

## VARIANTENSTUDIE NVO NOORD-WILLEMSKANAAL

### Samenvatting en conclusies

Arcadis voert in opdracht van Waterschap Hunze en Aa's in het kader van de KRW een project uit voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers (NVO's) in het Noord-Willemskanaal tussen de sluis bij De Punt en de splitsing met het Havenkanaal bij Assen. De totale opgave voor NVO's in het Noord-Willemskanaal bedraagt 5,5 km, waarvan waarschijnlijk ongeveer 550 m wordt meegenomen als meekoppelkansen bij de vervanging van damwanden door provincie Drenthe. In deze memo wordt daarom uitgegaan van een resterende opgave van 4,95 km. Hiervan dient 1,95 km in 2021 gerealiseerd te worden. De resterende opgave van 3,0 km dient in 2027 gerealiseerd te zijn.

Onderdeel van het project is het uitvoeren van een variantenstudie. Hierin is onderzocht welke trajecten binnen het kanaalprofiel en welke trajecten buiten het kanaalprofiel geschikt zijn om NVO's aan te leggen. De varianten zijn vergeleken aan de hand van diverse criteria (zie bijlage C), waarbij het beschikbare budget leidend is. Daarvoor is een knock-out criterium gehanteerd, namelijk maximale investeringskosten van € 250,- per strekkende meter. Uit de variantenstudie blijkt dat één onderzochte variant voldoet, waarbij enkele trajecten buiten het kanaalprofiel worden gecombineerd met breuksteenconstructies binnen het kanaalprofiel. De resultaten van de studie en ons advies worden in deze voor u liggende memo samengevat voor de huidige planperiode en de periode 2022-2027. Ons advies is op kaart weergegeven in de bijlagen A en B. De variantenstudie is als bijlage C bijgevoegd, de achterliggende onderbouwingen als bijlagen D t/m G.

### HUDIGE PLANPERIODE

Voor de huidige planperiode wordt circa 1 km NVO buiten het kanaalprofiel in een ontwerp uitgewerkt en circa 1 km binnen het kanaalprofiel.

- Aanleg buiten het kanaalprofiel (bijlage D) betreft het afgraven van de oever of de grondkade van het kanaal en zo nodig het aanleggen van een nieuwe grondkade circa 5 m landinwaarts. In de damwand van het kanaal worden gaten gemaakt om uitwisseling van water, planten en dieren mogelijk te maken. Hiervoor zijn 4 trajecten geselecteerd (zie tabel 1 en bijlage A).
- Aanleg binnen het kanaalprofiel betreft het creëren van een ondiepe zone met behulp van breuksteen en grond (bijlage E). De dimensies van de constructie zijn hierbij om kostentechnische redenen geminimaliseerd. Eerder zijn constructies m.b.v. damwanden en dergelijke vanwege de hoge kosten afgevallen (bijlage F). Bij de gekozen breuksteen-NVO signaleren we een aantal risico's, die in de verdere uitwerking van het ontwerp nader onderzocht moeten worden. Deze risico's hebben betrekking op:
  - Het aanslaan van de waterflora (er wordt wel verondieping gerealiseerd, maar geen beschutting tegen golfslag van scheepvaart), en;
  - constructie (relatief steil talud, erosierisico's in het vlakke deel van de natuurvriendelijke oever, relatief dunne laag breuksteen).

Het eerste risico kan alleen proefondervindelijk worden beheerst door middel van vegetatiemonitoring. Als de flora onvoldoende aanslaat, kan alsnog een beschutting (palenrij o.i.d.) geplaatst worden. In die zin is de aanleg van deze oever een no-regret-maatregel. Het tweede risico zal bij uitwerking in het ontwerp bewaakt moeten worden. Het ontwerp moet zodanig worden opgesteld dat redelijkerwijs verwacht kan worden dat de constructie na aanleg niet faalt.

In Tabel 1 is ons advies voor de huidige planperiode samengevat. Traject 7 (Heidenheim) is het meest gunstige traject uit het onderzoek naar de meest in aanmerking komende trajecten binnen het kanaalprofiel (bijlage G).

*Tabel 1: advies uit te werken trajecten planperiode t/m 2021, letters geven trajecten buiten het kanaalprofiel weer en cijfers trajecten binnen het kanaalprofiel*

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometrering	Lengte (m)	Investeringskosten (€/m) <sup>*)</sup>
<b>A</b>	Buiten kanaalprofiel	West	16.49 – 16.69	200	174
<b>B</b>	Buiten kanaalprofiel	West	15.21 – 15.40	190	243
<b>C</b>	Buiten kanaalprofiel	West	14.54 – 14.95	410	237
<b>D</b>	Buiten kanaalprofiel	Oost	14.10 – 14.30	200	192
<b>Traject 7- Heidenheim</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost <sup>**)</sup>	10.40 – 11.34	940	237
<b>Traject 12 - Taarloosebrug<sup>***)</sup></b>	Binnen kanaalprofiel	West	6.90 – 7.45	560	n.v.t.
<b>Totaal</b>				2500	

\*) Indicatie investeringskosten. Raming op basis van de blokprijzen in raamovereenkomst Arcadis – Waterschap Hunze en Aa's, exclusief risico-dekkingen. De ramingen zijn de opdrachtgever afzonderlijk verstrekt.

\*\*) Geadviseerd wordt voor traject 7 (Heidenheim) eerst metingen van de kanaalbodem te verrichten en dan definitief een keuze voor oost- of westzijde te maken.

\*\*\*) Traject 12 wordt verder opgepakt door de provincie en valt daarom buiten de scope van Arcadis.

## PLANPERIODE 2022-2027

De exacte keuzes voor de planperiode 2022 – 2027 kunnen nu nog niet gemaakt worden omdat deze moeten worden gebaseerd op de ervaringen in de huidige planperiode (t/m 2021) met de aanleg en de monitoring van de voornoemde breuksteen-NVO binnen het kanaalprofiel. Daarnaast wordt samen met de provincie Drenthe nader onderzocht of er nog meer meekoppelkansen zijn vanwege het eventueel vervangen van damwanden. De provincie heeft op dit moment onvoldoende zicht op de noodzakelijke vervanging van damwanden op middellange termijn.

Wij schetsen hierna twee scenario's exclusief deze meekoppelkansen:

- Als blijkt dat de breuksteen-NVO een kwalitatief goede NVO oplevert en de eerdergenoemde risico's goed te mitigeren zijn, kan dit concept op andere trajecten binnen het kanaalprofiel toegepast worden.
- Als blijkt dat de breuksteen-NVO geen bevredigend resultaat oplevert m.b.t. kwaliteit en/of kosten dan, kan gekozen worden voor een combinatie van een of meerdere van de resterende geschikte mogelijkheden. Deze mogelijkheden liggen buiten het kanaalprofiel (traject F t/m I), of omvatten trajecten binnen het kanaalprofiel met een stalen of houten damwand. Wanneer niet voldaan kan worden aan het criterium van maximale investeringskosten van € 250,- per strekkende meter zal hiervoor naar een oplossing gezocht moeten worden in de volgende planperiode.

Bij het selecteren van de trajecten is rekening gehouden met de aanwezigheid van de in de huidige planperiode uit te voeren NVO's en de locatie van andere potentiële trajecten voor de planperiode 2022-2027. In

Tabel 2 is ons advies voor de planperiode 2022-2027 samengevat bij een goed functionerende breuksteen-NVO; in Tabel 3 bij een minder goed functionerende breuksteen-NVO. De trajecten uit Tabel 2 en Tabel 3 zijn weergegeven op de kaart in Bijlage B. trajecten.

*Tabel 2: Advies uit te werken trajecten planperiode 2022-2027 bij goed functionerende breuksteen-NVO*

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometrering	Lengte (m)	Investeringskosten (€/m)
2	Binnen kanaalprofiel	Oost	14.95 – 15.21	260	263
4,2	Binnen kanaalprofiel	Oost	13.99 – 14.09	100	252
5	Binnen kanaalprofiel	West	13.00 - 13.45	450	272
6.1	Binnen kanaalprofiel	West	11.72 – 12.05	330	282
6,2	Binnen kanaalprofiel	West	11.40 – 11.69	290	277
8	Binnen kanaalprofiel	Oost	10.12 – 10.27	150	238
9.1	Binnen kanaalprofiel	West	9.31 – 9.76	450	301
9.2	Binnen kanaalprofiel	West	8.85 – 9.30	450	250
11.1	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.89 – 8.14	250	305
11.2	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.59 – 7.87	280	251
<b>Totaal</b>				3010	

Tabel 3: Advies uit te werken trajecten planperiode 2022-2027 bij minder goed functionerende breuksteen-NVO

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometrering	Lengte (m)	Investeringskosten (€/m)
E	Buiten kanaalprofiel	West	12.88 – 13.51	630	458
F	Buiten kanaalprofiel	West	12.51 – 12.85	340	358
G	Buiten kanaalprofiel	Oost	11.91 – 12.01	100	327
H	Buiten kanaalprofiel	Oost	10.88 – 11.88	1000	360
4,2	Binnen kanaalprofiel	Oost	13.99 – 14.09	100	n.t.b.
8	Binnen kanaalprofiel	Oost	10.12 – 10.27	150	n.t.b.
9.2	Binnen kanaalprofiel	West	8.85 – 9.30	450	n.t.b.
11.2	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.59 – 7.87	280	n.t.b.
<b>Totaal</b>				3050	

## OVERIGE KOSTEN

Naast voornoemde investeringskosten dient rekening te worden gehouden met:

- Kosten voor engineering (deze worden geraamd op € 35,- per m).
- Kosten voor onderhoud, beheer en vervangingskosten voor de komende 50 jaar (deze worden voor de trajecten buiten het kanaalprofiel en de breuksteen-NVO geraamd op € 64,- per m).

## ADVIES

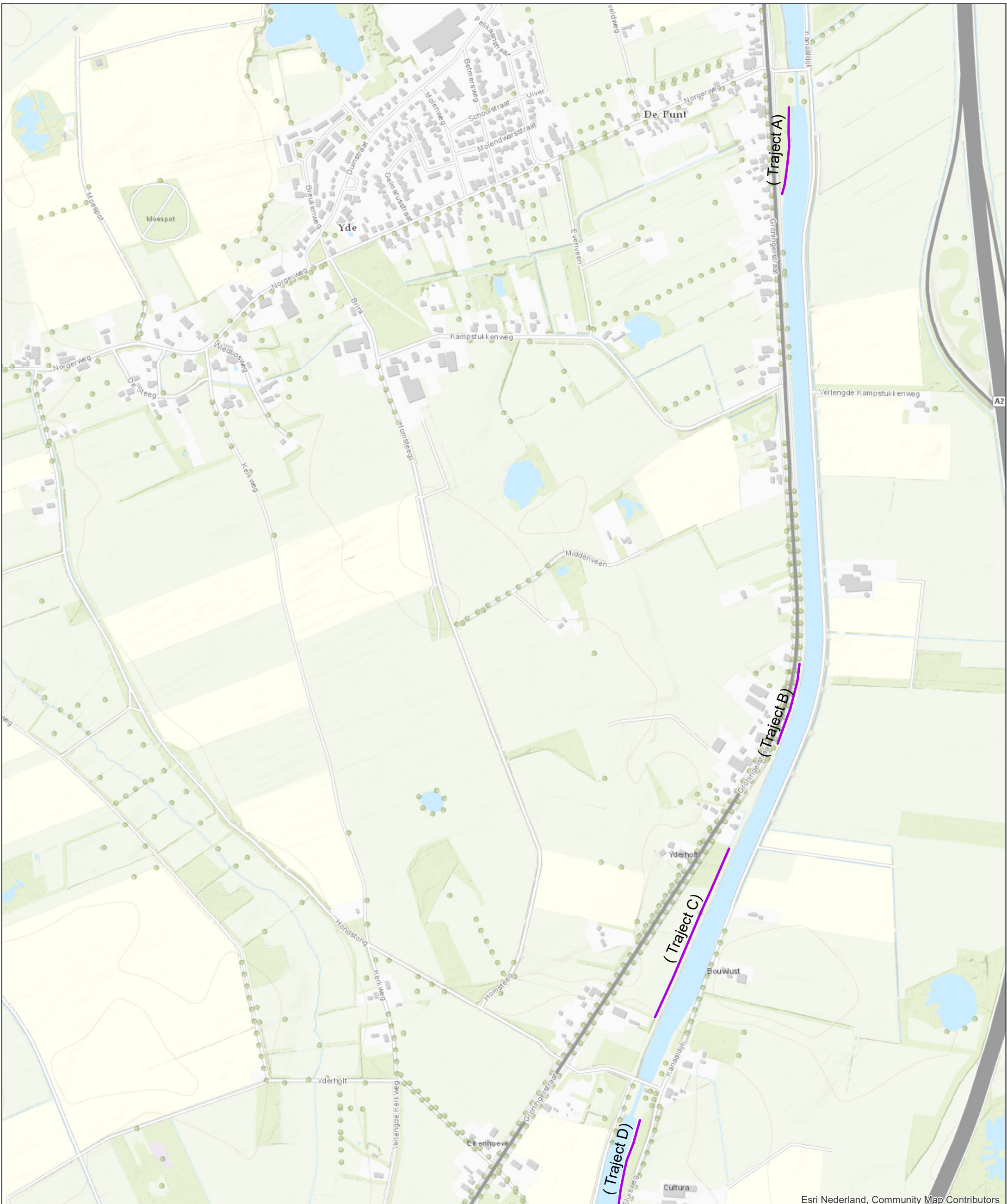
- Voor de huidige planperiode (t/m 2021) adviseren wij de in tabel 1 weergegeven trajecten uit te werken in een ontwerp en de daarvoor benodigde onderzoeken te starten.
- Het is raadzaam daarbij ook een aantal terugvalopties te hanteren. Het is namelijk niet uit te sluiten dat ten gevolge van weerstand in de omgeving, weigering tot medewerking van de grondeigenaar of verrassingen uit de nog in te stellen onderzoeken, een of meerdere trajecten afvallen. Wij adviseren daarom de volgende trajecten in de onderzoeken alvast mee te nemen:
  - buiten het kanaalprofiel bureauonderzoeken voor traject F, G, H en I
  - binnen het kanaalprofiel bureauonderzoeken en peilingen voor de trajecten 3, 4.1, 4.2, 8, 9.2 en 11.2.
- Voor de planperiode 2022-2027 adviseren wij pas op basis van de ervaringen met de aanleg van de breuksteen-NVO in 2021 een keuze te maken tussen de trajecten in tabel 2 en tabel 3.
- Mochten zich in die tussentijd meekoppelkansen voordoen vanwege het eventueel vervangen van damwanden door de provincie, dan wordt geadviseerd daarbij aan te sluiten en een of meerdere trajecten uit tabel 2 en 3 te laten vallen.

## BIJLAGEN

- A. Kaart met geadviseerde trajecten voor de periode t/m 2021
- B. Kaart met overzicht potentiële trajecten binnen en buiten kanaalprofiel en geraamde kosten bij goed functionerende breuksteen-NVO
- C. Variantenstudie Noord-Willemskanaal, Arcadis, kenmerk D10010743
- D. Memo NVO's buiten het kanaalprofiel
- E. Memo breuksteen NVO met uitgetekende dwarsprofielen 1 km breuksteen- NVO binnen kanaalprofiel
- F. Materiaalkeuze NVO binnen kanaalprofiel
- G. Memo geografische keuze NVO's binnen kanaalprofiel
- H. Onderdeel variantenstudie: Locaties variant 1 en 3
- I. Onderdeel variantenstudie: Locaties variant 2 en 4
- J. Onderdeel variantenstudie: Uitgangspunten voor berekening van kosten per NVO-Traject binnen het kanaalprofiel

De kostenramingen zijn de opdrachtgever afzonderlijk toegestuurd.

## BIJLAGE A - GEADVISEERDE TRAJECTEN TM 2021



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (traject)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Trajecten na scopewijziging**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

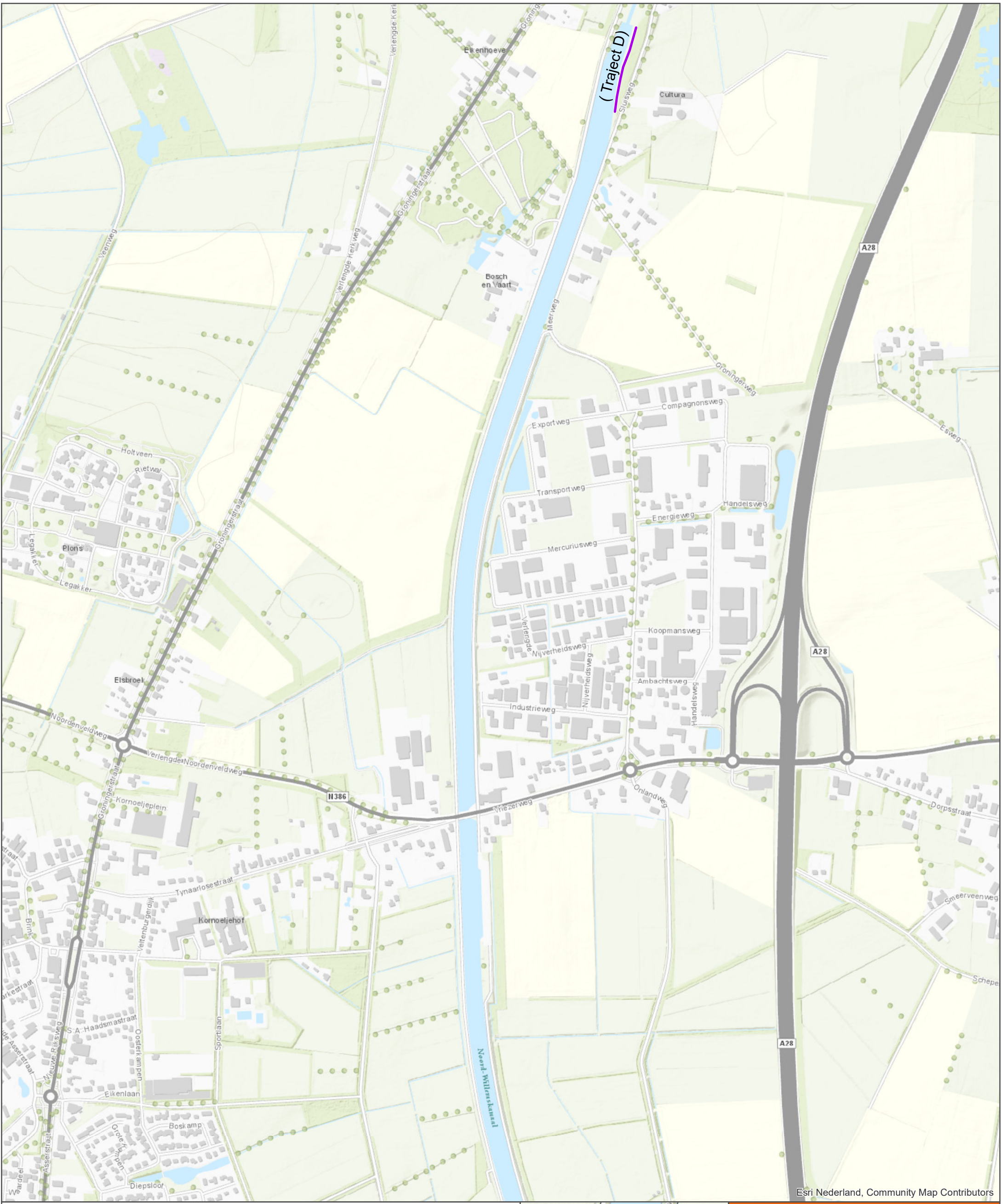


datum: 27-Jul-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (traject)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarloosebrug

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Trajecten na scopewijziging**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

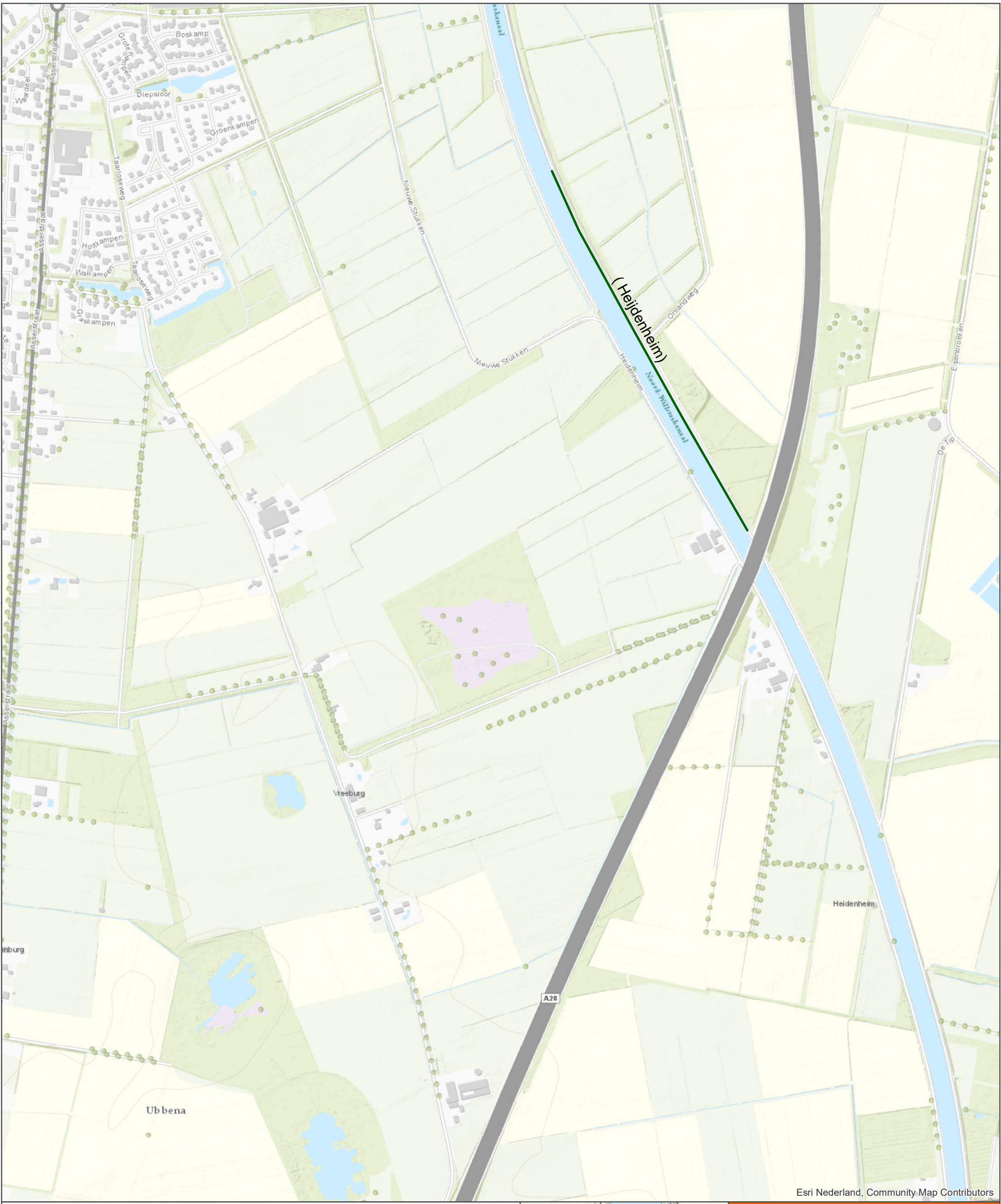


datum: 27-Jul-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000



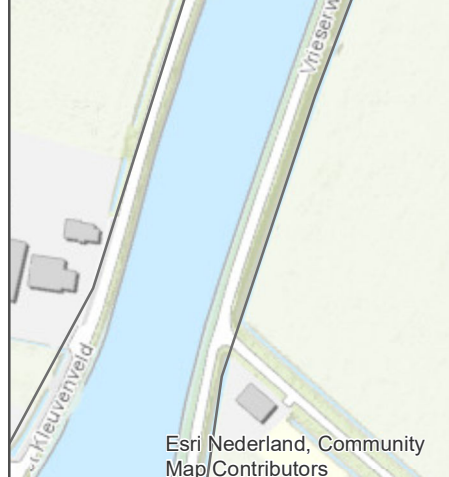
Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (traject)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug



**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Trajecten na scopewijziging**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 27-Jul-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000 N



Esri Nederland, Community Map Contributors





Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (traject)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug

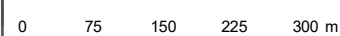
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Trajecten na scopewijziging**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 27-Jul-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors

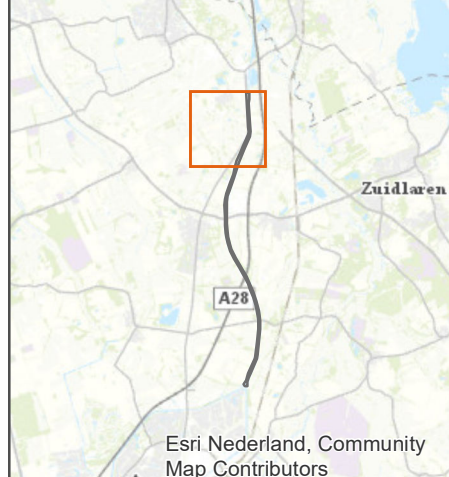
## BIJLAGE B - POTENTIËLE TRAJECTEN TOTAAL



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Binnen kanaalprofiel (1 t/m 12) Buiten kanaalprofiel (A t/m I)**

- ←→ Zeer geschikt      ←→ Zeer geschikt
- ←→ Zeer geschikt/geschikt      ←→ Geschikt
- ←→ Geschikt      ←→ Neutraal
- ←→ Geschikt/neutraal      ● Hectometring
- ←→ Neutraal
- ←→ Taarlosebrug



**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Overzicht trajecten NVO's**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

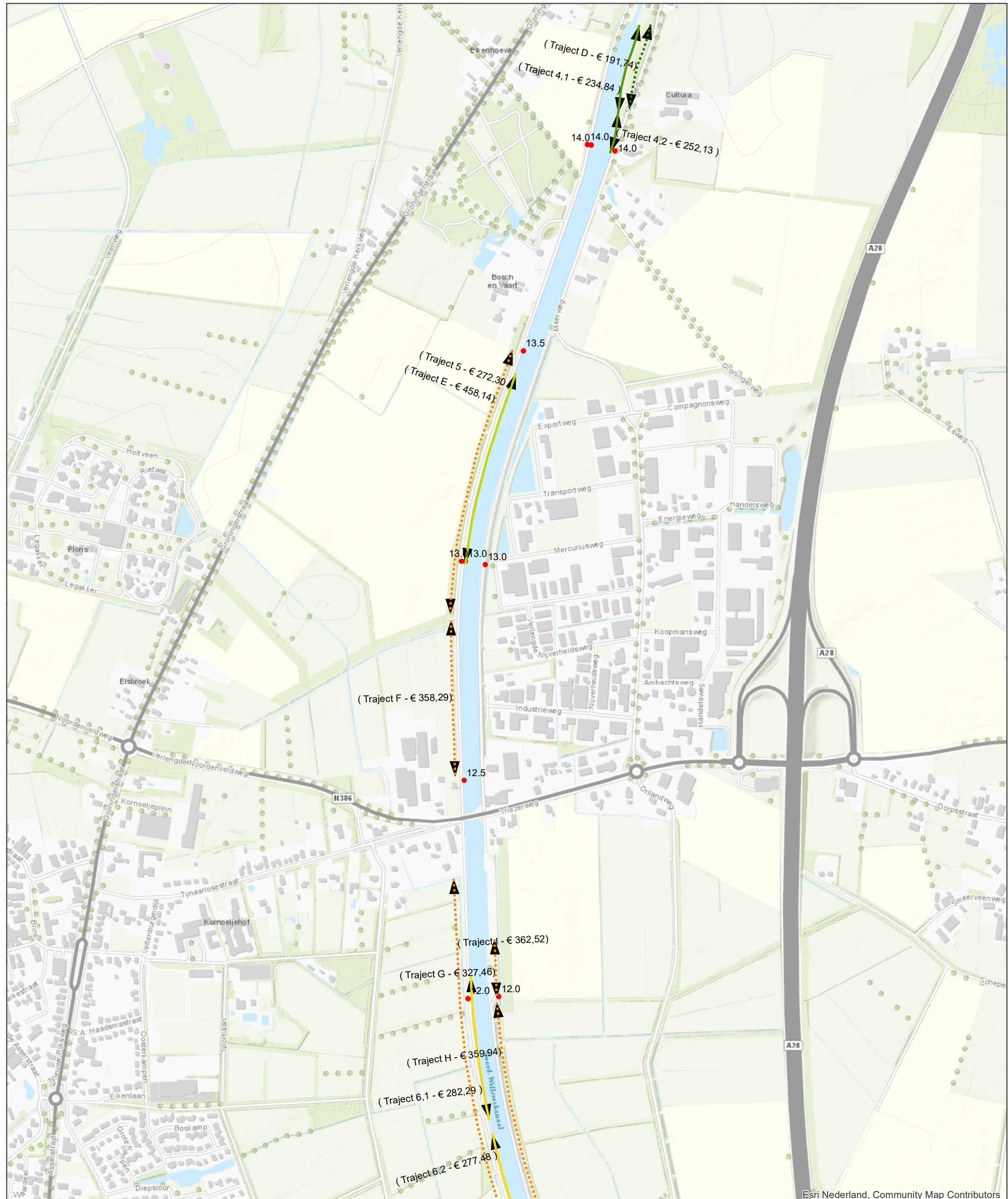


datum: 17/09/2020      N      C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Binnen kanaalprofiel (1 t/m 12) Buiten kanaalprofiel (A t/m I)**

- |  |                        |  |               |
|--|------------------------|--|---------------|
|  | Zeer geschikt          |  | Zeer geschikt |
|  | Zeer geschikt/geschikt |  | Geschikt      |
|  | Geschikt               |  | Neutraal      |
|  | Geschikt/neutraal      |  | Hectometring  |
|  | Neutraal               |  |               |
|  | Taarlosebrug           |  |               |



**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Overzicht trajecten NVO's**

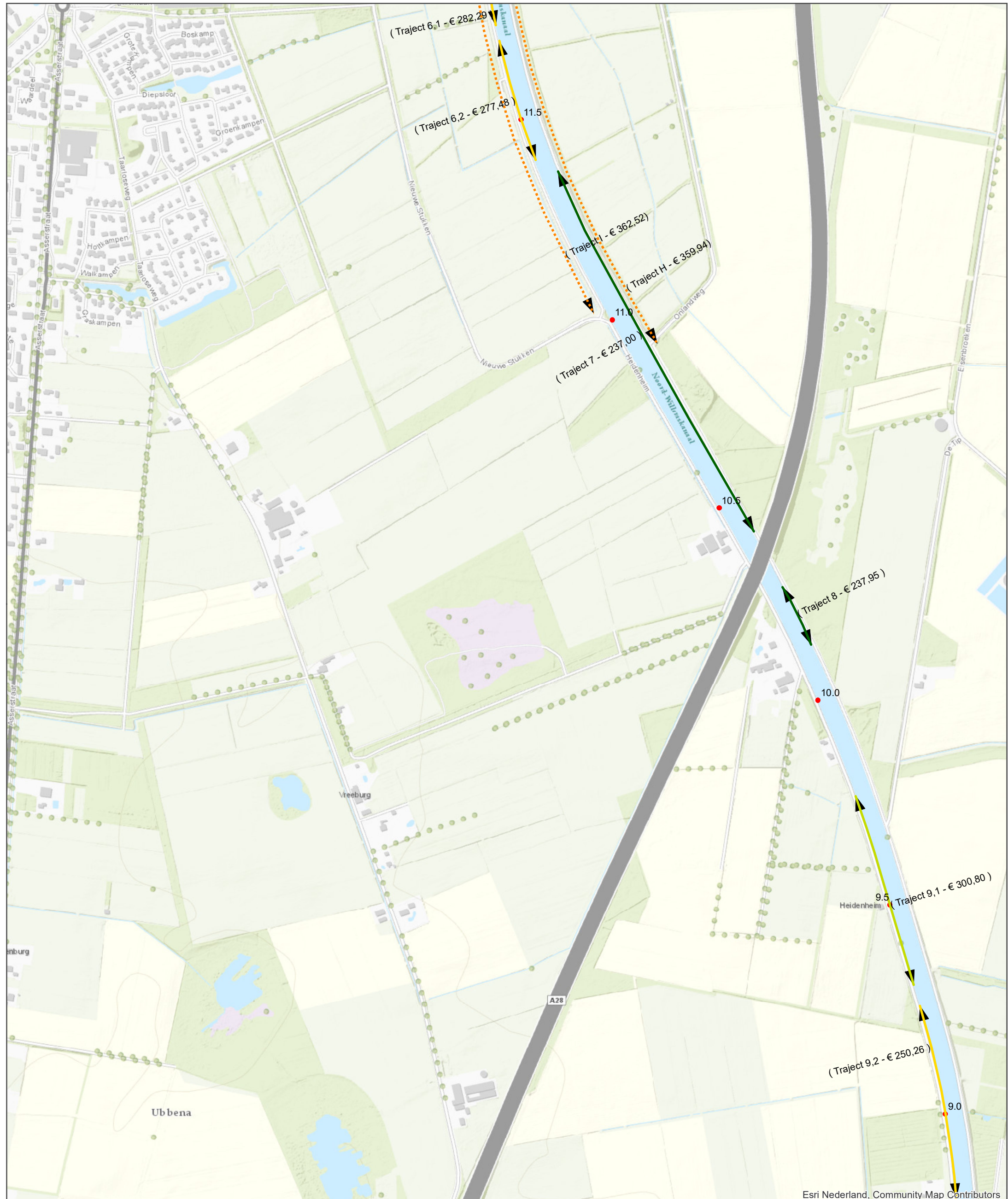
opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



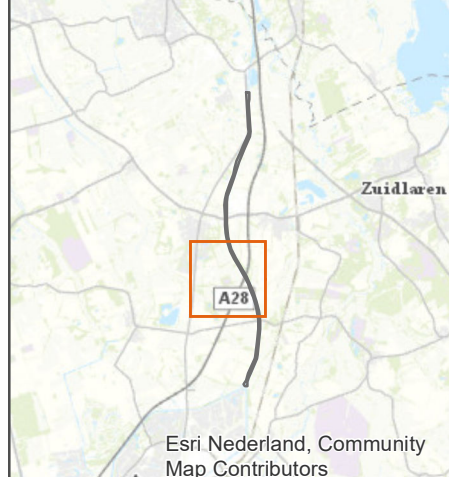
datum: 17/09/2020 C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000





Binnen kanaalprofiel (1 t/m 12)	Buiten kanaalprofiel (A t/m I)
Zeer geschikt	Zeer geschikt
Zeer geschikt/geschikt	Geschikt
Geschikt	Neutraal
Geschikt/neutraal	Hectometring
Neutraal	
Taarlosebrug	



**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
**Overzicht trajecten NVO's**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

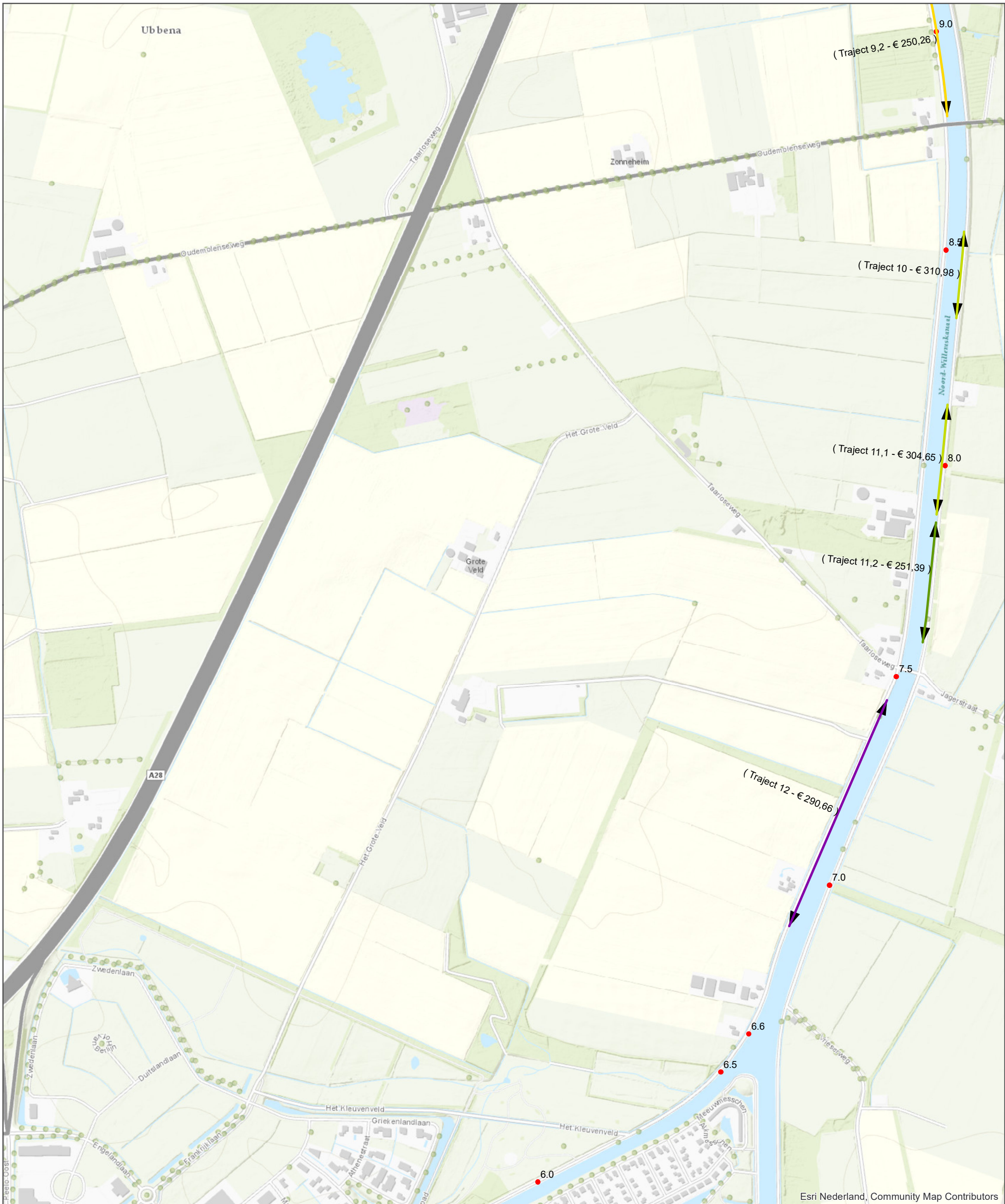
**ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 17/09/2020  
 schaal (A3): 1:8.000

Esri Nederland, Community Map Contributors

0 75 150 225 300 m

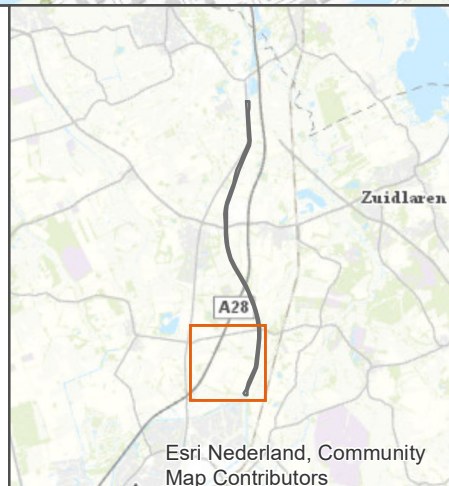
C03081.400001



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Binnen kanaalprofiel (1 t/m 12) Buiten kanaalprofiel (A t/m I)**

- |                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| ←→ Zeer geschikt          | ←→ Zeer geschikt |
| ←→ Zeer geschikt/geschikt | ←→ Geschikt      |
| ←→ Geschikt               | ←→ Neutraal      |
| ←→ Geschikt/neutraal      | • Hectometring   |
| ←→ Neutraal               |                  |
| ←→ Taarlosebrug           |                  |



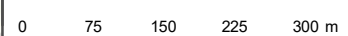
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Overzicht trajecten NVO's**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

**ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 17/09/2020 C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000



Esri Nederland, Community Map Contributors

## BIJLAGE C - VARIANTENSTUDIE

## VARIANTENSTUDIE NVO NOORD-WILLEMSKANAAL

In het memo *Afwegingskader en varianten natuurvriendelijke oevers Noord-Willemskanaal* zijn vier verschillende varianten voor NVO's aangedragen die in deze variantenstudie zijn meegenomen. Dit betreft een combinatie van varianten binnen twee perspectieven, het ruimtelijk-geografisch perspectief en een materiaalkeuze perspectief. Omdat deze varianten niet tot een bevredigend, binnen het knock-outcriterium passende, resultaat leiden is een aanvullende vijfde variant geformuleerd en onderzocht.

De totale opgave voor NVO's in het Noord-Willemskanaal bedraagt 5.5 km, circa 550 m van deze opgave wordt waarschijnlijk meegenomen als meekoppelkans bij de vervanging van damwanden door provincie Drenthe, in deze memo wordt daarom uitgegaan van de resterende opgave van 4.95 km. In het ruimtelijk-geografisch perspectief gaan variant 1 en 3 uit van de aanleg van 4.95 km NVO binnen het kanaalprofiel, terwijl variant 2 en 4 uitgaan van ongeveer 1 km NVO buiten het huidige kanaalprofiel en de andere 3.95 km NVO binnen het kanaalprofiel. De vijfde variant is opgebouwd uit circa 1 km NVO buiten het huidige kanaalprofiel en circa 1 km NVO binnen het kanaalprofiel op de meest gunstige locatie. De mogelijke lengtes binnen en buiten kanaalprofiel worden per variant getoond in Tabel 1.

Tabel 1: Mogelijke lengtes NVO in de verschillende varianten

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5
<b>Omschrijving</b>	Binnen huidig kanaalprofiel, maximale levensduur met stalen damwanden	Buiten huidig kanaalprofiel + maximale levensduur met stalen damwanden binnen profiel	Binnen huidig kanaalprofiel, maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij	Buiten huidig kanaal profiel + maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij binnen profiel	Buiten huidig kanaalprofiel + breuksteen op meest gunstige locatie binnen profiel
<b>Lengte NVO binnen kanaalprofiel (m)</b>	4980	3940	4980	3940	1.000
<b>Lengte NVO buiten kanaalprofiel (m)</b>	0	1010	0	1010	1.010
<b>Lengte NVO totaal (m)</b>	4980	4950	4980	4950	2.010

Bij deze memo horen de bijlagen A, B en D t/m J.

- Een eerste afweging van de materiaalkeuze voor NVO's [binnen het kanaalprofiel](#) is beschreven in [bijlage F](#). Daarbij is uitgegaan van het op opgestelde Programma van Eisen en de CUR 201. Er wordt ingegaan op uitgangspunten voor aanleg van een NVO binnen de kanaalzone en de verschillende opties voor materiaalkeuze voor maximale levensduur en maximaal natuurlijk. De conclusie van die analyse is dat op basis van het PvE en de CUR 201 voor de varianten met een maximale levensduur een stalen damwand de meest interessante optie is en voor de maximaal natuurlijke varianten een houten damwand met een drukontlasting-methode of een verankeringsmethode toegepast kan worden.
- De methodiek om te komen tot een keuze voor de geografische ligging van trajecten [buiten het kanaalprofiel](#) is beschreven in paragraaf 2.5 van [bijlage D](#). In deze bijlage is ook de wijze van aanleg beschreven, waarbij gebruik wordt gemaakt van de huidige stalen damwand als vooroeververdediging.
- De methodiek om te komen tot een keuze voor de [geografische ligging](#) van trajecten binnen het kanaalprofiel is beschreven in [bijlage G](#).
- Omdat de varianten 1 t/m 4 niet voldeden aan het gehanteerde knock-outcriterium, namelijk maximale investeringskosten van € 250,- per strekkende meter, is aanvullend variant 5 onderzocht. Daarbij is in [bijlage E](#) voor de [meest gunstige locatie binnen het kanaalprofiel](#) onderzocht welke breuksteenconstructies binnen het kanaalprofiel wel zouden passen binnen het gehanteerde financiële knock-outcriterium. Variant 5 bestaat uit een combinatie van de locaties buiten het kanaalprofiel met de meest gunstige optie uit bijlage G.



- De geselecteerde trajecten voor de verschillende varianten zijn op kaart te vinden in de volgende
  - variant 1 en 3 in bijlage H;
  - varianten 2 en 4 in bijlage I
  - variant 5 in bijlage A.
- Daarnaast is in bijlage B een overzicht te vinden met alle locaties.
- De uitgangspunten voor het berekenen van de kosten per traject binnen het kanaalprofiel zijn weergegeven in bijlage J.

Het eerder opgestelde afwegingskader is in Tabel 2 uitgewerkt voor elk van de vijf varianten. Deze tabel geeft algehele beeld weer en niet per afzonderlijke locatie. Vanwege het grote belang van het aspect kosten binnen dit project is in Tabel 6 per traject uiteengezet wat de verwachte investeringskosten zijn voor de verschillende varianten. Tot slot is in Tabel 7 weergegeven uit welke onderdelen de levensduurkosten van de verschillende varianten bestaan.

Tabel 2: Uitgewerkt afwegingskader

	Weging	Variant 1 – binnen huidig kanaalprofiel, maximale levensduur met stalen damwand	Variant 2 – buiten huidig kanaalprofiel + maximale levensduur met stalen damwand binnen profiel	Variant 3 – binnen huidig kanaalprofiel, maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij	Variant 4 – buiten huidig kanaalprofiel + maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij binnen profiel	Variant 5 – buiten huidig kanaalprofiel + breuksteen op meest gunstige locatie binnen profiel
<b>Levensduurkosten</b>	5x	0 - LCC-kosten van € 729	5 - LCC-kosten van € 645	0 - LCC-kosten van € 792	5 - LCC-kosten van € 686	10 – LCC-kosten van € 320
<i>Knock-out investeringskosten</i>		X – Variant heeft investeringskosten die hoger zijn dan het knock-out criterium	X – Variant heeft, voor de meeste trajecten, investeringskosten die hoger zijn dan het knock-out criterium. Daardoor gemiddelde investeringskosten hoger dan knock-out criterium	X – Variant heeft investeringskosten die hoger zijn dan het knock-out criterium	X – Variant heeft, voor de meeste trajecten, investeringskosten die hoger zijn dan het knock-out criterium. Daardoor gemiddelde investeringskosten hoger dan knock-out criterium dan het knock-out criterium	Investeringskosten lager dan knock-out criterium
<b>Ecologie</b>	5x	10 – In de keuze voor de aanleglocaties van NVO's is al gekeken naar ecologische aansluiting van het achterland. Alleen de stalen en houten damwanden verschillen wat geen ecologisch onderscheid oplevert.	10 – Zie variant 1	10 – Zie variant 1	10 - Zie variant 1	5 – Goede ecologische aansluiting op het achterland. Risico's m.b.t. ontwikkeling van vegetatie
<b>Beheer &amp; onderhoud</b>	4x	10 – Intensieve inspanning in eerste twee jaar, daarna periodiek en gefaseerd onderhoud	10 - Intensieve inspanning in eerste twee jaar, daarna periodiek en gefaseerd onderhoud	0 - Intensieve inspanning in eerste twee jaar, daarna periodiek en gefaseerd onderhoud en na 10 jaar extra monitorings- en herstelinspanning voor 5.5 km	5 - Intensieve inspanning in eerste twee jaar, daarna periodiek en gefaseerd onderhoud en na 10 jaar extra monitorings- en herstelinspanning voor 4.5 km	10 – Intensieve inspanning in eerste twee jaar, daarna periodiek en gefaseerd onderhoud mits risico's m.b.t. erosie in ontwerpstadium voldoende geadresseerd kunnen worden
<b>Draagvlak vanuit de omgeving</b>	4x	Vooralsnog niet onderscheidend *)	Zie variant 1	Zie variant 1	Zie variant 1	Zie variant 1
<b>Hergebruik van materialen</b>	2x	10 – Er is potentie voor het gebruik van tweedehands stalen damwanden voor de constructie van de maximale levensduur NVO's. Daarnaast kan mogelijk baggerspecie uit het NWK gebruikt worden als vulling voor geotubes om de damwand te ontlasten.	10 – Er is potentie voor het gebruik van tweedehands stalen damwanden voor de constructie van de maximale levensduur NVO's. . Daarnaast kan mogelijk baggerspecie uit het NWK gebruikt worden als vulling voor geotubes om de damwand te ontlasten.	5 – . Mogelijk kan in 4,5 km baggerspecie uit het NWK gebruikt worden als vulling voor geotubes om de damwand te ontlasten.	5 – . Mogelijk kan in 4,5 km baggerspecie uit het NWK gebruikt worden als vulling voor geotubes om de damwand te ontlasten.	0 – . Weinig potentie voor hergebruik van materialen, constructietechnisch worden waarschijnlijk scherpe eisen aan het te gebruiken materiaal gesteld
<b>Planologie en vergunningen</b>	2x	10 – Past binnen het huidige bestemmingsplan en weinig vergunningen nodig	0 – Past mogelijk niet binnen het vigerende bestemmingsplan en er zijn meer vergunningen nodig (> 10.000 m <sup>3</sup> aan grondverzet)	10 – Past binnen het huidige bestemmingsplan en weinig vergunningen nodig	0 – Past mogelijk niet binnen het vigerende bestemmingsplan en er zijn meer vergunningen nodig (> 10.000 m <sup>3</sup> aan grondverzet)	0 – Past mogelijk niet binnen het vigerende bestemmingsplan en er zijn meer vergunningen nodig (> 10.000 m <sup>3</sup> aan grondverzet)
<b>Ruimtelijke kwaliteit</b>	1x	5 – de kanaalzone wordt afwisselender en natuurlijker wat de ruimtelijke kwaliteit verbeterd	5 – de kanaalzone en het omliggende gebied worden afwisselender en natuurlijker wat de ruimtelijke kwaliteit verbeterd	5 – de kanaalzone wordt afwisselender en natuurlijker en heeft door de houten damwand een natuurlijker uiterlijk wat de ruimte kwaliteit verbeterd	10 - de kanaalzone en het omliggende gebied worden afwisselender en natuurlijker en heeft door de houten damwand een natuurlijker uiterlijk wat de ruimte kwaliteit verbeterd	10 – de kanaalzone en het omliggende gebied worden afwisselender en natuurlijker en heeft door de afwezigheid van damwanden in de kanaalzone een natuurlijker uiterlijk wat de ruimtelijke kwaliteit verbeterd
<b>Overige duurzaamheidsaspecten</b>	1x	Niet onderscheidend**), kansen worden later beoordeeld bij voorkeursvariant	Zie variant 1	Zie variant 1	Zie variant 1	Zie variant 1
<b>Waterveiligheid</b>	n.v.t.	Gegarandeerd	Gegarandeerd	Gegarandeerd	Gegarandeerd	Gegarandeerd
<b>Score</b>		<b>Score 135, echter knock-out</b>	<b>Score 140, echter knock-out</b>	<b>Score 85, echter knock-out</b>	<b>Score 115, echter knock-out</b>	<b>Score 125</b>

\*) Er kan vooralsnog geen onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende varianten, omdat er onvoldoende gesprekken met omwonenden zijn geweest en gemeente Tynaarlo nog geen reactie heeft gegeven op vragen over de maatschappelijke haalbaarheid van de aanleg van NVO's

\*\*) De overige duurzaamheidsaspecten betreffen volgens het Ambitiweb: Bodem, Ruimtegebruik, Welzijn, Sociale relevantie, Bereikbaarheid en (economisch) Vestigingsklimaat. Eventuele verschillen kunnen nu nog niet beoordeeld worden.

## CONCLUSIE EN ADVIES

Alleen variant 5 voldoet geheel aan het knock-out criterium, terwijl enkele locaties voor variant 2 en 4 (buiten het kanaalprofiel) tevens voldoen aan dit criterium. Dit inachtnemende zijn de conclusies en het advies opgesplitst in twee separate onderdelen, namelijk:

- De trajecten die voor de huidige planperiode interessant zijn voor verdere uitwerking
- Een advies voor de volgende planperiode (2022-2027)

### Huidige planperiode

In de huidige planperiode moet worden voldaan aan het financiële knock-out criterium en er moet 2km NVO aangelegd worden binnen dit project. Alleen variant 5 (bestaande uit 4 locaties buiten het kanaalprofiel met investeringskosten onder de 250 euro/meter en een kilometer lang traject binnen profiel met breuksteen), voldoet aan het knock-out criterium en de eis voor de aanleg van 2km NVO. In deze variant wordt echter geen volledige invulling gegeven aan de totale opgave voor NVO's in het Noord-Willemskanaal (5.5 km). Daarnaast zijn er een aantal risico's die in de verdere uitwerking van het ontwerp nader onderzocht moeten worden. Deze risico's hebben betrekking op:

1. Het aanslaan van de waterflora (er wordt wel verondieping gerealiseerd, maar geen beschutting tegen golfslag van scheepvaart), en;
2. constructie (relatief steil talud, erosierisico's in het vlakke deel van de natuurvriendelijke oever, relatief dunne laag breuksteen).

Het eerste risico kan alleen proefondervindelijk worden beheerst door middel van vegetatiemonitoring. Als de flora onvoldoende aanslaat, kan alsnog een beschutting (palenrij o.i.d.) geplaatst worden. In die zin is de aanleg van deze oever een no-regret-maatregel. Het tweede risico zal bij uitwerking in het ontwerp bewaakt moeten worden. Het ontwerp moet zodanig worden opgesteld dat redelijkerwijs verwacht kan worden dat de constructie na aanleg niet faalt.

Met de uitvoering van variant 5 wordt naar verwachting wel voldaan aan de opgave voor de huidige planperiode (tot en met 2021). Deze bedraagt 3 km, waarbij 0,5 km buiten het onderzoekstraject wordt gerealiseerd. De invulling tot en met 2021 voor het onderzoekstraject wordt dan:

- ruim 500 m als meekoppelkans bij de vervanging van damwanden door provincie Drenthe ten zuiden van de Taarlosebrug (nog niet definitief besloten)
- Circa 1 km op de locaties A t/m D, zie bijlage A.
- Circa 1 km op de locatie Heidenheim, zie bijlage A.

*Tabel 3: advies uit te werken trajecten planperiode t/m 2021, letters geven locaties buiten het kanaalprofiel weer en cijfers locaties binnen het kanaalprofiel*

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometreering	Lengte (m)
<b>A</b>	Buiten kanaalprofiel	West	16.49 – 16.69	200
<b>B</b>	Buiten kanaalprofiel	West	15.21 – 15.40	190
<b>C</b>	Buiten kanaalprofiel	West	14.54 – 14.95	410
<b>D</b>	Buiten kanaalprofiel	Oost	14.10 – 14.30	200

<b>Traject 7- Heidenheim</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost <sup>*)</sup>	10.40 – 11.34	940
<b>Traject 12 - Taarlosebrug (buiten scope Arcadis)</b>	Binnen kanaalprofiel	West	6.90 – 7.45	560
				2500

\*) Geadviseerd wordt eerst metingen van de kanaalbodem te verrichten en dan een keuze voor oost- of westzijde te maken. In bijlage C is de westzijde van het kanaal afgevalen, omdat de oostzijde op grond van de multibeammelingen iets gunstiger blijkt. Echter realisatie aan de westzijde heeft het voordeel dat er sprake is van meer windluwte. Als het verschil voor aanlegdiepte tussen oost en west minimaal zou blijken te zijn, kan om die reden alsnog voor een realisatie aan de westzijde gekozen worden.

## Planperiode 2022-2027

Voor de planperiode 2022-2027 kan gebruikt worden gemaakt van de ervaring met aanleg en monitoring van de breuksteen NVO van de opgave tot 2021. Als blijkt dat deze variant een kwalitatief goede NVO oplevert en de eerder genoemde risico's niet optreden, of goed te mitigeren zijn, kan dit concept op andere locaties binnen de kanaalzone toegepast worden.

In Tabel 4 zijn op basis van kosten en geschiktheid de locaties weergegeven die in de volgende planperiode gerealiseerd kunnen worden bij een goed functionerende breuksteen NVO. Bij het selecteren van de locaties is rekening gehouden met de aanwezigheid van de in de eerdere planperiode uitgevoerde NVO's en de locatie van andere potentiële locaties voor de planperiode 2022-2027.

Tabel 4: advies uit te werken trajecten planperiode 2022 t/m 2027, bij een goed functionerende breuksteen NVO

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometrering	Lengte (m)
<b>2</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	14.95 – 15.21	260
<b>4,2</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	13.99 – 14.09	100
<b>5</b>	Binnen kanaalprofiel	West	13.00 - 13.45	450
<b>6.1</b>	Binnen kanaalprofiel	West	11.72 – 12.05	330
<b>6,2</b>	Binnen kanaalprofiel	West	11.40 – 11.69	290
<b>8</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	10.12 – 10.27	150
<b>9.1</b>	Binnen kanaalprofiel	West	9.31 – 9.76	450
<b>9.2</b>	Binnen kanaalprofiel	West	8.85 – 9.30	450

<b>11.1</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.89 – 8.14	250
<b>11.2</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.59 – 7.87	280
				3010

Mocht blijken dat de breuksteen NVO geen bevredigend resultaat oplevert in kwaliteit of kosten dan kan gekozen worden voor een combinatie van een of meerdere van de resterende geschikte mogelijkheden. Deze mogelijkheden liggen buiten het kanaalprofiel (traject F t/m I), of omvatten locaties binnen het kanaalprofiel met een stalen of houten damwand. Dit betekent dat niet voldaan kan worden aan het criterium van maximale investeringskosten van € 250,-- per strekkende meter en voor de volgende planperiode aanvullende financiering zal moeten worden gezocht. In Tabel 5 zijn de locaties weergegeven die in de volgende planperiode gerealiseerd kunnen worden bij een minder goed functionerende breuksteen NVO. Bij het selecteren van de locaties is rekening gehouden met de aanwezigheid van de in de eerdere planperiode uitgevoerde NVO's en de locatie van andere potentiële locaties voor de planperiode 2022-2027.

Tabel 5: advies uit te werken trajecten planperiode 2022 t/m 2027, bij een minder goed functionerende breuksteen NVO

Trajectnummer	Locatie	Zijde	Hectometring	Lengte (m)
<b>E</b>	Buiten kanaalprofiel	West	12.88 – 13.51	630
<b>F</b>	Buiten kanaalprofiel	West	12.51 – 12.85	340
<b>G</b>	Buiten kanaalprofiel	Oost	11.91 – 12.01	100
<b>H</b>	Buiten kanaalprofiel	Oost	10.88 – 11.88	1000
<b>4,2</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	13.99 – 14.09	100
<b>8</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	10.12 – 10.27	150
<b>9.2</b>	Binnen kanaalprofiel	West	8.85 – 9.30	450
<b>11.2</b>	Binnen kanaalprofiel	Oost	7.59 – 7.87	280
				3050

Daarnaast kan samen met de provincie Drenthe nader worden onderzocht of er nog meer meekoppelkansen zijn vanwege het eventueel vervangen van damwanden. De provincie heeft voor een afweging op dit moment onvoldoende zicht op de noodzakelijke vervanging van damwanden op middellange termijn.

In Tabel 6 is een overzicht gegeven van geschikte locaties. Daarbij is per traject de lengte van de daar mogelijke NVO, een indicatieve hoogte van de investeringskosten per variant, de geschiktheid van de locatie en mogelijk conflicten met andere geschikte locaties weergegeven.

Tabel 6: Overzicht potentiële locaties binnen en buiten het kanaalprofiel, zoals getoond op de kaart in bijlage B, met een indicatie van de benodigde investeringskosten. Letters geven locaties buiten het kanaalprofiel weer en cijfers locaties binnen het kanaalprofiel. Kosten zijn gebaseerd op de uitgangspunten uit bijlage D, F en J.

Locatie	Varianten	Investeringskosten NVO buiten profiel	Investeringskosten NVO stalen damwand	Investeringskosten NVO houten damwand of palenrij	Investeringskosten stortsteen NVO	Geschiktheid	Conflict?
Buiten kanaalprofiel	2, 4 en 5	174,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Zeer geschikt	
Buiten kanaalprofiel	2, 4 en 5	243,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Geschikt	Traject 1
Buiten kanaalprofiel	2, 4 en 5	237,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Geschikt	Traject 3
Buiten kanaalprofiel	2, 4 en 5	192,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Zeer geschikt	Traject 4.1
Buiten kanaalprofiel		458,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	
Buiten kanaalprofiel		358,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	
Buiten kanaalprofiel		327,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	Traject 6.1, I

Locatie	Varianten	Investeringskosten NVO buiten profiel	Investeringskosten NVO stalen damwand	Investeringskosten NVO houten damwand of palenrij	Investeringskosten stortsteen NVO	Geschiedtheid	Conflict?
Buiten kanaalprofiel		360,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	Traject 6.1, 6.2, 7 en I
Buiten kanaalprofiel		363,--	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Neutraal	Traject 6.1, 6.2, 7, G en H
Binnen kanaalprofiel	1 en 3	n.v.t.	644,--	656,--	277,--	Neutraal	Traject B
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	620,--	635,--	263,--	Geschiedt/neutraal	
Binnen kanaalprofiel	1, en 3	n.v.t.	597,--	615,--	251,--	Geschiedt/neutraal	Traject C
Binnen kanaalprofiel	1 en 3	n.v.t.	569,--	590,--	235,--	Zeer geschiedt/geschiedt	Traject D
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	600,--	617,--	252,--	Zeer geschiedt/geschiedt	



Locatie	Varianten	Investeringskosten NVO buiten profiel	Investeringskosten NVO stalen damwand	Investeringskosten NVO houten damwand of palenrij	Investeringskosten stortsteen NVO	Geschiedtheid	Conflict?
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	636,--	649,--	272,--	Geschiedt	
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	653,--	664,--	282,--	Geschiedt/neutraal	Traject G, H en I
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	645,--	657,--	277,--	Geschiedt/neutraal	Traject H en I
Binnen kanaalprofiel	1 t/m 5	n.v.t.	573,-	594,-	237,-	Zeer geschiedt	
€ Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	575,--	595,--	238,--	Zeer geschiedt	
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	686,--	693,--	301,--	Geschiedt	
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	596,--	614,--	250,--	Geschiedt/neutraal	
Binnen kanaalprofiel	1 en 3	n.v.t.	704,--	709,--	311,--	Geschiedt	

Locatie	Varianten	Investeringskosten NVO buiten profiel	Investeringskosten NVO stalen damwand	Investeringskosten NVO houten damwand of palenrij	Investeringskosten stortsteen NVO	Geschiedheid	Conflict?
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	693,--	699,--	305,--	Geschied	
Binnen kanaalprofiel	1, 2, 3 en 4	n.v.t.	598,--	616,--	251,--	Zeer geschied/geschied	

## Overige kosten

Tabel 7 toont de geraamde engineering- en onderhoud, beheer en vervangingskosten per variant.

*Tabel 7: Overzicht van de kosten per variant (kostenramingen op basis van blokprijzen in raamovereenkomst Arcadis – Waterschap Hunze en Aa's, exclusief risico-dekkingen). De investeringskosten per variant zijn opgenomen in Tabel 6*

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5
<b>Omschrijving</b>	Binnen huidig kanaalprofiel, maximale levensduur met stalen damwanden	Buiten huidig kanaalprofiel + maximale levensduur met stalen damwanden binnen profiel	Binnen huidig kanaalprofiel, maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij	Buiten huidig kanaal profiel + maximaal natuurlijk met houten damwanden of palenrij binnen profiel	Buiten huidig kanaalprofiel + breuksteen op meest gunstige locatie binnen profiel
<b>Engineeringkosten (€/m)</b>	35,--	35,--	35,--	35,--	35,--
<b>Onderhoud, beheer en vervangingskosten (€/m) Gekapitaliseerd.</b>	64,--	64,--	113,--	103,--	64,--

## Overzicht bijlagen

- A. Kaart met geadviseerde locaties voor de periode t/m 2021
- B. Kaart met overzicht potentiële locaties binnen en buiten kanaalprofiel en geraamde kosten bij goed functionerende breuksteen-NVO
- D. Memo NVO's buiten het kanaalprofiel
- E. Memo breuksteen NVO met uitgetekende dwarsprofielen 1 km breuksteen- NVO binnen kanaalprofiel
- F. Materiaalkeuze NVO binnen kanaalprofiel
- G. Memo geografische keuze NVO's binnen kanaalprofiel
- H. Locaties variant 1 en 3
- I. Locaties variant 2 en 4
- J. Uitgangspunten voor berekening van kosten per NVO-Traject binnen het kanaalprofiel

De kostenramingen zijn de opdrachtgever afzonderlijk toegestuurd.

## BIJLAGE D – MEMO BUITEN KANAALPROFIEL

# MEMO NVO'S BUITEN HET KANAALPROFIEL

Variantenstudie NVO Noord-Willemskanaal

6 AUGUSTUS 2020



## Contactpersoon

**HENK HAZELHORST**  
Projectleider

T +31 627060276  
E [henk.hazelhorst@arcadis.com](mailto:henk.hazelhorst@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Plaats document binnen variantenstudie	4
1.2	Uitdaging	4
1.3	Onderzochte trajecten	4
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN</b>	<b>6</b>
2.1	Definitie NVO	6
2.2	Erosiebescherming oever	6
2.3	FUP's en compartimentering	6
2.4	Beheer, onderhoud en monitoring	8
2.5	Werkwijze voor selectie locaties buiten kanaalprofiel	8
<b>3</b>	<b>VERZAMELDE EN VERWERKTE GEGEVENS</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>AFWEGING</b>	<b>14</b>
4.1	Maatschappelijke haalbaarheid	14
4.2	Kosten	14
<b>5</b>	<b>AFWEGING EN CONCLUSIES</b>	<b>16</b>
	<b>COLOFON</b>	<b>29</b>

# 1 INLEIDING

## 1.1 Plaats document binnen variantenstudie

In het kader van het project natuurvriendelijke oever in het Noord-Willemskanaal wordt momenteel een variantenonderzoek uitgevoerd. Voor de aanleg van NVO's in het Noord-Willemskanaal zien we twee perspectieven, namelijk een ruimtelijke-geografisch perspectief en een materiaalkeuze perspectief. Dit werkdocument heeft betrekking op een van de twee ruimtelijk-geografische perspectieven. De volgende vraag dient beantwoord te worden: Wat zijn buiten het kanaalprofiel de meest optimale locaties om natuurvriendelijke oevers aan te leggen en wat kost dat? Daarbij zal de huidige grondkade verlegd worden en zal de aanwezige damwand vervolgens dienstdoen als vooroeververdediging van de natuurvriendelijke oever.

Parallel worden nog twee studies uitgevoerd, namelijk:

- Wat zijn binnen het kanaalprofiel de meest optimale locaties vanuit kosten (diepte, aanwezigheid obstakels), scheepvaarthinder, ecologie en medegebruik van de omgeving. Dit zal resulteren in een 'ranglijst' van mogelijk locaties binnen het kanaalprofiel.
- Wat is binnen het kanaalprofiel de meest in aanmerking komende wijze van het bouwen van een natuurvriendelijke oever (materiaalkeuze voor de vooroeververdediging, aanvullen met grond).

Deze drie studies worden in het eigenlijke variantenonderzoek gecombineerd tot vier varianten die in onderstaande Tabel 1 worden samengevat. Voor de afweging van deze varianten is met de opdrachtgever een toetsingskader afgesproken

Tabel 1: Varianten voor NVO's

	5,5 km NVO binnen huidig kanaalprofiel	Waar mogelijk NVO buiten huidig kanaalprofiel, aangevuld binnen profiel tot 5,5 km NVO
<b>Materiaalkeuze maximale levensduur / robuust</b>	Variant 1	Variant 2
<b>Materiaalkeuze maximaal natuurlijk</b>	Variant 3	Variant 4

In dit document worden de meest optimale locaties gekozen voor het aanleggen van een NVO buiten het kanaalprofiel. Met behulp van kentallen is een prijs per strekkende meter voor de verschillende locaties bepaald.

## 1.2 Uitdaging

Het waterschap heeft slechts een beperkt budget beschikbaar. Daarom is (in overleg met het waterschap) voor elke variant in het afwegingskader een knock-out criterium voor bouwkosten gesteld van € 250 exclusief BTW per strekkende meter. Dit geldt op het niveau van het gehele variantenonderzoek. Omdat het goed mogelijk is dat uit de parallelle studie naar mogelijkheden binnen het profiel blijkt dat deze goedkoper zijn, wordt dit knock-out criterium voor deze deelstudie niet strikt gehanteerd. Als de kosten echter overduidelijk veel hoger zullen zijn dan € 250 is dit wel een argument om een bepaalde optie niet verder te beschouwen in het afwegingsproces.

## 1.3 Onderzochte trajecten

Het betreft ruim 10 km Noord-Willemskanaal tussen de Sluis bij De Punt en de splitsing met het Havenkanaal ten noorden van Assen (zie Figuur 1). In dit traject zijn 9 trajecten onderscheiden, zoals beschreven in paragraaf 2.5, waar in potentie de kade naar achteren kan worden gelegd (At/m I).



Het kanaal kent in dit traject kent 2 panden:

- Pand 2: Sluis De Punt (locatie A) – sluis Vries (locatie D): +3,32 mNAP
- Ten zuiden van Sluis Vries: +6,62 mNAP

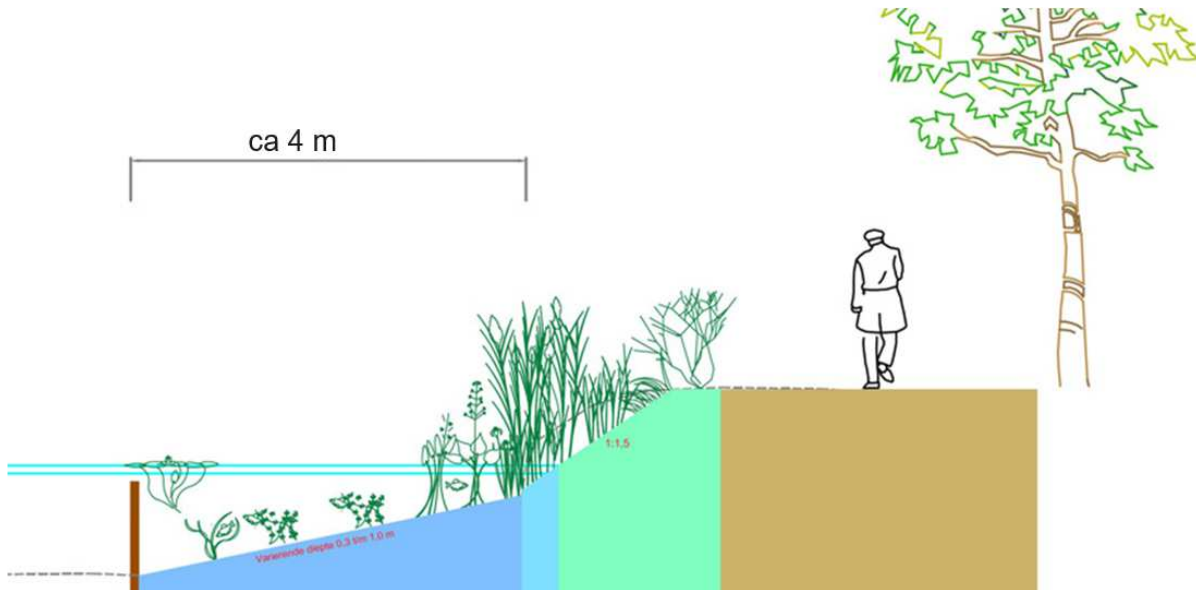
Figuur 1: onderzoekstraject



## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Definitie NVO

Het project is opgezet vanuit KRW-oogpunt. Dit betekent dat de nadruk ligt op het ontwikkelen van een weelderige vegetatie die dienst kan doen als schuilplaats en voorplantingsplaats voor allerlei dieren, waaronder vissen. De beoogde waterdiepte varieert van 0,3 m water tot 1,0 m water. Dit moet gerealiseerd worden in een strook van 4 meter breedte. Lukt het niet om 4 m aan te leggen, dan zal de lengte van 5,5 km evenredig moeten toenemen. Schematisch is de oever weergegeven in onderstaande figuur:



Om ecologische diversiteit te creëren, moet de bodemdiepte variëren en niet zo strak ontworpen worden als in de schematische figuur weergegeven. Er moet variatie zijn over de breedte en de lengterichting. Ook is het aan te bevelen om enige variatie in het bodemmateriaal waarmee de NVO wordt aangelegd te hanteren en daarbij te 'enten' door slib uit het kanaal of andere watergangen aan te brengen dat zaden en vegetatief vermeerderingsmateriaal van de beoogde flora bevat.

### 2.2 Erosiebescherming oever

De huidige damwand komt 20 tot 30 cm boven het kanaalpeil uit en voldoet daarmee als vooroeververdediging. Voor het traject ten zuiden van de Taarlosebrug, zijn verkennende hydraulische berekeningen uitgevoerd. Aangezien de scheepvaart bepalend is en deze in het Noord-Willemskanaal overal gelijk is, gelden deze berekeningen ook voor deze studie. Bij een breedte van 4 tot 5 meter van de natuurvriendelijke oever is de oevervegetatie vanaf het tweede jaar naar verwachting voldoende ontwikkeld om bij een damwand die 30 cm boven het waterpeil uitsteekt, weerstand te bieden tegen golferosie t.g.v. schepen. Daarom wordt ingezet op een snelle groei van de vegetatie door bijvoorbeeld het poten van rietzoden en regelmatig herstel en onderhoud. Na twee jaar moet de vegetatie zich voldoende hebben ontwikkeld om bij een 25 tot 30 cm boven waterpeil uitkomende damwand bescherming tegen erosie en afkalving te bieden.

### 2.3 FUP's en compartimentering

Tussen de NVO en het kanaal dient verbinding te zijn om de uitwisseling van water en organismen te bevorderen. Dit kan door middel van gaten in de damwand. Om de opbouw van langsgolven door de

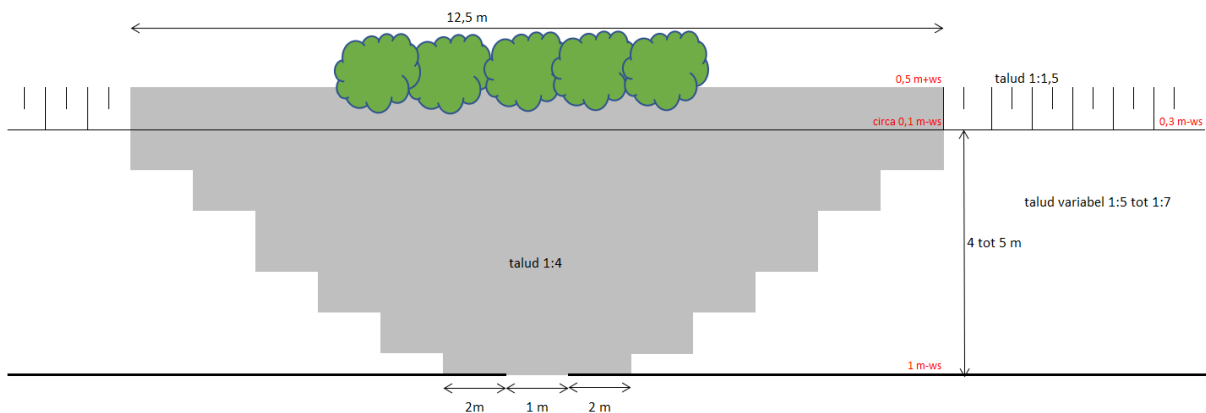
natuurvriendelijke oever tegen te geen wordt deze gereduceerd door op regelmatige afstand dwars op de lengterichting een barrière aan te brengen. Dit kan door het aanbrengen van een grondrug, een damwandje of een palenrij, waardoor compartimenten ontstaan.

Her en der zijn in het Noord-Willemskanaal fauna-uitreideplaatsen aanwezig. Minimaal moeten deze in stand gehouden worden. Indien mogelijk moet het aantal worden uitgebreid. Uitgangspunt is daarom dat FUP's en uitwisselingsgaten gecombineerd worden. Deze FUP's bevinden zich in principe midden in een compartiment, waardoor vanaf een opening er aan weerkanten een doodlopend traject NVO ontstaat. Deze wordt steeds luwer naarmate de afstand tot de NVO groter wordt, zodat ook variatie in groeimilieus ontstaat. Tussen een FUP en het eind van een compartiment wordt een afstand van 50 tot 100 m gehanteerd. De maximum compartimentlengte is dus 200 m. Dit betekent dat er in trajecten waar natuurvriendelijke oevers worden aangelegd FUP's bijkomen

## FUP's

Ter plaatse van de FUP is bodem- en oever bescherming nodig, omdat de stroomsnelheid en de golfwerking te groot is om geen erosie te bewerkstelligen. Op grond van de genoemde verkennende hydraulische analyses ten zuiden van de Taarlosebrug wordt uitgegaan van de volgende simpele en robuuste vorm van een FUP:

- In de nieuw aan te brengen damwand worden openingen aangebracht van maximaal 1 meter breedte en 1 m diepte ten opzichte van de waterspiegel.
- Het beklede talud loopt t.p.v. de FUP op naar de oever tot 0,5 m boven de waterspiegel, onderstaand grijs weergegeven.



Langs de damwand zwemmende reeën zoeken een opening in de damwand, die immers boven water uitsteekt. Waar ze deze aantreffen zien ze in de opening een bosschage op de oever. Daarom zwemmen ze naar binnen, waarna de bodem al snel voor hen begaanbaar is

## Bodem- en oeverbescherming bij gaten in NVO (FUP)

De achterliggende oever wordt belast door golven vanuit het kanaal en dient bekleed te worden over een lengte van 12,5 m. De bodem in de opening wordt bekleed met een blokkenmat conform onderstaand principe.

- Blokhoogte minimaal 0,2m
- Blokken aangebracht op een zanddicht geotextiel.
- Bij een breedte van de NVO van 4 meter aan te brengen over een lengte van 12,5m in de oever.
- Talud geprofileerd onder circa 1:4
- Onderzijde blokkenmat tegen damwand
- Bovenzijde blokkenmat tot een halve meter boven kanaalpeil.
- Blokhoogte minimaal 0,28m rondom instroomopening

Ter plaatse van de blokkenmat zal geen weelderige begroeiing ontstaan. Doordat er gaten in de blokken zitten ontstaat waarschijnlijk wel enige begroeiing, maar nooit veel omdat het geotextiel diepe beworteling tegen gaat. Dit geotextiel is echter nodig om zanderosie vanonder de blokken tegen te gaan.

## Begrenzing compartiment

De begrenzing van de compartimenten moet 30 cm boven kanaalpeil uitsteken. Deze kan op 2 manieren gerealiseerd worden:

- Door het aanbrengen van een grondrug. Voordeel hiervan is dat golven uitdoven op het talud van de grondrug en er ook hier een ecologisch waardevol overgangsmilieu kan ontstaan. Nadeel is dat op de mogelijk een zwaardere en langere damwand voor de NVO gebruikt moet worden.
- Door het aanbrengen van een damwand, een keerwand of palenrij.

De keuze hiertussen wordt later uitgewerkt.

## 2.4 Beheer, onderhoud en monitoring

Uitgangspunt is dat de stalen damwand in beheer is bij de provincie en dat voor het waterschap hieraan geen beheer en onderhoudskosten gelden. Eventuele toekomstige vervanging is voor rekening van de provincie. Eventuele schade als gevolg van bijvoorbeeld aanvaringen zijn voor rekening van de provincie. De overige materialen (compartimentscheiding) hebben een levensduur van minimaal 50 jaar. Daarom wordt t.b.v. de LCC-kosten alleen rekening gehouden met het volgende beheer en onderhoud en de volgende monitoring:

- Jaarlijkse inspectie, eventueel herstellen erosie-plekken. De eerste 2 jaar zeer intensief herstellen, daarna alleen plaatselijk.
- Periodieke vegetatiekartering (gemiddeld wordt uitgegaan van een keer per 3 jaar)
- Verwijderen exoten. In de huidige FUP's in het Noord-Willemskanaal wordt waternevel nu al gesignaleerd.
- Periodiek (een keer per 3 tot 5 jaar) maaien en afvoeren van de vegetatie.
- Om te rigoureuze ingrepen tegen te gaan, en meer variatie te bereiken, wordt daarbij planmatig gewerkt, waarbij in elk jaar eenderde tot eenvijfde van de betreffende NVO gemaaid wordt en de rest gespaard.
- In een nieuwe NVO is baggeren of afkrabben van de bodem ongewenst. Op termijn zal echter verlanding plaats vinden. En moet je bezien waar welke mate van verlanding plaatsvindt en waar dergelijk beheer wel gewenst is. Rekening is gehouden met plaatselijk (en gefaseerd) baggeren vanaf 15 jaar na aanleg en het krabben van de bodem eens per 5 jaar ook na 15 jaar.
- Het onderhoud wordt in principe vanaf de kant uitgevoerd. De locaties goed bereikbaar voor onderhoudsmaterieel (hydraulische kranen)

## 2.5 Werkwijze voor selectie locaties buiten kanaalprofiel

Achtereenvolgens zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- Selectie in aanmerking komende trajecten (zie paragraaf 1.4). Gezien het beperkte budget zijn hier alle trajecten waarop een verharde weg op de kade ligt afgevalen. Het verplaatsen van de kade zal ten gevolge van deze verharding te duur uitvallen. Ook is het traject langs het industrieterrein van Tynaarlo afgevalen. Hier is fysiek weinig ruimte. Williswaar liggen er waterpartijen achter de kade, maar deze zijn onmisbaar in de waterhuishouding van het industrieterrein. Op deze wijze zijn de trajecten A tot en met I geselecteerd (zie Bijlage A).
- Per locatie worden uit de AHN3 een aantal dwarsprofielen gegenereerd. Zie bijlage B.
- Per dwarsprofiel worden op basis van een standaard oever-en kadeprofiel de grondhoeveelheden bepaald. Dit standaard profiel is als volgt opgebouwd
  - Vanaf bestaande damwand een 4 m brede zone met bodem 0,3-1,0 m -waterpeil conform paragraaf 2.1
  - Vervolgens het buitentalud kade 1:2 tot aan de kruinhoogte voor betreffende pand. De kruinhoogte is voor de profielen A, B en C (in pand 2): +4,70 mNAP en voor de overige profielen (in pand 3) + 7,70 m NAP
  - Kruinbreedte: bestaande kruinbreedte indien zandpad aanwezig is, bij grasdijk 4 m
  - Vervolgens binnentaludkade 1:3

- Indien een kwelsloot aanwezig deze terug brengen. Minimaal dient een kwelsloot aangelegd te worden als in landbouwgebieden het kanaalpeil gelijk of hoger staat als het achterliggende maaiveld (beleid waterschap Hunze en Aa's).
- Voor het beheersgebied van Hunze en Aa's geldt: Als de sloot een hoofdwatgang betreft dient tussen sloot en kade een maaipad van 4 m breed aanwezig te zijn, indien er sprake is van een schouwsloot dient deze 3,5 m breed te zijn.
- Voor het beheersgebied van Noorderzijlvest geldt: Als een maaipad aanwezig is tussen de kade en de sloot, moet deze teruggebracht worden, anders niet.
- Slootpeil is gebaseerd op de peilgebiedenkaart van beide waterschappen. Soms blijkt dit niet te kunnen op basis van de maaiveldhoogtes, in dat geval is gemotiveerd afgeweken en een inschatting gedaan van de meest waarschijnlijke situatie
- Voor de nieuwe sloten is het volgende profiel aangehouden: taluds 1:1,5, bodemdiepte 1 m beneden slootpeil.
- Kostenraming per locatie op basis van kentallen. Hierbij is uitgegaan van
  - Grondverzet
  - Aanpassingen damwand door aanbrengen van openingen van 1 x1 m, waarbij achter de damwand een bescherming wordt aangebracht conform paragraaf 2.3.
  - Aanbrengen compartimentscheidingen (stalen damwanden of betonnen keerwanden)
  - Grondverwerving
  - Verleggen kabels en leidingen
  - Beplantingen: rooien bomen, aanplanten compenserende beplanting elders.

#### Beoordeling

- Kosten worden afgezet tegen de raming voor 2 subvarianten binnen het kanaalprofiel
- De locaties zijn kwalitatieve beoordeeld op (on)geschiktheid i.v.m. beschaduwning
- Beoordeling maatschappelijke en planologische haalbaarheid. Deze beoordeling heeft met name plaats gevonden op basis van een overleg met de gemeente Tynaarlo.
- Indeling locaties in drie categorieën
  1. Geschikte locatie (bij voorkeur doen)
  2. Neutraal beoordeelde locatie (alleen doen als alle voorgaande afvallen)
  3. Niet geschikte locatie (niet doen)

### 3 VERZAMELDE EN VERWERKTE GEGEVENS

De verzamelde gegevens staan vermeld in de tabellen 2, 3 en 4

- Tabel 2 betreft de basisgegevens over de dijk, oeververdediging en eventuele obstakels. Tevens wordt de eigendomssituatie m.b.t. de achterliggende gronden gegeven
- Tabel 3 geeft de gegevens m.b.t. de kwelsloot weer
- Tabel 4 geeft de uitgangpunten voor de kostenraming weer, samengesteld op basis van een analyse van de inhoud van tabel 2 en 3. De profielen op basis waarvan de grondhoeveelheden zijn samengesteld zijn bijgevoegd in bijlage B.

Tabel 2: Verzamelde gegevens 1

Locatie	Lengte (m)	Bestaande damwand	Inrichting kruin	Noodzakelijk breedte kruin (m)	Kabels en leidingen	Situatie eigendom achter kade	Aantal dwarsprofielen
<b>A</b>	200	Beton	Gras	4	Geen	Provincie Drenthe	2
<b>B</b>	180	Staal	Gras	4	Eventueel datakabel	Gemeente Tynaarlo	2
<b>C</b>	420	Staal	Gras	4	Geen	1 particulier	3
<b>D</b>	200	Staal/beton	Gras	4	Datakabel (deel van de lengte)	Gemeente Tynaarlo/ Provincie Drenthe	2
<b>E</b>	630	Staal	Zandpad	7	Datakabel over hele lengte	Het Drents landschap	4
<b>F</b>	340	Staal	Zandpad	7	Datakabel over hele lengte	1 particulier	2
<b>G</b>	100	Staal	Gronddepot	4	3 datakabels, kruisend en over deel van de lengte	Provincie Drenthe	2
<b>H</b>	1.000	Staal	Zandpad	7	Middenspanning kruisend, middenspanning plaatselijk	Provincie Drenthe	4
<b>I</b>	1.200	Staal	Zandpad	7	Datakabel over hele lengte, 3 datakabels gebundeld kuisend Middenspanning kruisend	6 particulieren, Staatsbosbeheer, gemeente Tynaarlo, ws Noorderzijlvest	4

Tabel 3: Verzamelde gegevens 2: kwelsloten

Locatie	Bevoegd gezag waterbeheer	Kwelsloot aanwezig?	Status sloot	Landbouw en maaiveld < kanaalpeil? (kwelsloot nodig)	Streefpeil (mNAP)	kanaalpeil	Breedte maaipad (m) indien noodzakelijk
<b>A</b>	Hunze en Aa's	Nee		n.v.t.	0,53	3,32	n.v.t.
<b>B</b>	Hunze en Aa's	Ja, overzijde weg	Schouwsloot	n.v.t.	0,53	3,32	n.v.t.
<b>C</b>	Hunze en Aa's	Ja (greppel)	Schouwsloot	nee	0,53	3,32	3,5
<b>D</b>	Hunze en Aa's	Ja (op afstand)	Sloot overig	n.v.t.	3,63	6,62	n.v.t.
<b>E</b>	Noorderzijlvest	Ja (achter houtwal?)	Secundair water	Ja	4,50 *	6,62	3,5
<b>F</b>	Noorderzijlvest	Ja	Secundair water	Ja	4,50 *	6,62	3,5
<b>G</b>	Hunze en Aa's	Ja (op afstand)	Sloot overig	Ja	ZP 4,70 WP 4,40	6,62	3,5
<b>H</b>	Hunze en Aa's	Ja en parrallel nog een sloot	Schouwsloot	Ja	5,45 **	6,62	3,5
<b>I</b>	Noorderzijlvest	Ja	Deels primair water, Deels secundair water	Ja	ZP 4,73 WP 4,63	6,62	3,5 / 4,0

\* Opmerking locatie E en F: Na overleg met Noorderzijlvest is hier een hoger waterpeil aangehouden dan het formeel geldende streefpeil. Dit omdat ten gevolge van waarschijnlijk stuwende duikers hier het formele streefpeil niet aanwezig is.

\*\* Opmerking locatie H: het formeel geldende streefpeil is hier ZP = 4,70 mNAP, WP = 4,40 mNAP. Dit lijkt gezien de hoogteligging van het maaiveld hier onwaarschijnlijk. Aangezien hier ook twee sloten liggen wordt verwacht dat de eerste sloot het peil heeft van het noordelijker gelegen peilgebied, namelijk 5,45 mNAP.



Tabel 4: verzamelde gegevens 3: uitgangspunten kosten-ramingen

Locatie	Aantal FUP's/ compartimenten	Oppervlakte grondverwerving (m2)*	Volume ontgraven (m3)	Volume verwerken (m3)	Volume verwerken inclusief zetting (m3)	Te rooien beplanting (m2) **	Te verleggen k&L ***
<b>A</b>	1	n.v.t.	1.750	370	400	1.000	Geen
<b>B****</b>	2	n.v.t.	2.000	75	100	0	Datakabel 180 m
<b>C</b>	3	2.500	6.200	900	1.000	600	Geen
<b>D</b>	1	n.v.t.	2.200	0	0	1.000	Datakabel 130 m
<b>E</b>	4	6.000	11.100	9.000	10.000	3.200	Datakabel 630 m
<b>F</b>	2	3.500	4.100	4.300	4.800	0	Datakabel 340 m
<b>G</b>	1	n.v.t.	2.000	0	0	400	Datakabel 100
<b>H</b>	5	11.000	18.800	9.000	10.000	5.000	Middenspanning 50 m
<b>I</b>	6	9.000	17.500	14.000	15.500	750	Datakabel 1200 m

\*Uitgangpunt is dat geen verwervingskosten gemaakt worden voor gronden eigendom van andere overheden

\*\*Uitgangspunt strook van 5 m breed te rooien. Herplant elders

\*\*\* Alleen in de lengterichting lopende leidingen zijn meegenomen. Bij kruisende leidingen wordt het profiel van de NVO aangepast aan de leidingen

\*\*\*\* Voor locatie B geldt dat het daar aanwezige fietspad zal moeten dienen als kruin van de kade. Voor circa 50% van het traject is dit fietspad op hoogte volgens de AHN. In de ramingen is uitgegaan van de kosten voor grondverzet, zonder dat het fietspad aangepast hoeft te worden. Als dit traject als kansrijk wordt aangemerkt, is nader onderzoek nodig.

## 4 AFWEGING

### 4.1 Maatschappelijke haalbaarheid

#### Gemeente Tynaarlo

Bij de gemeente Tynaarlo is gevraagd om een oordeel te geven over de maatschappelijke ruimtelijke haalbaarheid. Aspecten waarnaar specifiek gevraagd is zijn de volgende:

- Geeft verlegging een landschappelijk negatieve impact en hoe groot is die dan?
- Gaat ten gevolge van verlegging ecologische waarde(n) verloren, zo ja welke en zijn deze te compenseren?
- Pas een verlegging met circa 5 m in het bestemmingsplan, en zo nee, welke procedure moet dan doorlopen worden?
- Zijn er meekoppelkansen met het verleggen van de kade (denk aan het ontwikkelen van een wandelpad o.i.d.)?
- Is er naar verwachting bestuurlijk draagvlak te krijgen voor een verlegging van de kade?

Tot op heden is geen antwoord ontvangen van de gemeente.

#### Waterschap Noorderzijvest

De locaties E, F en I betreffen locaties aan de westzijde van het kanaal, grenzend aan beheersgebied van het Waterschap Noorderzijvest. Dit waterschap is hier verantwoordelijk voor de Waterkering. In een telefonisch overleg op 29 april 2018 heeft de heer P. Lalkens van het waterschap Noorderzijvest aangegeven dat hij geen grote bezwaren ziet en dat het waterschap waarschijnlijk wil meewerken aan een eventuele verlegging van de kade. Uitgangpunt is dat hetzelfde kadeprofiel terug moet komen.

#### Eigen inschatting haalbaarheid

Naar onze mening zijn er voor alle locaties geen overwegende bezwaren. Daar zijn ze ook op geselecteerd. In de meeste gevallen wordt de nieuwe verlegde dijk net buiten de op de bestemmingplan aangegeven kaart gesitueerd. Het is dan aan de gemeente om te bepalen of en op welke wijze ze daar haar medewerking aan wil geven. Nu vooralsnog de mening van de gemeente niet duidelijk is, kan dit criterium derhalve niet als onderscheidend worden aangemerkt.

### 4.2 Kosten

Op basis van tabel 4 en kentallen zijn in bijlage B de kosten geraamd. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen bouwkosten, engineeringkosten, beheer- en onderhoudskosten. Tabel 5 geeft een overzicht per strekkende meter NVO.

De kosten voor grondverzet blijken bepalend voor de verschillen tussen de locaties. De locaties E t/m I, waar het maaiveld in de polder lager ligt dan bij de andere locaties, zijn significant duurder.

Tabel 5: Overzicht kosten (€ /m1 exclusief BTW)

Locatie	Bouwkosten	Engineeringskosten	Gekapitaliseerde kosten beheer en onderhoud	LCC-kosten afgerond
<b>A</b>	174,16	35,00	64,22	275
<b>B</b>	243,29	35,00	64,22	345
<b>C</b>	237,09	35,00	64,22	335
<b>D</b>	191,74	35,00	64,22	290
<b>E</b>	458,14	35,00	64,22	555
<b>F</b>	358,29	35,00	64,22	460
<b>G</b>	327,46	35,00	64,22	425
<b>H</b>	359,94	35,00	64,22	460
<b>I</b>	362,52	35,00	64,22	460

## 5 AFWEGING EN CONCLUSIES

Volgens de onderbouwing van ons afwegingskader, worden de locaties in gedeeld in drie categorieën.

1. Geschikte locatie (bij voorkeur doen)
2. Neutraal beoordeelde locatie (alleen doen als alle voorgaande afvallen)
3. Niet geschikte locatie (niet doen)

Aangezien de maatschappelijke haalbaarheid op dit moment niet beoordeeld kan worden, komen we op basis van alleen de kosten tot de volgende indeling:

1. Geschikte locatie: locatie A en D: de geraamde bouwkosten liggen overduidelijk onder het knock-out criterium
2. Neutraal beoordeelde locatie: B en C: de geraamde bouwkosten lager dan het knock-out criterium.
3. Niet geschikte locatie: De locaties E, F, G, H en I: de geraamde bouwkosten liggen boven het knock-out criterium

Uit de parallel uitgevoerde studies blijkt dat de geraamde bouwkosten voor aanleg van natuurvriendelijke oevers binnen het kanaalprofiel hoger zijn dan het knock-out criterium van € 250,-- per strekkende meter voor bouwkosten dat in de variantenstudie gehanteerd wordt. De bouwkosten voor natuurvriendelijke oevers buiten het kanaalprofiel op locatie A, B, C en D zijn duidelijk lager.

Het is daarom aan te bevelen zo veel mogelijk inspanning te leveren in het plantraject om de maatschappelijke haalbaarheid deze locaties te bewerkstelligen. Daarom worden de locaties A, B, C en D geselecteerd om mee te nemen in de varianten 2 en 4. In totaal betreft het 1 km

### Betrouwbaarheid van de ramingen

Voor ramingen ten behoeve van deze varianten studie is overeengekomen dat deze minimaal een betrouwbaarheid van 60% dienen te hebben. Onze inschatting is dat voor de onderliggende raming voor elke locatie hieraan ruim voldaan wordt. Grootste onnauwkeurigheid wordt veroorzaakt door het gebruik van de AHN als grondslag voor de hoogtes, maar deze onnauwkeurigheid zal ruim binnen de 40% vallen.

In de geraamde bouwkosten is geen rekening gehouden met verwervingskosten van de grond. Drie van de geselecteerde locaties zijn eigendom van een mede-overheid. Locatie C is in particulier bezit. Wanneer rekening gehouden wordt met grondverwerving zal voor deze locatie de som van bouwkosten en verwervingskosten waarschijnlijk iets meer zijn van € 250,-- per m.

### Aandachtpunten bij uitwerking

- Voor alle locaties is de eerstvolgende stap het vaststellen van de maatschappelijke haalbaarheid, in eerste instantie door een dialoog met de gemeente, in tweede instantie door gesprekken aan te gaan met grondeigenaren (1 particulier, gemeente, provincie) en omwonenden.
- Aan het eind van deze fase zullen vervolgens de hoogtes ingemeten moeten worden door het opnemen van een aantal dwarsraaien. Vervolgens kan geotechnische onderzoek worden uitgevoerd, het ontwerp uitgewerkt worden en een nieuwe raming worden opgesteld.
- Voor locatie B is bepalend of het fietspad op hoogte is. De AHN biedt onvoldoende nauwkeurigheid om dit nu te bepalen. Voorkomen moet worden dat hoge kosten gemaakt worden om het fietspad op te hogen. Overwogen kan worden om hier een deel van het traject om te vormen tot volwaardige natuurvriendelijke oever (volle breedte) en een ander deel met een smallere NVO uit te voeren, of dit deel te laten vervallen.

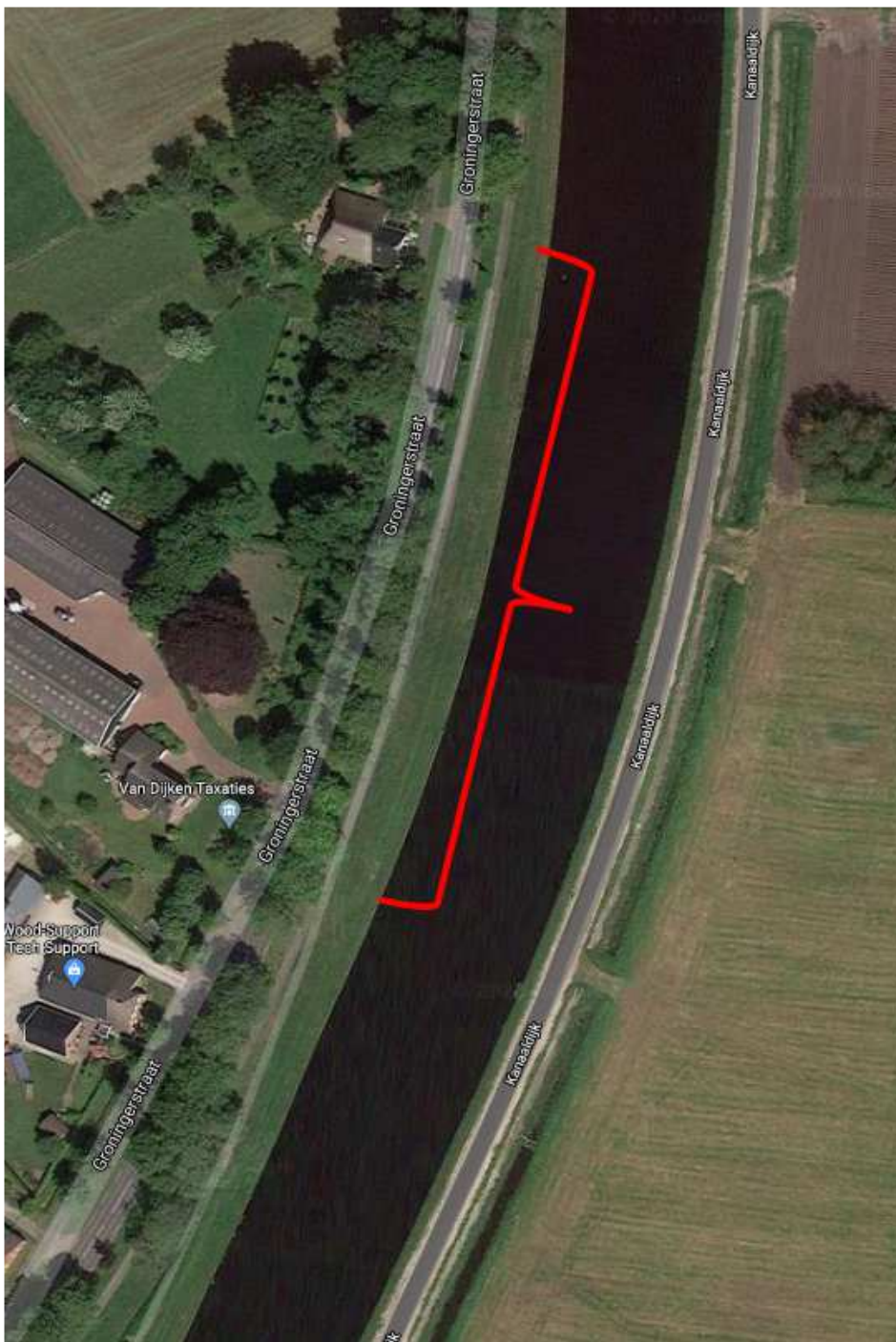
## BIJLAGE A INVENTARISATIE TRAJECTEN

## Locatie A



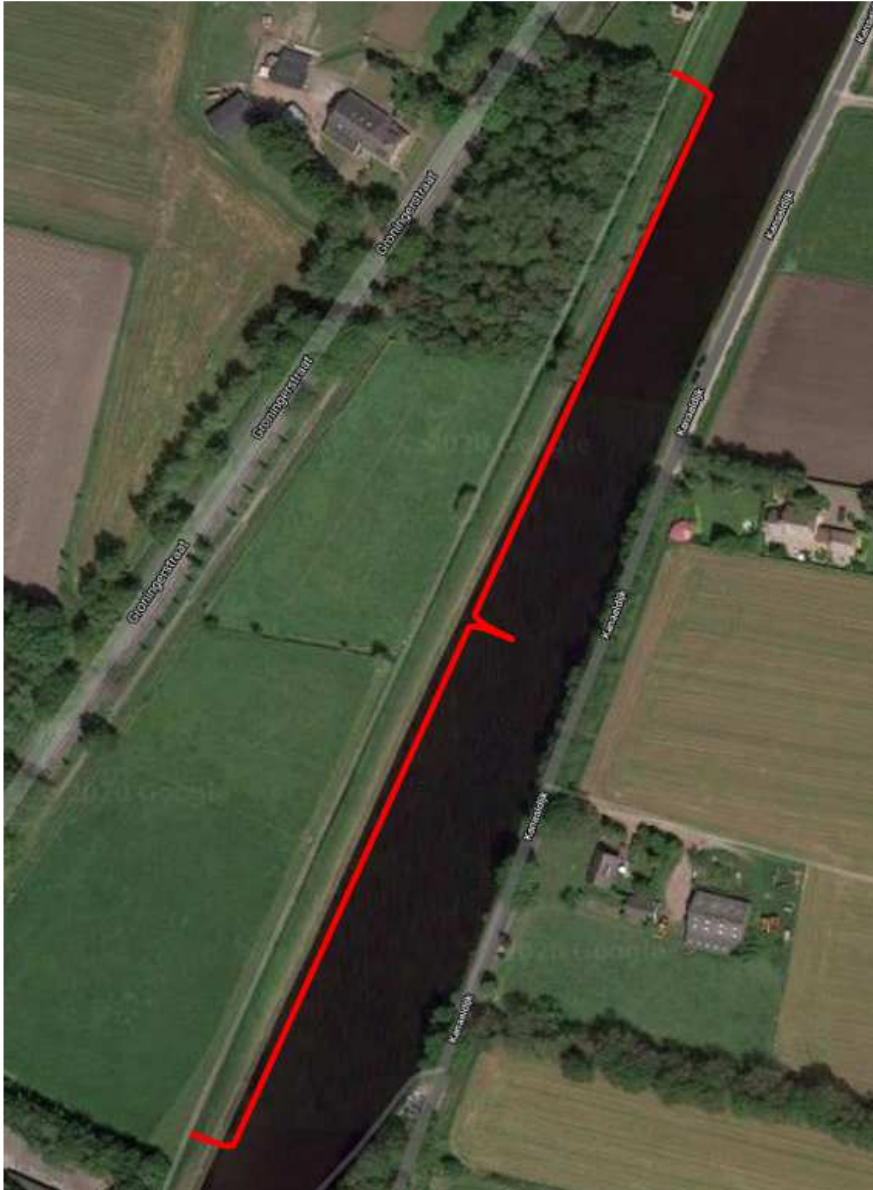
Groene kade met daarachter een bos, eigenaar provincie Drenthe. Maaiveld in bos lijkt op hoogte/nagenoeg op hoogte. Kade kan naar huidige bos verlegd worden.

## Locatie B



Over een kort traject is de open ruimte tussen kanaal en fietspad groter dan in aansluitende trajecten. De weg ligt hier bovendien hoger, zodat deze eventueel waterkerend zou kunnen worden gemaakt. Daardoor is geen afzonderlijke ruimte nodig voor een kade.

## Locatie C



Zandpad op kade,  
ruimtegebruik achter kade  
weiland en bos.  
Waarschijnlijk slechts 2  
eigenaren



## Locatie D



Groene kade met daarachter een bos (eigendom provincie Drenthe). Om kade naar huidige bos te verleggen zal het maaiveld iets opgehoogd moeten worden.

## Locatie E



Zandpad op kade, ruimtegebruik  
achter kade houtsingel met 1  
eigenaar

## Locatie F



Zandpad op kade, ruimtegebruik  
achter kade weiland met 1 eigenaar.  
Bevoegd gezag waterkering  
waterschap Noorderzijlvest.

## Locatie G



Groenstrook tussen kade en damwand nabij loswal. Voormalig gronddepot (eigendom provincie Drenthe).

## Locatie H



Momenteel nog zandpad op kade, ruimtegebruik achter kade houtsingel met 1 eigenaar. In 2021 wordt naar verwachting hier fietspad aangelegd.

## Locatie I



Zandpad op kade, ruimtegebruik achter kade weiland, houtsingels enkel bosje. Diverse eigenaren. Bevoegd gezag waterkering waterschap Noorderzijlvest.

## BIJLAGE B UITGETEKENDE DWARSPROFIELEN O.B.V. AHN3

## BIJLAGE C KOSTENRAMING O.B.V. KENTALLEN



## COLOFON

MEMO NVO'S BUITEN HET KANAALPROFIEL  
VARIANTENSTUDIE NVO NOORD-WILLEMSKANAAL

### AUTEUR

Henk Hazelhorst

### ONZE REFERENTIE

### DATUM

6 augustus 2020

### STATUS

Concept

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

## BIJLAGE E - MEMO BREUKSTEEN NVO

## AANVULLING VARIANTENSTUDIE NVO NOORD-WILLEMSKANAAL

Uit de uitgevoerde concept-variantenstudie bleek dat voor het gehele studietraject geen onderzochte variant voldeed aan het knock-outcriterium van € 250 per strekkende meter aan investeringskosten. Voor een enkele specifieke locatie buiten het kanaalprofiel werd wel aan dit criterium voldaan. Als vervolg daarop hebben wij onderzoek gedaan of er een variant is die wel past binnen het beschikbare investeringsbudget. Voor het meest gunstige traject qua diepte en kosten hebben wij een aantal opties onderzocht. Het betreft een traject van 940 m ten noorden van de A28, aan de oostkant van het kanaal, dat relatief gunstig is qua diepte, en daarmee ook qua kosten en beslag op het vaarwegprofiel.

### Uitgangspunten/ werkwijze

- Locatie: locatie 8 uit de variantenstudie, oostzijde kanaal vanaf circa km 10.4 t/m 11.4
- 7 uit de beschikbare multibeammeting gegenereerde dwarsprofielen. Het betreft een peiling van eind 2018 in opdracht van de Provincie Drenthe t.b.v. het bepalen van eventueel noodzakelijke baggerwerkzaamheden.
- Bij deze multibeam-meting wordt alleen de bovenzijde van de waterbodem in beeld gebracht. Een constructie t.b.v. de NVO dient echter op de vaste bodem ontworpen te worden. Daarom is de multibeammeting als best-case aangehouden en is voor een meer realistische schatting het niveau van 0,5 m beneden de multibeammeting aangehouden.
- In deze profielen zijn opties getekend (zie bijlage 1) die onder "Uitgewerkte opties" nader worden beschreven.
- In deze profielen zijn tevens de te hanteren scheepvaartprofielen ingetekend volgens het PvE, die met de provincie Drenthe zijn afgestemd. Het betreft het thans geldende normale profiel en het zogenaamde krappe profiel. Dit laatste is voor de provincie in principe een aanvaardbaar profiel gezien de beperkte scheepvaartdruk op het kanaal. Zie bijlage 2 voor een toelichting.
- Vervolgens is getoetst of bij aanleg van de NVO het vaarwegprofiel nog past. Bij voorkeur zou het normale profiel moeten passen, als dat echter onmogelijk is, is het krappe profiel aangehouden. Indien nodig is het krappe profiel verschoven om aanleg van de NVO mogelijk te maken
- Vervolgens zijn vanuit de dwarsprofielen de hoeveelheden bepaald. Hierbij is een minimumhoeveelheid bepaald (gemeten bodem = vaste bodem) en een maximumschatting (vaste bodem = gemeten bodem + 0,5 m). Met behulp daarvan is een investerings-kostenraming opgesteld.
- Daarnaast zijn de kosten van een tijdelijke beschoeiing aangegeven. Deze is bedoeld om een zich ontwikkelende vegetatie te laten aanslaan. Op basis van de CUR 201 wordt bij de opties 1, 2 en 3 ervan uitgegaan dat zonder tijdelijke extra luwte zich onvoldoende vegetatie zal ontwikkelen. Uitgegaan is van een levensduur van minimaal 3 jaar voor deze tijdelijke beschoeiing. Er is geen rekening gehouden met de kosten van het opruimen na 3 jaar.
- Tot slot zijn kosten kwalitatief afgewogen ten opzichte van de overige aspecten in het toetsingskader van de variantenstudie. De afweging heeft niet plaats gevonden ten opzichte van de reeds onderzochte varianten.

### Uitgewerkte opties

- **Optie 1: basisoptie** is gebaseerd op de bij de tender-uitvraag meegestuurde schets. De kern van de NVO wordt opgebouwd met behulp van zand en afgewerkt met behulp van een circa 40 cm dikke breuksteenlaag. Direct aansluitend aan de bestaande damwand ligt de oever op 0,20 m beneden streefpeil. Dit loopt af naar 1m beneden streefpeil op 4m afstand uit de oever. Eventueel wordt de breuksteen hier na aanleg ingestrooid met grond, om een betere beworteling mogelijk te maken. Vervolgens wordt de oever afgerond met een 1:3 talud tot aan de bodem van het kanaal.. CUR 201 gaat uit van een talud van 1:3, in een latere planfase kan onderzocht worden of een optimalisatie mogelijk is. Voor tijdelijke beschutting is een eenvoudige paalschot beschoeiing waarschijnlijk niet geschikt, gezien de bodemdiepte (1 m) waarop deze geplaatst moet worden en het ontbreken van gronddruk aan de achterzijde. Daarom wordt uitgegaan van een paalschot met een meer dan normaal robuuste constructie of een palenrij, beide vergelijkbaar in kosten.
- In **Optie 2: Basisoptie + stortsteendam -70cm** is op 4m afstand uit de bestaande damwand een dammetje opgenomen, waarvan de kruin op 70 cm beneden streefpeil ligt. De kruin is 0,50 m breed. Het dammetje zorgt voor een zekere mate van luwte, waardoor de breuksteen in de eigenlijke natuurvriendelijke oever (0-4 m vanuit de damwand) achterwege kan blijven. Voor tijdelijke beschutting is in de ramingen met een paalschot-beschoeiing rekening gehouden.

- **Optie 3** Basisoptie + stortsteengronddam -50cm kent dezelfde opbouw als optie 2. De kruin van het dammetje ligt echter op 0,5 m onder streefpeil.

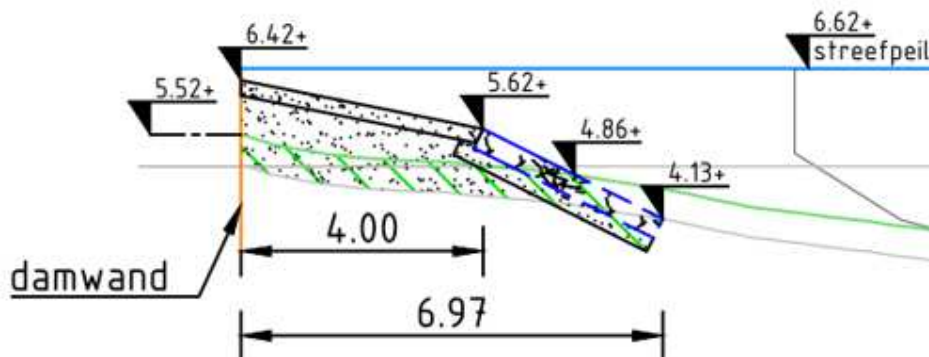
De kosten van elke optie zijn op 2 manieren geraamd: De a-versie is de kale optie zoals hiervoor beschreven. In de b-versie wordt voor de eerste 3 jaar een beschoeiing geplaatst.

Omdat voor deze drie opties niet werd voldaan aan het knock-out criterium is een minimale optie uitgewerkt:

- **Optie 4** Basisoptie met steiler talud en minimalisatie van de hoeveelheid stortsteen. Deze optie is hieronder als uitsnede uit de tekening weergegeven.
  - In de eigenlijke natuurvriendelijke oever (het relatief vlakke deel) wordt niet afgedekt met breuksteen. Hier wordt grof zand in de bovenste laag gebruikt.
  - Het talud van de constructie wordt 1:2 in plaats van 1:3
  - De laagdikte van de breuksteen wordt teruggebracht van 42 cm naar 35 cm
  - Onder deze laag breuksteen wordt een filterlaag van 25 cm aangebracht met grof zand om uitspoeling van zand door de openingen in de breuksteen te voorkomen.

Optie 4 wijkt af van de CUR201 en van het opgesteld PvE. Er wordt weliswaar een ondiepe oever gecreëerd, maar geen extra luwte. Ook zitten in de schets diverse aannames die in het vervolgtraject geverifieerd moeten worden.

Figuur 1: Schets optie 4



## Constateringen op basis van tekenwerk

- Bij geen enkele optie past de combinatie van de aanleg van een NVO met het normale vaarweg profiel. Daarom wordt uitgegaan van toepassing van het krappe vaarweg profiel.
- Ook zonder aanleg van een NVO zal moeten worden gebaggerd om aan het krappe vaarwegprofiel te voldoen. Klaarblijkelijk is er op deze locatie qua vaarwegbeheer sprake van een onderhoudsbehoefte.
- In alle gevallen past het krappe vaarwegprofiel bij de aanleg van de NVO. In sommige gevallen moet daartoe wel de aslijn van het kanaal in westelijke richting worden verschoven.
- Vanuit de profielen zijn wel de hoeveelheden te baggeren waterbodemp opgemaakt. Een deel hiervan is achterstallig vaarwegonderhoud en een deel wordt direct veroorzaakt door de aanleg van de NVO. Wat de onderlinge verdeling is, is nog onduidelijk. Daarom zijn deze hoeveelheden niet meegenomen in de kostenramingen.

## Investeringskosten

De raming van de kosten is los toegezonden aan de opdrachtgever. Hierin wordt gewerkt met een minimum en maximum hoeveelhedsraming en kostenraming. De minimum raming gaat uit van de aanname dat de vaste kanaalbodemp gelijk is aan de met de multibeam gemeten bodemp. De maximum raming gaat uit van een vaste bodemp die een halve meter dieper ligt dan de gemeten bodemp. Dit resulteert in een relatief grote spreiding van kosten in tabel 1.

Tabel 1: geraamde investeringskosten exclusief baggerwerk in € /m1 exclusief BTW

	a-opties minimaal (zonder beschutting, vaste bodem = gemeten bodem)	a-opties maximaal (zonder beschutting, vaste bodem = gemeten bodem -0,5m)	b-opties minimaal (met beschutting, vaste bodem = gemeten bodem)	b-opties maximaal (met beschutting, vaste bodem = gemeten bodem – 0,5m)
<b>Optie 1 Basisoptie</b>	€427	€612	€ 681	€885
<b>Optie 2 Basisoptie + breuksteendam 70cm</b>	€591	€886	€648	€886
<b>Optie 3 Basisoptie + breuksteendam 50 cm</b>	€574	€803	€632	€ 803
<b>Optie 4 Basisoptie met steiler talud en minimalisatie hoeveelheid stortsteen</b>	€237-	€333	Niet beschouwd	Niet beschouwd

De kosten van de opties 1, 2 en 3 zijn qua orde van grootte nagenoeg gelijk aan de geraamde kosten in de eerdere variantenstudie. Alleen optie 4 is goedkoper van het knock-out criterium, als uitgegaan wordt van de aanname dat de multibeammeting een goede indicatie geeft van de diepteligging van de vaste bodem van het kanaal.

Daarbij moet er in ogenschouw genomen worden dat de ramingen in de eerder uitgevoerde delen van de variantenstudie gebaseerd zijn op de diepte van de vaste bodem op een halve meter onder het met de multibeam ingemeten niveau.

### Afweging overige aspecten:

- **Levensduurkosten:** de kosten voor onderhoud zijn voor optie 1a en 1b relatief hoog. Ten gevolge van de aanwezige breuksteen is het maaien van de NVO relatief lastig en daardoor tijdsintensief.
- **Ecologie:** De opties 1a, 1b en 4 hebben het risico dat er onvoldoende luwte ontstaat/ in stand blijft, waardoor de flora onvoldoende aan zou kunnen slaan. Dit kan gemonitord worden. Als blijkt dat de flora zich onvoldoende ontwikkeld, is er bij optie 4 een terugval-scenario. Omdat de eigenlijke natuurvriendelijke oever uit zand bestaat, kan hier later alsnog een constructie worden geplaatst die extra luwte laat ontstaan. Dat kan niet bij de opties 1a en 1b  
De opties 3a en 3b zijn wat dat betreft beter, maar scoren minder dan de in de variantenstudie onderzochte varianten. Optie 2 scoort tussen optie 1 en 3 in.
- **Hinder** voor de scheepvaart: In alle gevallen is er enige hinder voor de scheepvaart omdat het krappe vaarwegprofiel moet worden ingesteld. Optie 4 scoort wat dat betreft het beste.
- **Hergebruik van materialen.** Er is voor alle opties weinig potentie voor hergebruik van materialen. Hergebruiksbreuksteen is weinig voorhanden. De zandkern dient als fundatie voor de breuksteen en moet opgebouwd worden met homogeen zand. In tegenstelling tot eerder verkende varianten is er geen of weinig mogelijkheid om baggerspecie uit het kanaal nuttig te gebruiken.
- **Planologie en vergunningen** (risico's vanuit conditionering): alle opties passen binnen het bestemmingsplan.
- **Ruimtelijke kwaliteit:** de ruimtelijke kwaliteit verbetert als er zich een goede vegetatie ontwikkeld.
- **Waterveiligheid:** de waterveiligheid blijft gegarandeerd.

### Conclusies

- Bij alle onderzochte opties past de aanleg van een natuurvriendelijke oever niet in binnen het normale vaarwegprofiel, maar het krappe vaarwegprofiel is wel mogelijk, zij het dat de aslijn van het kanaal soms verschoven moet worden in westelijke richting. Het meest gunstig is optie 4.

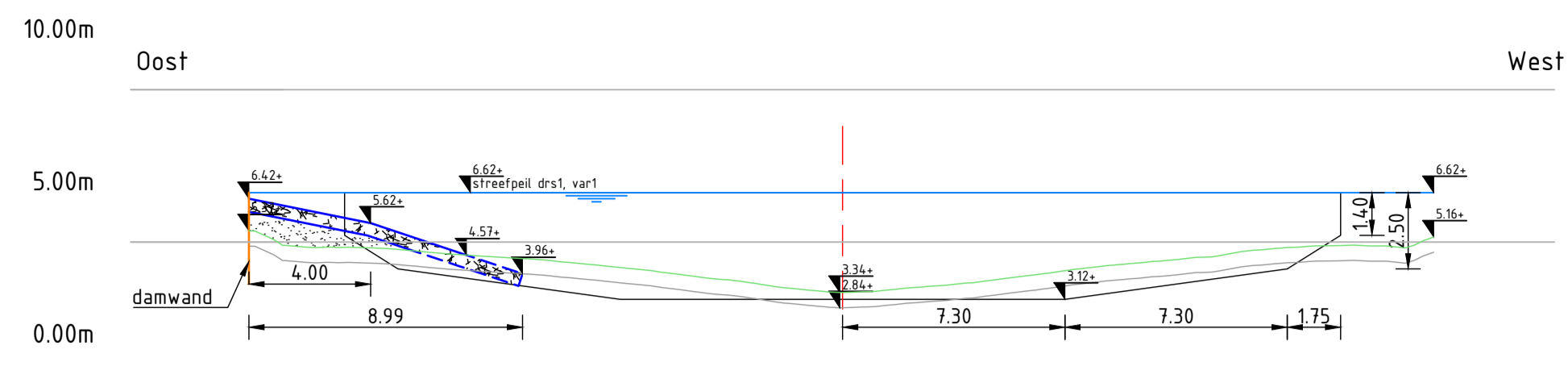
- Ook zonder aanleg van een NVO zal moeten worden gebaggerd om aan het krappe vaarwegprofiel te voldoen. Klaarblijkelijk is er op deze locatie qua vaarwegprofiel sprake van een onderhoudsbehoefte.
- De kosten zijn voor opties 1, 2 en 3 qua orde grootte nagenoeg iets lager of gelijk aan de geraamde kosten in de eerdere variantenstudie. Alleen optie 4 is goedkoper dan het knock-out criterium, als uitgegaan wordt van de aanname dat de multibeammeting een goede indicatie geeft van de diepteligging van de vaste bodem van het kanaal.
- Vanuit kostenooipunt is het logisch optie 4 mee te nemen in de varianten studie als variant 5 in combinatie met de aanleg van nvo's buiten het kanaalprofiel.

## Risico's

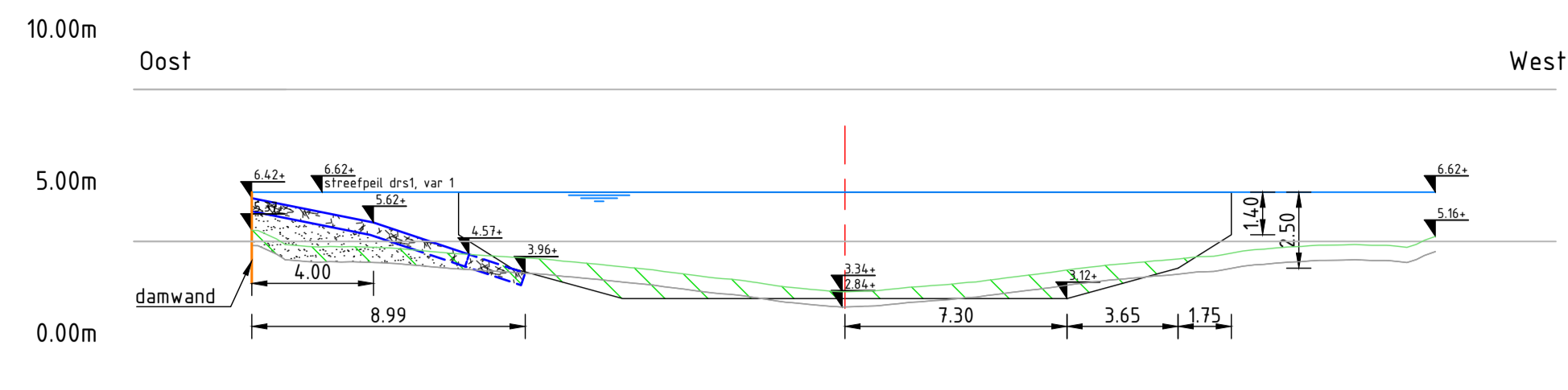
Bij keuze voor optie 4 onderscheiden we aan aantal risico's die in het vervolgtraject geverifieerd moeten worden Deze risico's zijn groter dan bij de eerder onderzochte damwandconstructies en hebben betrekking op:

1. Het aanslaan van de waterflora (er wordt wel verondieping gerealiseerd, maar geen beschutting tegen golfslag van scheepvaart). Dit risico kan alleen proefondervindelijk worden beheerst door middel van vegetatiemonitoring. Als de flora onvoldoende aanslaat, kan alsnog een beschutting (palenrij o.i.d.) geplaatst worden. In die zin is de aanleg van deze oever een no-regret-maatregel.
2. Constructierisico's, het ontwerp voldoet niet aan CUR richtlijnen (relatief steil talud, erosierisico's in het vlakke deel van de natuurvriendelijke oever, relatief dunne laag breuksteen, waardoor zand zou kunnen wegspoelen tussen de stenen). Dit risico zal bij uitwerking in het ontwerp goed bewaakt moeten worden. Het ontwerp moet zodanig worden opgesteld dat redelijkerwijs verwacht kan worden dat de constructie na aanleg niet faalt. Dit kan eventueel tot gevolg hebben dat de investeringskosten hoger worden dan nu geraamd.

## Bijlage 1: uitgetekende dwarsprofielen

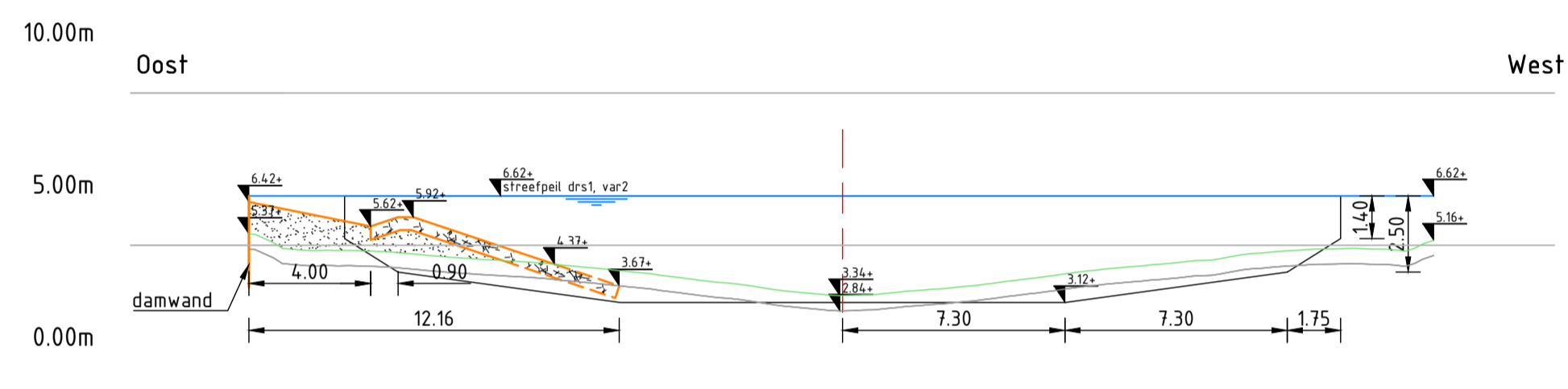
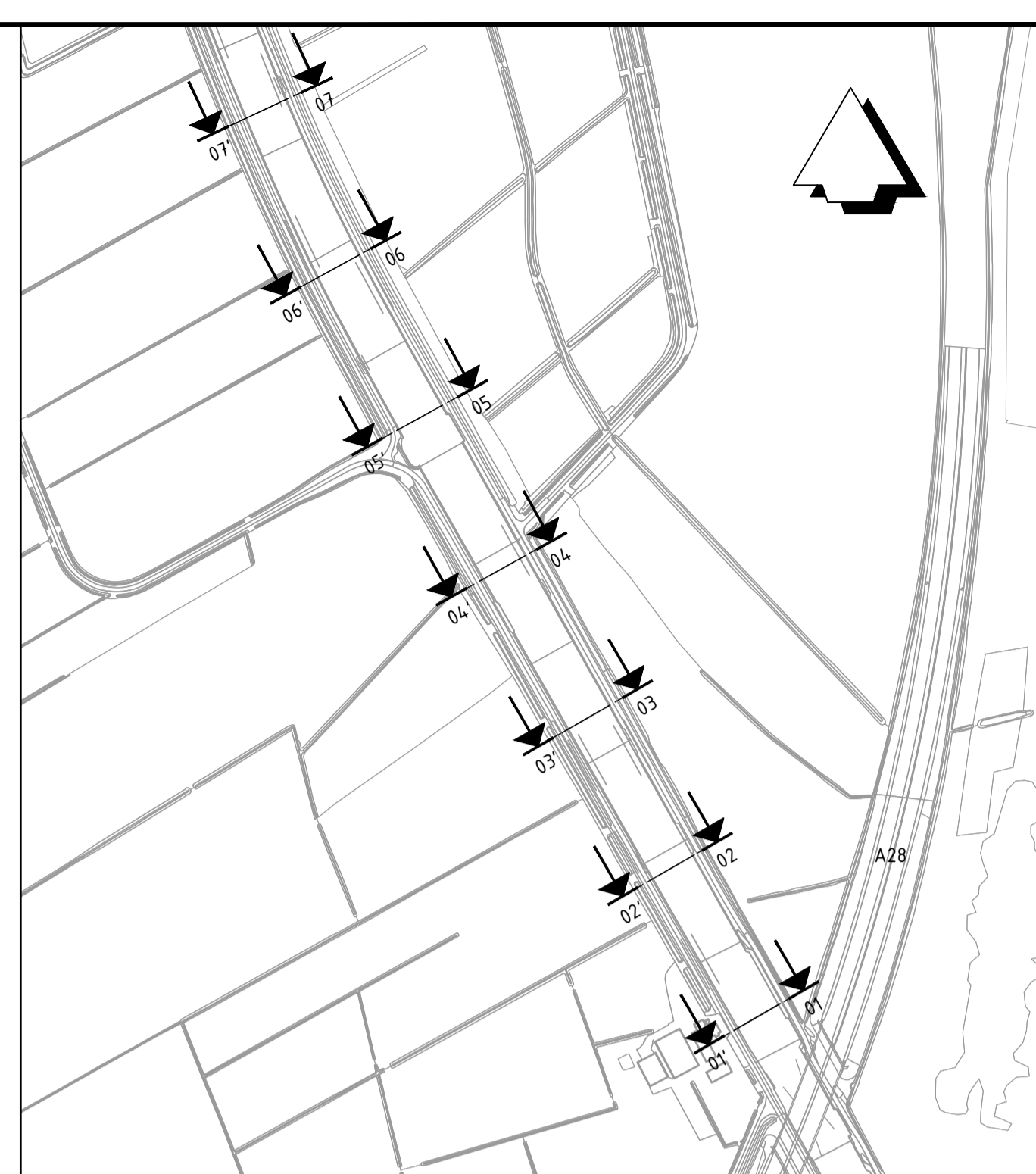


dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel normaal (HM-10.435)  
optie 1  
schaal 1:200

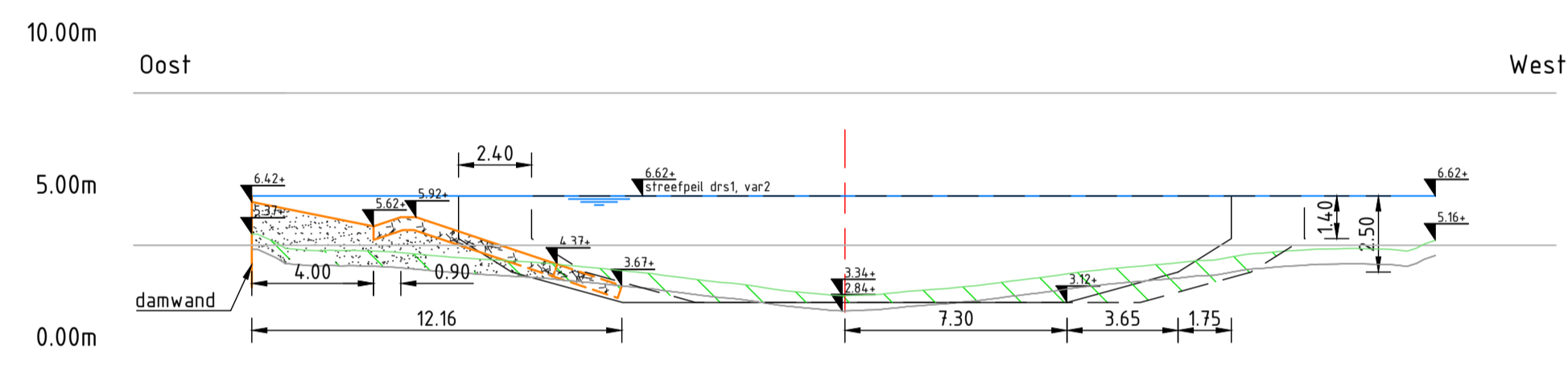


dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel krap (HM-10.435)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,07 m3/m1	3,89 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	2,88 m3/m1	5,87 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		4,36 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		13,44 m3/m1



dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel normaal (HM-10.435)  
optie 2  
schaal 1:200

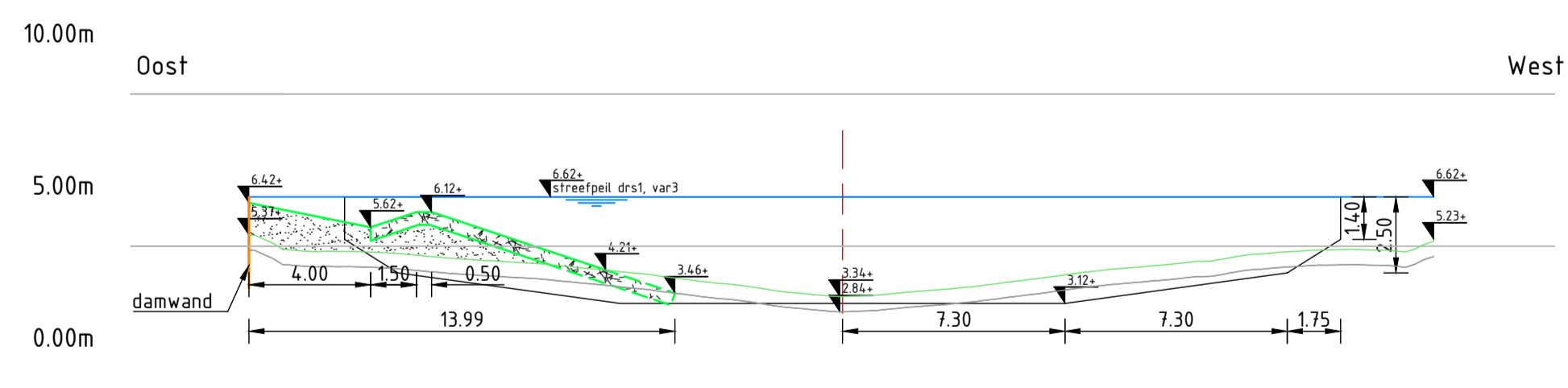


dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel krap (HM-10.435)  
optie 2  
schaal 1:200

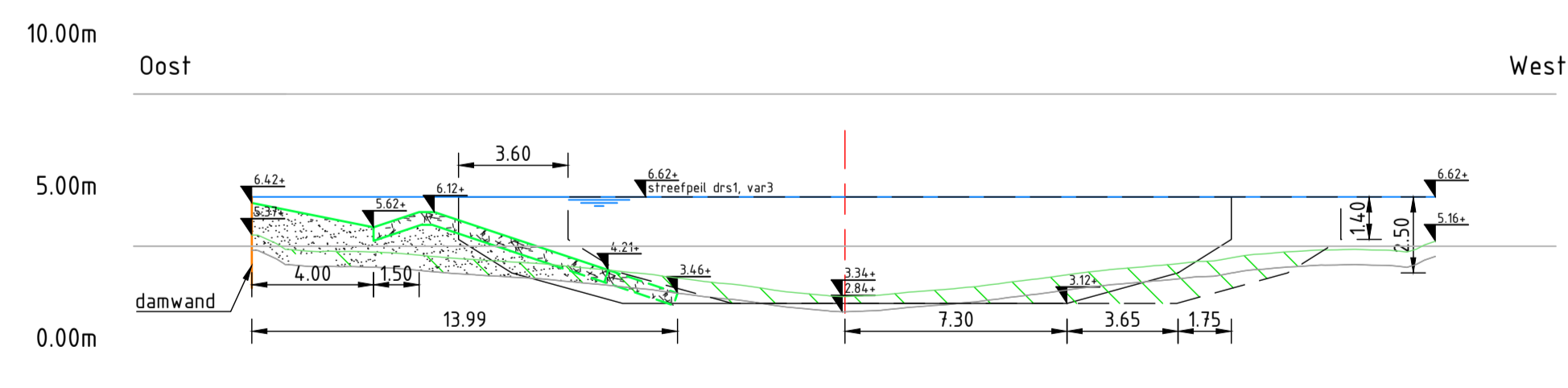
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,63 m3/m1	3,57 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	6,37 m3/m1	11,01 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		5,94 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		13,96 m3/m1

**Legenda**

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel normaal (HM-10.435)  
optie 3  
schaal 1:200

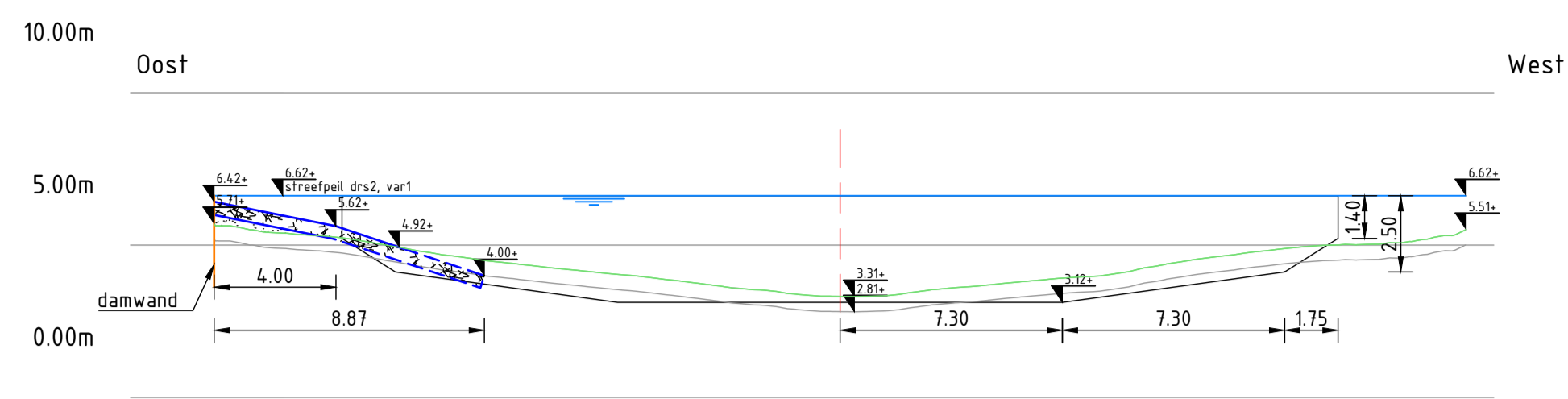


dwarsprofiel 1, vaarwegprofiel krap (HM-10.435)  
optie 3  
schaal 1:200

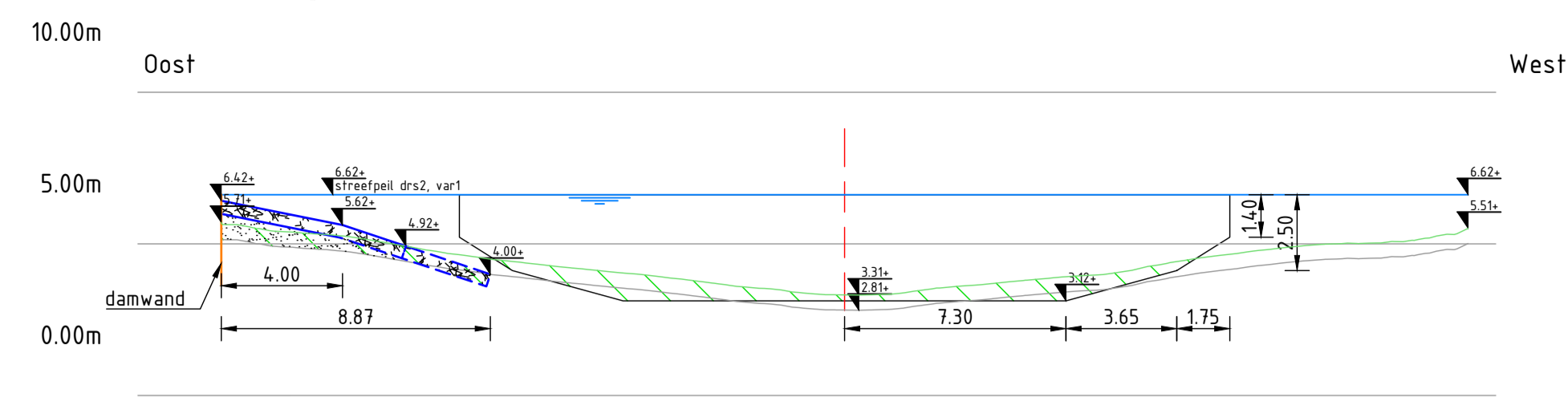
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,38 m3/m1	4,39 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	7,83 m3/m1	13,28 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,84 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		14,67 m3/m1

<p>Opdrachtgever</p> <p>Waterschap Hunze en Aa's</p> <p>Advies- en Ingenieursorganisatie</p> <p><b>ARCADIS</b> Design &amp; Consultancy for natural and built assets</p> <p>Project</p> <p>ROK A1 NVO NWK</p> <p>Projectnummer : C03081.4.00001</p> <p>Fase :</p> <p>Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 1</p>	<p>Contact</p> <p>H. Hazelhörst</p>
<p>Schaal : 1:200</p> <p>Contractnummer :</p> <p>Tekeningnummer : 1</p>	<p>Bladformaat : A1</p> <p>Bladnummer : 1 van 7</p> <p>Status : <b>concept</b></p>



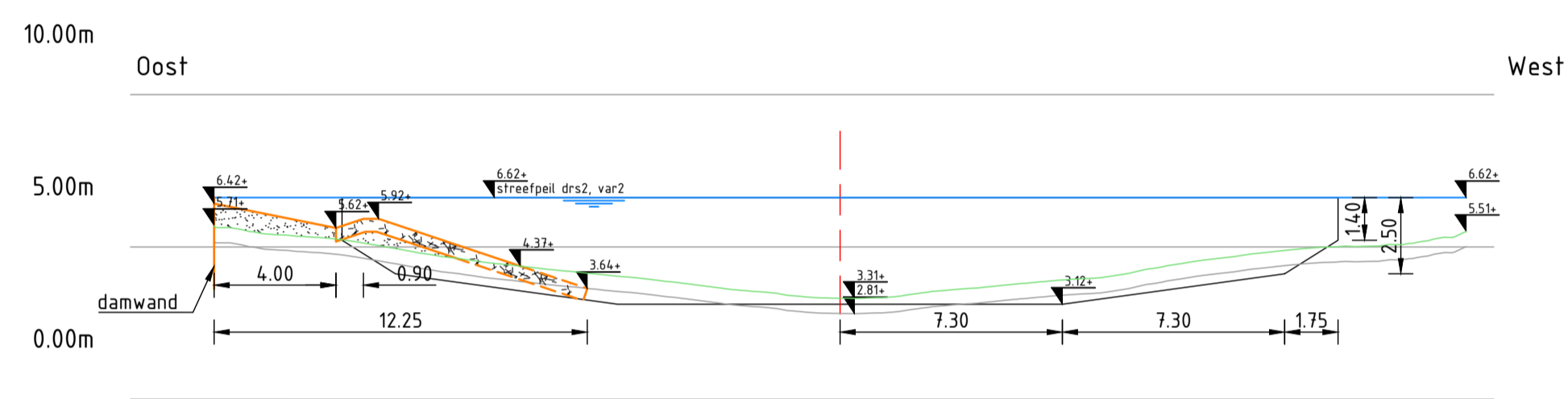
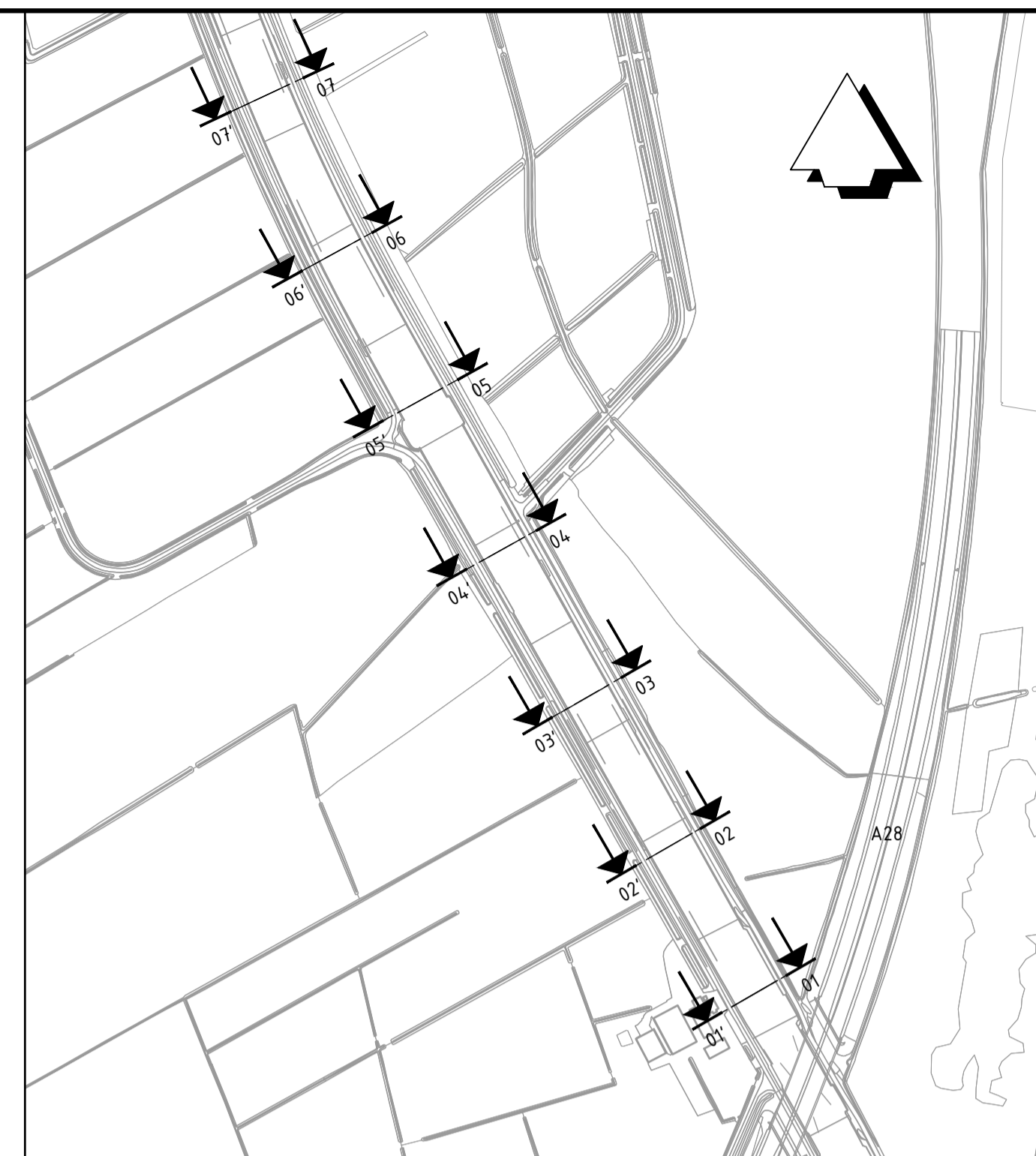


dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel normaal (HM-10.585)  
optie 1  
schaal 1:200

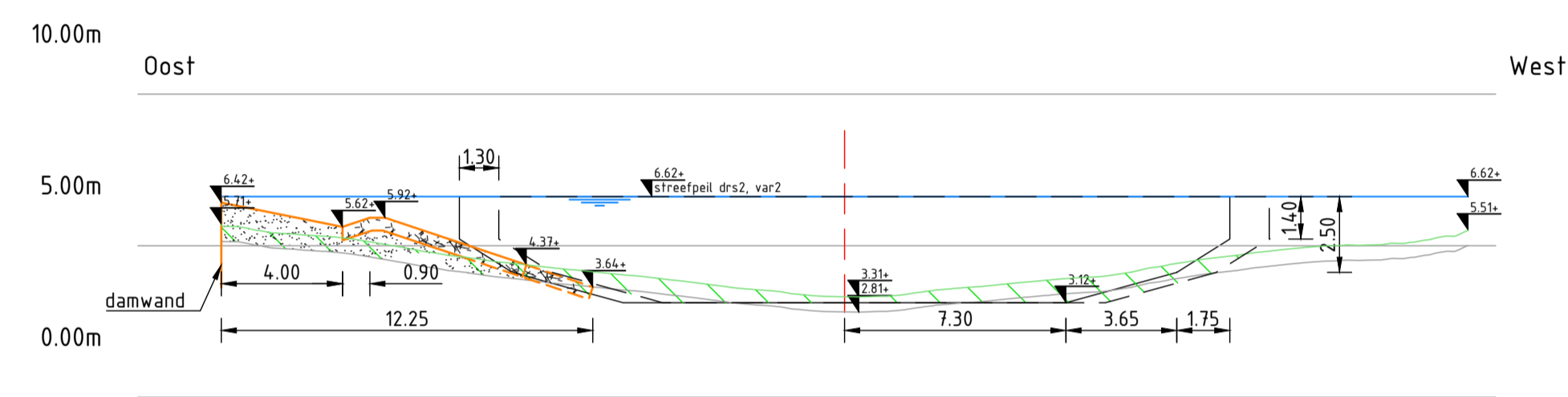


dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel krap (HM-10.585)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,67 m3/m1	3,84 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	0,64 m3/m1	3,11 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		4,06 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		11,35 m3/m1



dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel normaal (HM-10.585)  
optie 2  
schaal 1:200

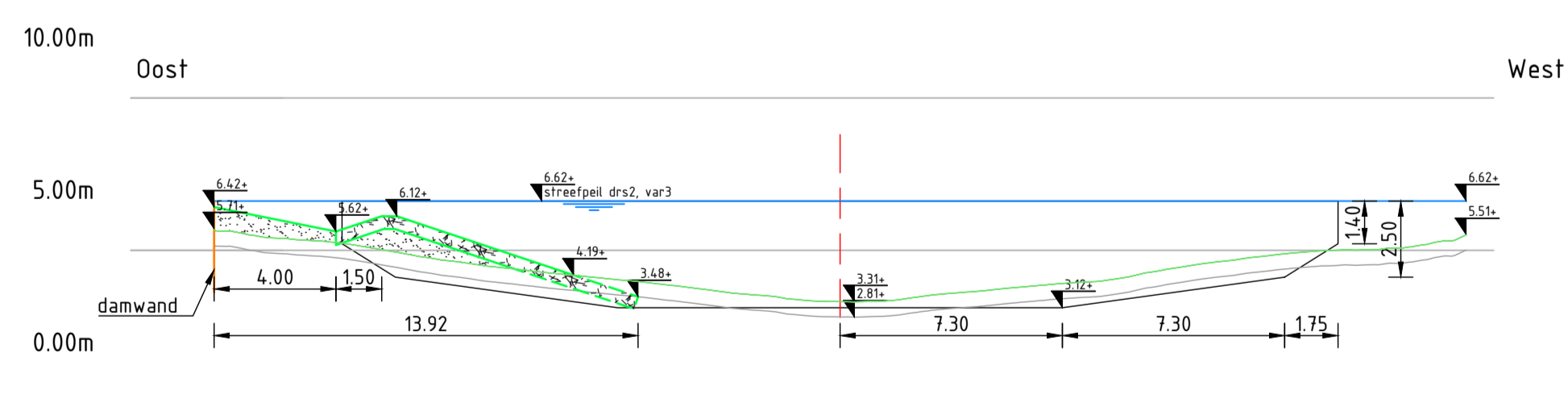


dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel krap (HM-10.585)  
optie 2  
schaal 1:200

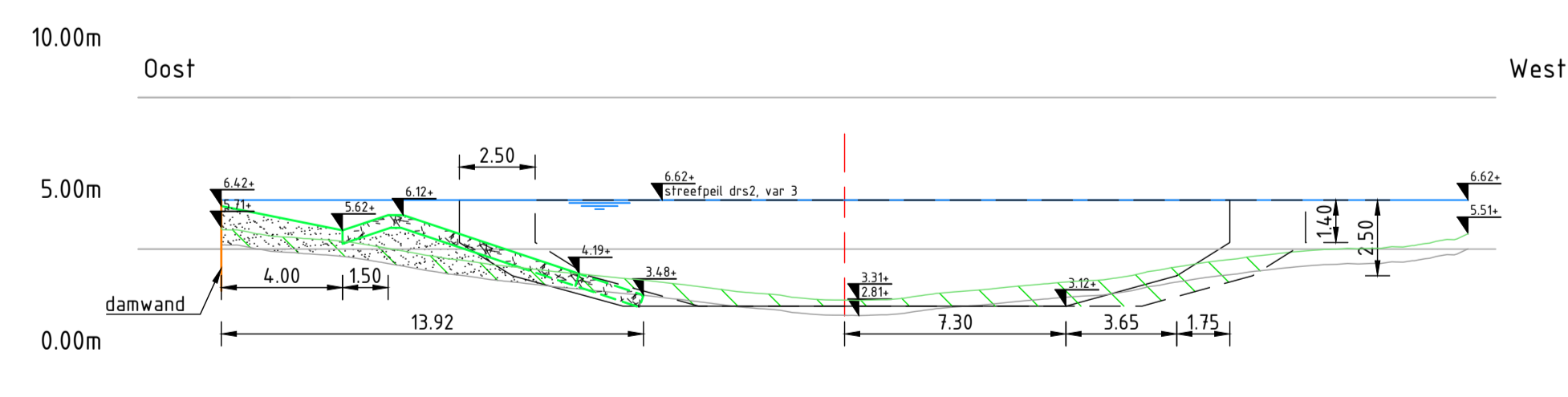
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,64 m3/m1	3,61 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	3,24 m3/m1	7,82 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		5,97 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		11,64 m3/m1

Legenda

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



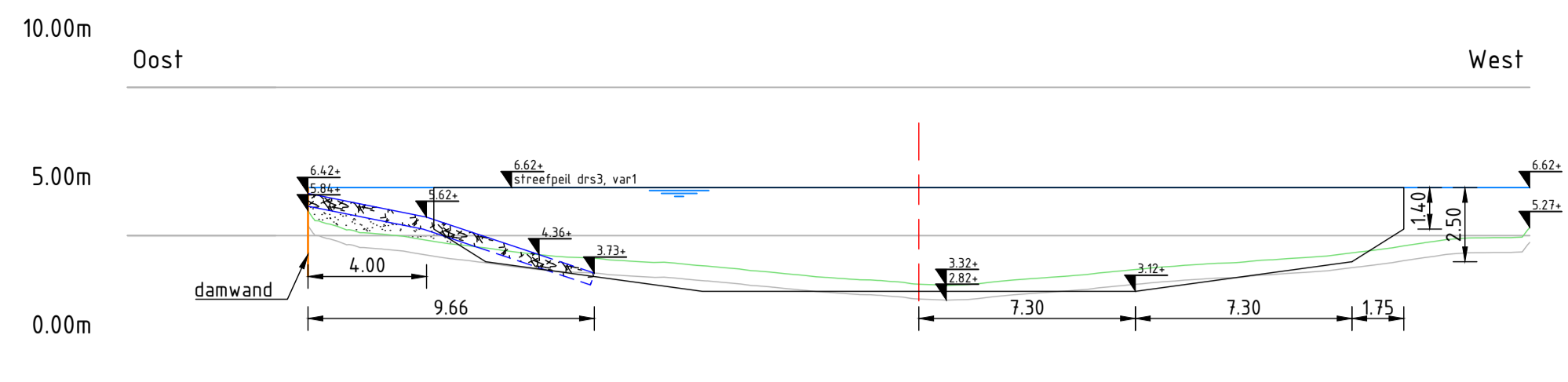
dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel normaal (HM-10.585)  
optie 3  
schaal 1:200



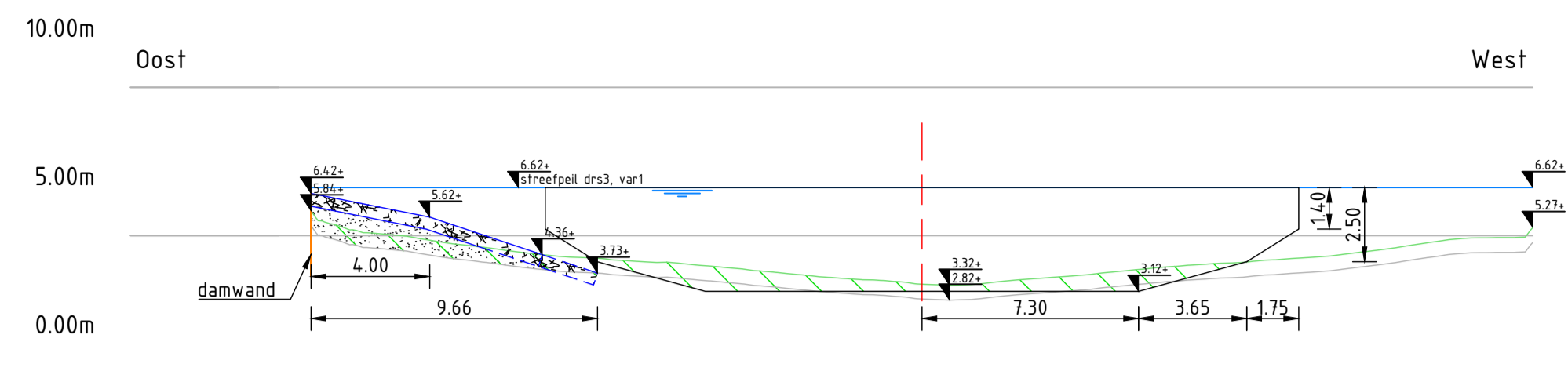
dwarsprofiel 2, vaarwegprofiel krap (HM-10.585)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,41 m3/m1	4,35 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	4,64 m3/m1	10,12 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,81 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		12,35 m3/m1

<p>Opdrachtgever</p> <p>Waterschap Hunze en Aa's</p> <p>Advies- en Ingenieursorganisatie</p> <p><b>ARCADIS</b> Design &amp; Consultancy for natural and built assets</p> <p>Project</p> <p>ROK A1 NVO NWK</p> <p>Projectnummer : C03081.4.00001</p> <p>Fase :</p> <p>Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 2</p>	<p>Contact</p> <p>H. Hazelhorst</p>
<p>Schaal : 1:200</p> <p>Contractnummer :</p> <p>Tekeningnummer : 1</p>	<p>Bladformaat: A1</p> <p>Bladnummer : 2 van 7</p>
<p>Status : concept</p>	<p>Versie : A</p>

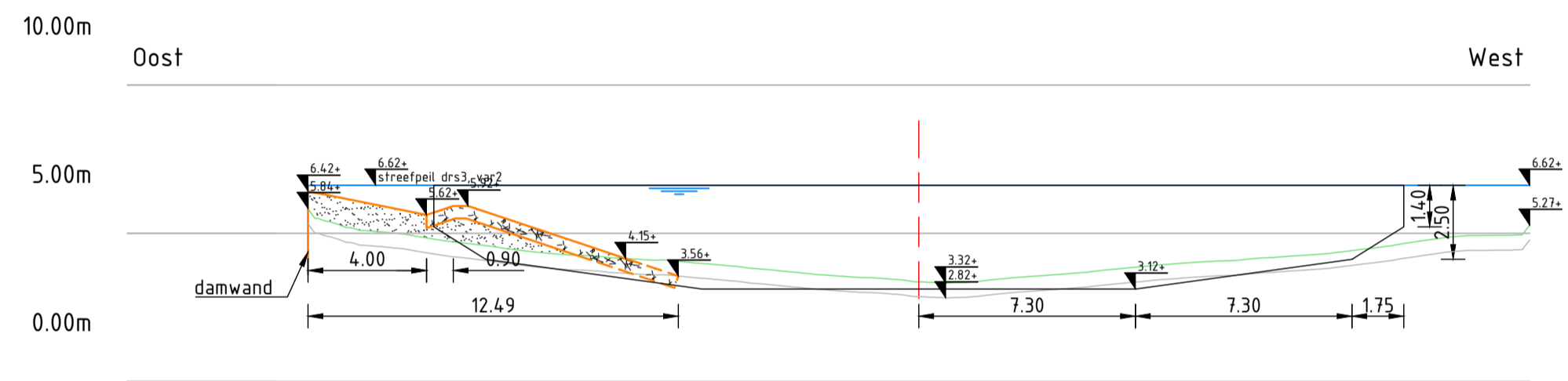
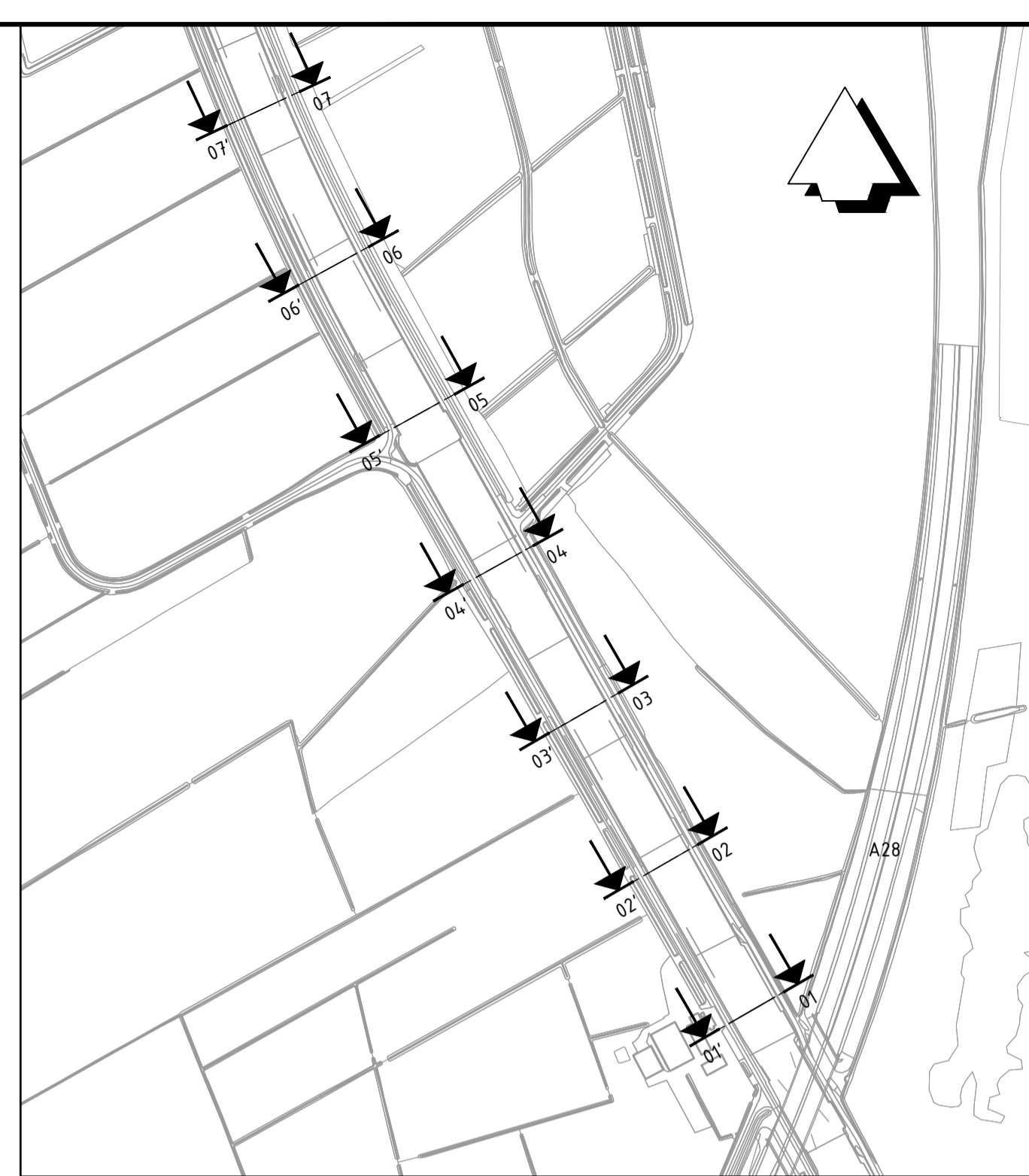


dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel normaal (HM-10.735)  
optie 1  
schaal 1:200

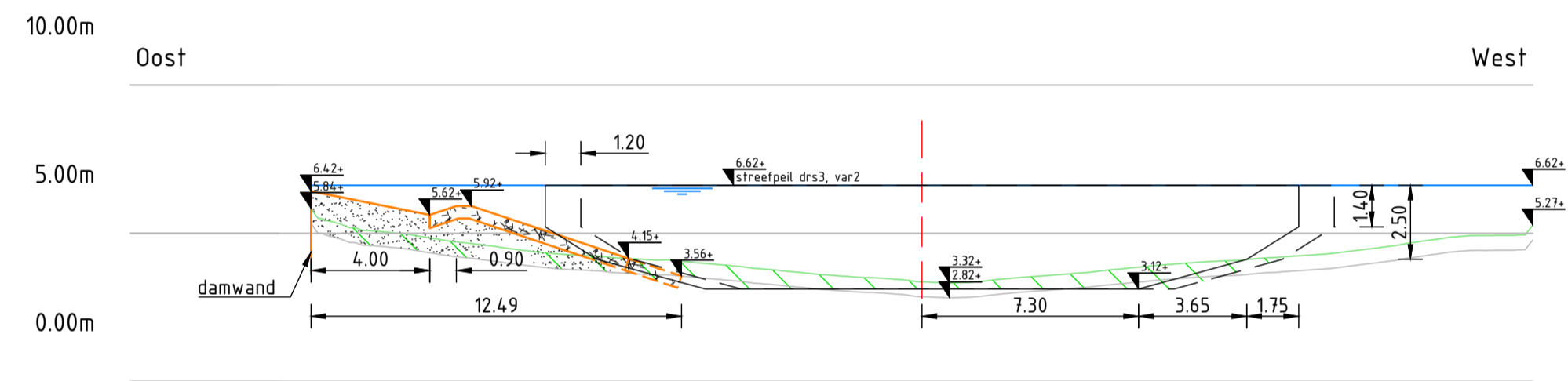


dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel krap (HM-10.735)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,37 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,19 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	2,04 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	5,48 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		4,70 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		10,18 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>



dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel normaal (HM-10.735)  
optie 2  
schaal 1:200

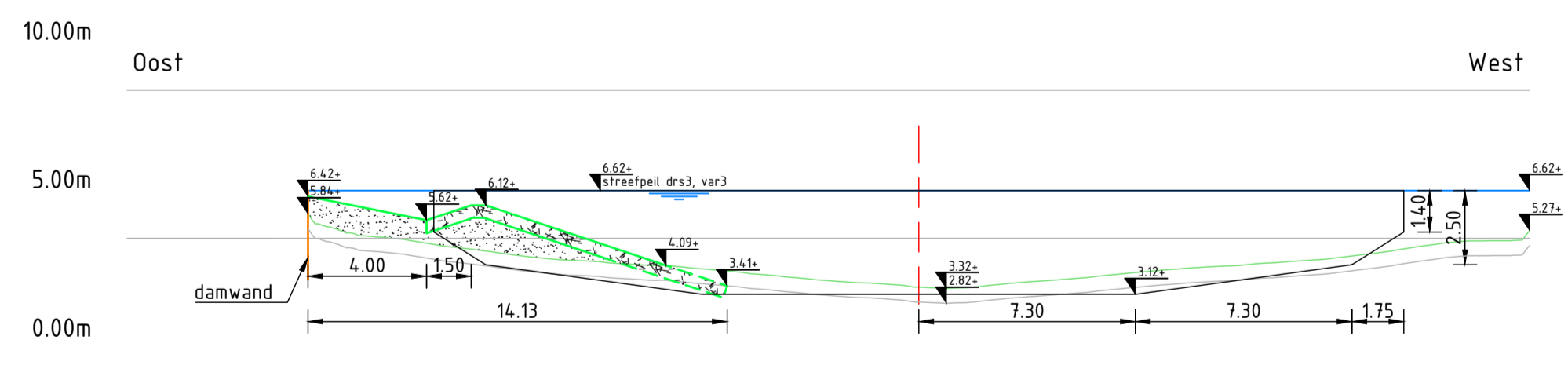


dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel krap (HM-10.735)  
optie 2  
schaal 1:200

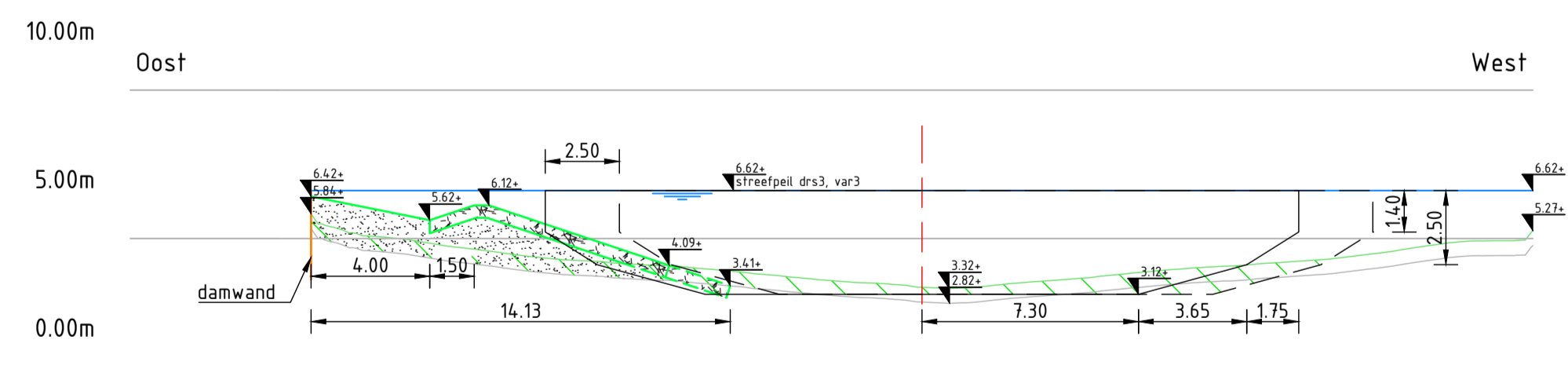
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,81 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	3,72 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	5,96 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	9,26 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		6,12 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		10,15 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>

**Legenda**

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



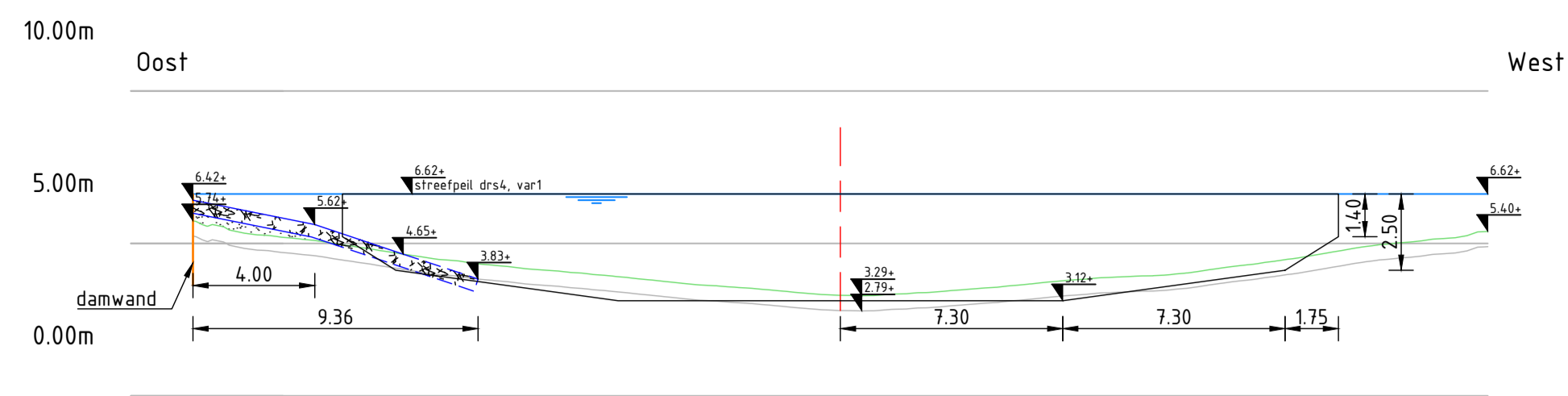
dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel normaal (HM-10.735)  
optie 3  
schaal 1:200



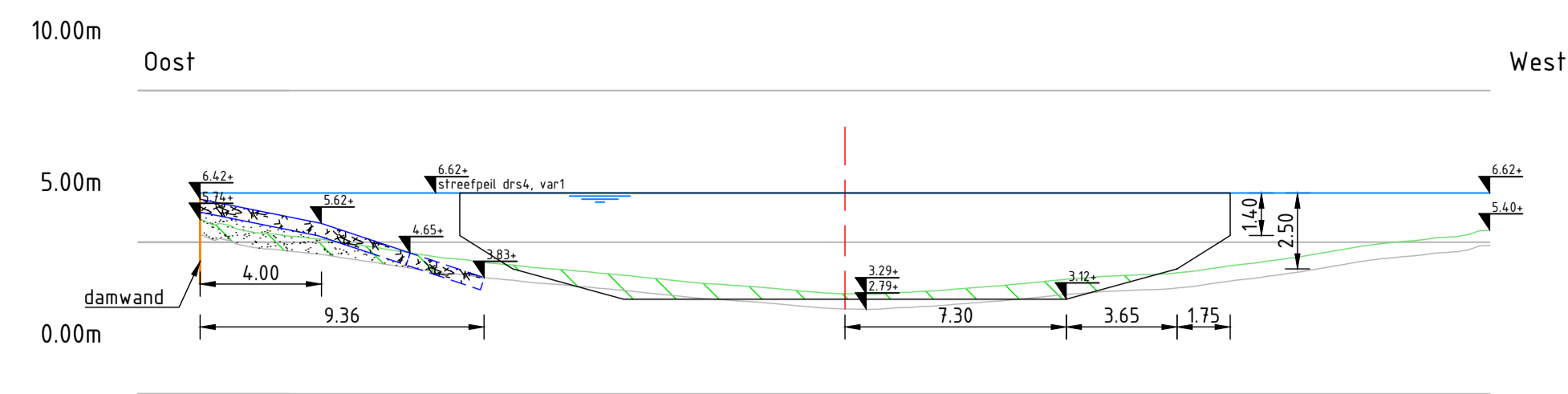
dwarsprofiel 3, vaarwegprofiel krap (HM-10.735)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,53 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,44 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	7,69 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	13,42 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		6,93 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		10,35 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>

Versie A Beschrijving opstellen profielen Datum: 03-07-2020 Get.: J. Krijt	Versie Beschrijving Datum: Get.: Con.: Vrij.:	Opdrachtgever <b>Waterschap Hunze en Aa's</b> Advies- en Ingenieursorganisatie <b>ARCADIS</b> Design & Consultancy for natural and built assets Architect Project <b>ROK A1 NVO NWK</b> Projectnummer : C03081.4.00001 Fase : <b>Profielen NVO Noord-Willemskanaal          Doorsnede 3</b>	Contact H. Hazelhorst
Schaal : 1:200 Contractnummer: Tekeningnummer: <b>1</b>	Bladformaat: A1 Bladnummer : 3 van 7	Status : <b>concept</b>	Versie: <b>A</b>

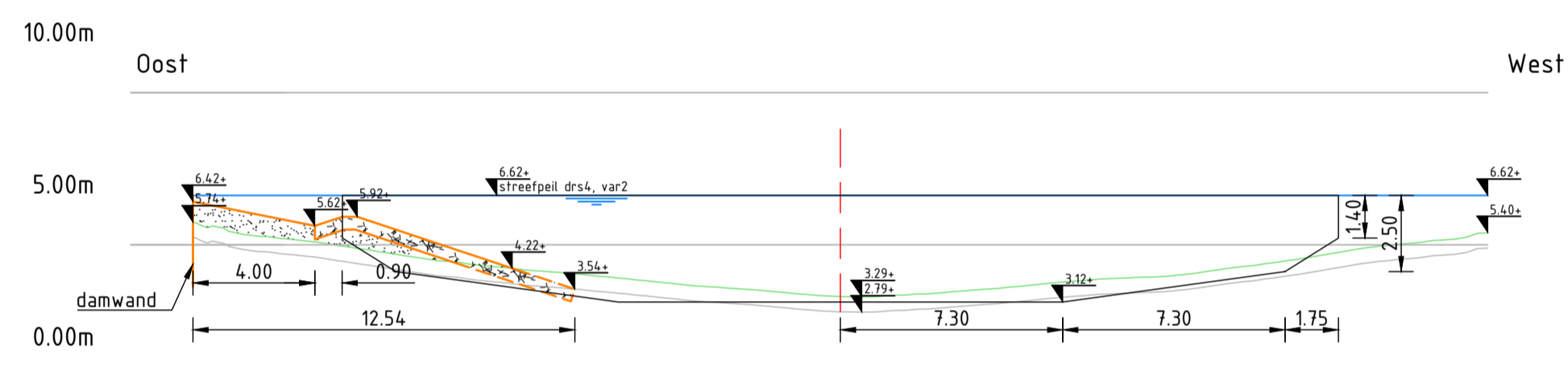
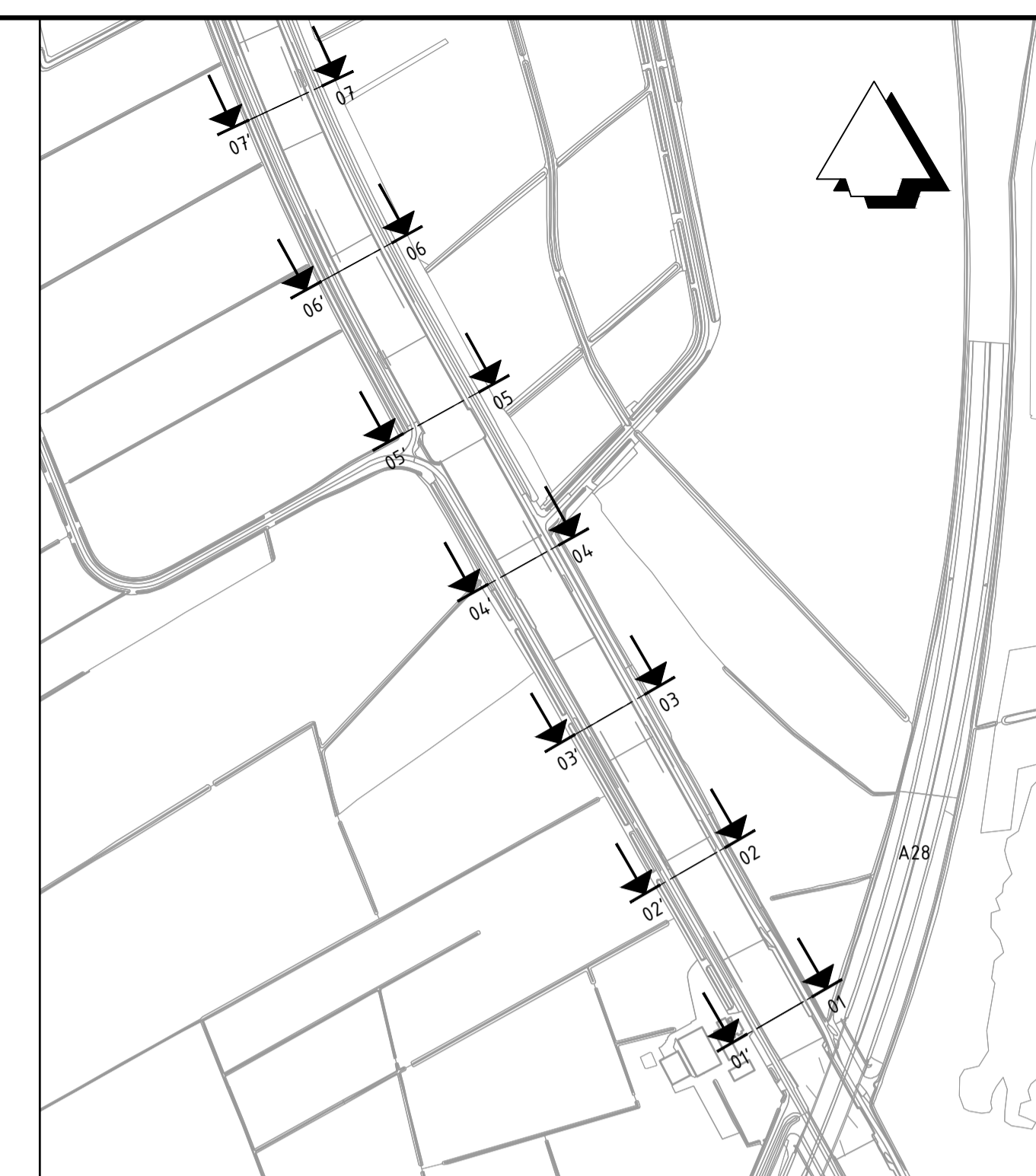


dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel normaal (HM-10.885)  
optie 1  
schaal 1:200

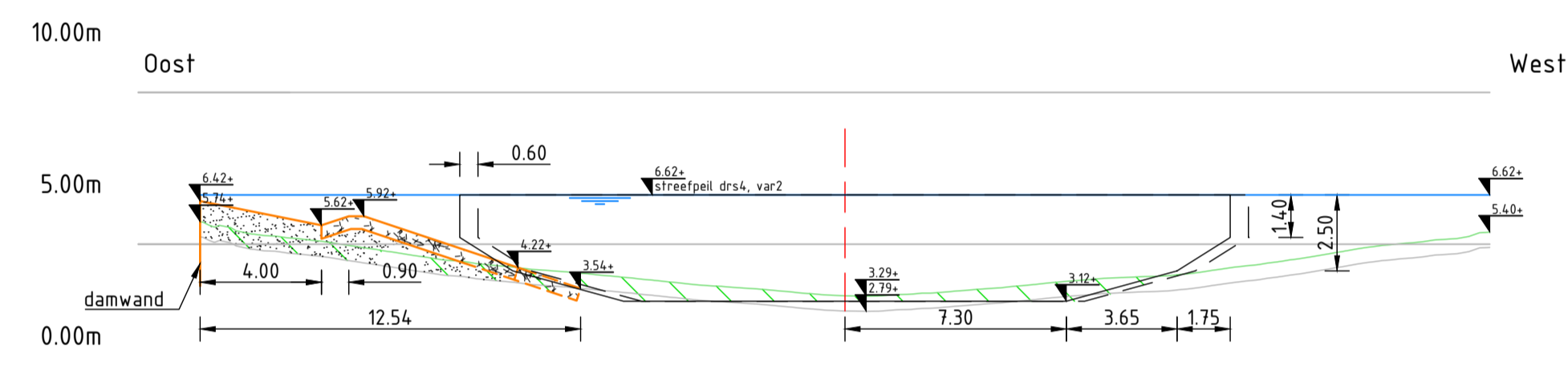


dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel krap (HM-10.885)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,98 m3/m1	4,06 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	0,98 m3/m1	3,90 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		4,52 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		8,66 m3/m1



dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel normaal (HM-10.885)  
optie 2  
schaal 1:200

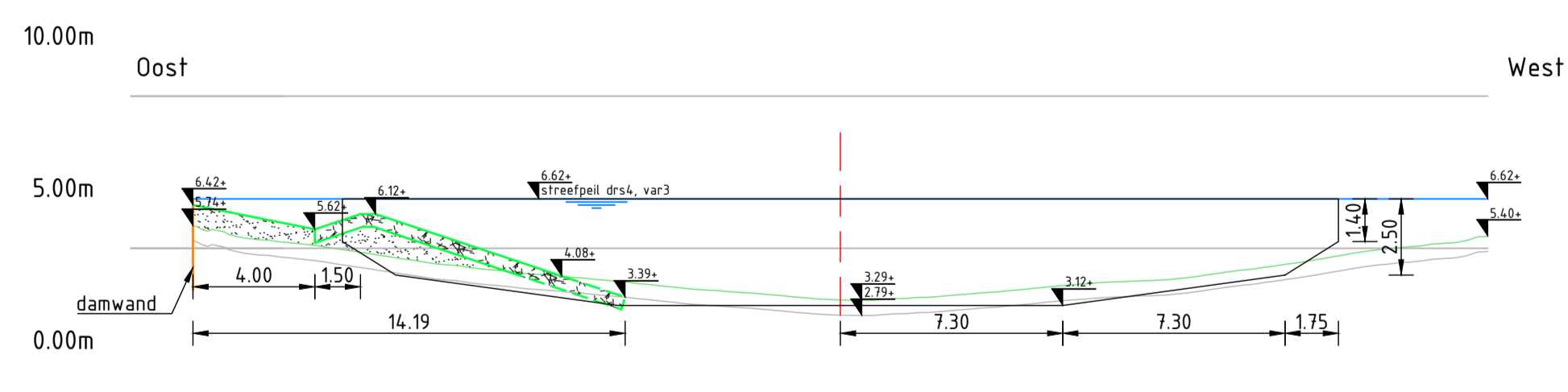


dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel krap (HM-10.885)  
optie 2  
schaal 1:200

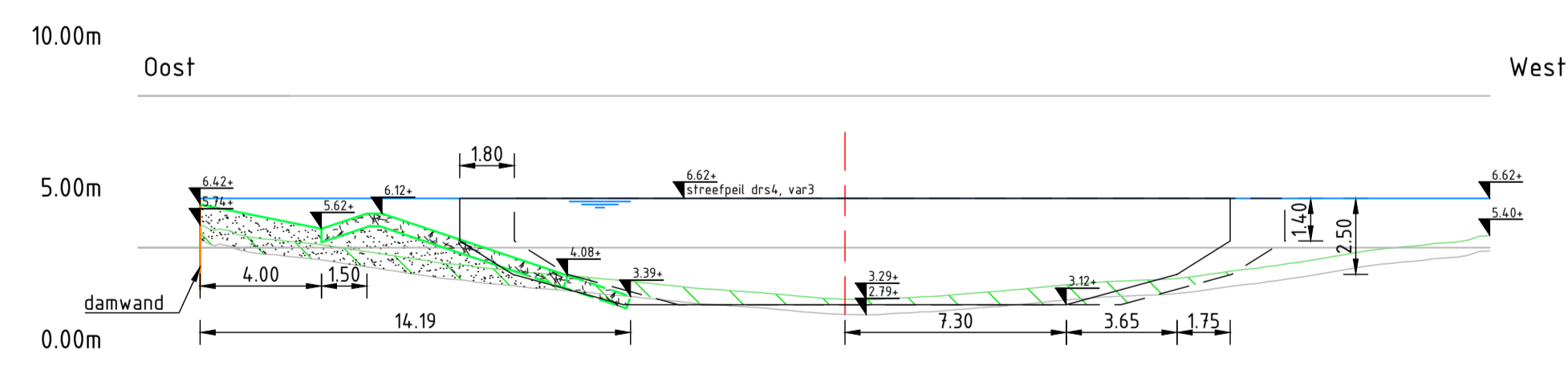
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	2,83 m3/m1	3,74 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	4,20 m3/m1	8,35 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,13 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		8,51 m3/m1

Legenda

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel normaal (HM-10.885)  
optie 3  
schaal 1:200



dwarsprofiel 4, vaarwegprofiel krap (HM-10.885)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,55 m3/m1	4,47 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	5,78 m3/m1	11,32 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,59 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		8,52 m3/m1

Versie	omschrijving	Datum	Get.	Con.	Vrij.
A	omschrijving opstellen profielen	03-07-2020	J. Krijt		

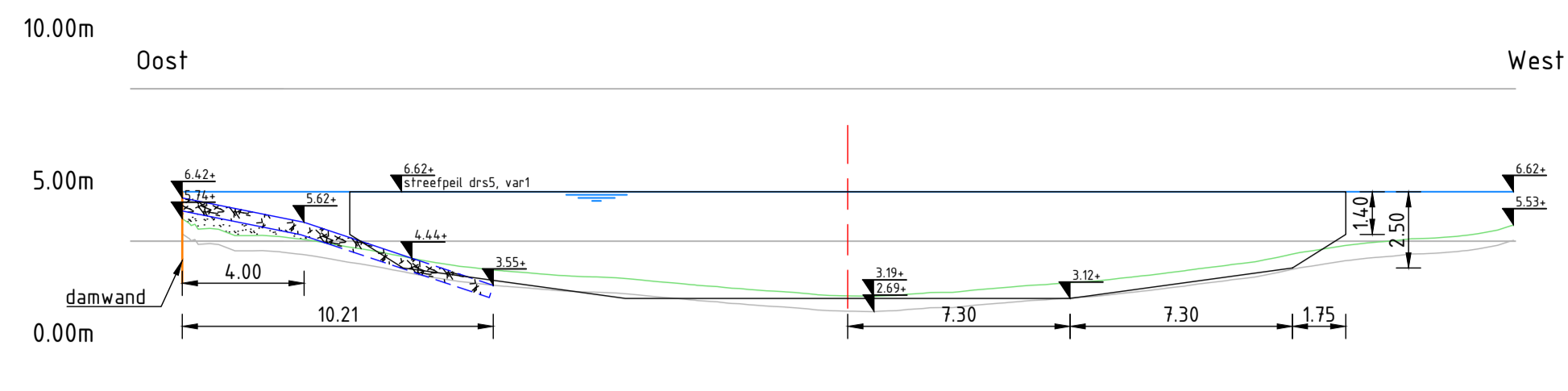
**Opdrachtgever** Contact  
Waterschap Hunze en Aa's

**Advies- en Ingenieursorganisatie** Architect  
**ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

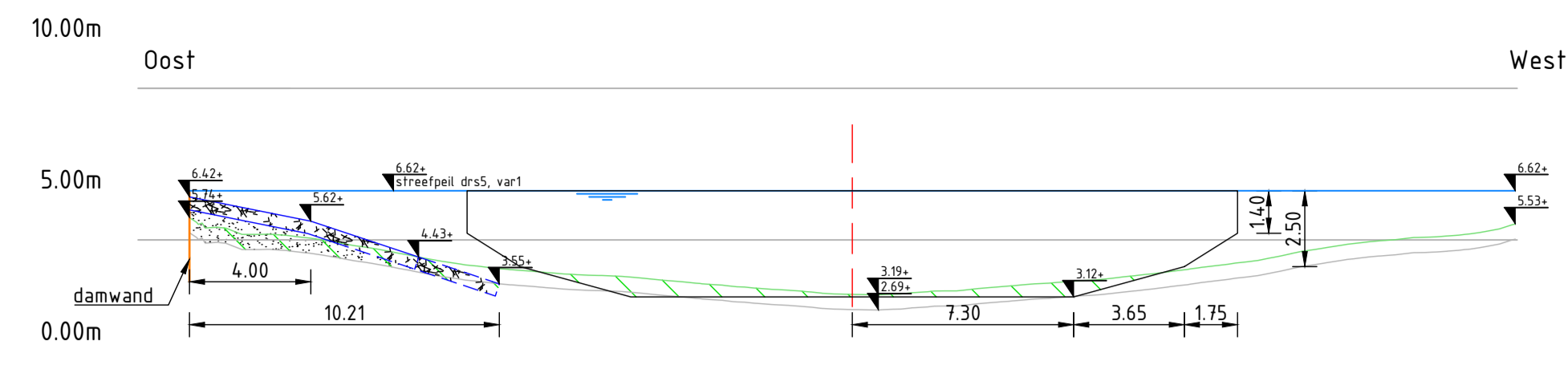
**Project** Contact  
ROK A1 NVO NWK  
Projectnummer : C03081.4.00001  
Fase :  
Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 4  
Contact  
H. Hazelhoorst

Schaal : 1:200	Bladformaat : A1	Status : concept
Contractnummer :	Bladnummer : 4 van 7	
Tekeningnummer : 1		Versie : A

DocId: 101000085 - 34

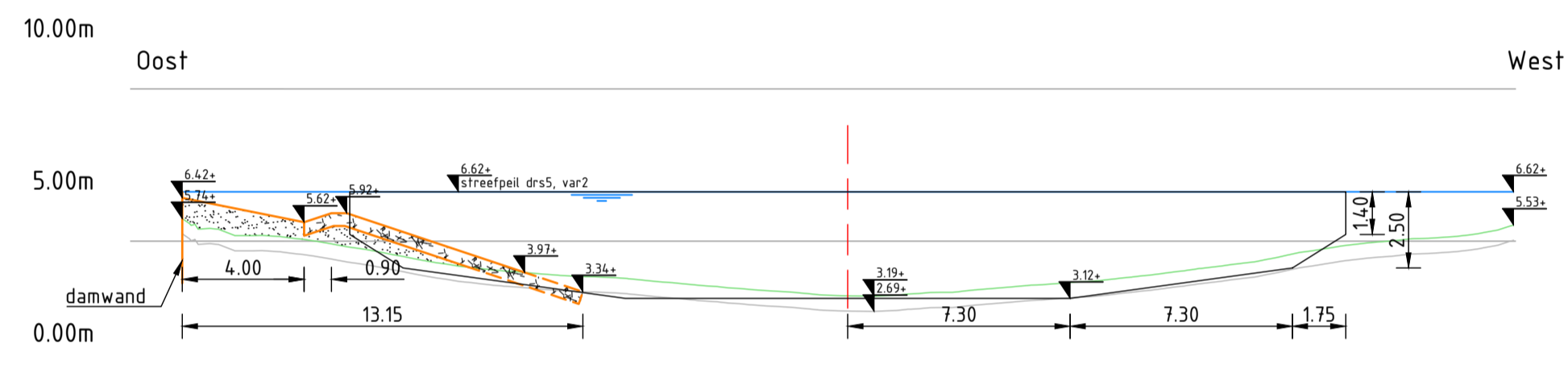
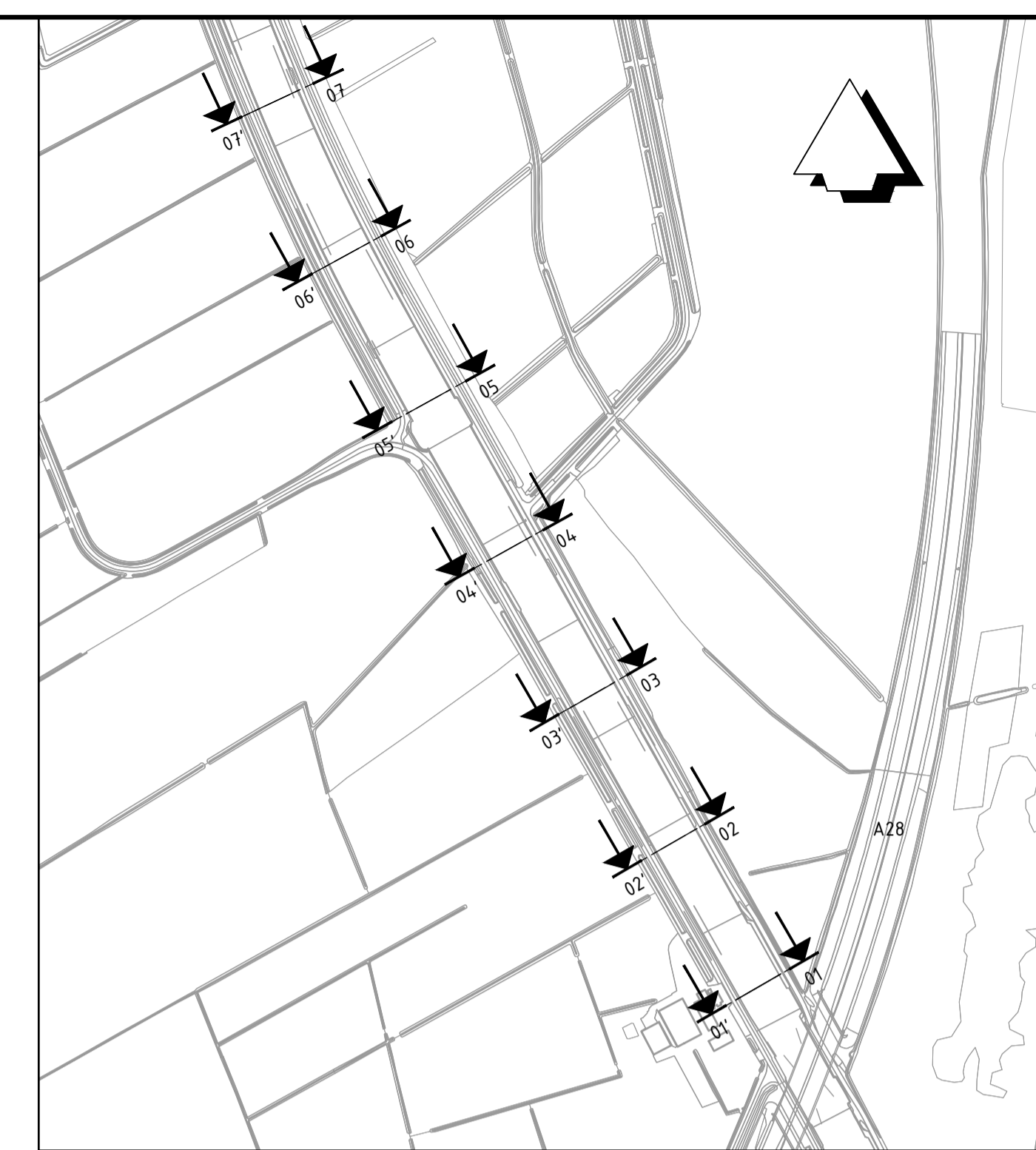


dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel normaal (HM-11.037)  
optie 1  
schaal 1:200

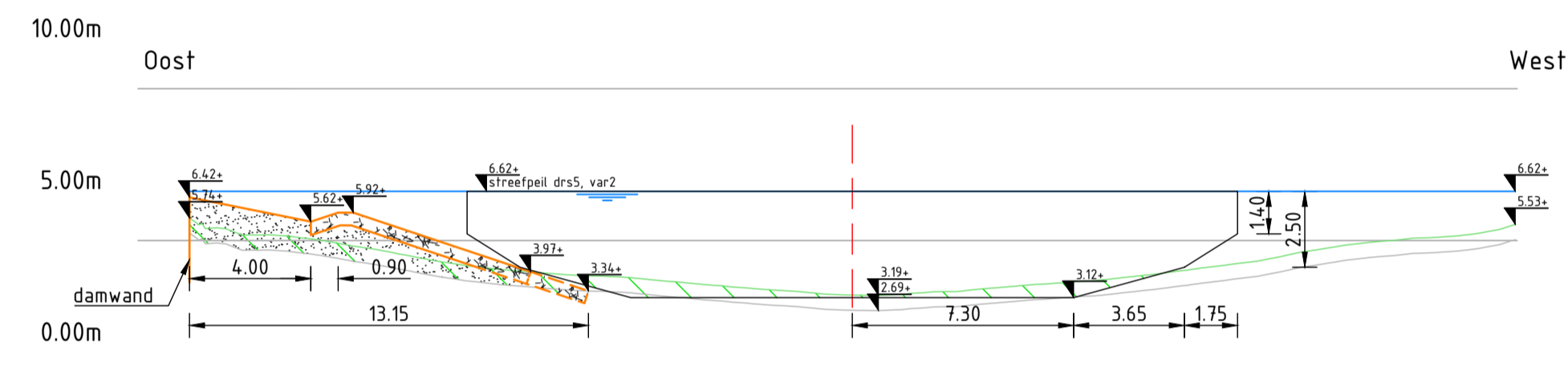


dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel krap (HM-11.037)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,27 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,44 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	1,33 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,47 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		4,94 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,04 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>



dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel normaal (HM-11.037)  
optie 2  
schaal 1:200

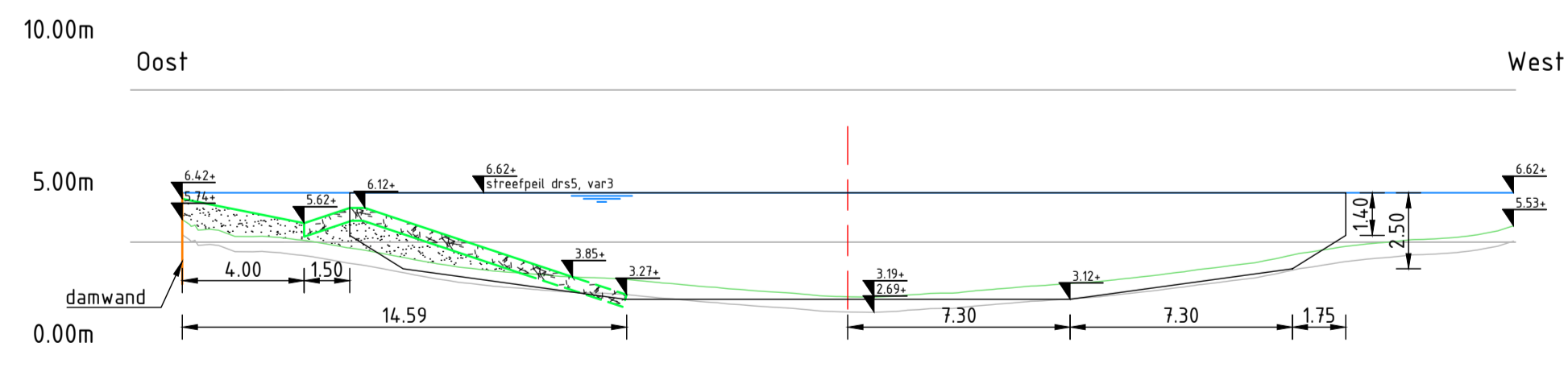


dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel krap (HM-11.037)  
optie 2  
schaal 1:200

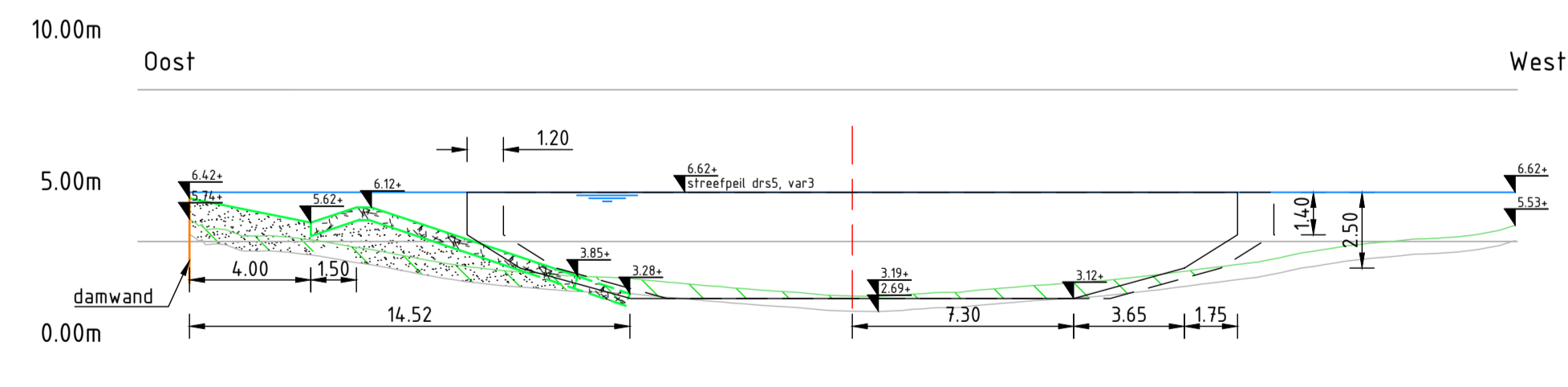
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,17 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,01 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	4,99 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	10,22 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		6,44 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,04 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>

**Legenda**

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



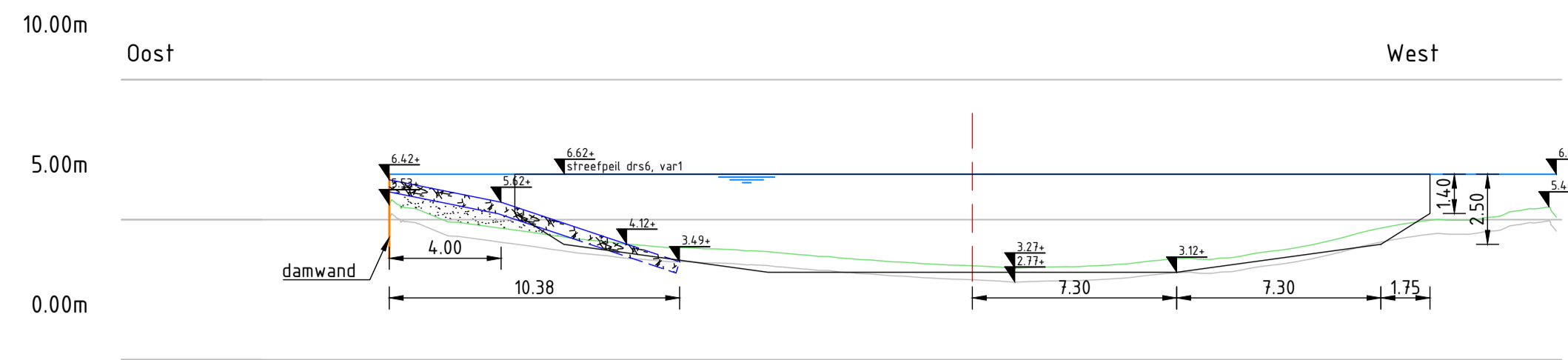
dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel normaal (HM-11.037)  
optie 3  
schaal 1:200



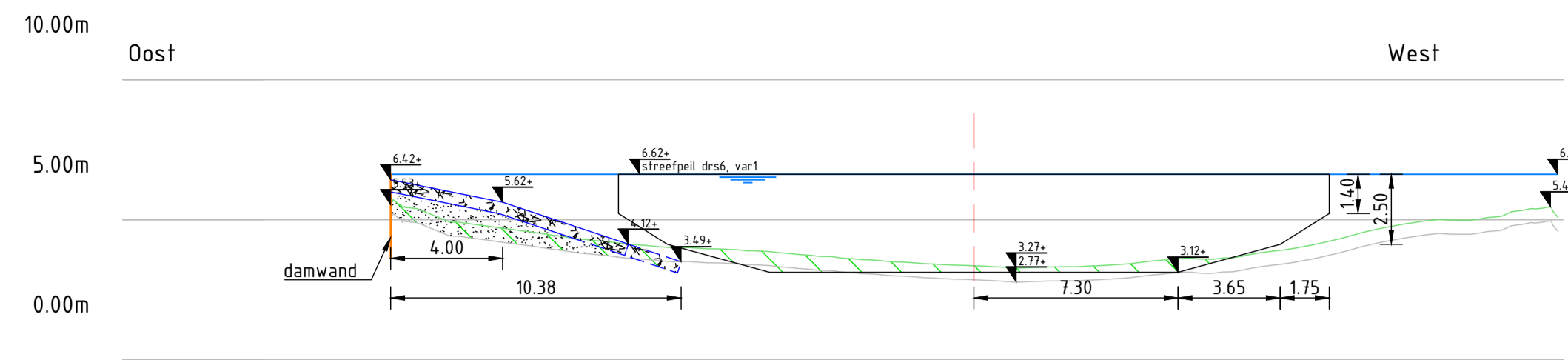
dwarsprofiel 5, vaarwegprofiel krap (HM-11.037)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,85 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	4,61 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
aanvullen zand tot sliblaag	6,91 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	12,95 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren in onzekere sliblaag		7,13 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,26 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>

<p>Versie A</p> <p>Opdrachtgever</p> <p>Waterschap Hunze en Aa's</p> <p>Advies- en Ingenieursorganisatie</p> <p><b>ARCADIS</b> Design &amp; Consultancy for natural and built assets</p> <p>Project</p> <p>ROK A1 NVO NWK</p> <p>Projectnummer : C03081.4.00001</p> <p>Fase :</p> <p>Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 5</p>	<p>Contact</p> <p>Contact</p> <p>H. Hazelhorst</p> <p>Contact</p>
<p>Schaal : 1:200</p> <p>Contractnummer :</p> <p>Tekeningnummer: 1</p>	<p>Bladformaat: A1</p> <p>Bladnummer : 5 van 7</p>
<p>Status : concept</p>	<p>Versie: A</p>

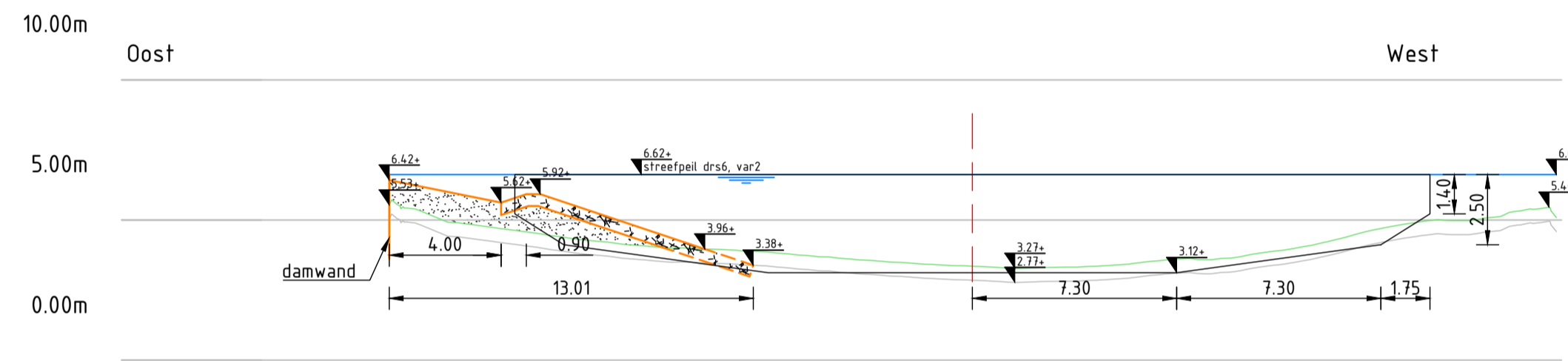
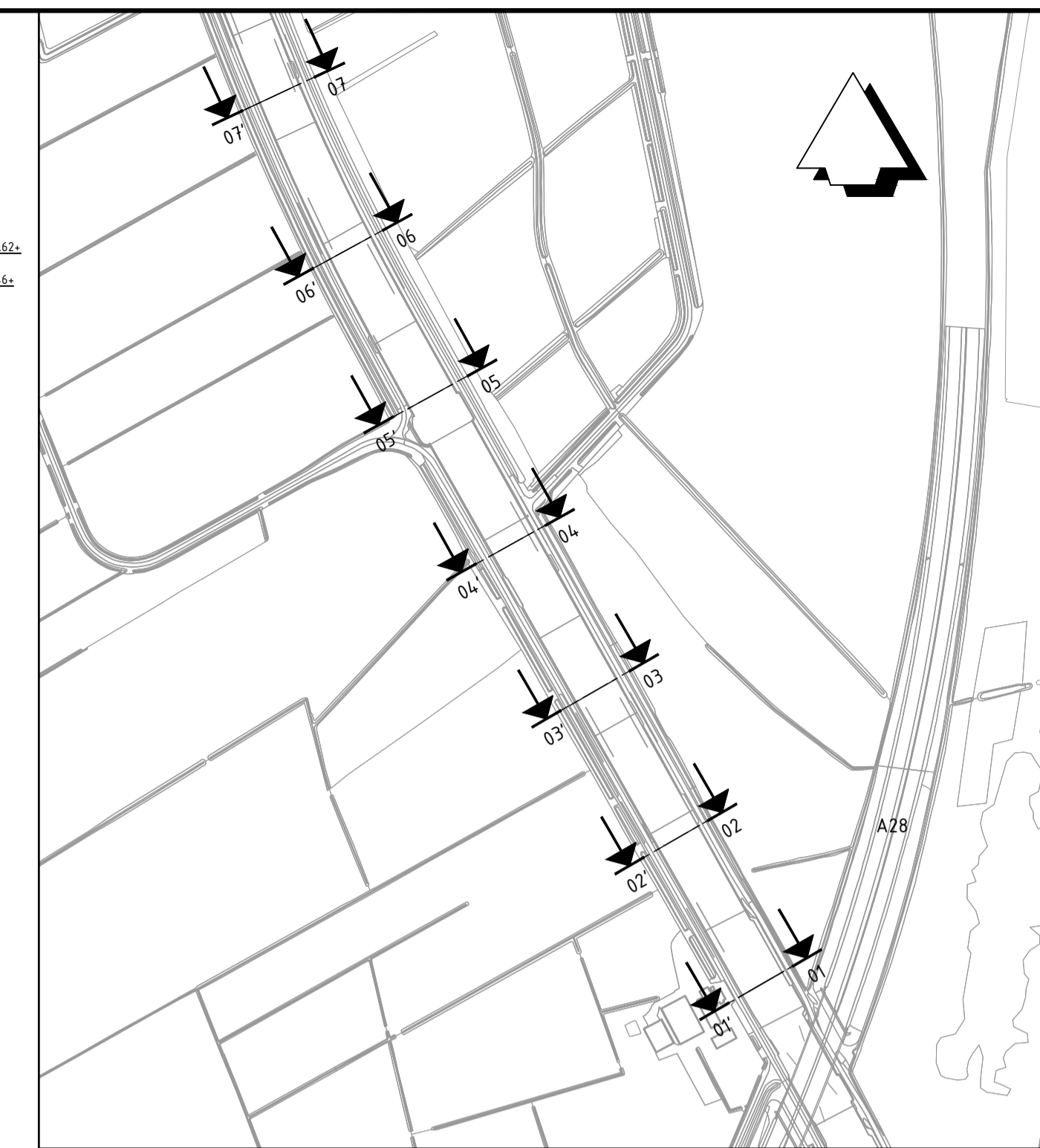


dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel normaal (HM-11.185)  
optie 1  
schaal 1:200

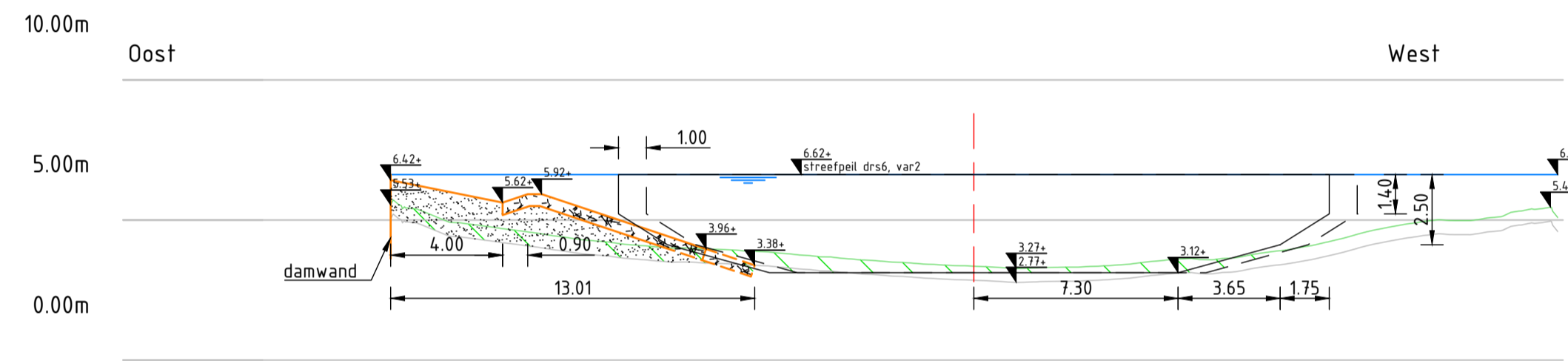


dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel krap (HM-11.185)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,68 m3/m1	4,51 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	2,65 m3/m1	6,47 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		5,06 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,77 m3/m1



dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel normaal (HM-11.185)  
optie 2  
schaal 1:200

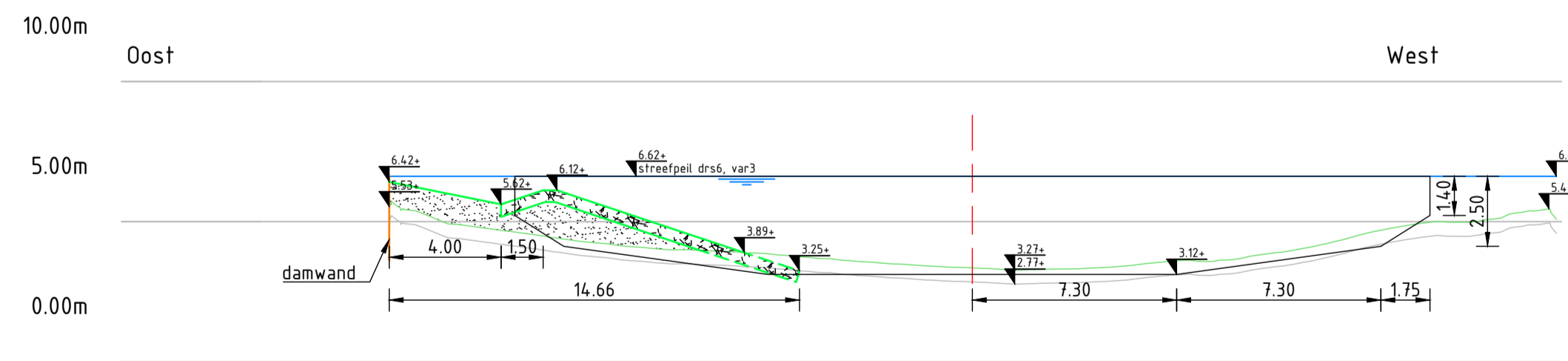


dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel krap (HM-11.185)  
optie 2  
schaal 1:200

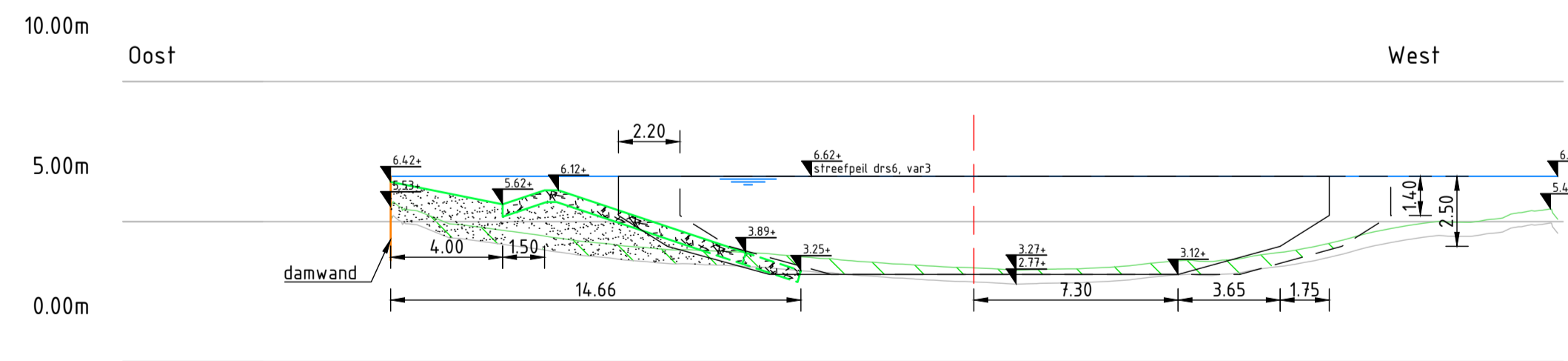
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,18 m3/m1	3,95 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	7,13 m3/m1	12,43 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,38 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,61 m3/m1

Legenda

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



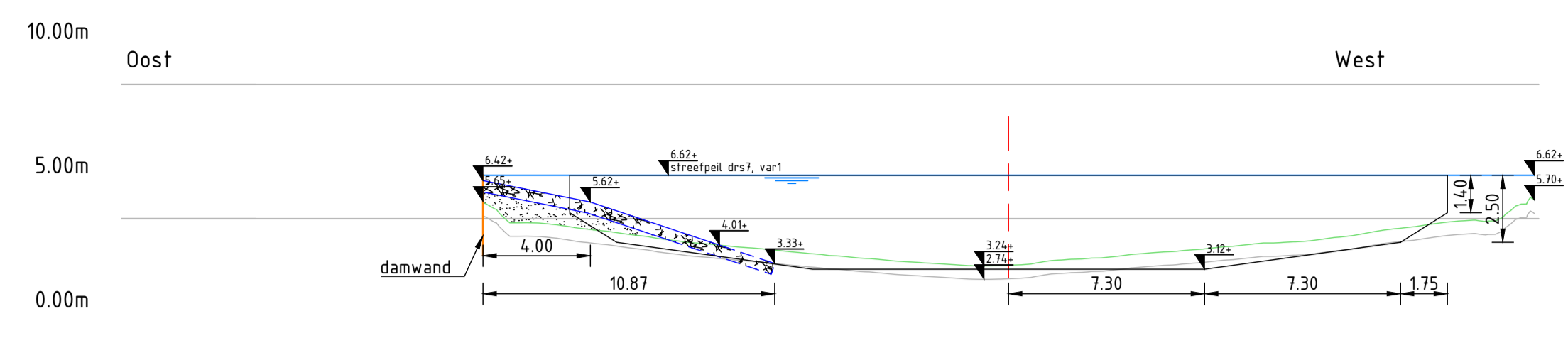
dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel normaal (HM-11.185)  
optie 3  
schaal 1:200



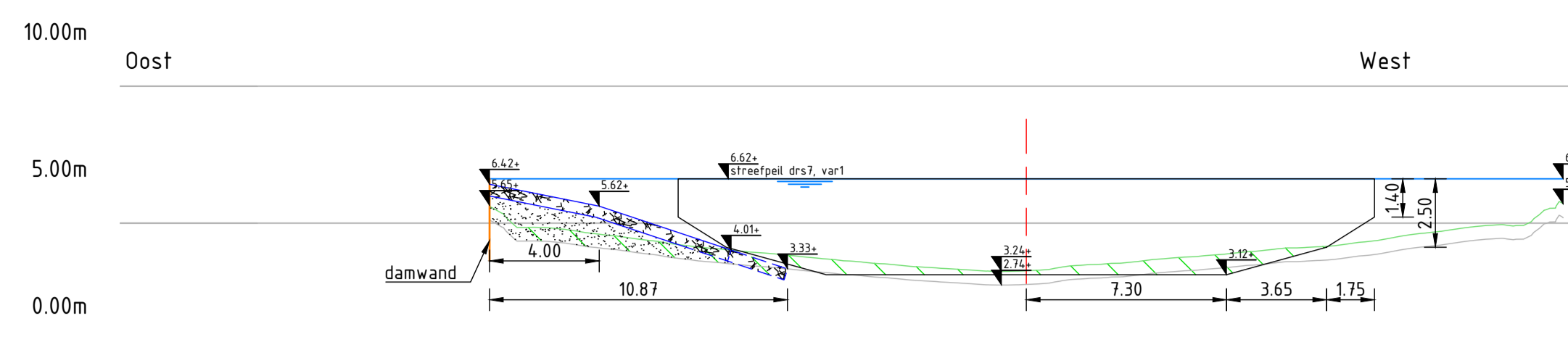
dwarsprofiel 6, vaarwegprofiel krap (HM-11.185)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,79 m3/m1	4,66 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	9,13 m3/m1	14,81 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		7,19 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		6,96 m3/m1

<p>Versie A</p> <p>Opdrachtgever</p> <p>Waterschap Hunze en Aa's</p> <p>Advies- en Ingenieursorganisatie</p> <p><b>ARCADIS</b> Design &amp; Consultancy for natural and built assets</p> <p>Project</p> <p>ROK A1 NVO NWK</p> <p>Projectnummer : C03081.4.00001</p> <p>Fase :</p> <p>Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 6</p>	<p>Contact</p> <p>Contact</p> <p>H. Hazelhorst</p>
<p>Schaal : 1:200</p> <p>Contractnummer :</p> <p>Tekeningnummer : 1</p>	<p>Bladformaat : A1</p> <p>Bladnummer : 6 van 7</p> <p>Status : concept</p> <p>Versie : A</p>

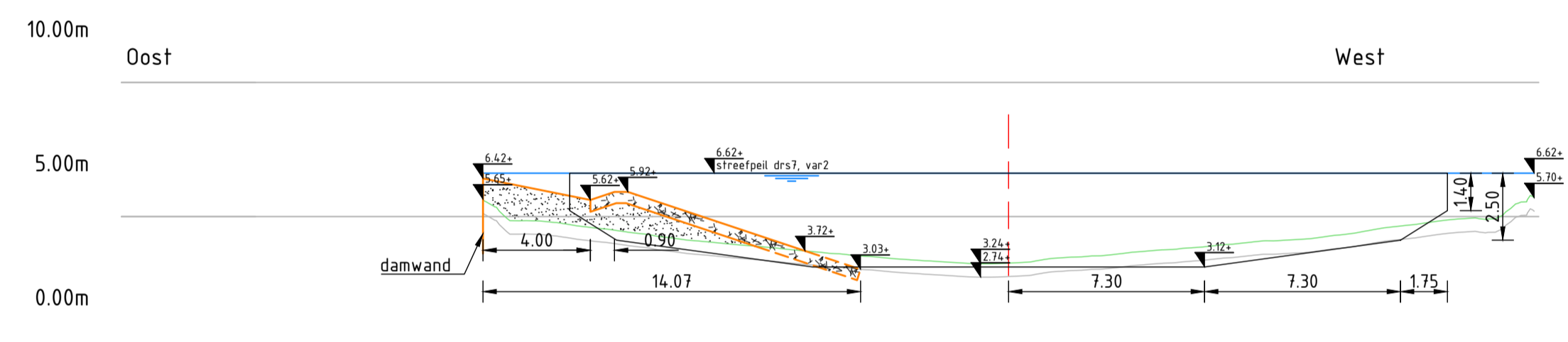
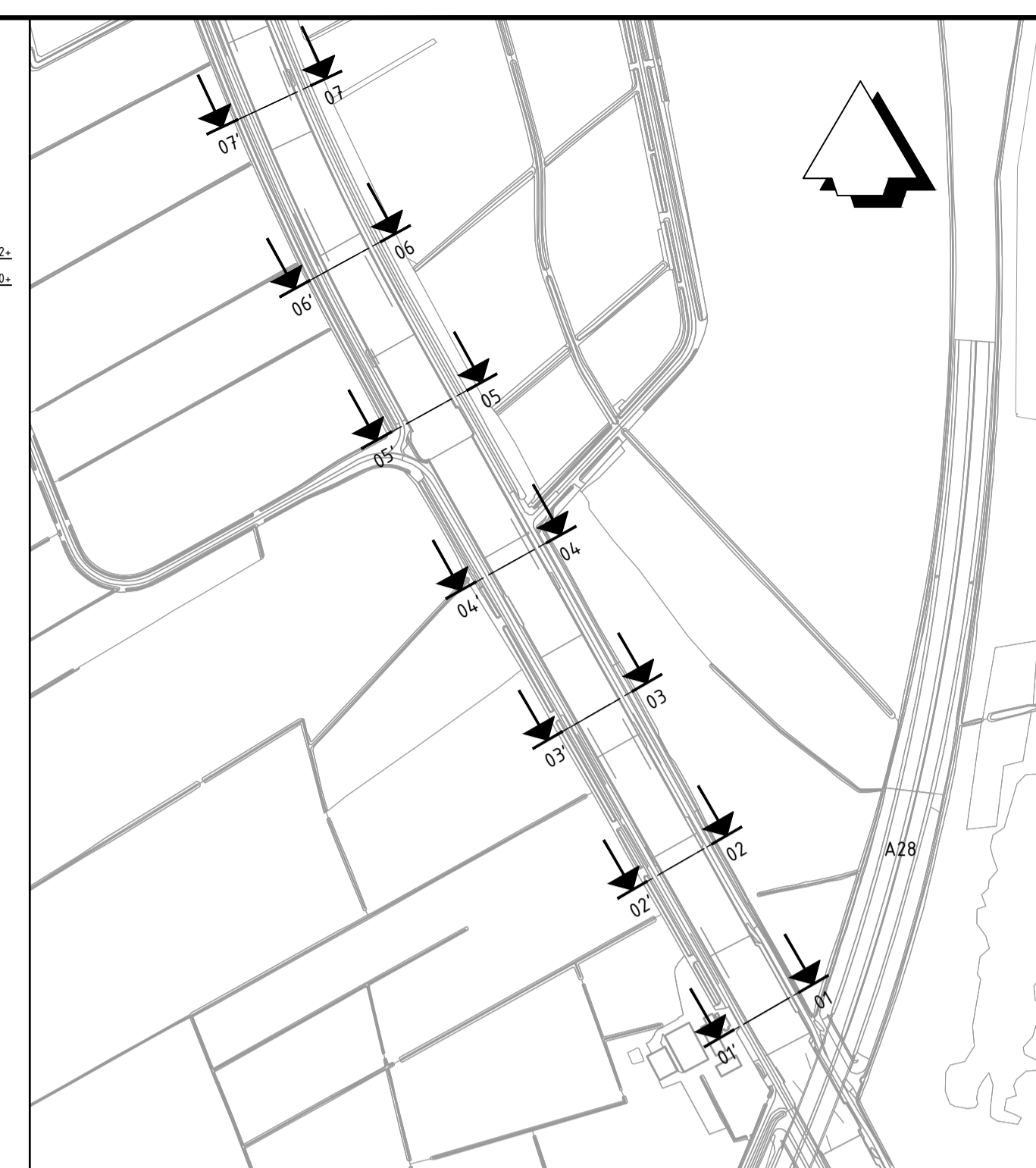


dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel normaal (HM-11.336)  
optie 1  
schaal 1:200

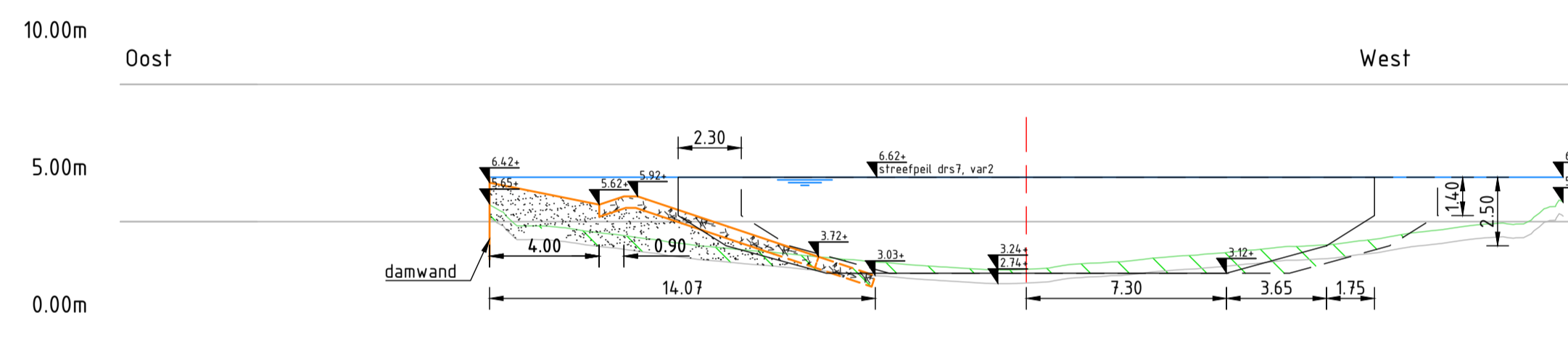


dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel krap (HM-11.336)  
optie 1  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,82 m3/m1	4,73 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	3,60 m3/m1	7,60 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		5,30 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		7,92 m3/m1



dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel normaal (HM-11.336)  
optie 2  
schaal 1:200

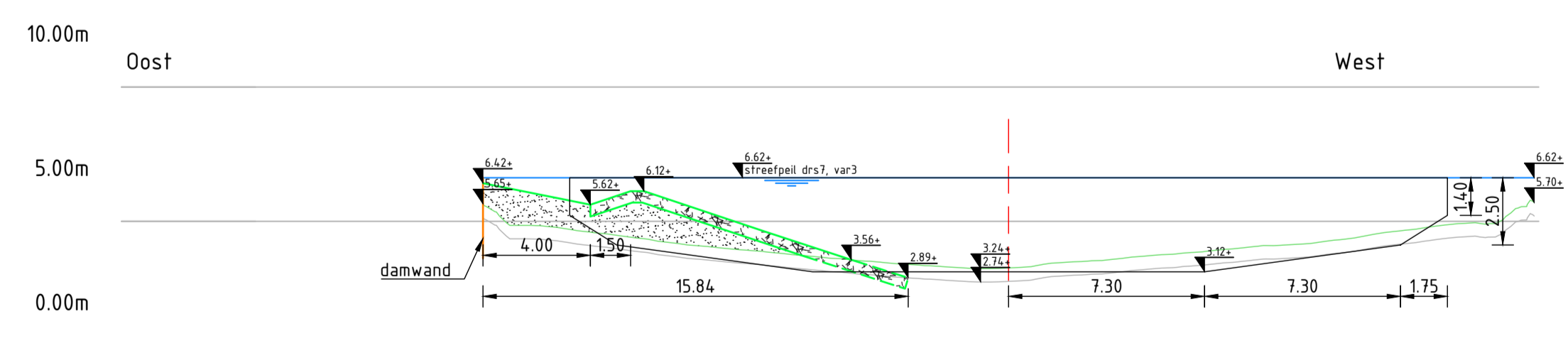


dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel krap (HM-11.336)  
optie 2  
schaal 1:200

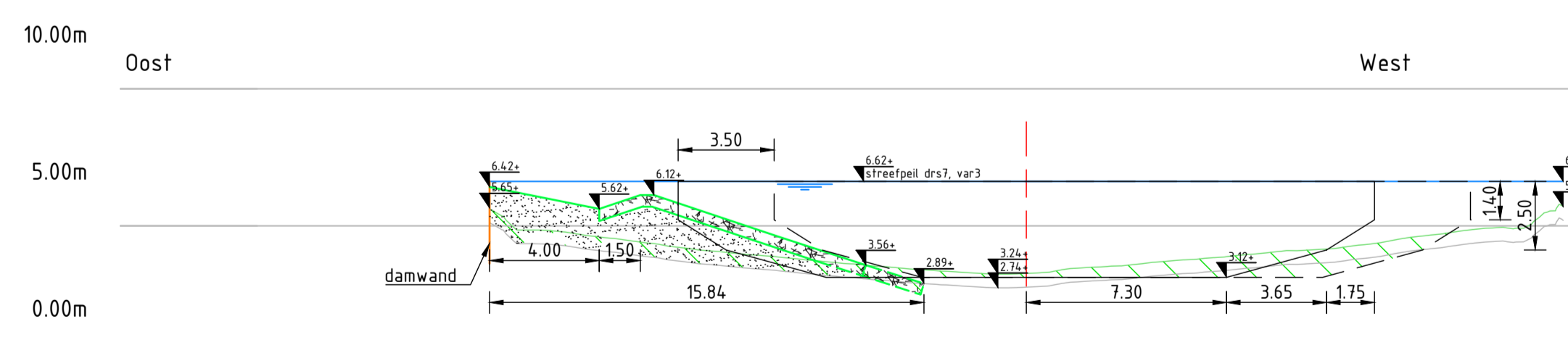
	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	3,50 m3/m1	4,42 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	8,36 m3/m1	13,95 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		6,89 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		9,09 m3/m1

**Legenda**

- gemeten kanaalbodem, bovenzijde slib
- onzekerheid diepteligging vaste bodem
- as waterweg
- waterlijn
- vaarwegprofiel
- n.v.o. optie 1
- n.v.o. optie 2
- n.v.o. optie 3
- aanvullen zand
- aanbrengen breuksteen
- ontgraven/baggeren
- hoogtemarkering in m t.o.v. N.A.P.



dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel normaal (HM-11.336)  
optie 3  
schaal 1:200



dwarsprofiel 7, vaarwegprofiel krap (HM-11.336)  
optie 3  
schaal 1:200

	tot sliblaag	tot vaste bodem
aanbrengen breuksteen	4,25 m3/m1	5,17 m3/m1
aanvullen zand tot sliblaag	10,60 m3/m1	17,05 m3/m1
te baggeren in onzekere sliblaag		7,75 m3/m1
te baggeren om krappe vaarwegprofiel in stand te houden		10,38 m3/m1

<p>Versie A</p> <p>Opdrachtgever</p> <p>Waterschap Hunze en Aa's</p> <p>Advies- en Ingenieursorganisatie</p> <p><b>ARCADIS</b> Design &amp; Consultancy for natural and built assets</p> <p>Project</p> <p>ROK A1 NVO NWK</p> <p>Projectnummer : C03081.4.00001</p> <p>Fase :</p> <p>Onderwerp : Profielen NVO Noord-Willemskanaal Doorsnede 7</p>	<p>Contact</p> <p>Contact</p> <p>H. Hazelhorst</p>
<p>Schaal : 1:200</p> <p>Contractnummer :</p> <p>Tekeningnummer: 1</p>	<p>Bladformaat: A1</p> <p>Bladnummer : 7 van 7</p>
<p>Status : concept</p>	<p>Versie: A</p>

## Bijlage 2 Toelichting vaarwegprofielen

### Normaalprofiel beroepsvaart

Op vaarwegen met een verwachte intensiteit van 15.000 à 30.000 beroepsvaartuigen per jaar moet het volgende niveau van verkeersafwikkeling mogelijk zijn:

- het ontmoeten van twee geladen maatgevende schepen zonder of nagenoeg zonder vaartvermindering
- het voorzichtig oplopen met twee geladen maatgevende schepen (voorzichtig wil zeggen met enige vaartvermindering)
- het ontmoeten van een geladen maatgevend schip met een ongeladen maatgevend schip in een situatie met zijwindhinder

### Krap profiel beroepsvaart

Het krappe profiel voor beroepsvaart is te zien als een verkeerstechnisch minimum, dat nog net acceptabel is voor vaarwegen waarop een ontmoeting van twee maatgevende schepen mogelijk is. Pas bij zeer lage intensiteiten van minder dan 5.000 beroepsvaartschepen per jaar kan over de volle lengte van de vaarweg het krappe profiel worden toegepast. Ook op zijtakken zonder doorgaande vaart is een krap profiel acceptabel. Bij het krappe profiel is de volgende verkeersafwikkeling maatgevend gesteld:

- vaartvermindering nodig bij de ontmoeting van twee geladen, maatgevende schepen
- incidenteel oplopen van een geladen maatgevend schip door een ongeladen maatgevend schip, waarbij het geladen schip sterk vaart moet minderen
- vaartvermindering bij de ontmoeting van een geladen maatgevend schip met een ongeladen maatgevend schip in een situatie met zijwindhinder

### Profiel voor gemengd verkeer

De vaarwegvakken met gemengd verkeer, en dat zijn vrijwel alle vaarwegen, volgen de ontwerpregels voor vaarwegvakken met alleen beroepsvaart

### Mogelijkheden Noord-Willemskanaal

Intensiteit voor beroepsvaart is gemiddeld 127 schepen per jaar voor de jaren 2000 t/m 2017 met een maximum van 196 schepen. In dezelfde periode was er een gemiddeld aantal recreatieschepen van 2364 met een maximum van 2729. Daarnaast waren er gemiddeld 38 ongedefinieerde of overige schepen met een maximum van 100.

Met deze intensiteit, opgeteld blijft het aantal schepen per jaar onder de 3000, is een krap profiel over de gehele lengte van het kanaal mogelijk.

## Dimensionering vaarweg

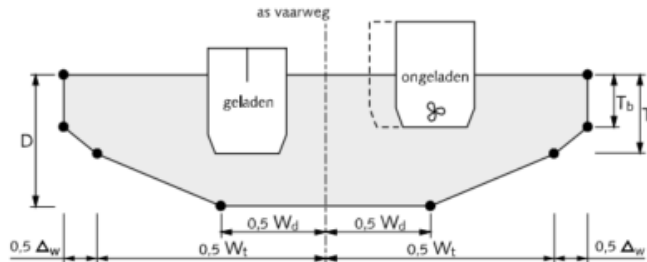
Schepen met toegang tot het Noord-Willemskanaal hebben de volgende maximale dimensies:

- 2.50m diep (geladen)
- 1.40m diep (ongeladen)
- 7.30m breed
- 65m lang

Voor een normaal profiel moet de gegarandeerde nautische diepte (zie verderop) ten minste een factor 1.4 bedragen van de maatgevende diepgang en bij een krap profiel bedraagt dit een factor 1.3. Dit betekent een minimale diepte van 3.5 en 3.25m respectievelijk in het Noord-Willemskanaal.

Deze diepte moet bij zowel een normaal als een krap profiel aanwezig zijn over een breedte die tweemaal zo groot is als de maatgevende breedte, dus 14.6m in het geval van het Noord-Willemskanaal.

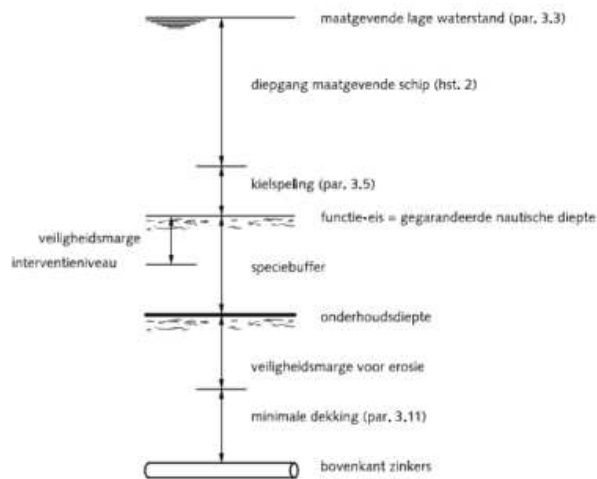
Het kanaal moet op de waterspiegel ten minste 4x zo breed zijn als de maatgevende breedte voor een normaal profiel en 3x zo breed bij een krap profiel. Hier dient nog een zijwindtoeslag bij opgeteld worden van 5% van de maatgevende lengte. Een normaal en krap profiel moeten op de waterspiegel een breedte van respectievelijk 32.45m en 25.15m hebben.



	Normaal	Krap
<b>T<sub>b</sub></b>	1.4m	1.4m
<b>T</b>	2.5m	2.5m
<b>D</b>	3.6m	3.25m
<b>W<sub>d</sub></b>	14.6m	14.6m
<b>W<sub>t</sub></b>	29.2m	21.9m
<b>Δw</b>	3.25m	3.25m

### Gegarandeerde nautische diepte

De gegarandeerde nautische diepte is de functionele eis voor een kanaal en is voor het Noord-Willemskanaal bij een normaal profiel 2.5m (diepgang maatgevende schip) + 1m (kielspeling) = 3.5m over een breedte van ten minste 14.6m. Bij een krap profiel bedraagt dit 2.5m + 0.75m = 3.25m. Hier dient nog een veiligheidsmarge overeen gezet te worden om te komen tot een interventiewaarde voor het baggeren van het kanaal (Zie afbeelding hieronder).



Figuur 49: Schema vaarwegbodem



## BIJLAGE F - MEMO MATERIAALEUZE BINNEN

# MEMO NVO'S BINNEN HET KANAALPROFIEL

Variantenstudie NVO Noord-Willemskanaal

6 AUGUSTUS 2020



## Contactpersoon

**HENK HAZELHORST**  
Projectleider

T +31 627060276  
E [henk.hazelhorst@arcadis.com](mailto:henk.hazelhorst@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Plaats document binnen project	5
1.2	Uitdaging	5
1.3	Traject	6
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN</b>	<b>7</b>
2.1	Definitie NVO	7
2.2	Huidige damwand	7
2.3	Scheepvaartbewegingen en stroomsnelheden oppervlaktewater	8
2.4	Diepte en breedte kanaal	8
2.5	Bodemopbouw	9
2.6	FUP's en compartimentering	10
2.7	Aanvulgrond NVO	10
2.8	Beheer, onderhoud en monitoring	10
<b>3</b>	<b>SUBVARIANT MAXIMALE LEVENSDUUR</b>	<b>11</b>
3.1	Uitgangspunten	11
3.2	Vooroever verdediging	11
3.3	Beheer en onderhoud	13
3.4	Kosten	13
<b>4</b>	<b>SUBVARIANT NATUURLIJK</b>	<b>14</b>
4.1	Uitgangspunten	14
4.2	Eerste inventarisatie en afweging	14
4.3	Houten damwand of palenrij met aanvullende maatregelen	15
4.4	Beheer en onderhoud	18
4.5	Kosten	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>20</b>

**COLOFON**

**21**

# 1 INLEIDING

## 1.1 Plaats document binnen project

In het kader van het project natuurvriendelijke oever in het Noord-Willemskanaal wordt momenteel een variantenonderzoek uitgevoerd. Voor de aanleg van NVO's in het Noord-Willemskanaal zien we twee perspectieven, namelijk een ruimtelijke-geografisch perspectief en een materiaalkeuze perspectief. Dit werkdocument heeft betrekking op het materiaalkeuze perspectief en wel alleen voor varianten binnen het huidige kanaalprofiel. De natuurvriendelijke oevers worden gerealiseerd tussen beide bestaande damwanden. Uitgangspunt voor deze memo is het opgestelde Programma van Eisen PvE en de CUR 201. Voor de materiaalkeuze worden twee (sub)varianten onderscheiden namelijk maximale levensduur van de materialen en maximaal natuurlijke materialen.

Parallel worden nog twee ruimtelijk geografische studies uitgevoerd, namelijk:

- Wat zijn binnen het kanaalprofiel de meest optimale locaties vanuit kosten (diepte, aanwezigheid obstakels), scheepvaarthinder, ecologie en medegebruik van de omgeving. Dit zal resulteren in een 'ranglijst' van mogelijk locaties binnen het kanaalprofiel.
- Wat zijn buiten het kanaalprofiel de meest optimale locaties om natuurvriendelijke oevers aan te leggen. Daarbij zal de huidige grondkade verlegd worden en zal de aanwezige damwand vervolgens dienstdoen als vooroeververdediging van de natuurvriendelijke oever.

Deze drie studies worden in het eigenlijke variantenonderzoek gecombineerd tot vier varianten die in onderstaande Tabel 1 worden samengevat. Voor de afweging van deze varianten is met de opdrachtgever een toetsingskader afgesproken

Tabel 1: Varianten voor NVO's

	5,5 km NVO binnen huidig kanaalprofiel	Waar mogelijk NVO buiten huidig kanaalprofiel, aangevuld binnen profiel tot 5,5 km NVO
<b>Materiaalkeuze maximale levensduur / robuust</b>	Variant 1	Variant 2
<b>Materiaalkeuze maximaal natuurlijk</b>	Variant 3	Variant 4

In dit document wordt de meest optimale subvariant opgebouwd op basis van expert-judgement. In dit stadium van het project zijn nog geen uitgebreide constructie berekeningen uitgevoerd, alleen 'vingeroefeningen' om de haalbaarheid van constructies in te kunnen schatten. Met behulp van kentallen is een prijs per strekkende meter van de uiteindelijk gekozen invulling van de subvarianten geraamd.

## 1.2 Uitdaging

Het waterschap heeft slechts een beperkt budget beschikbaar. Daarom is (in overleg met het waterschap) voor elke variant in het afwegingskader een knock-out criterium voor bouwkosten gesteld van € 250 exclusief BTW per strekkende meter. Dit geldt op het niveau van het gehele variantenonderzoek. Omdat het goed mogelijk is dat uit de parallelle studie naar mogelijkheden buiten het profiel blijkt dat deze goedkoper zijn, wordt dit knock-out criterium voor deze deelstudie niet strikt gehanteerd. Als de kosten echter overduidelijk veel hoger zullen zijn dan € 250 is dit wel een argument om een bepaalde optie niet verder te beschouwen in het afwegingsproces.

### 1.3 Traject

Het betreft ruim 10 km Noord-Willemskanaal tussen de Sluis bij De Punt en de splitsing met het Havenkanaal ten noorden van Assen. Het traject kent 2 panden:

- Sluis De Punt – sluis Vries: +3,32 mNAP
- Ten zuiden van Sluis Vries: +6,62 mNAP

Voor ruim 500 m van de 5,5 km wordt een invulling gezocht in het kader van een meekoppelkans, waarbij de provincie Drenthe dit jaar daar de bestaande damwand vervangt ten zuiden van de Taarlosebrug.

Daarbij wordt werk met werk gemaakt en een NVO aangelegd, door de nieuwe damwand enkele meters het kanaal in te plaatsen en de ruimte tussen oude en nieuwe damwand te verondiepen. Door openingen in de nieuwe damwand kan uitwisseling van water, flora en fauna plaats vinden.

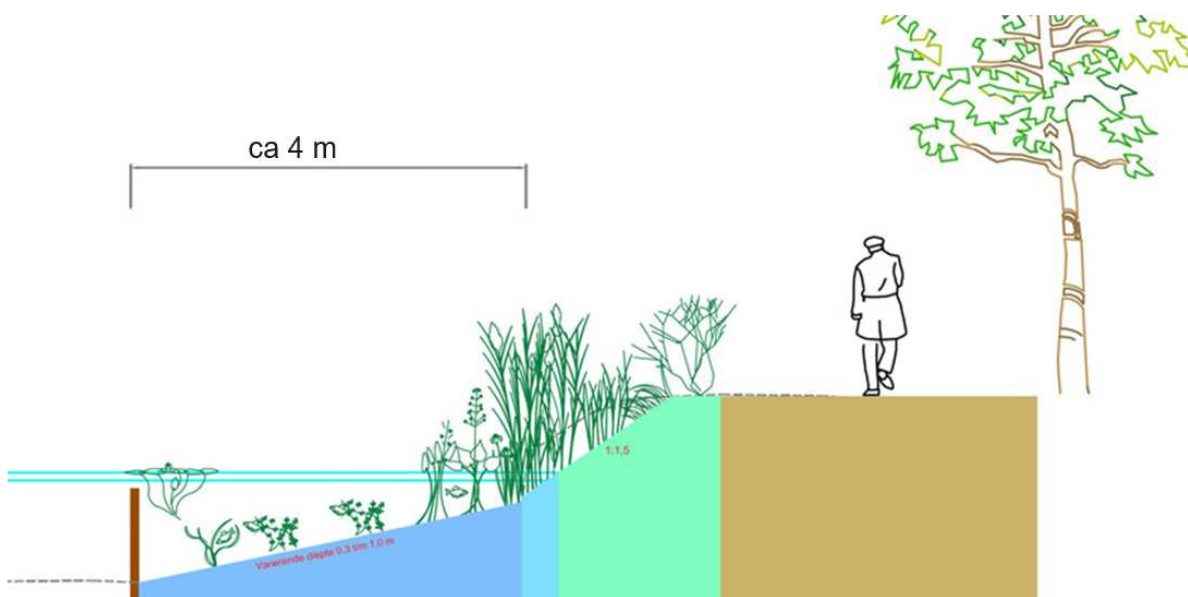
Restopgave is daarmee dus circa 5 km.



## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Definitie NVO

Het project is opgezet vanuit KRW-oogpunt. Dit betekent dat de nadruk ligt op het ontwikkelen van een weelderige vegetatie die dienst kan doen als schuilplaats en voorplantingsplaats voor allerlei dieren, waaronder vissen. De beoogde waterdiepte varieert van 0,3 m water tot 1,0 m water. Dit moet bij voorkeur gerealiseerd worden in een strook van 4 meter breedte. Lukt het niet om 4 m aan te leggen, dan zal in principe de lengte van 5,5 km evenredig moeten toenemen. Schematisch is de oever weergegeven in onderstaande figuur:



Om ecologische diversiteit te creëren, moet de bodemdiepte variëren en niet zo strak ontworpen worden als in de schematische figuur weergegeven. Er moet variatie zijn over de breedte en de lengterichting. Ook is het aan te bevelen om enige variatie in het bodemmateriaal waarmee de NVO wordt aangelegd te hanteren en daarbij te 'enten' door slib uit het kanaal of andere watergangen aan te brengen dat zaden en vegetatief vermeerderingsmateriaal van de beoogde flora bevat.

Om de kans dat flora goed aanslaat zo groot mogelijk te maken moet er voldoende luwte aanwezig zijn. Bij voorkeur wordt daarom conform CUR 201 een constructie aangelegd (in de figuur schematisch als een damwand aangegeven) om de golfslag van scheepvaart te dempen.

### 2.2 Huidige damwand

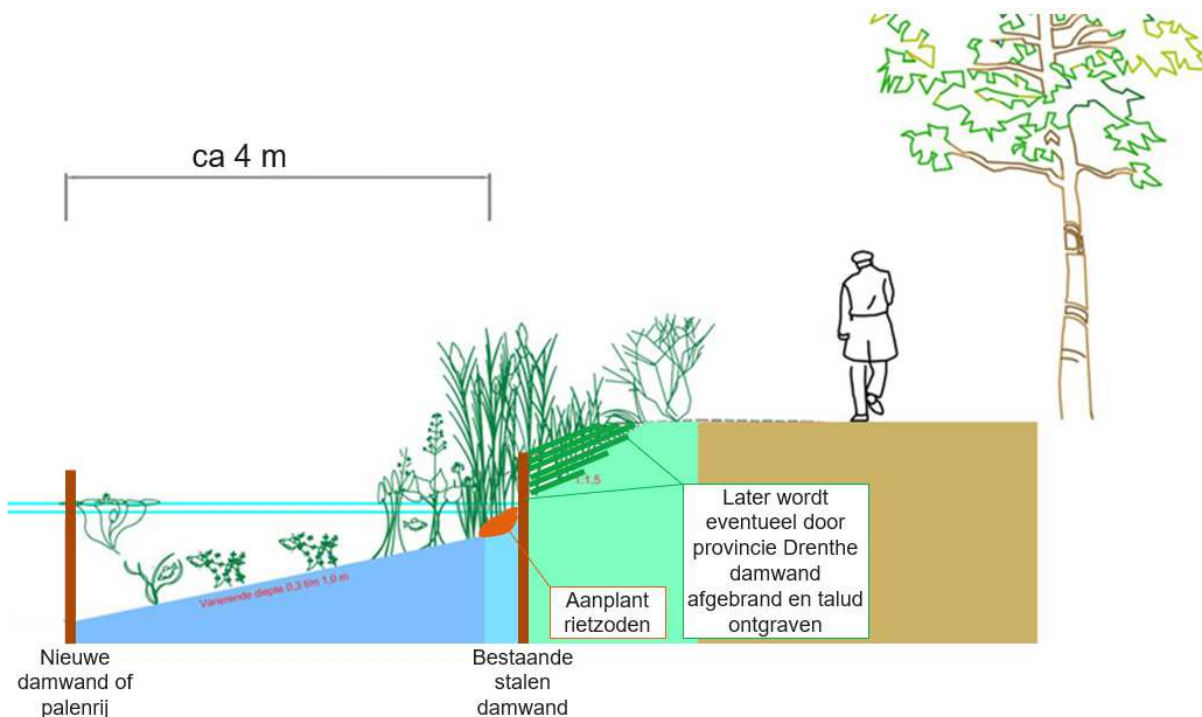
Langs het hele traject is in beide oevers een damwand aanwezig, doorgaans staal, op een enkele plek beton. Uitgangspunt is dat de huidige damwand aanwezig blijft. In het programma van de provincie Drenthe is aanpassing of vervanging niet opgenomen voor de eerstkomende jaren. Vanuit ecologisch oogpunt zou het wenselijk zijn het droge deel van het talud ook in te richten, maar vanuit KRW-oogpunt is dat niet persé noodzakelijk. Als de provincie in de toekomst de damwand zal vervangen of aanpassen, is het eventueel herinrichten van het droge talud een afweging die dan gemaakt kan worden.

Dit betekent dat voor de damwandberekeningen niet hoeft te worden uitgegaan van bovenbelasting t.g.v. verkeer en ook niet met de stabiliteit van de grondkade aangezien deze ondervangen worden door de huidige damwand. Wij rekenen alleen met de grondkering voortkomend uit de t.b.v. de nvo aangebracht grond. De natuurvriendelijke oever wordt afgewerkt tot aan de huidige damwand, waarbij ervoor gezorgd wordt dat deze net boven waterniveau uitkomt. Om het aanslaan van de begroeiing te bevorderen worden mogelijk 'rietzoden' op de oeverlijn geplant (goede ervaring vanuit project Slochterdiep).



(N.B.) De huidige damwand steekt circa 30 cm boven de waterlijn uit)

Schematisch ziet dat er als volgt uit (waarbij het donkergroen gearceerde in de toekomst mogelijk door de provincie wordt ontgraven gelijktijdig met het afbranden of vervangen van de damwand).



## 2.3 Scheepvaartbewegingen en stroomsnelheden oppervlaktewater

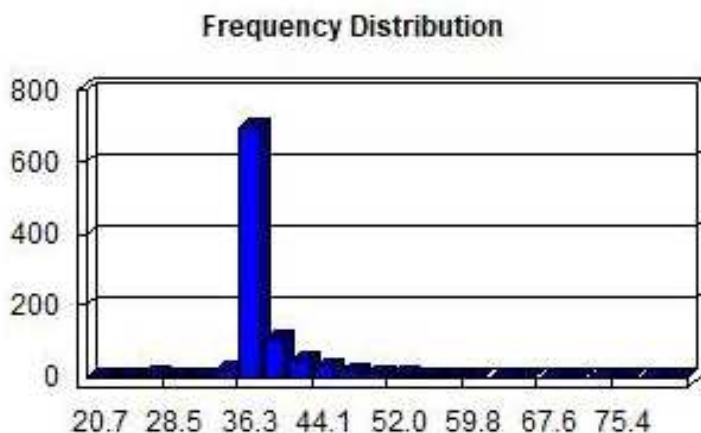
Ter plaatse van de oude damwand zal oevervegetatie aanwezig zijn die tegen erosie beschermd moet worden (zie bovenstaande figuur 'aanplant rietzoden'). Voor het traject ten zuiden van de Taarlosebrug, zijn verkennende hydraulische berekeningen uitgevoerd. Aangezien de scheepvaart bepalend is en deze in het Noord-Willemskanaal overal gelijk is, gelden deze berekeningen ook voor deze studie. Hieruit blijkt dat bij een breedte van 4 tot 5 meter van de natuurvriendelijke oever, de oevervegetatie op de overgang van nat naar droog vanaf het tweede jaar naar verwachting voldoende is ontwikkeld om weerstand te bieden tegen golferosie door schepen bij een nieuwe damwand of palenrij die 30 cm boven het waterpeil uitsteekt. Ter plaatse van openingen in de damwand worden aanvullende maatregelen genomen. Daarom wordt dan ook ingezet op een snelle groei van de vegetatie door bijvoorbeeld het poten van rietzoden en regelmatig herstel en onderhoud.

### Voldoende luwte

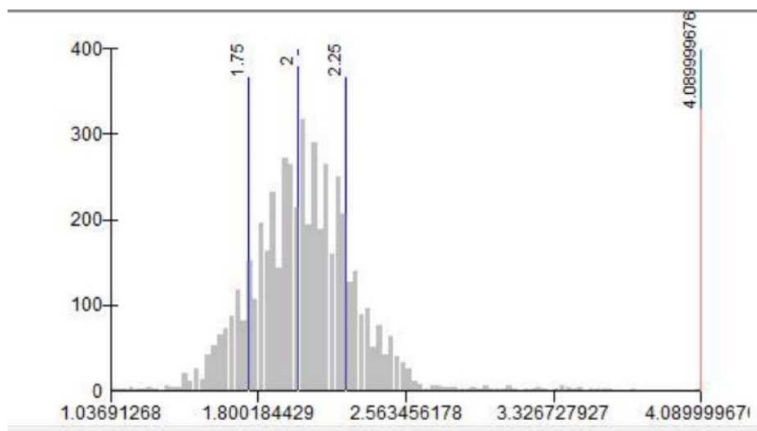
Uitgangspunt [in deze memo](#) is een ontwerp conform CUR 201, waarbij een voldoende luwe omgeving wordt gecreëerd, zodat waterplanten voldoende kunnen aanslaan en groeien. Hoewel dit uitgangspunt niet getalsmatig is ingevuld, vallen daarmee opties als constructies die slechts een beperkte hoogte hebben af. Ook dwars op het kanaal staande 'kribben' creëren onvoldoende luwte. Dergelijke opties zijn in de hoofdstukken 3 en 4 dan ook niet in beschouwing genomen.

## 2.4 Diepte en breedte kanaal

De breedte van kanaal is gemiddeld circa 35 m. De variatie in breedtes is weergegeven in onderstaande figuur.



Relevant voor de uitwerking van de subvarianten is de diepte van het kanaal op circa 5 m uit de huidige damwand. Immers bij een streefbreedte van 4 m, komt de nieuwe vooroeververdediging op circa 4,5 m uit de huidige damwand. De provincie Drenthe heeft een multibeam peiling van het kanaal van 2018 beschikbaar gesteld. Hieruit hebben wij de volgende verdeling van dieptes op 5 m uit de huidige oever gedestilleerd. De gemiddelde diepte is 2 m. Daarbij is het van belang dat er gezien de peilmethode geen onderscheid is gemaakt tussen slib en vaste bodem. Rekening houdend met de aanwezigheid van slib (constructief niet relevant), gaan we, omdat er geen betere gegevens beschikbaar zijn, in deze memo uit van een vaste-bodemdiepte van 2,5 m t.o.v. waterspiegel



(N.B.) Ten zuiden van de Taarlosebrug was de situatie dus relatief ongunstig!

## 2.5 Bodemopbouw

De bodem in dit traject bestaat voornamelijk uit zand en leemlagen van variabele diepteligging en diktes. Daar waar in de omgeving veen aanwezig is, is dit ondiep en niet relevant voor de damwandconstructieberekeningen.

De provincie Drenthe heeft sonderingen beschikbaar gesteld van de zuidelijk 4,5 km van het traject. Deze zijn uitgevoerd op de kanaaldijk in het kader van de vervanging van een damwand en de aanleg van een fietspad. Van het overige traject is een inschatting gemaakt op basis van boringen en een enkele sondering uit het Dinoloket. Deze liggen echter op 100 tot 200 m afstand van het kanaal en zijn onvoldoende representatief voor constructieberekeningen.

## 2.6 FUP's en compartimentering

Her en der zijn in het Noord-Willemskanaal fauna-uitredeplaatsen (FUP's) aanwezig. Minimaal moeten deze in stand gehouden worden. Indien mogelijk moet het aantal worden uitgebreid.

Tussen de NVO en het kanaal dient verbinding te zijn om de uitwisseling van water en organismen te bevorderen. Als daarbij voor een damwand of een palenrij als luwtegevende constructie wordt gekozen, kunnen gaten in de constructie gemaakt worden. FUP's en uitwisselingsgaten kunnen dan gecombineerd worden waardoor het aantal FUP's kan worden uitgebreid. Voor de locatie Taarlosebrug is hiernaar een onderzoek gedaan, waarbij een opzet is gemaakt van compartimentering van de NVO, waarbij ongeveer in het midden van een compartiment een FUP wordt aangebracht die tevens als uitwisselingsopening dient. Ter plaatse van de FUP blijkt een bescherming tegen erosie nodig. Vooral nog is deze opzet ten behoeve van de kostenramingen overgenomen.

## 2.7 Aanvulgrond NVO

- Voorkeur voor zand als bulkmateriaal. Volgens de bodemkaart van Nederland komen hier van nature veldpodzolgronden voor, daarom is er een voorkeur voor wat lemig fijn zand. Maar alle grondsoorten, m.u.v. klei en veen zijn toegestaan.
- Het verdient de aanbeveling plaatselijk (10 tot 20% van de oppervlakte) de bovenste 5 tot 10 cm te laten bestaan uit slib vanuit watergangen met al een ontwikkelde onderwatervegetatie. De dikte en oppervlakte van het aan te brengen slib is afhankelijk van wat er in de omgeving voorhanden is. Eventueel kan het enten met slib ook uitgevoerd worden als uit monitoring blijkt dat de vegetatie onvoldoende aanslaat. De sliblaag hoeft niet dik te zijn, het gaat erom dat er entmateriaal (zaden en vegetatief vermeerderingsmateriaal) wordt ingebracht
- Rond de waterlijn kunnen rietplaggen worden aangebracht ter promotie van de ontwikkeling van de NVO. Ervan uitgaande dat deze uit de omgeving afkomstig zijn, bevatten deze ook zandig materiaal.

Dat betekent dat, met uitzondering van klei en veen, alle grondsoorten in aanmerking komen. Naar schatting is 6-8 m<sup>3</sup>/m aan grond nodig. Ter plaatse van de FUP's wordt gezorgd voor voldoende draagkrachtige bodem. Dit betekent dat hier aangevuld wordt met zand.

## 2.8 Beheer, onderhoud en monitoring

In beide subvarianten wordt rekening gehouden met het volgende beheer en onderhoud en de volgende monitoring

- Jaarlijkse inspectie, eventueel herstellen erosie-plekken. De eerste 2 jaar relatief intensief herstellen, daarna alleen plaatselijk.
- Periodieke vegetatiekartering (gemiddeld wordt uitgegaan van een keer per 3 jaar)
- Verwijderen exoten. In de huidige FUP's in het Noord Willemskanaal wordt waternavel nu al gesignaleerd.
- Periodiek (een keer per 3 tot 5 jaar) maaien en afvoeren van de vegetatie.
- Om te rigoureuze ingrepen tegen te gaan, en meer variatie te bereiken, wordt daarbij planmatig gewerkt, waarbij in elk jaar eenderde tot eenvijfde van de betreffende NVO gemaaid wordt en de rest gespaard.
- In een nieuwe NVO is baggeren of afkrabben van de bodem ongewenst. Op termijn zal echter verlanding plaats vinden. Bezien moet worden waar welke mate van verlanding plaatsvindt waar dergelijk beheer wel gewenst is. Rekening is gehouden met plaatselijk (en gefaseerd) baggeren vanaf 15 jaar na aanleg en het krabben van de bodem eens per 5 jaar ook na 15 jaar.

Het onderhoud wordt in principe vanaf de kant uitgevoerd. De locaties goed bereikbaar voor onderhoudsmaterieel (hydraulische kranen)

### 3 SUBVARIANT MAXIMALE LEVENSDUUR

#### 3.1 Uitgangspunten

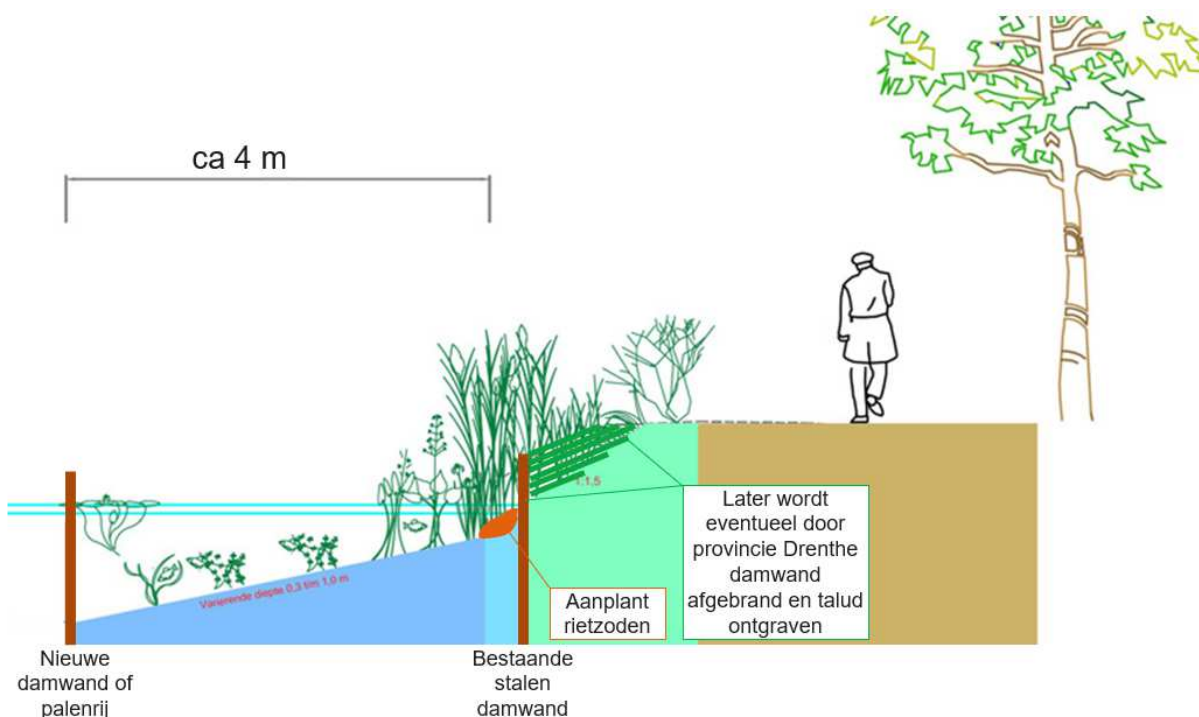
- Gebruikte materialen hebben een levensduur van 50 jaar of langer
- Gemiddelde compartimentlengte en onderlinge afstand FUP's: 150 m
- Vooroeververdediging op 0,3m boven waterpeil

#### 3.2 Vooroever verdediging

Er geldt een levensduurverwachting van 50 jaar. In principe komen daarom 3 materialen in aanmerking:

- Betonnen damwand
  - Stalen damwand
  - Een golfbreker van stortsteen, eventueel met een grondkern.
- Deze worden hierna besproken, waarna een keuze wordt gemaakt.

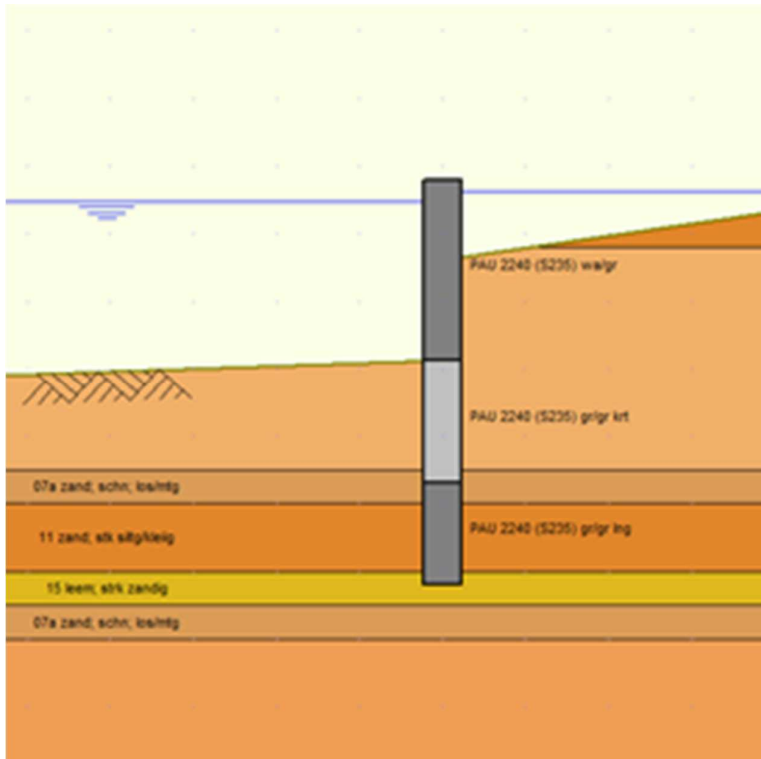
Betonnen of stalen damwand



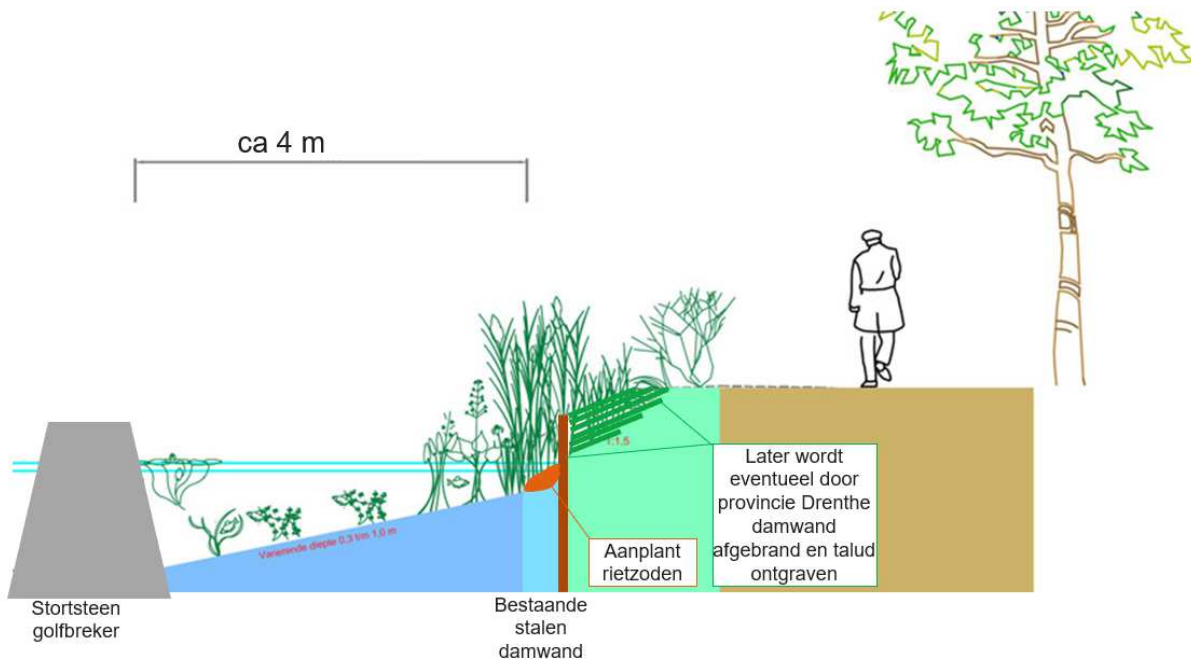
Een **betonnen damwand is in verband met de harde ondergrond bijna nergens toepasbaar**, daarom wordt uitgegaan van een stalen damwand. Verankering van de damwand is zeer lastig in verband met het periodieke onderhoud van de natuurvriendelijke oever. Vanwege dit onderhoud dient een eventuele verankering op tenminste 1 m diepte aan de nieuwe damwand bevestigd te worden. Als dit al mogelijk is, is het zeer arbeidsintensief. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van een onverankerde stalen damwand.

Op grond van de gemiddelde bodemopbouw in het traject en een gemiddelde vaste-bodemdiepte van 2,5 m, met een ontwerp levensduur van 50 jaar, komen we op een koudgevoormd stalen damwandprofiel PAU 2240 in S235, uitgevoerd als een gestaffelde damwand: 1 lang profiel van 5,50 meter en 1 kort profiel van 4,50 meter. Massa PAZ 2240 bedraagt 42,3 kg/m<sup>2</sup>. De kosten van het leveren en plaatsen van de damwand worden geraamd op € 250 / m. Daar komen nog kosten voor aanvullen met grond, FUP's e.d. bij.

Bij de indicatieve constructieberekening is de volgende situatie beschouwd:



## Stortsteen



Een stortstenen golfbreker wordt om de volgende redenen niet geadviseerd: Bij een kruinbreedte van 0,5 m, taluds van 1:3 tot 1:2<sup>1</sup> en een bodemdiepte van 2,5 m heeft de stortsteen-golfbreker een volume van meer dan 15 m<sup>3</sup>/m. Dit is exclusief eventuele zettingen. Afhankelijk van de bodem ter plaatse zal de golfbreker aangebracht worden op wiepen en geotextiel. Om kosten te besparen zou de kern van de golfbreker opgebouwd kunnen worden uit zand. Naar schatting zal de verhouding zand-stortsteen dan ongeveer 50:50 zijn.

Al met al ramen wij dat de kosten voor het aanleggen van een stortstenen golfbreker hoger zullen zijn dan bij een stalen damwand (> 700€ /m exclusief BTW). Belangrijk in de afweging is verder het ruimtebeslag. Om circa 4 meter natuurvriendelijke oever aan te leggen is grofweg een ruimtebeslag meer dan 10 meter nodig. Daarmee beslaat de natuurvriendelijke oever ruim een kwart van de kanaalbreedte. Scheepvaart-technisch is dat minder gewenst.

## Keuze

Voor de variant, maximale levensduur, wordt gekozen voor het gebruik van een koudgeformde stalen damwandprofiel.

### 3.3 Beheer en onderhoud

Voor het basisbeheer en -onderhoud wordt verwezen naar paragraaf 2.7

De vooroeververdediging behoeft geen onderhoud en is zeer robuust. Alleen zeer forse aanvaringen veroorzaken schade. Deze moeten hersteld worden, in principe op kosten van de veroorzaker.

### 3.4 Kosten

Voor deze subvariant ramen wij de kosten als volgt:

	Kosten per strekkende meter exclusief BTW
<b>Bouwkosten (€)</b>	630,--
<b>Engineeringskosten (€)</b>	35,--
<b>Gekapitaliseerde kosten voor onderhoud, beheer en vervanging (€)</b>	64,--
<b>Totaal LCC-kosten (€)</b>	729,--

Deze raming is gebaseerd op kentallen en op de veronderstelling dat 3 tot 5 km NVO in een project kan worden aangelegd. De eenheidsprijzen zijn gebaseerd op de zogenaamde blokprijzen in de raamovereenkomst Arcadis – waterschap.

<sup>1</sup> Volgens CUR 201 is een talud van 1:3 vereist. Nadere detaillering zal moeten uitwijzen of een talud van 1:2 mogelijk is.

## 4 SUBVARIANT NATUURLIJK

### 4.1 Uitgangspunten

#### Ontwerpfilosofie

Uitgangspunt is het gebruik van zo natuurlijk mogelijke materialen, in ieder geval op die plekken waar deze zichtbaar zijn. Voor wat betreft de vooroeverdediging betekent dit in praktijk gebruik van hout. Hout heeft echter een beperkte levensduur, maar onder water een in principe onbeperkte levensduur. Dit betekent dat de vooroeverdediging voor zover deze boven water uitsteekt na verloop van tijd weggerot zal zijn tot 10 tot 20 cm onder de waterspiegel.

De resterende vooroeverdediging zorgt nog altijd voor meer luwte dan geen vooroeverdediging. Omdat tegen die tijd de vegetatie rond de waterlijn (de geplante rietzoden) zich voldoende ontwikkeld heeft, is de natuurvriendelijke oever waarschijnlijk redelijk stabiel en bestand tegen golferosie. Voorwaarde is wel dat het beheer en onderhoud zodanig wordt uitgevoerd dat er voldoende garantie is voor een goed ontwikkelde vegetatie, met name rond de waterlijn. Dit vergt een intensievere monitoring als de levensduur van de materialen verstreken is. Op deze wijze kan volstaan worden met hout duurzaamheidsklasse 4 (levensduur 5 tot 10 jaar).

Als toch onaanvaardbare erosie optreedt, dan zal overgegaan moeten worden tot vervangingsinvesteringen of het verhogen van de vooroeverdediging.

#### Semi-permeabele vooroeverdediging

Een aantal van de hierna beschreven vooroeverdedigingen zijn semi-permeabel (ruwhouten palenrij, palenrij met rijshout). Theoretisch is hier voor wat betreft bodem- en oevererosie moeilijk mee te rekenen, er zijn geen rekenmodellen voor beschikbaar. Voor de hoogte gaan we ervanuit dat deze ongeveer gelijk aan een dichte damwand zal moeten zijn. Voor het leeglopen van de NVO door de waterspiegeldaling zal er minder stroming aanwezig zijn rondom de FUP. Immers het water kan ook door de beschoeiing weglopen. De erosiebescherming ter plaatse van de FUP kan daardoor lichter worden uitgevoerd.

#### Overige uitgangspunten

- Compartmentlengte en onderlinge afstand FUP's: gemiddeld 150 m
- Bij aanleg zal de vooroeverdediging 30 cm boven de waterlijn uitsteken en is daarmee zichtbaar voor de scheepvaart. Dit verdwijnt na verloop van tijd. In verband met de scheepvaart worden daarom signaleringen op de vooroeverdediging met een langere levensduur aangebracht.

### 4.2 Eerste inventarisatie en afweging

De volgende constructies zijn geïnterviewd:

- Houten damwand
  - Dichte wand, d.w.z. geen uitwisseling van water behalve via de aangebrachte openingen
  - Damwand weerkaatst de golven, bij vernauwing van kanaal door aanleg nvo nadeel voor bijvoorbeeld roeiers.
  - Is vergelijkbaar qua effecten met staal, maar mogelijk iets goedkoper.
- Paal-schot beschoeiing
  - In verband met de bodemdpte van 2,5 m zouden zeer grote schotten moeten worden aangebracht. Het is eenvoudiger en goedkoper een houten damwand aan te brengen.
- Aaneengesloten ruwhouten palenrij
  - Door ruwhouten palen toe te passen blijven er smalle openingen tussen de palen. Daarom wordt vanaf 1 m beneden waterpeil een geotextiel achter de damwand aangebracht om weglopen van grond of baggerspecie tussen de palen tegen te gaan
  - Uitwisseling van water, kleine organismen en zaden via de smalle openingen tussen de palen
  - Palenrij dempt golven en kaatst deze niet terug

- Palenrij(en) met rijshout (wilgentenen)
  - Alleen het aanbrengen van een gronddicht geotextiel is niet afdoende, er dient i.v.m. de grotere afstand tussen de palen stijver materiaal gekozen te worden.
  - Uitvoering mogelijk met dubbele of enkele rij palen. Constructietechnisch wordt gezien de golfwerking van schepen een dubbele rij geadviseerd.
  - Alleen bestorven wilgentenen gebruiken, omdat ze anders uitlopen en voor niet gewenste beschaduwing zorgen.
  - Constructie dempt golven en kaatst deze niet terug
  - Uitwisseling van water en kleine organismen mogelijk.
  - Dient tevens als schuilplaats voor vissen (zogenaamde vissenbossen).
  - Kwetsbaar en mogelijk veel reparatie nodig.

*Links palenrij, rechts rijshoutbeschoeiing*



## Afweging

Uit oriënterende berekeningen blijkt dat alle geïntariseerde constructies, constructietechnisch niet voldoen of alleen bij extreme dimensies. Er komt namelijk een fors moment in de constructie en om een stabiele constructie te maken zijn al gauw 6 meter lange palen of damplanken nodig. Indicatieve berekeningen aan palen laten zien dat diameters nodig zijn van meer dan 25 cm.

Constructietechnisch is een optimalisatie mogelijk door middel van steunberm, drukontlasting of verankering. Hierop gaan wij in de volgende paragraaf nader in.

### 4.3 Houten damwand of palenrij met aanvullende maatregelen

Probleem is dat de constructie een groot hoogteverschil in bodemdiepte moet opvangen. Aan de actieve zijde van de constructie ligt de bodem van de NVO 1 m benden waterspiegel, aan de passieve zijde 2,5 m. Om dit probleem of te lossen zijn drie oplossingsrichtingen denkbaar:

- Aanbrengen steunberm aan de passieve zijde
- Drukontlasting, door bijvoorbeeld de aanvulgrond te verpakken in zogenaamde geotubes of big-bags. Reductie van de belastingen heeft een gunstig effect op de constructieberekeningen
- Verankering, waarbij de verankering niet kan worden bevestigd aan de oude damwand. Deze damwand is doorgaans halverwege de levensduur en de toestand ervan is onvoldoende bekend om vast te stellen of een extra belasting van de damwand is toegestaan.



Wij zijn daarbij in eerste instantie uitgegaan van een houten damwand of een houten palenrij. Dit omdat deze beter in staat zijn krachten op te vangen en te verdelen en het eenvoudiger is om hieraan verankeringsconstructies te bevestigen.

## Steunberm

Deze mogelijkheid is bijvoorbeeld succesvol toegepast in het Slochterdiep. Daarbij wordt op circa 1 m beneden waterspiegel aan de kanaalzijde van de houten damwand of palenrij een bestorting aangebracht met behulp van stortsteen met eventueel een zandkern. De bovenzijde van de bestorting loopt de eerste 0,5 tot 1,0 meter horizontaal en vervolgens met een talud naar beneden. Indicatieve berekeningen wijzen uit dat een talud van 1:2 benodigd is. Om circa 4 meter natuurvriendelijke oever aan te leggen is een ruimtebeslag van nog eens 3 tot 4 meter nodig. De voet van de steunberm ligt op circa 8 meter uit de bestaande damwand. Daarmee beslaat de natuurvriendelijke oever een kwart van de kanaalbreedte. Scheepvaart-technisch is dat minder gewenst.

Deze optie valt daarmee af.

## Drukontlasting

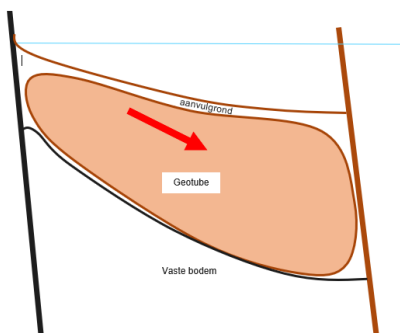
We hebben ons in samenwerking met Huesker georiënteerd op het gebruik van tubes, bigbags en grondverankering. Daarbij worden kunststoffen onder water toegepast. Het uitgangspunt 'natuurlijker materialen' wordt daarbij dus deels verlaten: water resteert is een natuurlijker uitzijnde oever dan bij bijvoorbeeld stalen damwanden.

- Bij tubes kan het vulmateriaal ter plekke uit het kanaal gewonnen worden. Positief is dat daarbij op (verre) toekomstige onderhoudskosten voor de provincie Drenthe bespaard wordt en dat invulling wordt gegeven de aan duurzaamheidsdoelstelling hergebruik van materialen. Een eerste indicatie geeft aan dat daarbij € 70 per strekkende meter aan materiaalkosten gemoeid zijn en nog een € 30 aan vulkosten. De hanteerbaarheid van het materiaal is minder eenvoudig dan bij big bags.
- Bigbags zijn verkrijgbaar in diverse maten. Uitgaande van hoogwaardig geotextiel met een levensduur van meer dan 50 jaar en een hanteerbare maat van bijvoorbeeld 1 bij 2 tot 3 meter, bedragen de materiaalkosten als snel 150 tot 200 € strekkende meter. Voordeel is de gunstiger verwerkbaarheid op locatie. Gezien de kosten heeft de tube echter vooralsnog de voorkeur.
- Bij grondverankering wordt de aanvulgrond vastgehouden door middel van hoogwaardige geotextiel, zodat deze geen of nauwelijks druk uitoefent op de houten damwand of palenrij.

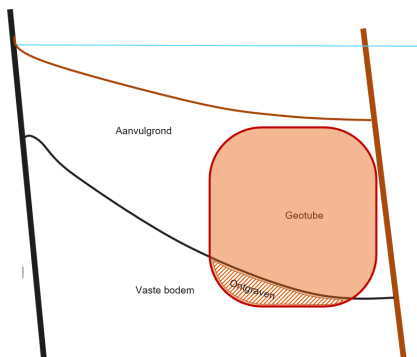
## Tubes

Tubes moeten zodanig geplaatst worden dat het geotextiel op spanning staat en daarbij nog geen druk uitoefent op de houten damwand of palenrij. De smalle ruimte tussen de houten damwand of palenrij en de tube wordt na het vullen van de tube gevuld met grond. Boven op de tube wordt een laag grond aangebracht van circa 20 cm als substraat voor de waterplanten.

Nadere beschouwing van een aantal dwarsprofielen laat echter zien dat de bodem nagenoeg nergens voldoende vlak is. De bodem loopt bijna overal over de gehele breedte van de NVO schuin af naar beneden. Daardoor heeft de tube de neiging of af te schuiven of weg te rollen naar het midden van het kanaal. Dat is in onderstaand figuur schematisch weergegeven. De tube oefent daardoor nog steeds te veel druk uit op de houten damwand of palenrij.



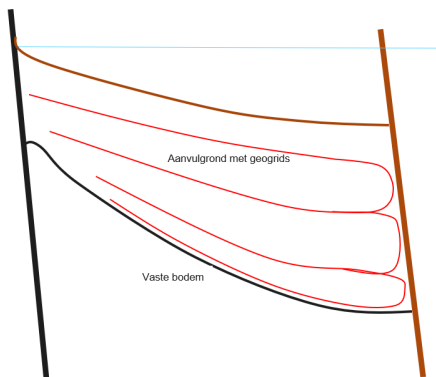
Daarom is overwogen te werken met tubes van 1,5 tot 2 m breedte en de bodem waarop de tube moet worden aangebracht, vooraf te egaliseren. Dit is in de volgende figuur schematisch weergegeven:



Deze laatste optie is niet kansloos, maar met onzekerheden omgeven. Het is onvoldoende bekend wat de actuele toestand van de bestaande damwanden is om zonder risico het onderwatertalud deels te kunnen ontgraven. Zonder aanvullend onderzoek en risico-afspraken met de eigenaar van de oude damwand, de Provincie Drenthe, kan op dit moment geen keuze worden gemaakt.

### Grondverankering

Hierbij wordt de aanvulgrond op zijn plaatst gehouden door de toepassing hoogwaardig geotextiel, zogenaamde geogrids. De aanvulling van de natuurvriendelijke oever wordt laagsgewijs opgebouwd, waarbij tussen de verschillende lagen het geogrid wordt aangebracht. Dat wordt aan de zijde van de nieuwe damwand of palenrij omgeslagen en teruggelegd waarna er een nieuw grid met grond op wordt aangebracht. Schematisch ziet dat er als volgt uit:



De aanvulgrond moet voldoende druk uitoefenen, dus voldoende zwaar zijn. Daarom wordt gedacht aan zand als aanvulmateriaal. Oriënterende berekeningen geven aan dat het mogelijk is op deze wijze de druk op de houten damwand of palenrij tot bijna nul te reduceren zodat in principe met een lichte constructie kan worden volstaan.

### Deelconclusie

De opties grondverankering of tubes van 1,5 tot 2 m breedte zijn technisch niet kansloos, ze kunnen echter pas worden uitgewerkt als de locaties bekend zijn en vervolginventarisaties zijn uitgevoerd, zijnde:

- Peilingen om de actuele ligging van de vaste bodem op deze plekken in kaart te brengen.
- Voor de betreffende damwanden aanvullende inventarisatie van type, ouderdom en inspectie.
- Afspraken met de provincie te maken over de risico's voor de oude damwand.

### **Verankering**

De verankering kan niet kan worden bevestigd aan de oude damwand. Deze damwand is doorgaans halverwege de levensduur en de toestand ervan is onvoldoende bekend om vast te stellen of een extra

belasting van de damwand is toegestaan. Daarnaast speelt dat de damwand eigendom is van en in beheer bij de provincie Drenthe. Als beide damwanden (of combinatie damwand-palenrij) onlosmakelijk één constructie vormen, maakt dat het beheer en onderhoud gecompliceerd. Bovendien wordt bij bevestigen aan een deels afgeschreven damwand niet voldaan aan de levensduureis van 50 jaar. Daarom is onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor verankering zonder bevestiging aan de bestaande damwand

Wij zien 2 mogelijkheden voor verankering:

- Verankering aan palen naast de oude damwand  
Op circa 0,5 m uit de oude damwand worden op regelmatige afstand palen geplaatst. Dit kunnen zowel stalen als houten palen zijn, omdat ze onder water worden afgewerkt. Deze palen worden gebruikt om de houten damwand of palenrij aan te verankeren. Het aangrijpingspunt aan de houten damwand of palenrij moet daarbij lager dan 1 m waterdiepte liggen. Het aangrijpingspunt op de ankerpalen kan hoger liggen, mits het maar onder toekomstige bodemhoogte van de NVO ligt. Op deze wijze wordt geen hinder bij toekomstig maaionderhoud ondervonden. De bevestiging van de verankering op de houtendamwand of palenrij is lastig en zal nader moeten worden uitgewerkt. Inschatting is dat daarvoor wel 'slimme' oplossingen te verzinnen zijn.
- Verankering m.b.v. een geotextiel of geogrid  
Hierbij wordt lager dan 1 m waterdiepte een geotextiel of geogrid bevestigd aan de houten damwand of palenrij. Door deze laagsgewijs in de aanvulling van de natuurvriendelijke oever te verwerken ontstaat een verankering m.b.v. de aanvulgrond. Voorwaarde daarbij is dat enkel zand wordt gebruikt als aanvulmateriaal om voldoende gronddruk op te bouwen.

#### Deelconclusie

Beide opties zijn technisch niet kansloos, maar het ontbreekt aan de tijd om deze nu uit te werken. Bovendien geldt daarbij net als bij de geotube dat de kansen alleen locatie-specifiek beoordeeld kunnen worden.

#### **Conclusie**

Er bestaan diverse mogelijkheden om door middel van drukontlasting of verankering een stabiele houten damwand of palenrij te creëren. Het uitgangspunt 'gebruik van zo natuurlijk mogelijke materialen' wordt daarbij echter verlaten voor het gedeelte onder water. Bovendien kunnen de opties in dit stadium onvoldoende worden geconcretiseerd om een betrouwbare kostenraming op te baseren. De raming die in paragraaf 4.5 wordt weergegeven geeft dan ook slechts een orde van grootte.

## **4.4 Beheer en onderhoud**

Alle in paragraaf 3.3 benoemde onderhoudswerkzaamheden zijn nodig.

Aanvullende daarop moet rekening gehouden worden met de volgende onderhoudskosten:

- Nadat de bovenzijde van de vooroeververdediging weggerot is, zal mogelijk meer erosie optreden aan de overgang van natte naar droge oever. Daarom moet na 10 jaar rekening gehouden worden met extra kosten als gevolg van.
  - een intensievere monitoring
  - het herstellen van erosie plekken.
- Als toch blijvend onaanvaardbare erosie optreedt, dan zal overgegaan moeten worden tot vervangingsinvesteringen of het verhogen van de vooroeververdediging. Hiermee is in de LCC-raming rekening gehouden.

## 4.5 Kosten

Voor deze subvariant ramen wij de kosten als volgt:

	Kosten per strekkende meter exclusief BTW
<b>Bouwkosten (€)</b>	644,--
<b>Engineeringskosten (€)</b>	35,--
<b>Gekapitaliseerde kosten voor onderhoud, beheer en vervanging (€)</b>	113,--
<b>Totaal LCC-kosten (€)</b>	792,--

Deze raming is gebaseerd op kentallen en op de veronderstelling dat 3 tot 5 km NVO in een project kan worden aangelegd. De eenheidsprijzen zijn gebaseerd op de zogenaamde blokprijzen in de raamovereenkomst Arcadis – waterschap. Aangezien de technische uitwerking achter de raming tot dusver onvoldoende kon worden geconcretiseerd, geeft de raming slechts een orde van grootte aan.

## 5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De geraamde kosten worden in de volgende tabel samengevat.

	Subvariant 1 (Maximale levensduur): Kosten per strekkende meter exclusief BTW	Subvariant 2 (Maximaal natuurlijk): Kosten per strekkende meter exclusief BTW
<b>Bouwkosten (€)</b>	630,--	644,--
<b>Engineeringskosten (€)</b>	35,--	35,--
<b>Gekapitaliseerde kosten voor onderhoud, beheer en vervanging (€)</b>	64,--	113,--
<b>Totaal LCC-kosten (€)</b>	729,--	792,--

- Een subvariant waarbij een natuurvriendelijke oever wordt gemaakt m.b.v. een stalen damwand is technisch haalbaar, maar niet binnen het knock-outcriterium 'bouwkosten maximaal € 250,-- per strekkende meter'.
- Een natuurlijke subvariant met hout als vooroververdediging is niet zonder meer toepasbaar omdat blijkt dat alle geïnventariseerde mogelijkheden, constructietechnisch niet voldoen of alleen bij extreme dimensies. Eventueel kunnen aanvullende maatregelen worden getroffen als drukontlasting door geotubes of verankering aan ankerpalen. Daarmee wordt het uitgangspunt 'maximaal natuurlijk' echter grotendeels verlaten. Deze subvariant voldoet strikt formeel niet aan het levensduurcriterium van 50 jaar. De kosten kunnen op dit moment daarom alleen relatief onnauwkeurig geraamd worden, maar liggen zeker in de buurt van de optie met een stalen damwand. De LCC-kosten zijn veel hoger dan die van een stalen damwand en daarmee ligt een keuze voor deze subvariant niet voor de hand.

### Samenvattende conclusie

Voor alle varianten binnen het kanaalprofiel kan niet worden voldaan aan het knock-out criterium van maximaal € 250 per strekkende meter aan bouwkosten. Dit knock-out criterium geldt weliswaar voor het totale project, maar het verschil is dermate groot dat bij een mix van oplossingen binnen en buiten het kanaal profiel ook niet wordt voldaan. Dit wordt in de hoofdrapportage van de variantenstudie verder uitgewerkt.

### Betrouwbaarheid van de ramingen

Oorzaak van de hoge kosten is de gronddruk van 1,5 m die de vooroververdediging dient op te vangen. Deze aanname van 1,5 m is niet gebaseerd op dieptemetingen van de vaste bodem maar op schattingen op basis van een multibeam-peiling, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen slib en vaste bodem. Daadwerkelijke metingen zouden de ramingen nauwkeuriger maken, maar het is niet te verwachten dat daarbij alsnog uitgekomen zal worden op een bedrag lager dan het knock-out criterium.

Voor ramingen ten behoeve van deze varianten studie is overeengekomen dat deze minimaal een betrouwbaarheid van 60% dienen te hebben. Onze inschatting is dat voor subvariant 1 hieraan voldaan wordt, ook al zijn er grote onzekerheden m.b.t. de diepte en plaatselijk m.b.t. de bodemopbouw. Voor subvariant 2 geldt dit mogelijk niet.

## COLOFON

MEMO NVO'S BINNEN HET KANAALPROFIEL  
VARIANTENSTUDIE NVO NOORD-WILLEMSKANAAL

**AUTEUR**

Henk Hazelhorst

**PROJECTNUMMER**

C03081.400001

**ONZE REFERENTIE**

D10010967:14

**DATUM**

6 augustus 2020

**STATUS**

Concept

**GECONTROLEERD DOOR**

Joost Willink  
Junior Projectleider

**VRIJGEGEVEN DOOR**

Michel Schippers  
Projectmanager

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 63  
9400 AB Assen  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

## **BIJLAGE G - MEMO GEOGRAFISCHE KEUZE BINNEN**

## BIJLAGE 2: UITWERKING LOCATIES BINNEN KANAALPROFIEL

### Werkwijze prioritering NVO's binnen het Noord-Willemskanaal:

De prioriteringsstudie heeft tot doel voor de varianten 1,2,3, en 4 te bepalen waar binnen het kanaalprofiel NVO bij voorkeur NVO's kunnen worden aangelegd, De studie bestaat uit drie stappen:

1. Opstellen ranglijst per locatie op basis van 7 aspecten;
2. Afweging locaties rekening houdend met resultaten van naastgelegen locaties;
3. In beeld brengen van meekoppelkansen bij de locaties.

Resultaat van de prioriteringsstudie is een kaart waarop advies staat waar wel/ geen NVO aan kan worden gelegd. En een tabel met daarin de verschillende locaties op volgorde van prioriteit en potentiële lengte natuurvriendelijke oever. Het totaal aan in aanmerking komende lengtes is meer dan 5,5 km, aangezien er na het gebiedsproces nog locaties kunnen afvallen.

### Stap 1. Opstellen ruwe ranglijst geschiktheid

Voor het selecteren van geschikte locaties voor de aanleg van een NVO in het kanaalprofiel van het NWK, houden wij met onderstaande aspecten rekening. De aspecten staan opgesomd in de volgorde: meest belangrijk naar minst belangrijk.

*NB. In onderstaand overzicht is het aspect 'bestemmingsplannen' niet opgenomen omdat uit de kansen en risicokaart bleek dat er tussen de verschillende locaties binnen kanaalprofiel geen verschillen zijn voor het aspect bestemmingsplan.*

#	Aspecten	Categorieën
1	Kabels en leidingen (5m aan weerszijden, met voornaamste focus op clusters rond bijv. bruggen)	Drie categorieën: 0 = niet aanwezig - = enkele kabel of leiding aanwezig -- = meerdere kabels en leidingen in een cluster aanwezig
2	Diepte kanaal (op 5 meter uit de oever)	Zes categorieën: ++ = < 1,75 m waterdiepte (zeer lage investeringskosten te verwachten) + = 1,75-2,00 m waterdiepte (lage investeringskosten te verwachten) 0 = 2,00-2,25 m waterdiepte (gemiddelde investeringskosten te verwachten) - = 2,25 -2,50 m waterdiepte (bovengemiddelde investeringskosten te verwachten) -- =2,50- 2,75 m waterdiepte (zeer hoge investeringskosten te verwachten) Knock out = Meer dan 2,75 m waterdiepte (te hoge investeringskosten)
3	Maximale breedte mogelijk voor nvo (hinder scheepvaart)	Vier categorieën: ++ = bij 6 m brede oever voldoet resterende vaarweg aan categorie ruim profiel volgens richtlijn vaarwegen + = bij 4 m brede oever voldoet resterende vaarweg aan categorie ruim profiel volgens richtlijn vaarwegen



	0 = bij 4 m brede oever voldoet resterende vaarweg aan categorie krap profiel volgens richtlijn vaarwegen - = bij 4 m brede oever voldoet resterende vaarweg niet aan categorie krap profiel volgens richtlijn vaarwegen
<b>4</b> Ecologische kwaliteit aangrenzend gebied (houtwallen en kwelsloten)	Vier categorieën: ++ = ecologisch zeer geschikte locatie + = ecologisch geschikte locatie 0 = neutraal - = ecologisch ongeschikte locatie
<b>5</b> Risico's vanuit conditionering (bodemonverontreiniging, NGE, archeologie, beschermde soorten/ NNN)	Drie categorieën: 0 = nauwelijks risico's - = risico -- = groot risico
<b>6</b> Hengelsport	Drie categorieën: + = locatie niet in gebruik als wedstrijdlocatie 0 = locatie minder frequent in gebruik als wedstrijdlocatie - = locatie frequent in gebruik als wedstrijdlocatie
<b>7</b> Kansen aansluitende recreatieve ontwikkelingen (wandelen, fietsen, roeien etc)	+ = aanwezig 0 = niet aanwezig
<b>8</b> Toegestane ligplaatsen scheepvaart	0 = niet aanwezig - = aanwezig

Op basis van deze aspecten en de zwaarte van het aspect, bepalen wij met GIS een ranglijst voor de meest geschikte locaties. De kostenbepalende factoren (aspect 1 en 2) en de scheepvaart (aspect 3) wegen zwaarder, dan de overige aspecten. De indeling is als volgt:

- Groen: Zeer geschikte locatie = alle aspecten zijn hierin meegewogen: locatie heeft meerwaarde vanuit ecologie en geen onoverkomelijke bezwaren vanuit aspect 1, 2 en 3;
- Blauw: Geschikte locatie
- Geel: Neutraal beoordeelde locatie
- Rood: Niet geschikte locatie

### Stap 2. Afweging locaties

De resultaten in GIS geven per locatie aan of deze (zeer) geschikt of ongeschikt is voor de aanleg van een NVO in het kanaalprofiel. De resultaten zijn onafhankelijk van andere locaties binnen het kanaalprofiel opgesteld. In een volgende slag, wordt ook rekening gehouden met de afhankelijkheden met andere locaties. Hierin wegen wij onderstaande aspecten mee:

- Waar kunnen we werk met werk maken. Dit gaan in ieder geval voor de locaties ten zuiden van de Taarlosebrug waar de Provincie 700m damwand gaat vervangen.
- Evenredige verdeling van de NVO's, verspringing van de oost- naar westzijde.
- NVO's niet tegenover elkaar aanleggen.

### Stap 3. Meekoppelkansen

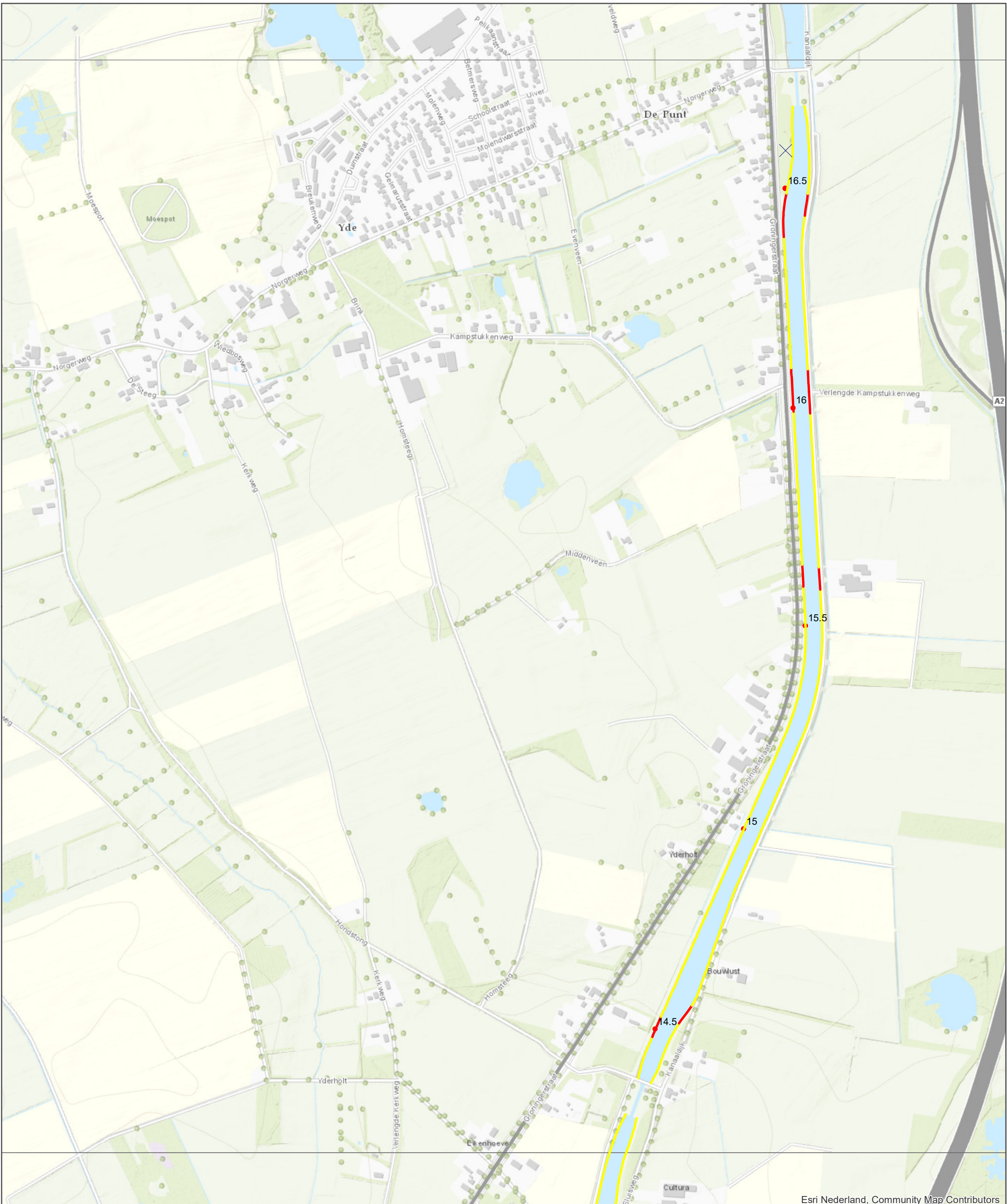
Na advies/keuze waar de NVO's aan te leggen, wordt nog gekeken naar de volgende aspecten:

- Ruimtelijke kwaliteit (recreatie): waar liggen meekoppelkansen vanuit ruimtelijke kwaliteit?
- Zijn er op de gekozen locaties reeds FUP's (fauna uittrede plaats) aanwezig en wat is de status van deze FUP's? Is het wenselijk nog extra FUP's te realiseren

## WERKWIJZE VOOR SELECTIE LOCATIES BINNEN KANAALPROFIEL

Achtereenvolgens zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- Het Noord-Willemskanaal is ingedeeld in vakken van 50 meter
- Elke vak is beoordeeld op aanwezigheid van kabels en leidingen, de plaatselijke diepte van het kanaal, maximaal mogelijke breedte van een nvo, ecologische kwaliteit van het aangrenzende gebied, risico's vanuit conditionering en de aanwezigheid van ligplaatsen. Deze beoordeling heeft plaatsgevonden door elk traject op ieder aspect in te delen in de categorieën zoals beschreven in bijlage 2 van het document "Afwegingskader en varianten natuurvriendelijke oevers Noord-Willemskanaal".
- De twee aspecten die wel in het gepresenteerde afwegingskader waren opgenomen, maar niet zijn meegenomen in deze analyse zijn de aanwezigheid van wedstrijdlocaties voor de hengelsport en aansluitende recreatieve kansen.
  - Reden hiervoor is dat op het moment van uitwerken van de geschikte locaties informatie over wedstrijdlocaties nog niet bekend is ondanks gevoerde gesprekken met de hengelsportfederatie. De hengelsportfederatie heeft later wel een kaart geleverd met locaties waar volgens haar NVO's mogelijk zijn. In een latere toelichting geeft de federatie aan dat voor de niet aangegeven locaties niet geldt dat zij daar mordicus op tegen zijn. Al met al is deze informatie onvoldoende onderscheidend om mee te nemen in de afweging.
  - Voor aansluitende recreatieve kansen is een gesprek gevoerd met gemeente Tynaarlo die geen aanvullende kansen zien aangezien zij al meerdere projecten in de regio heeft afgerond.
- Een traject wordt aangemerkt als zeer geschikt wanneer:
  - Er geen kabels of leidingen liggen; en
  - De aspecten diepte, breedte en ecologie een score hebben van ++ of +; en
  - Er geen risico's vanuit conditionering zijn en geen ligplaats aanwezig is.
- Een traject wordt aangemerkt als geschikt wanneer:
  - Er geen kabels of leidingen liggen; en
  - De aspecten diepte, breedte en ecologie een score hebben van ++ of +; en
  - Er wel risico's vanuit conditionering zijn of ligplaatsen aanwezig zijn
- Een traject wordt tevens aangemerkt als geschikt wanneer:
  - Er geen kabels of leidingen liggen; en
  - Er maximaal één aspect uit het lijstje breedte, diepte en ecologie 0 scoort; en
  - De andere aspecten ++ of + scoren; en
  - Er geen risico's vanuit conditionering zijn en geen ligplaats aanwezig is
- Een traject wordt aangemerkt als neutraal wanneer:
  - Er geen kabels of leidingen liggen; en
  - Er maximaal één aspect uit het lijstje breedte, diepte en ecologie 0 scoort; en
  - De andere aspecten ++ of + scoren; en
  - Er wel risico's vanuit conditionering zijn of ligplaatsen aanwezig zijn
- Een traject wordt tevens aangemerkt als neutraal wanneer:
  - Er geen kabels of leidingen liggen; en
  - De aspecten diepte, breedte en ecologie een score hebben van ten minste 0; en
  - Er geen risico's vanuit conditionering zijn of ligplaatsen aanwezig zijn
- Andere trajecten worden aangemerkt als ongeschikt



Esri Nederland, Community Map Contributors

**K&L, scores**

- 0 (Niet aanwezig)
- Knockout (Aanwezig)
- Hectometrering

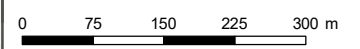
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

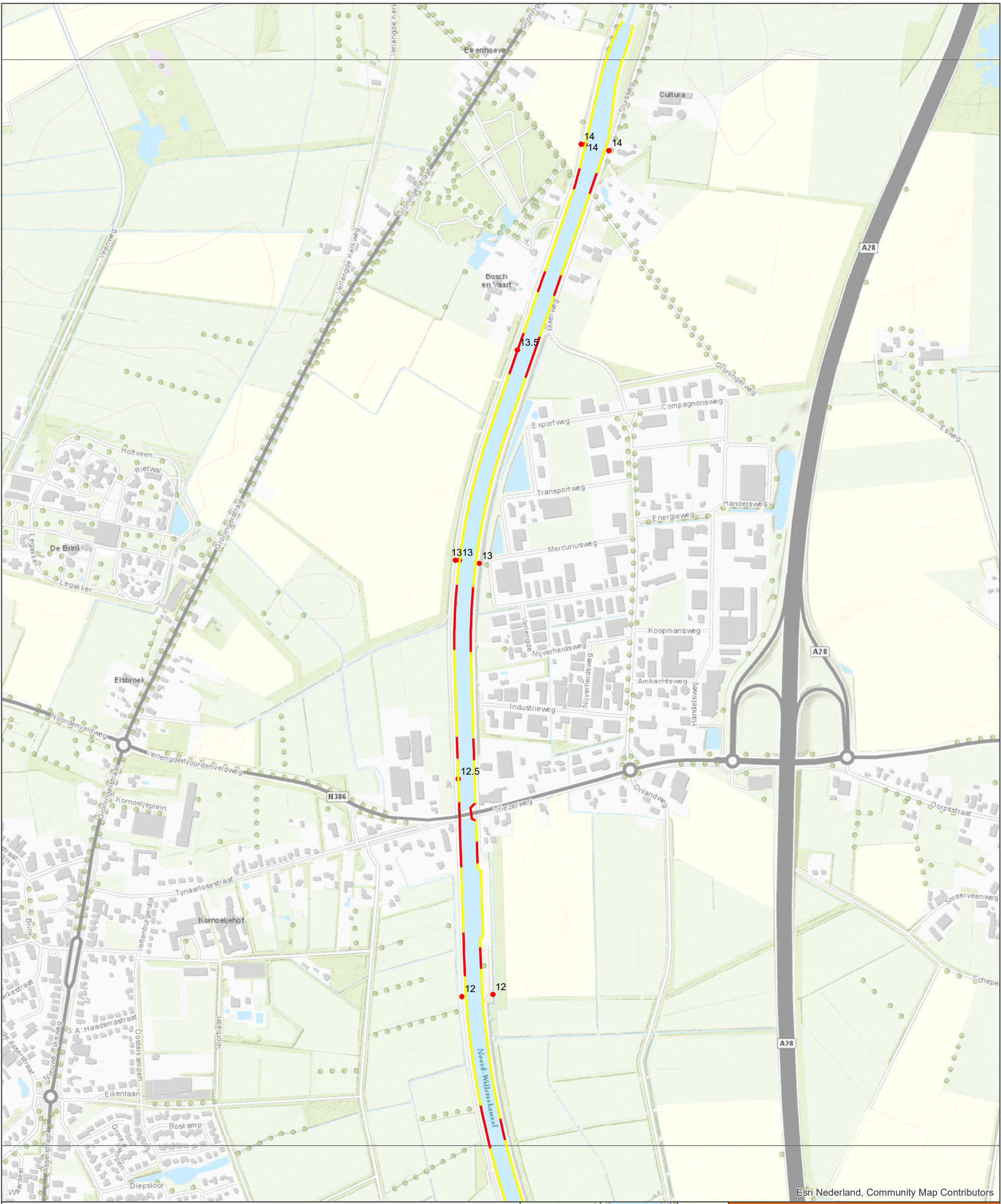


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**K&L, scores**

- 0 (Niet aanwezig)
- Knockout (Aanwezig)
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

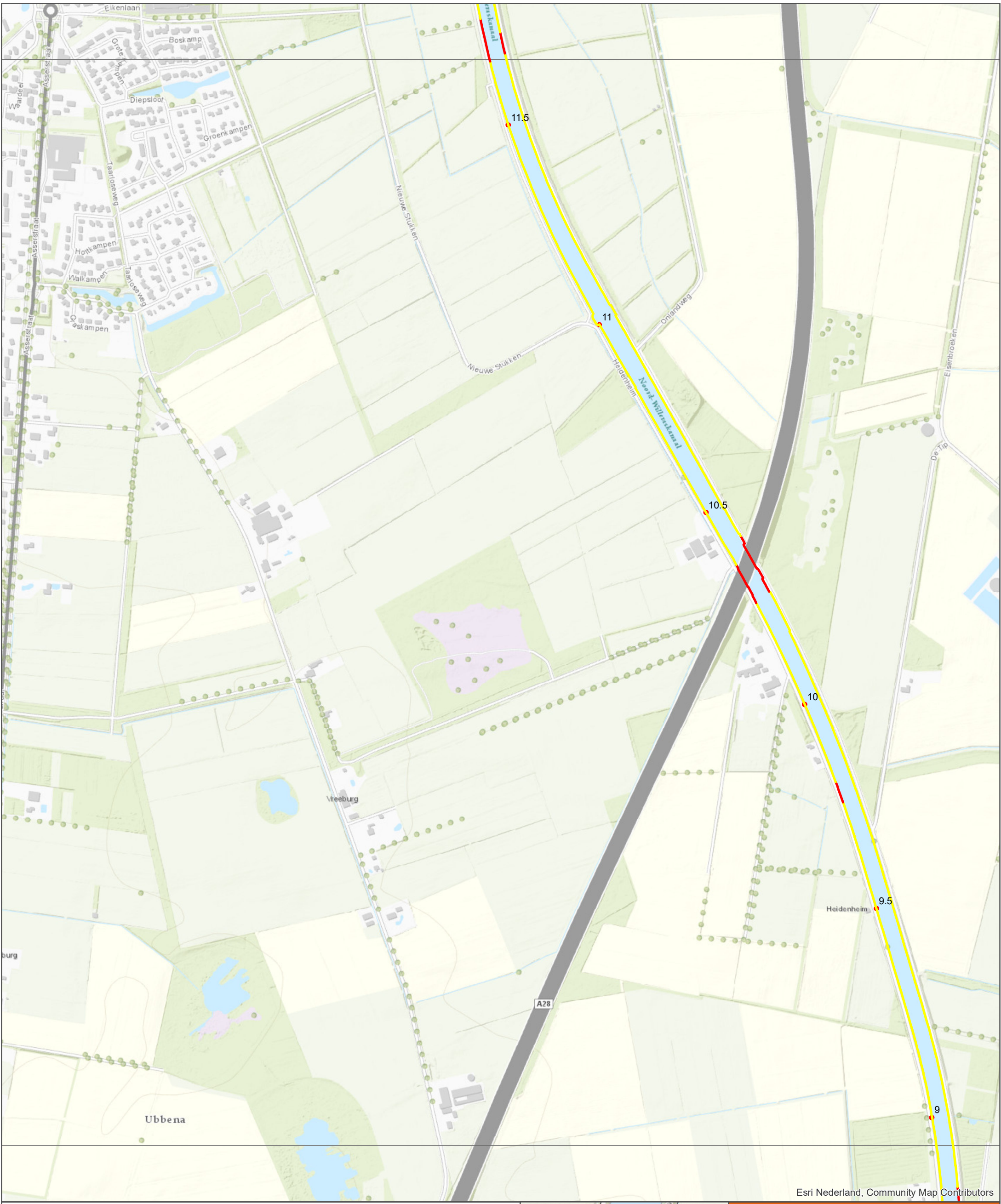


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**K&L, scores**

- 0 (Niet aanwezig)
- Knockout (Aanwezig)
- Hectometrering

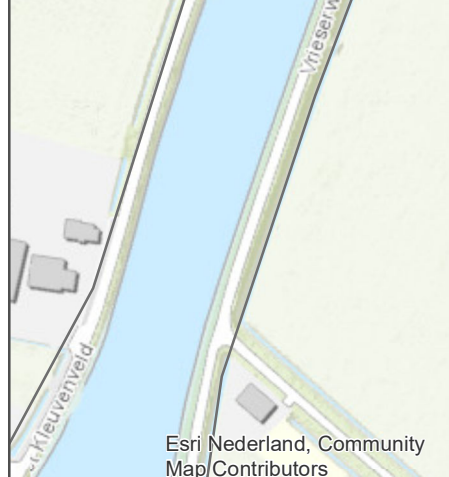
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

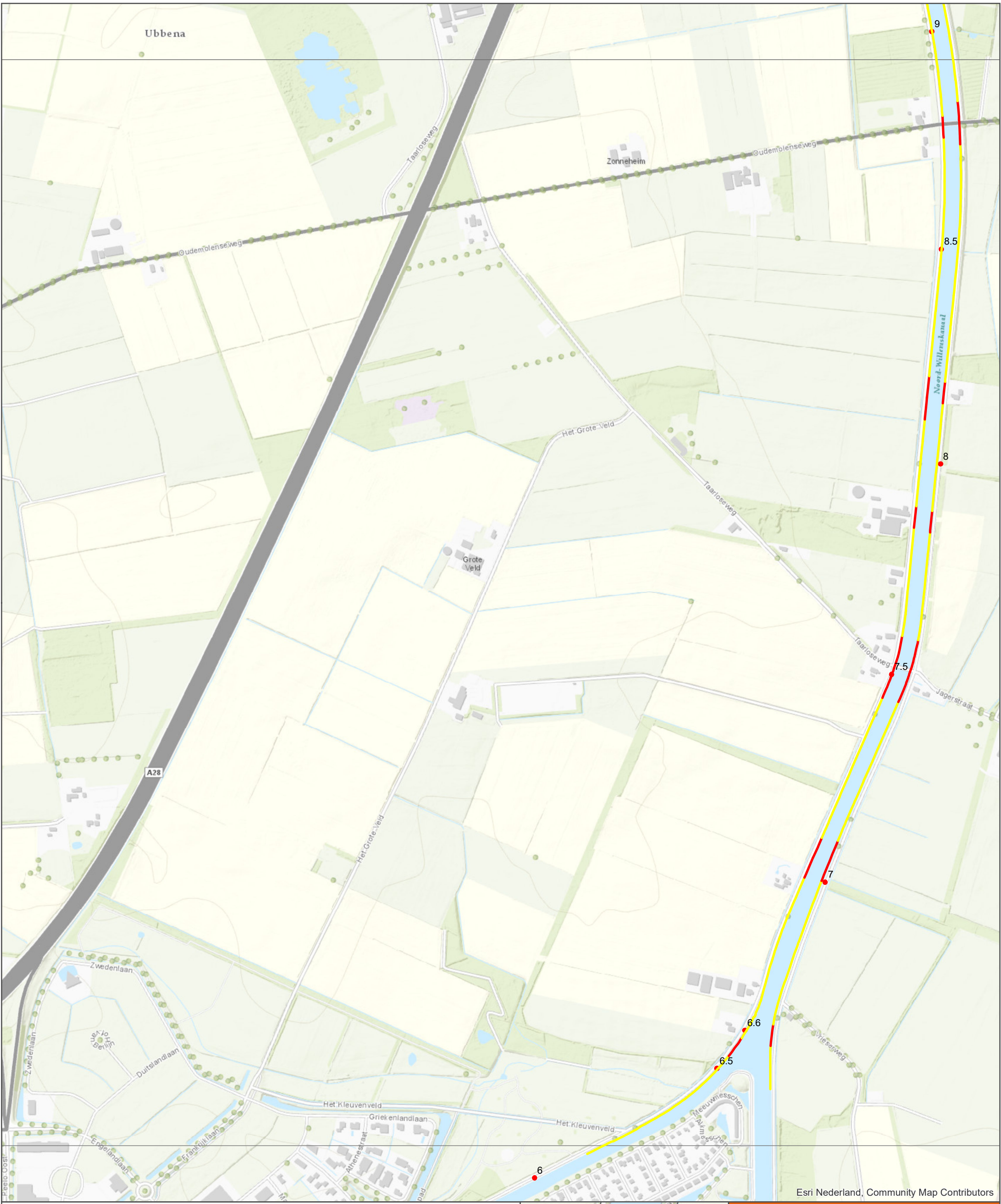


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**K&L, scores**

- 0 (Niet aanwezig)
- Knockout (Aanwezig)
- Hectometrering

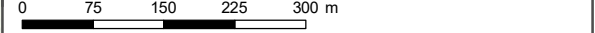
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

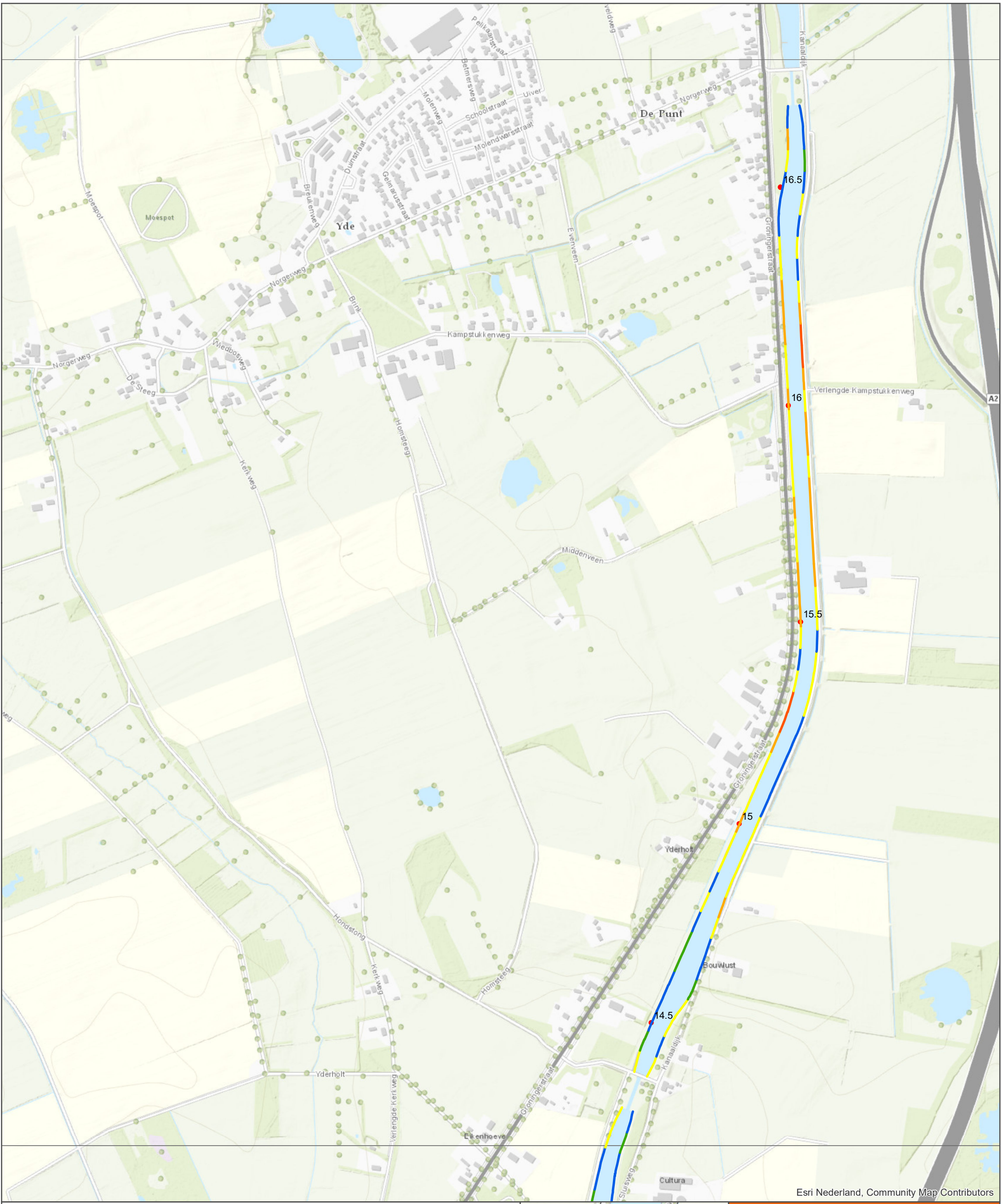


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Diepte, scores**

- ++ (<1.75 m waterdiepte)
- + (1.75-2.00 m waterdiepte)
- 0 (2.00-2.25 m waterdiepte)
- - (2.25-2.50 m waterdiepte)
- -- (2.50-2.75 m waterdiepte)
- Knockout (>2.75 m waterdiepte)
- Hectometring

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

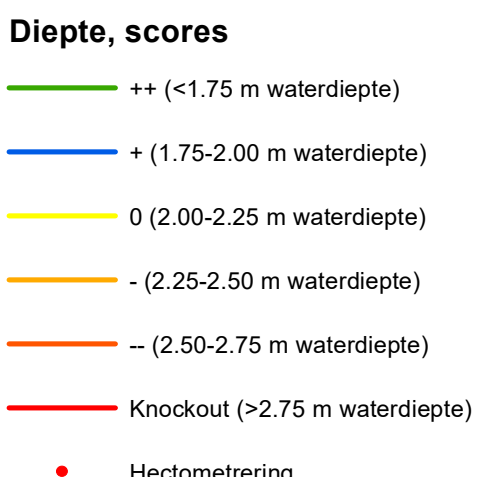
schaal (A3): 1:8,000 N



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors



**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



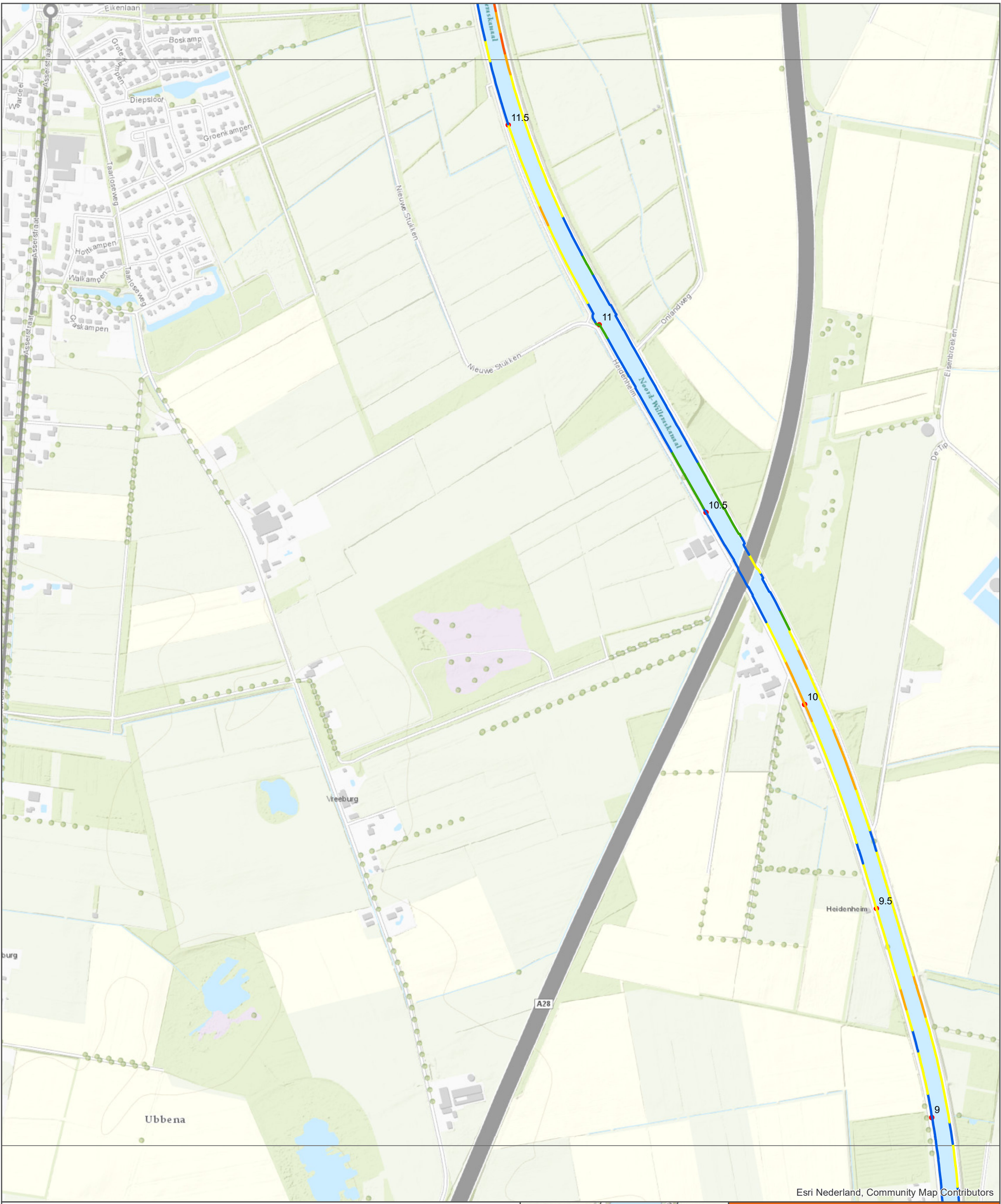
datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors





Esri Nederland, Community Map Contributors

**Diepte, scores**

- ++ (<1.75 m waterdiepte)
- + (1.75-2.00 m waterdiepte)
- 0 (2.00-2.25 m waterdiepte)
- - (2.25-2.50 m waterdiepte)
- -- (2.50-2.75 m waterdiepte)
- Knockout (>2.75 m waterdiepte)
- Hectometrering

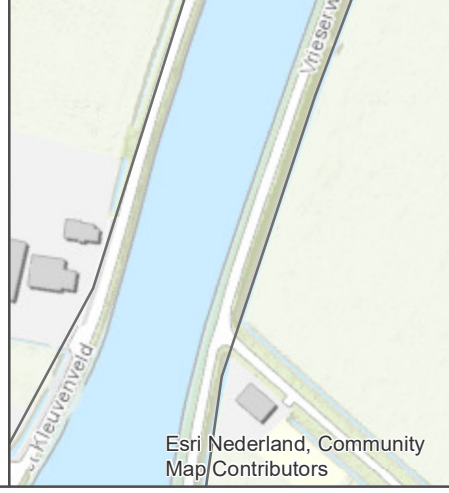
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Diepte, scores**

- ++ (<1.75 m waterdiepte)
- + (1.75-2.00 m waterdiepte)
- 0 (2.00-2.25 m waterdiepte)
- - (2.25-2.50 m waterdiepte)
- -- (2.50-2.75 m waterdiepte)
- Knockout (>2.75 m waterdiepte)
- Hectometring

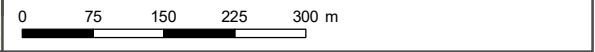
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Breedte kanaalzone, scores**

- ++ (>6m over bij normaal)
- + (>4m over bij normaal)
- 0 (>4m over bij krap)
- - (<4m over bij krap)
- Hectometrering

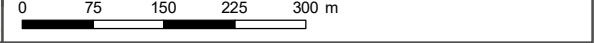
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

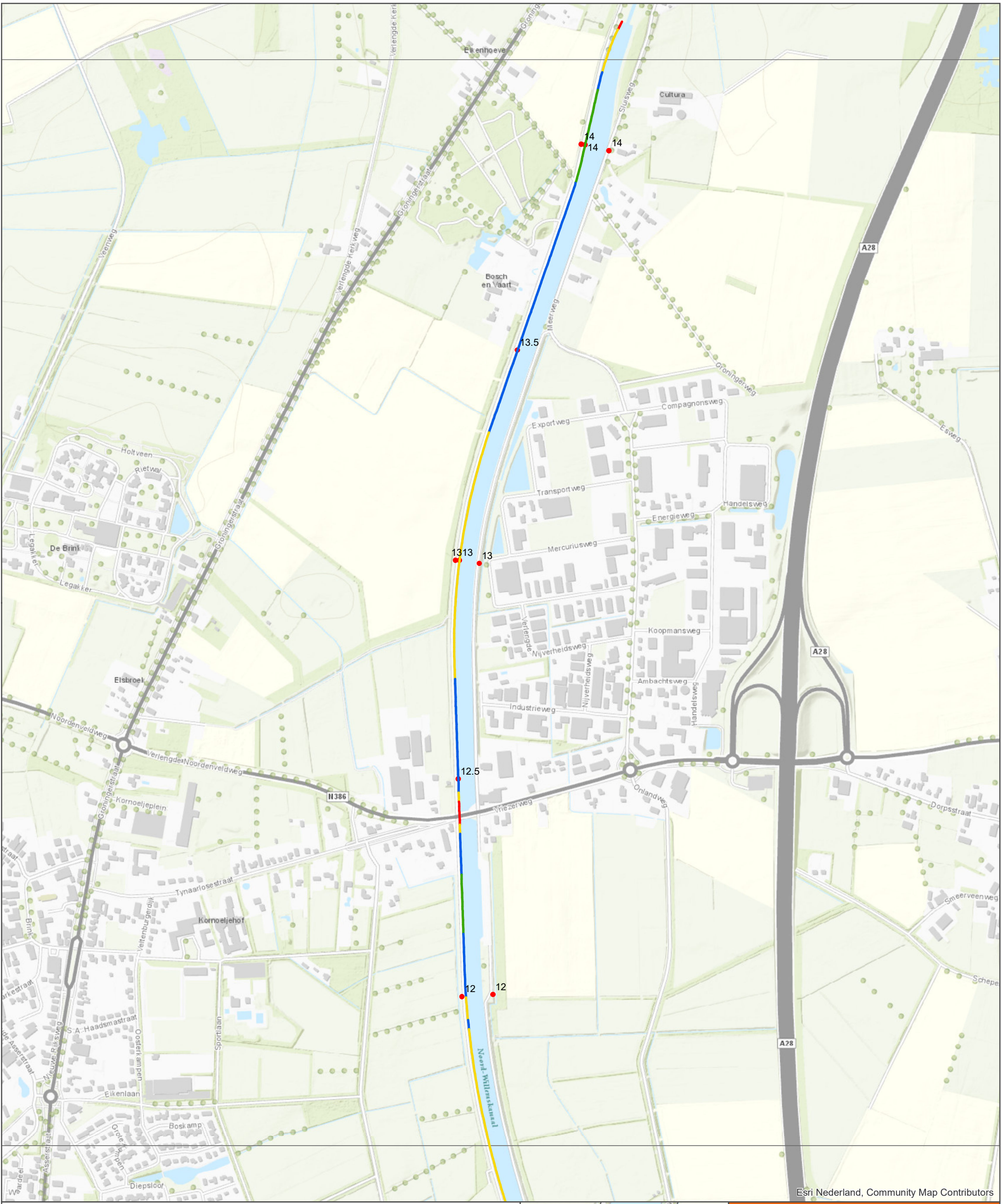


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000 N



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Breedte kanaalzone, scores**

- ++ (>6m over bij normaal)
- + (>4m over bij normaal)
- 0 (>4m over bij krap)
- - (<4m over bij krap)
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

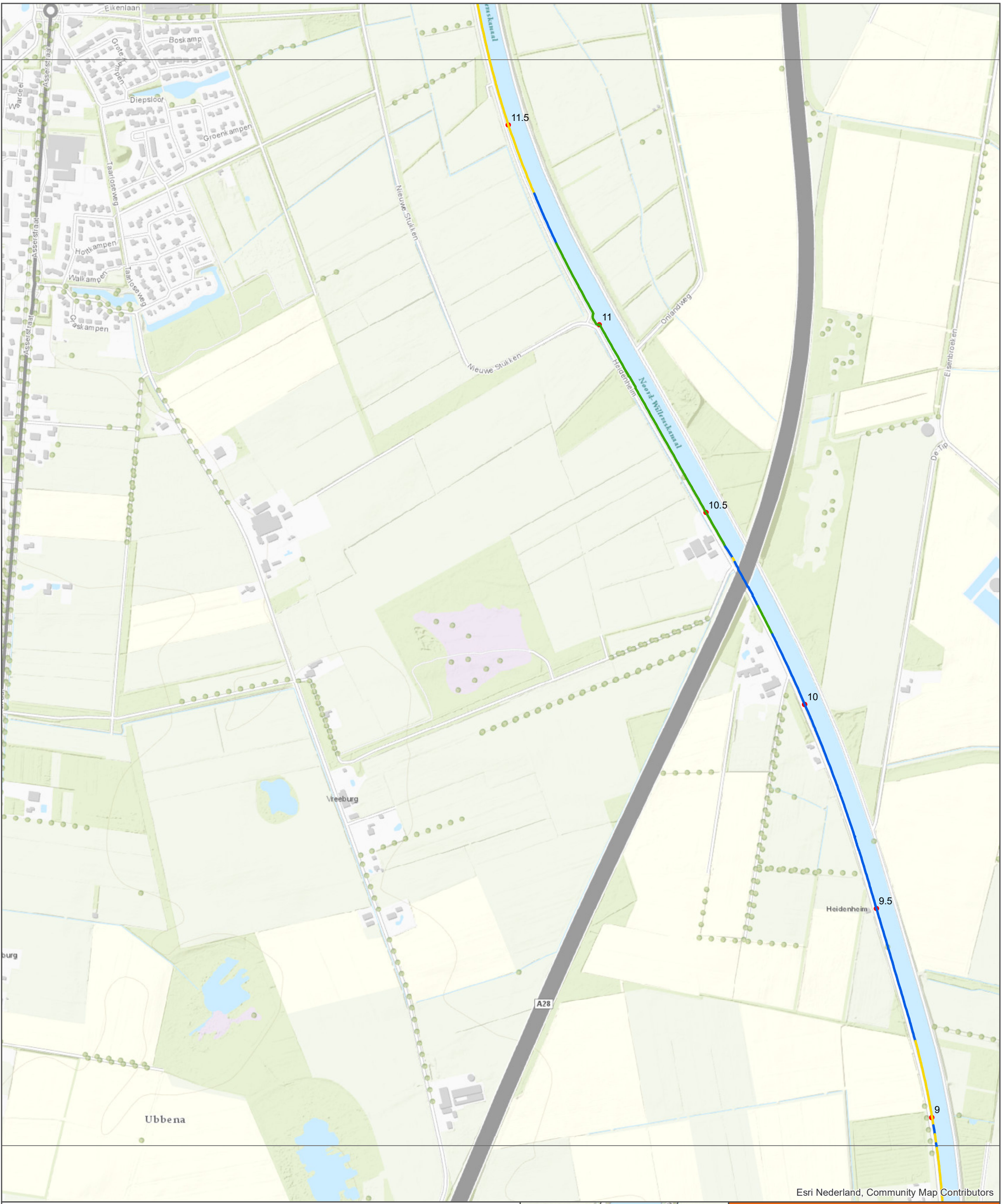


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Breedte kanaalzone, scores**

- ++ (>6m over bij normaal)
- + (>4m over bij normaal)
- 0 (>4m over bij krap)
- - (<4m over bij krap)
- Hectometrering

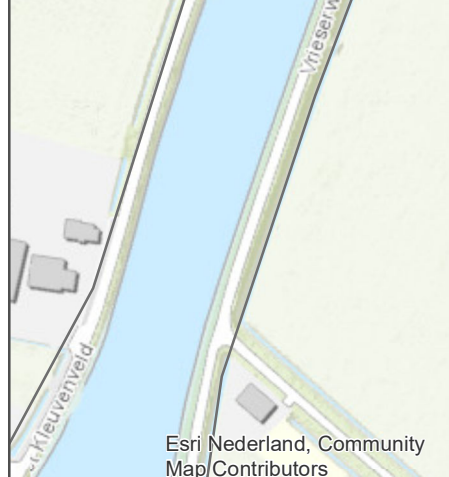
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Breedte kanaalzone, scores**

- ++ (>6m over bij normaal)
- + (>4m over bij normaal)
- 0 (>4m over bij krap)
- - (<4m over bij krap)
- Hectometrering

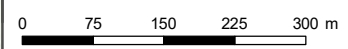
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

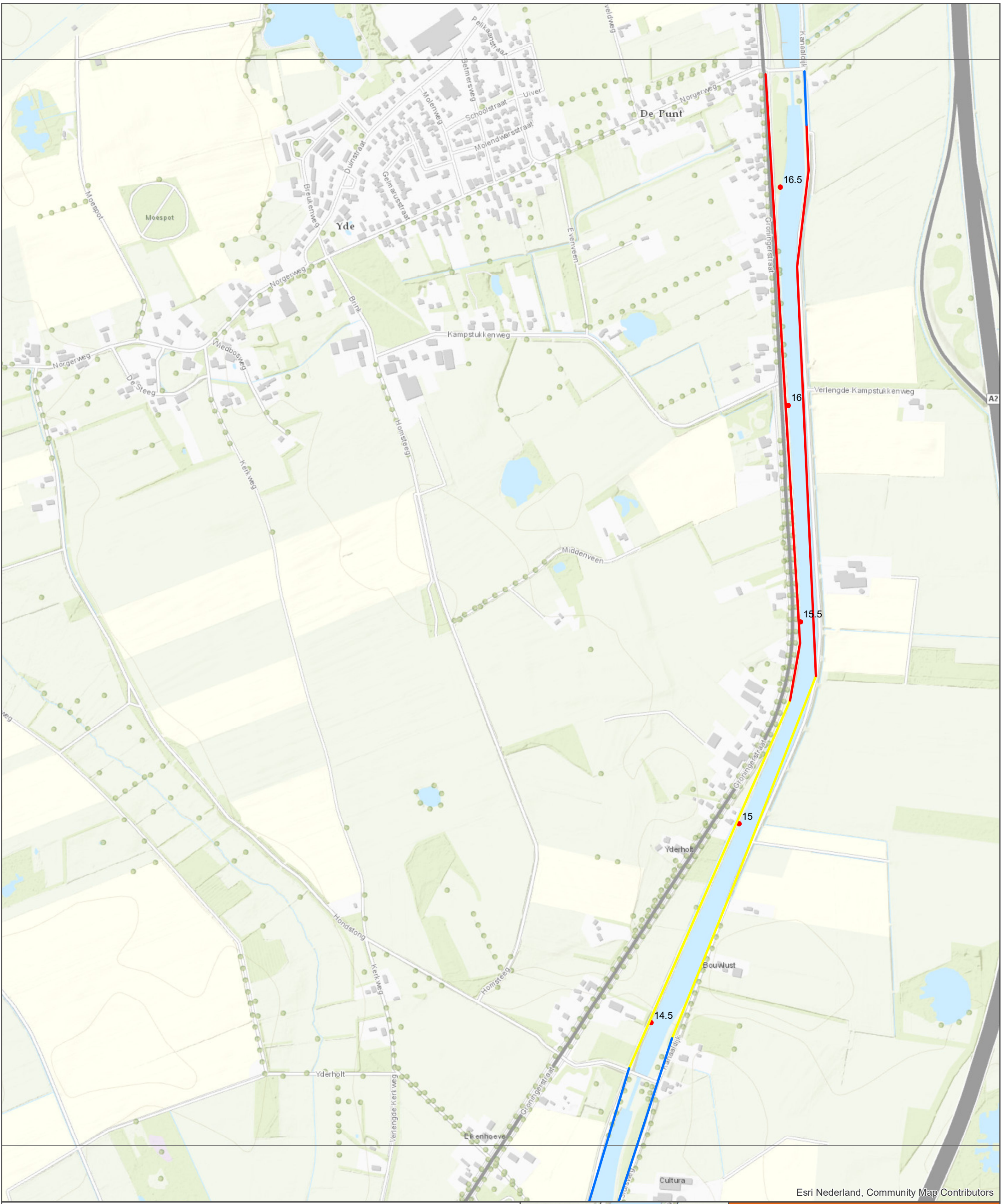


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ecologie, scores**

- ++ (Ecologisch zeer geschikte locatie)
- + (Ecologisch geschikte locatie)
- 0 (Neutraal)
- - (Ecologisch ongeschikte locatie)
- Hectometrering

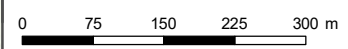
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

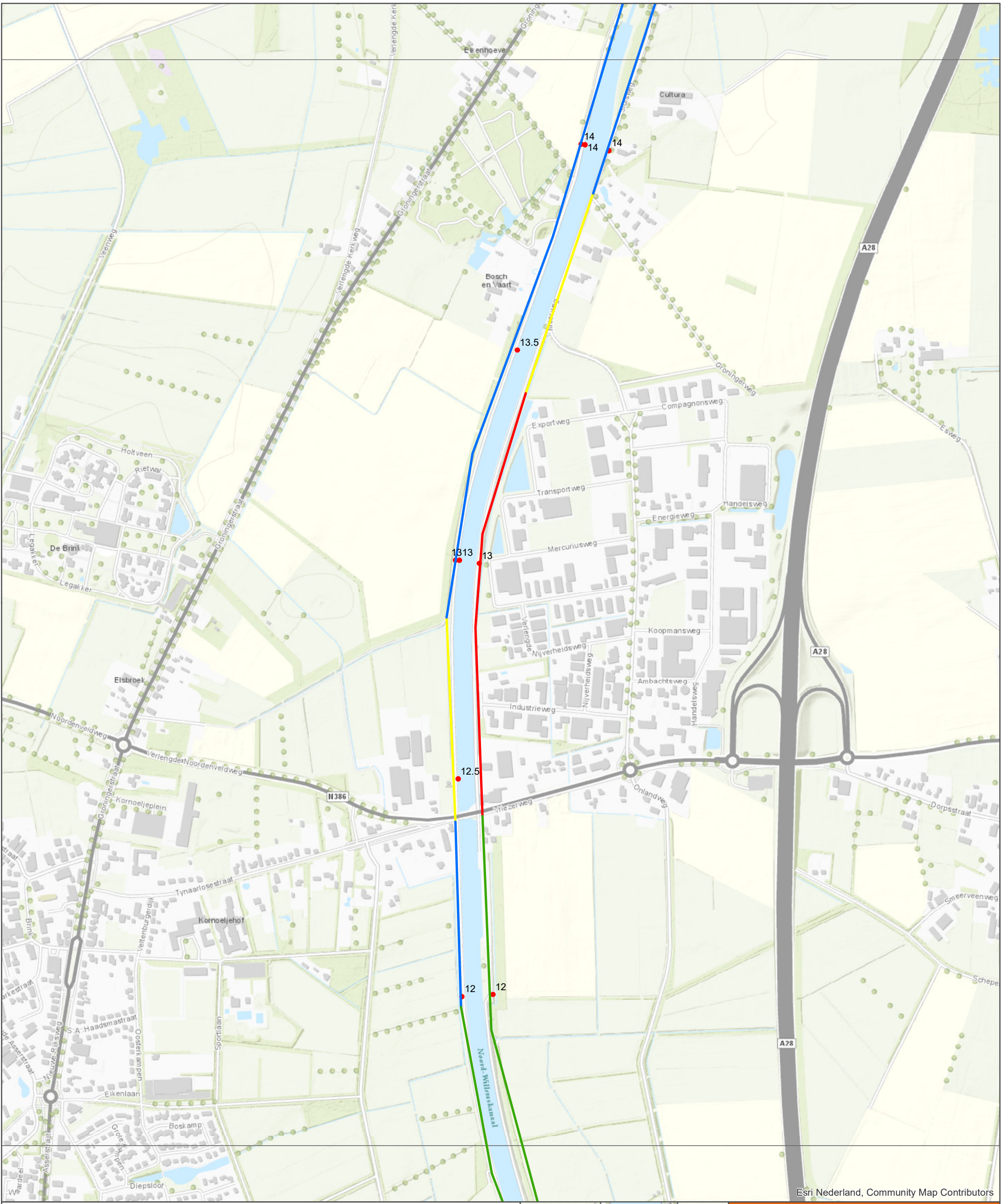


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ecologie, scores**

- ++ (Ecologisch zeer geschikte locatie)
- + (Ecologisch geschikte locatie)
- 0 (Neutraal)
- - (Ecologisch ongeschikte locatie)
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



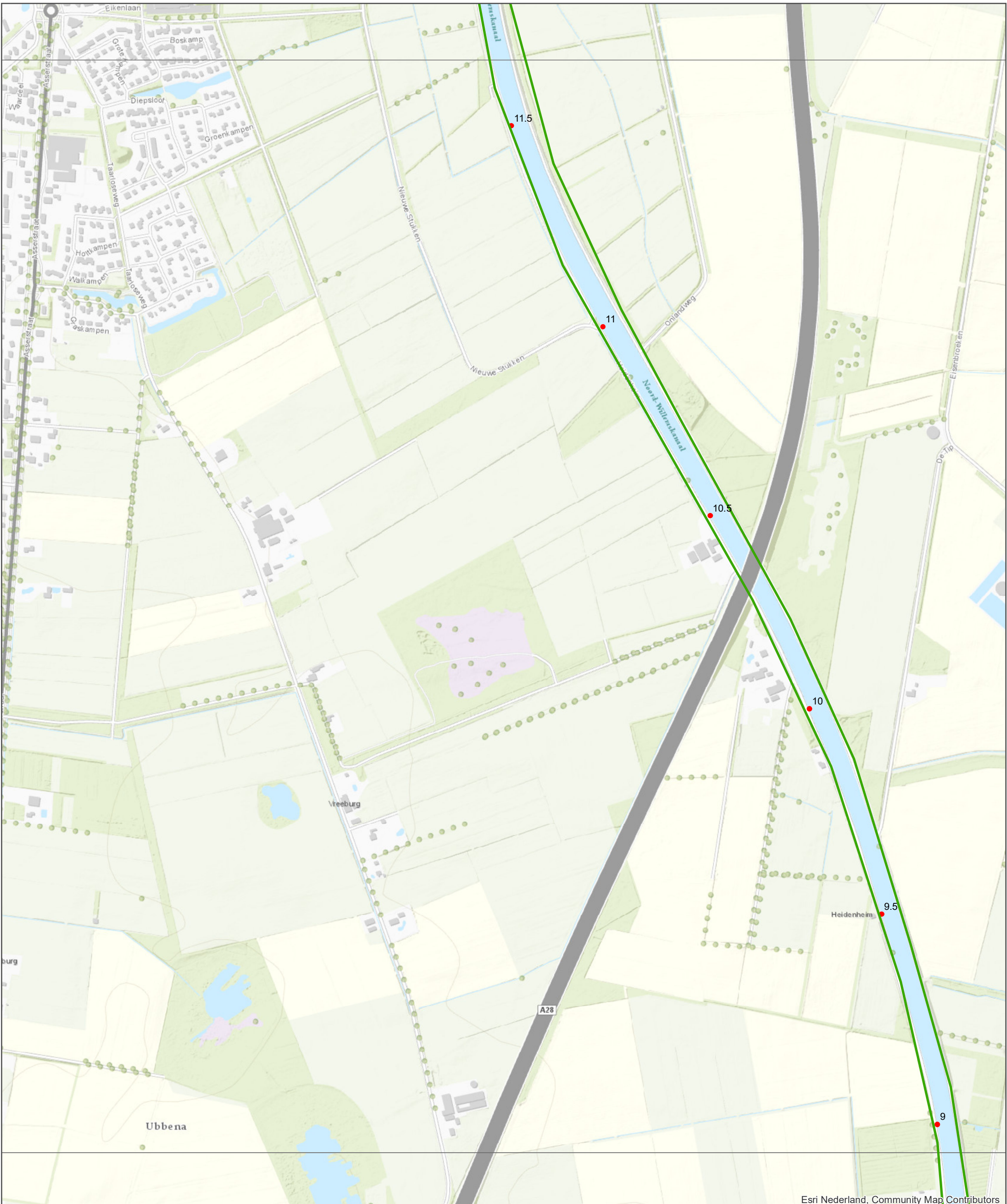
datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors





Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ecologie, scores**

- ++ (Ecologisch zeer geschikte locatie)
- + (Ecologisch geschikte locatie)
- 0 (Neutraal)
- - (Ecologisch ongeschikte locatie)
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

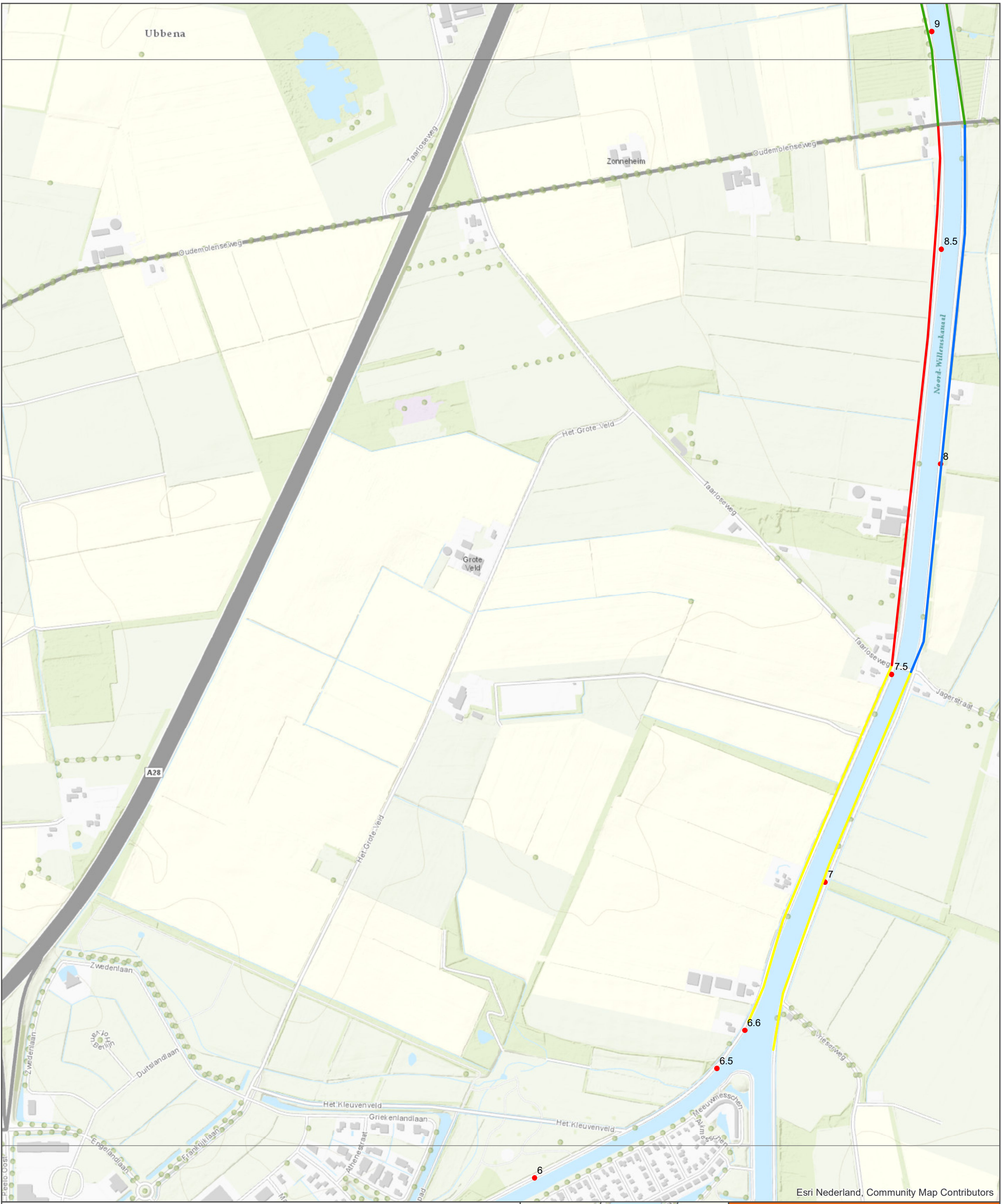


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ecologie, scores**

- ++ (Ecologisch zeer geschikte locatie)
- + (Ecologisch geschikte locatie)
- 0 (Neutraal)
- - (Ecologisch ongeschikte locatie)
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

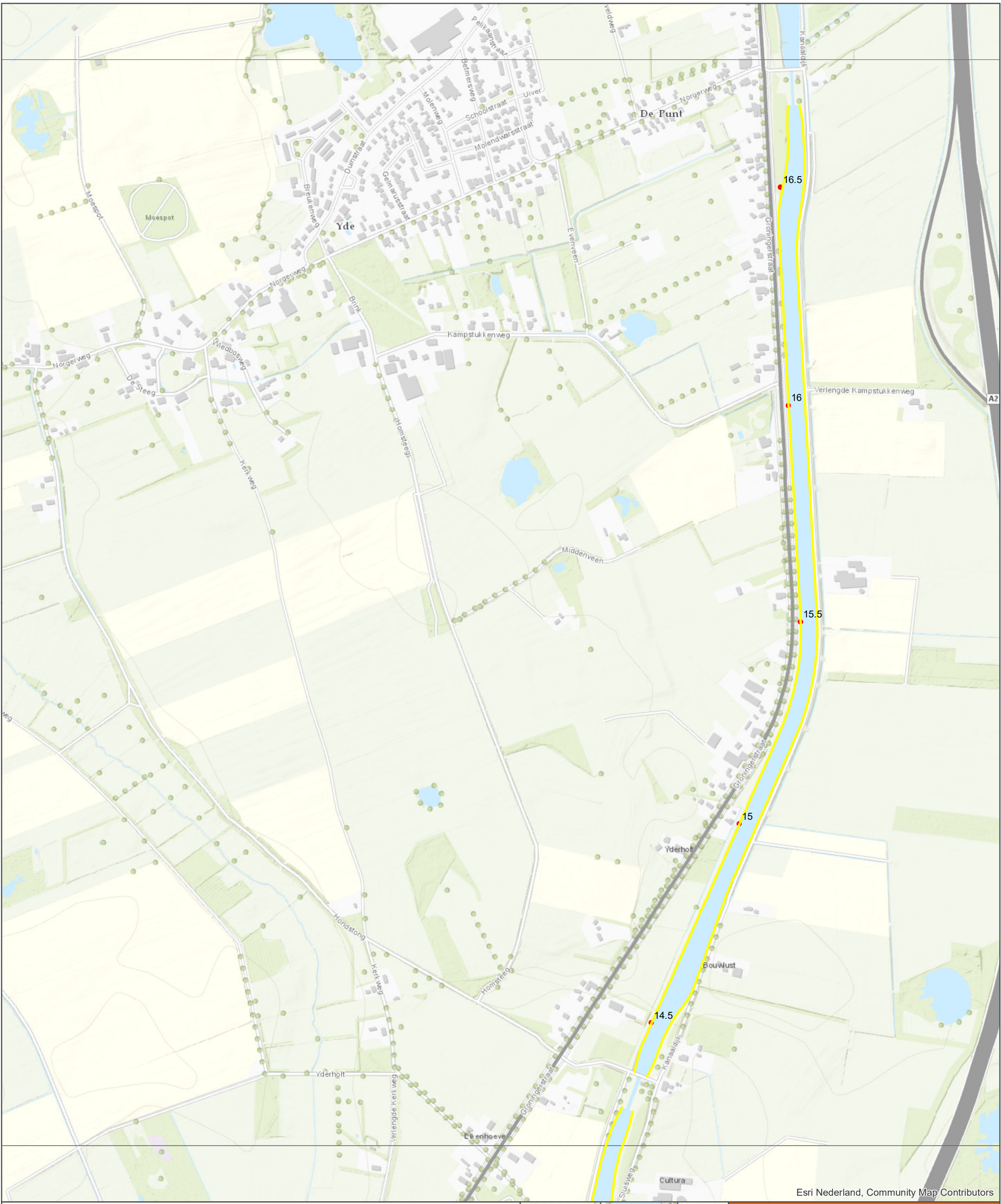


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Conditioning, scores**

- 0 (Nauwelijks risico's)
- - (Risico)
- -- (Groot risico)
- Hectometrering

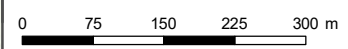
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

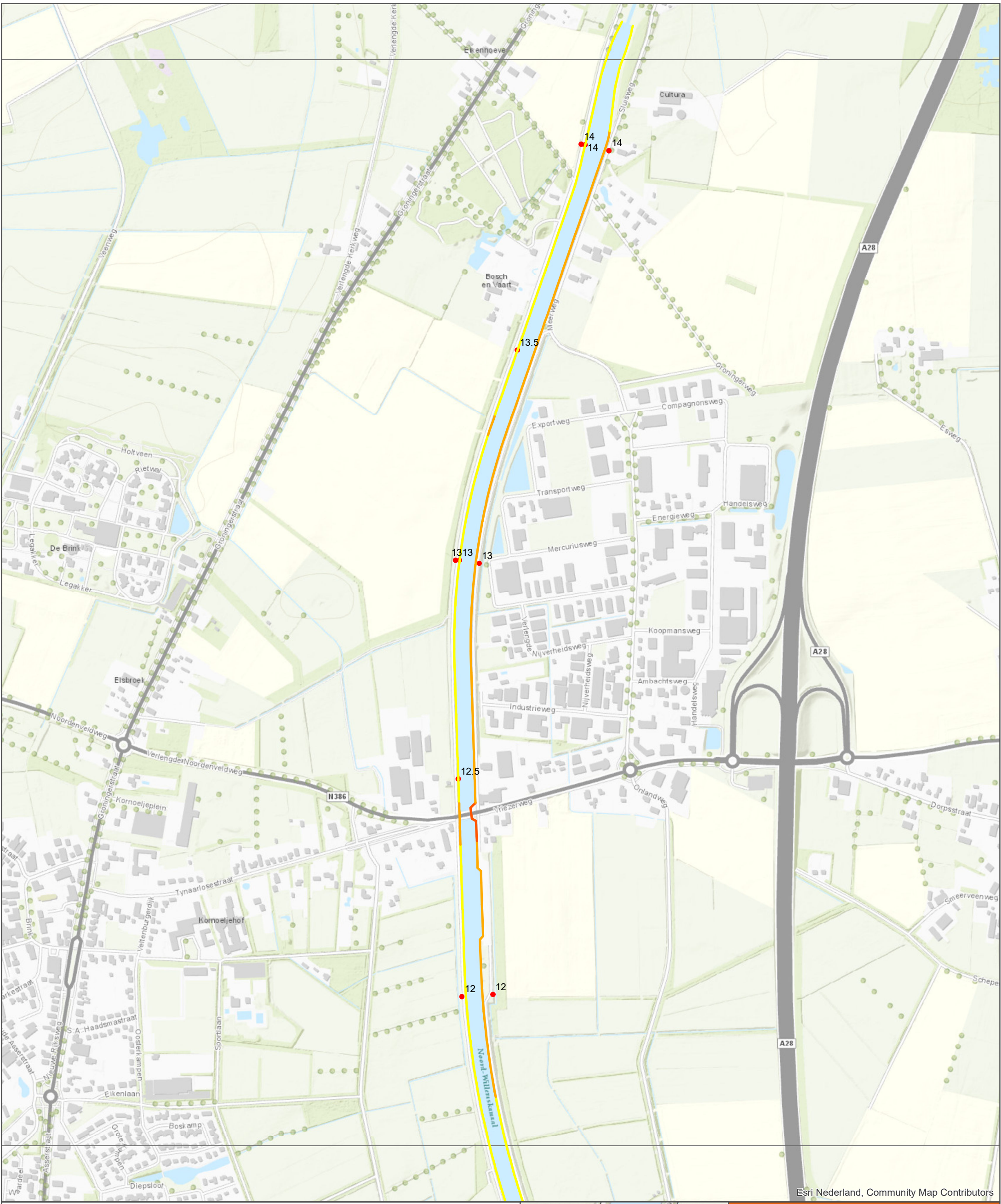


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Conditioning, scores**

- 0 (Nauwelijks risico's)
- - (Risico)
- -- (Groot risico)
- Hectometreering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

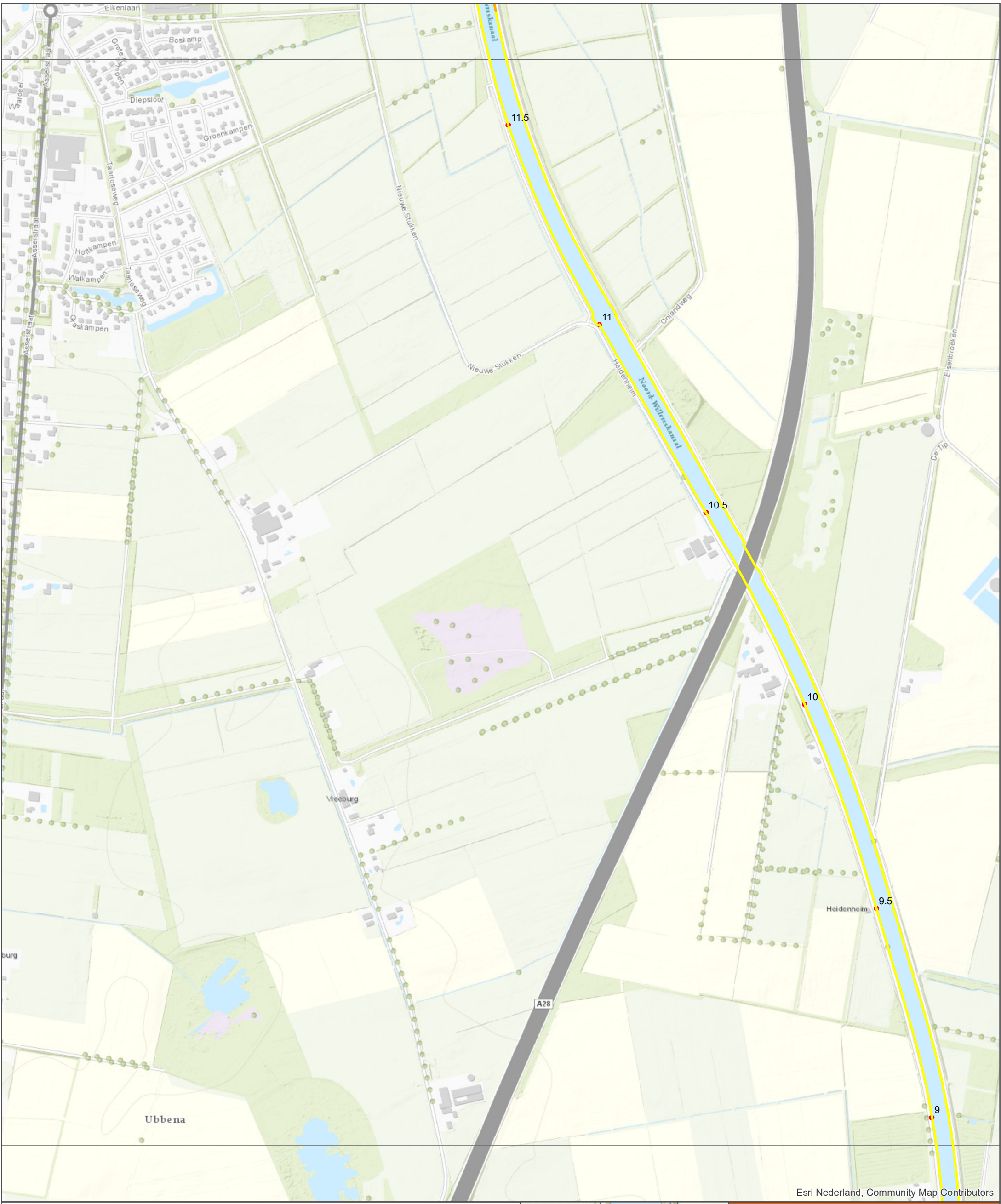


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Conditionering, scores**

- 0 (Nauwelijks risico's)
- - (Risico)
- -- (Groot risico)
- Hectometrering

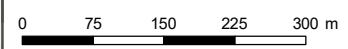
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Conditioning, scores**

- 0 (Nauwelijks risico's)
- - (Risico)
- -- (Groot risico)
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

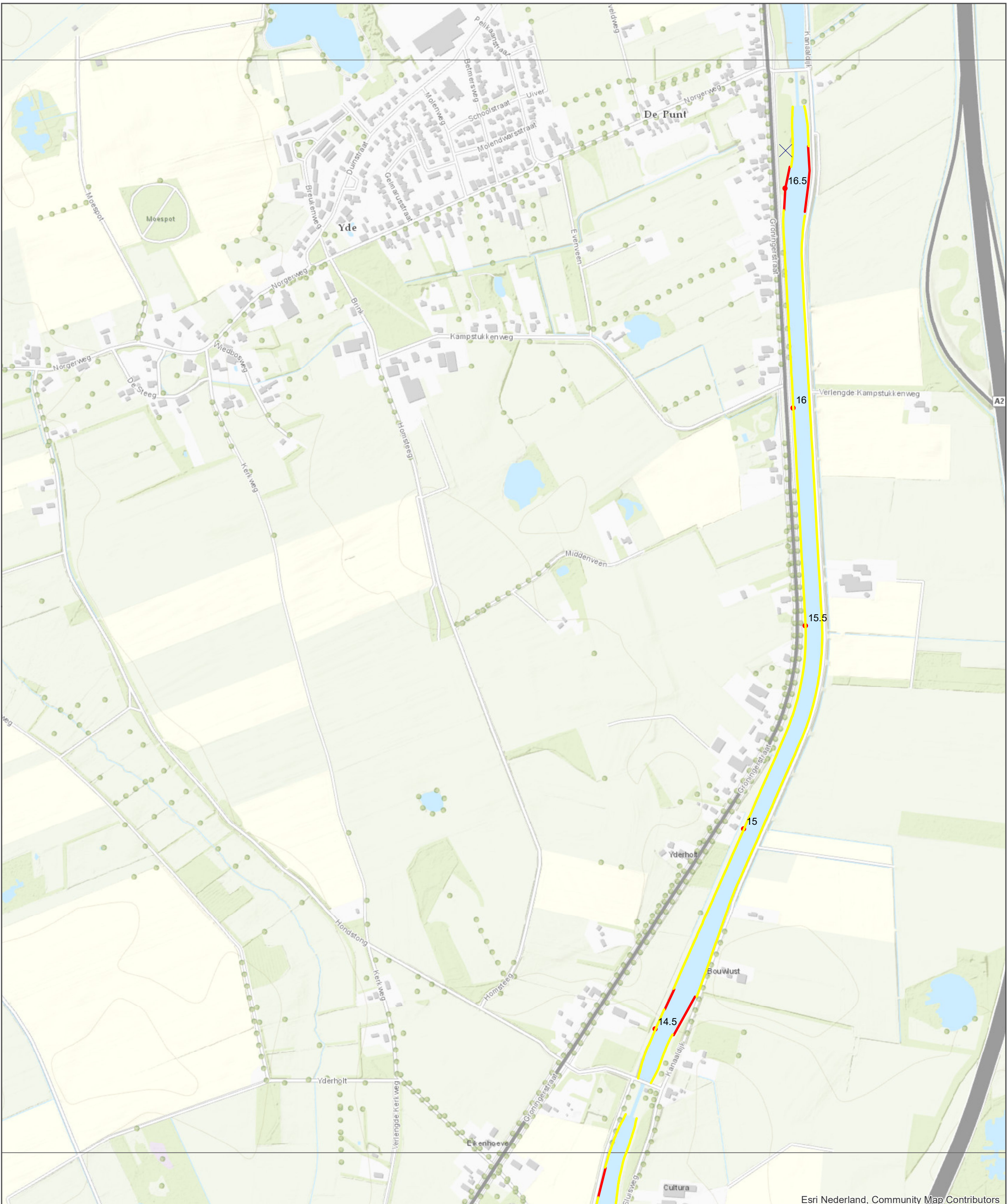


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ligplaatsen scheepvaart, score**

- 0 (niet aanwezig)
- - (aanwezig)
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

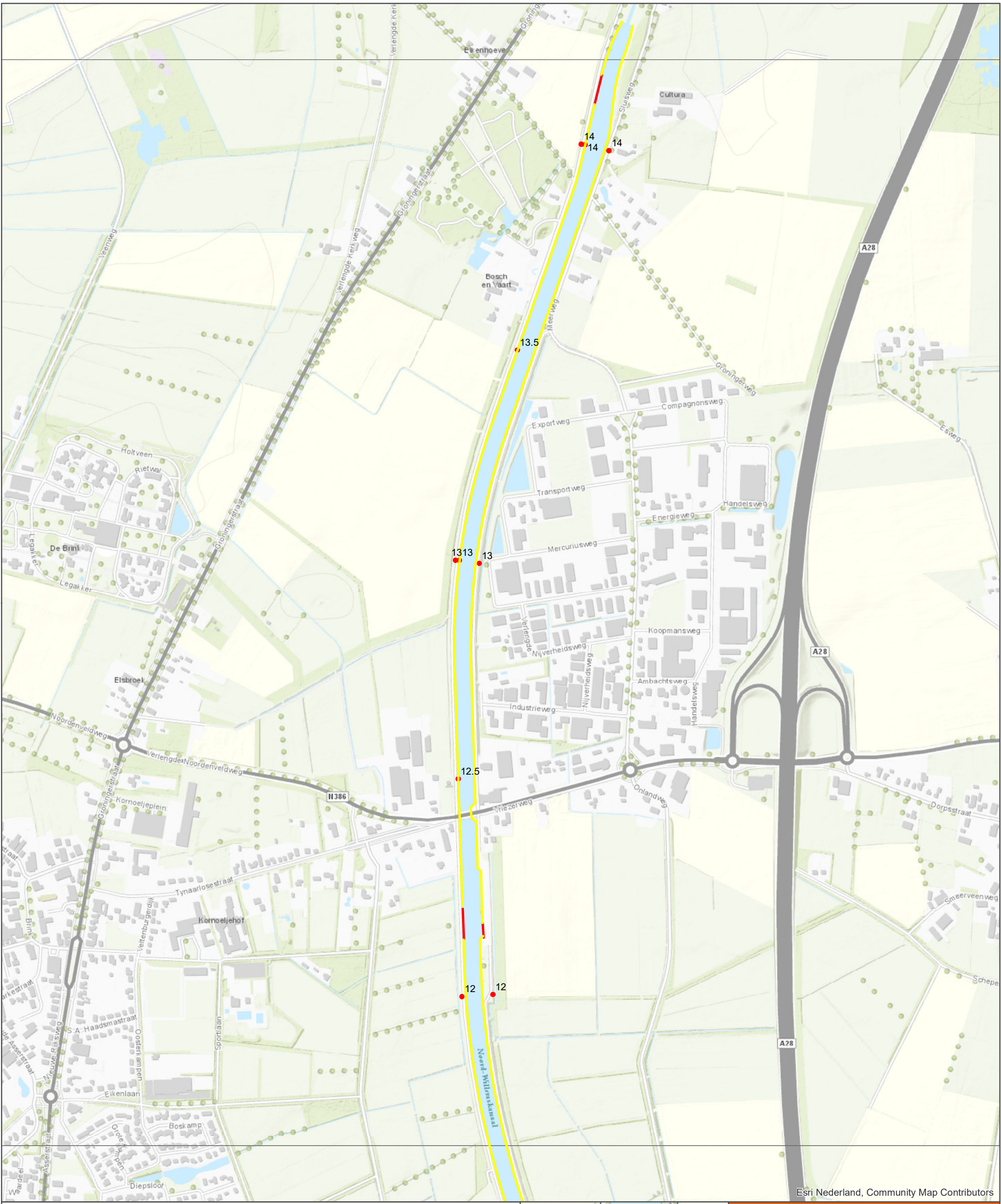


datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ligplaatsen scheepvaart, score**

- 0 (niet aanwezig)
- - (aanwezig)
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



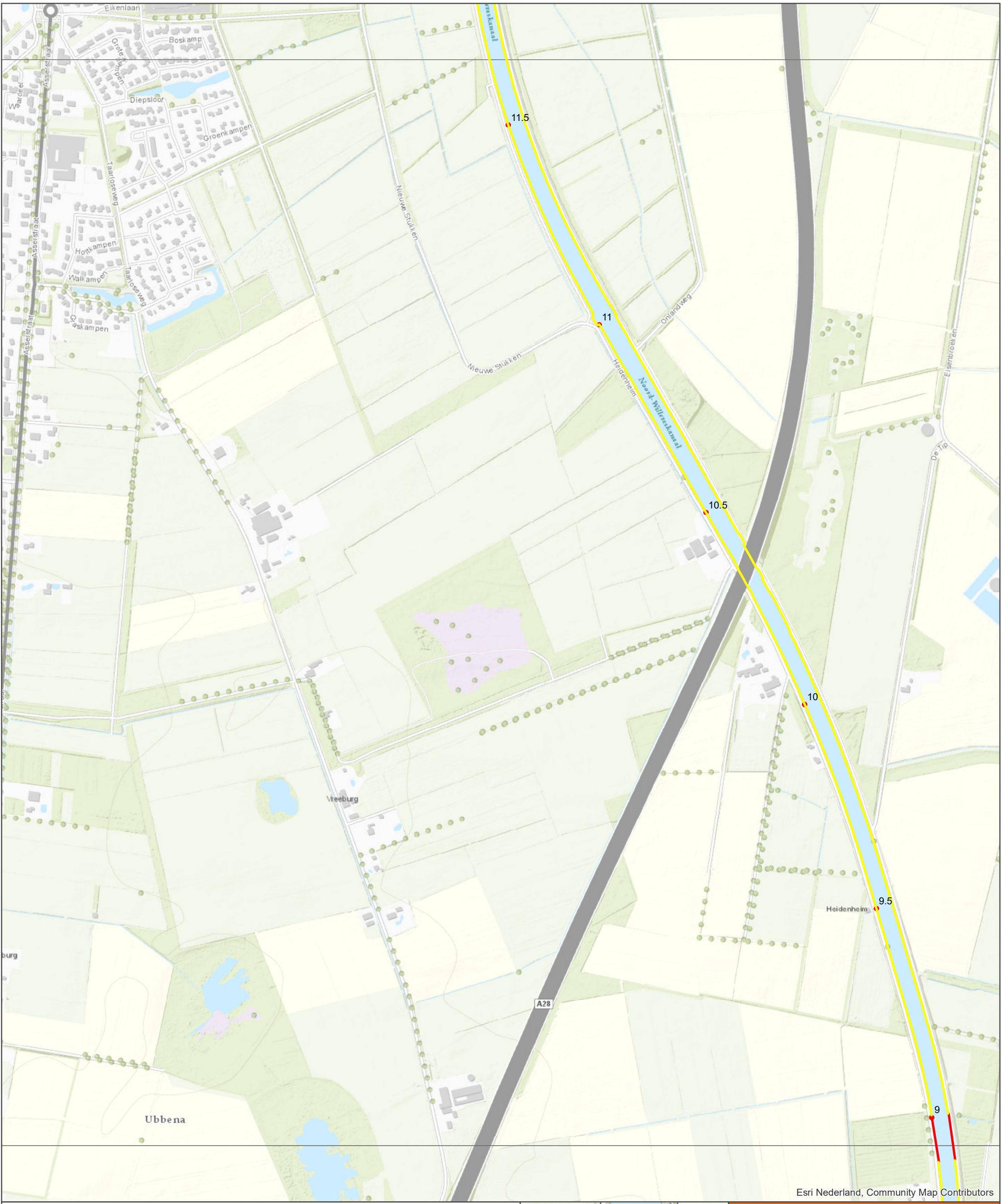
datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors





Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ligplaatsen scheepvaart, score**

- 0 (niet aanwezig)
- - (aanwezig)
- Hectometrering

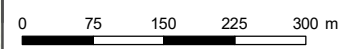
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Ligplaatsen scheepvaart, score**

- 0 (niet aanwezig)
- - (aanwezig)
- Hectometrering

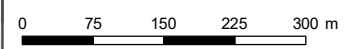
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Reden voor ongeschiktheid**

- Breedte
- Conditionering en/of ligplaatsen
- Diepte
- Ecologie
- Kabels en leidingen
- Meerdere oorzaken
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Reden voor ongeschiktheid**

- Breedte
- Conditionering en/of ligplaatsen
- Diepte
- Ecologie
- Kabels en leidingen
- Meerdere oorzaken
- Hectometrering

**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8.000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Reden voor ongeschiktheid**

- Breedte
- Conditionering en/of ligplaatsen
- Diepte
- Ecologie
- Kabels en leidingen
- Meerdere oorzaken
- Hectometrering



**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

**ARCADIS** Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000

0 75 150 225 300 m

Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Reden voor ongeschiktheid**

- Breedte
- Conditionering en/of ligplaatsen
- Diepte
- Ecologie
- Kabels en leidingen
- Meerdere oorzaken
- Hectometrering

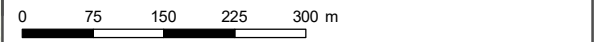
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



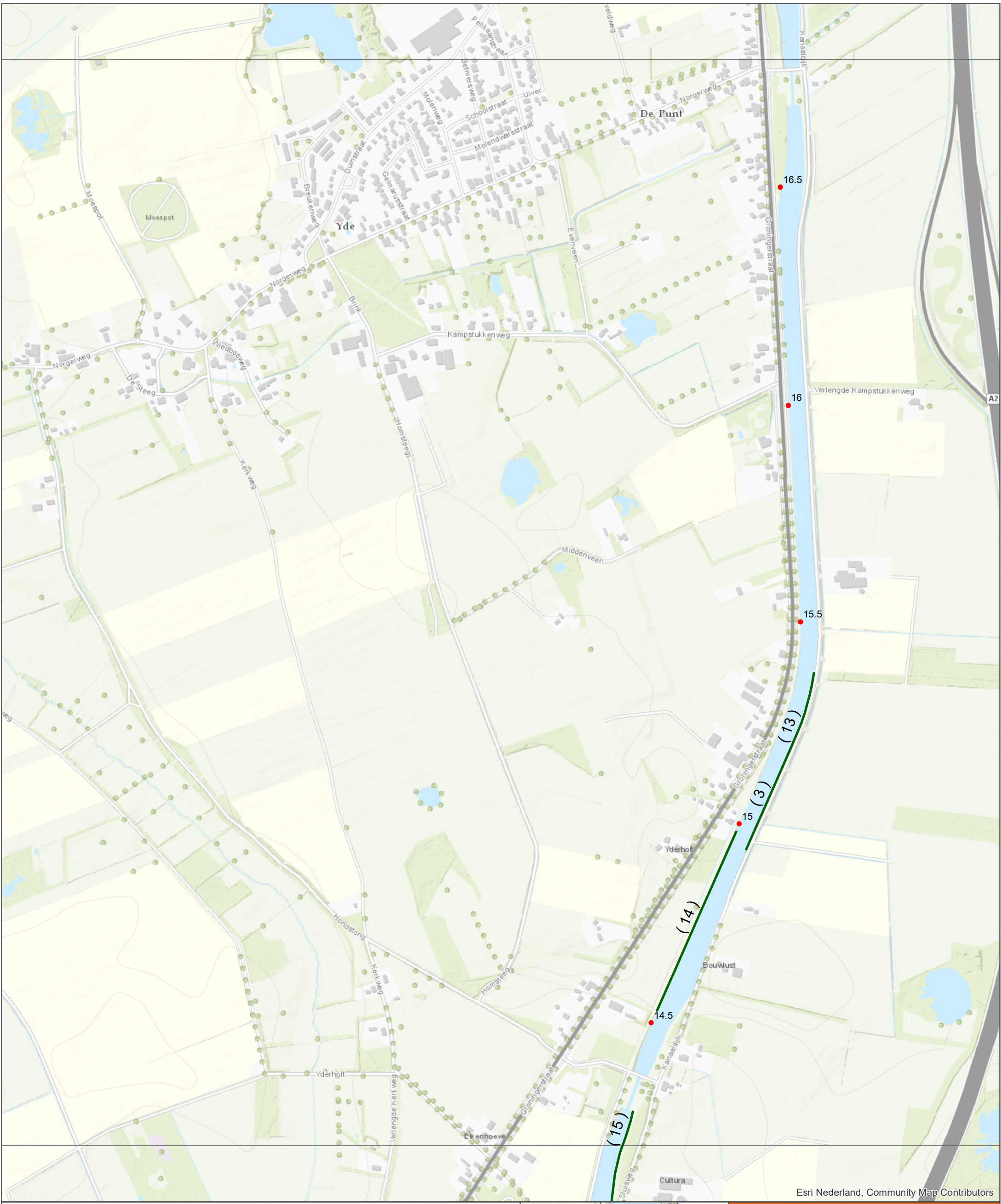
datum: 08-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors

## BIJLAGE H - LOCATIES VARIANT 1 EN 3



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering

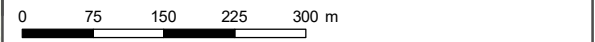
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



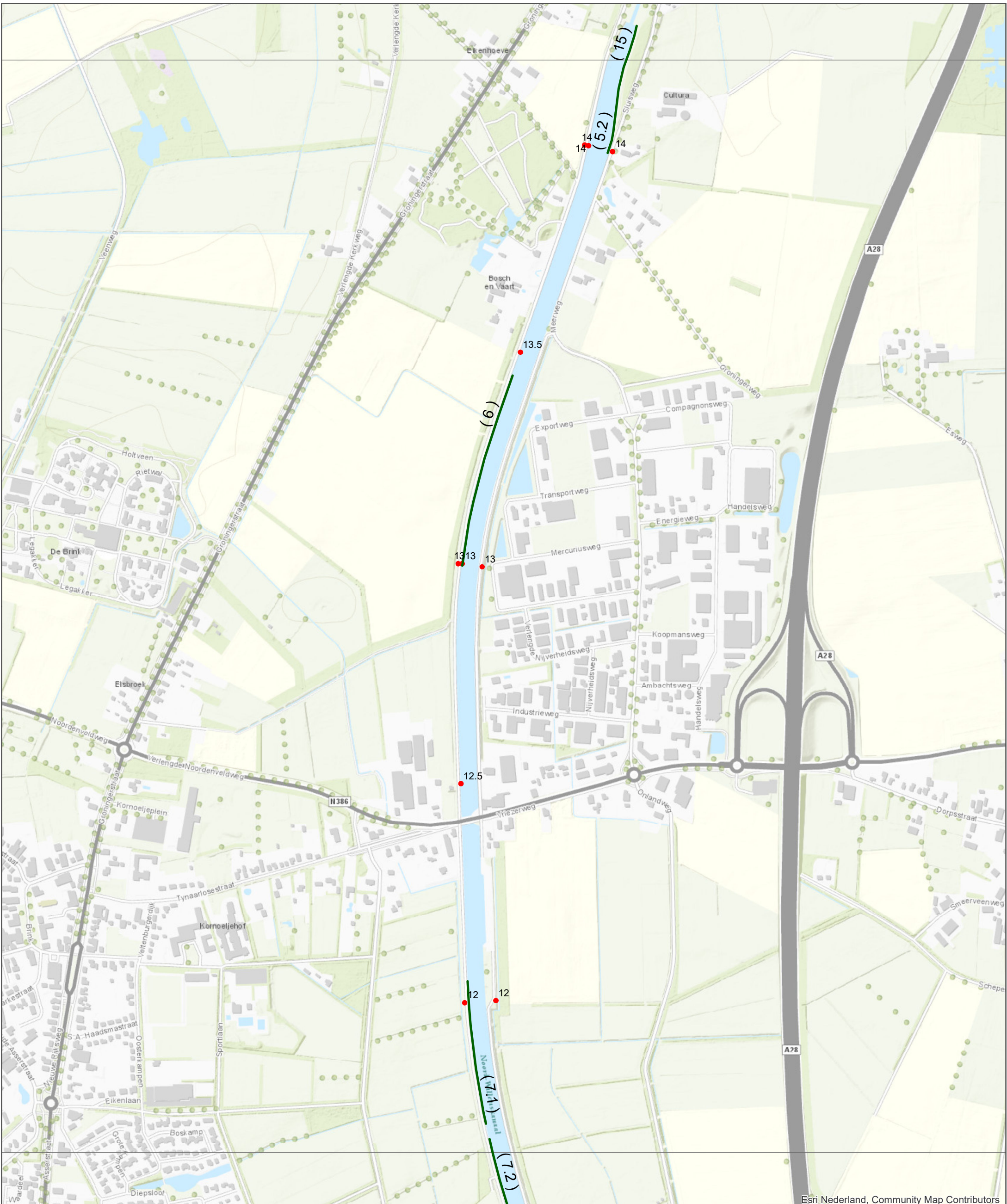
datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors





Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering



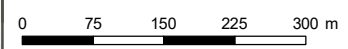
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties binnen kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

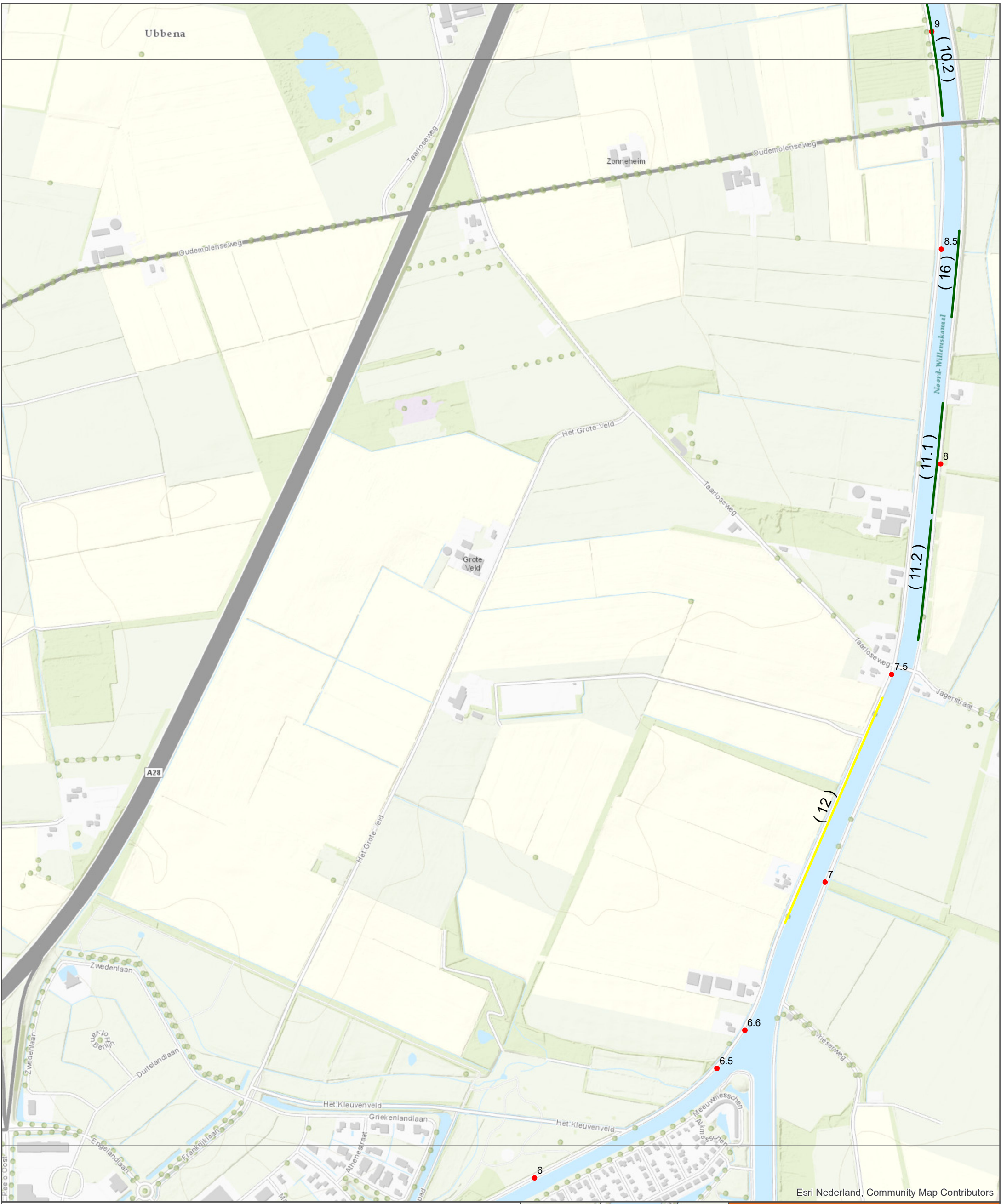


datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering

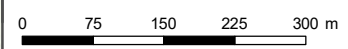
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties binnen kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



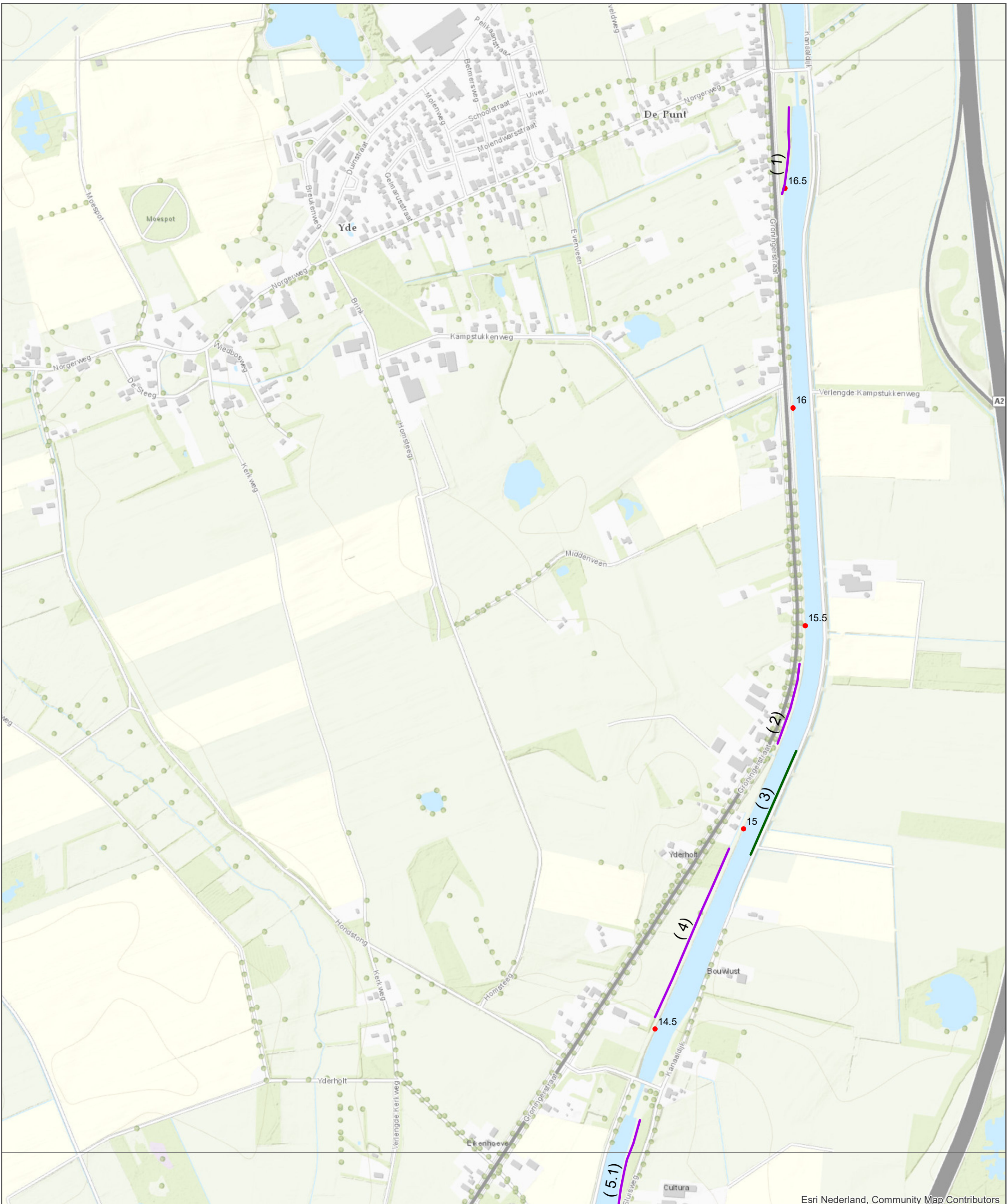
datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors

## BIJLAGE I - LOCATIES VARIANT 2 EN 4



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties buiten kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's

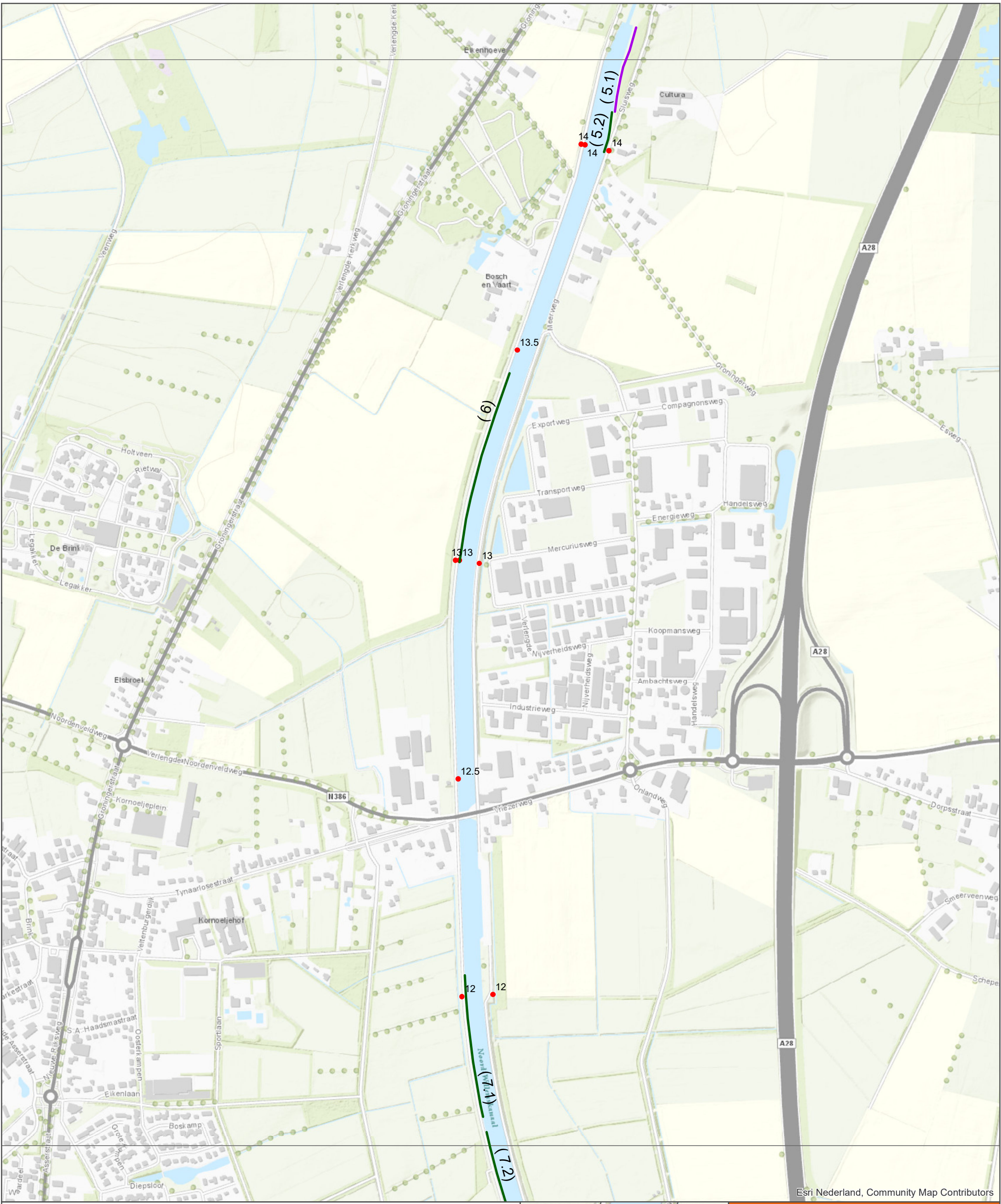


datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering

**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties buiten kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarlosebrug
- Hectometrering



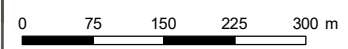
**A1 NVO  
Noord-Willemskanaal  
Locaties buiten kanaalprofiel**

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



Esri Nederland, Community Map Contributors

**Locatie (trajectnummer)**

- Binnen kanaalprofiel
- Buiten kanaalprofiel
- Taarloosebrug
- Hectometrering

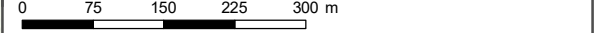
**A1 NVO**  
**Noord-Willemskanaal**  
 Locaties buiten kanaalprofiel

opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's



datum: 09-Jun-20 C03081.400001

schaal (A3): 1:8,000



Esri Nederland, Community Map Contributors



## BIJLAGE J – UITGANGSPUNTEN KOSTENRAMING

## UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENING VAN KOSTEN PER NVO-TRAJECT BINNEN HET KANAALPROFIEL

### Variant 1, stalen damwand

- Kanaaldieptes liggen in de buurt van de gemiddelde diepte (boventkant slib op waterpeil – 2m)
- Kosten voor de aanleg van FUP's blijft gelijk. De aanleg van bodembescherming en het insijden van de damwand verandert niet of nauwelijks bij een grotere of kleinere diepte.
- Kosten voor de aan te brengen damwand blijft voor 25% gelijk (aanbrengkosten), de overige 75% van de kosten stijgt/daalt rechtevenredig met stijging/daling van de bodem (t.o.v. het gemiddelde)
- De hoeveelheid te verwerken grond en te leveren grond stijgt/daalt met wijziging van de diepte \* 5m (breedte tussen huidige en nieuwe damwand)

### Variant 3, houten damwand/palenrij

- Kanaaldieptes liggen in de buurt van de gemiddelde diepte (boventkant slib op waterpeil – 2m)
- Kosten voor de aanleg van FUP's blijft gelijk. De aanleg van bodembescherming en het insijden van de damwand verandert niet of nauwelijks bij een grotere of kleinere diepte.
- Kosten voor de aan te brengen damwand blijft voor 45% gelijk (aanbrengkosten), de overige 55% van de kosten stijgt/daalt rechtevenredig met stijging/daling van de bodem (t.o.v. het gemiddelde)
- Kosten voor drukontlasting schaalt rechtevenredig met de diepte tussen de bovenkant van de NVO nabij de nieuwe damwand (waterpeil -1m) en de vaste bodem (gemiddeld op waterpeil – 2,5m)
- De hoeveelheid te verwerken grond en te leveren grond stijgt/daalt met wijziging van de diepte \* 5m (breedte tussen huidige en nieuwe damwand)

### Variant 5, 1:2 breuksteen

- De hoeveelheid aan te brengen stortsteen neemt toe/af met de wijziging in taludlengte \* 0,35m
- De hoeveelheid aan te brengen grof zand neemt toe/af met de wijziging taludlengte \* 0,25m
- De hoeveelheid aan te brengen zinstukken neemt toe/af de wijziging in taludlengte
- De hoeveelheid aan te brengen zand neemt toe met de wijziging van de diepte \* de breedte van de NVO nabij heidenheim + de wijziging van de breedte van het stortsteen talud