

Notitie

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
RIVERS, DELTAS & COASTS

Aan : Hoogheemraadschap van Rijnland
Van : Emilie Bruens - Van Bommel
Datum : 15 oktober 2013
Kopie : Projectteam, BOX
Onze referentie : 9Y3428/N006/EMBE/Rott

Betreft : Scopewijzigingen en afwijking Programma van Eisen
Actualisatie Legger Regionale Keringen v8

1 Inleiding

Tijdens het project Actualisatie Legger Regionale Keringen zijn er een aantal scopewijzigingen ontstaan. Een aantal van deze scopewijziging heeft een afwijking op het Programma van Eisen (PvE) tot gevolg [1]. In enkele gevallen vormt het PvE echter de aanleiding voor de scopewijzigingen.

In hoofdstuk 2 en 3 worden de scopewijzigingen en de afwijkingen in het PvE nader toegelicht. Hoofdstuk 4 geeft een aantal constatering in de Dijk Analyse Module (DAM) weer. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 een opsomming gegeven van de opleverdocumenten.

2 Scopewijzigingen en afwijkingen PvE

2.1 Aanpassing DAM-algoritme en opnieuw doorrekenen berm-profielen batch 1

Bij de bepaling van de leggerzonering is een algoritme in DAM ontworpen die er voor zorgt dat het initieel profiel wordt versterkt totdat het voldoet aan de gestelde norm. Het algoritme gaat uit van de regel dat indien de maatgevende glijcirkel (stabiliteit binnenwaarts) uittreedt voor de binnenteen, het talud wordt verflauwd en als de maatgevende glijcirkel uittreedt voorbij de binnenteen, er dan automatisch een berm wordt toegevoegd. Het automatisch genereren van de berm wordt als ongewenst gezien.

Ook blijkt dat DAM bij de berekening van het talud stapsgewijs de teen van het talud verschuift. De uitkomst van een berekend talud is dan altijd een taludhelling met variabele (op decimale afgeronde) helling (bijv. 1:3,7). Beheersmatig is het gewenst met discrete hellingwaarden met stapgrootte van 1:0,5 te werken.

De scopewijziging is ontstaan naar aanleiding van het samenstellen van het PvE, waarin het volgende uitgangspunt is opgenomen:

- Voor het binnentalud wordt uitgegaan van minimaal 1:3. Bij onvoldoende stabiliteit wordt stapsgewijs verflauwd tot 1:6 met stapjes van 0,5. Vanaf 1:6 rekent DAM met het standaard algoritme waardoor alsnog een berm berekend kan worden of een flauwere binnentaludhelling.

De scopewijziging heeft een aantal aanvullende werkzaamheden tot gevolg gehad:

- Aanpassingen in DAM-algoritme:
 - De berm wordt pas toegevoegd indien taludhelling > 1:6 niet tot een voldoende stabiel leggerprofiel leidt.

A company of Royal HaskoningDHV

- Taludhellingen worden bepaald met stapgrootte van 1: 0,5 (dus taluds van 1:3 - 1:3,5 - 1:4 etc.).
- Testen van aanpassingen in software
De aanpassing van het algoritme is conform de kwaliteitseisen voor softwareontwikkeling van Deltares getest.
- Toepassen aangepast DAM-algoritme
Het nieuwe algoritme is toegepast vanaf de 2e batch met berekeningen. De eerste batch is reeds uitgevoerd met het oorspronkelijke algoritme. De taludverflauwing zal handmatig naar boven worden afgerond. Voor de profielen waar een berm in is geschematiseerd, zijn herberekeningen uitgevoerd met het aangepaste algoritme.

Gevolgen voor profielen batch 1 (berm)

Het algoritme in DAM is aangepast. De aanpassing zorgt er voor dat er minder vaak bermen nodig zijn in het nieuwe leggerprofiel. De aanpassing van het algoritme is gebeurd nadat batch 1 door DAM is berekend. In deze berekeningen zijn bij 33 profielen bermen berekend. Deze profielen zijn herberekend met het nieuwe algoritme. Bij de herberekening zijn geen bermen nodig.

2.2 Weergave van het leggerprofiel

- In het Programma van Eisen wordt uitgegaan van het uitwerken van de profielen in AutoCAD-tekeningen (gebaseerd op 600 profielen). Bij het beheer van de legger is een grote hoeveelheid tekeningen echter ongewenst. Er komen geen tekeningen van leggerprofielen. Leggerkaarten worden niet opgesteld. In plaats daarvan worden GIS-shapefiles opgeleverd.
- Het eindproduct voor extern gebruik bevat een geschematiseerd leggerprofiel met een bijkomende tabel waarin voor het betreffende dijkvak de kenmerkende waarden worden opgenomen.
- Tussenproduct ter controle van de resultaten: bij de berekening van de profielen door DAM is het wel nodig per profiel de uitkomst te kunnen controleren. De uitkomst van DAM (het leggerprofiel) zal dan ook nog wel getekend worden in combinatie met het aanwezige profiel. Deze tekeningen zullen echter niet gebruikt worden in de legger (het document en in het beheerregister), maar vormen een tussenproduct voor intern gebruik; in de legger zal het geschematiseerde profiel met tabel worden gebruikt.

2.3 Groter aantal profielen

De leggerzonering en leggerprofielen worden voor circa 600 km gebaseerd op profielen uit de toetsing van de regionale keringen. Van deze profielen zijn M-Stab schematisaties beschikbaar. Uit deze schematisaties worden met behulp van DAM de benodigde leggerzonering en profielen bepaald. Bij de aanbesteding is er van uitgegaan dat er 600 profielen beschikbaar zijn (circa één profiel per km).

Bij het gereedmaken van de gegevens voor de DAM berekeningen blijkt dat er veel meer toetsprofielen zijn: 1279 toetsprofielen (zie Tabel 1). De (hoeveelheid en locatie) kadestrekkingen zijn bij de toetsing zorgvuldig en om redenen zo gekozen. Het is daarom wenselijk om bij het bepalen van de legger hierop aan te sluiten. De leggerzonering en profielen kunnen daarmee het beste worden onderbouwd c.q. verantwoord. Eveneens gaat er geen informatie verloren en is er niet het vraagstuk welk profiel representatief zou moeten zijn (welke van de 2 of 3 binnen een dijkvak van 1 km). Besloten is om deze 1279 profielen te gebruiken voor de berekening van de legger. Hier komen nog de profielen uit batch 1 die opnieuw zijn gedaan (i.v.m. een berm) bij.

Tabel 1 Extra door te rekenen profielen

Batch	Totaal aantal vakken	Aantal km	Aantal vakken met som beschikbaar	Aantal unieke Mstab sommen	Aantal unieke invoerparameter-combinaties
1	342	121	318	237	277
2	305	111	292	226	260
3	247	115	209	173	195
4	241	110	233	163	194
5	335	122	334	126	216
6 (Haarlemmermeer)	146	62	0	0	0
7a	479	187	0	0	0
7b/ 7c	582	175	0	0	0
7d	92	37	18	13	17
8 (te versterken)	97	42	97	60	72
Nieuwkoop*	54	21	54	30	39
Nageleverde**	23	7	10	7	9
	2943	1110	1565	1035	1279

* De pilot Nieuwkoop is toch meegenomen in de berekeningen.

** 23 profielen die niet in het kadverbeteringsprogramma zaten, zijn toegevoegd en alsnog berekend.

2.4 Invulling van 400 km keringen met beperkte informatie [II]

Voor de bepaling van de leggerzones wordt er gebruikt gemaakt van de stabiliteitssommen (M-stab / D-Geostability) die zijn gemaakt tijdens de toetsing. Tijdens de toetsing zijn er echter ook strekkingen geweest die op basis van geometrische eigenschappen zijn goedgekeurd waardoor er geen gedetailleerde toetsing heeft plaatsgevonden. Als gevolg hiervan zijn er van deze strekkingen geen stabiliteitssommen voorhanden.

De kadevakken waarvoor geen stabiliteitssom beschikbaar zijn, zijn opgedeeld in twee gebieden: de kustzone en overige delen. Voordat ingegaan wordt op het plan van aanpak en conclusies van beide gebieden, worden eerst de algemene uitgangspunten in dit kader beschreven.

2.4.1 Algemene uitgangspunten

- Bodemopbouw

Rijnland beschikt over een database met standaard bodemprofielen voor ieder kadevak. Deze profielen zijn opgesteld voor de bepaling van de huidige legger en zijn gebaseerd op onder andere de lokale grondslag en maaiveldhoogten. Deze zogenaamde basisprofielen worden gebruikt als profiel voor de trajecten waar geen M-Stab sommen uit de toetsing voor beschikbaar zijn. De grondparameters van de basisprofielen worden aangepast zodat deze overeenkomen met de grondparameters zoals deze gebruikt zijn bij het opstellen van de nieuwe legger voor de overige kadevakken.

- Grondparameters

Doordat er in de basisprofielen geen onderscheid wordt gemaakt tussen *veen*>300% en *veen*<300% wordt er, ten opzichte van de overige toetsingen, afgeweken met de volumegewichten van veen. Als volumegewicht wordt het gemiddelde van de twee voorgeschreven waarden

genomen. Bij het toetsen van de profielen worden de in Tabel 2 weergegeven grondeigenschappen gehanteerd.

Tabel 2 Gehanteerde bodemparameters

Grondsoort	γ_d [kn/m ³]	γ_n [kn/m ³]	Hoek van inw. wrijving [°]	Cohesie [kPa]
Veen	10.85	10.85	20	2
Hum, klei (<14kN/m ³)	13.3	13.3	25.5	1.4
Siltige, klei (>14kN/m ³ en <16,5 kN/m ³)	15.4	15.4	26.8	2.8
Zandige klei (>16,5 kN/m ³)	17.7	17.7	30.8	2.9
Zand	18	20	32.5	0
Basisveen	12	12	20	2
Pleistoceen zand	18	20	32.5	0
Ophoogmateriaal	17	17	16.9	1.5

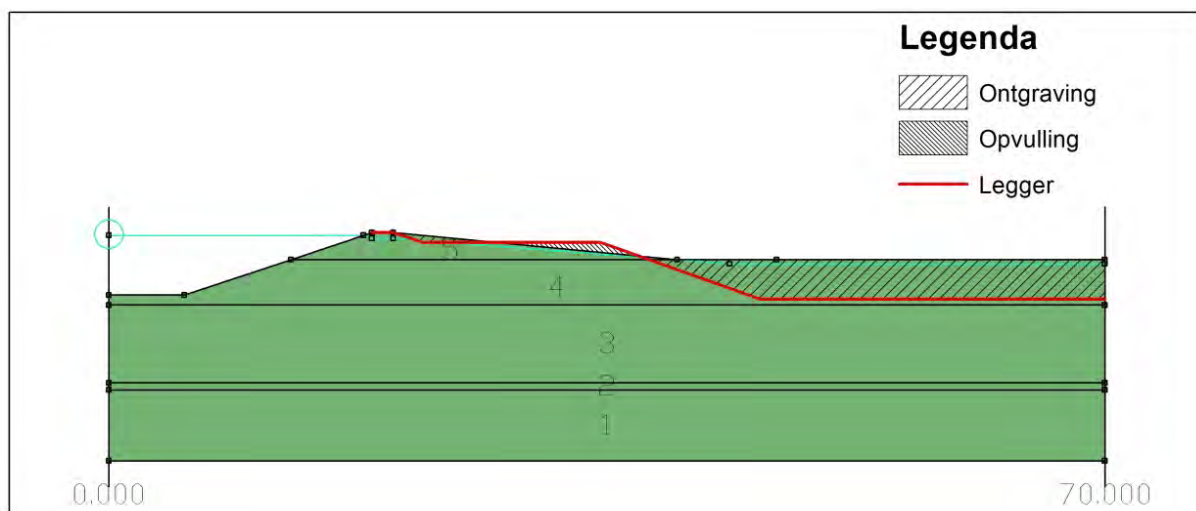
- Freatische lijn

Omdat er wordt gewerkt met een standaardprofiel zijn de waterstanden relatief tot elkaar. In de toetsing wordt er gewerkt met een boezempeil van NAP - 0,1 meter. Ter hoogte van de binnenkruin bevindt de freatische lijn zich op een niveau van NAP - 0,3 meter.

Er wordt in de basisprofielen voor de berekening uitgegaan van een drooglegging van 0,30 m. Bij een verval over de kade van 1 meter bevindt het maaiveld zich dus op: NAP - 0,8 meter (= -0,1 - 1,0 + 0,3). In de binnenteen van de kering bevindt de freatische lijn zich op het maaiveld en blijft op dit niveau.

- Geometrie

Voordat de kade wordt getoetst op stabiliteit wordt het nieuwe leggerprofiel geprojecteerd over het basisprofiel. Grondlagen die zich boven het leggerprofiel bevinden, worden verwijderd; de locaties waar de leggerlijn zich boven het basisprofiel bevindt, worden opgevuld met ophoogmateriaal (zie Figuur 1 als voorbeeld).



Figuur 1 Projectie van het leggerprofiel op een basisprofiel

2.4.2 Kustzone (Haarlem, Hillegom, Leiden Wassenaar, Vlietland) (circa 188 km)

Voor de kustzone is het verval beperkt (veelal minder dan 1 meter). Voor de basisprofielen die in het gebied het meest voorkomen is er, met behulp van enkele handberekeningen, aangetoond dat een profiel met een taludhelling van 1:3 stabiel is en dat de afstand voor de fictieve ontgraving de minimale afstand kan zijn [II].

Het is dan ook realistisch om aan de keringen in de kustzone een leggerprofiel met een taludhelling van 1:3 toe te wijzen en de minimale afstand van de beschermingszone aan te houden.

Gehanteerde uitgangspunten kustzone:

- Helling van het binnentalud naar 1:3;
- Verkeersbelasting van 13 kN/m^2 , over 2,5 meter, spreidingshoek van 45° ;
- Shapefile met legger van deze kaden;
- Fictief maaiveldhoogte wordt gezet op polderpeil NAP +0,3 meter;
- Verval van 1 meter;
- Vereist veiligheidsgetal van 0,9;
- Bij een verval groter dan 1 meter worden de maaiveldhoogten bepaald in overleg met Rijnland;
- Er wordt een ontgravingsafstand van 11 meter gehanteerd zoals beschreven in het Technisch PvE;
- Freatische lijn wordt gemodelleerd volgens het Technisch PvE;
- Gegevens worden geleverd conform eerdere afspraken;
- Legger ID's worden geleverd door Rijnland.

2.4.3 Overige keringen (circa 212 km)

Bij de overige keringen wordt onderscheid gemaakt in het verval van de waterkering. Hiervoor zijn 3 categorieën onderscheiden:

- 1) Kerende hoogte van maximaal 1 meter (klein verval) waarbij een talud van 1:3 met een beschermingszone van $5 + 6 = 11$ meter altijd voldoet.
- 2) Kerende hoogte tussen 1 en 2 meter (gemiddeld verval);
- 3) Kerende hoogte > 2 meter (groot verval).

Aanpak

Tabel 3 geeft weer welke basisprofielen binnen het gebied 'overige keringen' voorkomen. Veel van deze profielen hebben dezelfde bodemopbouw. De meest unieke en maatgevende basisprofielen zijn: 1, 2, 4, 5, 6, 7 en 30. Voor deze basisprofielen die het meest voorkomen in het gebied is er, met behulp van enkele sommen, geanalyseerd welke taludhelling resulteert in een veilige situatie. Deze taludhelling wordt in het leggerprofiel toegepast.

Voor de basisprofielen wordt de stabiliteit bepaald met een leggerprofiel bij een verval van 1 meter en een verval van 2 meter. Als blijkt dat een van de basisprofielen niet voldoet aan de veiligheidseis, dan wordt het binnentalud verflauwd totdat dit wel voldoet. Profielen met een verval van meer dan 2 meter worden doorgerekend met DAM.

Tabel 3 Basisprofielen binnen de overige keringen

Basisprofiel	Aantal toewijzingen	Basisprofiel	Aantal toewijzingen	Basisprofiel	Aantal toewijzingen
1	247	17	4	34	6
2	42	18	1	39	1
3	4	19	6	40	1
4	86	22	26	46	8
5	3	23	2	47	2
6	20	24	5	48	5
7	61	25	1	49	5
8	11	27	2	50	8
9	4	29	1	51	1
11	12	30	40	52	9
13	9	32	1	53	4
14	22	33	32	-	-

Gehanteerde uitgangspunten overige keringen:

- Helling van het binnentalud naar 1:3 wanneer het verval minder is dan 1 meter;
- Verkeersbelasting van 13 kN/m²;
- Shapefile met legger van deze kaden;
- Maaiveldhoogte wordt gezet op polderpeil NAP +0,3 meter;
- Verval van 1,0 meter en 2,0 meter;
- Vereist veiligheidsgetal van 0,9;
- Bij een verval > 2 meter worden de profielen in DAM berekend;
- Freatische lijn wordt gemodelleerd volgens het Technisch PvE;
- Gegevens worden geleverd conform eerdere afspraken;
- Legger ID's worden geleverd door Rijnland.

Conclusie

- 1) Kerende hoogte van maximaal 1 meter (klein verval)
Aangetoond is dat bij een klein verval een taludhelling van 1:3 stabiel is. Het is dan ook realistisch om aan de keringen met een kerende hoogte van maximaal 1 meter een leggerprofiel met een taludhelling van 1:3 toe te wijzen.
- 2) Kerende hoogte tussen 1 en 2 meter (gemiddeld verval)
Aangetoond is dat een groot aantal basisprofielen (bij een gemiddeld verval) met een talud van 1:3 stabiel zijn. De profielen 4 en 5 voldoen echter bij een taludhelling van 1:3 niet aan de veiligheidseis van 0,90. Met een talud van 1:5 voldoet profiel 4 wel aan de veiligheidseis. Profiel 5 voldoet aan de veiligheidseis wanneer deze een talud heeft van 1:4.
- 3) Kerende hoogte > 2 meter (groot verval)
Profielen met een kerende groter dan 2 meter worden doorgerekend met DAM. Het gaat om circa 37 km (92 leggersvakken). Voor het gebruik binnen DAM worden de basisprofielen (die gebruikt zijn bij de oude versie van de legger) aangepast. Van de basisprofielen worden de grondlagen horizontaal verlengd zodat er geen "gat" kan ontstaan wanneer er met het nieuwe leggerprofiel een bodemprofiel uit de som wordt "gesneden". De positie van de buitenkruinlijn is constant in de standaardprofielen, deze positie wordt gebruikt als referentiepunt voor het plaatsen van het leggerprofiel.

2.5 Invulling leggervakken (binnen de 600 km) zonder MStab-som

Voor een aantal leggervakken (binnen de 600 km met toetsprofielen) bleek geen MStab-som beschikbaar te zijn. Hiervoor is dezelfde benadering gehanteerd als bij de 400 km om zo consistent mogelijk te zijn.

2.6 Leggerprofielen bij afgekeurde strekkingen

Een zorgpunt van Rijnland is dat bij sterk afgekeurde keringen waar een kadeverbetering noodzakelijk is de legger te smal wordt. De wens is om voor deze afgekeurde keringen een ruimer leggerprofiel te hanteren. Na de versterking zal een nieuw en mogelijk krapper leggerprofiel worden opgesteld.

Er is aan de hand van een case bepaald welke opties het meest kansrijk zijn:

1. uitgaan van het leggerprofiel. Hierbij wordt het profiel iets ruimer. Dit kan met de zogenaamde schematisatiefactor waardoor de norm waaraan de kering dient te voldoen met een bepaald percentage wordt verhoogd;
2. uitgaan van het fysiek aanwezige profiel. Hierbij wordt op basis van de nu voorhanden zijnde gegevens een best guess gedaan van het kadeverbeteringsprofiel.

Naar aanleiding van een korte analyse is gekozen voor optie 1.

Conclusie

Bij afgekeurde strekkingen wordt een schematiseringsfactor van 1,2 gehanteerd waardoor de norm waaraan de kering dient te voldoen met een bepaald percentage wordt verhoogd. Het profiel wordt hiermee robuuster. Het profiel is daarmee ruimer dan volgens de norm noodzakelijk, maar geeft ruimte voor de geplande kadeverbetering. Additioneel wordt nog het generieke Profiel van vrije ruimte ingetekend. Na uitvoering van een kadeverbetering wordt een nieuwe legger voor het betreffende dijkvak gemaakt.

2.7 Kopsloten

Het komt voor dat er een kopsloot¹ is geschematiseerd in het toetsprofiel van de kering. Dit komt voor wanneer tijdens de toetsing werd verwacht dat de kopsloot invloed heeft op het waterkerend vermogen van de kering. Hierbij is de bodem van een kopsloot weergegeven als maaiveld. Tijdens de berekening van de stabiliteit vult DAM het gebied tussen het fictieve maaiveld en het initiële profiel op met opvulmateriaal (klei). Hierdoor ontstaat aan de polderzijde een dik pakket opvulmateriaal wat niet overeen komt met de daadwerkelijke bodemopbouw binnen het kadevak.

Kopsloten waar in het originele bodemprofiel klei voorkomt worden niet aangepast. Profielen waar veen in voorkomt worden aangepast op basis van de naastliggende profielen.

De kopsloot wordt opgevuld conform de bodemopbouw van de omliggende grond wanneer:

- het profiel voor 50% (of meer) uit veen bestaat;
en/of
- er zich 0,5 meter (of meer) veen in het profiel bevindt;
en
- de insteek van de kopsloot zich binnen 10 meter van de binnenteen van het initiële profiel bevindt.

¹Kopsloot: (Polder)sloot die dwars op de dijk of kade is gelegen.

Bij kopsloten die niet aan deze locaties voldoen is de verwachting dat een vulling met ophoogmateriaal een geringe invloed heeft op het veiligheidsgetal. Deze profielen zijn door DAM met ophoogmateriaal gevuld.

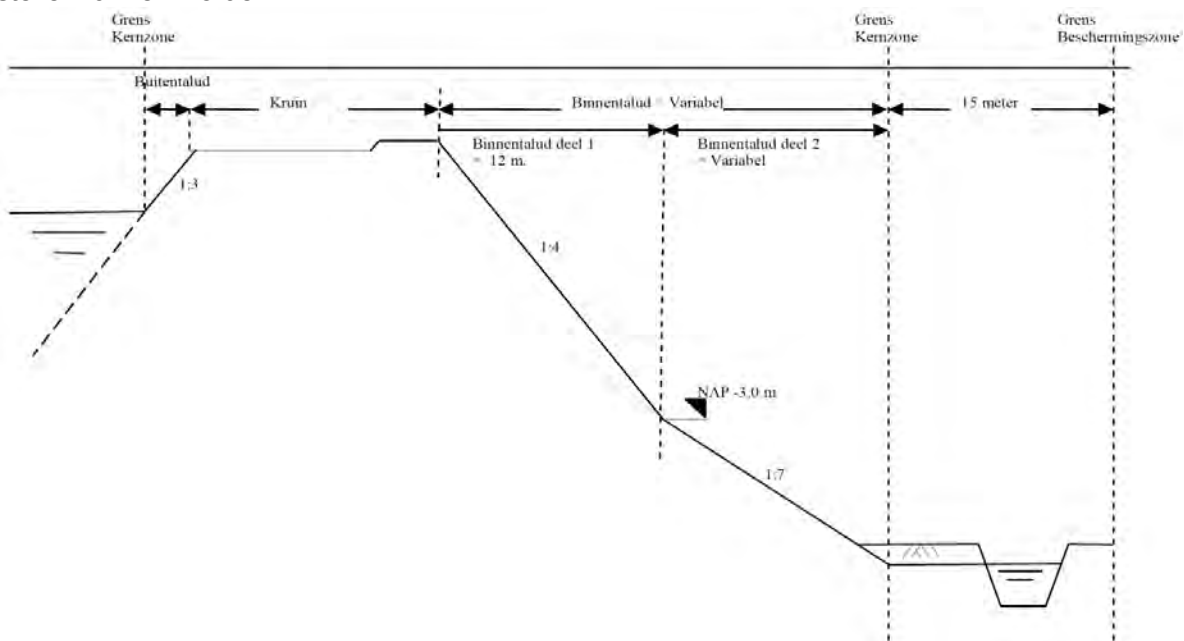
2.8 Haarlemmermeerpolder [III]

In huidige legger van de Haarlemmermeerpolder is met een afwijkend profiel gerekend. Het Haarlemmermeer-profiel heeft een geknikt binnentalud (1:4 en 1:7) en een kruin van 11 meter breed (op NAP), waarmee het robuuster is dan andere profielen. Zie Figuur 2.

De Haarlemmermeerpolder bestaat uit 63 km ringdijk waarvan voor slechts een deel (20%) stabiliteitsommen voorhanden zijn. Van deze 20% (circa 15 km) zijn de optimale profielen bepaald. Circa 11 profielen blijken met een geknikt binnentalud van 1:4 en 1:7 niet stabiel te zijn. Voor de nieuwe legger van de Haarlemmermeerpolder wordt voor de kruin een breedte van 1,5 meter aangehouden. De vereiste kruinhoogte ligt op NAP + 0,0 meter (zie tabel 1 van het PvE).

2.8.1 Aanpak

Voor de bepaling van de legger voor de ringdijk van de Haarlemmermeerpolder wordt er gebruik gemaakt van de beschikbare toetsprofielen waarop het vigerende leggerprofiel wordt geprojecteerd. Wanneer met het leggerprofiel niet de gewenste veiligheidsfactor van 1,0 wordt behaald, dan wordt het ondertalud, welke een talud heeft van 1:7, verflauwd. Wanneer vervolgens het verder verflauwen van het ondertalud niet resulteert in een verbetering van de stabiliteit, dan wordt het boventalud (wat in het leggerprofiel een talud heeft van 1:4) verflauwd. Het profiel met de meest flauwe helling wordt gehanteerd voor de strekkingen van de Haarlemmermeerpolder waarvoor geen toetsprofielen beschikbaar zijn. Van de toetsprofielen die reeds voldoen bij een boven- en ondertalud van resp. 1:4 en 1:7 wordt er gekeken of de taluds steiler kunnen worden.



Figuur 2 Leggerprofiel 54, Ringdijk Haarlemmermeerpolder

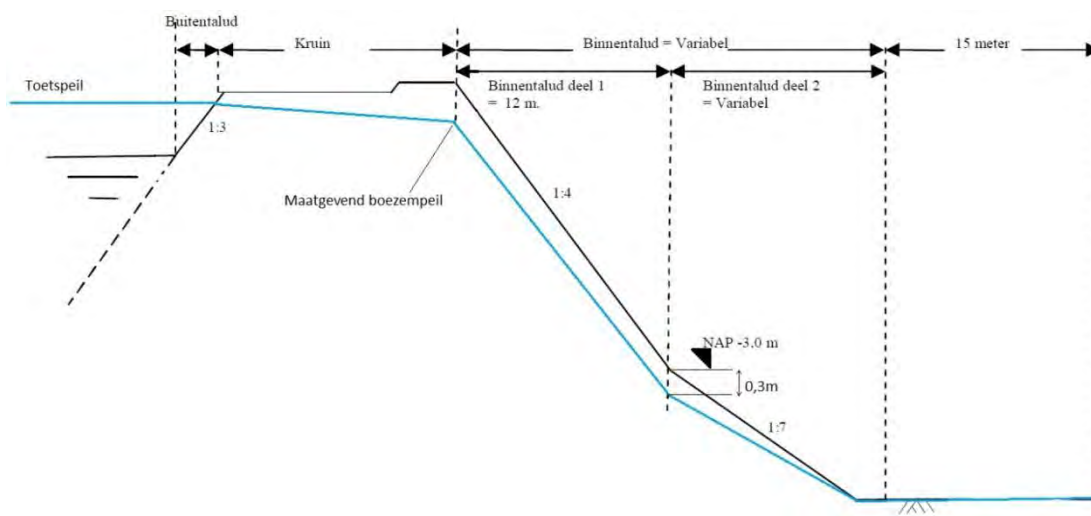
2.8.2 Algemene uitgangspunten

- Bodemopbouw

De bodemopbouw is uit bestaande stabiliteitssommen afgeleid.

- Freatische lijn

De freatische lijn wordt geschematiseerd volgens Figuur 3. Voor het boezempeil wordt het toetspeil aangehouden. Van het toetspeil loopt deze lineair naar het maatgevend boezempeil ter hoogte van de binnenkruinlijn. Van de binnenkruinlijn loopt het freatisch vlak naar een niveau van 0,30m onder het knikpunt in het binnentalud. Van hieruit loopt de freatische lijn naar de binnenteen van de kering waarna het over het maaiveld loopt.



Figuur 3 Schematisatie freatische lijn

- Geometrie

Zie tekst op pagina 4 en Figuur 1.

2.8.3 Analyse

Het merendeel van de beschikbare profielen van de Haarlemmermeer voldoen bij een boventalud van 1:5 en een ondertalud van 1:7. Profiel 28340 voldoet echter pas bij een boventalud van 1:5 en een ondertalud van 1:9. Oorzaak hiervan is dat er zich een watervoerende tussenzandlaag in de bodem bevindt.

In Tabel 4 zijn de te hanteren taluds weergegeven. Hieruit blijkt profiel 28340 de meest flauwe taludhellingen laat zien (talud 1:5 en 1:9). Voor de Haarlemmermeer worden deze hellingen aangehouden. Voor de overige profielen wordt het meest conservatieve profiel gehanteerd van 1:5/1:9.

Tabel 4 Stabiël boven/ondertalud

Profiel DP	Boven/onder talud	Profiel DP	Boven/onder talud
2690	1:4/1:4	28340	1:5/1:9
6760	1:4/1:7	37700	1:5/1:7
10100	1:5/1:7	38750	1:4/1:7
11500	1:4/1:7	44550	1:5/1:7
11500 drukstaaf	1:4/1:7	52350	1:4/1:7
19580	1:5/1:7	53400	1:5/1:7
22430	1:5/1:7	56430	1:5/1:7
22720	1:5/1:7	56900	1:5/1:7

Hoogte analyse

Het hoogtemodel van het nieuwe leggerprofiel voor de Haarlemmermeerpolder is vergeleken met het AHN2 voor het gebied. Uit de analyse blijkt dat het meest conservatieve profiel van 1:5/1:9 binnen het fysiek aanwezige profiel van de Haarlemmermeerpolder past, op een aantal stukken na, zie bijlage 1. Besloten is om deze profielen definitief te maken.

2.8.4 Conclusie

Het 'Haarlemmermeer-profiel' kent t.o.v. de huidige aanpak van andere polders binnen de DAM legger de volgende afwijkingen die overigens niet in strijd zijn met de uitgangspunten notitie:

- De vereiste kruinhoogte voor de Haarlemmermeerpolders ligt op NAP + 0,0 meter;
- Verder wordt voor het minimaal benodigde legger profiel een geknikt binnentalud aangehouden met een boventalud van 1:5 en een ondertalud van 1:9.

3 Overige aanvullingen of afwijkingen op het Programma van Eisen

3.1 Piping

- Op de locaties waar de kerende hoogte > 3m en waar piping een probleem is (beperkt aantal locaties; circa 11 gevallen), wordt een generieke toeslag genomen van 5 meter op de beschermingszone. De beschermingszone wordt dan 5 meter breder. De zone waar men niet zondermeer in mag graven wordt hiermee verbreed.

3.2 Waterspanning

- De waterspanningen in de MStab-sommen zijn geïnterpoleerd tussen de pn-lijnen voor zover het grondlagen betreft die niet aan het oppervlak komen. Voor grondlagen die wel aan het oppervlak komen wordt een hydrostatisch verloop vanaf de freatische lijn aangenomen.

3.3 Afronding

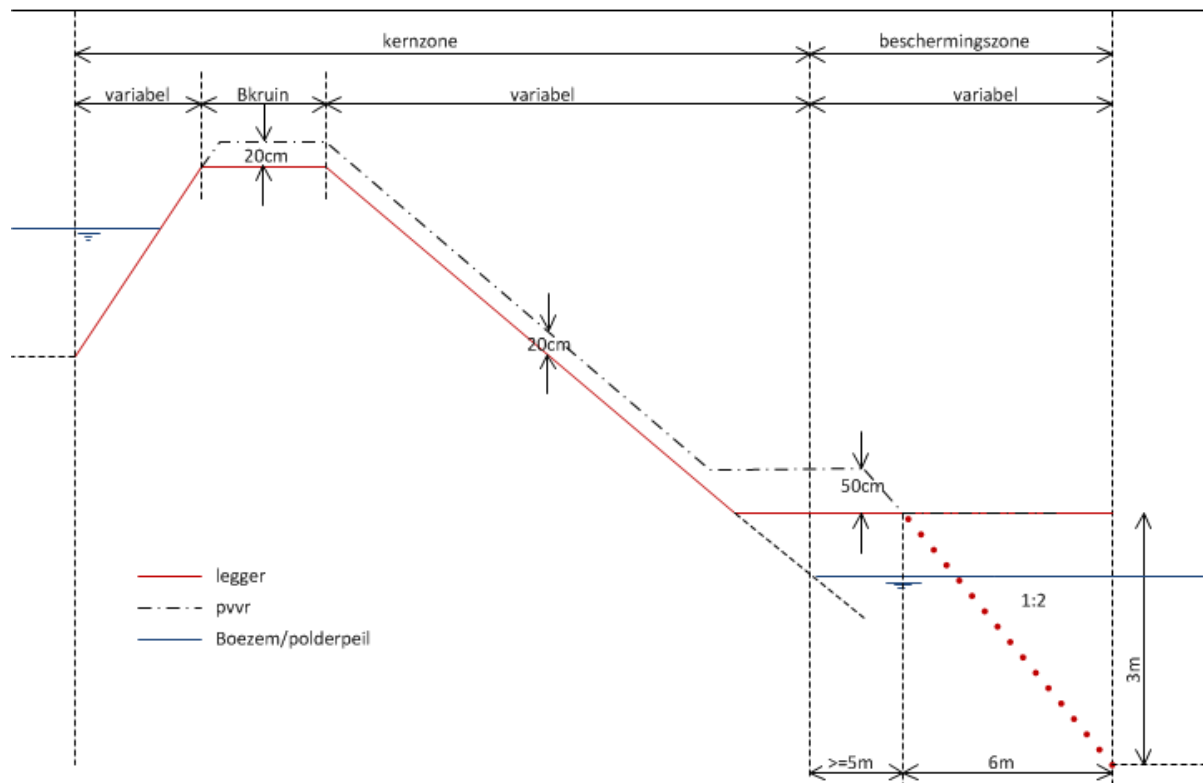
- De breedte van de beschermingszone wordt op hele meters naar boven afgerond; bijvoorbeeld: 16,01 meter wordt 17 meter.

3.4 Kanteldijken

- Voor de Kanteldijken wordt geen legger gemaakt. Rijnland bepaalt later of dit alsnog moet gebeuren.

3.5 Profiel van vrije ruimte

- In Figuur 4 is weergegeven op welke wijze de afmetingen van de binnenwaartse kern- en beschermingszone én het profiel van vrije ruimte zijn bepaald.



Figuur 4 Bepalen afmeting binnenwaartse kern- en beschermingszone en Profiel van vrije ruimte [II]

- Vooral langs de kustzone (maar ook in andere gebieden) liggen veel keringen met een verval kleiner dan 1 meter met relatief hoog gelegen maaiveld. In enkele gevallen ligt het maaiveld zelfs om en nabij de kruinhoogte waardoor er nauwelijks meer sprake is van een kering. Dit betreft voornamelijk polders die tegen de duinvoet aanliggen. Het maaiveld helt daar sterk. Bij keringen met een verval (verschil binnen- buitenwater) van minder dan 1 meter (400km/zonder som) wordt uitgegaan van een fictief maaiveld van een 0,5 meter boven het polderpeil (drooglegging 0,5 meter).
- Het Profiel van vrije ruimte wordt voor keringen een verval < 1 meter (400km/zonder som) alleen op de kruin en het binnentalud toegepast en dus niet op de berm (zie Figuur 5).

4 Constateringen bij berekeningen in DAM

4.1 Berekende stabiliteitsfactor van 1e ontgraving onder de norm

Knelpunt hierbij is dat bij het schematiseren van de ontgraving de waterspanningen iets anders in de berekening komen te zitten. Dit heeft tot gevolg dat de stabiliteit bij het bepalen van de invloedszone al bij de eerste iteratie onvoldoende kan zijn. Deltares stelt in dat geval handmatig vast wat de invloedszone is aan de hand van de ligging van de glijcirkels. Deltares heeft dit met handberekeningen gecontroleerd (gevalideerd). Maar er worden geen verkeerde zones uitgerekend.

De tweede constatering gaat over het wegsnijden van de kleitoplaag in het initiele profiel. Hierdoor verliest het veen korrelspanning en dat heeft bij veenlagen op maaiveld een groot effect op de stabiliteitsfactor.

Feitelijk kloppen de berekeningen wel, maar het is mogelijk dat er relatief grote verschillen in zoneringen zitten, terwijl de bodem en geometrie weinig afwijken. Dit is feitelijk juist, maar komt soms onlogisch over. Waar nodig zijn aanpassingen in de berekeningen gedaan.

5 Opleverdocumenten

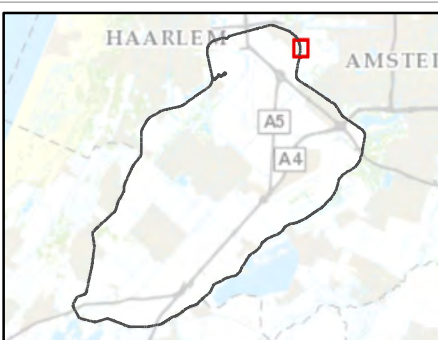
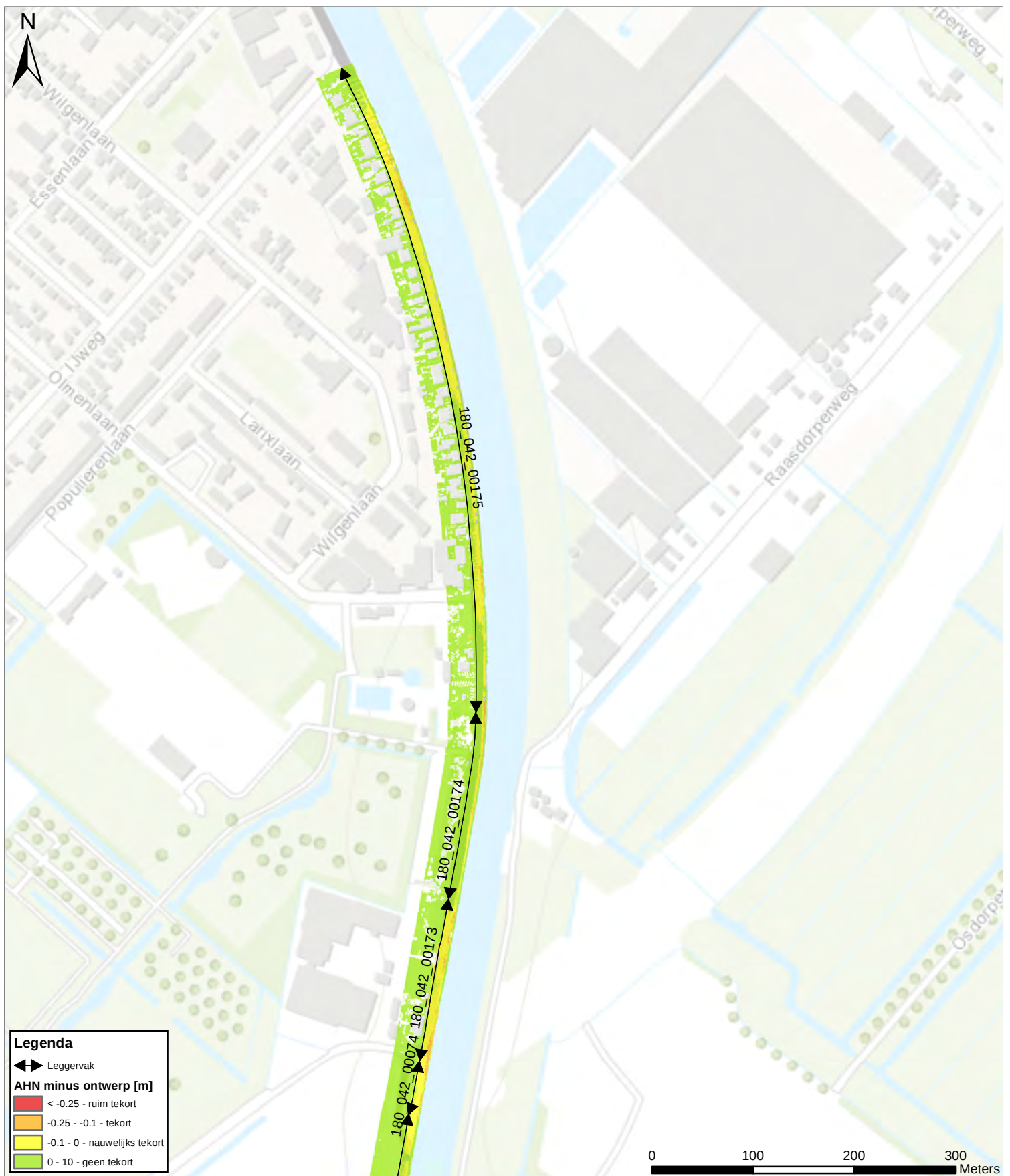
De volgende documenten worden bij de afronding van het project opgeleverd:

- i. Programma van eisen;
- ii. Notitie Scopewijzigingen en afwijking Programma van Eisen;
- iii. Geodatabase;
- iv. Toelichting op geodatabase;
- v. Complete set met de laatste versie van alle sommen (alle iteraties meeleveren);
- vi. DAM-bestanden (zodat invoer in DAM 1.0 mogelijk is; dus inclusief xy-coördinaten van kadevakken; per kadevak wordt een rechte lijn getrokken tussen begin en eindpunt en vervolgens worden de coördinaten bepaald van het midden van deze lijn).

6 Referenties

- I Royal HaskoningDHV, *Technisch Programma van Eisen – Definitief*, 2 april 2013; kenmerk 9Y3428/N002/EMBE/Rott
- II Royal HaskoningDHV, *Notitie Plan van Aanpak 400km reeks*, 15 juli 2013; kenmerk 9Y3428/N005/905318/Amst
- III Royal HaskoningDHV, *Notitie Legger voor Haarlemmermeer*, 15 juli 2013; kenmerk 9Y3428/N004/905319/Amst
- IV Deltares, *Memo Constateringen DAM berekeningen*, 17 juli 2013; kenmerk 1207478-000-GEO-0006

**Bijlage 1 Hoogteanalyse Haarlemmermeerpolder (conservatieve profiel: boventalud
1:5 en ondertalud 1:9)**



Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

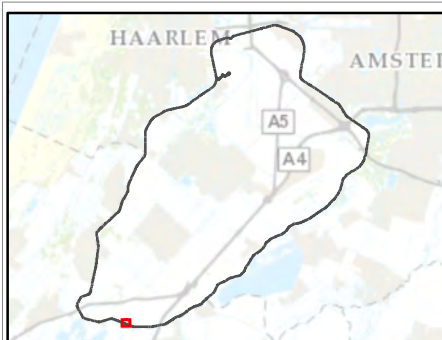
Schaal

1:5000

Figuur

1





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

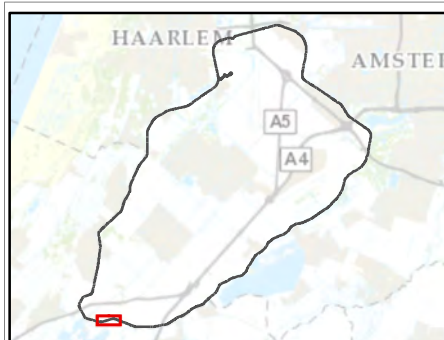
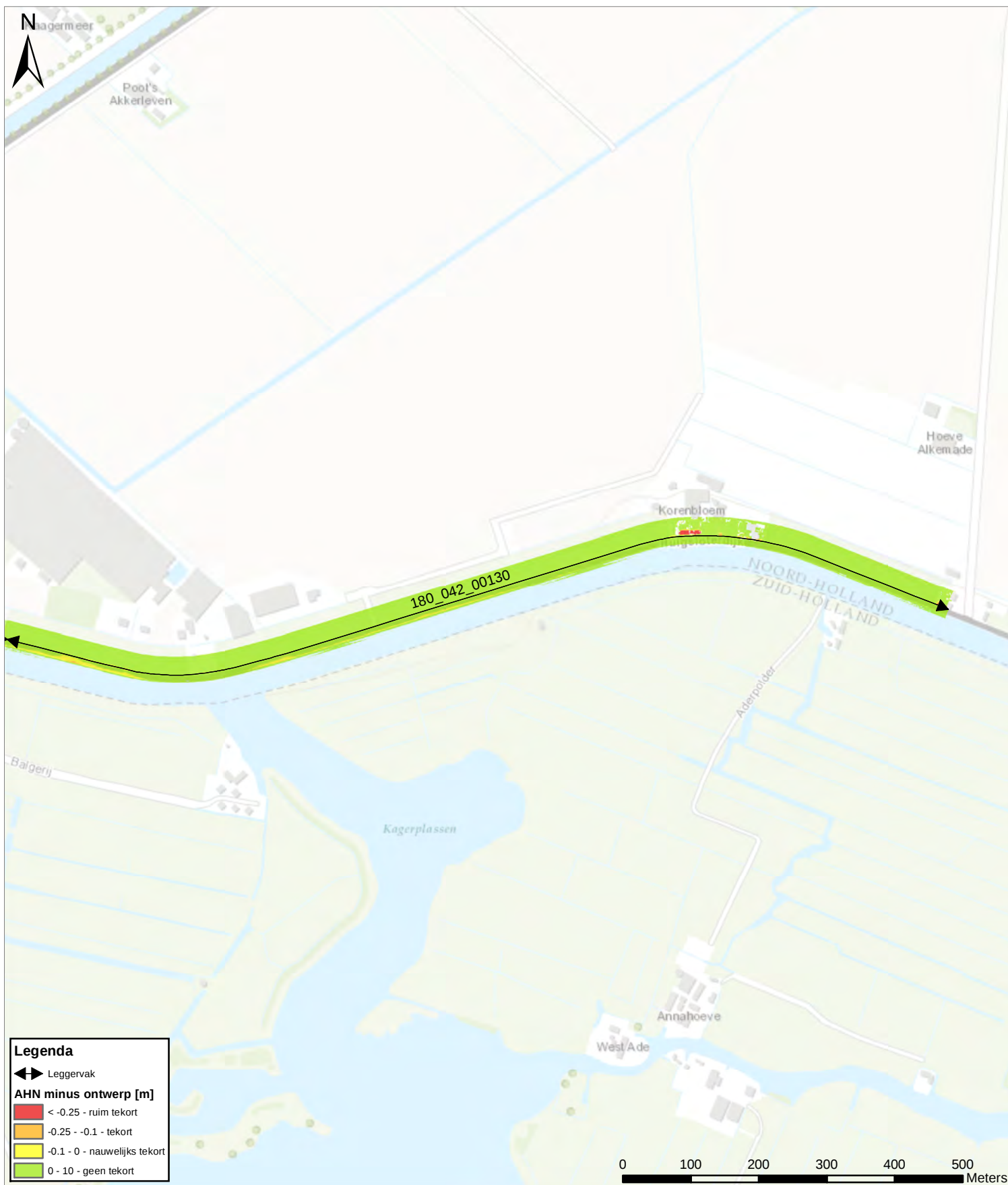
Schaal

1:2500

Figuur

10





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:7500

Figuur

11





Legenda

◄► Leggervak

AHN minus ontwerp [m]

< -0.25 - ruim tekort

-0.25 - -0.1 - tekort

-0.1 - 0 - nauwelijks tekort

0 - 10 - geen tekort



Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

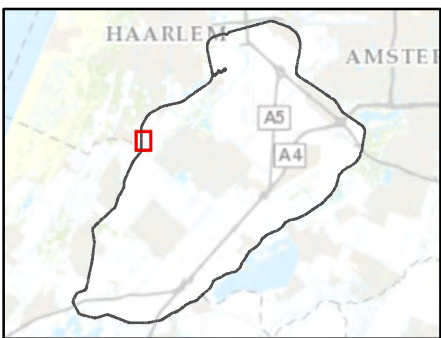
Schaal

1:5000

Figuur

12





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:5000

Figuur

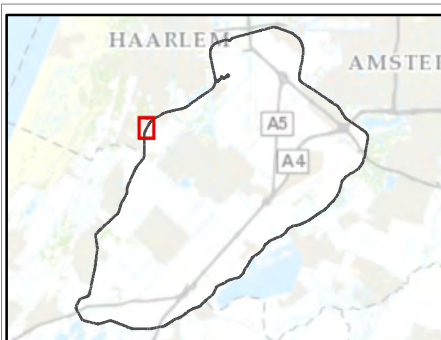
13





Legenda

- ◄► Leggervak
- AHN minus ontwerp [m]**
- < -0.25 - ruim tekort
 - 0.25 - -0.1 - tekort
 - 0.1 - 0 - nauwelijks tekort
 - 0 - 10 - geen tekort



Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:5000

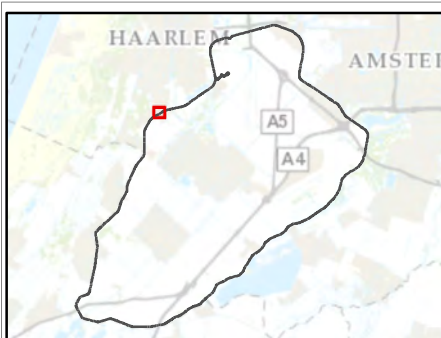
Figuur

14





Legenda	
	Leggervak
AHN minus ontwerp [m]	
	< -0.25 - ruim tekort
	-0.25 - -0.1 - tekort
	-0.1 - 0 - nauwelijks tekort
	0 - 10 - geen tekort



Project
Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

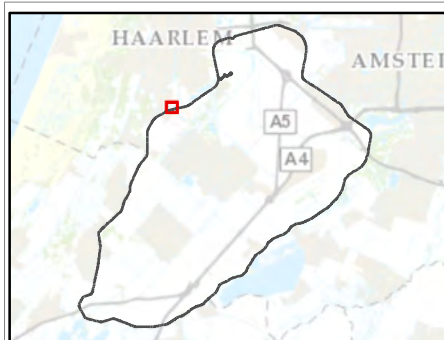
Opdrachtgever
Hoogheemraadschap Rijnland

Datum
17/10/2013

Schaal
1:5000

Figuur
15





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

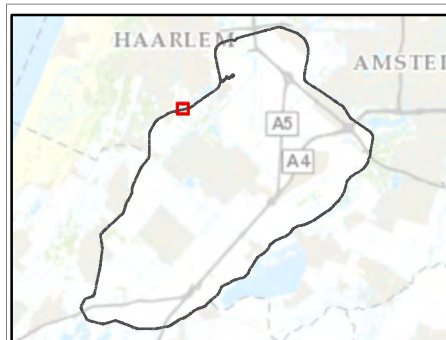
Schaal

1:5000

Figuur

16





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

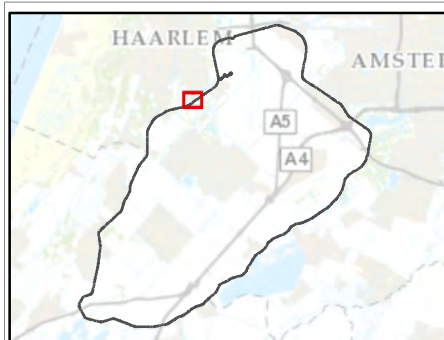
Schaal

1:5000

Figuur

17





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

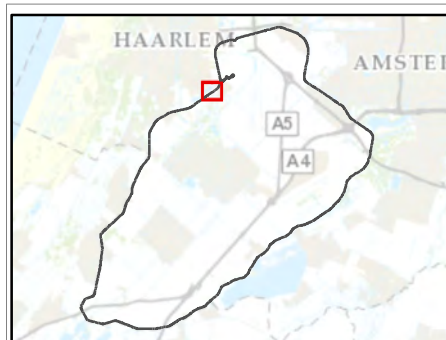
Schaal

1:7500

Figuur

18





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 onderdalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

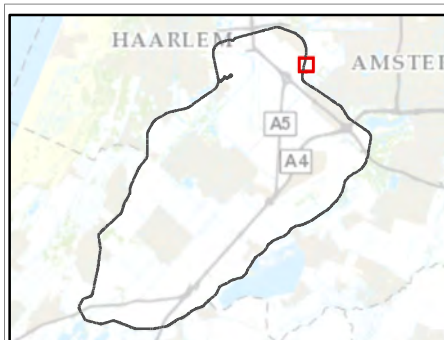
Schaal

1:7500

Figuur

19





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:5000

Figuur

2



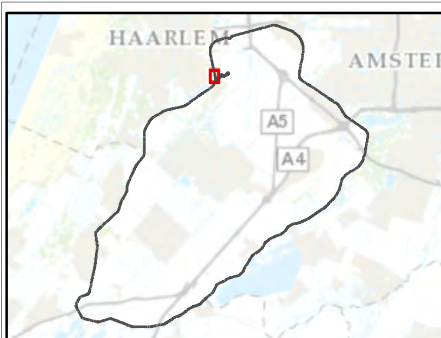


Legenda

◄◄ Leggervak

AHN minus ontwerp [m]

- < -0.25 - ruim tekort
- 0.25 - -0.1 - tekort
- 0.1 - 0 - nauwelijks tekort
- 0 - 10 - geen tekort



Project
Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever
Hoogheemraadschap Rijnland

Datum
17/10/2013

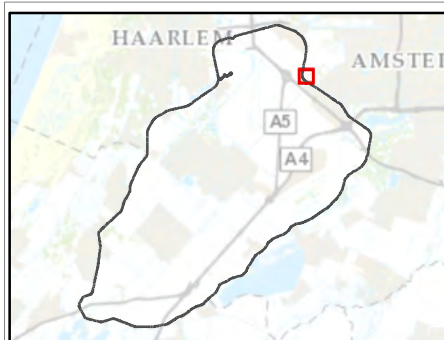
Schaal
1:2500

Figuur
20





Legenda	
	Leggervak
AHN minus ontwerp [m]	
	< -0.25 - ruim tekort
	-0.25 - -0.1 - tekort
	-0.1 - 0 - nauwelijks tekort
	0 - 10 - geen tekort



Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

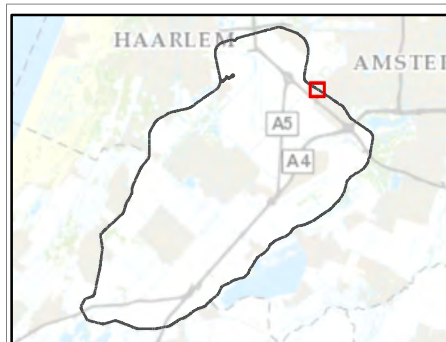
Schaal

1:5000

Figuur

3





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

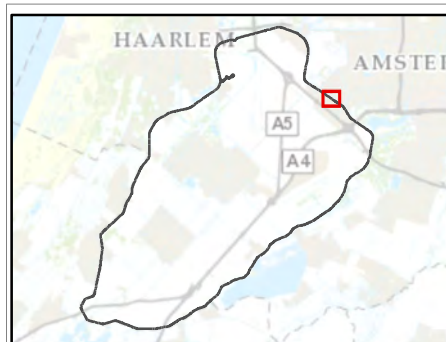
Schaal

1:5000

Figuur

4





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

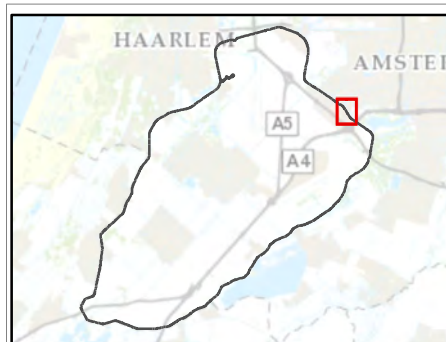
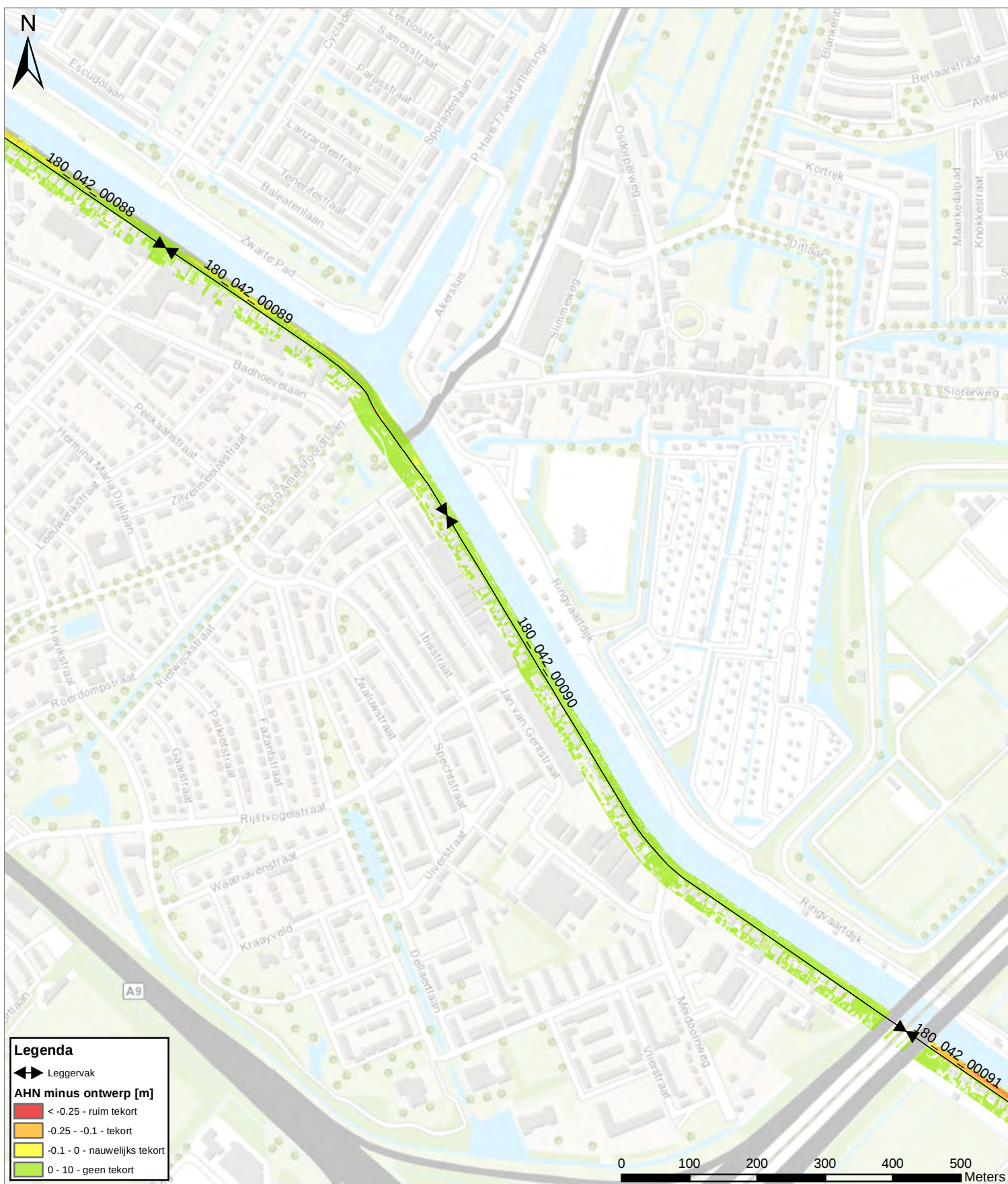
Schaal

1:5000

Figuur

5





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

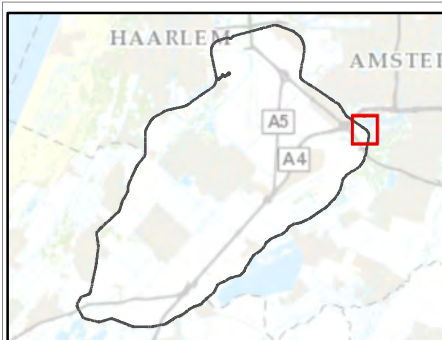
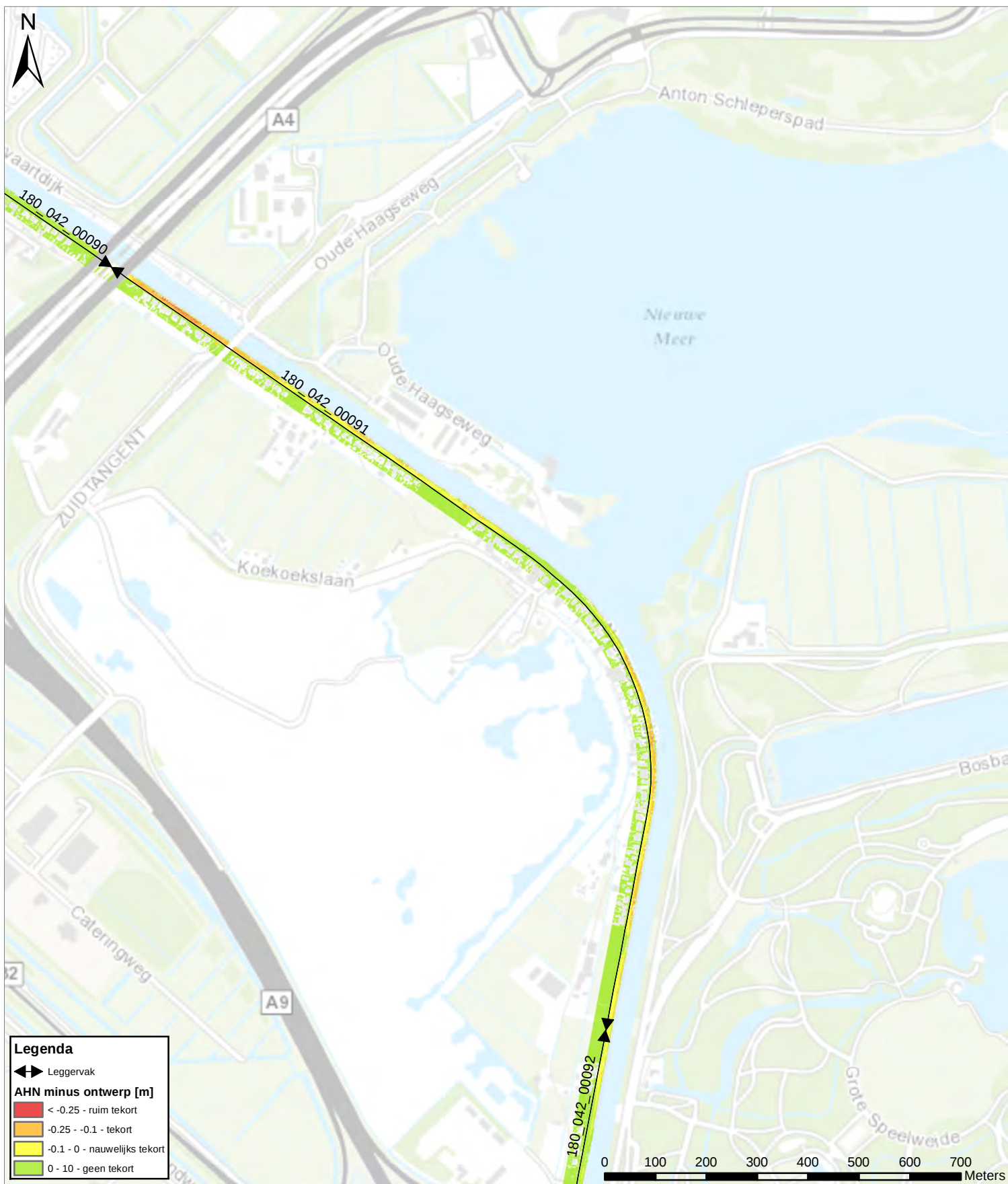
Schaal

1:7500

Figuur

6





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

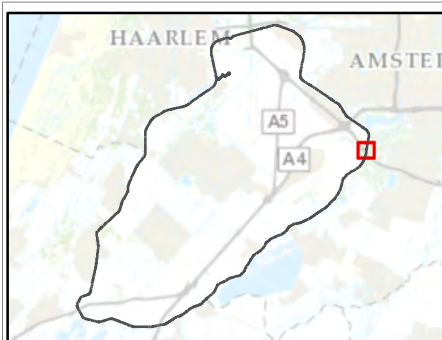
Schaal

1:10000

Figuur

7





Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:5000

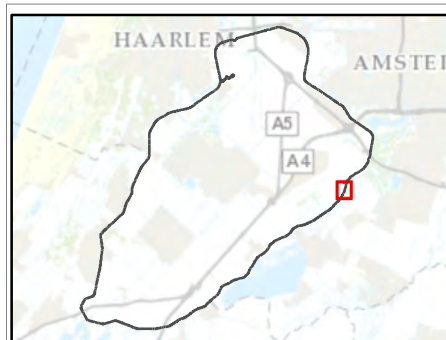
Figuur

8





Legenda	
	Leggervak
AHN minus ontwerp [m]	
	< -0.25 - ruim tekort
	-0.25 - -0.1 - tekort
	-0.1 - 0 - nauwelijks tekort
	0 - 10 - geen tekort



Project

Vergelijking AHN met nieuwe legger
1:5 boventalud, 1:9 ondertalud

Opdrachtgever

Hoogheemraadschap Rijnland

Datum

17/10/2013

Schaal

1:5000

Figuur

9

