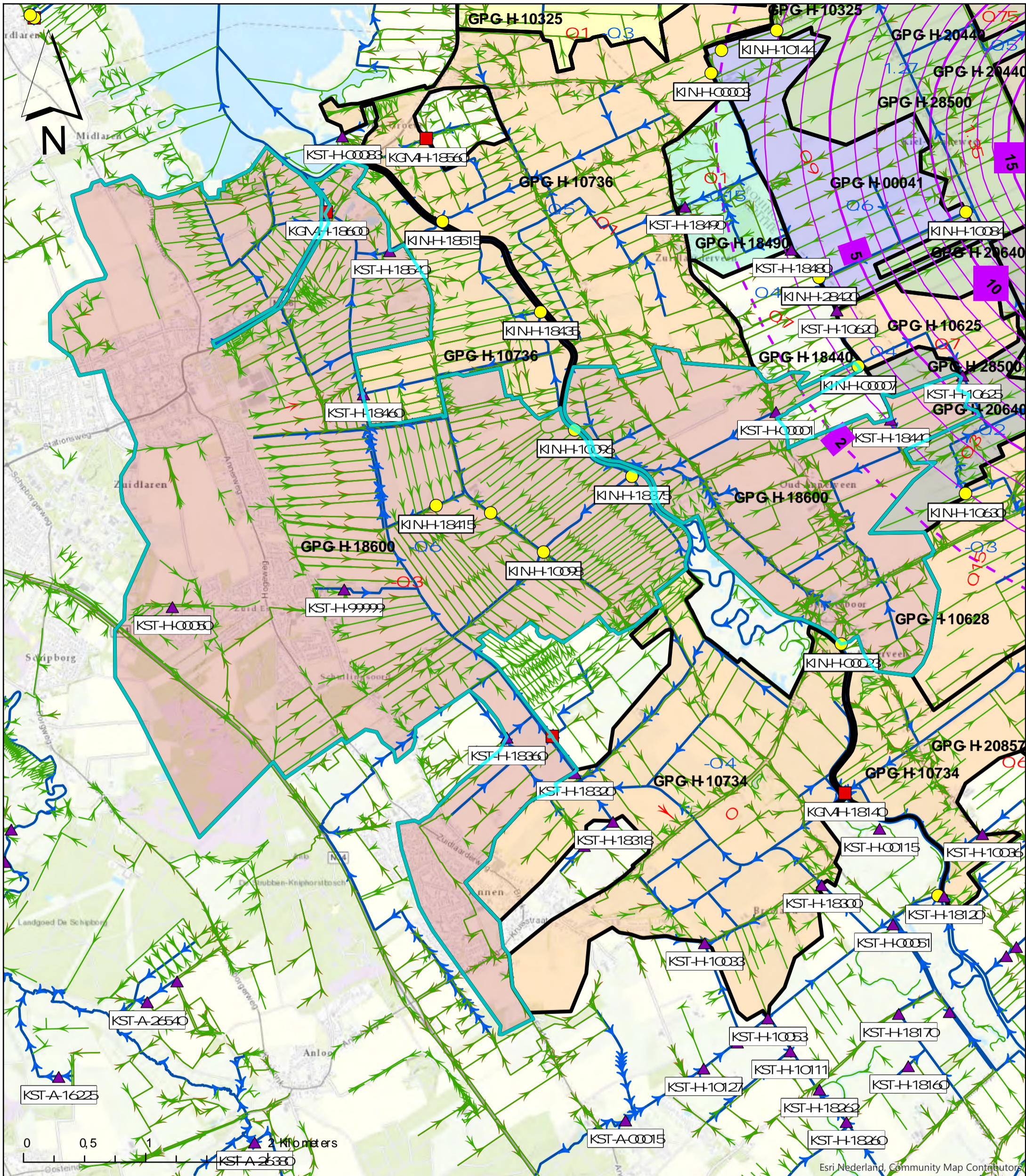
Esri Nederland, Community Map Contributors

### Peil gebied GPG H-18530

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil



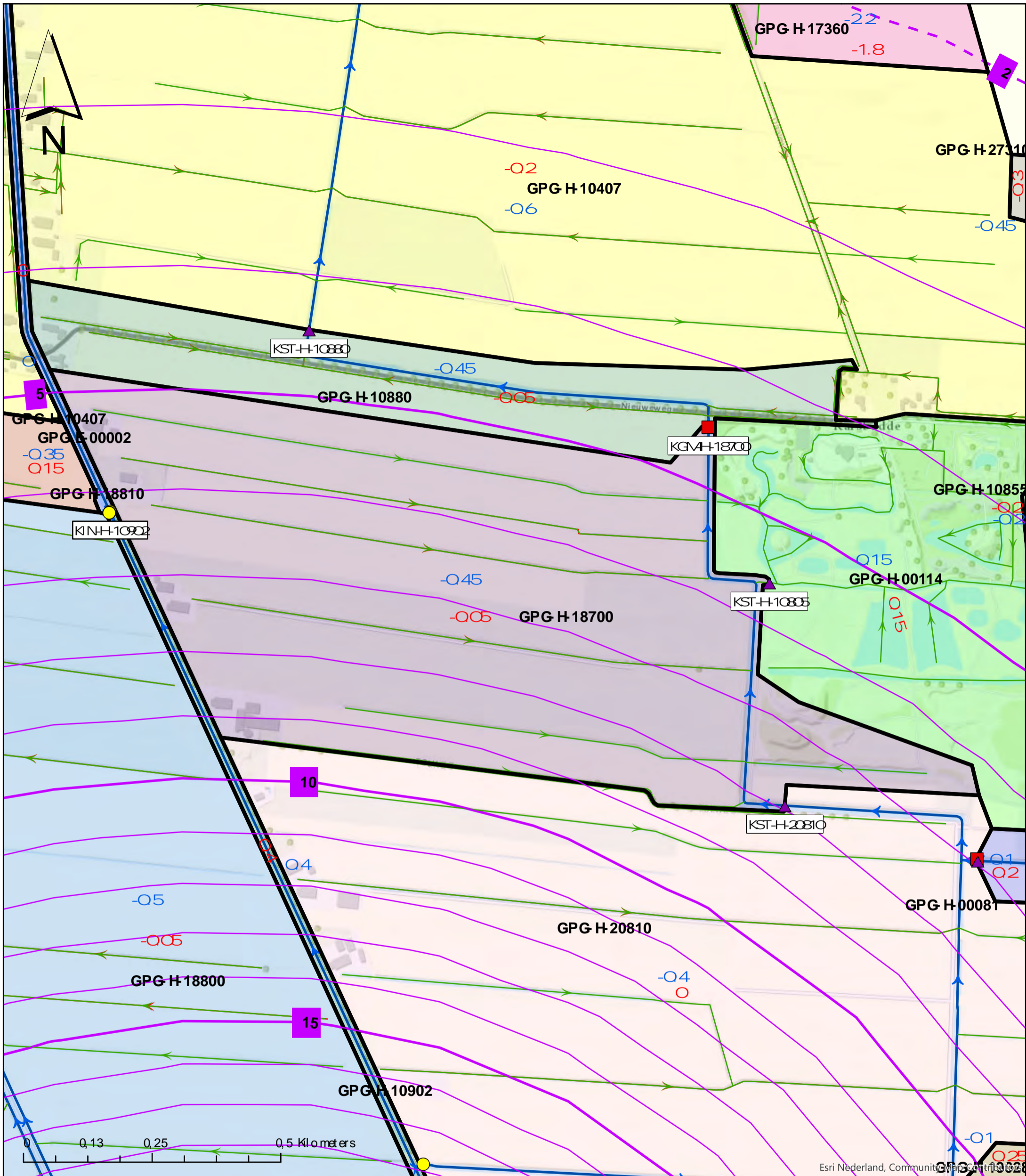




**Peil gebied GPG H-18600 - Ge maal Ooster moer**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

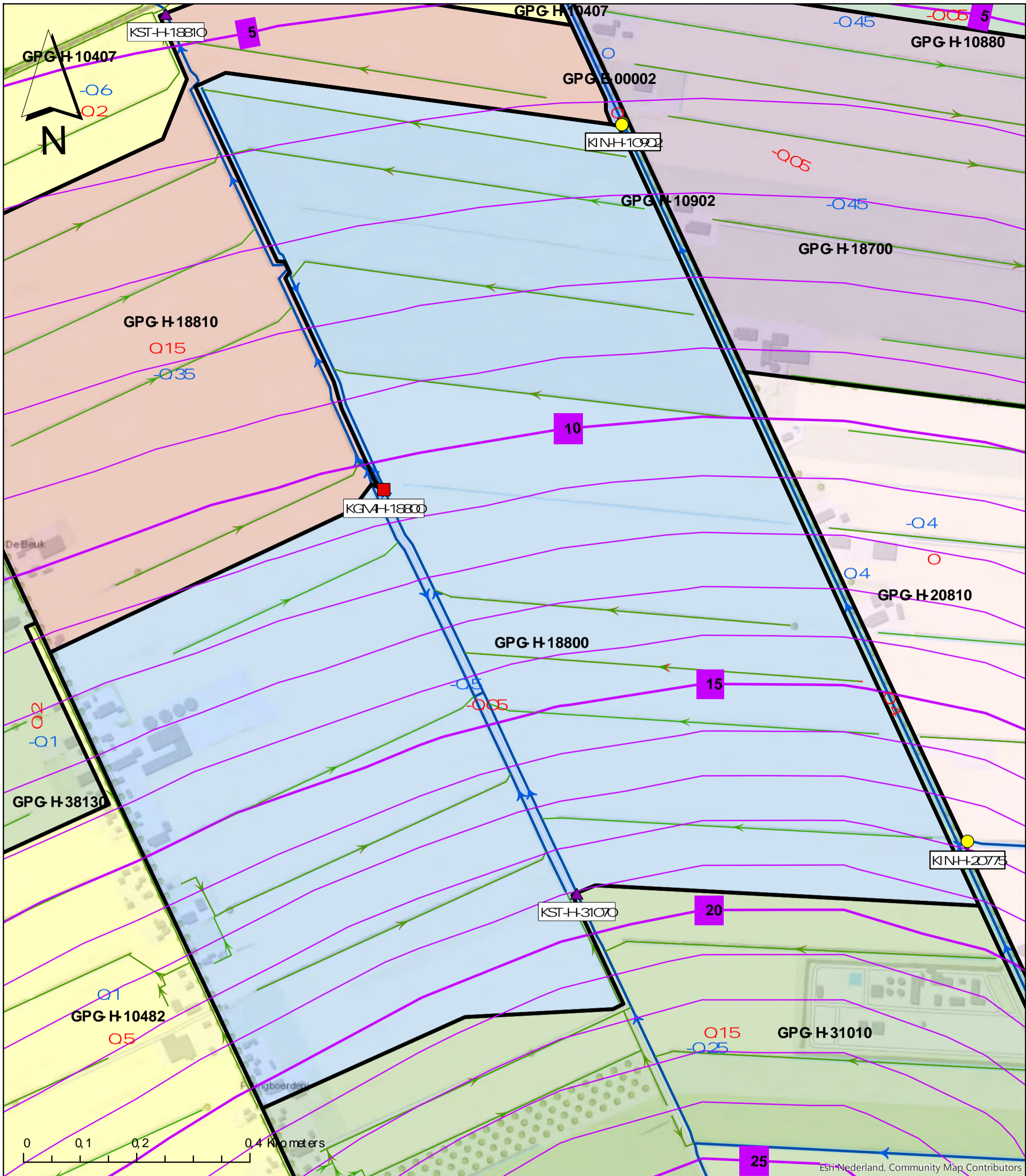




**Peil gebied GPG H-18700 - Nieuwe weg West**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidig winterpeil
- 7 Huidig zomerpeil

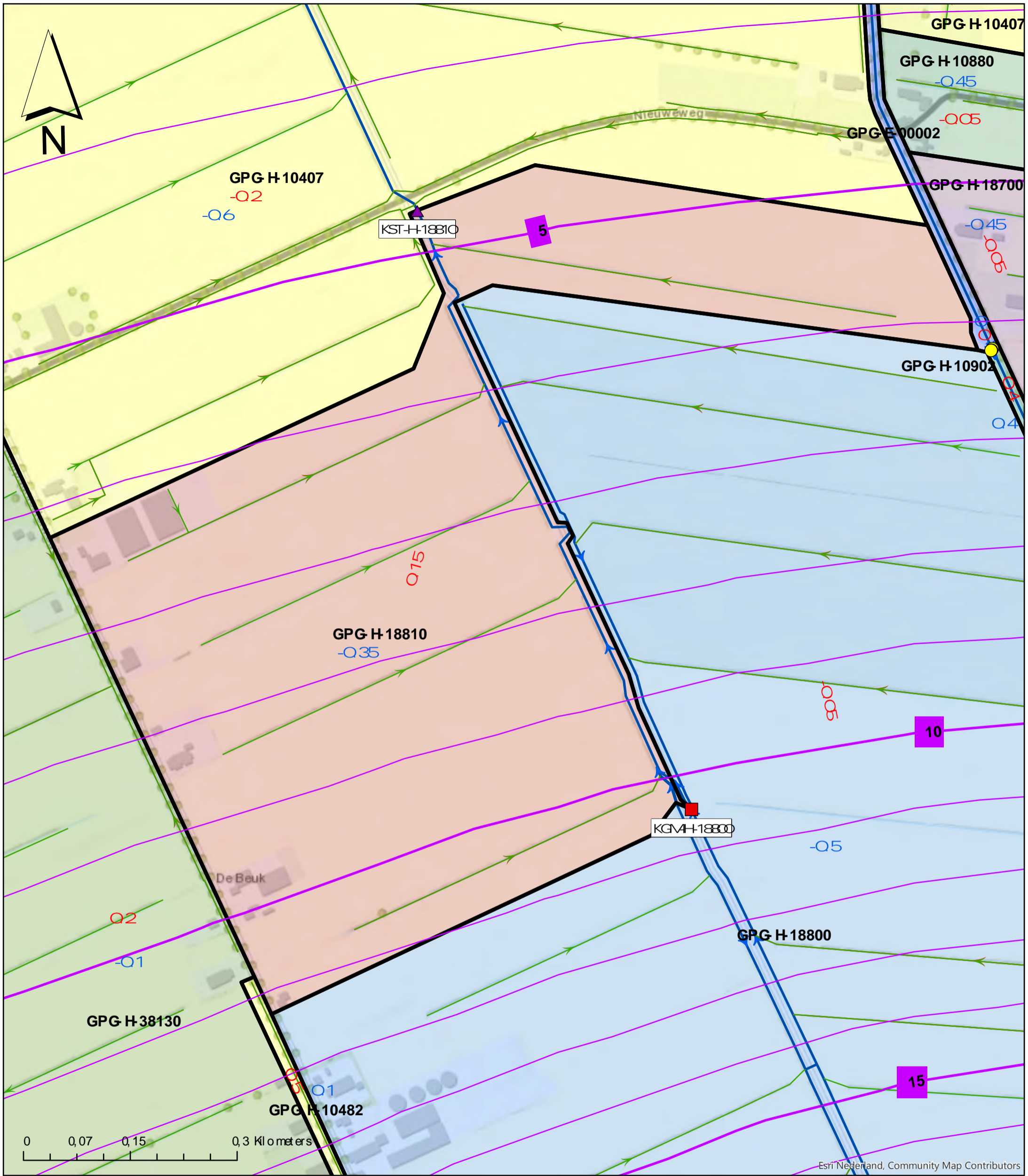




**Peil gebied GPG H-18800 - Zwarte weg Oost**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

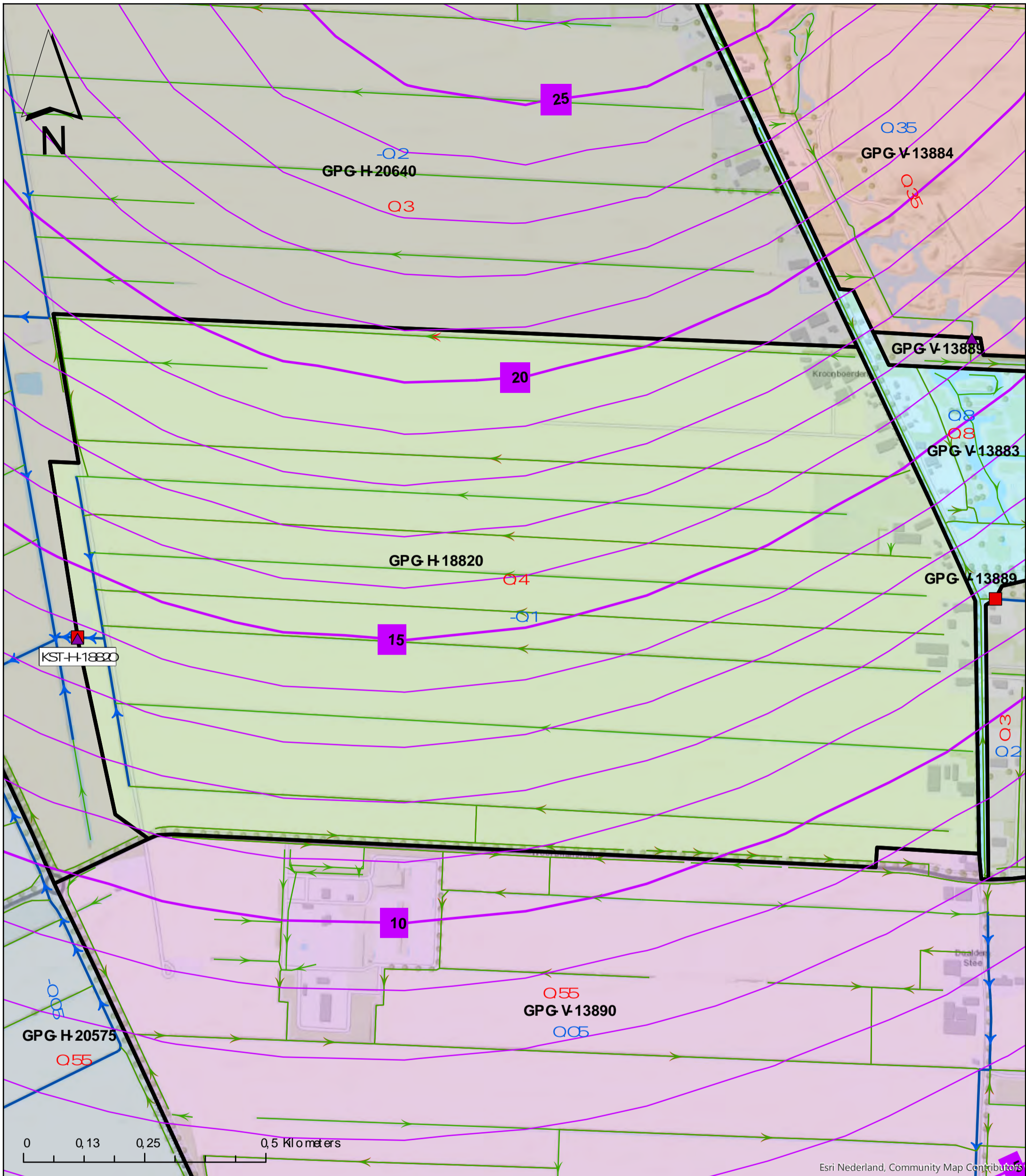




### Peil gebied GPG H-18810 - Zwarteweg West

- |                                                                                                             |                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Stuw                      |  Verschilcontouren (cm)     |
|  Inlaat                    |  Verschilcontour (2cmgrens) |
|  Gemaal                    |  Peilgebied                 |
|  Sloot                     |  Huidig winterpeil          |
|  Vastgestelde schouwsloten |  Huidig zomerpeil           |
|  Hoofdwatergang            |                                                                                                                |



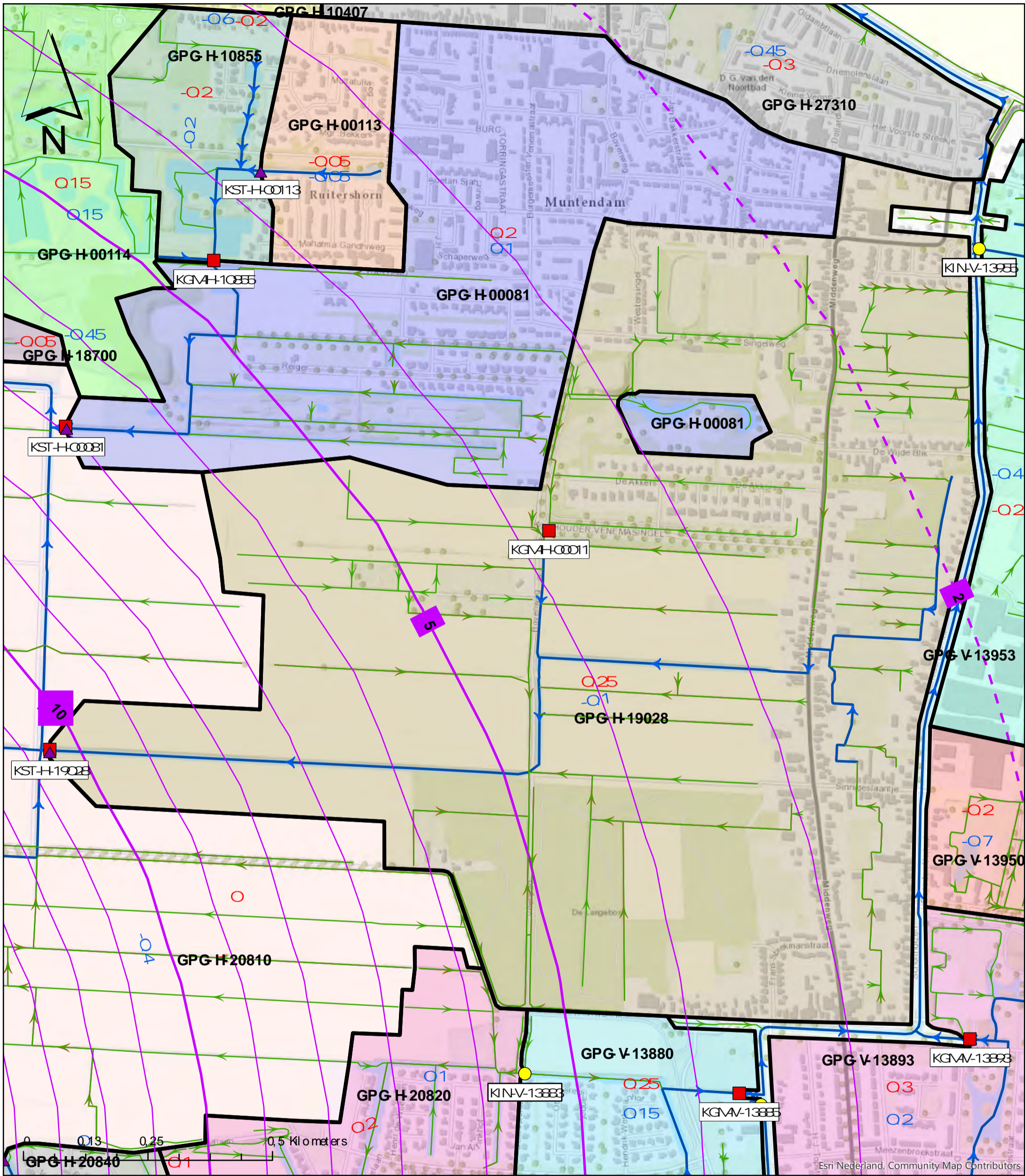


**Peil gebied GPG H-18820 - Kalkwijksterdiep**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil



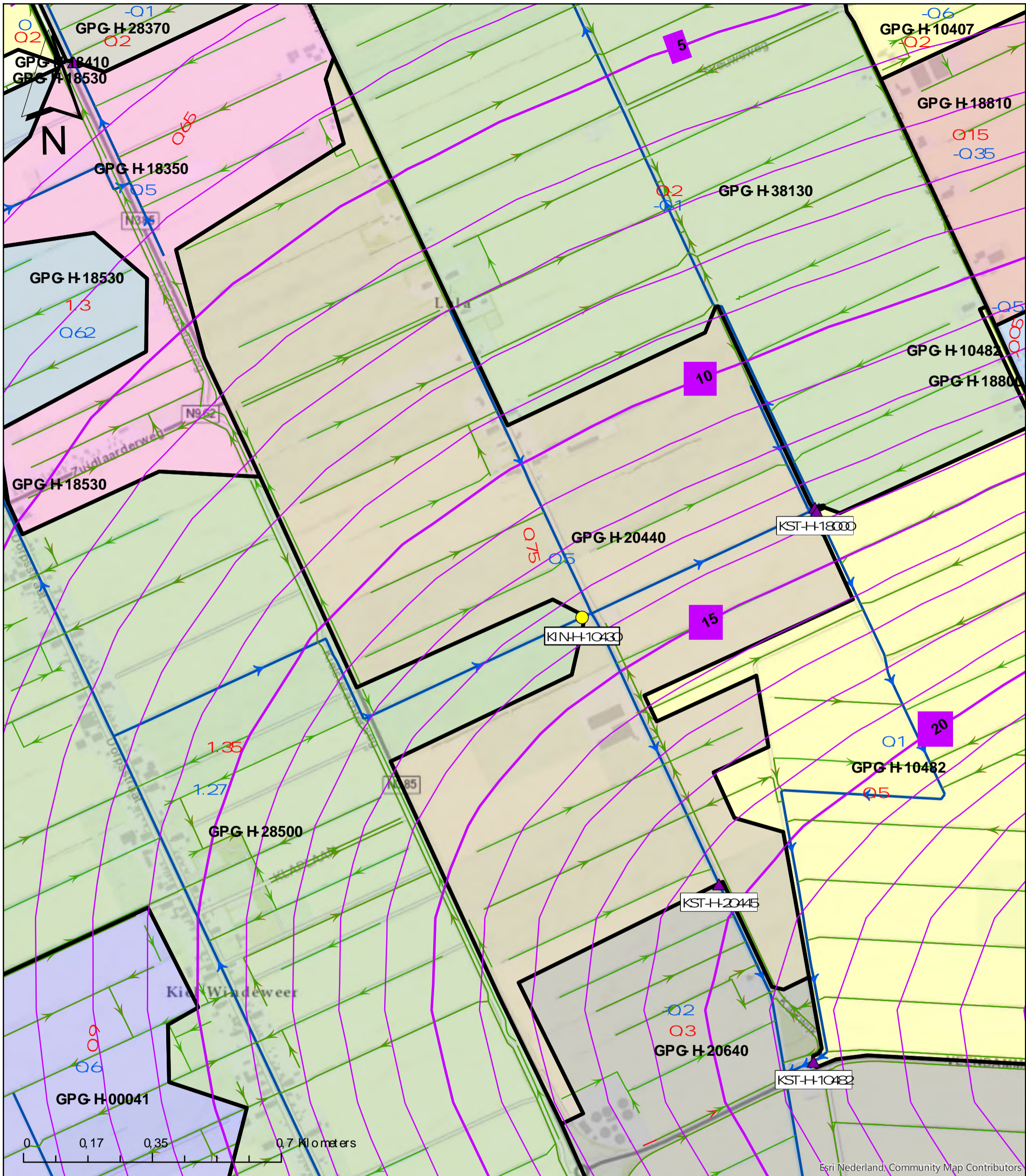
Esri Nederland, Community Map Contributors



**Peil gebied GPG H-19028 - Westerbrink**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwveloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (1m)
- - - Verschilcontour (2m grens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil

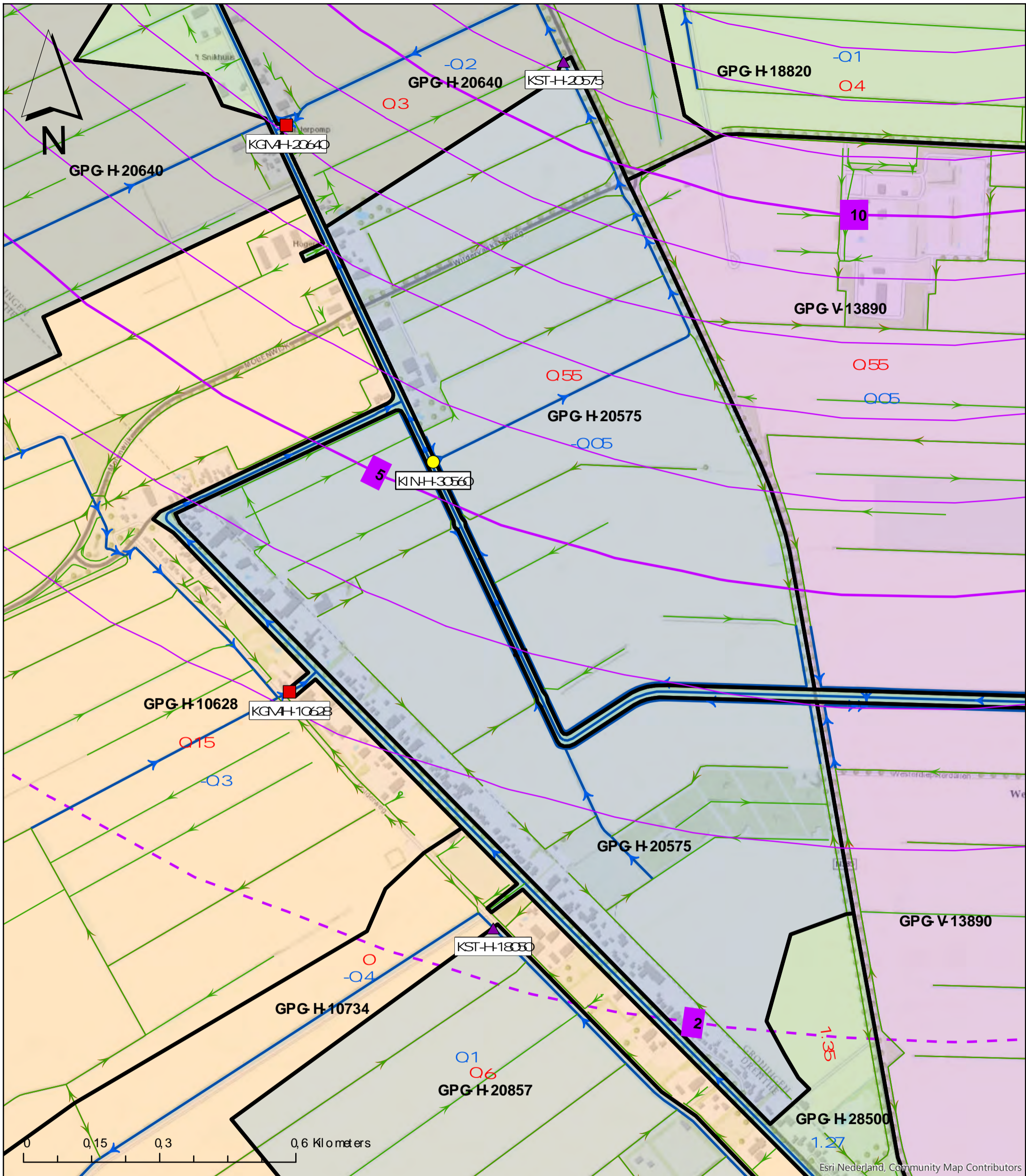




**Peil gebied GPG H-20440 - Dubbel- Noord**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidig winterpeil
- 7 Huidig zomerpeil



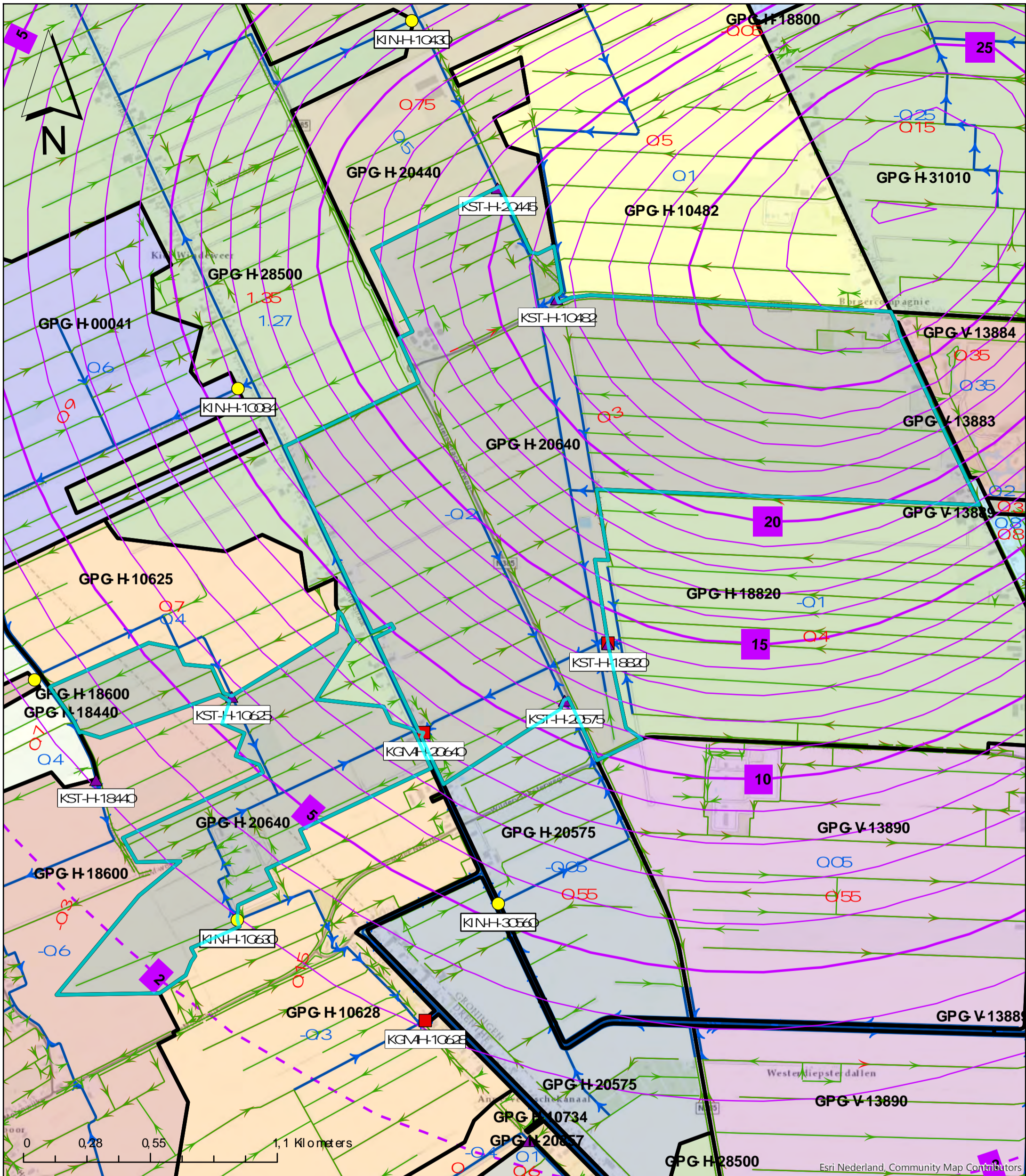


**Peil gebied GPG H-20575 - Oude Kieldiep**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- Q4 Huidg winterpeil
- Q7 Huidg zomerpeil



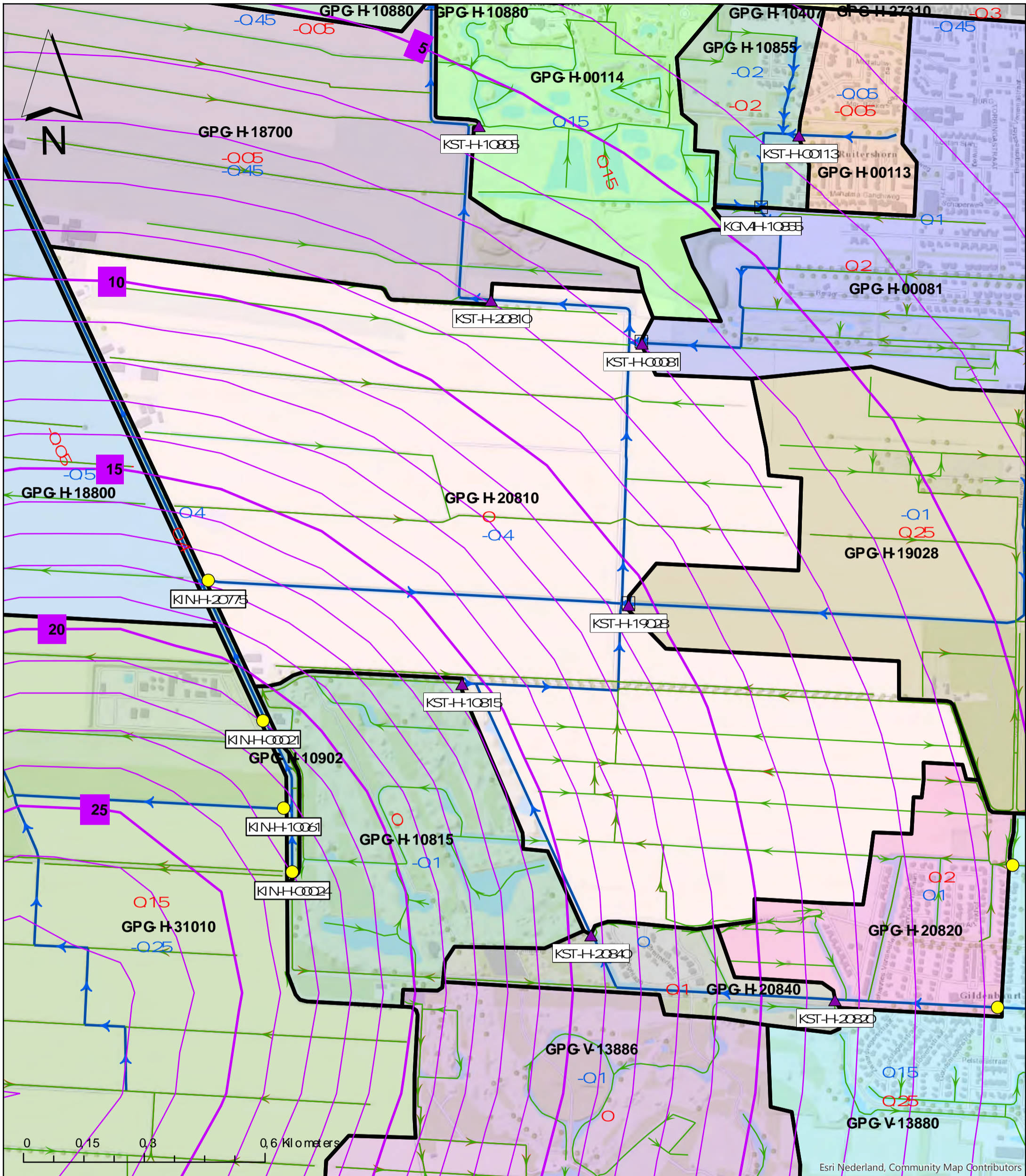




**Peil gebied GPG H-20640 - Kielsterpomp**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

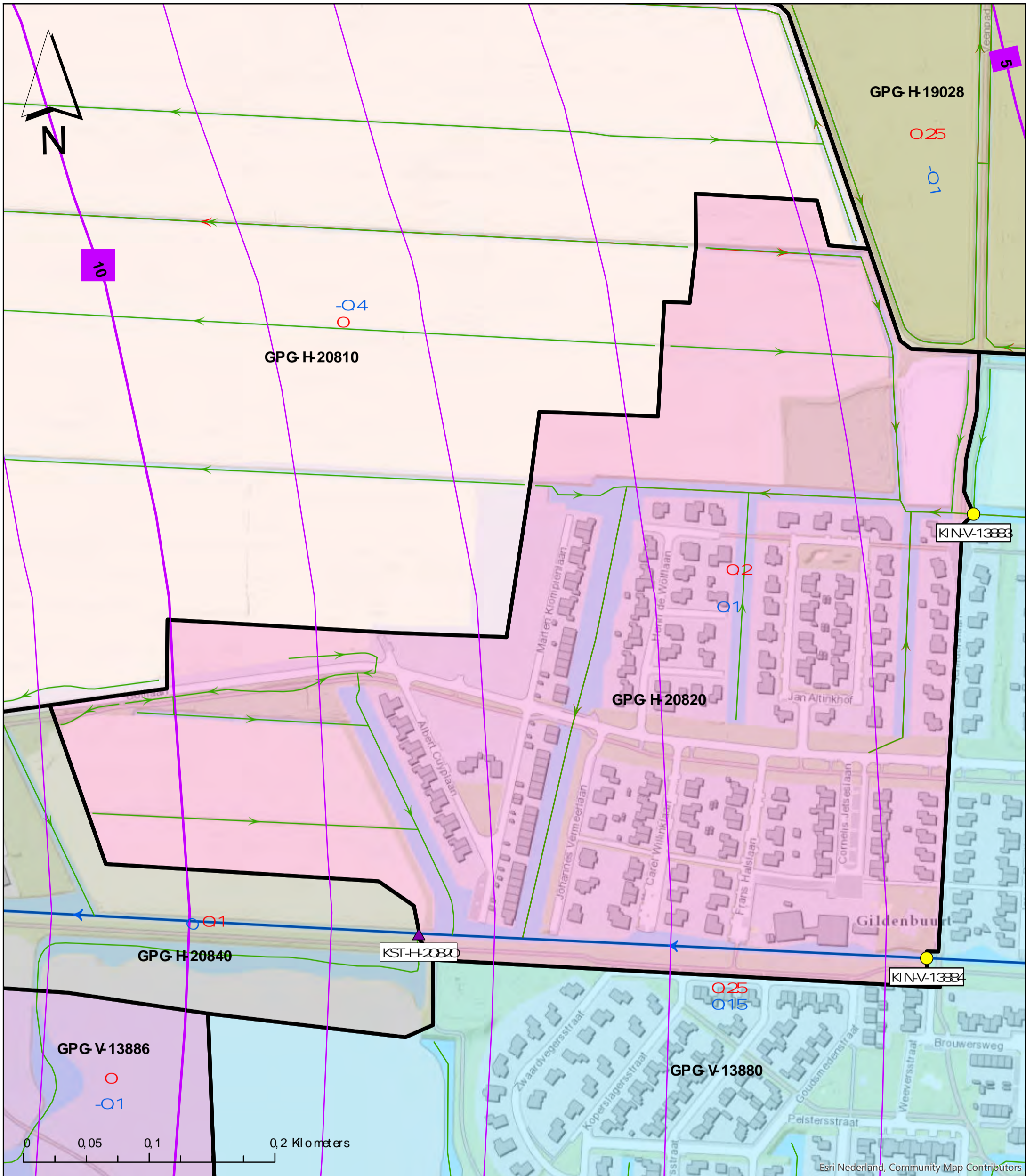




**Peil gebied GPG H-20810 - Oude Td weg**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde\_schouwveloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil



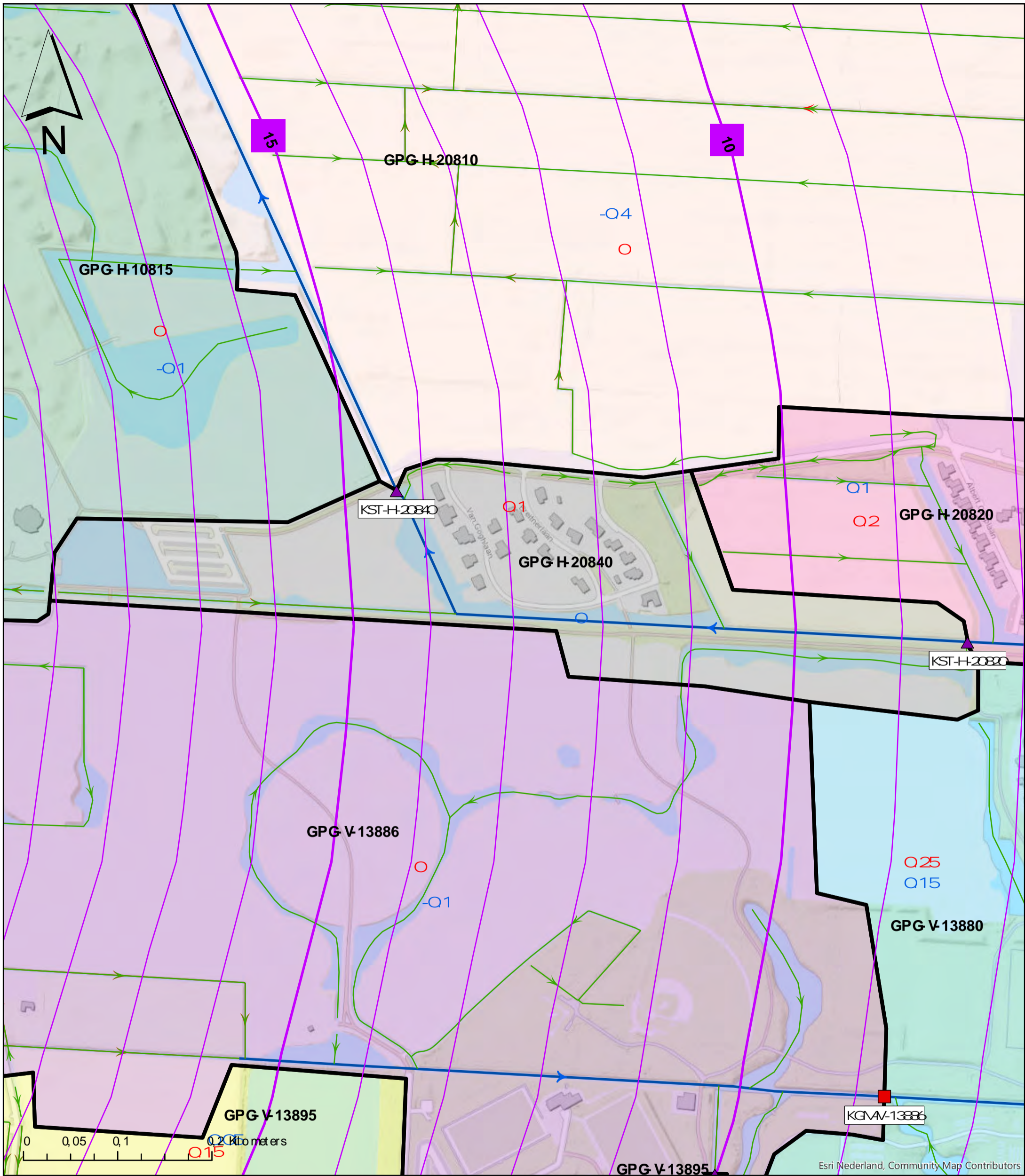


**Peil gebied GPG H-20820 - Buitenwoel 1**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil



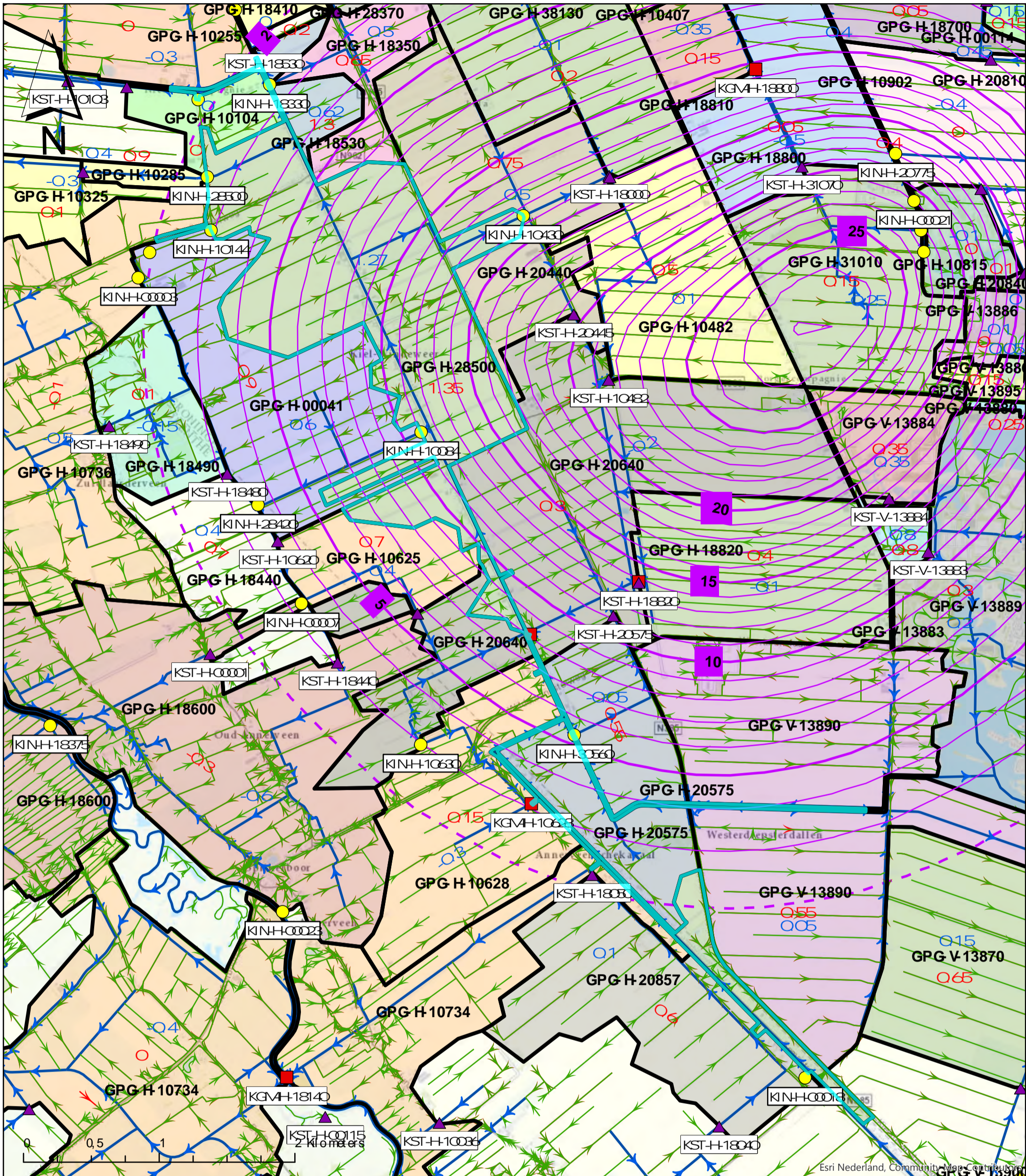
Esri Nederland, Community Map Contributors



### Peil gebied GPG H-20840 - Buitenwoel 2

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hooftwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidig winterpeil
- Huidig zomerpeil

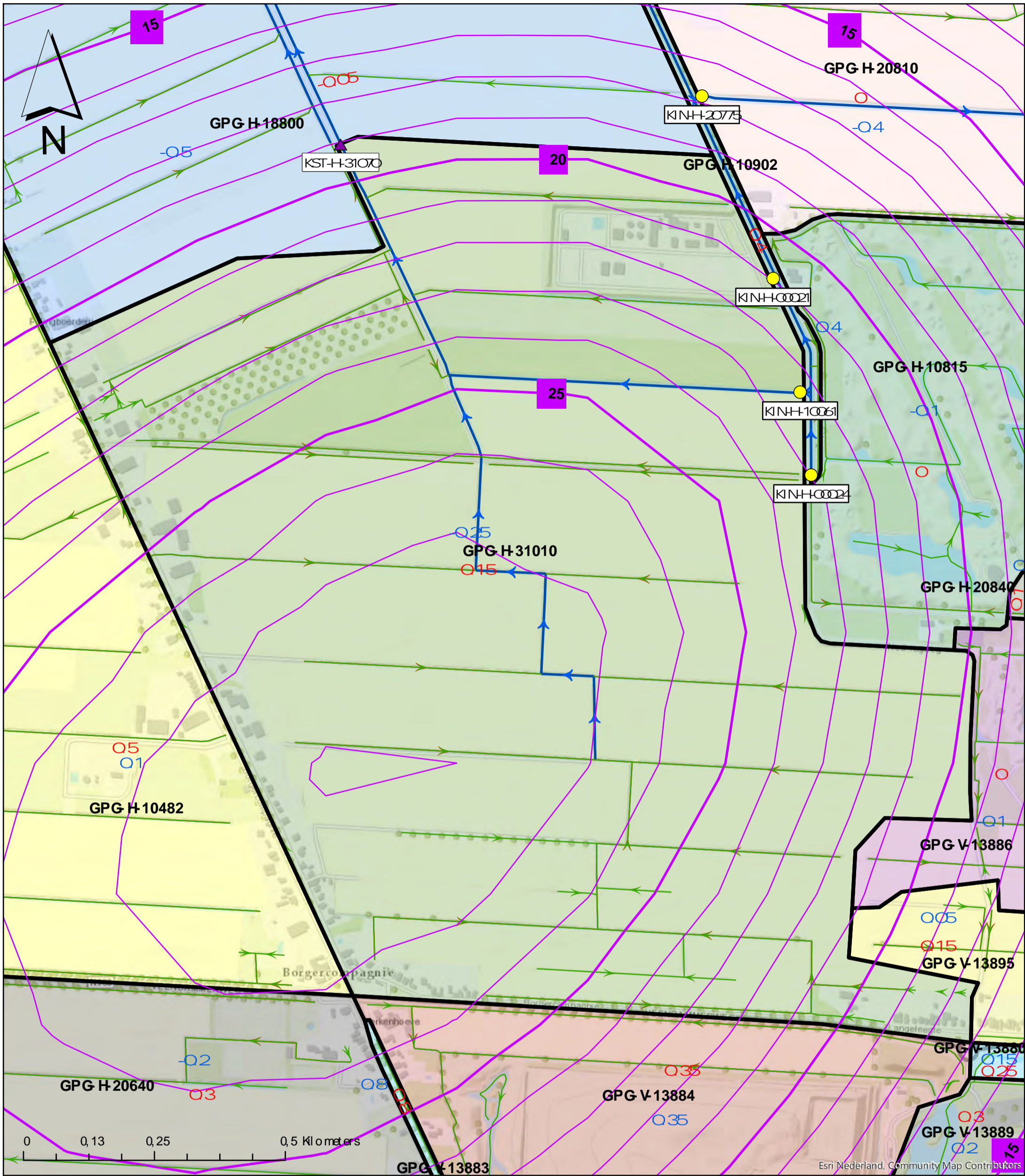









**Peil gebied GPG H-28500 - Kie d e p**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde\_schouwveloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

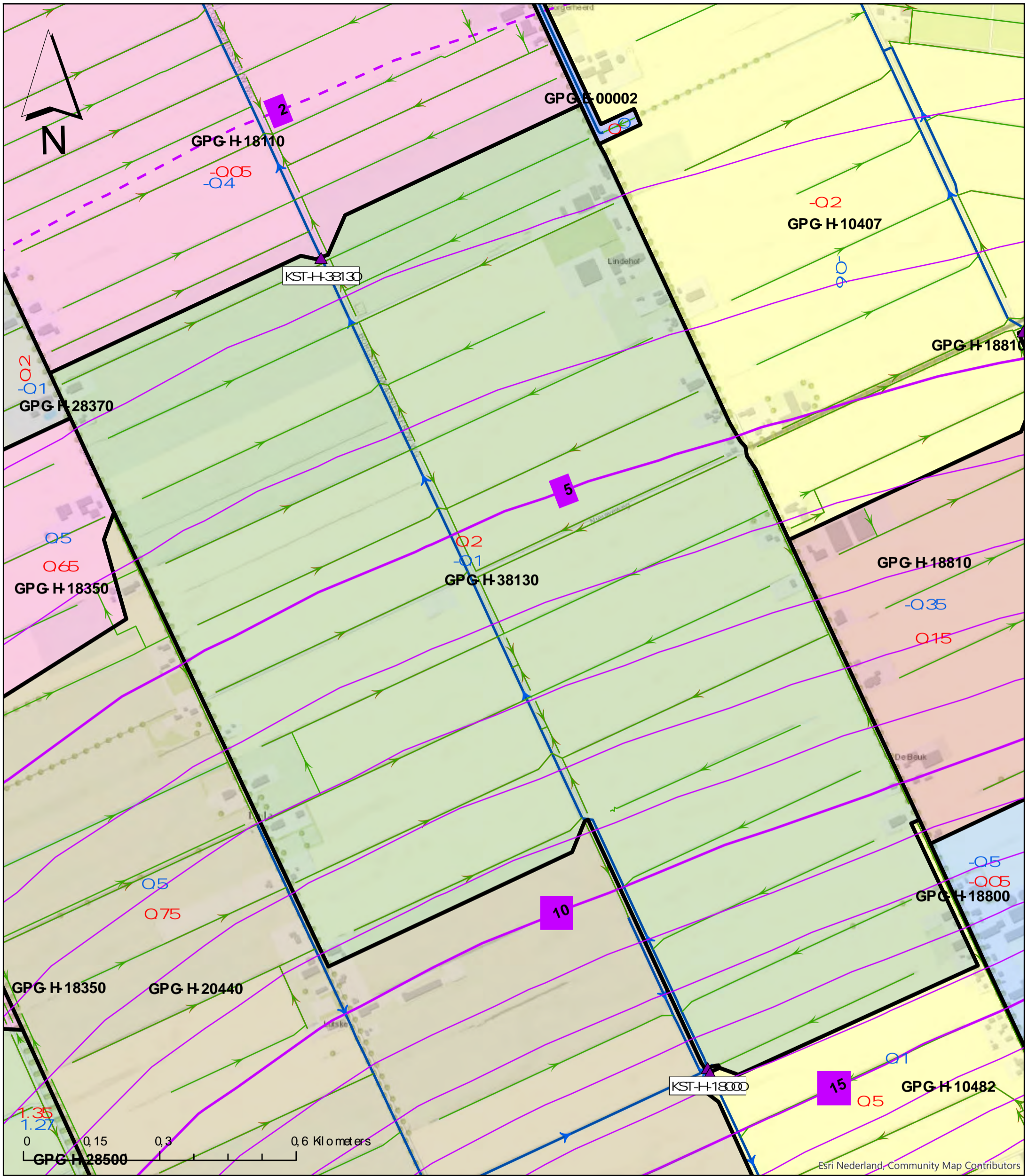




**Peil gebied GPG H-31010 - Weijer**

- |                                                                                                             |                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Stuw                      |  Vershilcontouren (cm)     |
|  Inlaat                    |  Vershilcontour (2cmgrens) |
|  Gemaal                    |  Peilgebied                |
|  Soot                      |  Huidig winterpeil         |
|  Vastgestelde schouwsloten |  Huidig zomerpeil          |
|  Hoofdvatengang            |                                                                                                               |

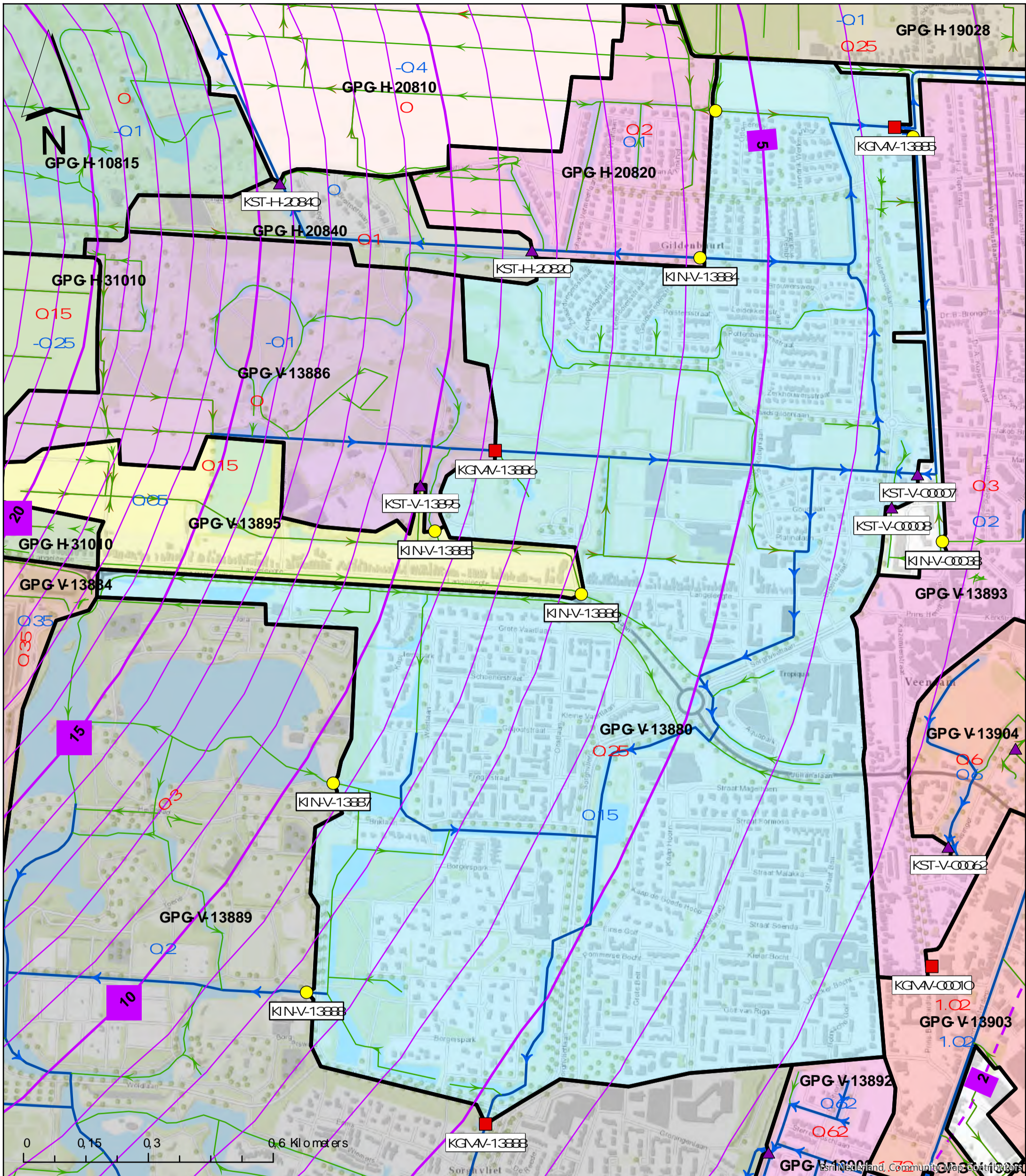




### Peil gebied GPG H-38130 - Dunri k

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Sloot
- Vastgestelde schouwloten
- Hooftwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidig winterpeil
- Huidig zomerpeil



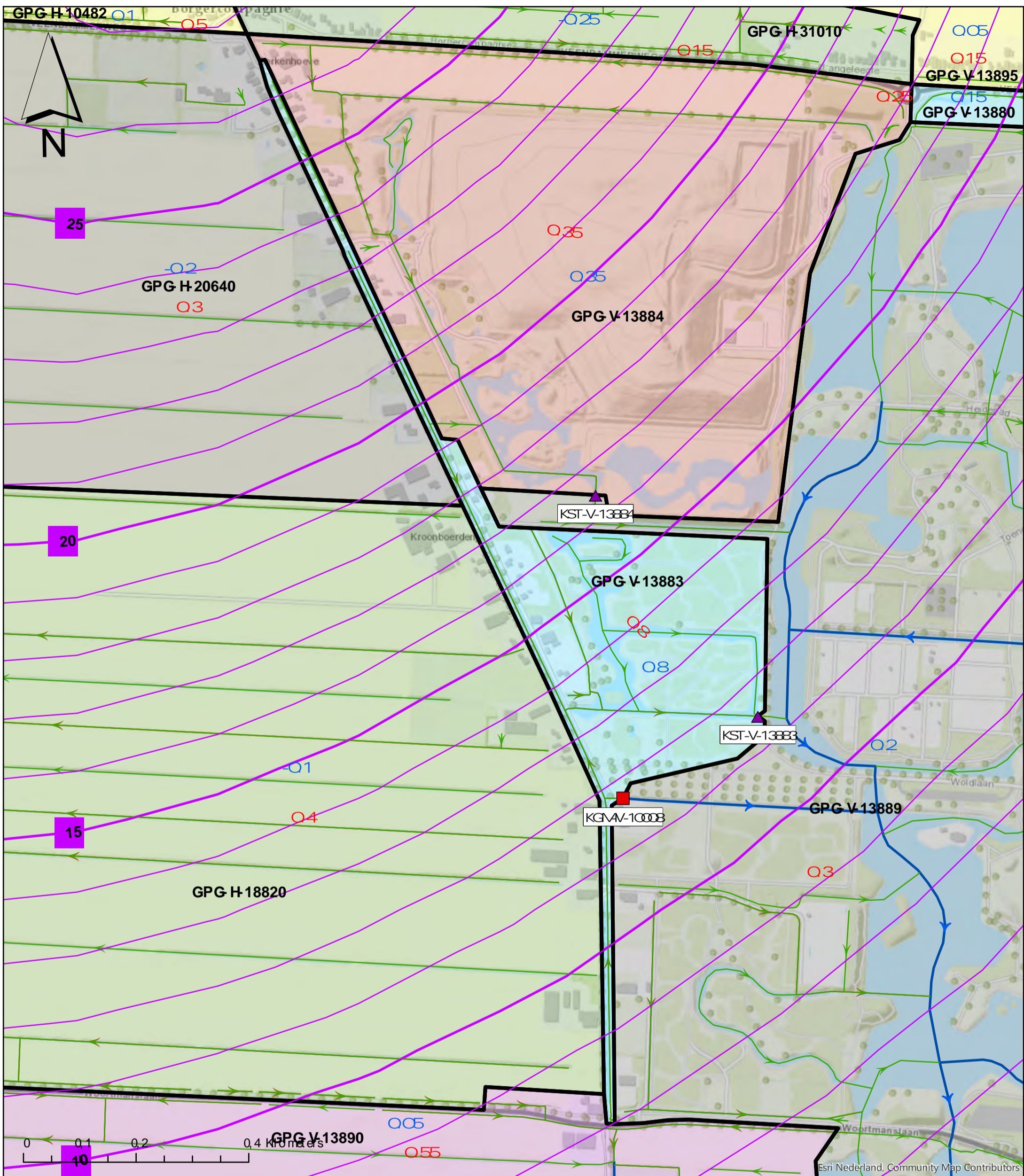


**Peil gebied GPG V-13880 - Sorghvliet en Buitenwoel- Oost**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil



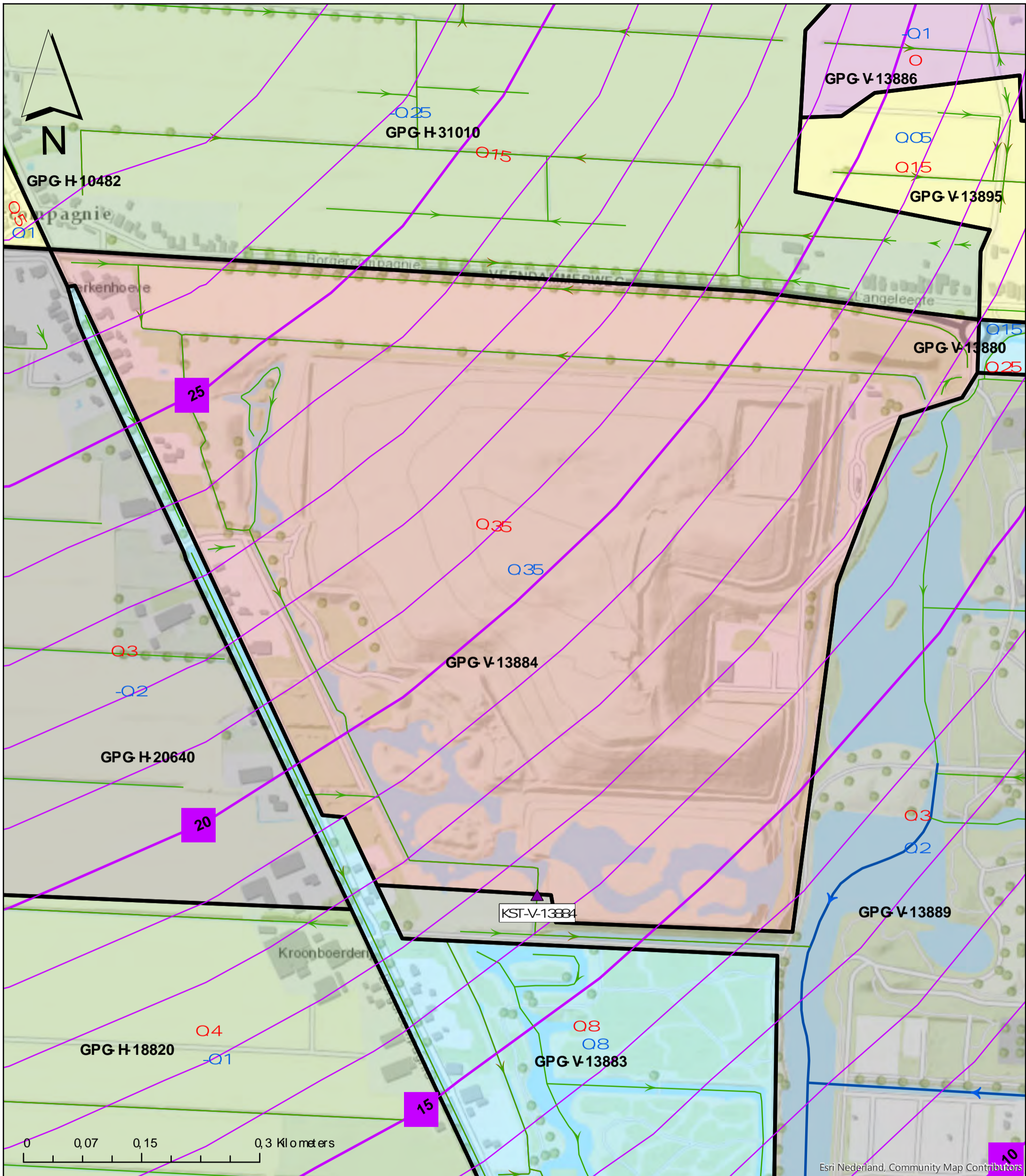




**Peil gebied GPG V-13883 - Borgercompagnie/Langebosch**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

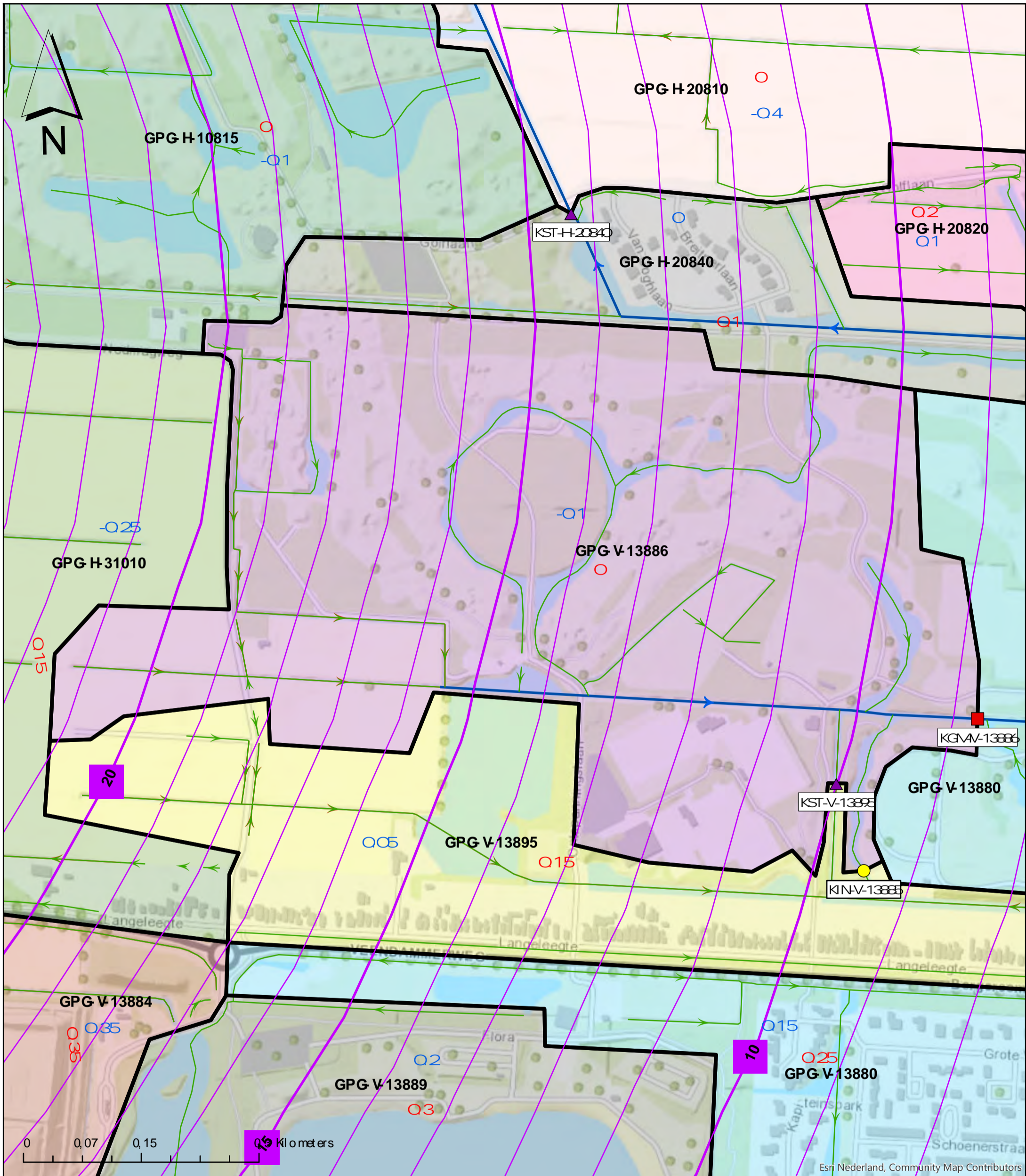




**Peil gebied GPG V-13884 - Vuil st ort**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde\_schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 4 Huidg winterpeil
- 7 Huidg zomerpeil

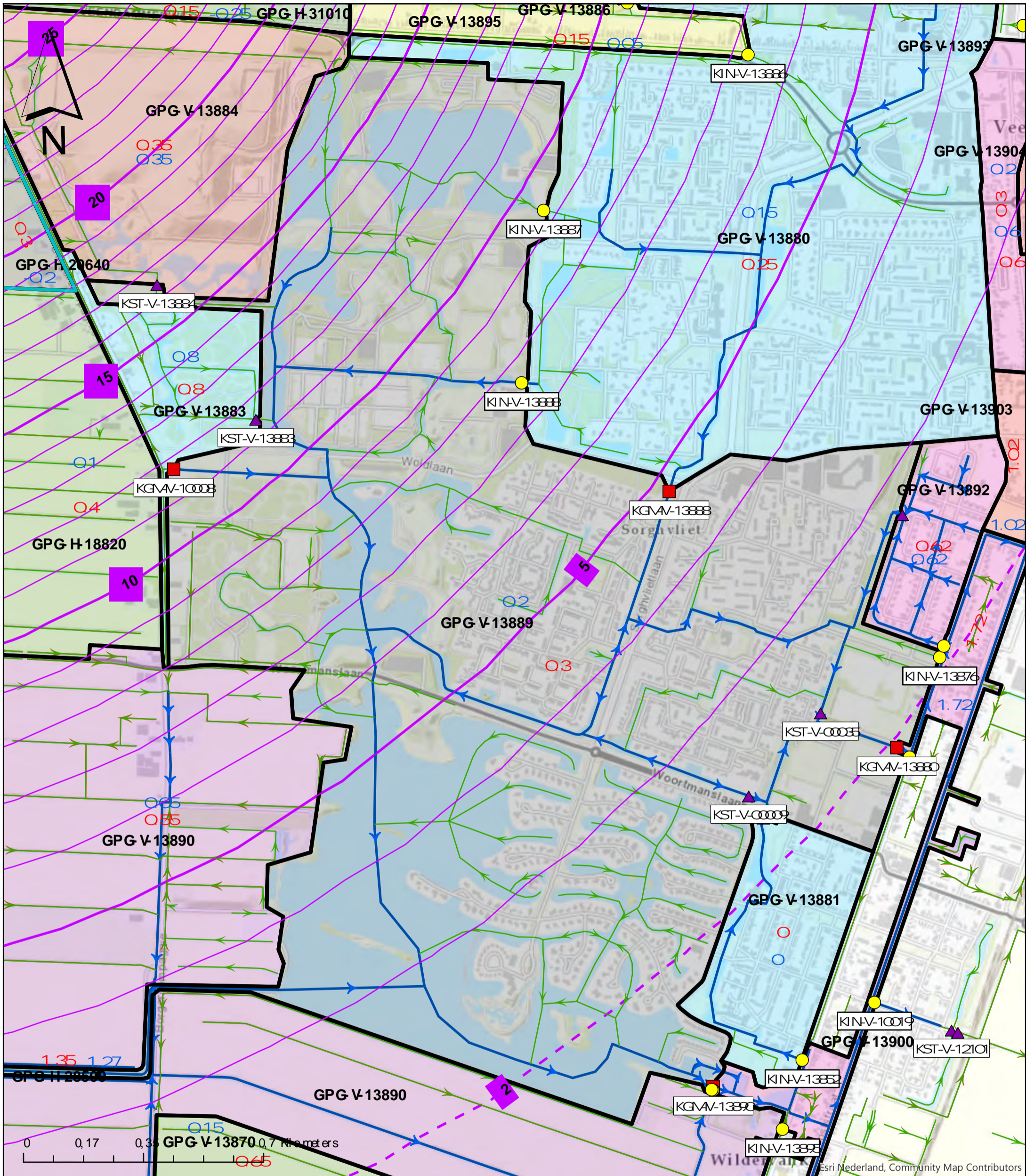




**Peil gebied GPG V-13886 - Buitenwoel- west**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- Peilgebied
- Huidig winterpeil
- Huidig zomerpeil

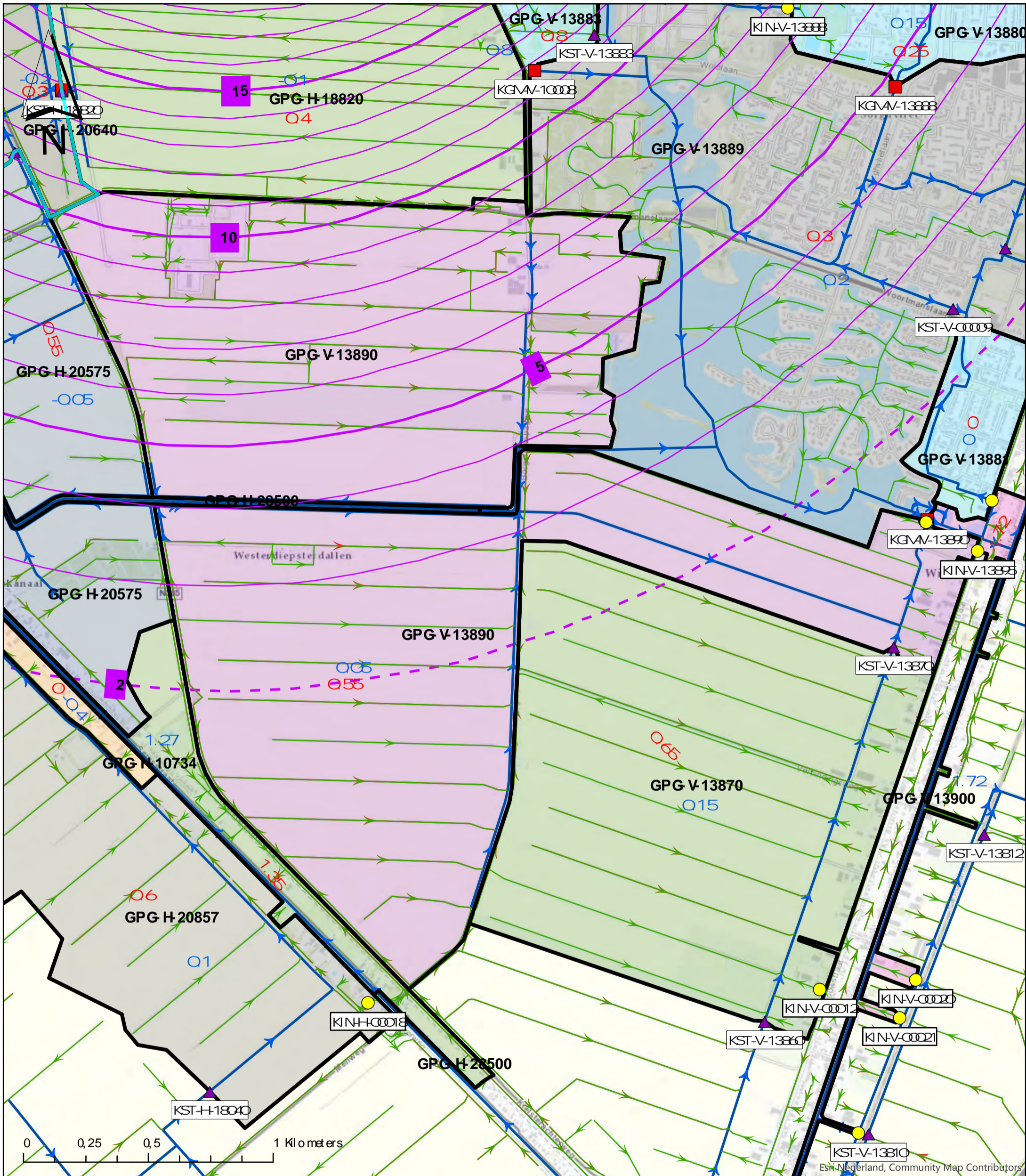




**Peil gebied GPG V-13889 - Wl dervank (Stedelijk)**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwvloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- Q4 Huidg winterpeil
- Q7 Huidg zomerpeil

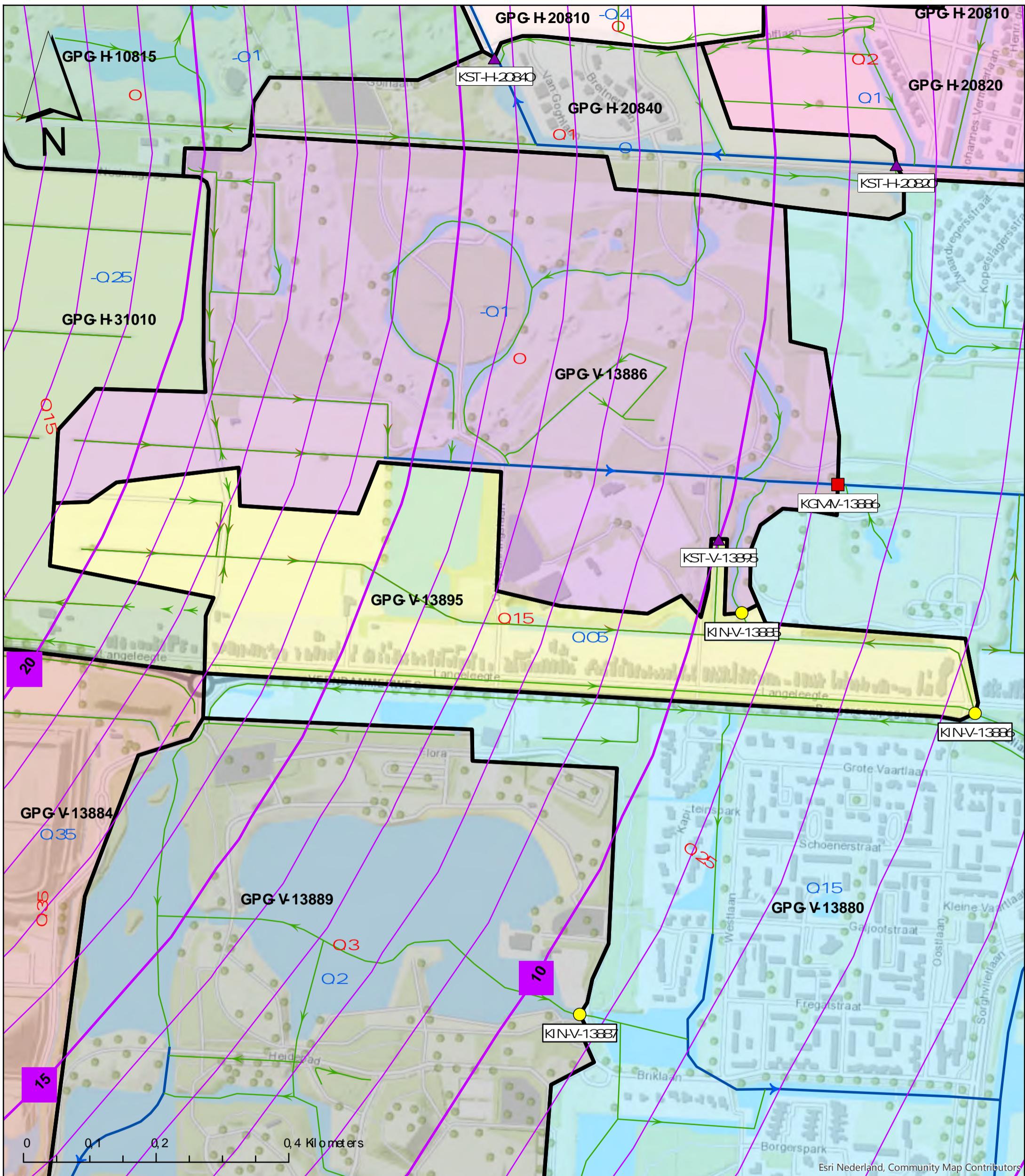




**Peil gebied GPG-V-13890 - Ge maal Wl dervank (Landelijk)**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwveloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- - - Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- Q4 Huidg winterpeil
- Q7 Huidg zomerpeil





**Peil gebied GPG V-13895 - Langleepte**

- ▲ Stuw
- Inlaat
- Gemaal
- Soot
- Vastgestelde schouwsloten
- Hoofdwatergang
- Verschilcontouren (cm)
- Verschilcontour (2cmgrens)
- ▭ Peilgebied
- 04 Huidg winterpeil
- 07 Huidg zomerpeil