

# Nota Waterveiligheid

## SAS - Planuitwerkingsfase - Ontwerploop 0

# STERKE LEKDIJK

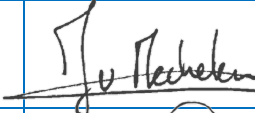

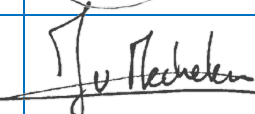

Salmsteke - Schoonhoven



## Colofon

Rapportgegevens	
Rapporttitel	Nota Waterveiligheid
Ondertitel	SAS - Planuitwerkingsfase - Ontwerploop 0
DMS nummer	
Versie	2.0
Datum	23 augustus 2023

Vrijgave:

Verantwoordelijkheid	Functie	Naam	Paraaf
Opsteller	Adviseur	Lisa de Gee (v0.1) Jeroen van Mechelen	
Verificateur	Adviseur	Daniël Kentrop Yoeri Jongerius Stef Engels	
Autorisator	Ontwerpleider dijk Integraal ontwerpleider	Lisa de Gee (v0.1) Jeroen van Mechelen	
Vrijgever	Technisch manager	Reinoud van Oosten	

Documenthistorie:

Versie	Datum	Toelichting
0.1	10 maart 2023	Eerste uitgave
1.0	30 juni 2023	Verwerking review
2.0	23 augustus 2023	Verwerking review

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
Poldermolen 2  
030 634 57 00 **T**  
sterkelekdijk@hdsr.nl **E**  
hdsr.nl/sterkelekdijk **W**

# STERKE LEKDIJK

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Achtergrond	4
1.2	Doel en plaats in het proces	4
1.3	Leeswijzer inclusief documentenstructuur	5
<b>2</b>	<b>Ontwerpkader</b>	<b>6</b>
2.1	Objecten	6
2.2	Omgang met eisen	6
2.3	Raakvlakken	6
2.4	Gehanteerde documenten	6
<b>3</b>	<b>Waterveiligheid</b>	<b>7</b>
3.1	Samenvatting	7
3.2	Macrostabieliteit	10
3.3	Piping	13
3.4	Bekledingen	14
3.5	Langsconstructies	20
3.6	NWO's	21
3.7	Voorlanden	24
3.8	Kunstwerken	27

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Het programma Sterke Lekdijk is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma en betreft het versterken van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven. Deze dijk is in het beheer van Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HDSR), in totaal 55 km lang en kent een veiligheidsopgave. Het programma Sterke Lekdijk is verdeeld in zes deelprojecten, waarvan Salmsteke-Schoonhoven (SAS) er één is. Het deelproject SAS ligt in het zuidwesten van het beheergebied van HDSR aan de noordzijde van de rivier de Lek.

De grenzen van het deelproject lopen van dijkpaal 108+40 (ter hoogte van de Rolafweg Zuid, grenzend aan deelproject Salmsteke) tot dijkpaal 191+01 (ten westen van de N216 in Schoonhoven). Het deeltraject is ca. 8,3 km lang en is onderdeel van normtraject 15-1. De ligging van het deeltraject is weergegeven in figuur 1-1.



figuur 1-1: Ligging deeltraject Schoonhoven - Salmsteke (SAS)

## 1.2 Doel en plaats in het proces

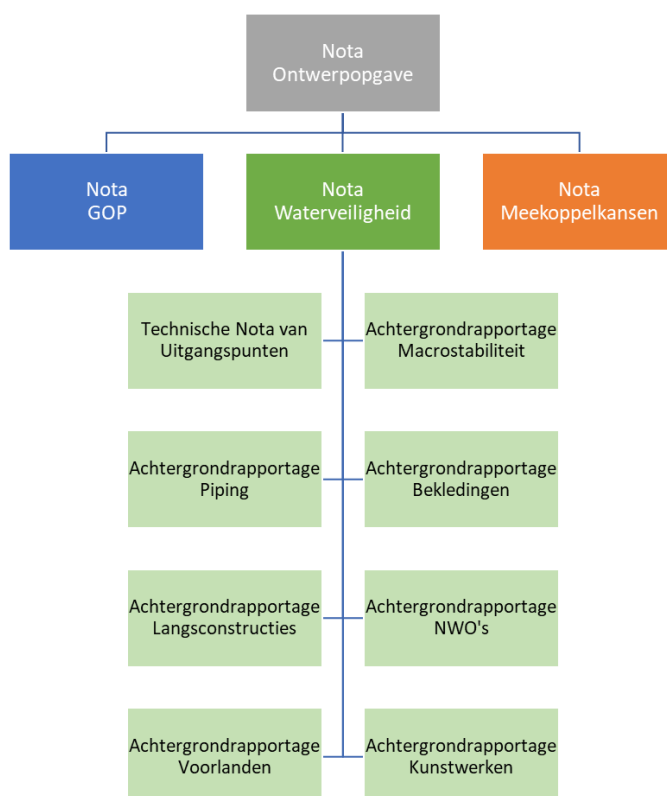
Zoals beschreven in het DMP Ontwerpen [Ref. 4] is de planuitwerkingsfase gestart met Ontwerploop 0. Het doel van deze ontwerploop is om met een zo stabiel mogelijke versterkings-scope de ontwerpfase - ontwerploop 1 en verder - te starten. In deze ontwerploop 0 worden nieuwe inzichten ten opzichte van het VKA, het eindproduct van de verkenningsfase, geïmplementeerd. Zo is de aangescherpte scope inzichtelijk gemaakt. Alle sporen die relevant zijn voor de sterkte van de waterkering zijn beschouwd:

- Piping
- Macrostabieleit
- Bekledingsporen
- Langsconstructies
- Kunstwerken
- Voorlanden
- NWO's

Voorliggend document beschrijft de samenvatting van de resultaten uit ontwerploop 0.

### 1.3 Leeswijzer inclusief documentenstructuur

Naast deze Nota Waterveiligheid bevat het dossier de in onderstaande figuur weergegeven documenten.



figuur 1-2: Documentstructuur planuitwerkingsfase ontwerploop 0

Dit document is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2 geeft een toelichting van het ontwerp kader en in hoofdstuk 3 is ontwerpogave vanuit waterveiligheid voor de planuitwerkingsfase toegelicht.

## 2 Ontwerpkader

### 2.1 Objecten

In ontwerploop 0 is de objectenboom voor SAS opgezet. Vanaf ontwerploop 1 wordt deze objectenboom binnen het project gebruikt.

### 2.2 Omgang met eisen

De eisen die op het project van toepassing zijn worden verwerkt in het eisenbeheerprogramma Relatics. De klanteisenspecificatie (KES) en systeemeispecificatie (SES) voor SAS worden opgesteld en zijn beschikbaar na ontwerploop 0. Derhalve is er geen verificatie en validatie uitgevoerd in ontwerploop 0.

### 2.3 Raakvlakken

De bepaling van de ontwerpogave in ontwerploop 0 is uitgevoerd met de bestaande situatie als uitgangspunt. In ontwerploop 0 zijn geen ontwerponderdelen uitgewerkt. Er zijn derhalve geen raakvlakken.

### 2.4 Gehanteerde documenten

*Producten programma Sterke Lekdijk*

[Ref. 1] Strategische Nota van Uitgangspunten, versie 1.3, HDSR, 22 juni 2022

*Producten Verkenningfase SAS*

[Ref. 2] Veiligheidsopgave 26-03-2021 in GIS-viewer SAS (met onderliggende shapes: 20210326 - Eendoordeel Piping, 20210326 - Eendoordeel GEKB Overloop en overslag, 20210326 - Eendoordeel Stabiliteit binnenwaarts (overslag), 20210326 - Eendoordeel Stabiliteit binnenwaarts (WBN) en 20210326 - Eendoordeel Stabiliteit buitenwaarts), onderdeel van opleverdossier verkenningfase

[Ref. 3] Ontwerpnota voorkeursalternatief Dijkversterking Salmsteke - Schoonhoven, Sweco/Arcadis, 9 september 2021

*Producten Planuitwerkingsfase SAS*

[Ref. 4] DMP Ontwerpen project Salmsteke - Schoonhoven, Projectteam SAS, 22 september 2022

## 3 Waterveiligheid

### 3.1 Samenvatting

Voorgaand aan de planuitwerking is de verkenningsfase doorlopen. Binnen de verkenningsfase is de veiligheidsopgave voor SAS gedefinieerd en een voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld. De technische onderbouwing van het VKA is beschreven in de 'Ontwerpnota voorkeursalternatief' [Ref. 3]. Na de verkenningsfase is de transitiefase doorlopen in de aanloop richting de planuitwerkingsfase. In de transitiefase zijn mogelijke optimalisaties op de vastgestelde scope gepresenteerd in verschillende analyses met verschillende diepgang. De resultaten van de analyses uit de transitiefase zijn nog niet verwerkt in het VKA en de onderliggende versterkingsscope van het VKA.

Startpunt (baseline) voor de planuitwerkingsfase zijn de resultaten en conclusies van de verkenningsfase. De resultaten uit de voorgaande fases zijn als volgt meegenomen in de planuitwerkingsfase:

- De resultaten uit de verkenningsfase zijn gecontroleerd en herbeschouwd als gewijzigde uitgangspunten daar aanleiding toe geven.
- Voor de transitiefase geldt dat de analyses veelal gevoeligheidsanalyses zijn geweest en geen formele status hebben. De analyses zijn herbeschouwd, uitgebreid en geïmplementeerd wanneer dit aansluit met de huidige inzichten.

Aan het begin van de planuitwerkingsfase zijn de technische uitgangspunten voor ontwerploop 0 (OLO) afgestemd middels de Technische Nota van Uitgangspunten SAS. De inhoud is afgestemd met het Technisch Team en het Assetteam Waterkeringen van HDSR. De werkwijze en de inhoudelijke resultaten zijn voor elk spoor vastgelegd in een Achtergrondrapportage.

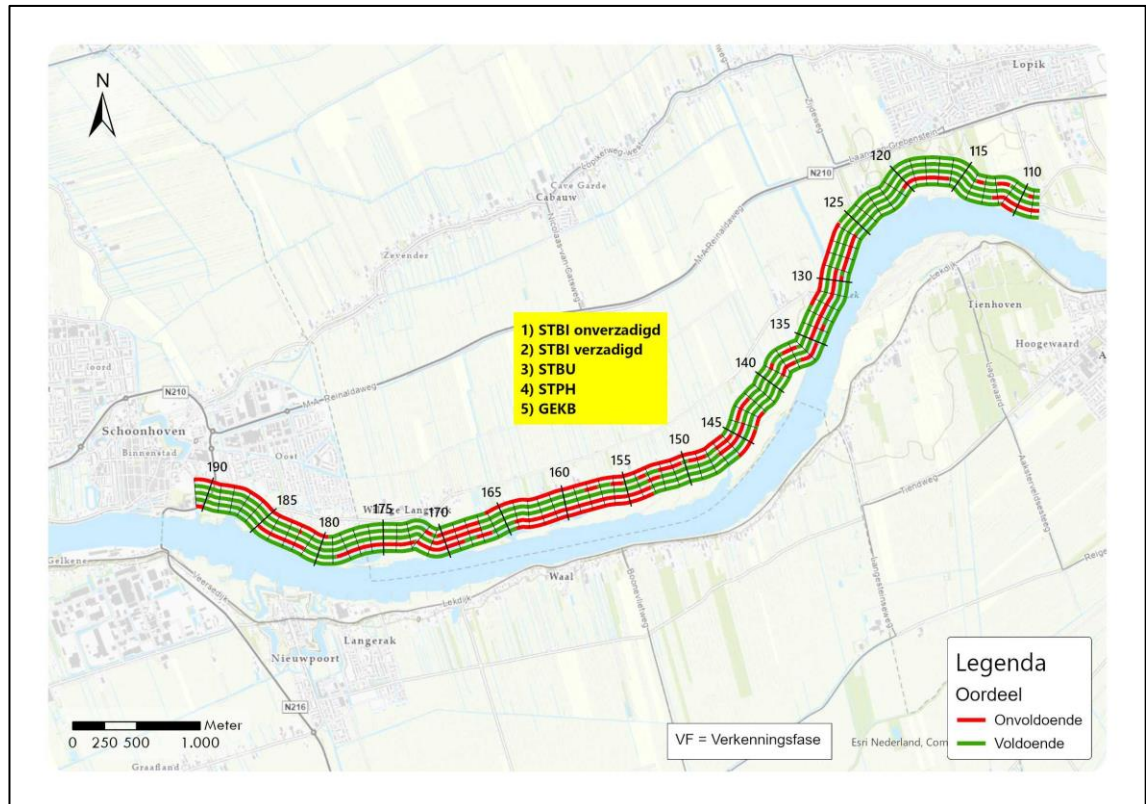
In tabel 3-1 zijn de resultaten van de opgave voor waterveiligheid gepresenteerd. De mechanismen die bijdrage aan de totale opgave vanuit de verkenningsfase (7,2 km) zijn weergegeven in figuur 3-1. De mechanismen die bijdrage aan de totale opgave (ontwerploop 0 met innovaties) vanuit de planuitwerkingsfase (6,4 km) zijn weergegeven in figuur 3-2. In navolgende paragrafen zijn de resultaten per spoor nader toegelicht.

*tabel 3-1: Samenvatting opgave waterveiligheid*

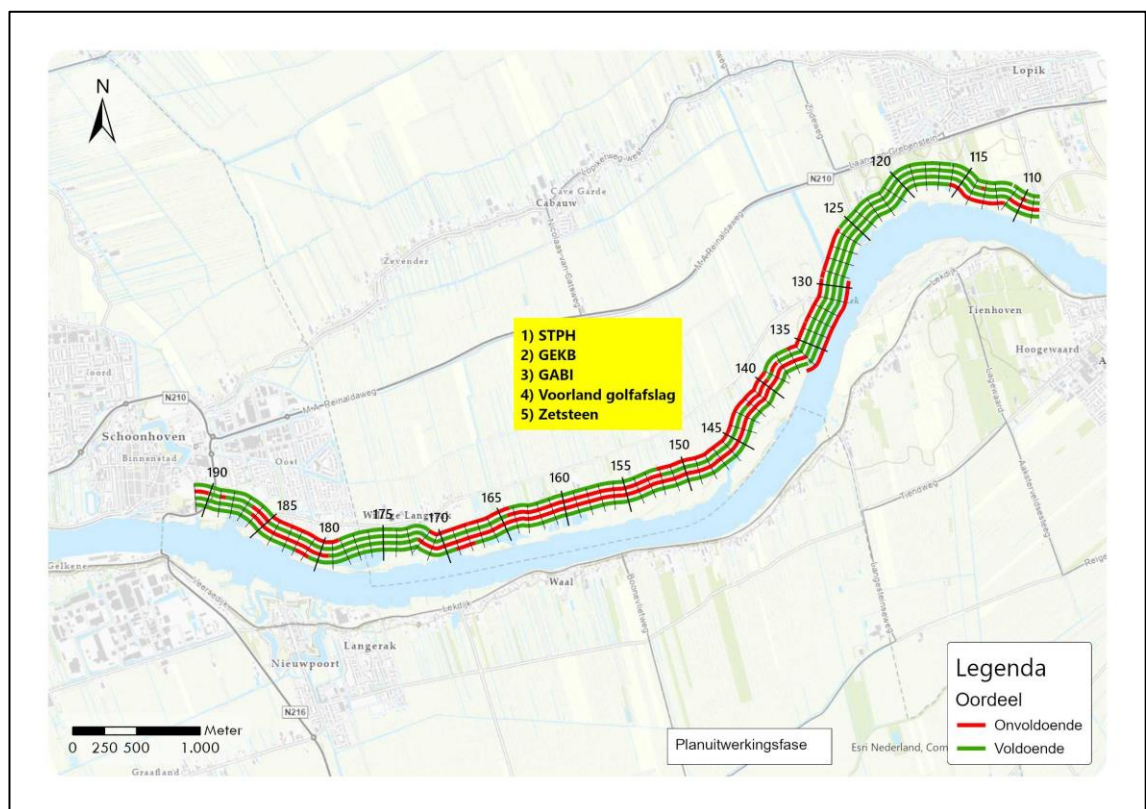
Faalmechanisme	Afkorting	VF	Reg.	Inno. STBI	Inno. STPH	OLO	Eenheid
Macrostabieleit binnenwaarts onverzadigd	STBI-onv	3,8	1,2	0,0	-	0,0	km
Macrostabieleit binnenwaarts verzadigd	STBI-verz	1,8	0,0	-	-	0,0	km
Macrostabieleit buitenwaarts	STBU	1,4	0,3	0,0	-	0,0	km
Piping	STPH	4,2	7,1	-	3,9	3,9	km
Graserosie buitentalud	GEBU	0,0	0,0	-	-	0,0	km
Gras afschuiven buitentalud	GABU	0,0	0,0	-	-	0,0	km
Graserosie kruin en binnentalud	GEKB	1,7	2,0	-	-	2,0	km
Gras afschuiven binnentalud	GABI	0,0	4,6	-	-	4,6	km
Microstabieleit	STMI	0,0	0,0	-	-	0,0	km
Stabieleit steenzettingen	ZST	0,0	0,7	-	-	0,7	km
Langsconstructies	STKW-I	0 / 0	1 / 50	0 / 0	-	0 / 0	# / m
Voorland golfafslag	VLGA	0,0	0,8	-	-	0,8	km
Voorland afschuiven	VLAF	0,0	0,0	-	-	0,0	km
Voorland zettingsvloeiing	VLZV	0,0	0,0	-	-	0,0	km
Kunstwerken	STKW-p	0	0	-	-	0	#
Totaal		7,2	7,6	-	-	6,4	km

*Toelichting tabel:*

VF	resultaten verkenningsfase
Reg.	Regulier, meest recente inzichten, aanscherping vanuit VF, grondonderzoek
Inno. STBI	ontwikkeling van de sterkteparameters (STBI-1, STBI-2)
Inno. STPH	toepassen van D-Geo Flow analyses (STPH-2,3-9)
OLO	eindresultaten ontwerploop 0



figuur 3-1: Resultaat verkenningfase (faalmechanismen met opgave)



figuur 3-2: Resultaat planuitwerkingsfase (faalmechanismen met opgave)

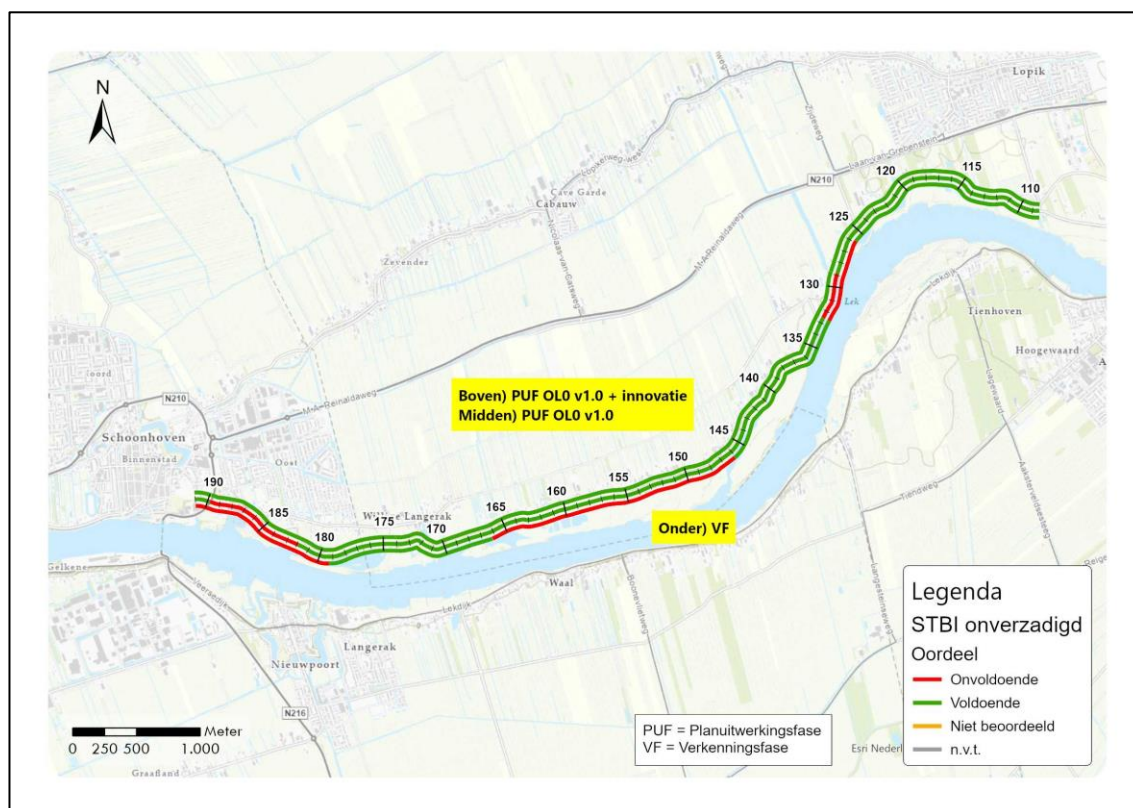
## 3.2 Macrostabiliteit

### 3.2.1 Macrostabiliteit binnenwaarts onverzadigd

De beschouwing van het spoor Macrostabiliteit binnenwaarts onverzadigd (STBI-onv) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Macrostabiliteit. In tabel 3-2 en figuur 3-3 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-2: Resultaten Macrostabiliteit binnenwaarts onverzadigd*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Innovatie	0,0
Middelste	Ontwerploop 0	1,2
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	3,8



*figuur 3-3: Resultaat Macrostabiliteit binnenwaarts onverzadigd*

Het verschil volgt op hoofdlijnen uit de volgende wijzingen in uitgangspunten ten opzichte van de verkenningfase:

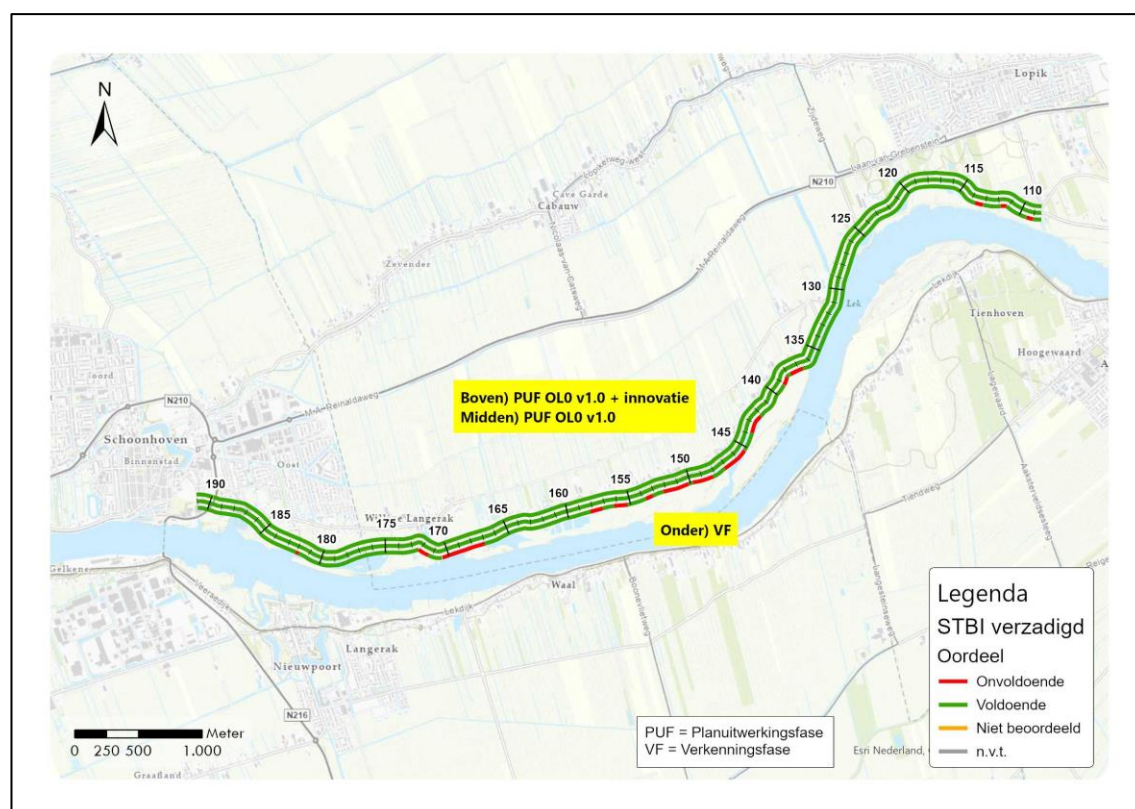
- toepassing van nieuwe kennisinzichten m.b.t. sterkte onverzadigde zone (minimale schuifsterkte conform Strategische Nota van Uitgangspunten [Ref. 1] (positief effect);
- gedetailleerder inzicht in de bodemopbouw o.b.v. aanvullend grondonderzoek (heeft zowel positief als negatief effect);
- aanscherping van de schematiseringsfactor (positief effect);
- aanscherping van de uitgangspunten op basis van de ontwikkeling van de rekenmethodiek sterkteparameters (positief effect).

### 3.2.2 Macrostabiliteit binnenwaarts verzadigd

De beschouwing van het spoor Macrostabiliteit binnenwaarts verzadigd (STBI-verz) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Macrostabiliteit. In tabel 3-3 en figuur 3-4 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-3: Resultaten Macrostabiliteit binnenwaarts verzadigd*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Innovatie	0,0
Middelste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	1,8



*figuur 3-4: Resultaat Macrostabiliteit binnenwaarts verzadigd*

Het verschil volgt op hoofdlijnen uit de volgende wijzingen in uitgangspunten ten opzichte van de verkenningfase:

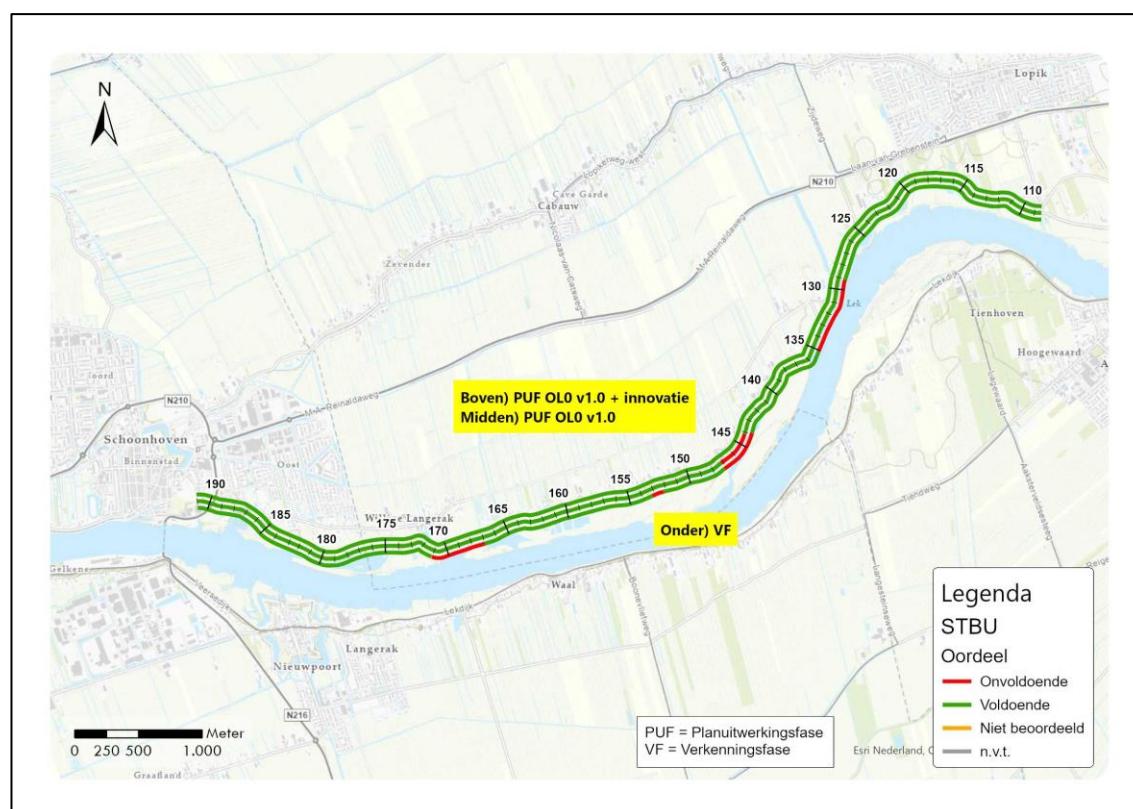
- toepassing van nieuwe kennisinzichten m.b.t. sterkte onverzadigde zone (minimale schuifsterkte conform Strategische Nota van Uitgangspunten [Ref. 1] (positief effect);
- gedetailleerder inzicht in de bodemopbouw o.b.v. aanvullend grondonderzoek (heeft zowel positief als negatief effect);
- aanscherping van de schematiseringsfactor (positief effect).

### 3.2.3 Macrostabiteit buitenwaarts

De beschouwing van het spoor Macrostabiteit buitenwaarts (STBU) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Macrostabiteit. In tabel 3-4 en figuur 3-5 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-4: Resultaten Macrostabiteit buitenwaarts*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Innovatie	0,0
Middelste	Ontwerploop 0	0,3
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	1,4



*figuur 3-5: Resultaten Macrostabiteit buitenwaarts*

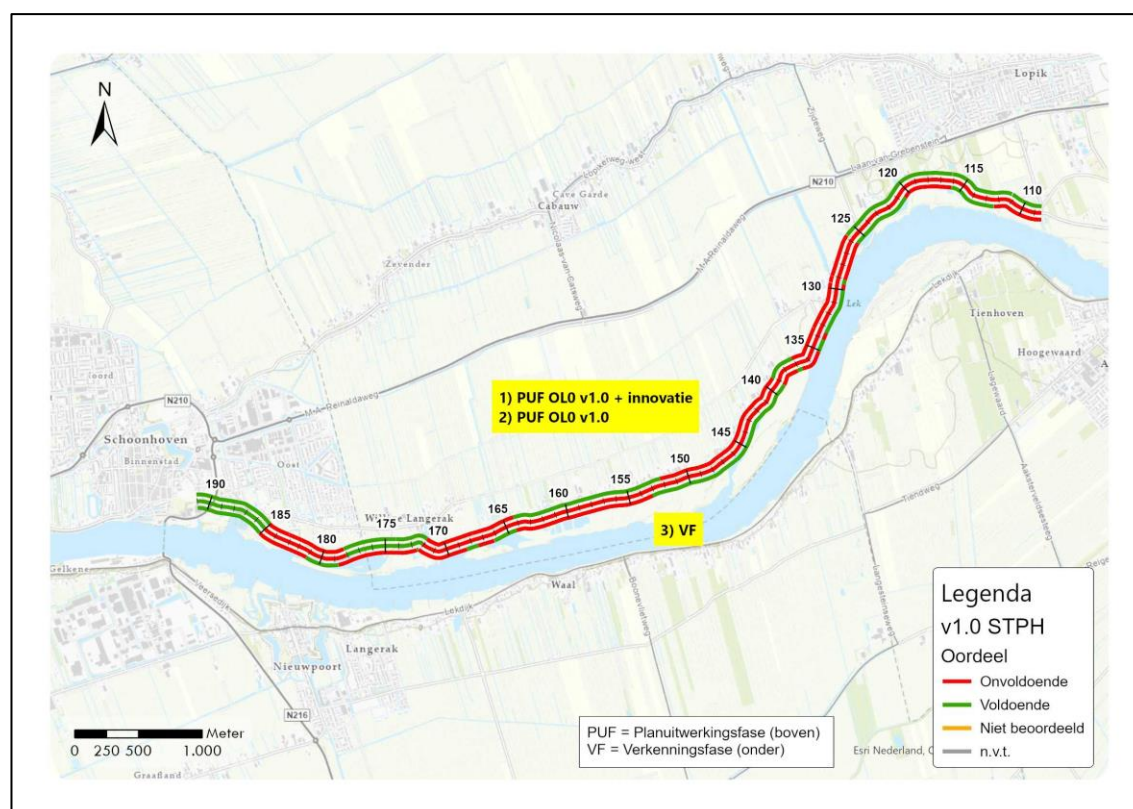
De afname van de scope volgt uit het toepassen van de faalpadanalyse, waarvoor al een eerste versie beschikbaar was vanuit de transitiefase. Na het toepassen van deze faalpadanalyse resteert nog opgave over een strekking van 0,3 km. Voor deze resterende strekking heeft aanscherping van de uitgangspunten op basis van de ontwikkeling van de rekenmethodiek sterkteparameters geleid tot een voldoende oordeel.

### 3.3 Piping

De beschouwing van het spoor Piping (STPH) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Piping. In tabel 3-5 en figuur 3-6 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-5: Resultaten Piping*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Innovatie	3,9
Middelste	Ontwerploop 0	7,1
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	4,2



*figuur 3-6: Resultaten Piping*

De scope voor STPH bedroeg vanuit de verkenningfase 4,2 km [Ref. 2]. Uit de resultaten uit ontwerploop 0 volgt voor STPH 7,1 km scope. Voor een groot deel van het traject geldt dat de resultaten van ontwerploop 0 en de verkenningfase met elkaar overeenkomen. Echter, voor een aantal strekkingen is dat niet het geval. Het verschil volgt op hoofdlijnen uit:

- Gedetailleerder inzicht in de bodemopbouw o.b.v. aanvullend grondonderzoek;
- Toepassing van VIKTOR pipingtool geeft een gedetailleerder inzicht in de scope;
- Optimalisatie van intredelijns voor tussenzandlaag;
- Tussenzandlaag lokaal apart beschouwd t.o.v. watervoerend pakket;
- Omgang van de voorland weerstand (innovatie, rekenmethodiek D-Geo Flow).

Door toepassen van D-Geo Flow (innovatie rekenmethode) reduceert de scope tot 3,9 km. Voor de resterende scope van 3,9 km is de beslisboom piping nog toe te passen. Vermoedelijk kan op basis van de beslisboom piping de lengte waarover er daadwerkelijk maatregelen worden genomen nog halveren. Deze ontwerpafweging wordt in het VO nader uitgewerkt.

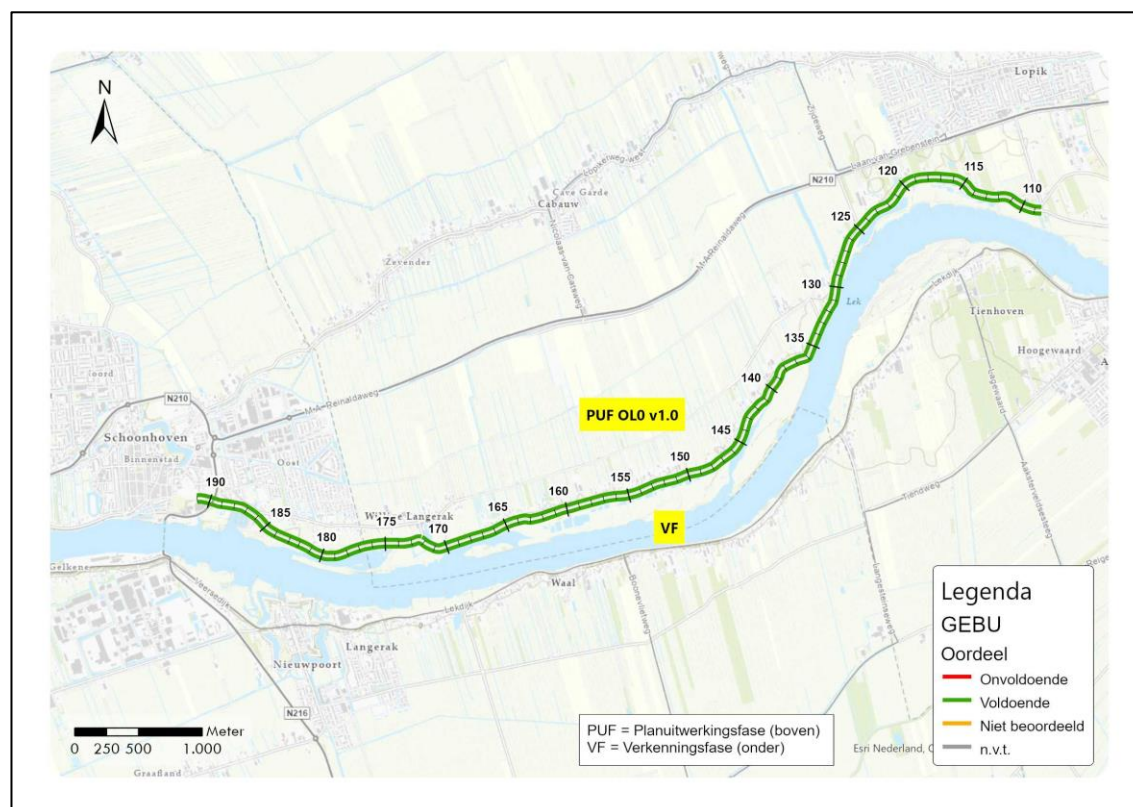
## 3.4 Bekledingen

### 3.4.1 Graserosie buitentalud

De beschouwing van het spoor graserosie buitentalud (GEBU) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-6 en figuur 3-7 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-6: Resultaten graserosie buitentalud*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



*figuur 3-7: Resultaten graserosie buitentalud*

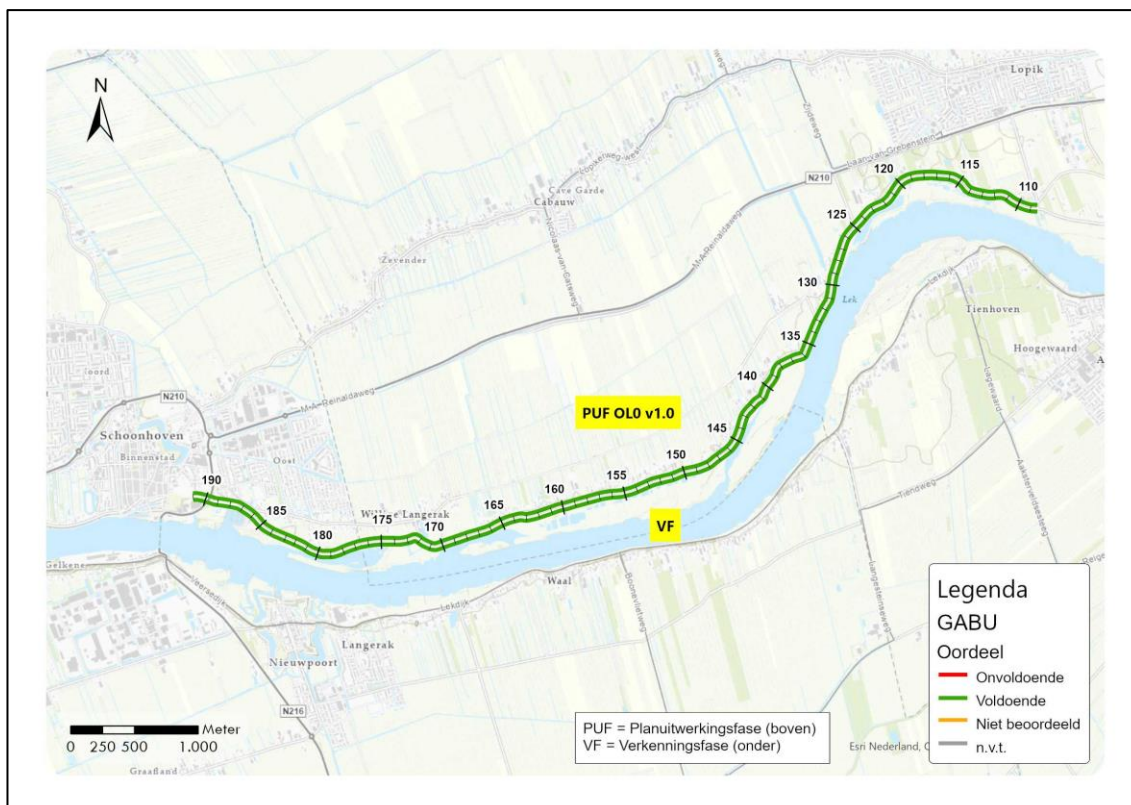
De scope voor GEBU bedroeg vanuit de verkenningfase 0,0 km [Ref. 3]. In de verkenningfase is op basis van bestekstekeningen geconcludeerd dat de klei op het buitentalud voldoende erosiebestendig is. Dit is in ontwerploop 0 op basis van aanvullende grondonderzoek geverifieerd met erosiebestendigheidsprouven. Daarmee zijn met behulp van de reststerktemethode analyses uitgevoerd en is geconcludeerd dat GEBU voldoet over de gehele lengte van het traject.

### 3.4.2 Gras afschuiven buitentalud

De beschouwing van het spoor gras afschuiven buitentalud (GABU) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-7 en figuur 3-8 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-7: Resultaten gras afschuiven buitentalud*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



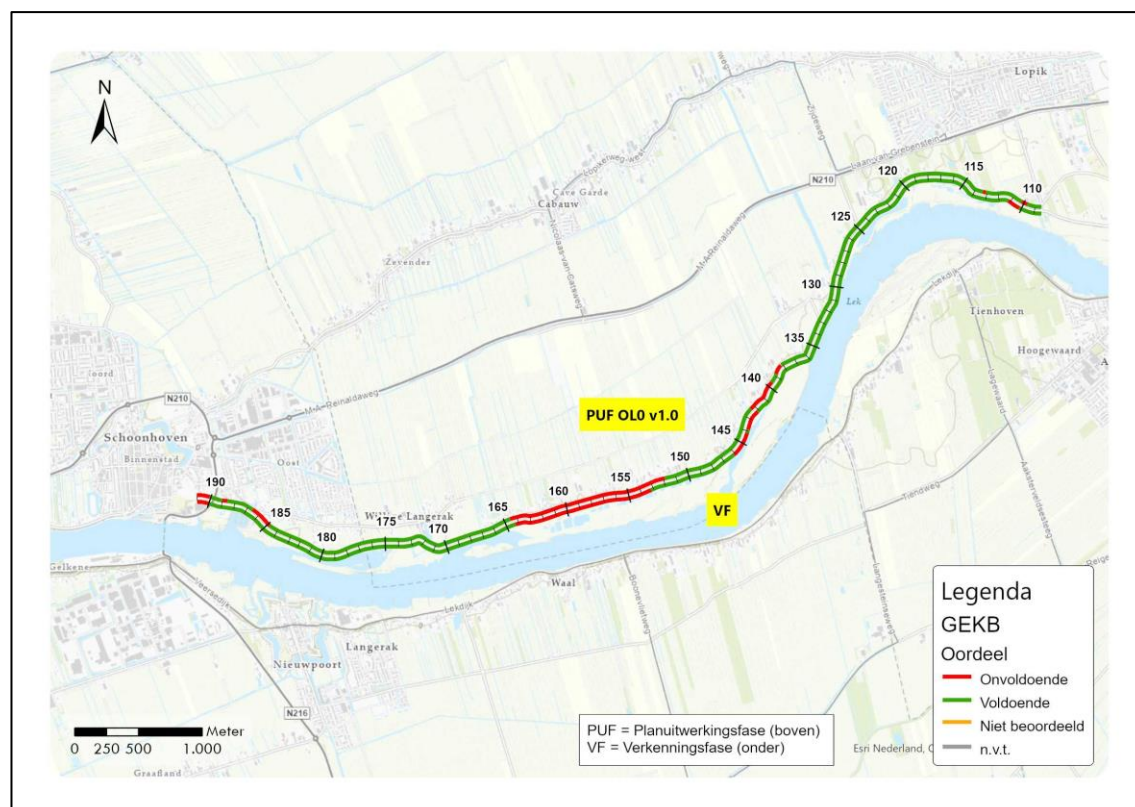
*figuur 3-8: Resultaten gras afschuiven buitentalud*

### 3.4.3 Graserosie kruin en binnentalud

De beschouwing van het spoor graserosie kruin en binnentalud (GEKB) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-8 en figuur 3-9 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-8: Resultaten graserosie kruin en binnentalud*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	2,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	1,7



*figuur 3-9: Resultaten graserosie kruin en binnentalud*

De scope voor GEKB bedroeg vanuit de verkenningfase 1,7 km [Ref. 2]. Uit de resultaten van ontwerploop 0 volgt voor GEKB 2,0 km scope. Voor een groot deel van het traject geldt dat de resultaten met elkaar overeenkomen. Echter, voor een aantal strekkingen is dat niet het geval. Het verschil werkt beide kanten op: sommige strekkingen kenden vanuit de verkenningfase geen opgave, maar vanuit ontwerploop 0 wel en ook andersom. Het verschil volgt op hoofdlijnen uit de volgende wijzigingen in uitgangspunten ten opzichte van de verkenningfase:

- Nieuwe vigerende database voor hydraulische randvoorwaarden;
- Nieuwe vigerende versie van de softwarepakketten (Riskeer/Hydra-NL);
- Nieuwe informatie over de aanwezige hoogte (nieuwe DTM);
- Hanteren van zichtjaar 2080 in plaats van 2073;
- Detaillering van rekenlocaties binnen een vak.

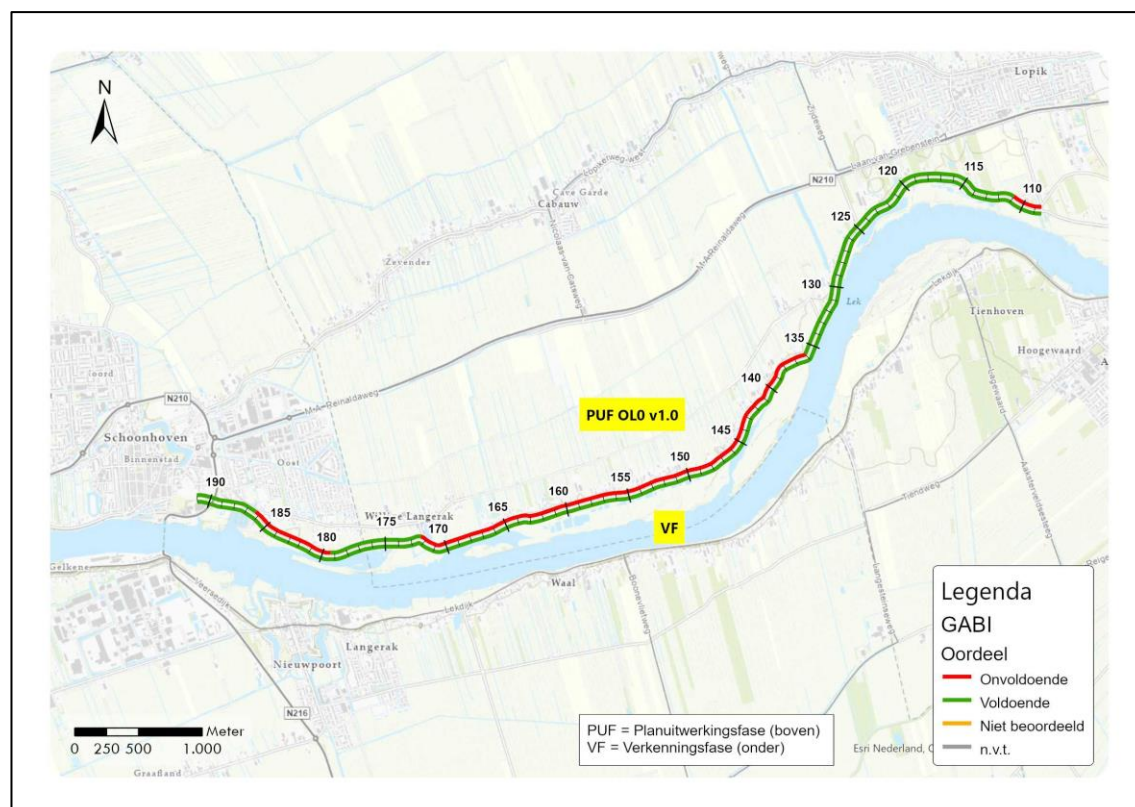
Bovenstaande wijzigingen werken zowel negatief als positief door op de opgave. Het effect is afhankelijk van de locatie.

### 3.4.4 Gras afschuiven binnentalud

De beschouwing van het spoor gras afschuiven binnentalud (GABI) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-9 en figuur 3-10 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-9: Resultaten gras afschuiven binnentalud*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	4,6
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



*figuur 3-10: Resultaten gras afschuiven binnentalud*

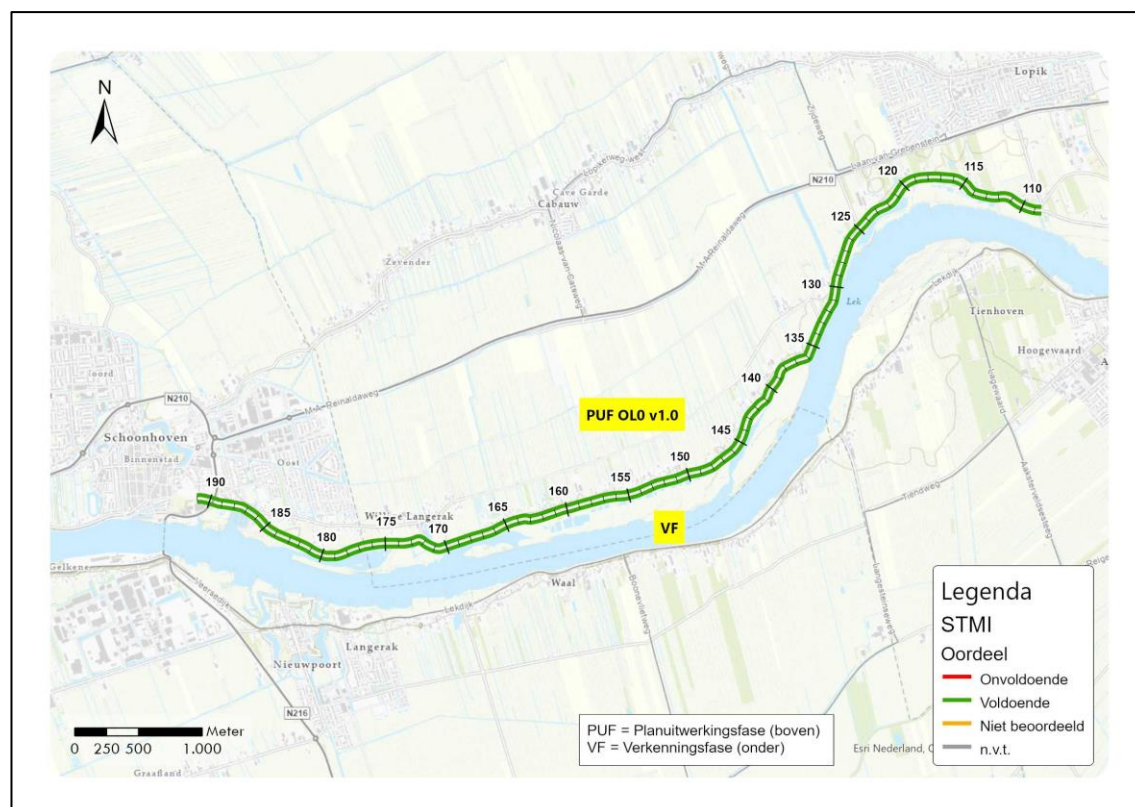
De scope voor GABI bedroeg vanuit de verkenningfase 0,0 km [Ref. 2]. Uit de resultaten van ontwerploop 0 volgt voor GABI 4,6 km scope. In de verkenningfase is op basis van te optimistische uitgangspunten (zoals ook expliciet is opgemerkt in Ontwerpnota Voorkeursalternatief [Ref. 3]) op basis van de eenvoudige en gedetailleerde toets geconcludeerd dat de klei op het binnentalud voldoende veilig is. Aanvullende onderzoek is uitgevoerd en nadere analyses (faalpadanalyses) zijn uitgevoerd om tot een stabiele scope te komen. In een vervolgfase wordt afgewogen of de maatregelen voor GABI kunnen worden meegekoppeld met maatregelen voor andere faalmechanismen of dat opgave wordt uitgesteld.

### 3.4.5 Microstabiliteit

De beschouwing van het spoor microstabiliteit (STMI) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-10 en figuur 3-11 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-10: Resultaten microstabiliteit*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



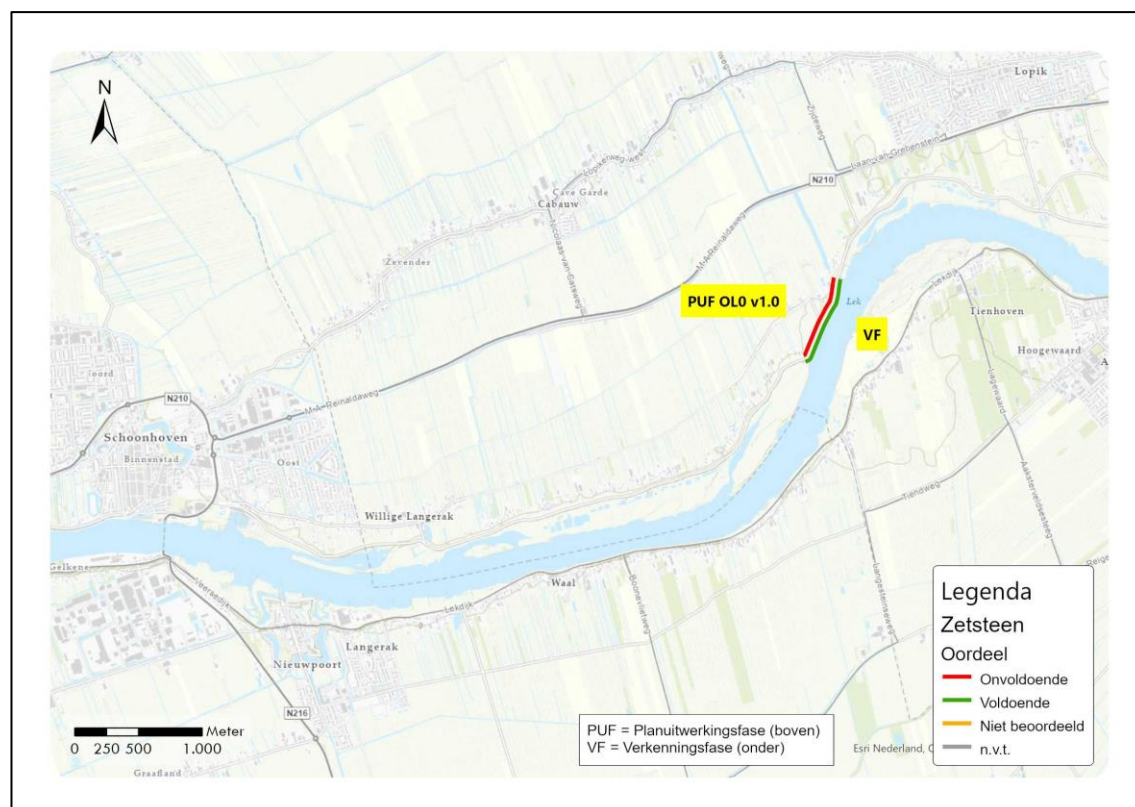
*figuur 3-11: Resultaten microstabiliteit*

### 3.4.6 Stabiliteit steenzettingen

De beschouwing van het spoor stabiliteit steenzettingen (ZST) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Bekledingen. In tabel 3-11 en figuur 3-12 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-11: Resultaten stabiliteit steenzettingen*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,7
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



*figuur 3-12: Resultaten stabiliteit steenzettingen*

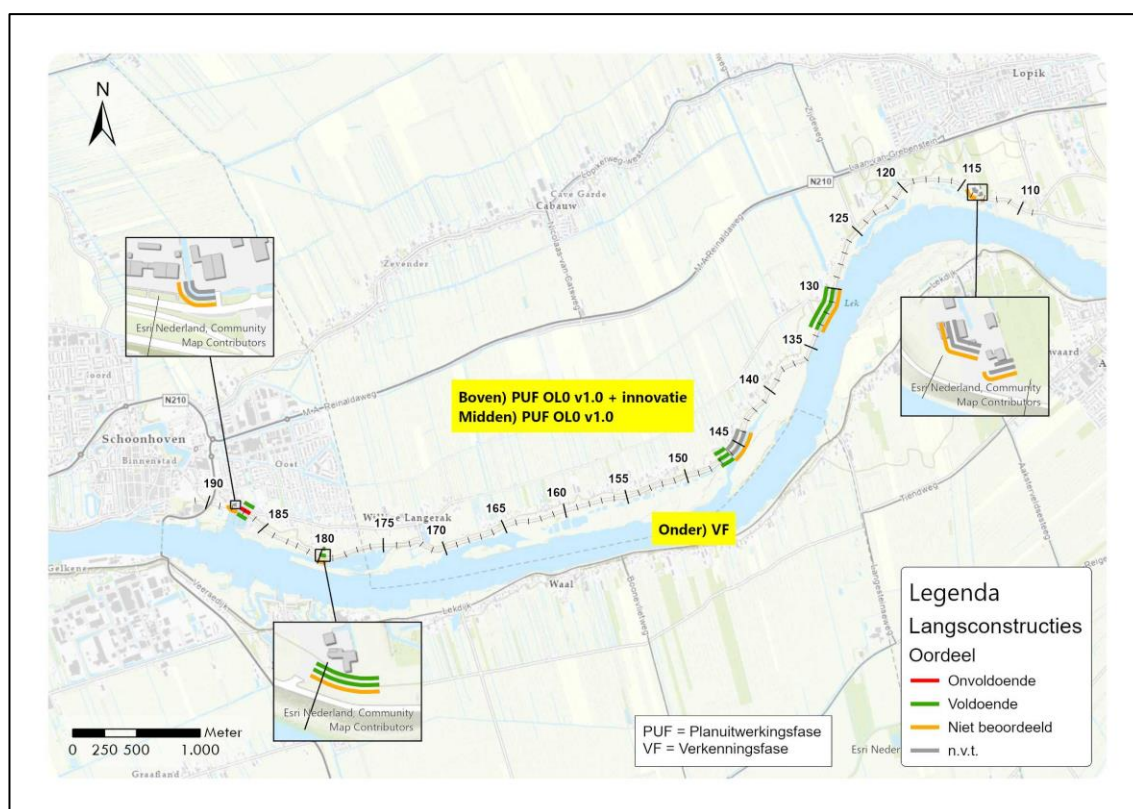
Gezien de staat (erosieplekken, gaten/kieren en hoogteverschillen) van de bekledingen (toplaag) is de bekleding afgekeurd, dit betreft 0,7 km. Aanvullend onderzoek loopt nog ten tijde van schrijven van voorliggend document. Het aanvullende onderzoek geeft inzicht in het type en omvang van de verbetermaatregelen.

### 3.5 Langsconstructies

De beschouwing van het spoor Langsconstructies (STKW-I) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Langsconstructie. In tabel 3-12 en figuur 3-13 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-12: Resultaten langsconstructies*

Lijn	Toelichting	Aantal / aantal m opgave
Bovenste	Innovatie	0 / 0
Middelste	Ontwerploop 0	1 / 50
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0 / 0



*figuur 3-13: Resultaten langsconstructies*

In ontwerploop 0 zijn de aanwezige langsconstructies beschouwd. Op basis van de uitgevoerde analyses met behulp van aanvullend grondonderzoek is geconcludeerd dat één constructie niet voldoet. Deze constructie voldoet wel na het toepassen van de innovatie van de ontwikkeling van de rekenmethodiek sterkteparameters. Daarmee voldoen alle langsconstructies.

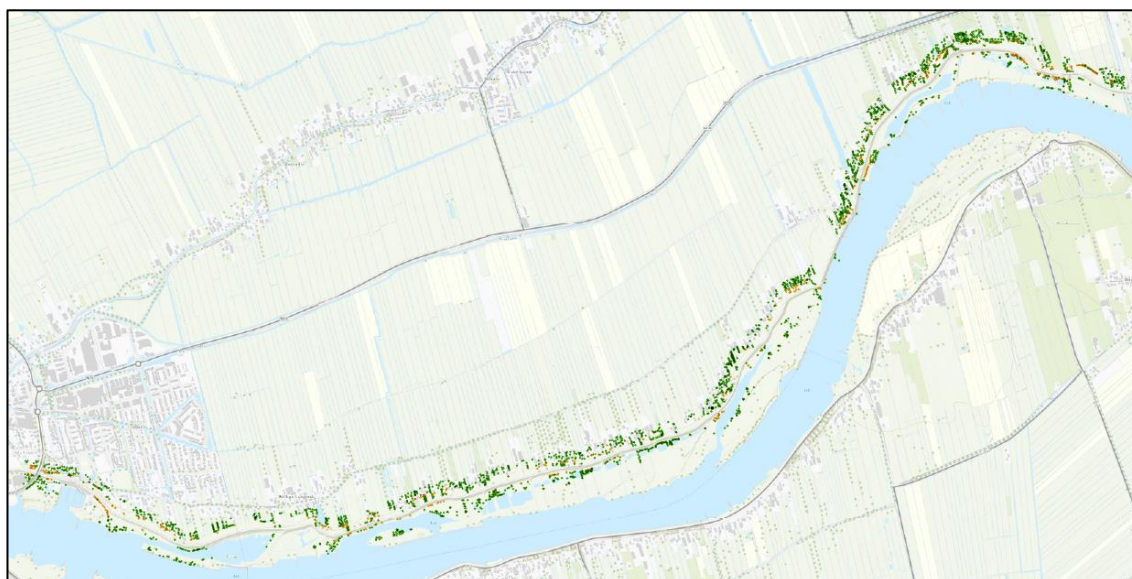
## 3.6 NWO's

### 3.6.1 Begroeiing

De beschouwing van het spoor niet-waterkerende objecten - bomen (NWObo) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport NWO's. In tabel 3-13 en figuur 3-14 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-13: Resultaten NWO's bomen*

Lijn	Aantal
Totaal	2744
Voldoende	2314
Verder beoordelen	430



*figuur 3-14: Resultaten NWO's bomen*

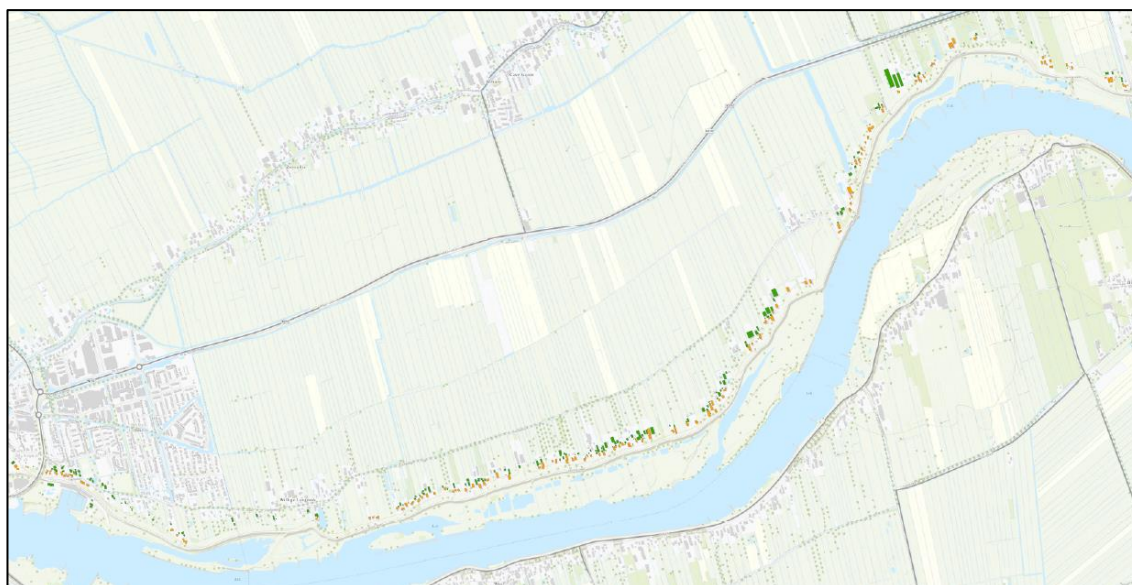
In de bijlage van de Achtergrondrapportage NWO's is bovenstaande kaart in meer detail opgenomen. In ontwerploop 0 is een grotere invloedzone gedefinieerd dan in de verkenningsfase. Dat leidt tot een grotere aantallen beschouwde NWO's. Op basis van de eenvoudige toets zijn een groot deel van de NWO's als voldoende beoordeeld. De overige NWO's moeten verder worden beoordeeld. Daarbij wordt in de volgende fase de invloed op de directe faalmechanisme en de ontwerpmaatregelen voor andere mechanismen beschouwd.

### 3.6.2 Bebouwing

De beschouwing van het spoor niet-waterkerende objecten - bebouwing (NWObe) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport NWO's. In tabel 3-12 en figuur 3-15 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-14: Resultaten NWO's bebouwing*

Lijn	Aantal
Totaal	378
Voldoende	212
Verder beoordelen	166



*figuur 3-15: Resultaten NWO's bebouwing*

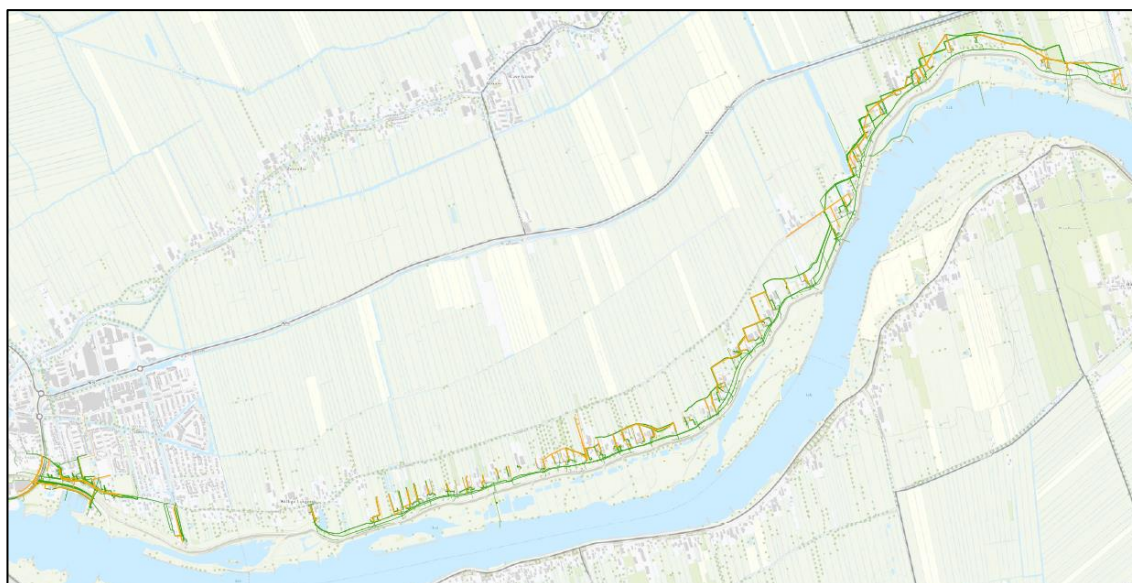
In de bijlage van de Achtergrondrapportage NWO's is bovenstaande kaart in meer detail opgenomen. In ontwerploop 0 is een grotere invloedzone gedefinieerd dan in de verkenningsfase. Dat leidt tot een grotere aantallen beschouwde NWO's. Op basis van de eenvoudige toets zijn een groot deel van de NWO's als voldoende beoordeeld. De overige NWO's moeten verder worden beoordeeld. Daarbij wordt in de volgende fase de invloed op de directe faalmechanisme en de ontwerpmaatregelen voor andere mechanismen beschouwd.

### 3.6.3 Kabels en leidingen

De beschouwing van het spoor niet-waterkerende objecten - kabels en leidingen (NWOKI) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport NWO's. In tabel 3-15 en figuur 3-16 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-15: Resultaten NWO's kabels en leidingen*

Lijn	Aantal
Totaal	1686
Voldoende	1368
Verder beoordelen	318



*figuur 3-16: Resultaten NWO's kabels en leidingen*

In de bijlage van de Achtergrondrapportage NWO's is bovenstaande kaart in meer detail opgenomen. In ontwerploop 0 is een grotere invloedzone gedefinieerd dan in de verkenningsfase. Dat leidt tot een grotere aantallen beschouwde NWO's. Op basis van de eenvoudige toets zijn een groot deel van de NWO's als voldoende beoordeeld. De overige NWO's moeten verder worden beoordeeld. Daarbij wordt in de volgende fase de invloed op de directe faalmechanisme en de ontwerpmaatregelen voor andere mechanismen beschouwd.

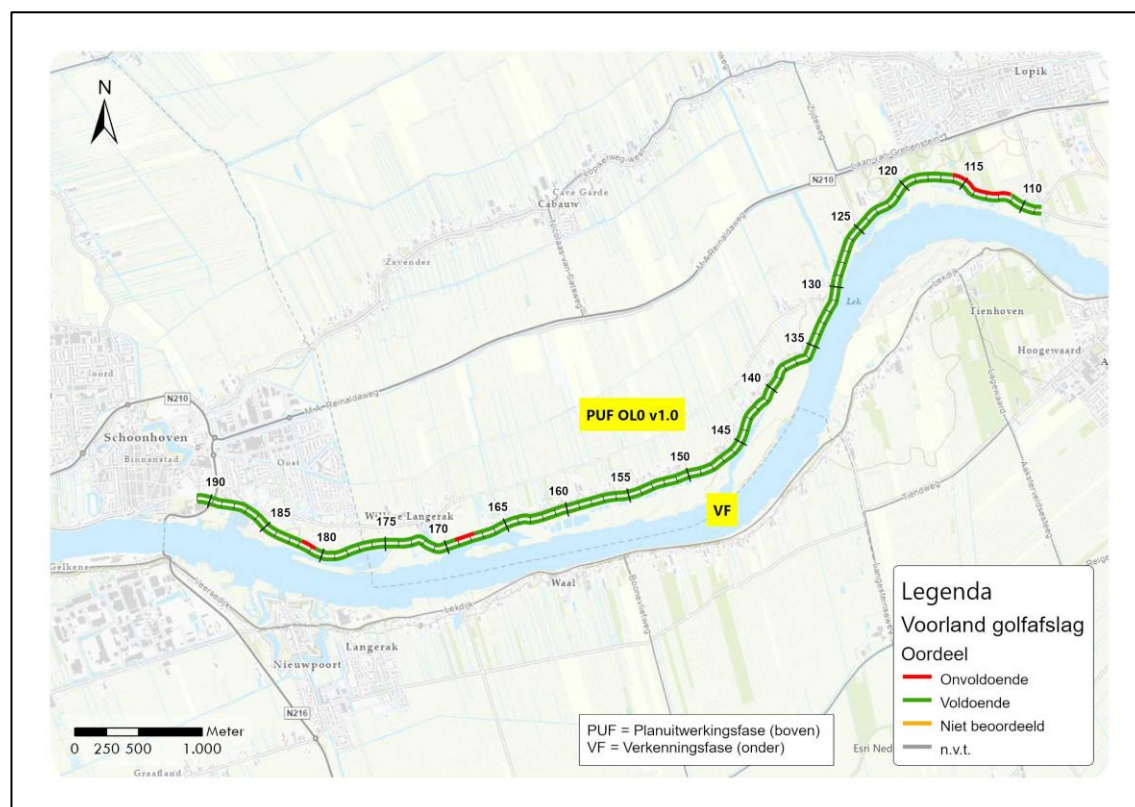
## 3.7 Voorlanden

### 3.7.1 Voorland golfafslag

De beschouwing van het spoor voorland golfafslag (VLGA) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Voorlanden. In tabel 3-16 en figuur 3-17 zijn de resultaten weergegeven.

tabel 3-16: Resultaten voorland golfafslag

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,8
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



figuur 3-17: Resultaten voorland golfafslag

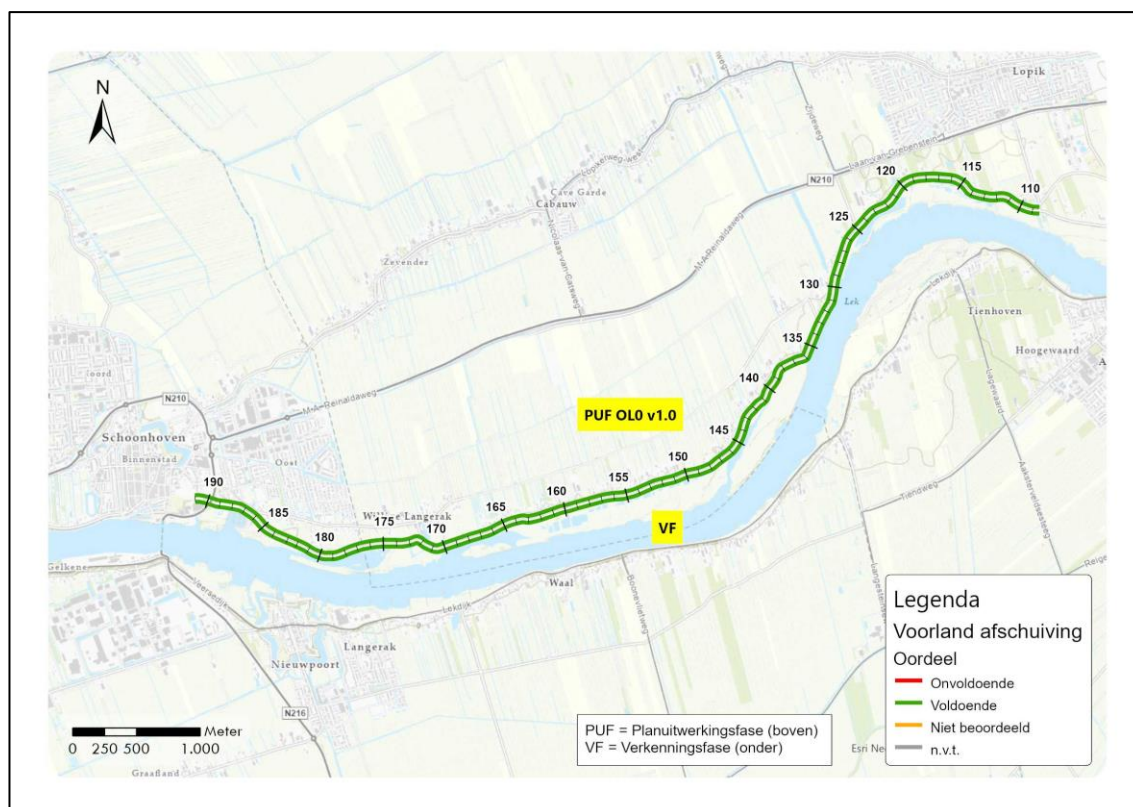
De scope voor VLGA bedroeg vanuit de verkenningfase 0,0 km [Ref. 3]. Uit de resultaten uit ontwerploop 0 volgt voor VLGA 0,8 km scope. Ten opzichte van de verkenningfase zijn naast de riviergeul ook de nevengeulen beoordeeld op golfafslag. Er is gekeken naar de impact van golfafslag op de faalmechanismen macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) en piping (STPH). Uit het verdisconteren van golfafslag bij STBU en STPH volgt dat op drie strekkingen er invloed is op STPH. Uit de Achtergrondrapportage Piping volgt dat twee strekkingen zonder afslag als onvoldoende zijn beoordeeld. Afslag heeft dus effect op beoordeling maar het oordeel wordt niet beïnvloed (was zonder afslag al onvoldoende). Voor één strekking resulteert het verdisconteren van golfafslag in een onvoldoende voor STPH. Bij nadere uitwerking van de maatregel voor STPH dient rekening te worden gehouden met de gevolge van afslag in het voorland.

### 3.7.2 Voorland afschuiven

De beschouwing van het spoor voorland afschuiven (VLAf) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Voorlanden. In tabel 3-17 en figuur 3-18 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-17: Resultaten voorland afschuiven*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



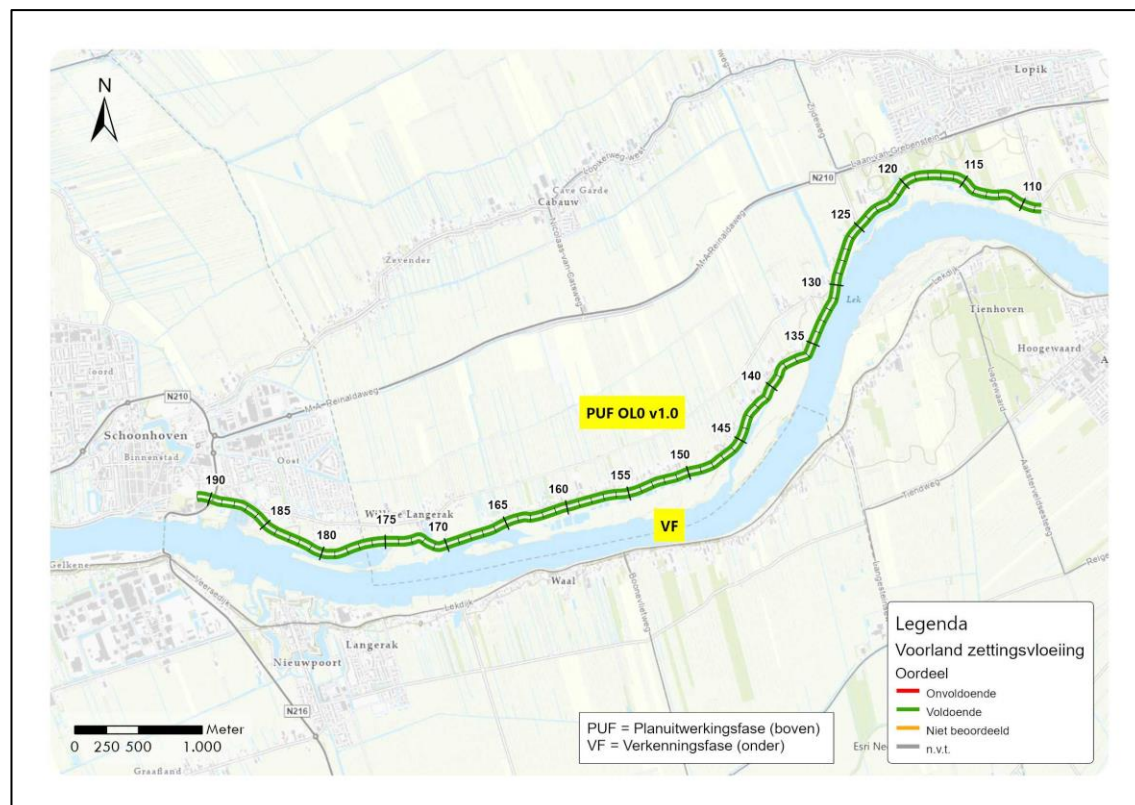
*figuur 3-18: Resultaten voorland afschuiven*

### 3.7.3 Voorland zettingsvloeiing

De beschouwing van het spoor voorland zettingsvloeiing (VLZV) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Voorlanden. In tabel 3-18 en figuur 3-19 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-18: Resultaten voorland zettingsvloeiing*

Lijn	Toelichting	Aantal km opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0,0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0,0



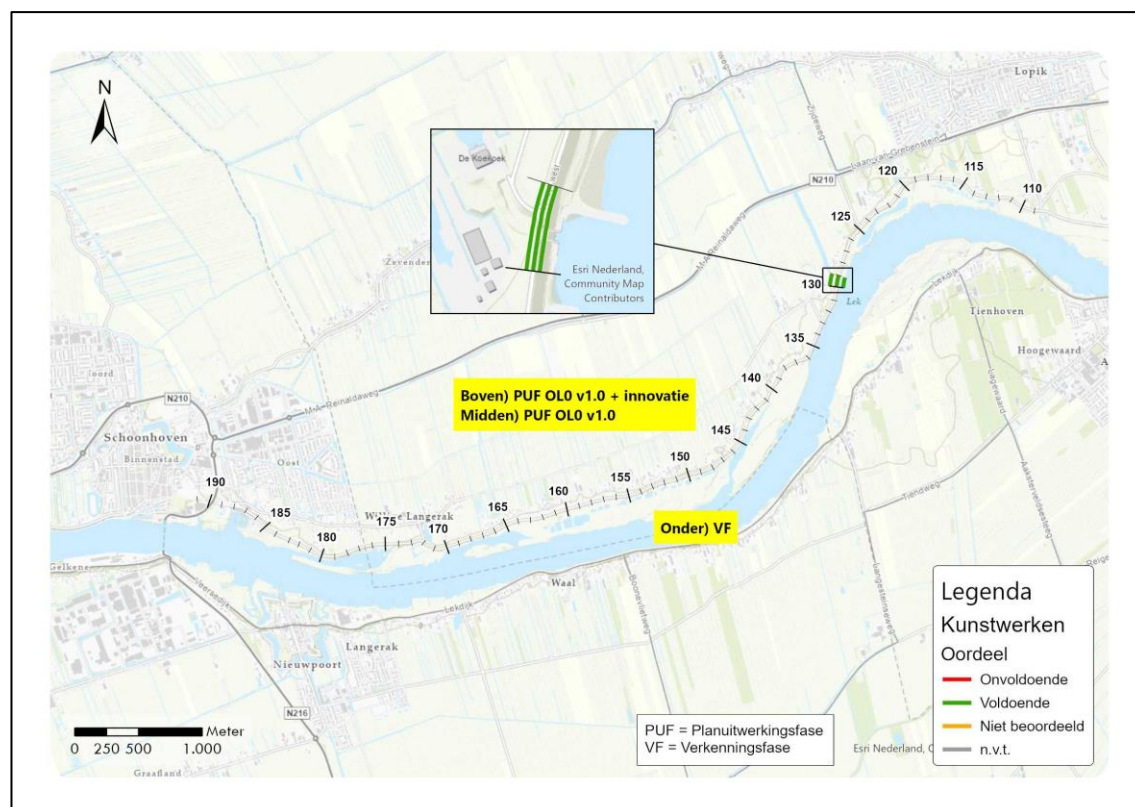
*figuur 3-19: Resultaten voorland zettingsvloeiing*

### 3.8 Kunstwerken

De beschouwing van het spoor Kunstwerken (STKW-p) binnen ontwerploop 0 van de planuitwerkingsfase en de resultaten daarvan zijn vastgelegd in het Achtergrondrapport Kunstwerken. In tabel 3-19 en figuur 3-20 zijn de resultaten weergegeven.

*tabel 3-19: Resultaten kunstwerken*

Lijn	Toelichting	Aantal opgave
Bovenste	Ontwerploop 0	0
Onderste	Verkenningfase [Ref. 2]	0



*figuur 3-20: Resultaten kunstwerken*

Binnen het traject is één kunstwerk aanwezig: Gemaal de Koekoek. Dit gemaal is in de verkenningfase op alle sporen goedgekeurd. Echter, binnen het spoor Betrouwbaarheid sluiten (BSKW) is het meest risicovolle scenario (inlaten via de koker met getrokken terugslagklep) niet beschouwd. Op basis van aanvullende informatie en analyses voldoet dit scenario aan de faalkanseis en volgt het oordeel 'voldoende'. Het oordeel is voorwaardelijk voldoende, mits de inlaten en de alarmering vast wordt gelegd in het sluitprotocol. Dit omdat bij de aanleg van het gemaal, het inlaten van water incidenteel voorkwam, maar sinds de ingebruikname van KWA (klimaatbestendige wateraanvoorziening) wordt er vaker ingelaten. Ook is het advies de huidige, al aanwezige functies, voor automatisch sluiten toe te passen. Hierdoor wordt de faalkans vele malen kleiner.