

Infrastructuur
Gebiedsontwikkeling
Beheer & Onderhoud
Project- en Procesmanagement
Tendermanagement

Engineering Hoog- en Laageind

Onderdeel:

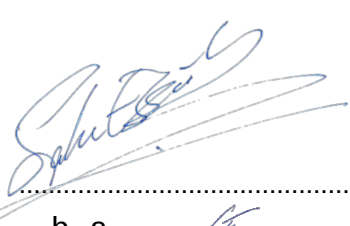
**Verdiepende analyse Hoogeind zwakke
plekken**

Opdrachtgever:

Gemeente Bodegraven-Reeuwijk

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Bodegraven-Reeuwijk Postbus 401 2410 AK Bodegraven
Contactpersoon	S. Wools
Projectnaam	Engineering Hoog- en Laageind
Projectnummer	40506
Rapportnummer	RA03sek40506
Datum	29-08-2025
Versienummer	1.0

Auteur	S. Essink	
Datum/paraaf	29-08-2025.....	
Vrijgegeven door	P. Bakker	
Datum/paraaf	29-08-2025.....	b. a. 

Versie	Datum	Status	Opmerkingen
1.0	29-08-2025	Definitief	Opmerkingen verwerkt
0.1	28-08-2025	Concept	1 ^{ste} Versie ter controle.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Projectlocatie.....	1
2	Onderzoeken.....	2
2.1	Wegenscan	2
2.2	Valgewicht deflectiemetingen	2
2.3	Geotechnisch onderzoek	3
2.4	Geometrisch onderzoek.....	4
3	Conclusies en aanbeveling	7
3.1	Conclusie	7
3.2	Aanbeveling	7
4	Documenten.....	8

Bijlagen

- Bijlage 1 Tekeningen**
Bijlage 2 Meetnauwkeurigheid AHN

1 Inleiding

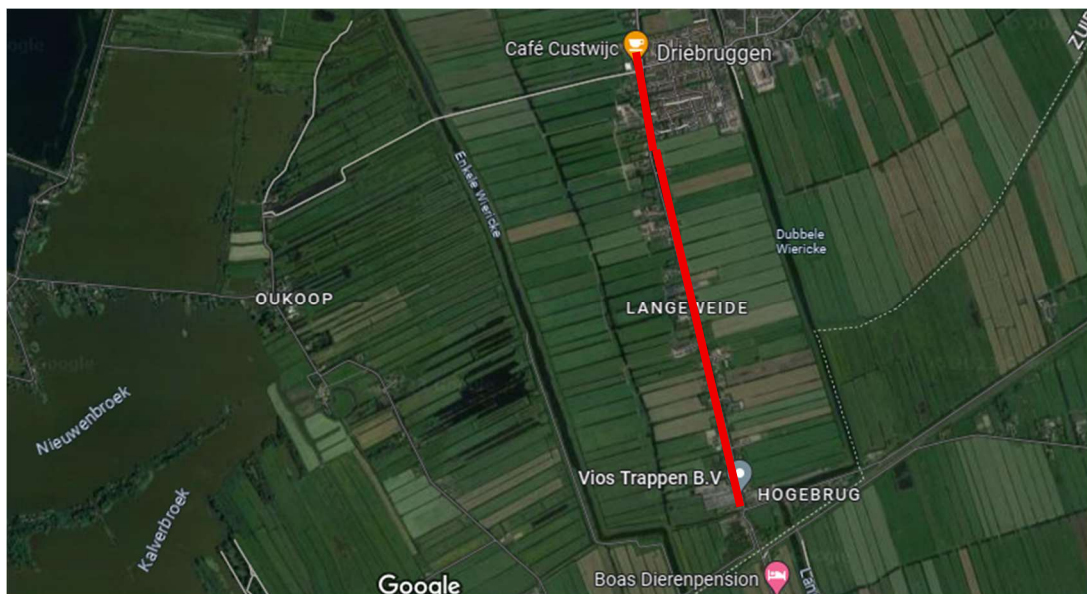
1.1 Algemeen

Waalpartners is als ingenieursbureau in opdracht van Gemeente Bodegraven-Reeuwijk betrokken bij het groot onderhoud aan Hoogeind Laageind te Driebruggen. De werkzaamheden vinden plaats over een afstand van 4,4 km, tussen de A12 en de tunnel onder het spoor (Opweg).

Uit eerdere beschouwingen is gebleken dat het Hoogeind een aantal zwakke plekken bevat. Hiertoe zijn diverse onderzoeken uitgevoerd. Om inzichtelijk te krijgen waar deze plekken zich bevinden is een analyse uitgevoerd van de diverse onderzoeken en is getracht om de onderzoeken aan elkaar te koppelen. In de voorliggende rapportage is deze analyse samengevat.

1.2 Projectlocatie

De projectlocatie is met rood in Figuur 1 weergegeven. De scope ligt tussen Kerkweg Driebruggen en de spoortunnel bij de provinciale grens Utrecht – Zuid-Holland.



Figuur 1 Projectlocatie Hoogeind [Google Maps]

2 Onderzoeken

Er is een vergelijking gemaakt van de diverse onderzoeken welke in het verleden zijn uitgevoerd naar de huidige staat van het Hoogeind. In dit hoofdstuk is een korte beschrijving van de onderzoeken weergegeven.

Om de verschillende onderzoeken aan elkaar te knopen heeft de weg een hectometrering gekregen. Deze start op 0 bij de kruising van Laageind en de Parallelweg. De kruising Kerkweg / Laageind / Hoogeind ligt op 2.360. De kruising Hoogeind – Hogebrug ligt op 4.370. Het in deze rapportage beschouwde deel is daarmee 2 kilometer lang.

2.1 Wegenscan

Door de Wegenscanner bv is in 2019 een scan van de weg uitgevoerd[1]. Dit is een non destructieve scan met een grondradar. Het resultaat van de scan is een doorlopend inzicht in de dikte van het aanwezige asfalt pakket en de dikte van het aanwezige funderingspakket. Ook is een gammaspectrometing gedaan. Hiermee is op basis van de achtergrondstraling de soort steenslag bepaald. In de onderstaande tabel is de globale opbouw van de asfalt en funderingsconstructie gegeven.

Tabel 1 asfalt- funderingsopbouw

Start [km]	Eind [km]	Asfaltdikte [mm]	Funderingsdikte [mm]
2,37	2,37	360	>700
2,42	2,47	240-280	>700
2,52	2,62	160-180	300-700
2,67	2,72	260	100-400
2,77	2,77	400	200
2,82	2,82	300	ntm
2,87	2,92	220	500
2,97	3,07	260	600
3,12	3,12	300	350
3,17	3,17	370	800
3,22	3,42	220	200-450
3,47	3,47	140	>700
3,52	3,52	230	300
3,57	3,67	285	300-350
3,72	3,77	240	220-360
3,82	3,87	190	150-350
3,92	3,92	290	350
3,97	3,97	140	300
4,02	4,02	180	450
4,07	4,17	200	200-450
4,22	4,22	160	500
4,27	4,37	200	250

Aangezien de wegenscan in 2019 is uitgevoerd is deze informatie niet geheel actueel meer, op een aantal trajecten is een extra deklaag gedraaid.

2.2 Valgewicht deflectiemetingen

Door SWECO zijn in 2017 valgewicht deflectiemetingen uitgevoerd[2]. Een valgewicht deflectie meting geeft inzicht in de (rest) sterkte van het asfalt in combinatie met de fundering. De metingen zijn iedere 50 m uitgevoerd. In totaal zijn er 41 metingen uitgevoerd op het Hoogeind. Voor iedere meting geldt dat deze leidt tot een oordeel. Er zijn 3 mogelijke oordelen : Voldoende, net niet voldoende en onvoldoende.

Uit de metingen is in 2017 gebleken dat voor 20 profielen het oordeel ONVOLDOENDE is gegeven. Voor 8 profielen is het oordeel VOLDOENDE gegeven. Voor de overige 13 profielen is het oordeel NET NIET VOLDOENDE gegeven.

Mede naar aanleiding van deze metingen is door de afdeling beheer op een aantal trajecten preventief onderhoud in de vorm van een nieuwe deklaag aangebracht.

In de onderstaande tabel zijn de oordelen vanuit de valgewicht deflectiemetingen van SWECO van de verschillende trajecten opgenomen, hierbij zijn trajecten met gelijke oordelen samen-gevoegd.

Tabel 2 oordeel valgewicht deflectiemetingen

Start [km]	Eind [km]	Oordeel
2,37	2,42	Onvoldoende
2,47	2,47	Net niet voldoende
2,52	2,62	Onvoldoende
2,67	2,67	Voldoende
2,72	2,72	Net niet voldoende
2,77	2,82	Voldoende
2,87	2,87	Onvoldoende
2,92	2,97	Net niet voldoende
3,02	3,02	Voldoende
3,07	3,07	Onvoldoende
3,12	3,12	Net niet voldoende
3,17	3,17	Voldoende
3,22	3,22	Onvoldoende
3,27	3,27	Net niet voldoende
3,32	3,42	Onvoldoende
3,47	3,47	Voldoende
3,52	3,52	Onvoldoende
3,57	3,72	Net niet voldoende
3,77	3,77	Onvoldoende
3,82	3,82	Net niet voldoende
3,87	3,87	Onvoldoende
3,92	3,92	Voldoende
3,97	3,97	Onvoldoende
4,02	4,02	Net niet voldoende
4,07	4,17	Onvoldoende
4,22	4,22	Net niet voldoende
4,27	4,32	Onvoldoende
4,37	4,37	Voldoende

2.3 Geotechnisch onderzoek

In opdracht van Waalpartners en de gemeente zijn in 2023 7 sonderingen uitgevoerd door Geosonda[3], daarnaast zijn er in het verleden ook andere sonderingen[4] uitgevoerd. Op basis van de sonderingen is de bodemopbouw geschematiseerd. In de onderstaande tabel is deze bodemopbouw weergegeven.

Tabel 3 Globale bodemopbouw

Grondlaag (Hoogeind) – S11 t/m S17	Bovenkant laag [NAP + m]
Toplaag – voorgeboord/ klei, zandig	-1,60
Klei, humeus	-2,90
Klei, siltig	-4,70
Klei, humeus	-5,20
Klei, siltig	-7,00
Veen	-7,90
Basisveen	-9,30
Zand pleistoceen	-10,20

2.4 Geometrisch onderzoek

Om de evolutie van de bodemhoogte inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van de data van de Algemene Hoogtekaart Nederland (AHN). [5]

De AHN geeft naast gegevens over de hoogte ook inzicht in het planimetrisch (XY)-vlak.

De evolutie van de hoogte is inzichtelijk gemaakt door een vergelijking te trekken tussen de AHN-2, AHN-4 en AHN-5.

Omdat de AHN in verschillende jaren is ingewonnen en deze hoogtes worden bepaald vanuit de lucht is de meetnauwkeurigheid anders dan bij een DTM. Echter heeft deze methode als voordeel dat er zeer grote vlakken gemeten zijn. In Bijlage 2 is de meetnauwkeurigheid van de diverse versies van de AHN opgenomen.

In de navolgende tabel zijn de inwinningsjaren van de verschillende versies opgenomen.

Tabel 4 inwinning AHN

	Inwinningsjaar
AHN2	2008
AHN4	2020
AHN5	2023

Tussen AHN 2 en AHN 5 zit 15 jaar.

In Bijlage 1 [6] is de as van het Hoogeind is opgenomen, hierbij is de hoogte van de aslijn bepaald o.b.v. de AHN2, AHN4 en AHN5. Op basis van een vergelijking tussen AHN2, 4 en 5 is de zettingssnelheid (achtergrondzetting) bepaald. Over het algemeen is deze 0,009 tot 0,010 m per jaar. Op basis van het vergelijk tussen AHN 2 en AHN 4 is de gemiddelde zettingssnelheid in mm/jaar in de onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 5 zettingssnelheid

Start [km]	Eind [km]	Zettingssnelheid [mm/jaar]
2,25	2,65	15
2,65	2,75	7
2,75	2,90	12
2,90	3,00	5
3,00	3,23	15
3,23	3,30	8
3,30	3,44	12
3,44	3,57	8
3,57	3,89	5
3,89	3,96	7
3,96	4,30	4

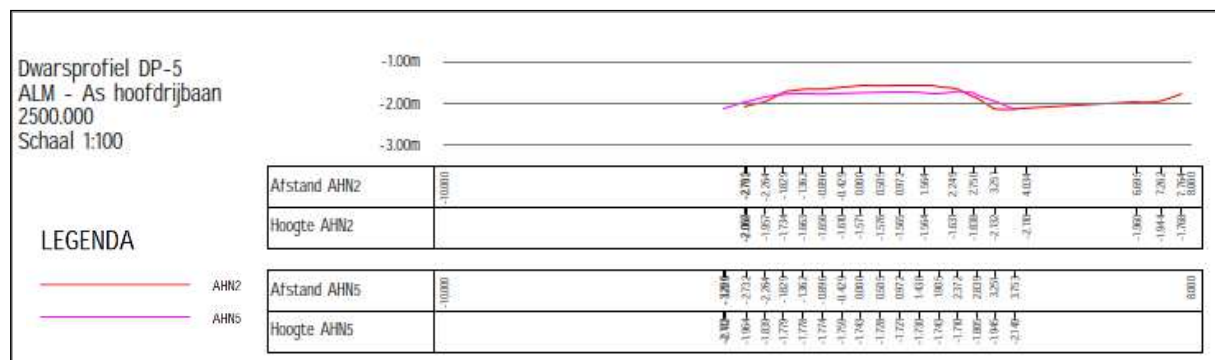
Zoals in paragraaf 2.1 is aangegeven is op een aantal trajecten in 2021 een nieuwe deklaag aangebracht. Uit een vergelijking tussen AHN 4 en AHN 5 zijn deze trajecten geïdentificeerd.

In Tabel 6 zijn deze trajecten aangegeven. Deze trajecten komen deels overeen met de onvoldoende trajecten vanuit de valgewicht deflectiemetingen. De wegbeheerder heeft aangegeven dat de nieuwe deklaag direct op de oude is aangebracht.

Tabel 6 trajecten met nieuwe deklaag

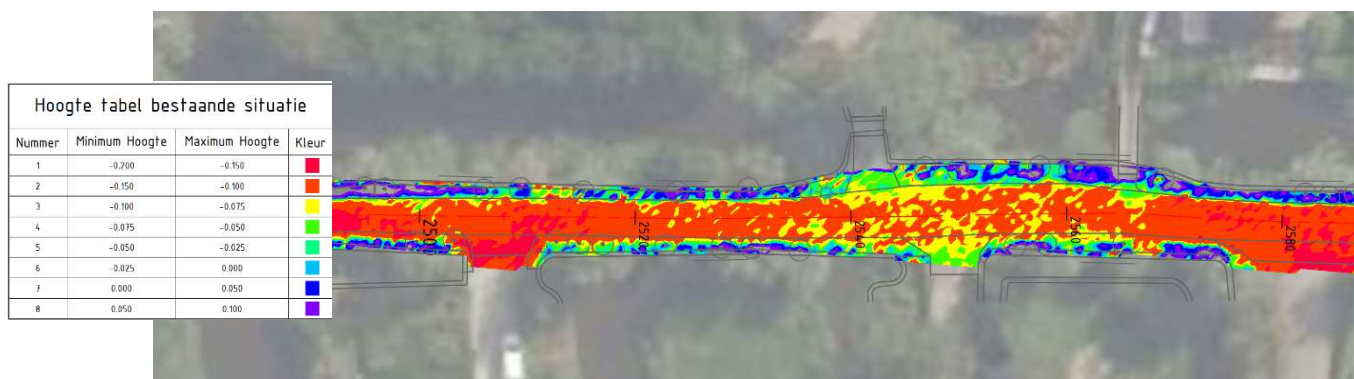
Start [km]	Eind [km]	Lengte
2,36	2,37	10 m
2,41	2,416	6 m
2,442	2,448	6 m
2,6	2,61	10 m
2,626	2,636	10 m
3,18	3,2	20 m
3,4	3,46	60 m
3,64	3,76	120 m
3,79	3,89	100 m
3,93	3,97	40 m
4,03	4,036	6 m
4,13	4,18	50 m
4,21	4,25	40 m

Om te controleren in welke mate er verschuivingen van de weg plaats hebben gevonden in het verloop van de tijd zijn er doorsnedes gegenereerd met een onderlinge afstand van 50 m[9]. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen AHN 2 en AHN5. Over het algemeen bleek dat de profielen aan het zetten waren, echter op sommige profielen bleek dat er sprake was van uitdijning. De as van de weg was aan het zetten terwijl de bermen juist omhoog komen, of dat deze naar buiten geperst worden. Dit is het mogelijke gevolg van het bezwijken van de ondergrond. De ondergrond heeft dan te weinig draagkracht om de optredende belasting op te vangen. In de onderstaande figuur is een voorbeeld van dit mechanisme gegeven.



Figuur 2 vergelijking AHN2 AHN 5

Om de mate van optreden van dit effect nader te bepalen is er een vergelijking van hoogtes gemaakt en in het bovenaanzicht weergegeven. In Figuur 3 is een uitsnede van deze kaart ter plaatse van de doorsnede van Figuur 2 weergegeven, zie W25-40506-INV-14[12].



Figuur 3 bovenaanzicht vergelijking AHN2-AHN4

Op basis van deze kaart [12] zijn de trajecten bepaald waar de berm hoger lijkt te liggen dan de weg. In Tabel 7 zijn de trajecten opgenomen.

Tabel 7 trajecten met uitdijning

Start [km]	Eind [km]
2,485	2,515
2,56	2,64
2,74	2,76
3,02	3,13
3,28	3,32
3,74	3,90

Op basis van de 50 m profielen[9] met een vergelijking tussen AHN 2 en AHN 5 blijkt dat in traject 2 en 4 uit bovenstaande tabel geén sprake is van uitdijning maar wel van zetting. In de overige benoemde trajecten is hier wel sprake van. Dit is nader uitgewerkt in [10].

3 Conclusies en aanbeveling

3.1 Conclusie

Uit de verschillende onderzoeken is naar voren gekomen dat het Hoogeind over de bijna gehele lengte richting einde levensduur gaat.

Door de diverse onderzoeken te vergelijken is het mogelijk om de echte zwakke plekken in dit wegtraject te identificeren.

Op basis van de vergelijking van de diverse onderzoeken zijn een aantal conclusies te trekken:

- Bij een relatief lage zettingssnelheid van 4 tot 8 mm per jaar is vaak een relatief dunne asfaltconstructie aanwezig (200 tot 300 mm)
- Bij hogere zettingssnelheden is de asfaltconstructie dikker dan 300 mm.
- Daar waar het oordeel van de valgewicht deflectiemeting voldoende of net niet voldoende betreft is vaak een relatief lage zettingssnelheid en dunne asfaltconstructie aanwezig.
- Op 2 van de 4 uitdij locaties is ook een hoge zettingssnelheid gemeten.
- Op alle uitdij locaties is het valgewicht deflectie oordeel Onvoldoende.
- Op 2 van de 4 uitdij locaties is een dikker asfaltpakket aanwezig.

Omdat op alle definitieve uitdijlocaties de valgewicht deflectiemetingen ook een onvoldoende oordeel kennen worden deze locaties als zwakste plekken van het totale traject beschouwd.

In de onderstaande tabel zijn deze locaties geresumeerd.

Tabel 8 samenvatting

Start [km]	Eind [km]	Adres
2,485	2,515	Hoogeind 10
2,74	2,76	Hoogeind 18
3,28	3,32	Hoogeind 30 – 32
3,74	3,90	Hoogeind 48 – 50

3.2 Aanbeveling

Om te bepalen welke lasten er mogelijk zijn op het Hoogeind verdient het de aanbeveling om ter plaatse van de uitdijlocaties aanvullende berekeningen te maken. Hierbij is het noodzakelijk om zowel de stabiliteit van de locaties te bepalen als de lokaal aanwezige draagkracht. Hierbij dient zowel de huidige wegfunderingsconstructie als de wegfunderingsconstructie na renovatie/reconstructie berekent te worden. Op deze wijze kan de effectiviteit van de nieuwe constructie gecontroleerd worden.

De stabiliteit wordt bepaald aan de hand van stabiliteitssommen met behulp van D- geostabiliteit. Hierbij wordt de stabiliteit inzichtelijk gemaakt met 2 % en 5 % rek parameters.

De draagkracht is te bepalen aan de hand van berekeningen voor fundering op staal. Hierbij kan de weg als strokenfunderatie worden beschouwd. Om de draagkracht te toetsen zou hierbij de variabele belasting vanuit verkeer gemodelleerd kunnen worden over de geprojecteerde lengte van de diverse voertuigen. Op basis van de draagkrachtberekeningen kan aansluitend een advies gemaakt worden voor de belastbaarheid van het Hoogeind waar de gemeente een ontheffingen beleid op kan baseren.

4 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze rapportage:

- [1] De Wegenscanners bv; rapport 'Asfalt en Fundering meerdere wege in de gemeente Bodegraven -Reeuwijk'; rapportnr. 2019-W-444; dd. 29-10-2019
- [2] SWECO; Rapport 'gemeente Bodegraven Reeuwijk draagkrachtmeting op netwerkniveau'; rapportnr. SWNL0219258; dd. 15-01-2018
- [3] Geosonda; Rapport 'Veldrapport Laageind te Driebruggen'; rapportnr. 2301334-V1; d.d. 03-07-2023.
- [4] Wiha Grondmechanica; Rapport 'Vervangen 6 bruggen, Westeinde e.o. Reeuwijk'; rapportnr. 1700220 RG; d.d. 06-07-2017.
- [5] WWW.AHN.NL

De volgende tekeningen zijn door Waalpartners gemaakt.

- [6] Tekening Lengteprofiel AHN2 & AHN5 W-40506-08 dd 21 juli 2025
- [7] Tekening overzicht AHN2 & AHN5 W-40506-09 dd.21 juli 2025
- [8] Tekening overzicht AHN2 & AHN 5 W-40506-10 dd.4 augustus 2025
- [9] Tekening profielen AHN2 & AHN 5 W-40506-11 dd.1 augustus 2025
- [10] Tekening aanvullende profielen AHN2 & AHN 5 W-40506-12 dd.20 augustus 2025
- [11] Tekening Lengteprofiel AHN2 & AHN 3 W-40506-13 dd.22 augustus 2025
- [12] Tekening overzicht AHN2 & AHN 4 W-40506-14 dd.22 augustus 2025

Waalpartners staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

Bijlagen

Engineering Hoog- en Laageind

Bijlage 1 Tekeningen

Separaat bijgesloten

Bijlage 2 Meetnauwkeurigheid AHN

HOOGTE NAUWKEURIGHEID	AHN1	AHN2,3,4	AHN 5
Systematische fout	5 cm	5 cm	3 cm
Stochastische fout	15 cm	5 cm	5 cm

Planimetrische NAUWKEURIGHEID	AHN1	AHN2,3,4	AHN 5
Systematische fout	Niet gespecificeerd	8 cm	8 cm
Stochastische fout	30 cm	5 cm	5 cm

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de hoogtemeting in de loop der jaren nauwkeuriger is geworden. De planimetrische nauwkeurigheid is vergelijkbaar gebleven. In de navolgende tabel is de punt dichtheid van de verschillende meetmomenten opgenomen.

AHN	Punt dichtheid	Inwinningsperiode Hoogteind
AHN	6 tot 10 punten per m2	2008
Ahn 3	6 tot 10 punten per m2	2014
AHN4	10 tot 14 punten per m2	2020
AHN5	Minimaal 10 punten per m2	2023

Uit de hoogtemetingen vanuit AHN blijkt dat er op een aantal delen een verhoging van het maaiveld heeft plaats gevonden tussen AHN 4 en 5.