



380 kV-Netuitbreiding Noord-Holland Noord

Deelproduct combinaties

TenneT TSO B.V.

3 oktober 2025

Project 380 kV-Netuitbreiding Noord-Holland Noord
Opdrachtgever TenneT TSO B.V.

Document Deelproduct combinaties
Status Concept
Datum 3 oktober 2025
Referentie 142997/25-014.423

Projectcode 142997
Meridian kenmerk TenneT 003.017.20 1597229

Paraaf Dit document is geautoriseerd en intern aantoonbaar vrijgegeven conform het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos.
Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

Adres E-MERGE
Hoogoorddreef 15
Postbus 12205
1100 AE Amsterdam
+31 (0)20 312 55 55
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

Niets uit dit document mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Geen aansprakelijkheid wordt aanvaard voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
2	DOELSTELLING	8
3	PROBLEEMSTELLING	9
4	UITGANGSPUNTEN	10
5	ANALYSE KNELPUNTEN	12
5.1	Tracé donkerblauw	13
5.1.1	Deeltracé zuid 1 (Z1)	14
5.1.2	Deeltracé zuid 2 (Z2)	16
5.1.3	Deeltracé midden (M)	19
5.1.4	Deeltracé noord (N)	23
5.1.5	Deeltracé noord noord (NN)	24
5.2	Tracé groen	24
5.2.1	Deeltracé zuid zuid (ZZ)	25
5.2.2	Deeltracé zuid (Z)	27
5.2.3	Deeltracé zuid midden (ZM)	30
5.2.4	Deeltracé midden (M)	31
5.2.5	Deeltracé noord midden (NM)	33
5.2.6	Deeltracé noord 1 (N1)	34
5.2.7	Deeltracé noord 2 (N2)	35
5.2.8	Deeltracé noord noord 1 (NN1)	36
5.2.9	Deeltracé noord noord 2 (NN2)	37
5.3	Tracé geel	38
5.3.1	Deeltracé zuid (Z)	39
5.3.2	Deeltracé zuid midden (ZM)	40
5.3.3	Deeltracé midden (M)	41
5.3.4	Deeltracé noord midden (NM)	42
5.3.5	Deeltracé noord (N)	43
5.3.6	Deeltracé noord noord (NN)	44
5.4	Tracé rood	44
5.4.1	Deeltracé zuid zuid (ZZ)	46
5.4.2	Deeltracé zuid (Z)	47
5.4.3	Deeltracé zuid midden 1 (ZM1)	48
5.4.4	Deeltracé zuid midden 2 (ZM2)	51
5.4.5	Deeltracé midden (M)	54

5.4.6	Deeltracé noord midden (NM)	55
5.4.7	Deeltracé noord (N)	56
5.4.8	Deeltracé noord noord (NN)	57
5.5	Tracé lichtblauw	60
5.5.1	Deeltracé zuid zuid (ZZ)	62
5.5.2	Deeltracé zuid 1 (Z1)	63
5.5.3	Deeltracé zuid 2 (Z2)	64
5.5.4	Deeltracé zuid midden (ZM)	65
5.5.5	Deeltracé midden (M)	66
5.5.6	Deeltracé noord (N)	69
5.6	Tracé paars	70
5.6.1	Deeltracé paars 1 (P1)	71
5.6.2	Deeltracé paars 2 (P2)	72
5.6.3	Deeltracé paars 3 (P3)	73
5.6.4	Deeltracé paars 4 (P4)	74
5.6.5	Deeltracé paars 5 (P5)	75
5.6.6	Deeltracé paars 6 (P6)	77
5.6.7	Deeltracé paars 7 (P7)	79
5.6.8	Deeltracé paars 8 (P8)	80
5.6.9	Deeltracé paars 9 (P9)	81
5.6.10	Deeltracé paars 10 (P10)	82
5.6.11	Deeltracé paars 11 (P11)	83
5.6.12	Deeltracé paars 12 (P12)	84
5.6.13	Deeltracé paars 13 (P13)	85
5.6.14	Deeltracé paars 14 (P14)	86
5.6.15	Deeltracé paars 15 (P15)	88
5.6.16	Deeltracé paars 16 (P16)	90
5.6.17	Deeltracé paars 17 (P17)	94
5.6.18	Deeltracé paars 18 (P18)	95
5.6.19	Deeltracé paars 19 (P19)	96
5.6.20	Deeltracé paars 20 (P20)	97
5.6.21	Deeltracé paars 21 (P21)	98
5.6.22	Deeltracé paars 22 (P22)	99
5.6.23	Deeltracé paars 23 (P23)	100
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	101
6.1	Samenvatting	101
6.2	Conclusie	102
	Laatste pagina	101
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Factsheets	-

Afkortingenlijst

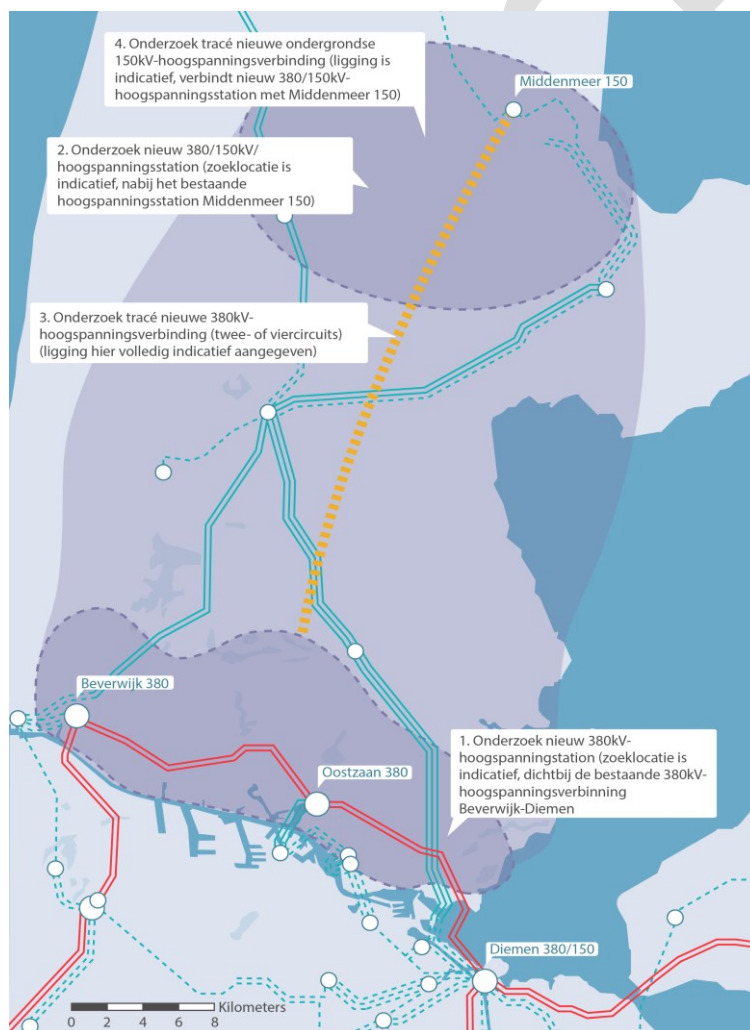
Tabel 1 Afkortingenlijst

Afkorting	Betekenis	Afkorting	Betekenis
μT	MicroTesla	MER	Milieueffectrapportage
AIS	Air Insulated Switchgear	MVA	Mega Volt Ampère
ACM	Autoriteit Consument en Markt	MW	Mega Watt
AMN	Asset Management Nederland	NAP	Normaal Amsterdams Peil
BO	Basisontwerp	NNN	Natuurnetwerk Nederland
Cu	Koper (Cuprum)	NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
KGG	Klimaat en groene groei	ONB	Onvoorzene niet beschikbaarheid
EMC	Electro Magnetische	PEH	Programma
XXX380	380 kV-	PVE	Programma van Eisen
HS	Hoogspanning	PP	Project Procedure
IBN	Inbedrijfname	RES	Regionale Energie Strategie
IEA	Integrale effect analyse	RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
KES	Kabeleindsluiting	RLN	Richtlijn
kV	Kilo Volt	sPVE	specifiek Programma van
kA	Kilo Ampère	m.v.	maaveld
LBC	Landelijk Bedrijfsvoering	VGM	Veiligheid, Gezondheid en
LHB	Luchthaven besluit	VNB	Voorziena niet beschikbaarheid
		ZRO	Zakelijk recht overeenkomst

INLEIDING

Het gebruik en transport van elektriciteit in Nederland neemt al tientallen jaren toe. Het hoogspanningsnet in Nederland wordt steeds zwaarder belast. Door de energietransitie zet deze ontwikkeling de komende jaren versneld door en groeit de vraag naar elektriciteit. Op basis van analyses die TenneT in het kader van de investeringsplannen tweejaarlijks uitvoert, blijkt dat de huidige en toekomstige transportcapaciteit in Noord-Holland onvoldoende is. Uit de berekeningen blijkt dat de groeiende vraag naar en aanbod van elektriciteit in Noord-Holland Noord (in dit geval het gebied ten noorden van het Noordzeekanaal) leiden tot knelpunten in het hoogspanningsnet. Afbeelding 1.1 geeft een overzicht van het bestaande hoogspanningsnet in Noord-Holland en de uitbreidingen van dit project. In dit deelproduct zal dieper worden ingegaan op de locaties waar meerdere knelpunten samenkomen en voor een groter knelpunt zorgen die zich voordoen bij de ontwikkeling van de nieuwe 380 kV-verbinding.

Afbeelding 1.1 Projectonderdelen en zoekgebied 380 kV-Netuitbreiding Noord-Holland Noord



DOELSTELLING

Dit deelproduct maakt deel uit van een grotere serie rapporten waarin alle knelpunten voor de nieuwe 380 kV-verbinding in Noord-Holland worden onderzocht. Om een duidelijk overzicht te creëren, is ervoor gekozen om een hoofdrapport op te stellen, aangevuld met deelrapporten die alle knelpunten per thema benoemen en onderverdelen in de deeltracés.

Het doel van dit rapport is om de locaties te identificeren en uit te werken die betrekking hebben op meerdere thema's van de nieuwe 380 kV-verbinding in Noord-Holland. Een overzicht van alle knelpunten op de referentielijn is terug te vinden in de overige deelrapporten. In dit rapport worden enkel locaties besproken waarbij meerdere thema's samenkomen en voor een groter knelpunt zorgen doordat de verschillende thema's oplossingen beperken.

De bedoeling van dit rapport is om een overzicht te geven van de technische uitdagingen die optreden bij bepaalde locaties. Hierdoor ontstaat een duidelijk overzicht van welke locaties op een bepaalde route te vinden zijn. Dit overzicht helpt bij de keuze van de meest geschikte route door inzicht te geven in de technische uitdagingen.

Door deze systematische aanpak biedt dit rapport een solide basis voor de uiteindelijke keuze en aanpak van de mogelijke routes. Het is bedoeld om alle betrokken partijen, van technische experts tot lokale gemeenschappen, te informeren en te betrekken bij het besluitvormingsproces.

PROBLEEMSTELLING

In dit document worden de verschillende combinaties die zich voordoen op iedere route besproken. Een combinatie wordt gedefinieerd als een situatie waarin meerdere knelpunten rond dezelfde locatie samenkomen en de oplossing voor een knelpunt wordt beperkt door de aanwezigheid van een ander knelpunt. Het is belangrijk om te benadrukken dat knelpunten die gegroepeerd zijn, maar waarvan de oplossingen niet door andere knelpunten worden beperkt, niet in dit document worden opgenomen. Deze knelpunten kunnen afzonderlijk worden aangepakt zonder dat ze invloed hebben of ontvangen van andere knelpunten.

Bij het aanpakken van combinaties is het essentieel om een holistische benadering te hanteren. Dit houdt in dat alle betrokken knelpunten in kaart worden gebracht, de onderlinge afhankelijkheden tussen de knelpunten worden geanalyseerd en een geïntegreerd plan wordt ontwikkeld dat rekening houdt met de beperkingen en oplossingen voor alle knelpunten.

Het identificeren en aanpakken van combinaties op iedere route is cruciaal voor het verbeteren van de efficiëntie en veiligheid van het elektriciteitsnet. Door een geïntegreerde benadering te hanteren, kan gezorgd worden dat oplossingen effectief en duurzaam zijn. Dit is met name relevant voor de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding, die nodig is om de energietransitie te faciliteren en toekomstige problemen in het elektriciteitsnet te voorkomen.

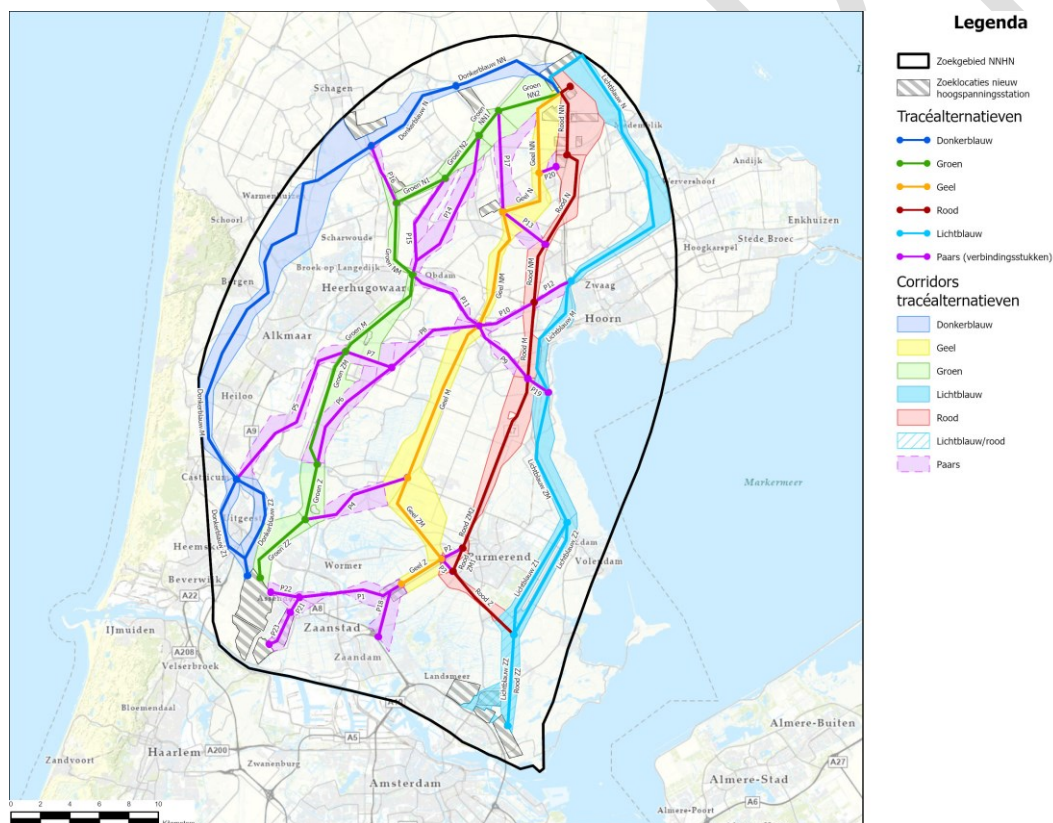
- veiligheidszone: het valbereik is gelijk aan de masthoogte inclusief een marge, waarvoor circa 10 m wordt aangenomen. Op dit moment is hier een strook van 70 m aangehouden tussen de masten bij 4 circuits. De minimale afstand tussen 2 masten volgens de eisen van TenneT is 50 m. Deze ruimte dekt dan ook de indicatieve magneetveldzone. Voor potentieel nabijgelegen gevoelige bestemmingen dient er rekening gehouden te worden met de 0,4 μ T magneetveldzone. Deze magneetveldzone dient in de project-MER specifiek bepaald te worden. In deze fase wordt gesproken over een veiligheidszone die alle gevaren in de nabijheid van een hoogspanningsmast bespreekt. In volgende fase kan gekeken worden om deze zones te verminderen op basis van de invloed die op die locaties plaatsvinden.

Hoewel bebouwing zo min mogelijk aanwezig mag zijn in de magneetveldzone van 0,4 μ T, wordt dit niet als een technisch probleem gezien. De invloed van bebouwing op technisch vlak betreft mastlocaties. Wanneer bebouwing gekruist wordt dient tijdens de mastbepaling rekening gehouden worden met het feit dat een mast niet op een huis kan komen te staan. De overige invloeden en beperkingen van bebouwing zullen besproken worden in het milieueffectrapport.

ANALYSE KNELPUNTEN

In de huidige fase zijn er onderverdelingen binnen de corridors om een duidelijker beeld te geven. Deze onderverdelingen zijn ontstaan om een duidelijk overzicht van de knelpunten te hebben als er gekozen zou worden om verschillende referentielijnen te verbinden. De opsplitsing in corridors is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Deze indeling vindt plaats aan de hand van afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1 Schematische weergave van de referentielijnen, inclusief bijhorende corridor

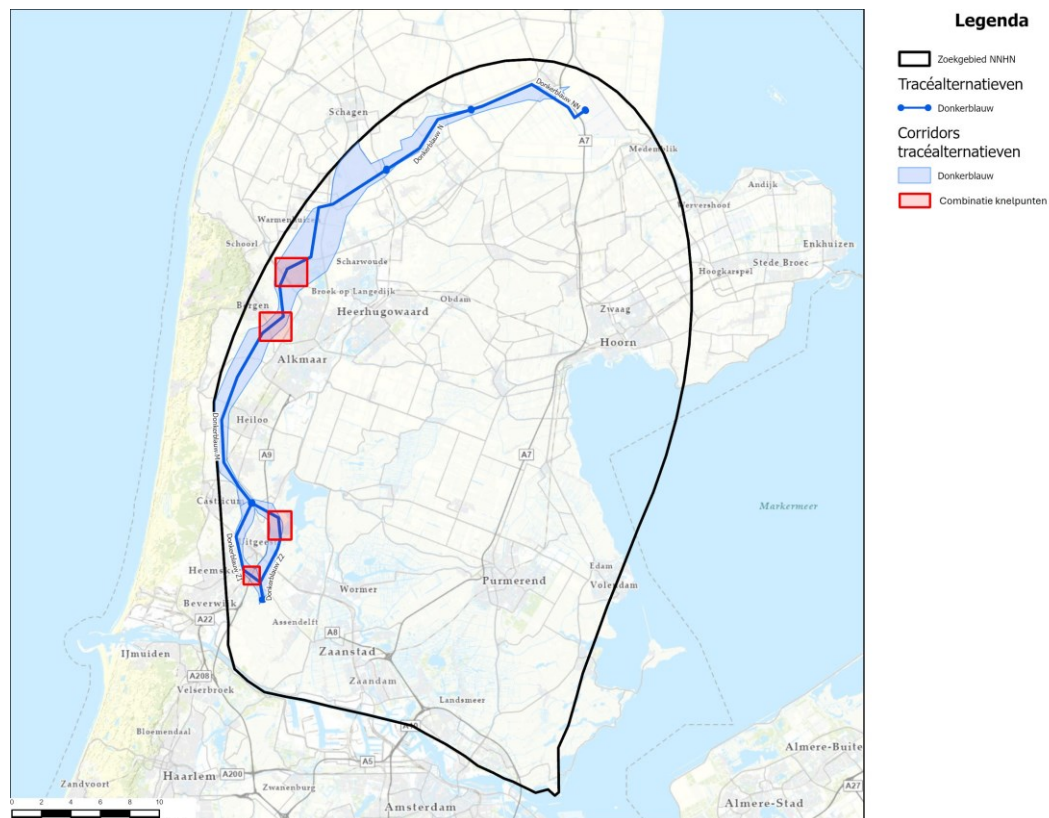


In dit hoofdstuk zullen alle locaties worden besproken waarbij meerdere knelpunten samenkomen en waarbij de oplossing van een knelpunt een invloed heeft op de oplossing van een ander knelpunt. Dit is gedaan door de realisatie dat een oplossing van een knelpunt niet mogelijk kan zijn door een ander knelpunt dat hierbij in de nabijheid gelegen is. In dit hoofdstuk zal een overzicht gegeven worden per referentielijn onderverdeeld in deeltracés om duidelijkheid te scheppen. Met dit deelrapport kan een eerste beoordeling gemaakt worden op de keuze van een deeltracé. Knelpunten die op zichzelf voorkomen zijn in de meeste gevallen op te lossen. Wanneer meerdere knelpunten samenkomen zullen oplossingen voor een bepaald knelpunt invloed hebben op een ander knelpunt in de nabijheid waardoor een oplossing niet mogelijk kan zijn.

5.1 Tracé donkerblauw

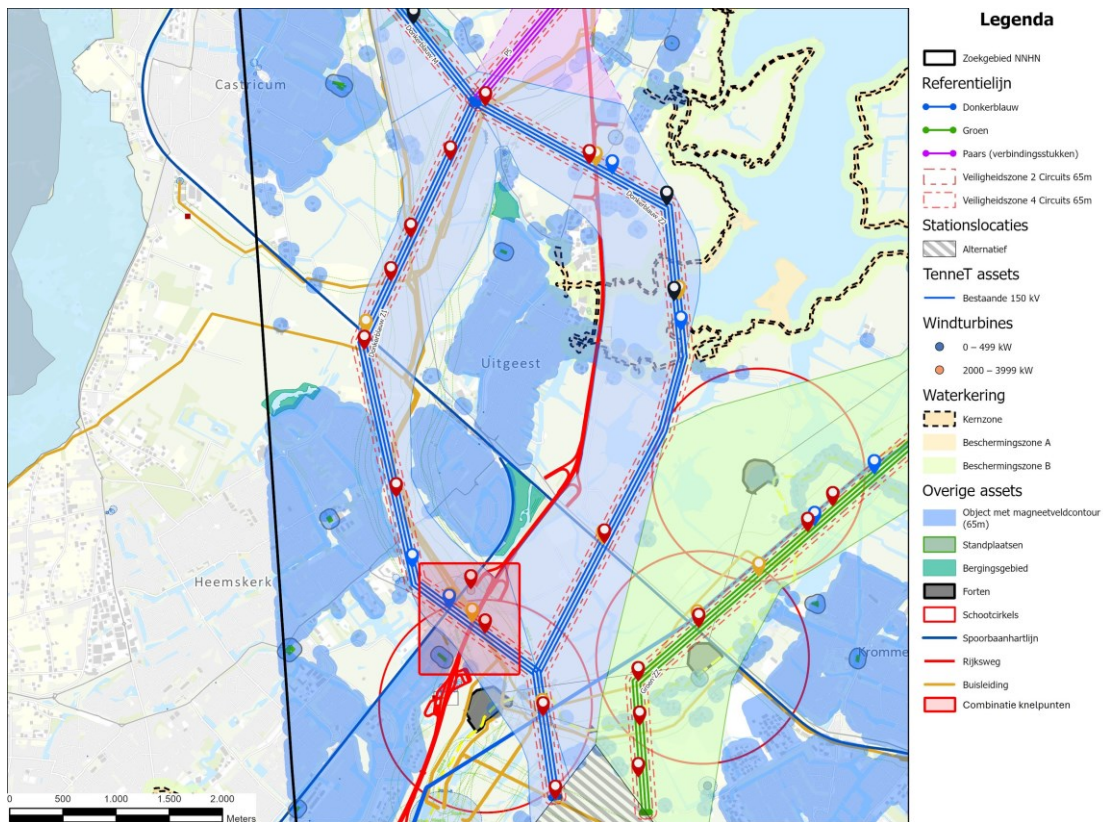
De donkerblauwe referentielijn is opgedeeld in vijf deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen een referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingsstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.2 Overzicht donkerblauw



5.1.1 Deeltracé zuid 1 (Z1)

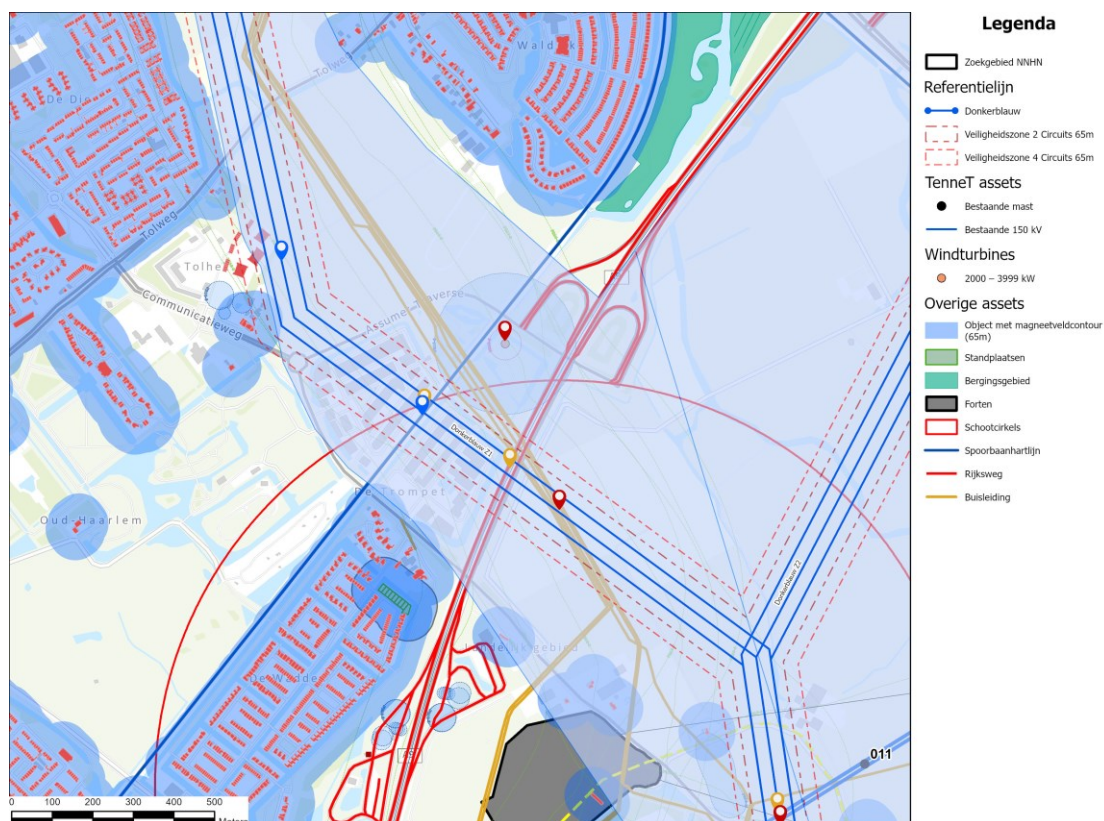
Afbeelding 5.3 Overzicht donkerblauw zuid 1



Combinatie 1

Tussen Heemskerk en Uitgeest is een locatie te vinden waar meerdere thema's in de nabijheid van elkaar liggen. Door deze nabijheid kan de oplossing voor het ene knelpunt beperkt worden door een ander knelpunt op deze locatie. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.4 Combinatie 1



Tabel 5.1 Combinatie 1 donkerblauw zuid 1

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
12130	gasleidingen	hoog	hoog	hoog	hoog
12102	rijksweg	laag	laag	laag	laag
12153	bedrijven	laag	laag	laag	laag
12014	spoor	laag	laag	laag	laag
12154	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		no go	no go	no go	no go

Voor de gasleiding moet er een minimale afstand van 50 m zijn tussen de hartlijn van de mast en de gasleiding. Door de locatie waar de referentielijn de gasleiding kruist, is het niet mogelijk om in noordwestelijke richting deze 50 m te waarborgen vanwege de nabijgelegen rijksweg en het bedrijventerrein.

Voor de kruising met de spoorverbinding moeten een minimaal afstand van 100 m gehouden worden van de spoorverbinding. Echter, ook hier wordt een uitdaging gelokaliseerd door de aanwezigheid van het bedrijventerrein en de rijksweg.

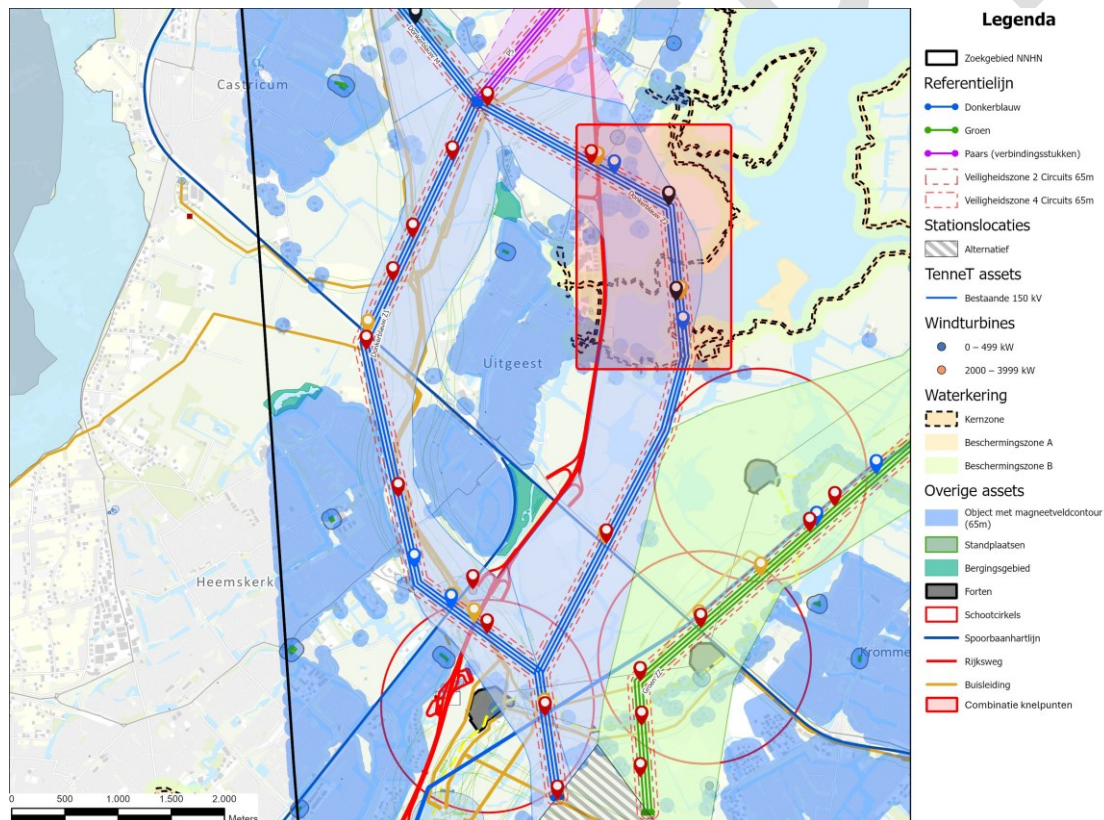
Voor het kruisen van de snelweg en een spoorverbinding zal een mogelijke aanpassing in mastontwerp noodzakelijk zijn of een kortere veldlengte om een veilige afstand van het zeegprofiel te hebben. Aanpassingen in mastontwerp kan ook betekenen dat de afstand tot gasleidingen groter moet worden waardoor de mastlocatie nog uitdagender wordt.

Wanneer gekeken wordt naar de bebouwing in het noordwesten van de afbeelding, valt op dat er verschillende woonlocaties binnen de veilige zone van de referentielijn liggen. Door de nabijheid van de gasleidingen in het oosten kan er geen veilige afstand tot de bebouwing worden gecreëerd. Dit vormt een groot knelpunt gezien het aantal woonlocaties. Een eerste onderzoek toont aan dat het om nieuwbouwwoningen gaat, gecombineerd met een appartementencomplex, wat in totaal zorgt voor 88 woonfuncties binnen de veilige zone bij vier circuits.

Door de grote hoeveelheid in bebouwing kan het schadeloosstellen van de betreffende gebouwen moeizaam verlopen. Kortom, de plaatsing van masten vormt een grote technische uitdaging. Door de combinatie van de plaatsing van masten en de huizen in de veiligheidszone, heeft deze locatie vanuit technisch oogpunt een hoge wegingsfactor en heeft mogelijk geen haalbare oplossing. Een mogelijke haalbare oplossing die verder onderzoek nodig heeft is het verplaatsen van de route. Echter kan gevonden worden dat verder in het noorden een parallelle ligging met de gasleiding aanwezig is die zorgt voor een technisch No Go welke niet op te lossen is.

5.1.2 Deeltracé zuid 2 (Z2)

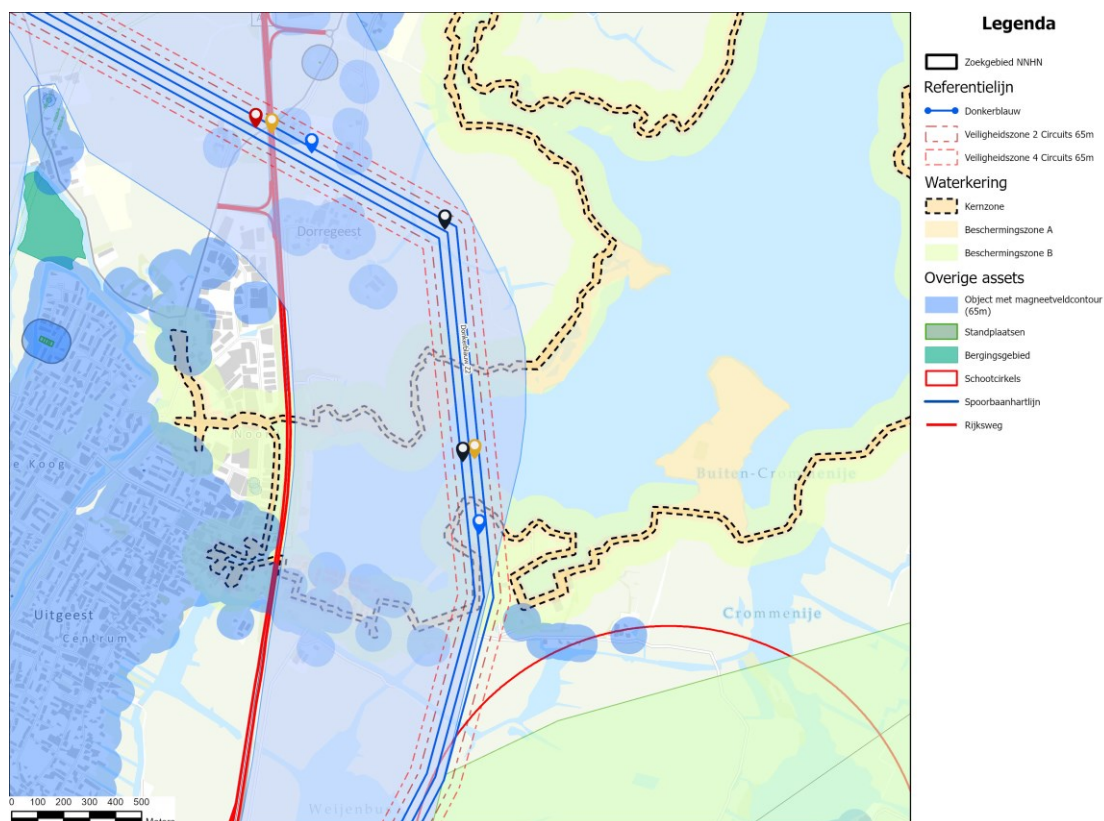
Afbeelding 5.5 Overzicht donkerblauw zuid 2



Combinatie 2

In deeltracé zuid 2 van de donkerblauwe referentielijn dient het Uitgeestermeer overgestoken te worden. Het Uitgeestermeer is gelegen ten oosten van Uitgeest en sluit aan op het Alkmaardermeer. Op deze locatie zijn meerdere knelpunten terug te vinden. Door deze nabijheid kan de oplossing voor het ene knelpunt beperkt worden door een ander knelpunt op deze locatie. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.6 Combinatie 2



Tabel 5.2 Combinatie 2 donkerblauw zuid 2

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
12163	erfgoedpark	laag	laag	laag	laag
12018	waterweg	hoog	hoog	hoog	hoog
12143	waterkering	hoog	hoog	midden	midden
12124	hoek	midden	midden	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	hoog	hoog

De oversteek van het Uitgeestermeer is volgens de referentielijn 420 m breed, wat niet haalbaar is met de standaard uitgangspunten. De mast zou namelijk in de kernzone van de waterkering komen, wat zorgt voor een hoger risicoprofiel. Hierdoor zou een oversteek van circa 450 m nodig zijn, wat niet haalbaar is met de standaard veldlengte. Ook het erfgoedpark zorgt voor een uitdaging met betrekking tot de mastlocatie dicht bij het meer. In het westen van de referentielijn is echter een overgang van circa 270 m mogelijk, wat wel haalbaar is met de standaard masten. Deze 270 m is echter van rand tot rand en vindt plaats buiten de corridor. Door de waterkering rond het Uitgeestermeer kan er geen mast op de rand van het meer geplaatst worden.

Bij de uitmonding van het Uitgeestermeer naar het Alkmaardermeer is een afstand van 400 m mogelijk wanneer de masten in de beschermingszone A van de waterkering komen. Door gebruik te maken van trillingvrije fundatiepalen zou dit mogelijk zijn.

Een andere uitdaging op deze locatie is de doorvaarthoogte van het meer. Uit onderzoek naar het Alkmaardermeer en Uitgeestermeer blijkt dat dit deel uitmaakt van een doorgaande vaarroute en een bekend watersportgebied is waar veel wordt gesurft en gewaterskied. Het is het grootste aaneengesloten

wateroppervlak in de Schermerboezem en daarom van groot belang voor de waterhuishouding in Noord-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal. Het grote probleem is dat op dit meer veel watersport en pleziervaart plaatsvindt. Het is voorlopig onduidelijk tot welke hoogte dit van toepassing is, wat een grote uitdaging vormt. Door deze onbekende vrij doorvaarthoogte kan niet gewaarborgd worden dat standaard masten gebruikt kunnen worden. Mogelijk aanpassingen in mastontwerp zijn noodzakelijk om het zeegprofiel op een veilige hoogte te houden.

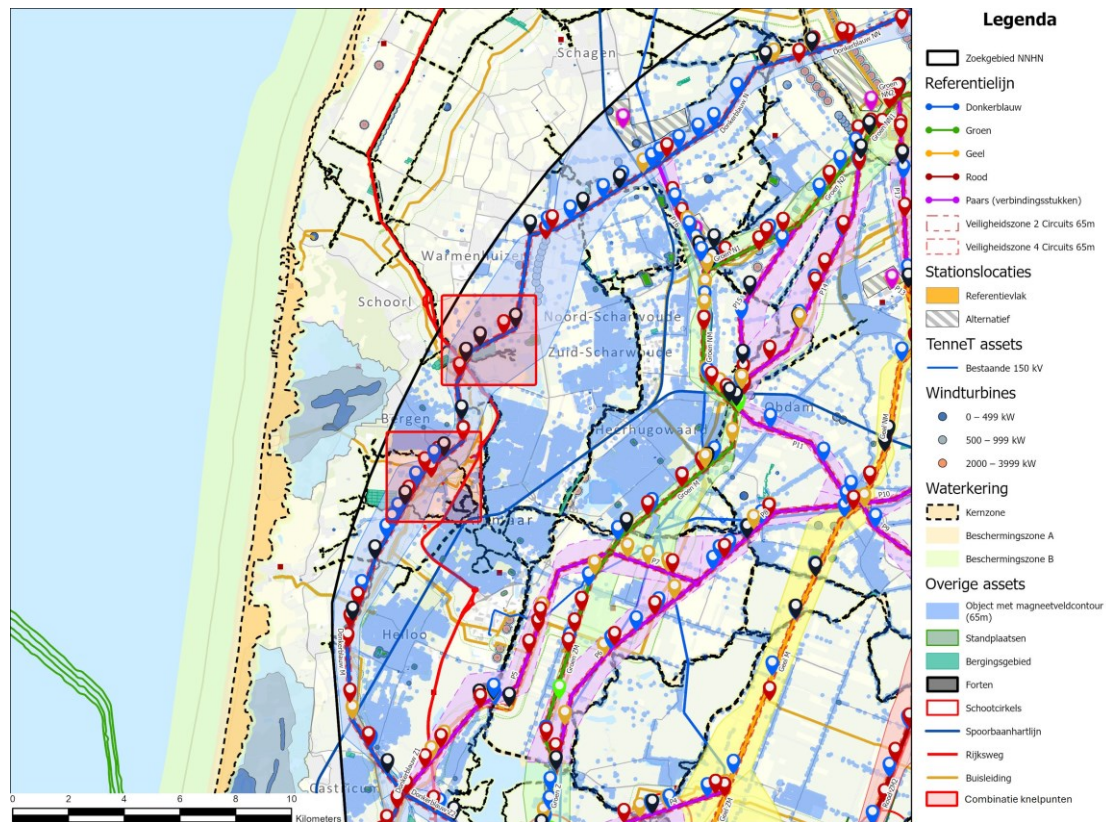
Door de grote oversteek van het meer zal de veldlengte vergroot worden dan standaard wat zorgt voor een aangepast zeegprofiel. Dit aangepast zeegprofiel heeft als gevolg dat de lijnen lager boven het wateroppervlak komen te liggen wat voor uitdagingen zorgt voor het waterverkeer. Hierdoor is onderzoek nodig om te bepalen of pleziervaart en watersport nog mogelijk zijn na het plaatsen van de masten. Door de samenkomst van bovengenoemde eigenschappen worden deze knelpunten als één locatie besproken met een hoge wegingsfactor.

Mogelijke oplossingen voor deze locatie zijn het plaatsen van masten die niet binnen de standaard mastfamilie vallen, om een langere veldlengte te creëren waardoor een hoger zeegprofiel gehouden wordt. Onder niet standaard masten kunnen masten vallen die volgens het principe van Moldau werken maar een extra hoogte meekrijgen. Wanneer hiervoor gekozen wordt dient rekening gehouden worden dat de extra verhoogde masten ten gevolge van de veldlengte en doorvaarthoogte mogelijks in luchtvaartgebied terecht komen. Een tweede mogelijkheid binnen de corridor is het plaatsen van masten op het water. Of de referentielijn kan verlegd worden naar het oosten van de huidige route. Buiten de corridor is een oversteek van 400 m mogelijk als de masten op het uitstekende deel van de waterkering worden geplaatst. Dit zal echter resulteren in een aanzienlijke kruising binnen de schootcirkel van een fort van de Stelling van Amsterdam.

Op technisch vlak zijn verschillende mitigerende maatregelen mogelijk om deze route te realiseren. Er dient rekening gehouden worden dat de mitigerende maatregelen invloed hebben op andere factoren waardoor een hoog risicoprofiel behouden blijft. Het zal op technisch vlak mogelijk zijn maar een grote impact hebben op het risicoprofiel.

5.1.3 Deeltracé midden (M)

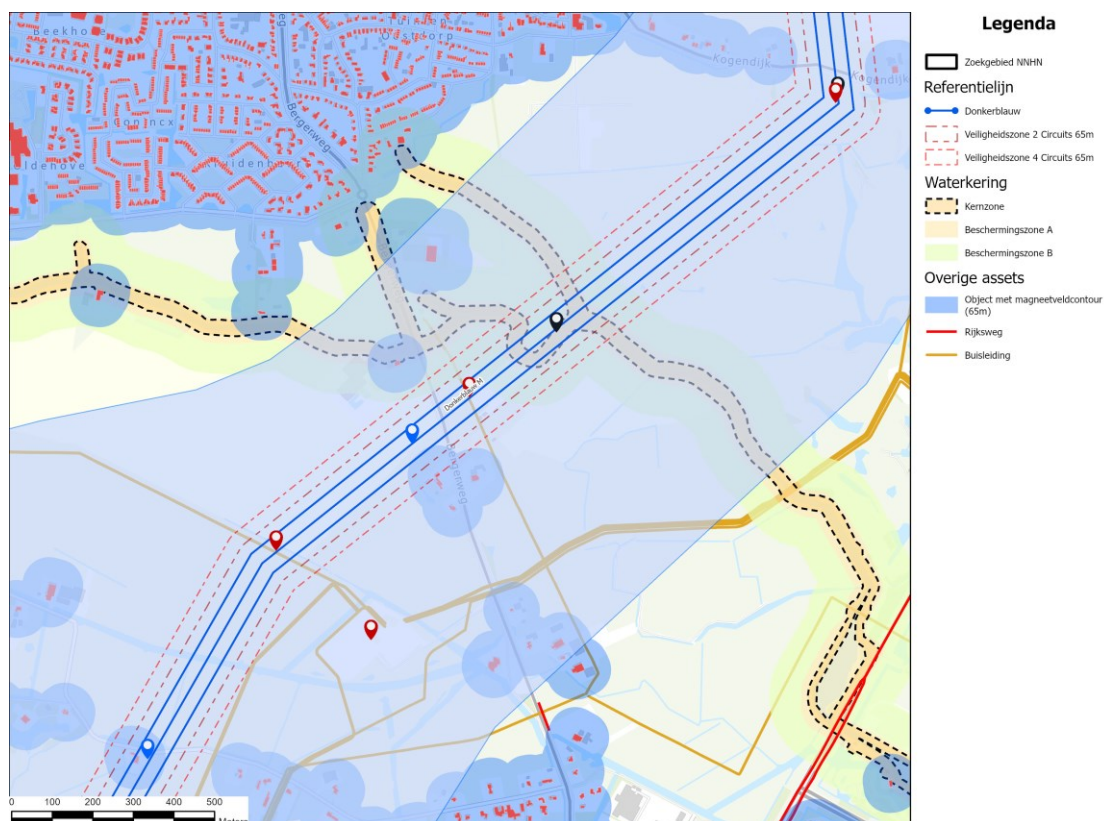
Afbeelding 5.7 Overzicht donkerblauw midden



Combinatie 3

Nabij Bergen zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.8 Combinatie 3



Tabel 5.3 Combinatie 3 donkerblauw midden

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
12157	bebouwing	laag	laag	laag	laag
12139	gasleiding	laag	laag	laag	laag
12146	waterkering	midden	midden	laag	laag
combinatie		midden	midden	laag	laag

Knelpunt 12146 betreft het kruisen van een waterkering. Bij een analyse van afbeelding 5.8 kan een kruising van circa 265 m gevonden worden binnen de kernzone. Binnen de kernzone van een waterkering is het niet voordelig om een mast te plaatsen. Hoewel er gebruik gemaakt kan worden van trillingvrije fundaties door schroeffundaties, is een mast op een dijk (binnen de kernzone) niet voordelig voor het risicoprofiel. De volledige kruising van de waterkering (kernzone + beschermingszone) betreft circa 430 m. Door de maximale veldlengte van 400 m kan dit niet overbrugd worden.

Daarnaast zorgt de voorliggende gasleiding voor een uitdaging met betrekking tot de mastlocatie als ervoor gekozen wordt om geen mast in de waterkering te plaatsen. De grootte van de kruising komt doordat twee waterkeringen samenkomen en er tussen de keringen geen mast geplaatst kan worden omdat de kernzone van de waterkeringen parallel loopt aan de referentielijn. In het oosten is ruimte voor een kleinere kruising met de waterkering, maar hier is ook bebouwing aanwezig, waardoor een verlegging van de referentielijn naar het oosten invloed zal uitoefenen op de bebouwing.

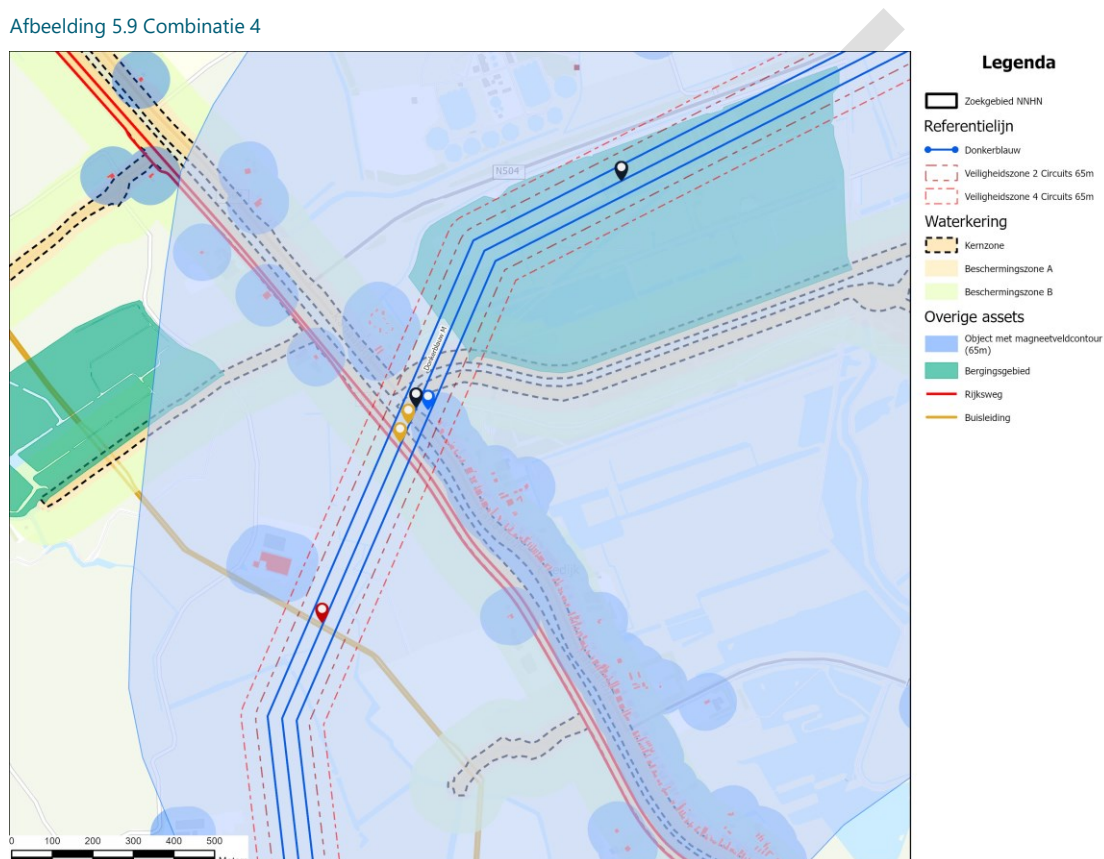
Algemeen kan gesteld worden dat een mast in de beschermingszone mag staan doordat gebruik gemaakt kan worden van een trillingvrije fundatie. Door gebruik te maken van schroeffundatie is er tijdens de bouw en nadat de mast gerealiseerd is weinig tot geen invloed op de kernzone van de waterkering. Als ervoor

gekozen wordt om geen masten in de waterkering te plaatsen, dient de referentielijn verlegd te worden naar het oosten om zo een kleinere kruising met de waterkering te realiseren. Dit kan gedaan worden door extra hoekmasten te plaatsen. Hoewel het niet voordelig is om meerdere bochten in de referentielijn te maken, biedt dit een oplossing voor het knelpunt met de waterkering en de gasleiding. Er dient rekening gehouden te worden dat een verplaatsing naar het oosten zal zorgen voor meer bebouwing binnen de veiligheidszone.

Combinatie 4

Nabij Koedijk zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.9 Combinatie 4



Tabel 5.4 Combinatie 4 donkerblauw midden

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfact or 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
12007	rijksweg	laag	laag	laag	Laag
12118	waterweg	midden	midden	midden	Midden
12147	waterkering	hoog	hoog	midden	Midden
12006	lintbebouwing	laag	laag	laag	Laag
12152	bergings-gebied	midden	midden	laag	Laag
combinatie		hoog	hoog	midden	Midden

Bij een analyse van afbeelding 5.9 kan een kruising gevonden worden met een waterweg, rijksweg, waterkering in T-vorm, lintbebouwing en een bergingsgebied. De samenkomst van deze knelpunten zorgt ervoor dat oplossingen voor één knelpunt beperkt worden door andere knelpunten.

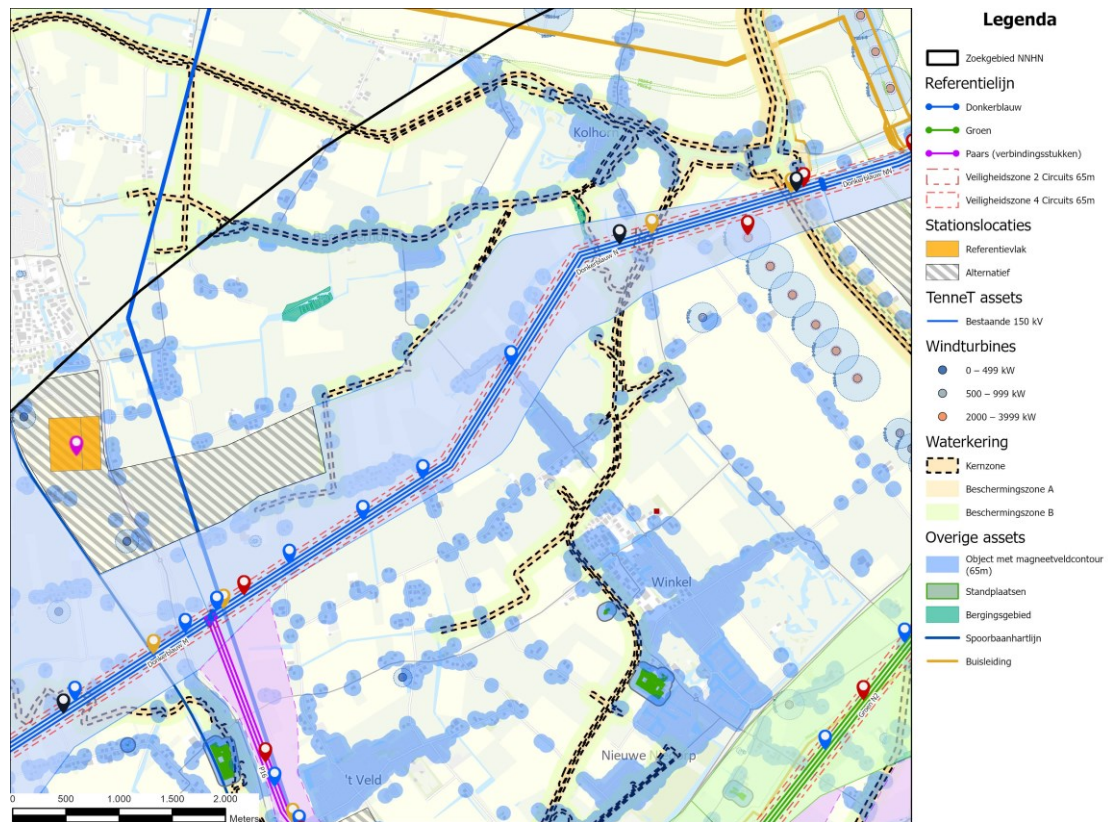
Volgens de huidige route vindt een kruising met de waterkering plaats waarbij de referentielijn 300 m over de kernzone gelegen is en de totale zone van de waterkering 475 m. Door gebruik te maken van trillingvrije fundatie (schroeffundatie) is het mogelijk om masten in de beschermingszone van een waterkering te plaatsen. Echter, er vindt ook een kruising met bebouwing plaats, waardoor de locatie niet alleen met trillingvrije fundatie kan worden opgelost.

Om de bebouwing te vermijden, moet een haakse kruising met de waterweg plaatsvinden. Dit zorgt ervoor dat de bebouwing wordt ontweken en de waterweg haaks wordt gekruist om de invloeden te beperken. Ook de rijksweg, gelegen langs de waterweg en parallel aan de kernzone, zal haaks gekruist moeten worden. Door deze haakse kruising ontstaat een afstand van circa 350 m binnen de kernzone. Met een maximale veldlengte van 400 m is deze haakse kruising mogelijk om de knelpunten op te lossen. Wanneer de route verplaatst wordt naar een haakse kruising in het zuiden van de huidige referentielijn zouden de invloeden op fundaties kunnen vervallen maar worden meer bebouwingen gekruist.

Voor deze locatie moeten trillingvrije fundaties worden gebruikt en moet er een haakse kruising plaatsvinden. Verder moet er onderzoek worden gedaan naar de mastlocaties om mogelijke invloeden van het water te voorkomen. Ook voor het bergingsgebied moeten trillingvrije fundaties worden gebruikt en moet de fundatie mogelijk verhoogd worden. Tot slot dient een onderzoek naar de hoogte van de rijksweg te komen. Boven een rijksweg moet een vrije ruimte aanwezig zijn waar geen hoogspanningslijnen mogen hangen. Mogelijk is het noodzakelijk om een aangepast mastontwerp te gebruiken om deze veilige hoogte te waarborgen, echter wordt dit in de volgende fase in detail bekeken. Mits alle aanpassingen toegepast worden kan tot een verlaging van wegingsfactor gekomen worden en kan een middelmatige wegingsfactor bekomen worden.

5.1.4 Deeltracé noord (N)

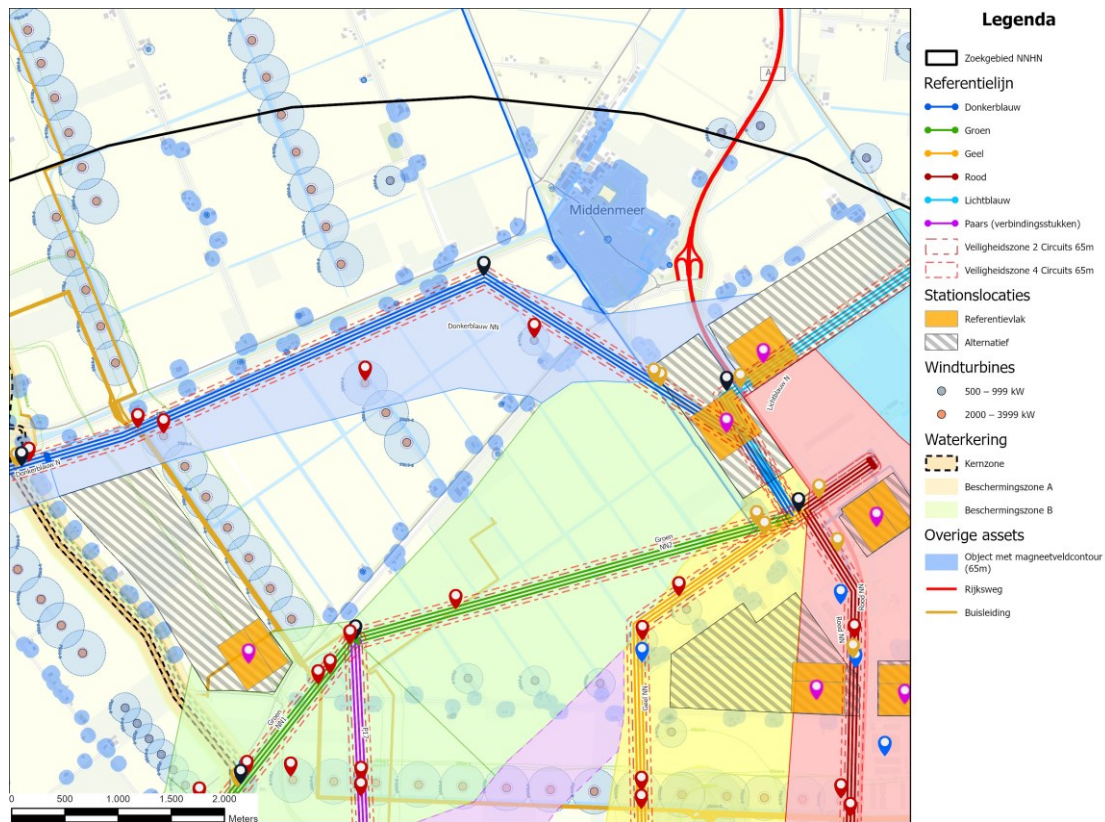
Afbeelding 5.10 Overzicht donkerblauw noord



In deeltracé noord van de donkerblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.1.5 Deeltracé noord noord (NN)

Afbeelding 5.11 Overzicht donkerblauw noord noord

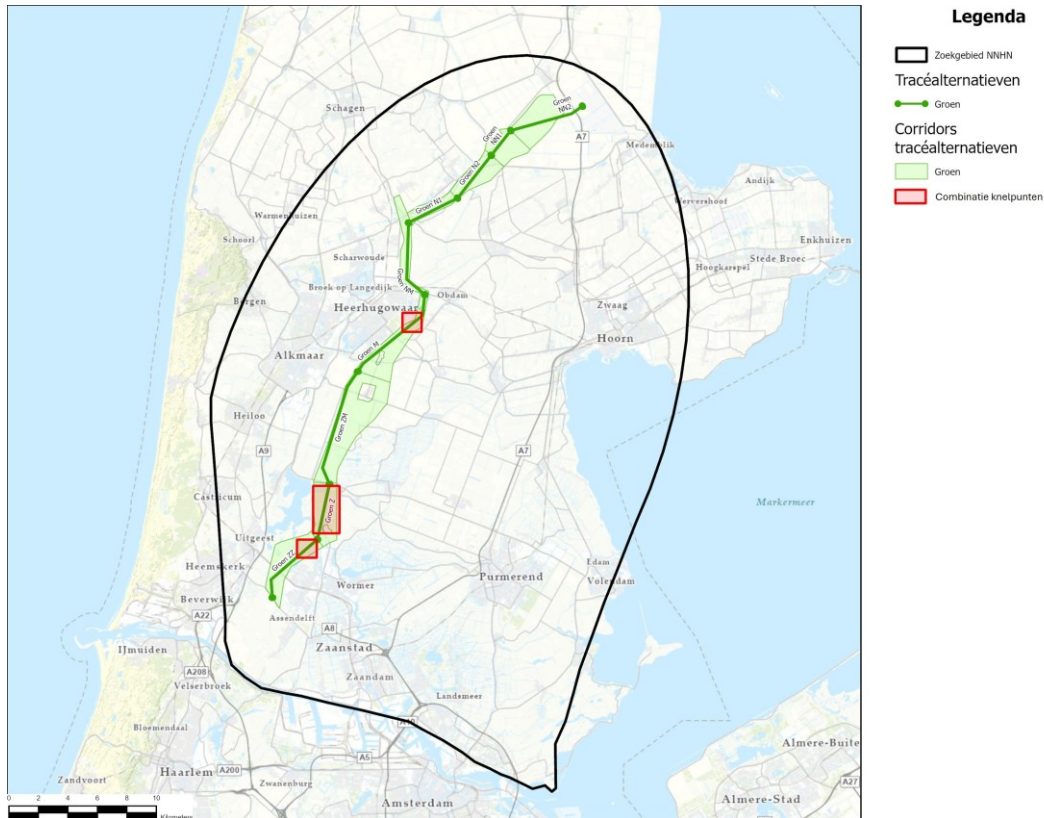


In deeltracé noord noord van de donkerblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2 Tracé groen

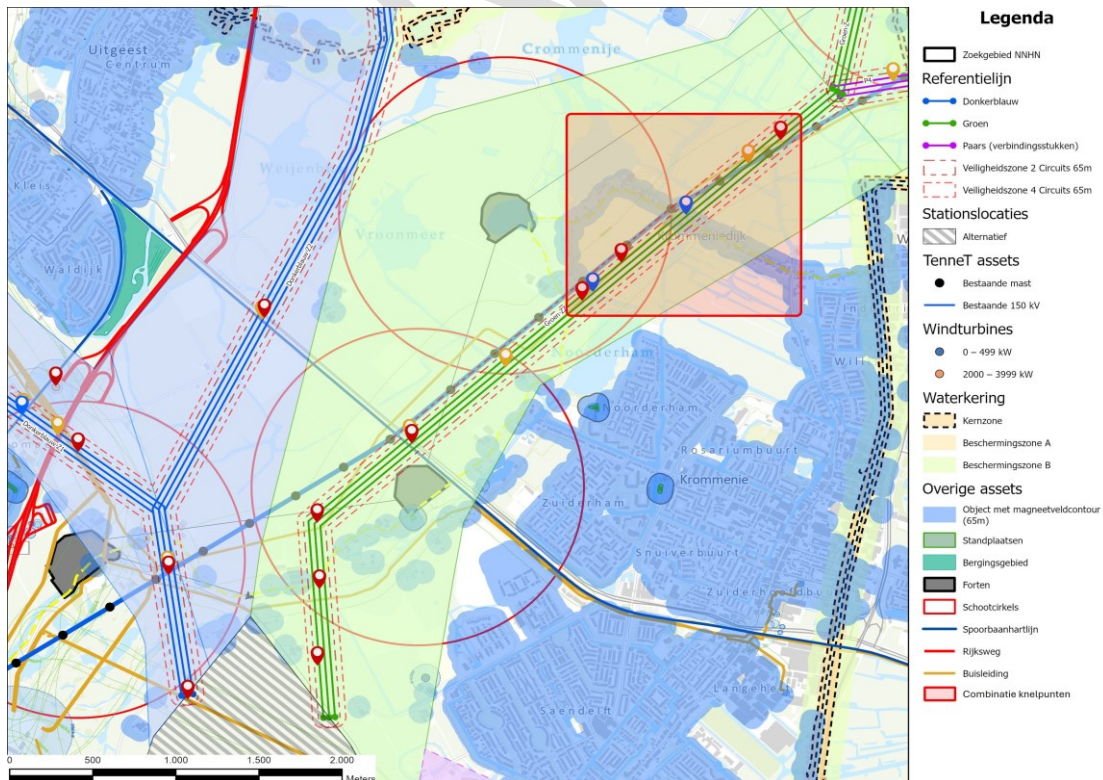
De groene referentielijn is opgedeeld in negen deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen de referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.12 Overzicht groen



5.2.1 Deeltracé zuid zuid (ZZ)

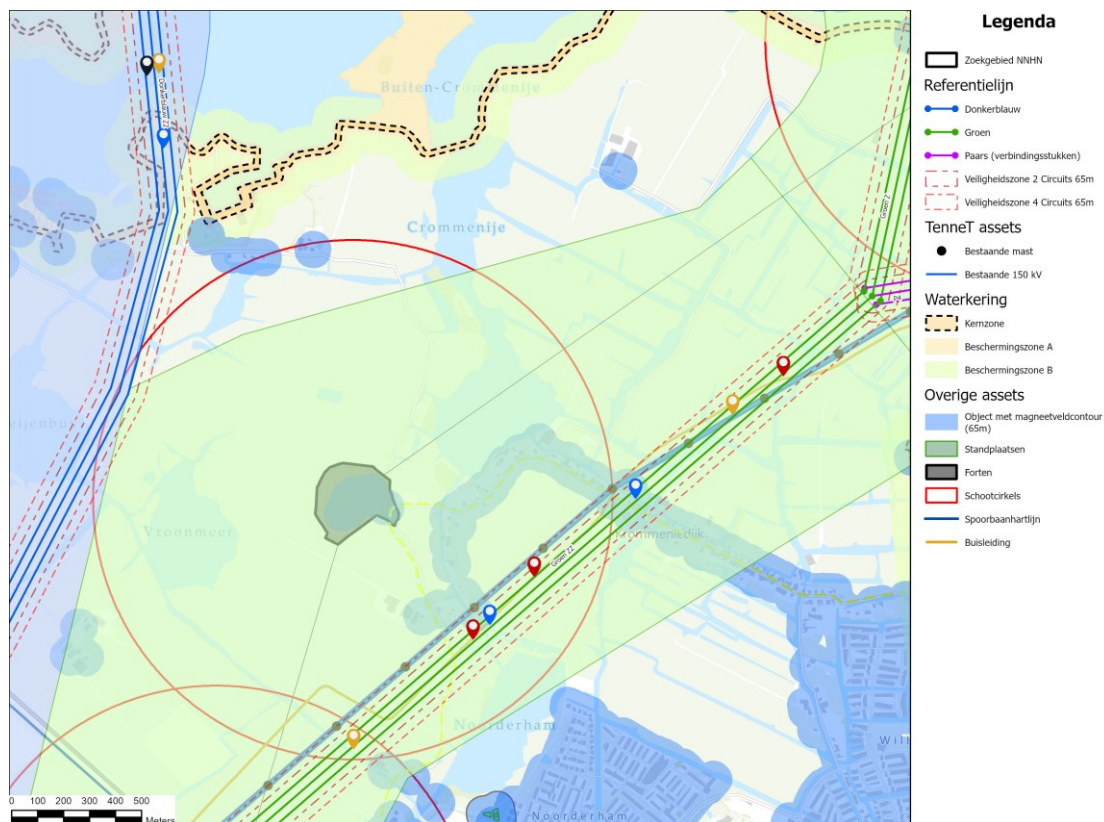
Afbeelding 5.13 Overzicht groen zuid zuid



Combinatie 5

Nabij Krommenie zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.14 Combinatie 5



Tabel 5.5 Combinatie 5 groen zuid zuid

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfact or 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
22121	lintbebouwing	laag	laag	laag	laag
22137	gasleidingen	hoog	hoog	hoog	hoog
22101	lintbebouwing	laag	laag	laag	laag
22126	bestaande 150 kV	hoog	hoog	laag	laag
22138	gasleidingen	hoog	hoog	hoog	hoog
combinatie		hoog	hoog	hoog	hoog

Bij een analyse van afbeelding 5.14 zijn verschillende bebouwingen, een ondergrondse gasleiding die parallel loopt aan de referentielijn, en een kruising met de bestaande 150 kV-hoogspanningsverbinding te vinden. De eerste kruising met bebouwing betreft het einde van de lintbebouwing, waardoor een mogelijke oplossing zou zijn om de referentielijn naar het zuidoosten te verleggen om de bebouwing te vermijden. Echter, de oostelijke kruising met bebouwing betreft een lintbebouwing, waardoor verschillende huizen binnen de veilige zone vallen. Door de ingesloten lintbebouwing is er geen vrije ruimte om deze bebouwing

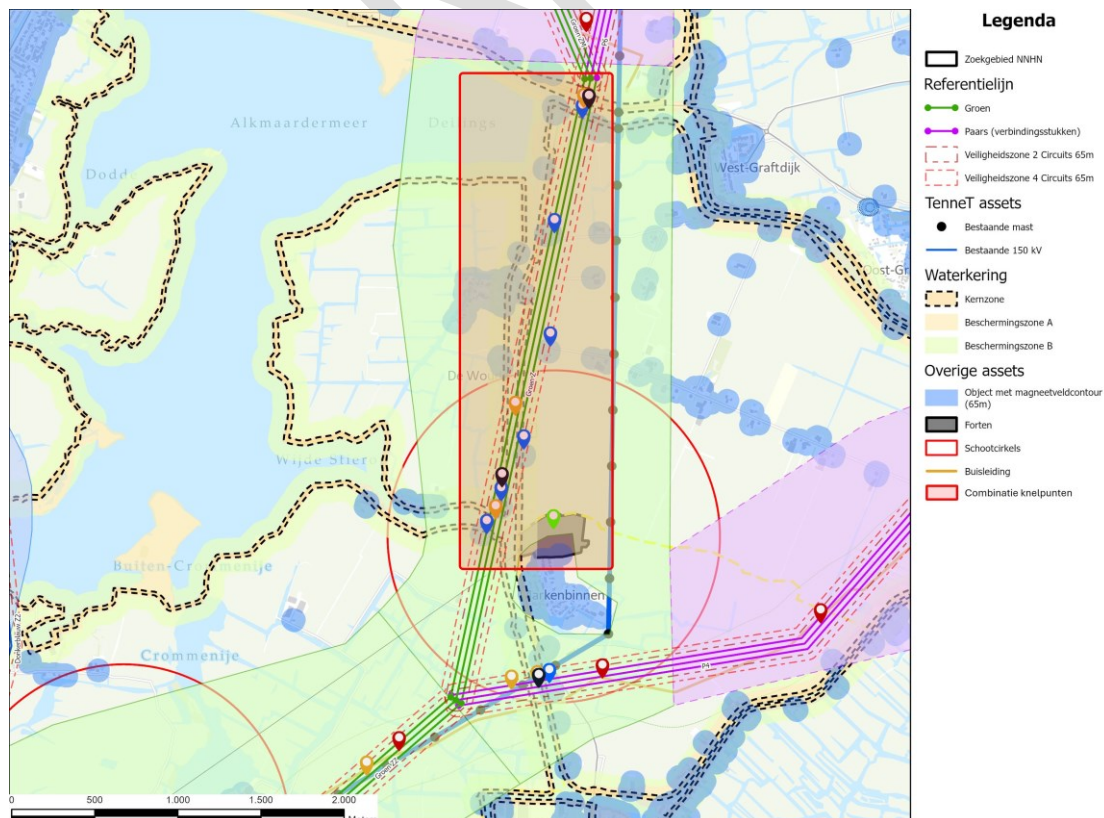
te ontwijken. Hoewel bebouwing binnen de veilige zone niet gezien wordt als een technisch probleem dient een bepaling van mastlocaties te gebeuren om verder met andere sporen te overleggen.

De parallelle ligging met de gasleiding zorgt ook voor uitdagingen met betrekking tot de inductieve beïnvloeding, weerstand beïnvloeding en mechanische beïnvloeding op de gasleiding. Daarnaast kan de parallelle ligging en kruising met de bestaande 150 kV-hoogspanningsverbinding voor ongewenste beïnvloeding zorgen. Wanneer de bestaande 150 kV-verbinding binnen de invloedssfeer van de nieuwe 380 kV-verbinding komt te liggen dienen de mogelijkheden bekeken worden om de laagste spanning ondergronds te leggen. Voor het verkabelen van de bestaande 150 kV-verbinding dient een afweging te komen over welke afstand ondergronds komt te liggen. Afhankelijk hiervan dient een KLIC-onderzoek te gebeuren wat de ondergrondse obstakels in kaart zal brengen.

Een mogelijke oplossing voor deze knelpunten is een grote aanpassing van de referentielijn om de bebouwing te omzeilen. Deze aanpassing zou plaatsvinden in het noordwesten van de huidige referentielijn. Het nadeel van deze aanpassing is dat het Fort bij Krommeniedijk in dit gebied ligt. Bij de verlegging van de referentielijn naar het noordwesten om de bebouwing, gasleiding en bestaande 150 kV te ontwijken, zal de mastenlijn voor het fort komen en het zicht beperken. Een tweede mogelijkheid is parallel ten zuiden van de huidige referentielijn te verleggen. Hier dient in het begin eventueel een bocht richting het zuidoosten in te komen om de parallelle ligging met de gasleiding te vermijden. Door de referentielijn naar het zuiden tot de rand van de corridor te verleggen zal de invloed op het Fort vervallen, er zal voldoende afstand tot het Fort gerealiseerd worden en de bestaande 150 kV wordt pas op een later punt gekruist. Mogelijks moet de bestaande verbinding niet ondergronds afhankelijk van de aansluiting na groen zuid. Ondanks de verschillende mogelijkheden kan de parallelle ligging met de gasleidingen niet volledig opgelost worden. De parallelle ligging blijft bestaan en in de volgende fase van het project dienen concrete afstanden bepaald worden om de invloeden te bepalen.

5.2.2 Deeltracé zuid (Z)

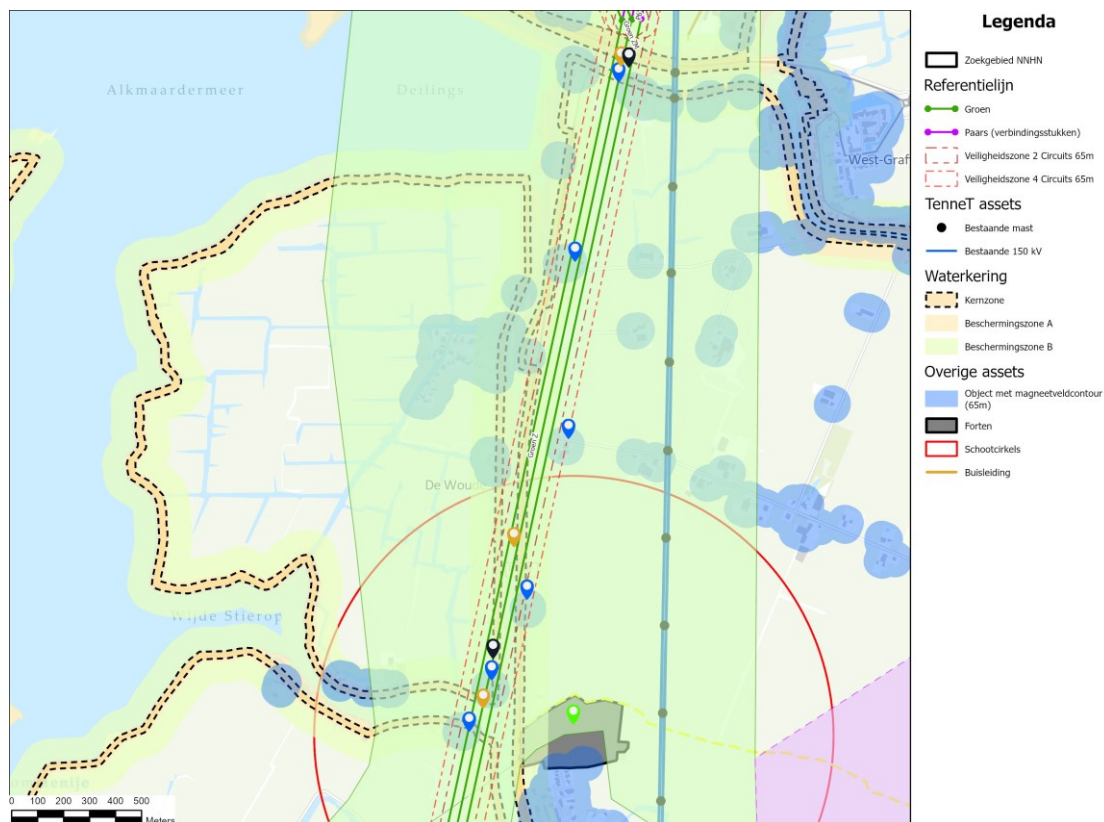
Afbeelding 5.15 Overzicht groen zuid



Combinatie 6

Nabij de Woude zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.16 Combinatie 6



Tabel 5.6 Combinatie 6 groen zuid

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
22102	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22004	waterweg	hoog	hoog	midden	midden
22103	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22153	waterkering	hoog	hoog	laag	laag
22104	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22105	waterweg	hoog	hoog	midden	midden
22106	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22107	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22008	bebouwing	laag	laag	laag	laag
22124	waterweg	hoog	hoog	midden	midden
22155	waterkering	midden	midden	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.16 blijkt dat er verschillende kruisingen zijn met bebouwing, waterwegen en waterkeringen. De grootste invloed bij deze knelpunten is de parallelle ligging met de vaarweg en waterkering. Hoe de referentielijn gelegen is zouden meerdere masten in de waterkering moeten komen en is een groot deel van veldlengte boven de vaarweg gelegen. Dit zorgt voor een hoger risicoprofiel.

Een mast mag niet gebouwd worden in de kernzone van een waterkering. Rondom de kernzone van de waterkering zijn twee soorten beschermingszone. Hierin mogen masten gerealiseerd worden maar dienen mitigerende maatregelen genomen worden. Voor een mast in de beschermingszone van een waterkering dient gebruik gemaakt te worden van trillingvrije fundaties (schroeffundaties). Deze manier van fundering zal zorgen voor een minimale invloed op de waterkering waardoor dit toegestaan kan worden.

Voor een vaarweg dient rekening gehouden worden met het zeegprofiel en de doorvaarthoogte. De nieuwe hoogspanningsverbinding mag niet zorgen voor een verlaging in doorvaarthoogte. Hierom zal eerst de exacte doorvaarthoogte opgevraagd moeten worden om daarna door te rekenen. Het uitgangspunt dat is genomen tijdens deze fase van het project is dat een vrije doorvaarthoogte van 40 m noodzakelijk is. Dit wil zeggen dat het zeegprofiel 40 m boven de wateroppervlakte moet gelegen zijn. Door een grote parallelle ligging kan dit zorgen voor een hoger risicoprofiel. Bij een parallelle ligging moet een grotere veldlengte overbrugd worden. Dit heeft een lager zeegprofiel als gevolg bij dezelfde hoogte van masten.

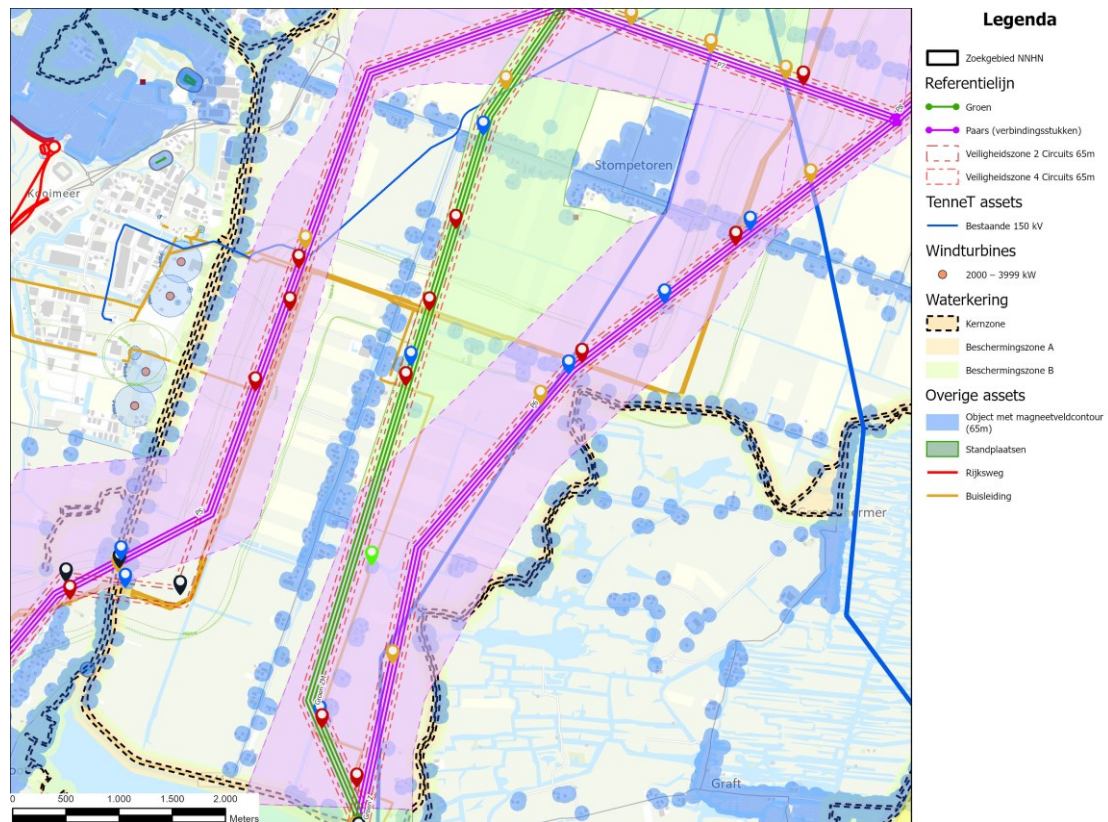
De parallelle ligging met de vaarweg en waterkering zorgen voor een situatie met een hoger risicoprofiel. Dit risicoprofiel is te verlagen door de referentielijn te verleggen om zo de parallelle ligging te vermijden. De referentielijn kan verplaatst worden naar het westen en daar een parallelle ligging hebben met de huidige referentielijn. Dit zal zorgen voor een extra oversteek van een grote vaarweg maar de parallelle ligging met de vaarweg en waterkering worden hierdoor opgelost.

Bij de keuze om de referentielijn naar het oosten te verleggen dient een haakse kruising gerealiseerd te worden om de invloeden te beperken. Als hier wordt gekozen voor een kleinere veldlengte nabij de vaarweg kan de vrije doorvaarthoogte gewaarborgd worden met standaard masten. Eventueel dient een verhoogde mast gebruikt worden maar met een lagere veldlengte die realiseerbaar is zal de kruising mogelijk zijn mits mitigerende maatregelen worden toegepast zoals kleinere veldlengte, aanpassingen aan het mastontwerp et cetera.

Specifiek voor deze locatie kunnen twee routes worden gevonden om de referentielijn binnen de corridor te verleggen en zo de knelpunten te ontwijken of te mitigeren. Bij de keuze van deeltracé groen zuid moet overwogen worden welke aanpassing aan de referentielijn het meest voordelig is. Beide opties hebben nog uitdagingen, maar in mindere mate en/of met minder impact.

5.2.3 Deeltracé zuid midden (ZM)

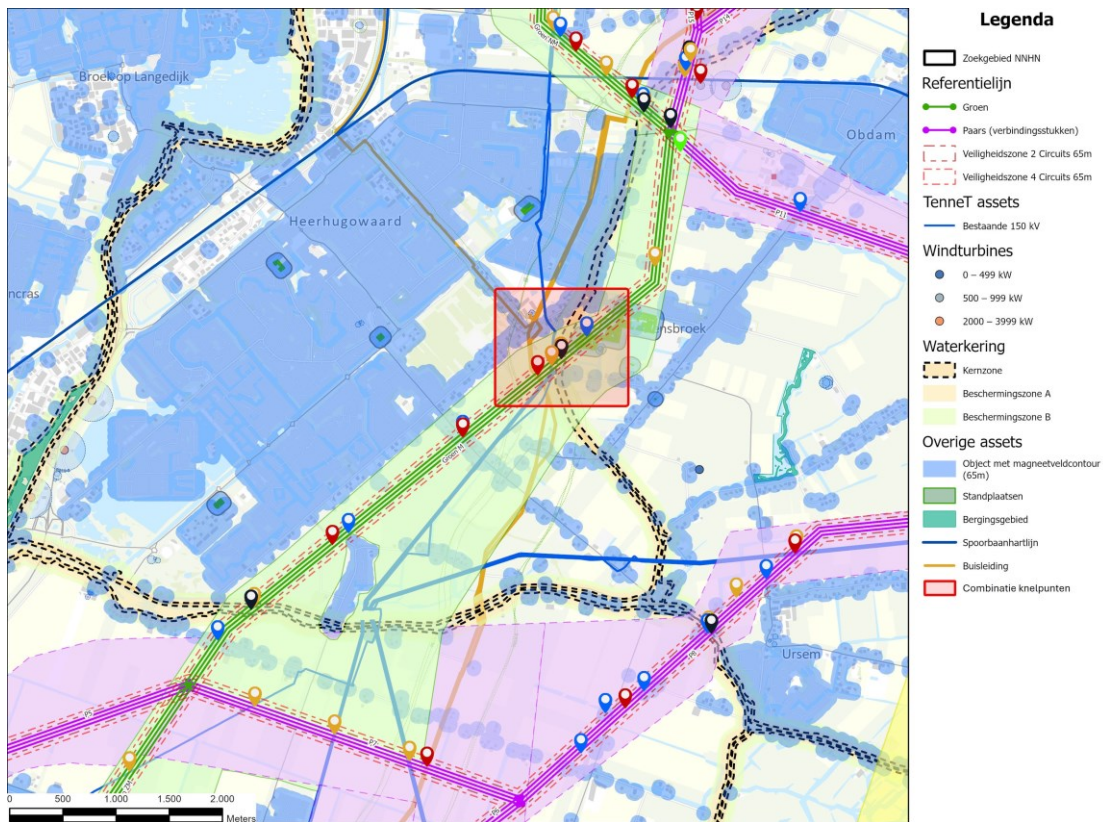
Afbeelding 5.17 Overzicht groen zuid midden



In deeltracé zuid midden van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2.4 Deeltracé midden (M)

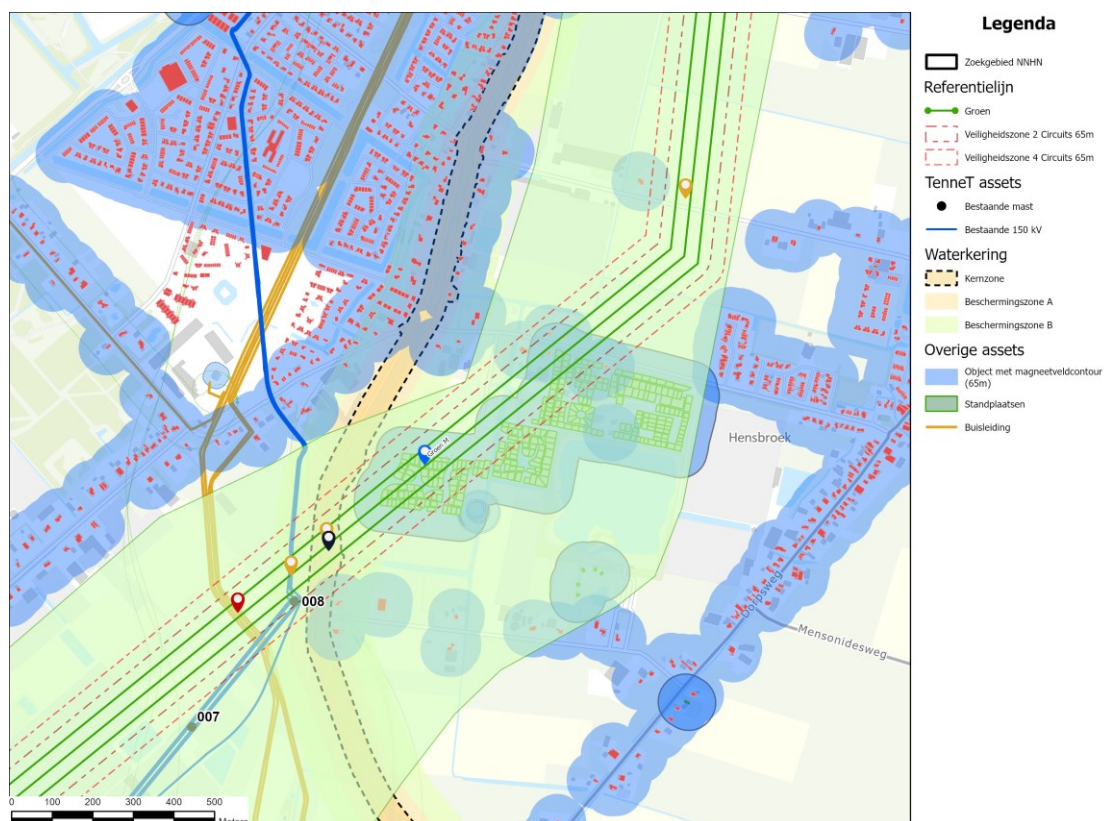
Afbeelding 5.18 Overzicht groen midden



Combinatie 7

Nabij Hensbroek zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.19 Combinatie 7



Tabel 5.7 Combinatie 7 groen midden

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
22142	gasleidingen	midden	midden	midden	midden
22162	bestaande 150 kV	laag	midden	laag	laag
22019	waterweg	midden	midden	midden	midden
22157	waterkering	hoog	hoog	laag	laag
22009	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.19 zijn knelpunten te vinden met verschillende thema's die mogelijke oplossingen voor een knelpunt beperken. Door deze samenkomst wordt deze locatie als één geheel gezien en moeten alle knelpunten met een gezamenlijke oplossing worden aangepakt. Op deze locatie worden gasleidingen, een bestaande 150 kV-verbinding, een waterweg, een waterkering en bebouwing gekruist.

De kruising met de gasleidingen vindt plaats onder een bijna haakse hoek. De kruising met de bestaande 150 kV-verbinding gebeurt bij een opstijgpunt. De lengte over de kernzone van de waterkering is circa 200 m volgens de referentielijn. Daarnaast kruist de huidige referentielijn het Hollands Chalet Park Hensbroek en bevinden zich vlak daarna bebouwingen. De samenkomst van deze knelpunten zorgt voor een uitdagende situatie om een oplossing te vinden.

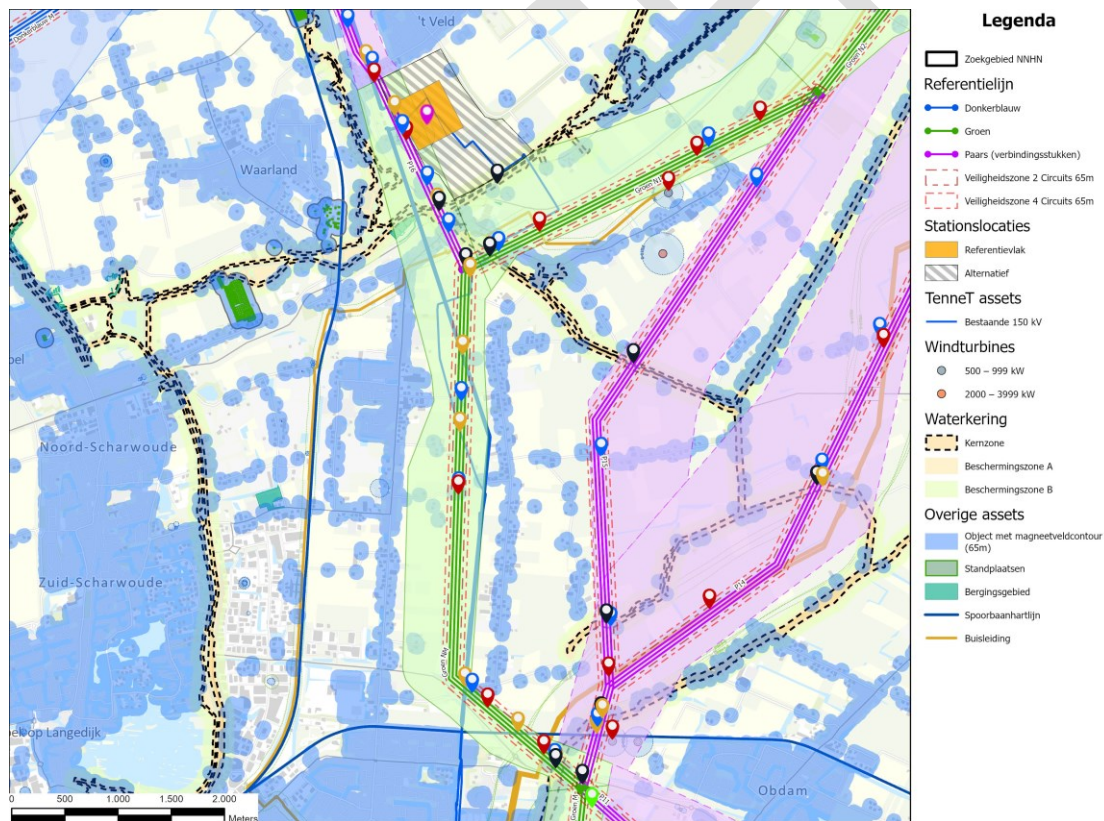
Voor de kruising met gasleidingen dient een minimale afstand van 50 m tussen de buisleidingen en de masten te zijn. Om in het noorden van de buisleiding deze 50 m te waarborgen komt de route te dicht bij het opstijgpunt van de bestaande 150 kV-verbinding. Ook zal dit zorgen voor een mast in de waterkering.

Als eerste stap dient de bestaande 150 kV vroeger ondergronds te gaan om de beïnvloeding op het OSP te mitigeren. Om dit te kunnen realiseren dient een KLIC-onderzoek de ondergrondse obstakels in kaart te brengen. Daarnaast zou het voordelig zijn als de referentielijn een dubbele bocht ondervindt. Dit zal rechtstand doorbreken maar zal zorgen voor een haakse kruising van de vaarweg terwijl ook de veilige afstand tot de ondergrondse kabels en leidingen gewaarborgd wordt. Een haakse kruising van de vaarweg is voordelig omdat hier gewerkt kan worden met een kleinere veldlengte waardoor het zeegprofiel hoger komt te liggen. Er dient namelijk rekening gehouden worden dat vaarvoertuigen nog steeds gebruik kunnen maken van de bestaande vaarweg met de bestaande eisen. Ook voor de waterkering is dit voordelig gezien een kortere veldlengte over het water loopt, zal meer spelingsruimte aanwezig zijn voor de masten buiten de waterkering te houden. Hoewel mogelijkheden bestaan om masten in de beschermingszone van een waterkering te zetten zal dit zorgen voor een hoger risicoprofiel en een andere bouw dan standaard gebruikt wordt.

Er kan gesteld worden dat de knelpunten een lagere impact hebben wanneer de referentielijn naar het noordwesten van de huidige lijn verschuift. Een bocht maakt om een haakse kruising met de waterweg te realiseren. Om daarna een bocht te maken voor een haakse kruising over het Chalet park. Op deze manier worden de technische beïnvloedingen verminderd en verlaagd het risicoprofiel op technisch vlak.

5.2.5 Deeltracé noord midden (NM)

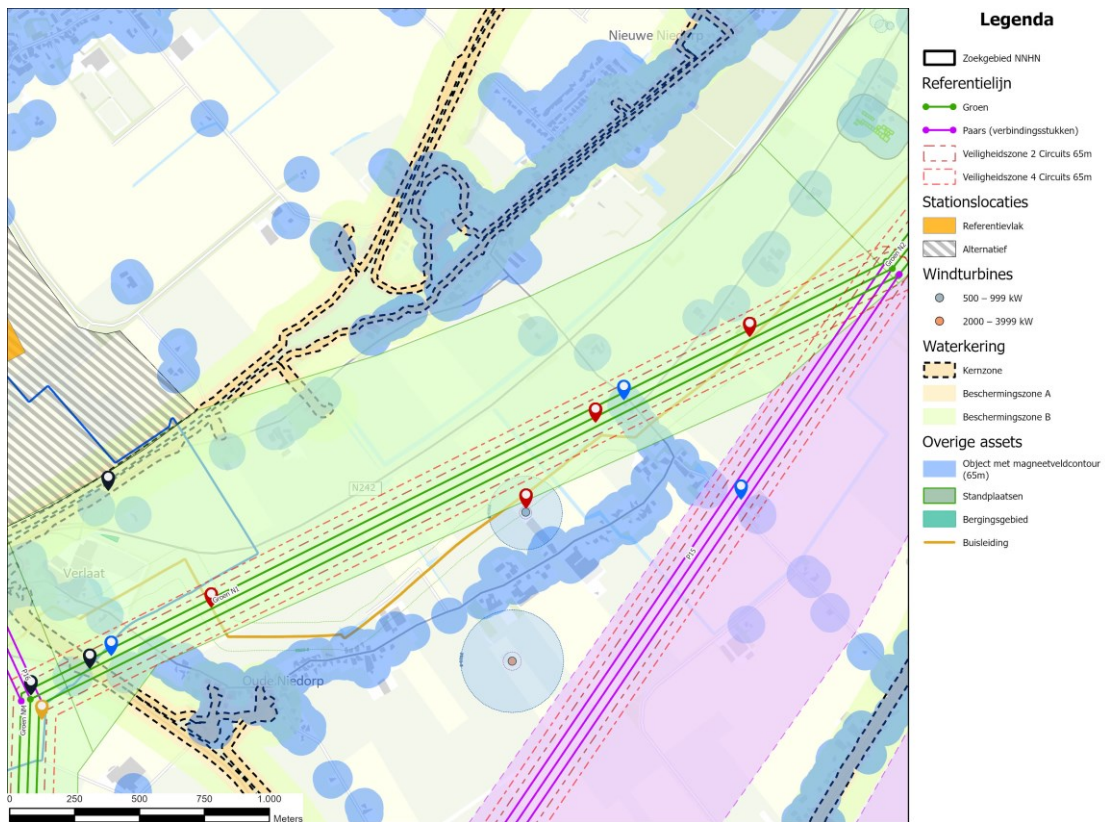
Afbeelding 5.20 Overzicht groen noord midden



In deeltracé noord midden van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2.6 Deeltracé noord 1 (N1)

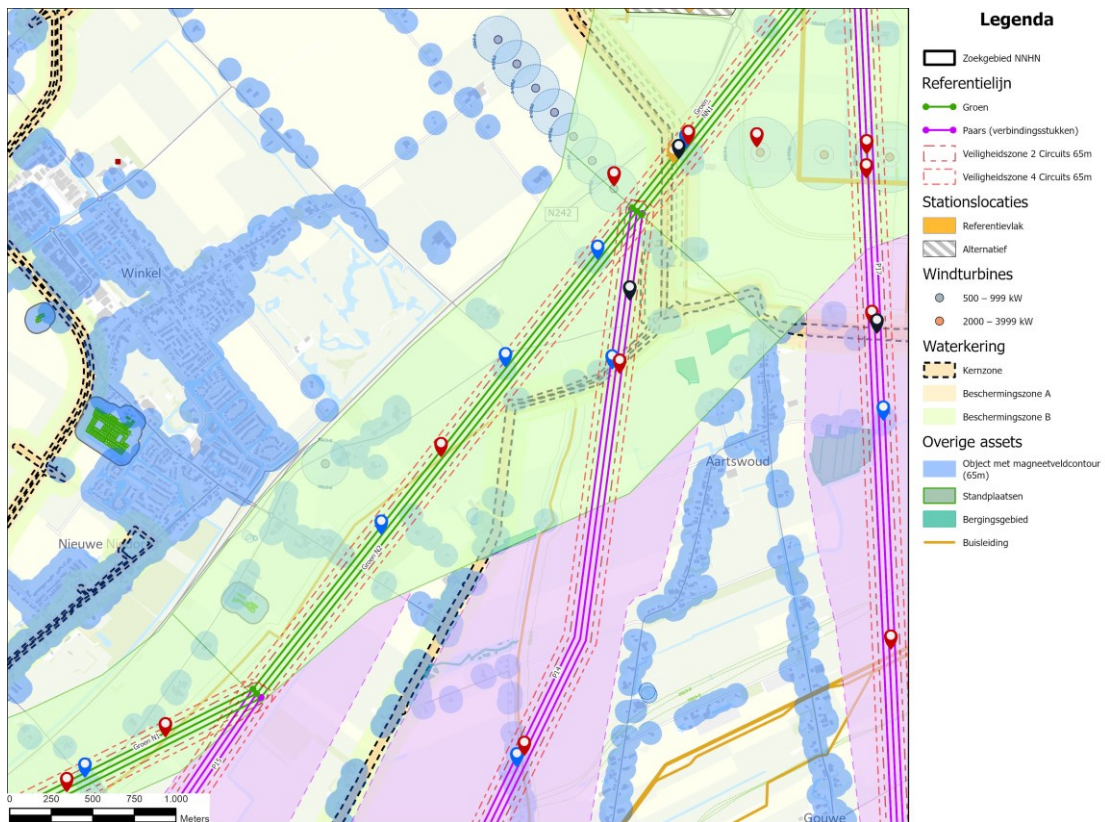
Afbeelding 5.21 Overzicht groen noord 1



In deeltracé noord 1 van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2.7 Deeltracé noord 2 (N2)

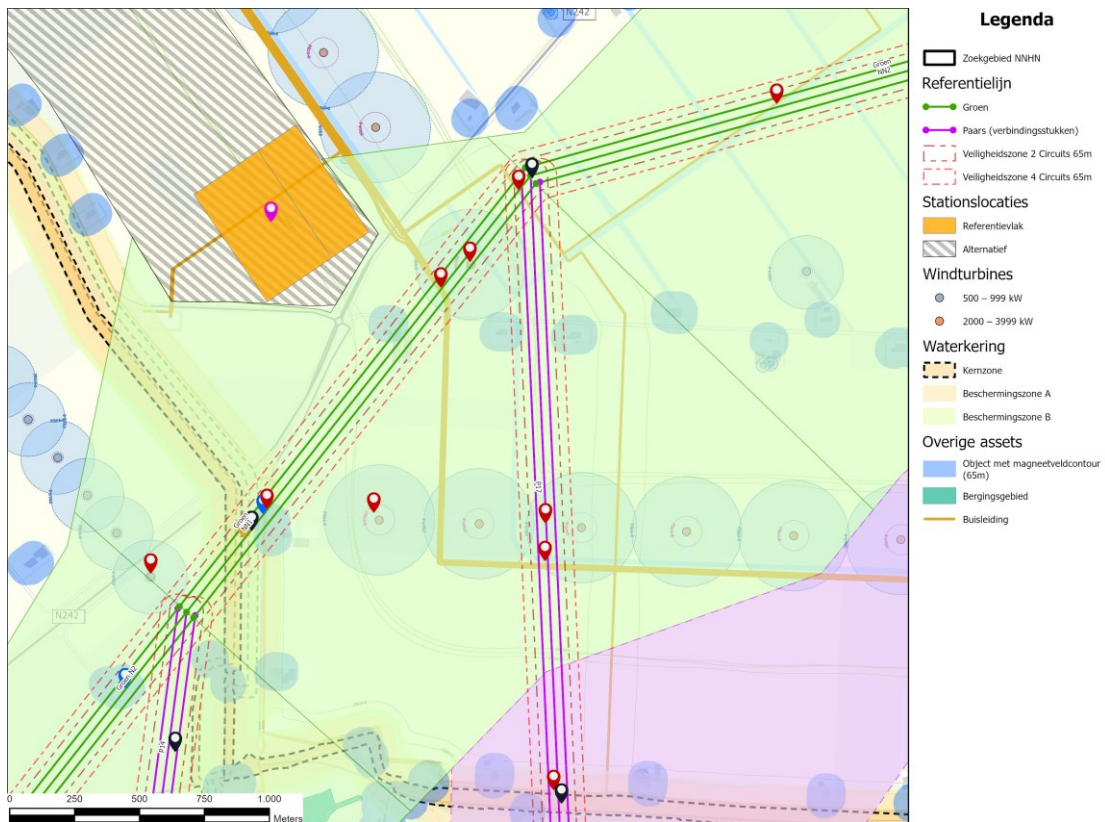
Afbeelding 5.22 Overzicht groen noord 2



In deeltracé noord 2 van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2.8 Deeltracé noord noord 1 (NN1)

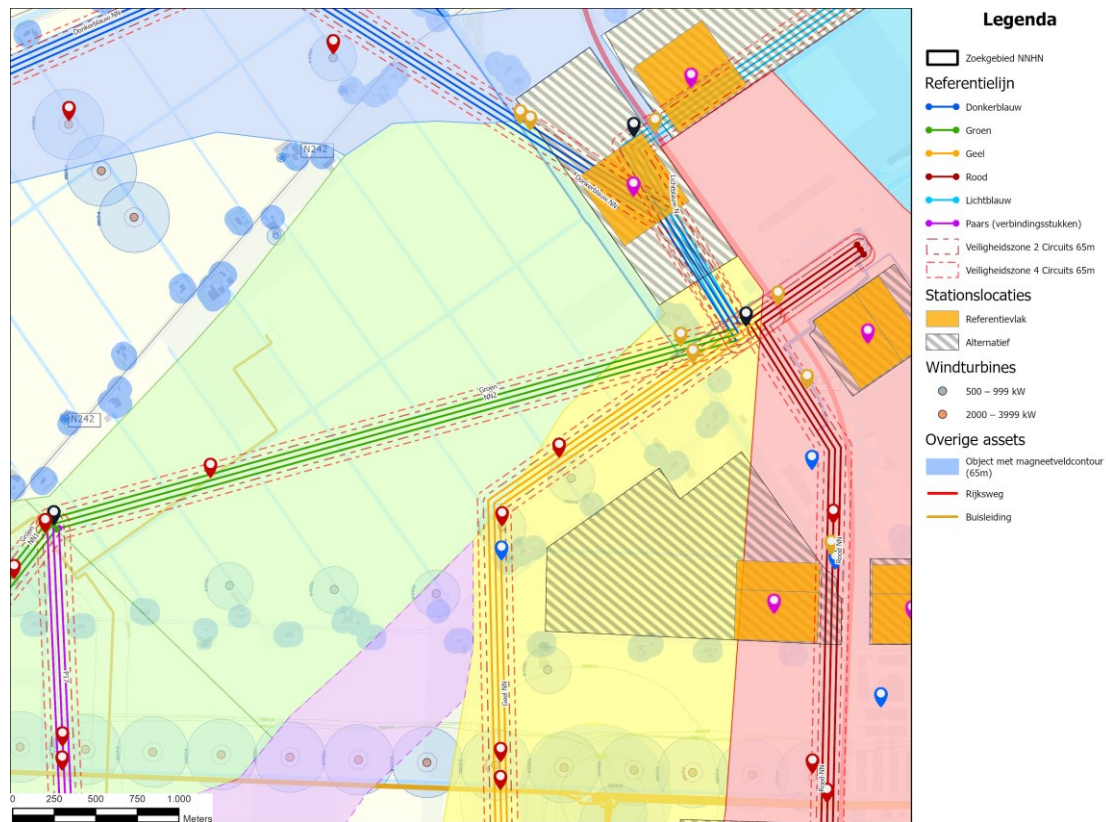
Afbeelding 5.23 Overzicht groen noord noord 1



In deeltracé noord noord 1 van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.2.9 Deeltracé noord noord 2 (NN2)

Afbeelding 5.24 Overzicht groen noord noord 2

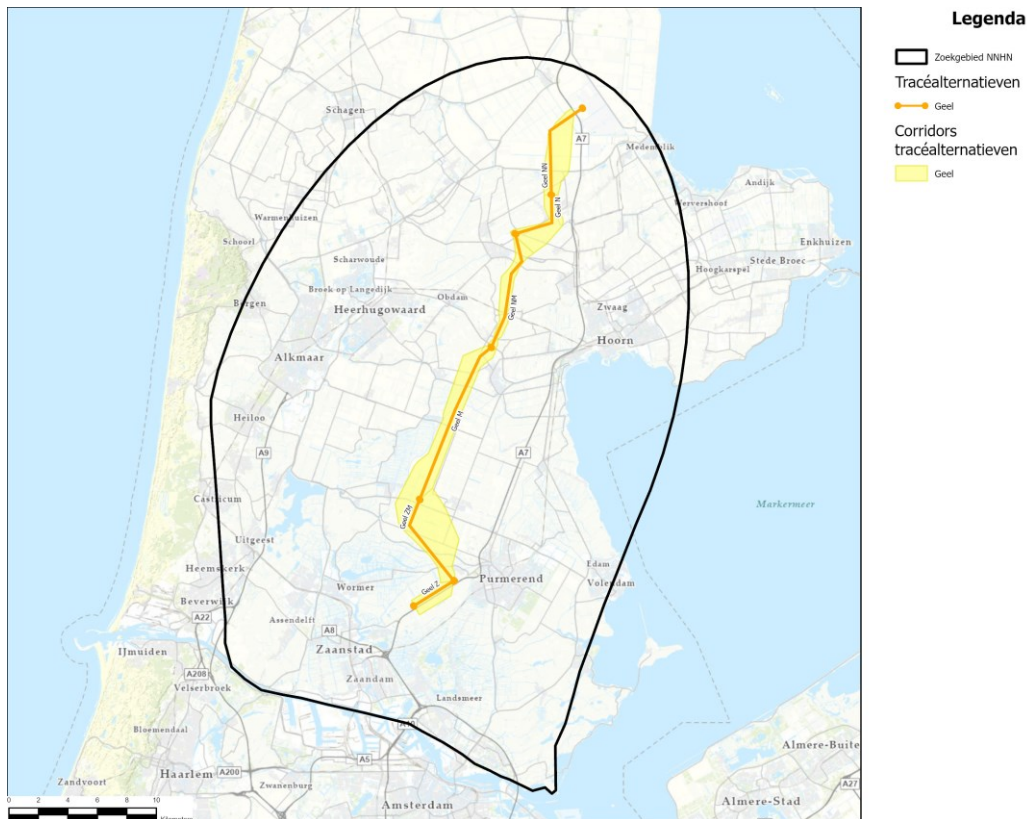


In deeltracé noord noord 2 van de groene route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3 Tracé geel

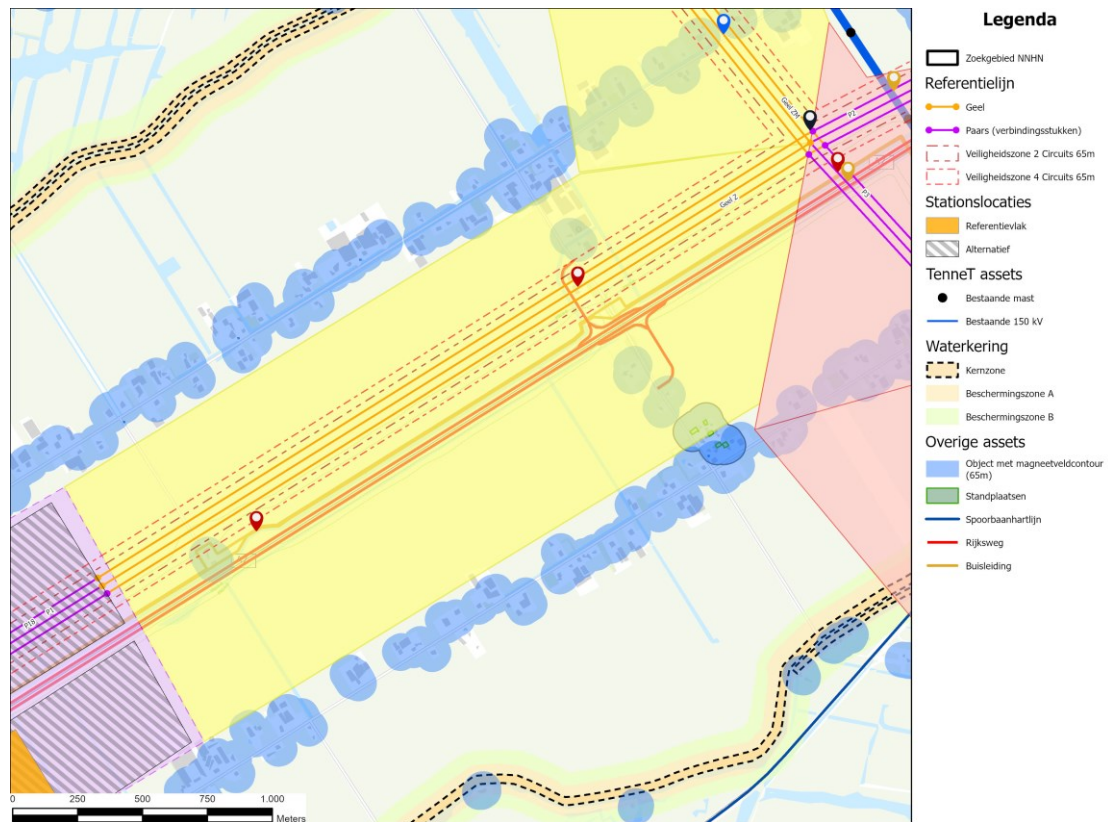
De gele referentielijn is opgedeeld in zes deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen de referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingsstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.25 Overzicht geel



5.3.1 Deeltracé zuid (Z)

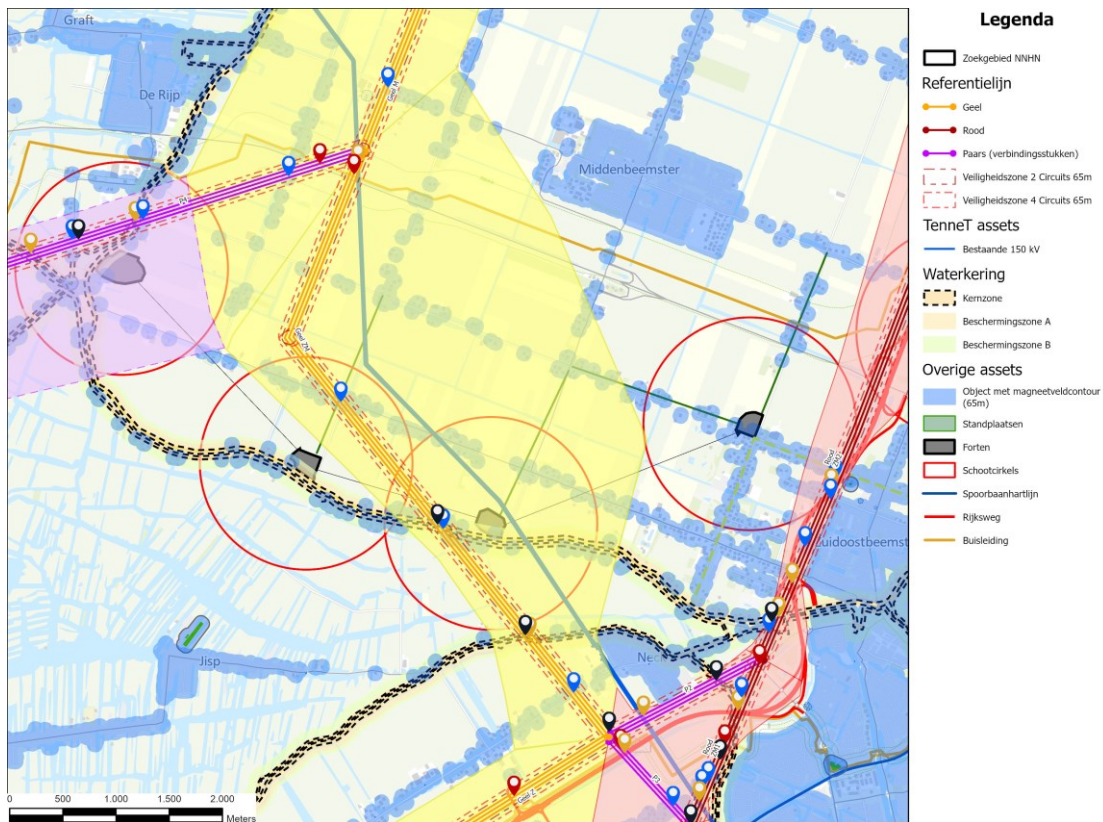
Afbeelding 5.26 Overzicht geel zuid



In deeltracé zuid van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3.2 Deeltracé zuid midden (ZM)

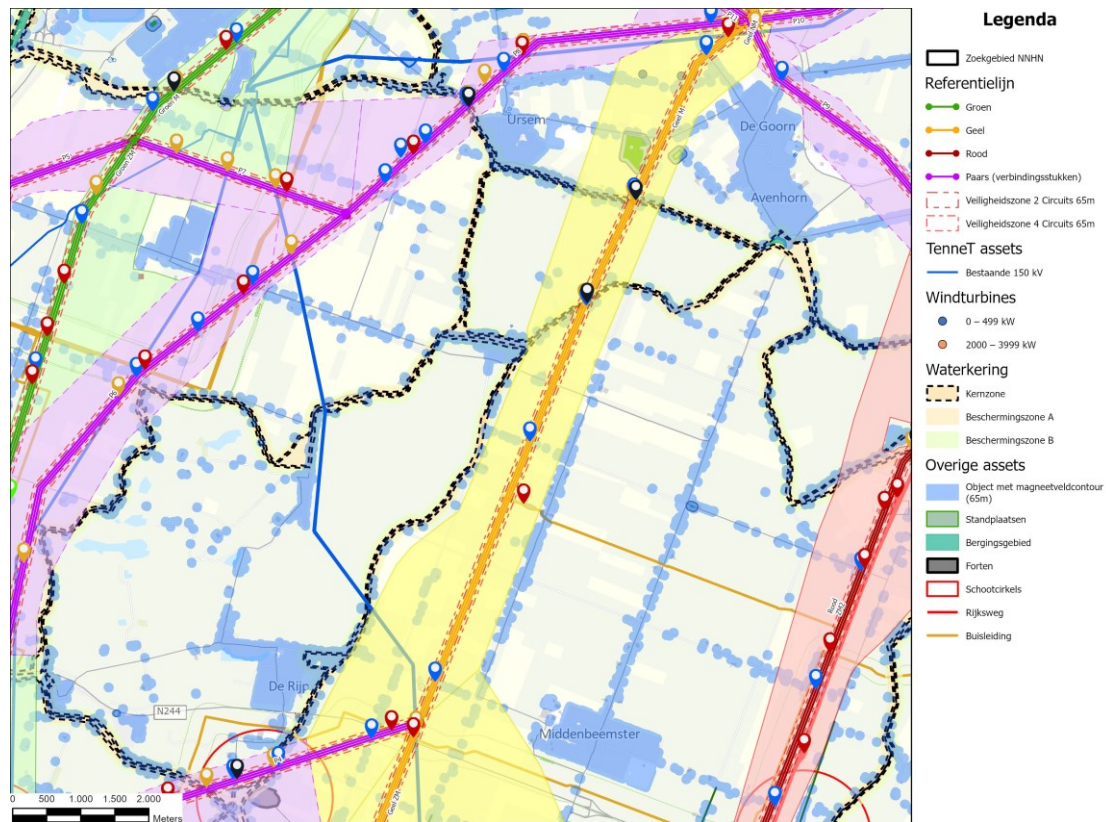
Afbeelding 5.27 Overzicht geel zuid midden



In deeltracé zuid midden van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3.3 Deeltracé midden (M)

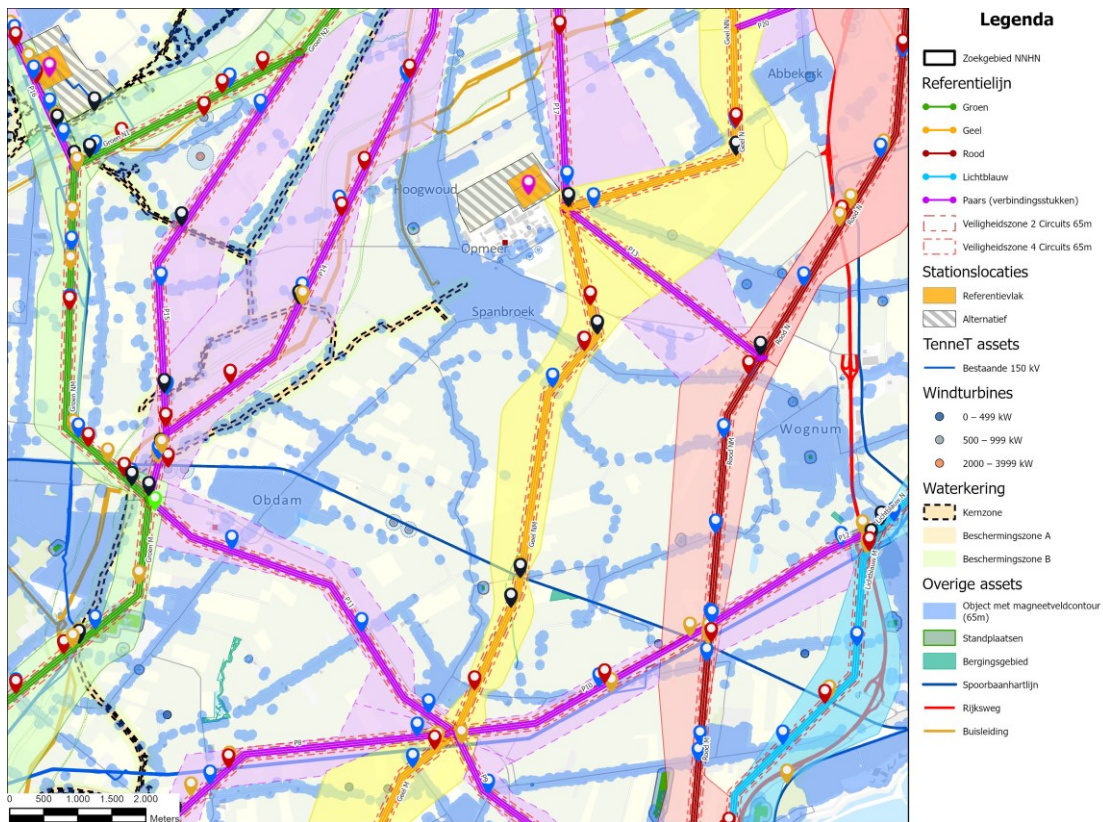
Afbeelding 5.28 Overzicht geel midden



In deeltracé midden van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3.4 Deeltracé noord midden (NM)

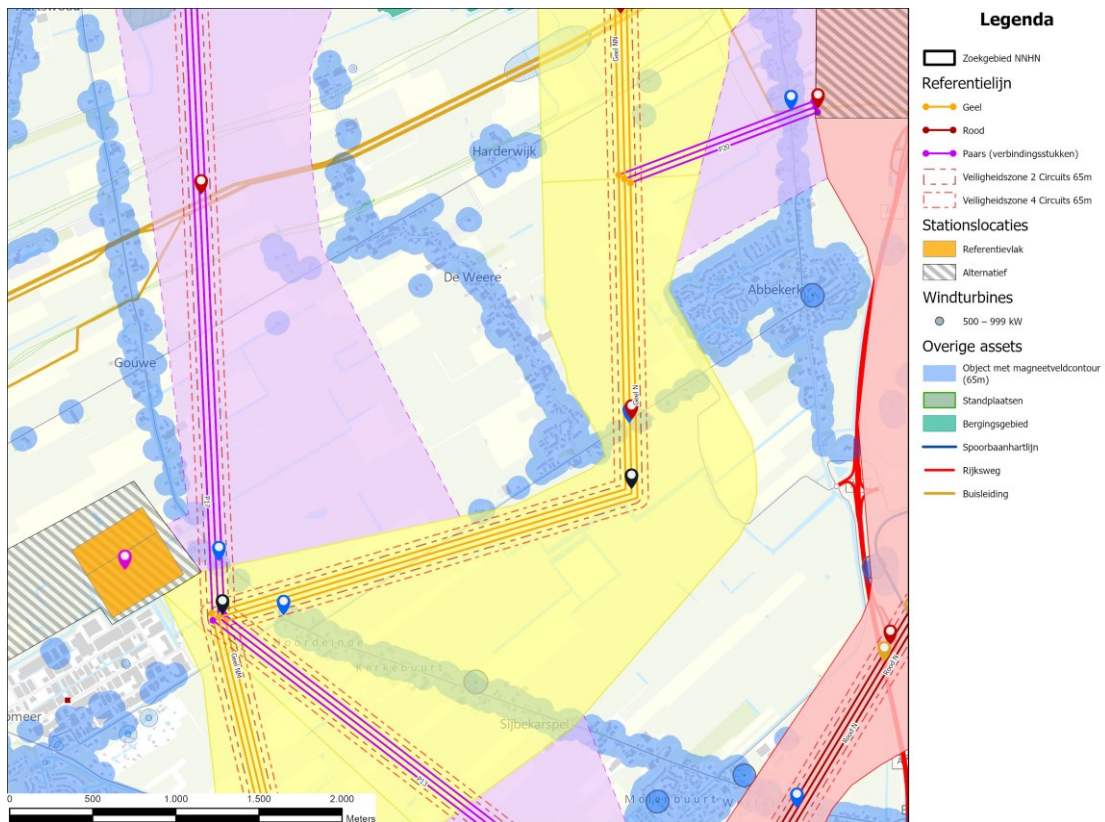
Afbeelding 5.29 Overzicht geel noord midden



In deeltracé noord midden van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3.5 Deeltracé noord (N)

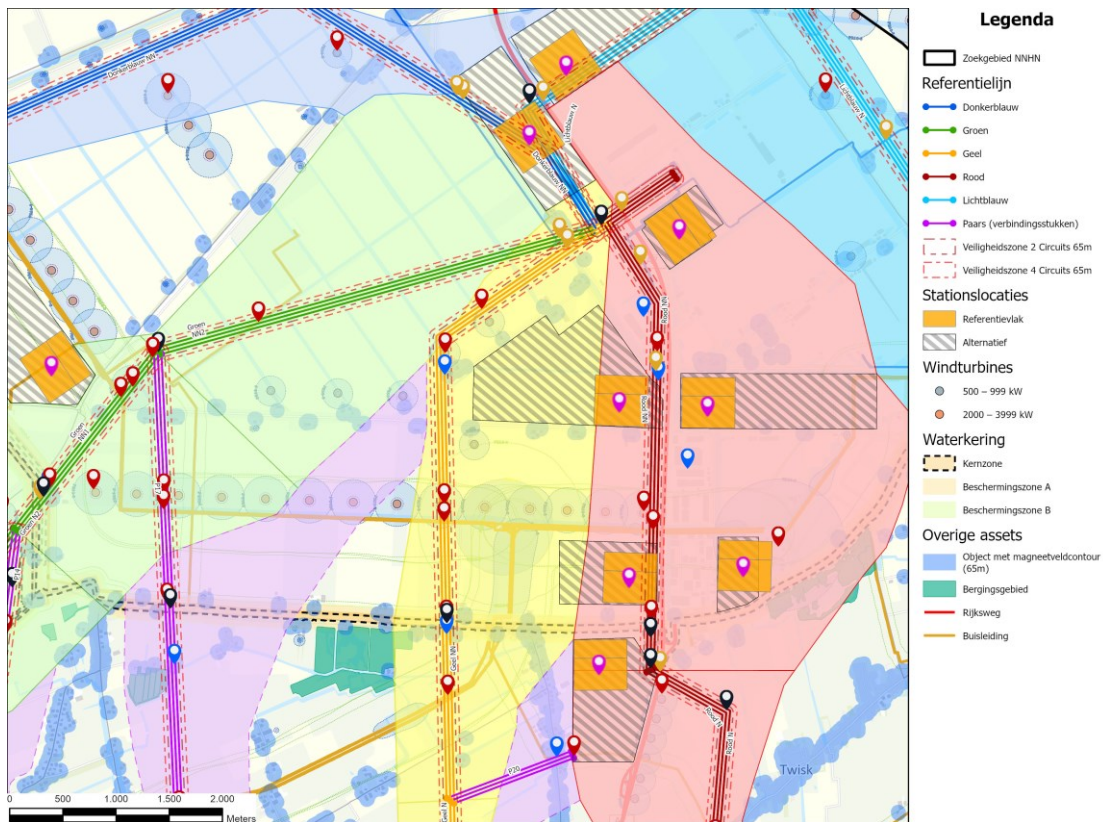
Afbeelding 5.30 Overzicht geel noord



In deeltracé noord van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.3.6 Deeltracé noord noord (NN)

Afbeelding 5.31 Overzicht geel noord noord

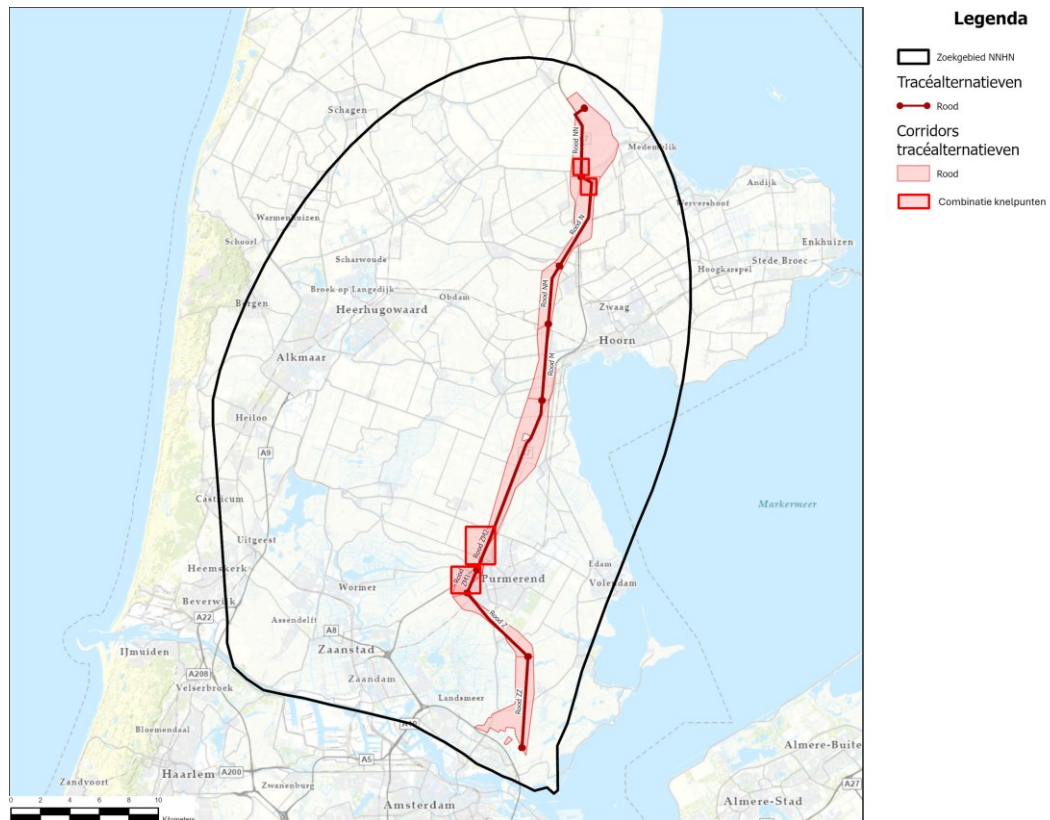


In deeltracé noord noord van de gele route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4 Tracé rood

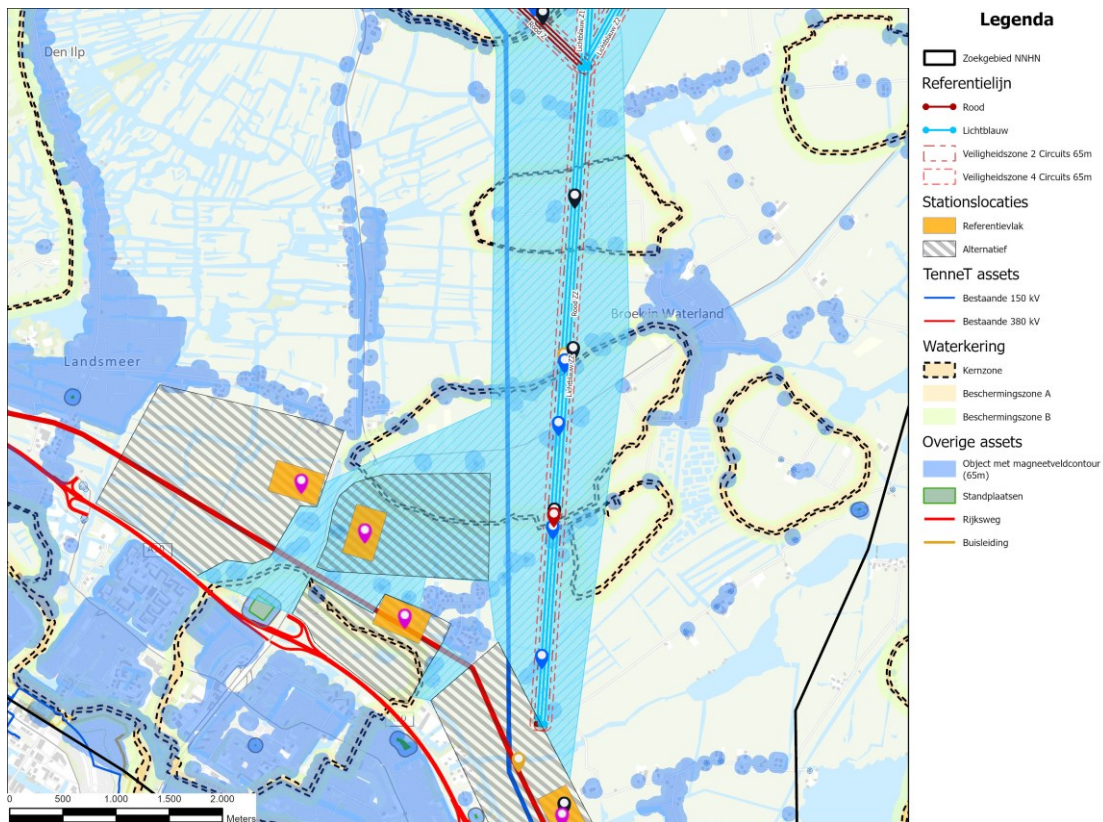
De rode referentielijn is opgedeeld in zeven deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen de referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.32 Overzicht road



5.4.1 Deeltracé zuid zuid (ZZ)

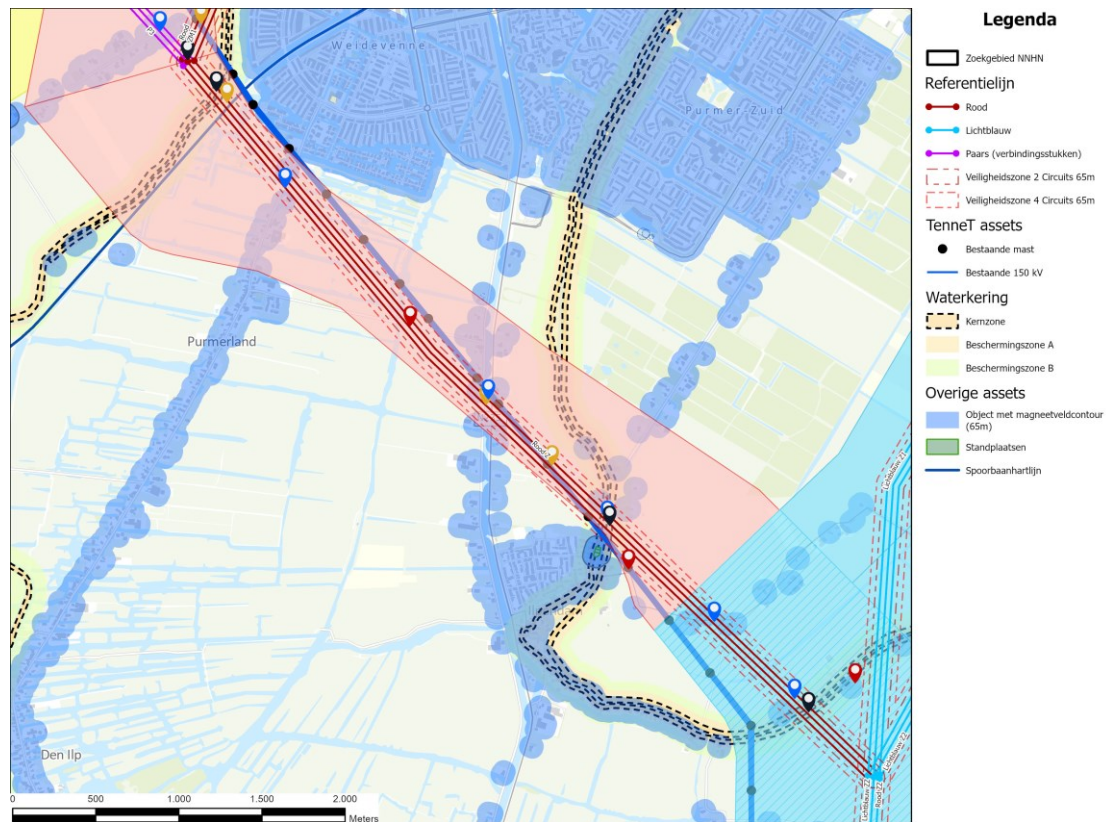
Afbeelding 5.33 Overzicht rood zuid zuid



In deeltracé zuid zuid van de rode route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4.2 Deeltracé zuid (Z)

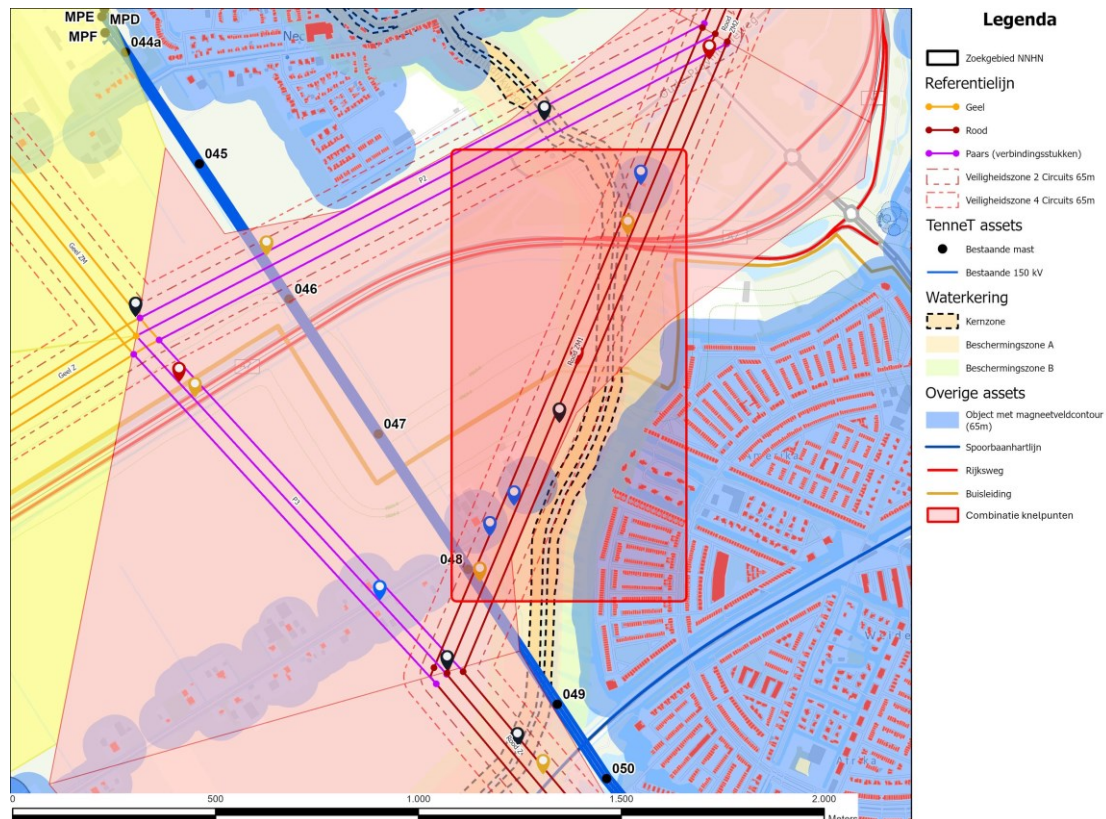
Afbeelding 5.34 Overzicht rood zuid



In deeltracé zuid van de rode route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4.3 Deeltracé zuid midden 1 (ZM1)

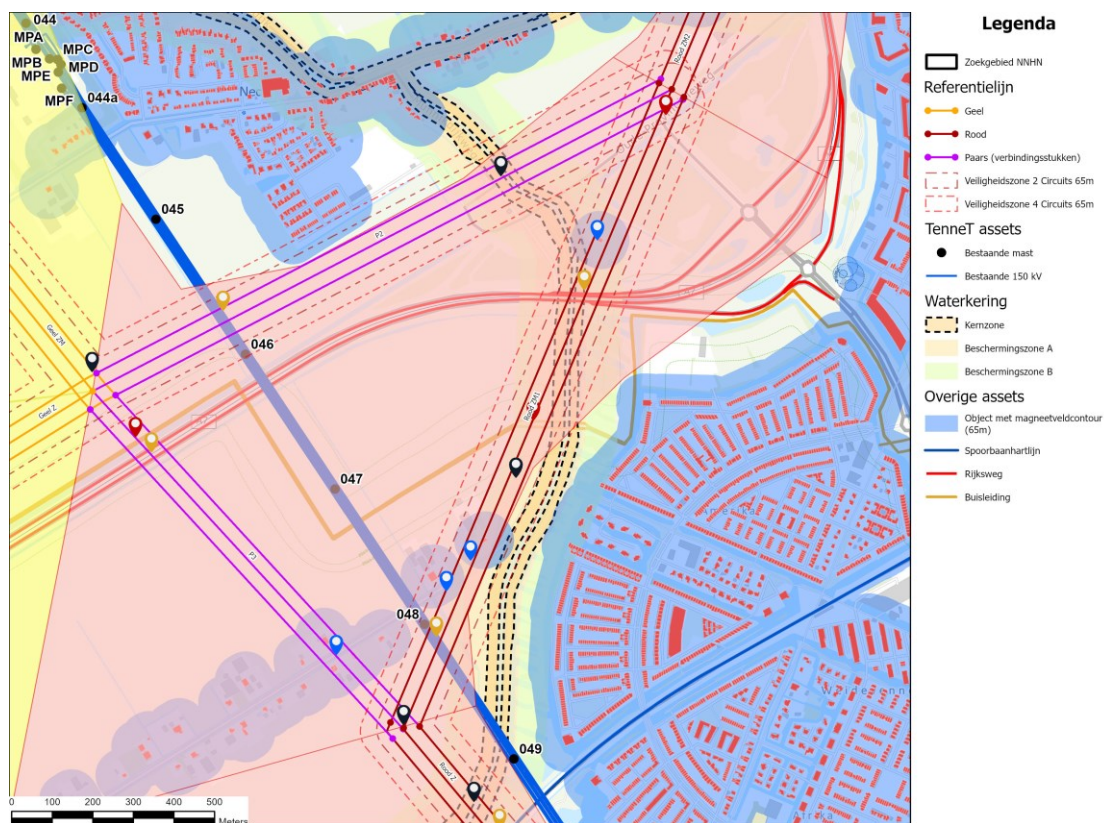
Afbeelding 5.35 Overzicht rood zuid midden 1



Combinatie 8

Nabij Wijdewormer zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. De oplossing of combinatie van oplossingen zal ervoor moeten zorgen dat alle knelpunten op deze locatie opgelost kunnen worden. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.36 Combinatie 8



Tabel 5.8 Combinatie 8 rood zuid midden 1

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
42117	hoek	hoog	hoog	midden	midden
42035	bestaande 150 kV	midden	midden	laag	laag
42036	bebouwing	laag	laag	laag	laag
42141	waterkering	hoog	hoog	midden	midden
42131	gasleidingen	midden	midden	laag	laag
42012	rijksweg	laag	laag	laag	laag
42110	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.36 zijn meerdere knelpunten te zien met verschillende thema's. De soorten knelpunten zijn weergegeven in tabel 5.8. Voor informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden. In dit rapport wordt gekeken naar de oplossingen om de samenkomst van deze knelpunten te beoordelen.

De grote uitdagingen op deze locatie komen voort uit de hoek en de waterkering. Door de omliggende infrastructuur is het aanpassen van de referentielijn niet eenvoudig zonder invloed te hebben op andere zaken. Voor de hoekverdraaiing zal de hoek verdeeld moeten worden over twee hoekmasten. Hier is voldoende ruimte voor mits de bestaande 150 kV ondergronds wordt gelegd en wordt gekeken naar bebouwing. Bebouwing is geen technisch probleem maar dient in rekening gebracht voor de mastlocaties. Voor de kruising met de waterkering dient een onderzoek in de volgende fase naar mastlocaties te

gebeuren. Standaard kan gesteld worden dat een mast niet binnen een kernzone mag staan maar wel gerealiseerd kan worden in de beschermingszone van een waterkering mits mitigerende maatregelen zoals het gebruik van trillingvrije fundaties.

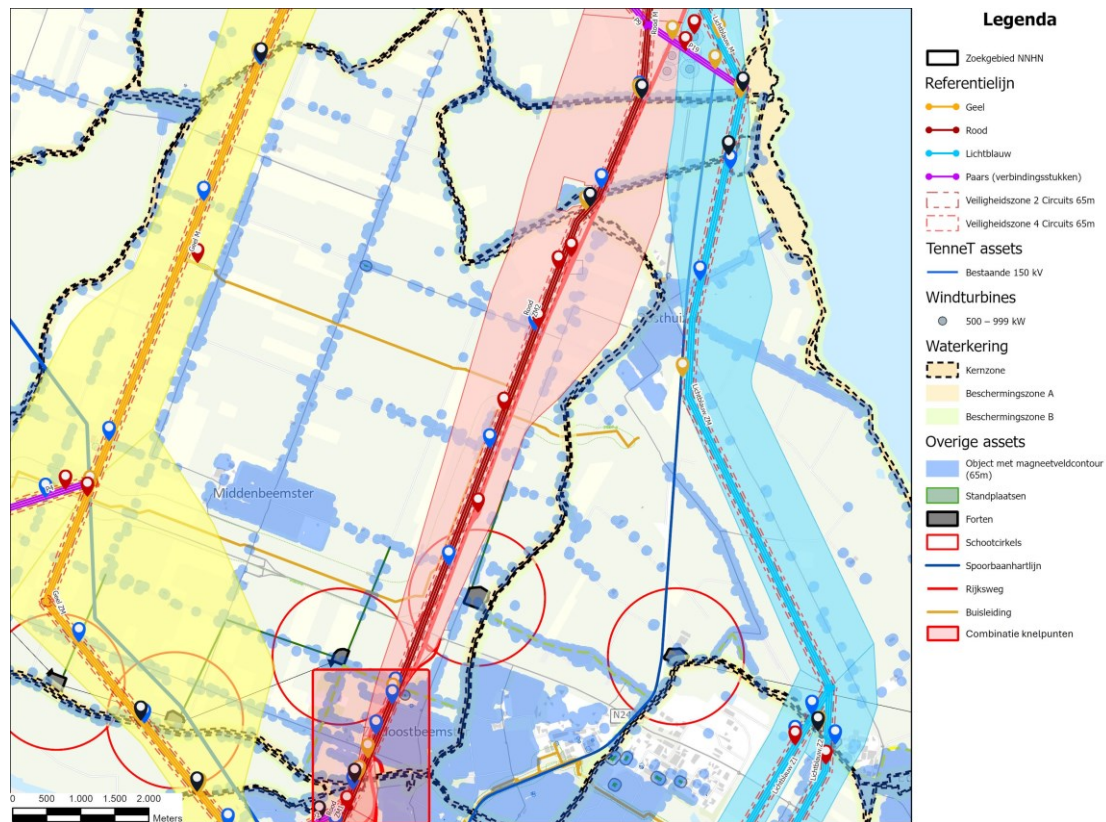
De kruising met bestaande TenneT assets betreft een kruising met 3x 150 kV bovengronds. Een kruising met een bestaande verbinding kan opgelost worden door de laagste spanning, in dit geval de 3x 150 kV, ondergronds te leggen. Hoewel dit de standaard oplossing is dient rekening gehouden worden dat hier 3 circuits te vinden zijn wat mogelijk een grotere impact heeft doordat meer ruimte noodzakelijk is. Voor het ondergronds leggen van de bestaande 150 kV-verbindingen dient een KLIC-onderzoek te gebeuren om de ondergrondse obstakels te lokaliseren.

De rijksweg wordt gekruist op een punt waar op- en afritten zijn. Overleg met Rijkswaterstaat is nodig om de invloed te bepalen en te beslissen of de referentielijn verplaatst moet worden. Er is een smalle ruimte beschikbaar in het westen om een andere kruising van de rijksweg te realiseren. Bij de kruising van een rijksweg dient rekening gehouden worden met de vrije rijkshoogte die gerealiseerd moet worden. In volgende fase van het project dienen de mastlocaties bepaald te worden waardoor het zeegprofiel berekend kan worden. Hier dient een controle te gebeuren of het zeegprofiel hoog genoeg boven de rijksweg hangt. Mogelijks dienen de masten verhoogd te worden om een veilige rijkshoogte te realiseren.

De conclusie voor deze locatie is dat, mits aanpassingen, de knelpunten gemitigeerd kunnen worden. Doordat bebouwing niet gezien wordt als een technisch probleem kan de referentielijn verschoven worden naar het noordwesten om zo de parallelle ligging met de waterkering op te lossen. Ook de hoekverdraaiing kan hierdoor eenvoudig opgedeeld worden over meerdere masten waardoor deze invloed ook komt te vervallen. De bestaande 150 kV-verbinding kan op het moment van kruisen ondergronds gelegd worden en er kan gewaarborgd worden dat masten een minimale afstand van 50 m hebben tot de gasleiding. Deze locatie is op technisch vlak te verlagen naar een middelmatig risicoprofiel maar zal zorgen dat er meer huizen in de veiligheidszone komen te liggen.

5.4.4 Deeltracé zuid midden 2 (ZM2)

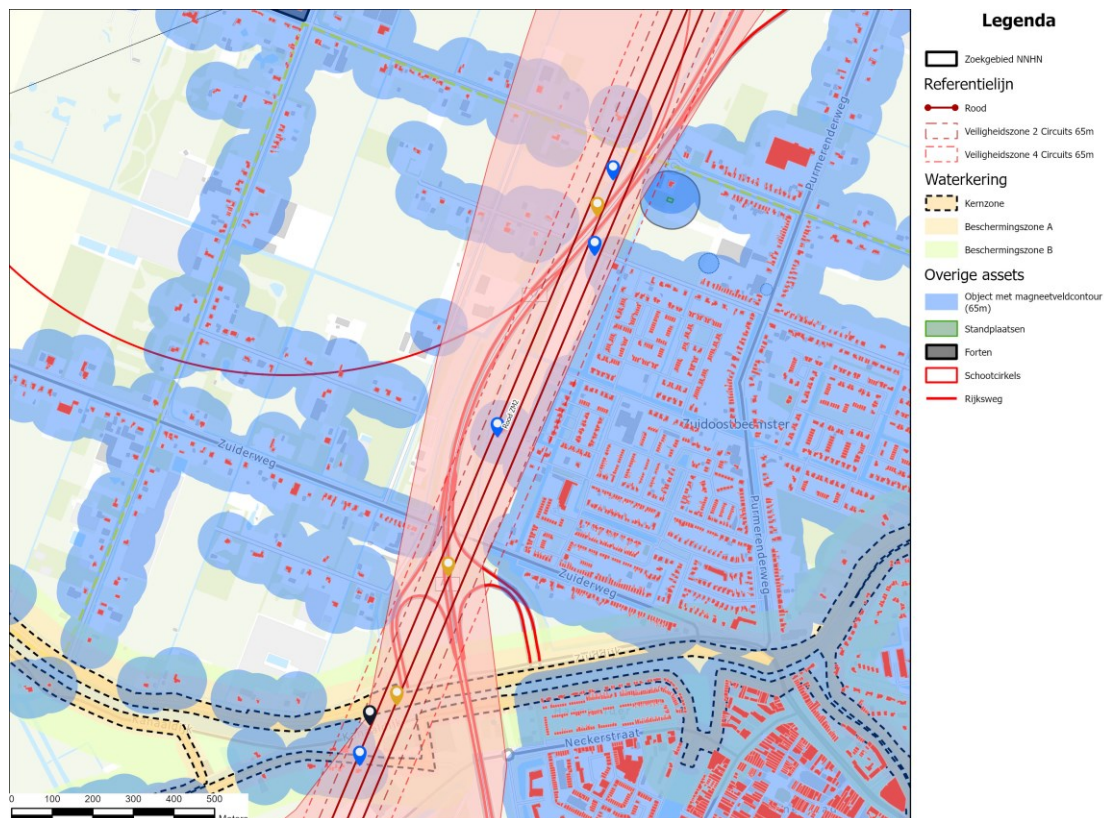
Afbeelding 5.37 Overzicht rood zuid midden 2



Combinatie 9

Nabij Zuidoostbeemster zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.38 Combinatie 9



Tabel 5.9 Combinatie 9 rood zuid midden 2

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
42014	bebouwing	laag	laag	laag	laag
42142	waterkering	hoog	hoog	midden	midden
42015	waterweg	hoog	hoog	midden	midden
42016	rijksweg	hoog	hoog	hoog	hoog
42017	bebouwing	laag	laag	laag	laag
42101	rijksweg	hoog	hoog	hoog	hoog
42034	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		no go	no go	hoog	hoog

Bij een analyse van afbeelding 5.38 zijn meerdere knelpunten te zien met verschillende thema's. In de bovenstaande tabel is te zien dat er meerdere knelpunten zijn met een hoge wegingsfactor. Deze hoge wegingsfactoren zijn afkomstig van de kruising met een rijksweg.

Wat betreft de rijksweg is er een kruising met een half klaverblad. Een klaverbladknooppunt is een knooppunt met een volledig ongelijkvloerse verbinding tussen twee kruisende wegen. Door de kruising in combinatie met de op- en afritten is op deze locatie een half klaverblad te zien vanuit de lucht. Binnen het klaverblad van de rijksweg is de kans zeer klein dat een vergunning verkregen wordt om een mast te plaatsen. Dit wordt verboden volgens de regelgeving van Rijkswaterstaat en dit is uitdagend tijdens de bouw en onderhoud van de mast. Door dit knelpunt is deze locatie niet eenvoudig op te lossen.

De enige oplossing zou zijn om een vergunning te regelen bij Rijkswaterstaat om masten in het klaverblad te plaatsen. Echter, deze vergunning alleen zal de locatie niet oplossen, omdat er ook verschillende kruisingen met bebouwingen zijn. Hoewel dit geen uitdagingen geeft op technisch vlak dient rekening gehouden worden dat huizen zo min mogelijk aanwezig mogen zijn in de veiligheidszone. Deze zone is een indicatieve zone tijdens deze fase van het project die alle invloed van een hoogspanningslijn combineert.

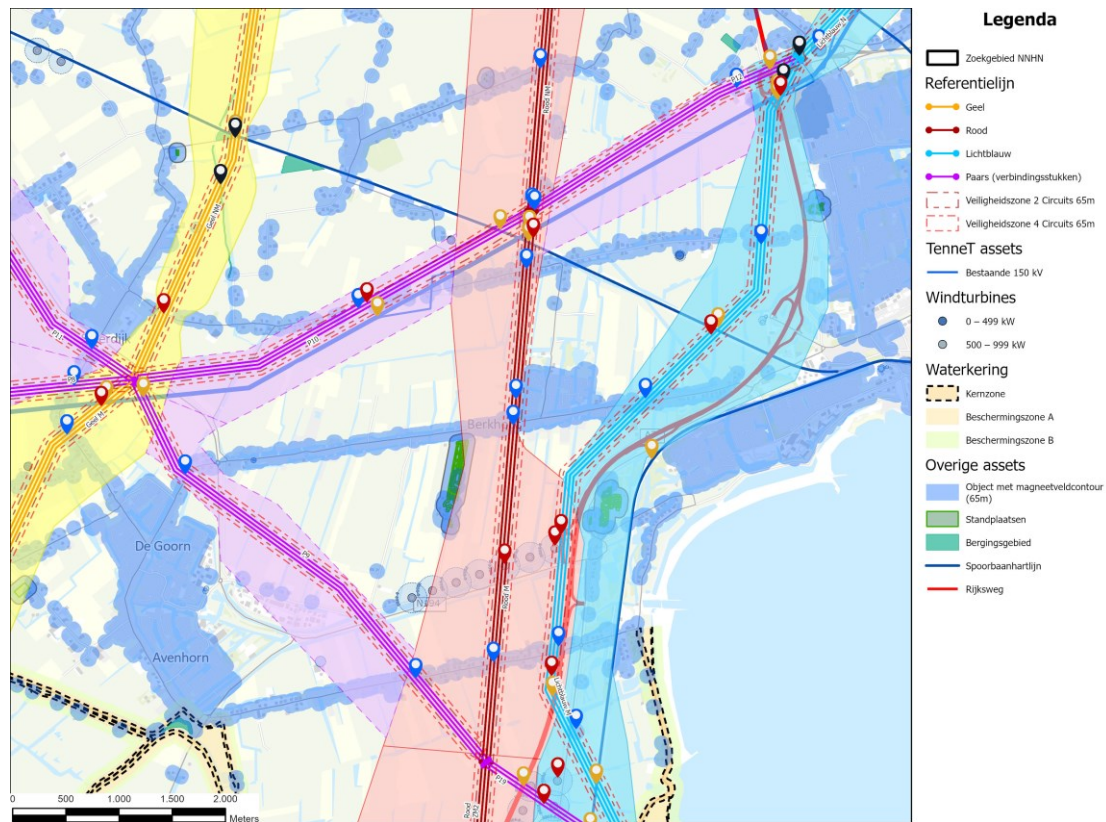
Naast de mastlocatie dient ook rekening gehouden worden met de masthoogtes. Doordat een kruising met een half klaverblad gerealiseerd dient te worden zit er verschil in hoogtes tussen de rijkswegen. Omdat een vrije ruimte tussen de rijksweg en de hoogspanningslijnen gerealiseerd moet worden, dient in de volgende fase van het project onderzoek te gebeuren naar het zeegprofiel tussen de masten die hier geplaatst zullen worden. Mogelijks dient de mast verhoogd te worden om een vrije ruimte tot de rijksweg te kunnen realiseren.

De kruising met de waterkering heeft een afstand van circa 300 m binnen de kernzone. Dit zorgt ook voor mogelijke uitdagingen met betrekking tot de fundatie van masten. Gebruik van trillingvrije fundaties kan invloeden beperken, maar door de afstand van 300 m binnen de kernzone, zullen de masten een grote overspan blijven hebben. Dit zal zorgen dat het zeegprofiel lager komt te hangen, waardoor de vaarweg mogelijk voor extra uitdagingen zorgt met betrekking tot de hoogte van de masten.

Kortom, deze locatie brengt veel technische uitdagingen met zich mee. Dit zal zorgen voor een langere doorlooptijd en onderzoeken naar de verschillende mogelijkheden. Bij de keuze van deeltracé rood zuid midden 2 moet hiermee rekening worden gehouden. Indien geen vergunning verkregen wordt om in een half klaverblad van de rijksweg te bouwen wordt deze locatie als een **no go** geacht. Wanneer deze vergunning wel verkregen wordt zal het een zeer hoog risicoprofiel hebben maar kan de verbinding gerealiseerd worden.

5.4.5 Deeltracé midden (M)

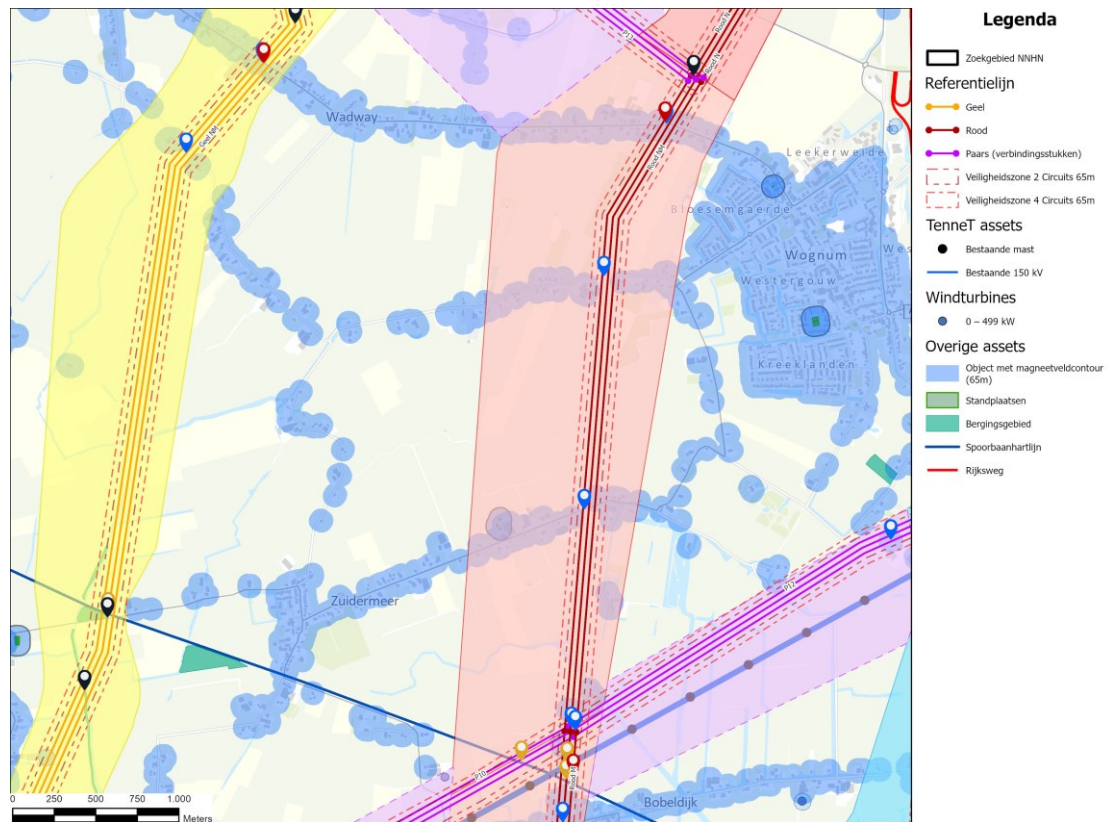
Afbeelding 5.39 Overzicht rood midden



In deeltracé midden van de rode route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4.6 Deeltracé noord midden (NM)

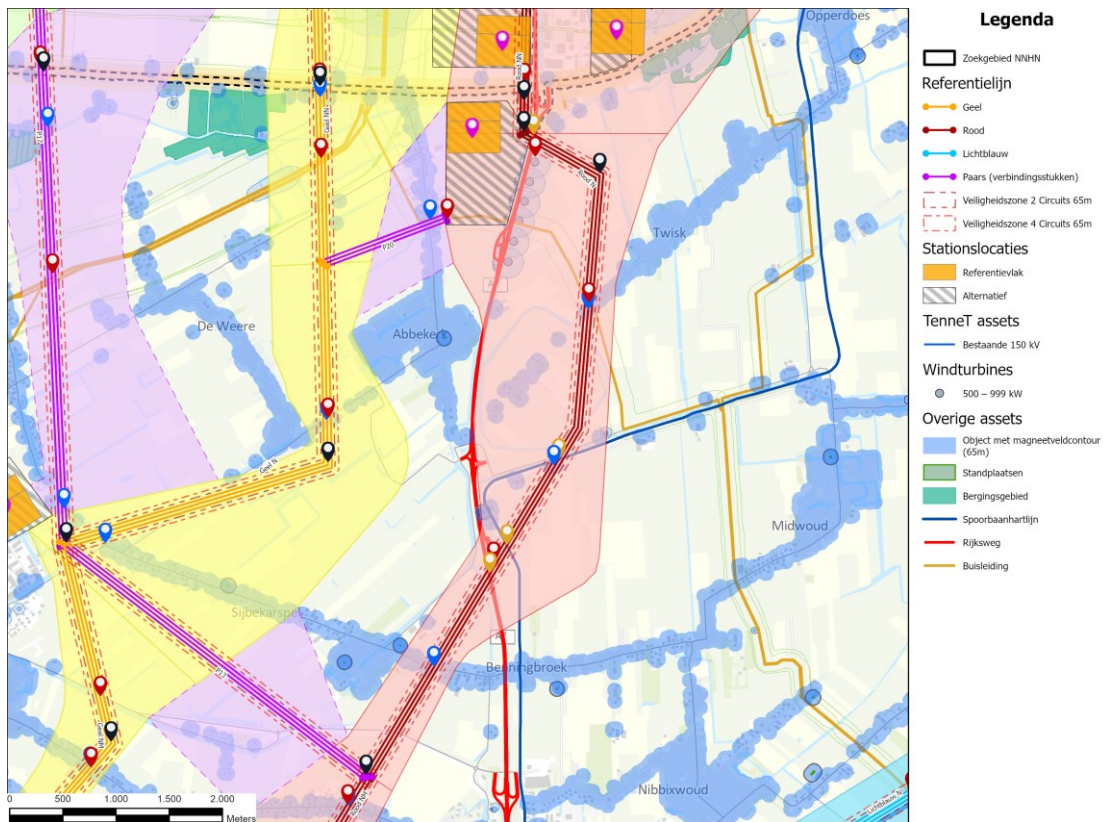
Afbeelding 5.40 Overzicht rood noord midden



In deeltracé noord midden van de rode route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4.7 Deeltracé noord (N)

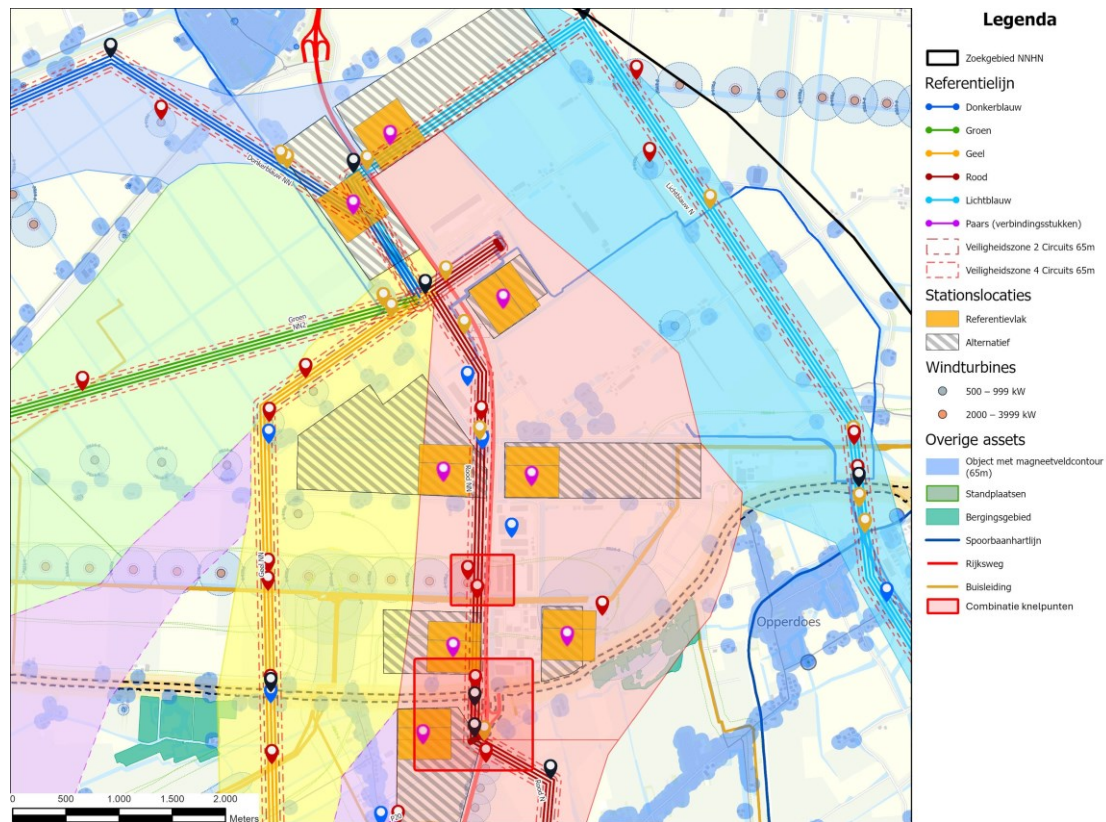
Afbeelding 5.41 Overzicht rood noord



In deeltracé noord van de rode route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.4.8 Deeltracé noord noord (NN)

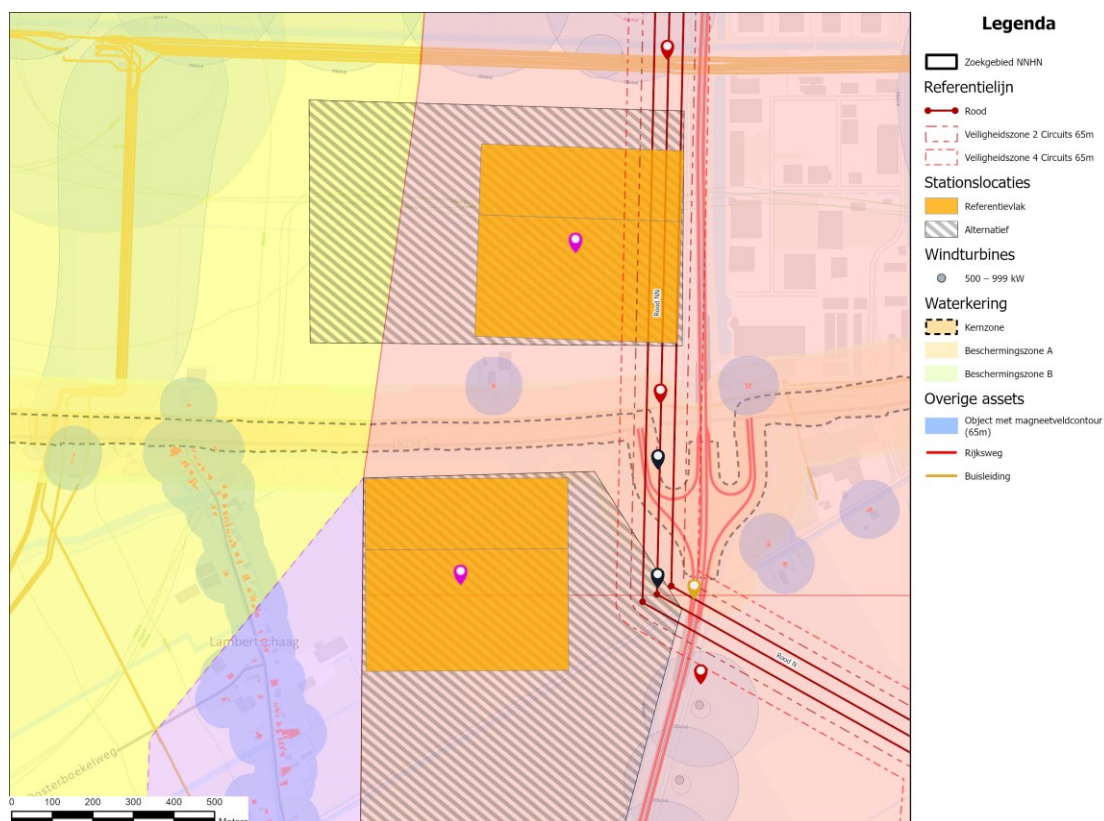
Afbeelding 5.42 Overzicht rood noord noord



Combinatie 10

Nabij Lambertschaag zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.43 Combinatie 10



Tabel 5.10 Combinatie 10 rood noord noord

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
42115	bebouwing	laag	laag	laag	laag
42134	gasleiding	midden	midden	laag	laag
42119	hoek	midden	midden	laag	laag
42041	windmolen	laag	laag	laag	laag
42104	rijksweg	hoog	hoog	midden	midden
42120	hoek	hoog	hoog	laag	laag
42145	waterkering	hoog	hoog	laag	laag
42135	gasleidingen	midden	midden	midden	midden
80005	station	laag	laag	laag	laag
80006	station	midden	midden	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.43 zijn meerdere knelpunten te vinden die invloed op elkaar hebben bij het zoeken naar mogelijke oplossingen. Op deze locatie is ook een half klaverblad van de rijksweg aanwezig. Hier is de invloed echter minder groot omdat er geen kruising is met het volledige klaverblad. Er vindt een kruising plaats met de op- en afritten van het klaverblad. Hierdoor dient er rekening gehouden met de hoogte van de masten. De op- en afritten van de rijksweg kunnen in verschillende hoogtes gerealiseerd zijn. Doordat een vrije ruimte tussen de wegen en hoogspanningslijnen moet zitten is het mogelijk dat een aangepast mastontwerp gebruikt moeten worden om deze vrije ruimte te waarborgen. Dit, in combinatie met de waterkering, kan voor een uitdaging zorgen bij de plaatsing van masten.

Doordat op deze locatie 8 knelpunten samenkomen en 2 stationslocaties ruimte beperken kan tot een hoge wegingsfactor gekomen worden. De oplossingsmogelijkheden van een aantal knelpunten worden beperkt door de samen ligging met een ander knelpunt. Voor de tweede hoekverdraaiing is de standaard oplossing om de hoek te verdelen over twee hoekmasten. Doordat hier een winturbine, waterkering en half klaverblad aanwezig zijn dient een grotere verandering aan de referentielijn te komen om de hoek te kunnen opsplitsen. Een overlapping van veiligheidszone van de 380 kV-verbinding en de windturbine is aanwezig. Door de waterkering in het noorden kan geen extra ruimte voorzien worden om de veiligheidszones niet te laten overlappen. Dit zorgt ervoor dat mogelijk andere mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn om de invloed van de windturbine te vermijden.

Door gebruik te maken van trillingvrije fundaties kunnen masten in de beschermingszone van de waterkering geplaatst worden, waardoor dit knelpunt opgelost kan worden. De nabijgelegen infrastructuur zorgt echter voor uitdagingen bij het bepalen van de route. Als gekeken wordt naar een aanpassing van de referentielijn, kan in het zuidwesten voor de windmolenlijn een vrije ruimte gevonden worden. Een eerste blik op deze ruimte toont aan dat er geen infrastructuur aanwezig is, waardoor de referentielijn hier gerealiseerd kan worden. Dit zal echter zorgen voor een drastische verandering in de referentielijn, waardoor mogelijk een nieuw onderzoek nodig is.

Deze combinatie gaat en staat met de keuze van de stationslocatie. Door de ver noordoostelijke ligging van de route zal deze combinatie enkel voorkomen wanneer de keuze wordt gemaakt voor één van de noordoostelijke stations. Wanneer de keuze wordt gemaakt voor een noord-midden of noordwestelijk station komt deze locatie te vervallen.

Combinatie 11

Nabij Middenmeer zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.44 Combinatie 11



Tabel 5.11 Combinatie 11 rood noord

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
42136	gasleidingen	midden	midden	midden	midden
42003	windmolen	midden	midden	midden	midden
42130	datacenter	laag	laag	laag	laag
combinatie		no go	no go	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.44 zijn drie verschillende thema's gelokaliseerd waarvan de eigenschappen in de tabel hierboven staan. Om het knelpunt rond gasleidingen en de windmolen op te lossen, zou de referentielijn naar het oosten verplaatst moeten worden. Echter, door de aanwezigheid van de rijksweg en bebouwing is dit niet mogelijk zonder andere aanpassingen.

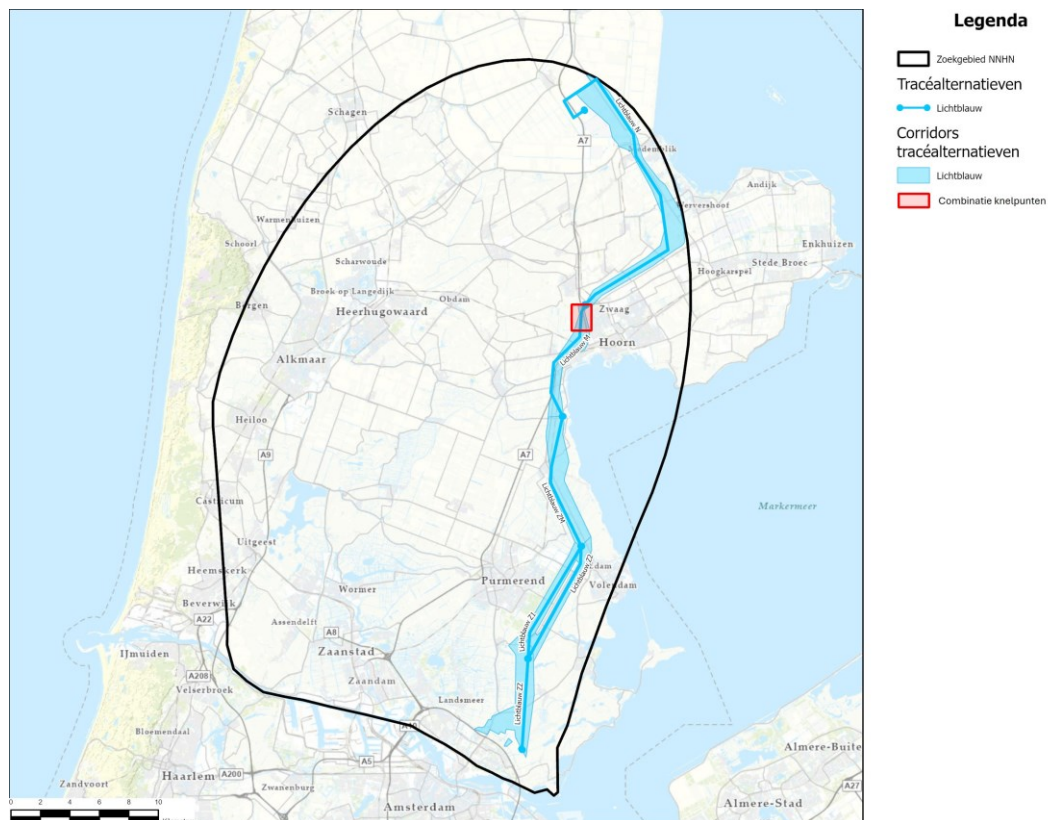
Om dit knelpunt weg te werken, moet de windmolen gecompenseerd worden zodat deze verwijderd kan worden. Verder moet er gekeken worden naar de mastlocatie om ervoor te zorgen dat er geen mast boven op de gasleidingen komt te staan.

Een andere mogelijkheid is om een station aan de westzijde van de huidige positie te kiezen. Als een station in het westen/midden wordt gekozen, zal vanaf dit station een ondergrondse kabel naar Middenmeer lopen. Met een ondergrondse kabel valt de invloed ook weg, waardoor de windmolen kan blijven staan. Er moet enkel een onderzoek/berekening worden uitgevoerd om ervoor te zorgen dat de windmolen bij omvallen of loskomen van de wieken geen invloed uitoefent op de ondergrondse kabel.

5.5 Tracé lichtblauw

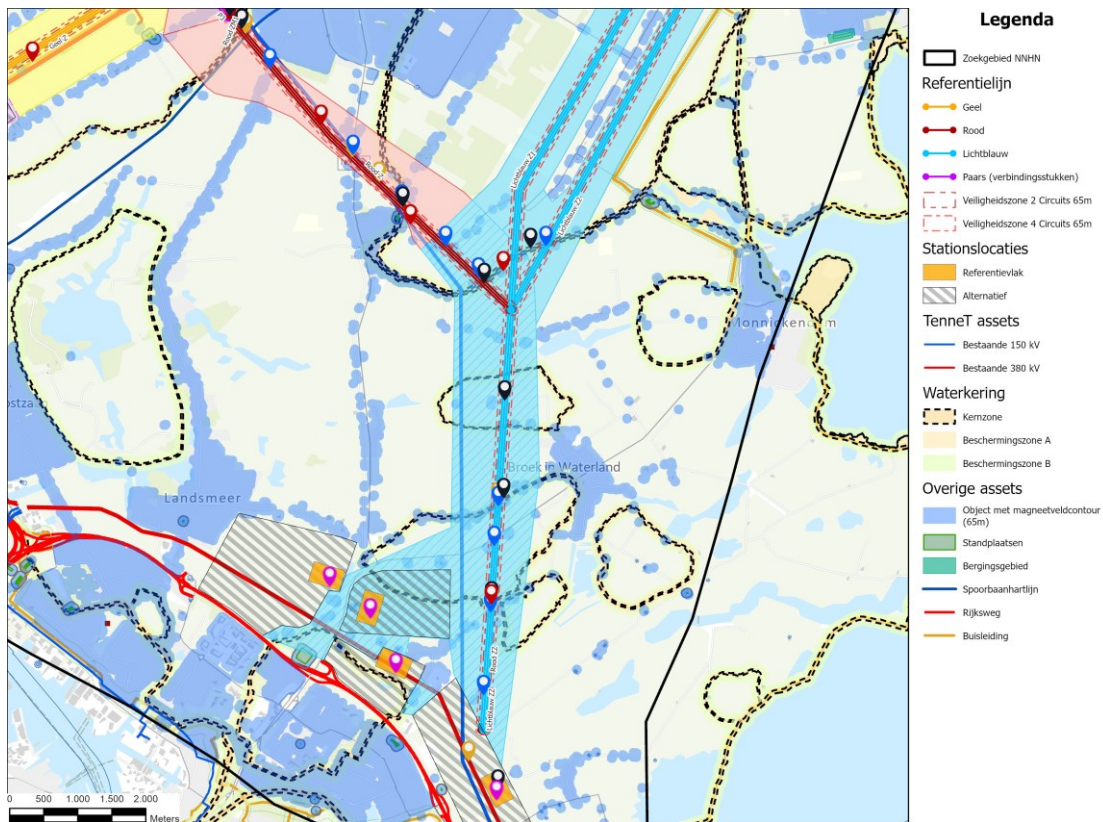
De lichtblauwe referentielijn is opgedeeld in vijf deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen de referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingsstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.45 Overzicht lichtblauw



5.5.1 Deeltracé zuid zuid (ZZ)

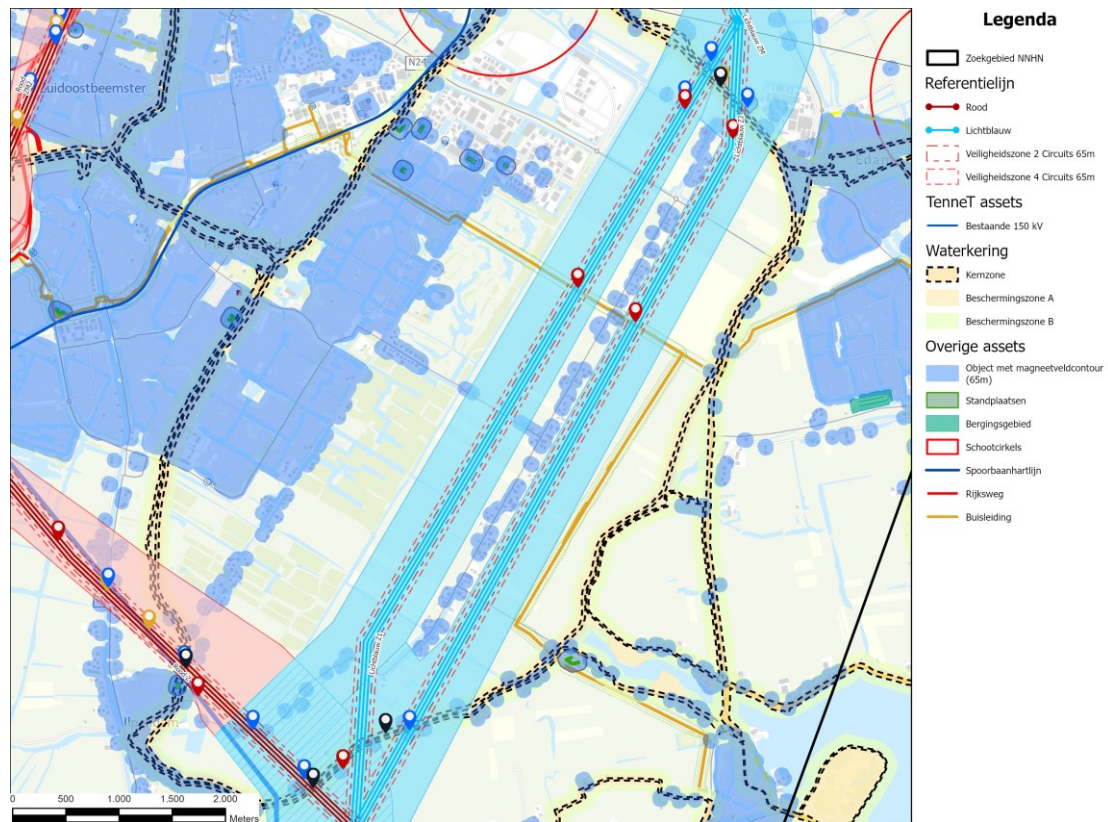
Afbeelding 5.46 Overzicht lichtblauw zuid zuid



In deeltracé zuid zuid van de lichtblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.5.2 Deeltracé zuid 1 (Z1)

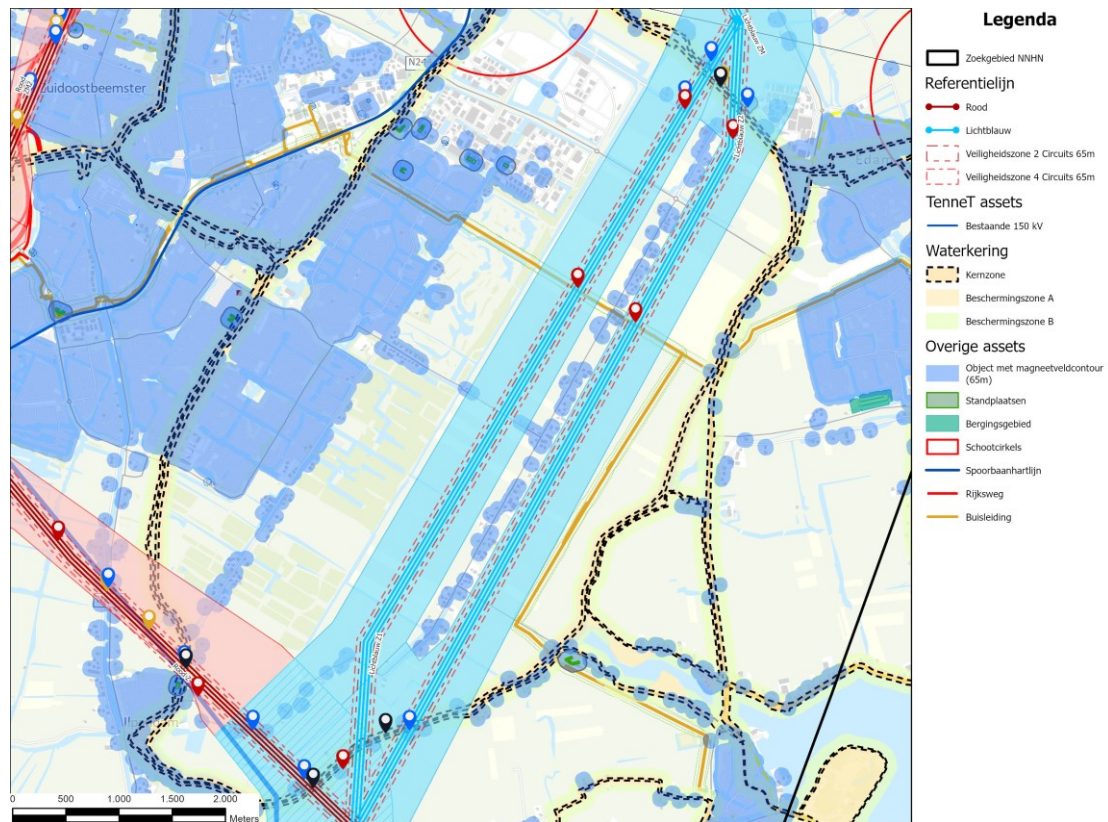
Afbeelding 5.47 Overzicht lichtblauw zuid 1



In deeltracé zuid 1 van de lichtblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.5.3 Deeltracé zuid 2 (Z2)

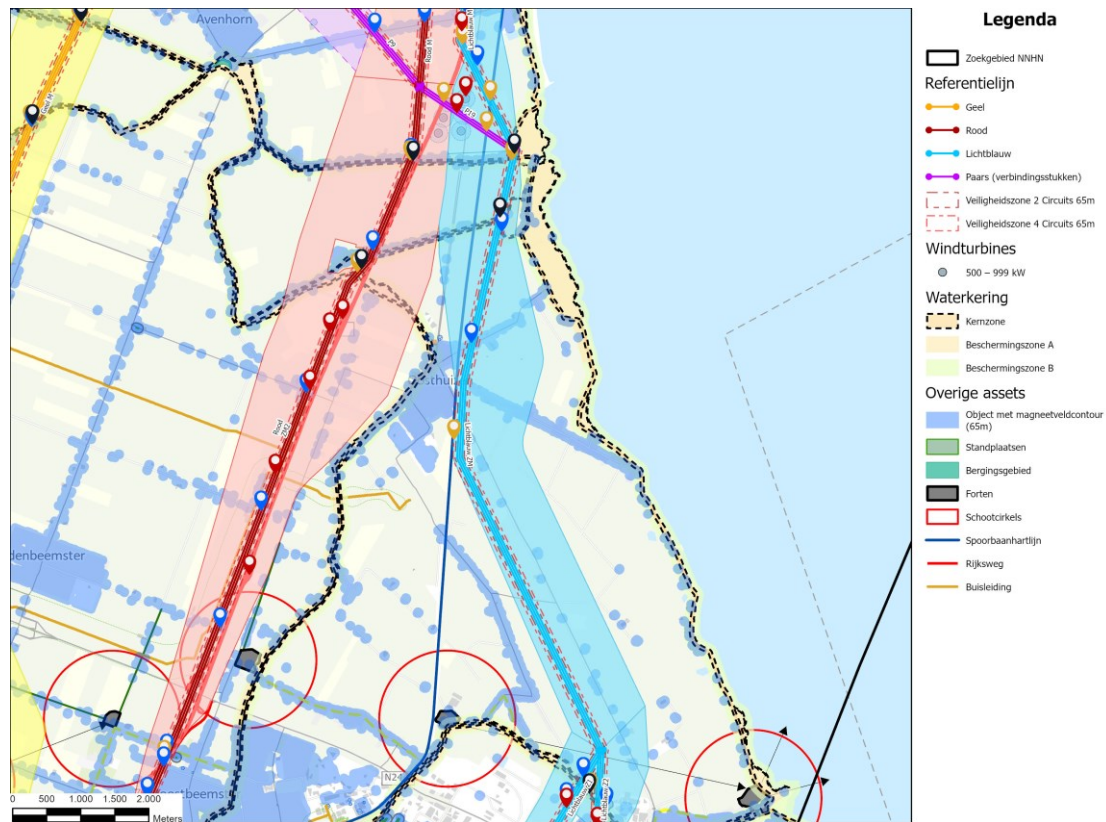
Afbeelding 5.48 Overzicht lichtblauw zuid 2



In deeltracé zuid 2 van de lichtblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.5.4 Deeltracé zuid midden (ZM)

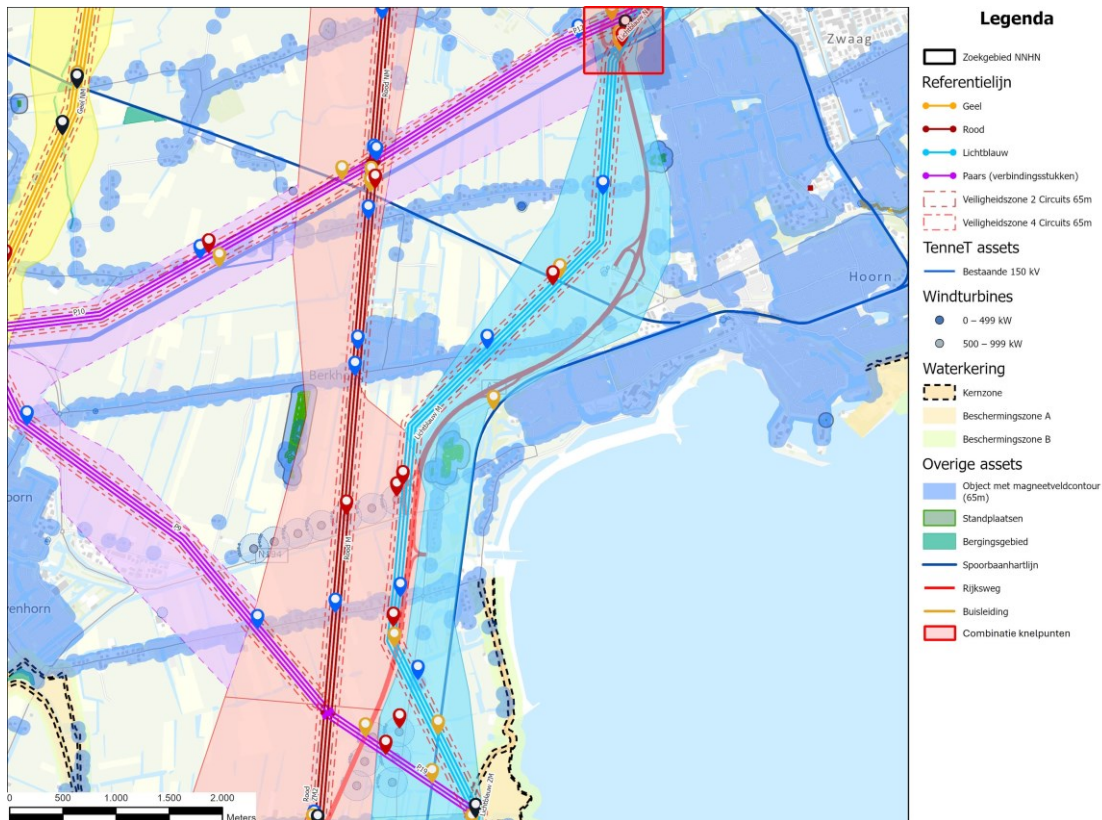
Afbeelding 5.49 Overzicht lichtblauw zuid midden



In deeltracé zuid midden van de lichtblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.5.5 Deeltracé midden (M)

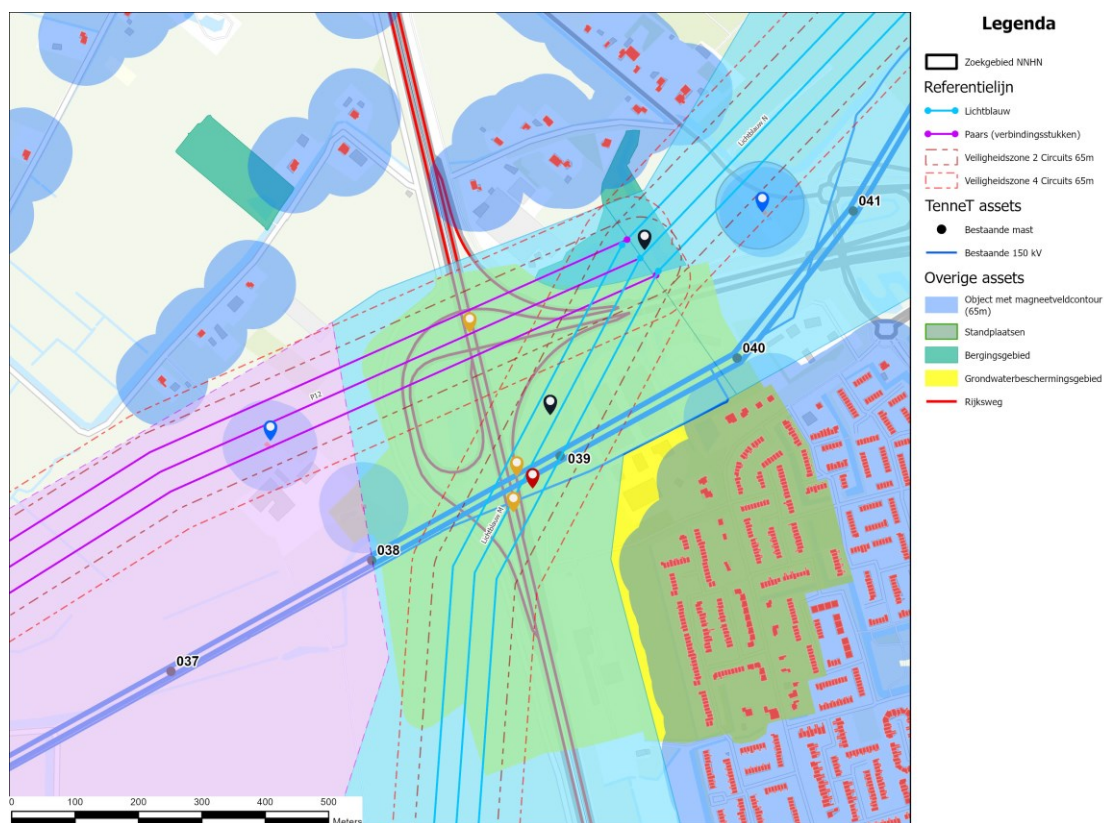
Afbeelding 5.50 Overzicht lichtblauw midden



Combinatie 12

Nabij Wognum zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.51 Combinatie 12



Tabel 5.12 Combinatie 12 lichtblauw midden

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
52103	rijksweg	hoog	hoog	hoog	hoog
52015	bestaande 150 kV	hoog	hoog	laag	laag
52132	beschermd grondwater	hoog	hoog	midden	midden
52133	bergingsgebied	midden	midden	laag	laag
52021	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		no go	no go	hoog	hoog

Bij een analyse van afbeelding 5.51 zijn meerdere knelpunten te vinden die invloed hebben op elkaar bij het zoeken naar een oplossing. Op deze locatie zijn zes verschillende thema's te onderscheiden. Elk thema heeft zijn eigen oplossingen om een knelpunt weg te werken. Door de samenkomst van meerdere knelpunten kunnen oplossingen beperkt worden. Dit zal hier besproken worden.

Voor de knelpunten met betrekking tot slechte grond (beschermd grondwatergebied, bergingsgebied) moeten trillingvrije fundaties en verhoogde fundaties worden gebruikt. Voor het beschermd grondwatergebied moet een onderzoek worden uitgevoerd om te bepalen met welke regelgevingen rekening moet worden gehouden. De verwachting is dat dit knelpunt gemitigeerd kan worden door gebruik te maken van trillingvrije fundaties en meerdere minder diepe fundatiepalen. Op deze manier worden trillingen beperkt, waardoor de invloed op het grondwater zou kunnen vervallen. Echter dient verder onderzoek dit te besluiten.

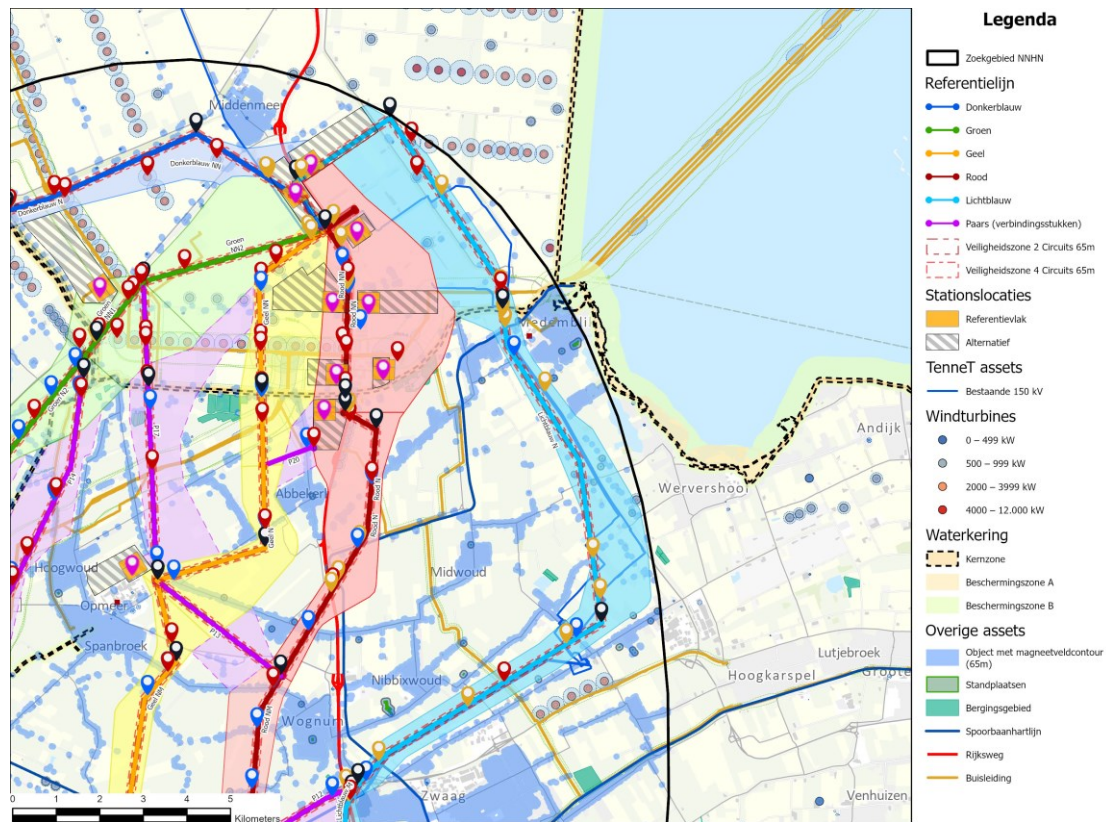
De kruising met de rijksweg zorgt voor een hoger risicoprofiel vanwege de op- en afritten. Dit soort knooppunt wordt een trompetknooppunt genoemd. Binnen een trompetknooppunt mogen geen masten gerealiseerd worden. Bij een analyse van lichtblauw midden kan gevonden worden dat een mast in de oksel van het knooppunt moet komen. Dit is volgens de regelgeving van Rijkswaterstaat niet toegestaan. Ook zorgt het trompetknooppunt voor uitdagingen tijdens het verplaatsen van de referentielijn. In het noordwesten bevindt zich de rest van het trompetknooppunt en in het zuidoosten ligt de bebouwing van Zwaag. Naast de uitdagingen met betrekking tot de plaatsing van de mast dient rekening gehouden worden met de hoogte van de lijnen ten opzichte van de rijksweg. In de volgende fase worden mastlocaties bepaald en kan een berekening gedaan worden naar het zeegprofiel. Mogelijks dient op deze combinatie een aangepast mastontwerp gerealiseerd te worden om een veilige afstand tot de rijksweg te hebben.

Voor de kruising met de bestaande 150 kV hoogspanningsverbinding kan de standaardoplossing worden gebruikt. De 150 kV-verbinding kan namelijk ondergronds worden gelegd, waardoor de invloed van de 380 kV-verbinding vervalt. Er moet een KLIC-onderzoek worden uitgevoerd om te bepalen waar de 150 kV ondergronds komt te liggen. Tijdens het ondergronds leggen van de 150 kV-verbinding dient rekening gehouden worden dat diep genoeg wordt gegaan om beïnvloeding op ondergrondse leidingen te vermijden.

Deze locatie kan van een technisch No Go naar een hoge wegingsfactor gaan, omdat er meerdere aanpassingen en acties nodig zijn. Dit knelpunt zal invloed hebben op de doorlooptijd en engineering zal noodzakelijk zijn om voorbij deze locatie te komen met inachtneming van alle wetgevingen en regelgevingen. Voor deze fase zijn twee mogelijkheden beschikbaar die verder onderzoek nodig hebben om een conclusie te maken. Enerzijds kan de referentielijn verschoven worden naar het zuidoosten om zo meer afstand van het trompetknooppunt te creëren. Dit zal zorgen voor meer masten in het beschermd grondwatergebied en er dient rekening gehouden worden dat een veilige afstand tot de bebouwing behouden wordt. Deze mogelijkheid is enkel mogelijk wanneer de juiste vergunningen verkregen worden. Een tweede optie is om het trompetknooppunt ten westen en noorden te passeren. Hiermee wordt de invloed op het trompetknooppunt en de invloed op het beschermd grondwatergebied beperkt. Dit zorgt voor een stijging van aantal huizen binnen de veiligheidszone.

5.5.6 Deeltracé noord (N)

Afbeelding 5.52 Overzicht lichtblauw noord

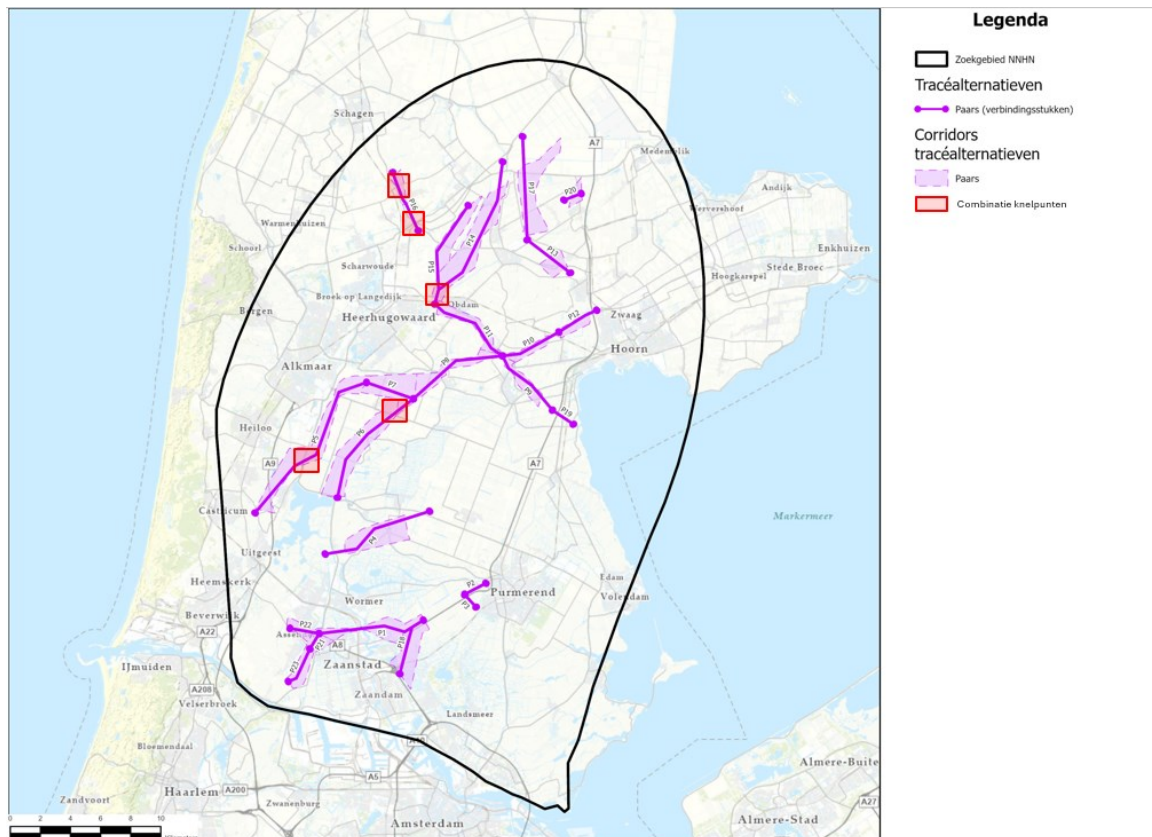


In deeltracé noord van de lichtblauwe route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6 Tracé paars

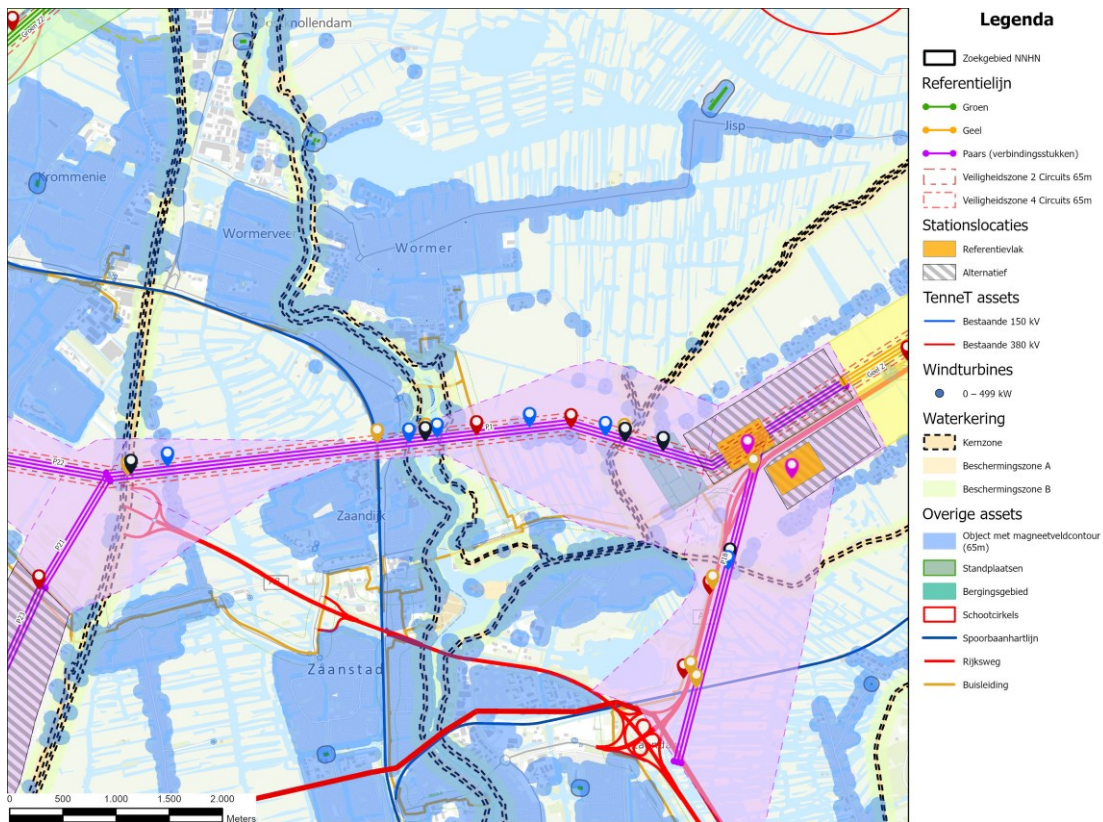
De paarse referentielijn is opgedeeld in 22 deeltracés. De opsplitsing in referentielijnen is ontstaan uit de realisatie dat één onoplosbaar knelpunt niet de volledige verbinding tussen het noorden en zuiden mag verhinderen. Door de realisatie van dit is de keuze gemaakt om op strategische plaatsen de referentielijn te splitsen. Ieder deeltracé heeft een benaming gekregen en kan door gebruik te maken van de paarse verbindingsstukken verbonden worden met een andere referentielijn van een andere kleur om een knelpunt wat niet mogelijk is te ontwijken.

Afbeelding 5.53 Overzicht paars



5.6.1 Deeltracé paars 1 (P1)

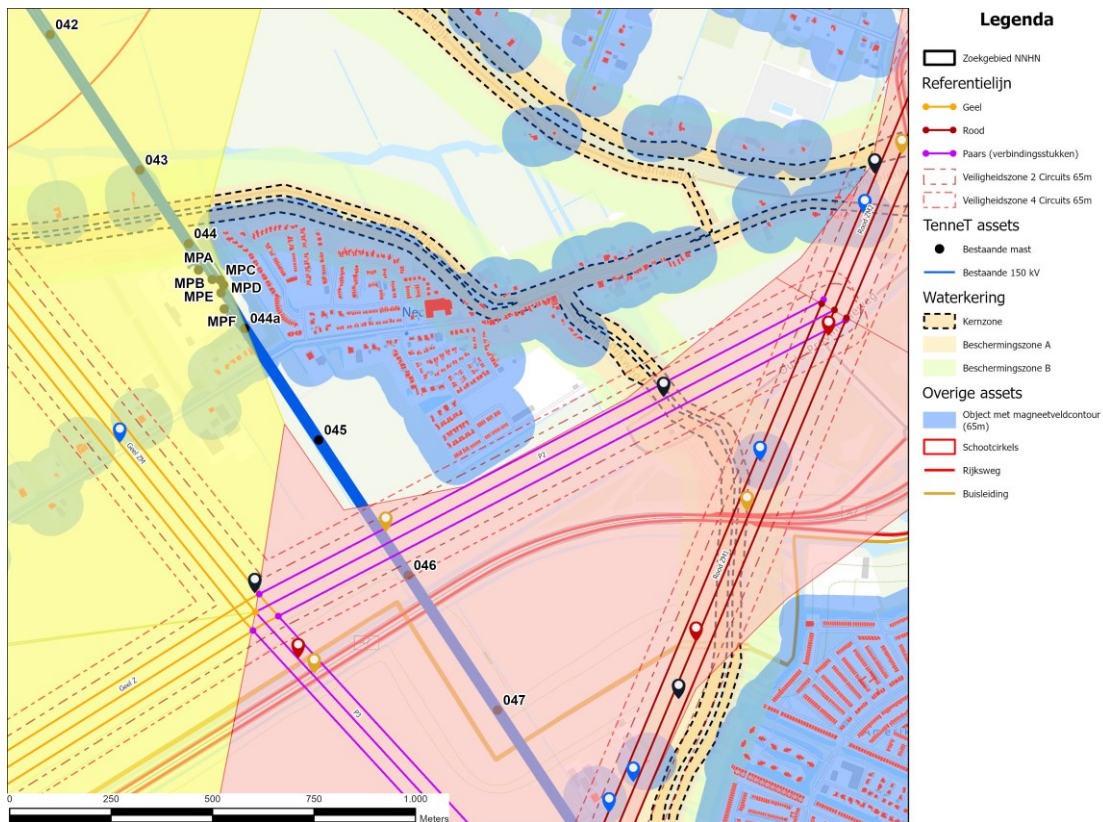
Afbeelding 5.54 Overzicht paars paars 1



In deeltracé paars 1 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.2 Deeltracé paars 2 (P2)

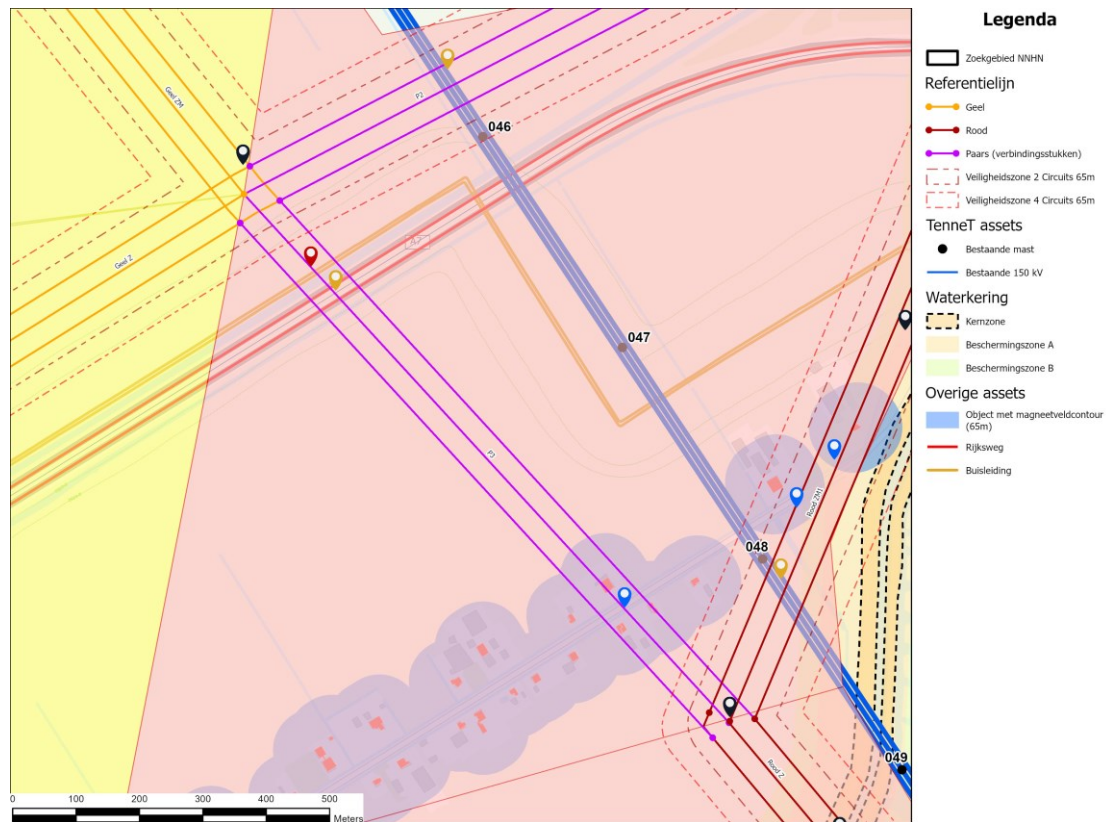
Afbeelding 5.55 Overzicht paars paars 2



In deeltracé paars 2 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.3 Deeltracé paars 3 (P3)

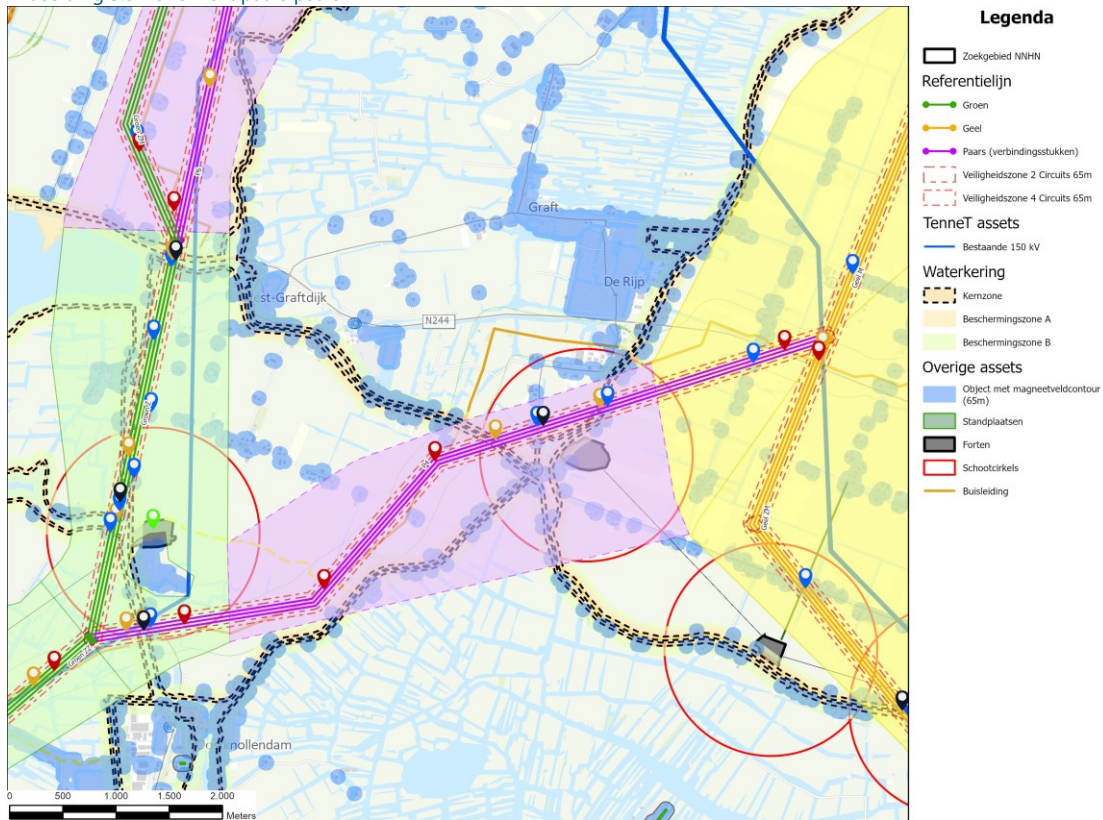
Afbeelding 5.56 Overzicht paars paars 3



In deeltracé paars 3 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.4 Deeltracé paars 4 (P4)

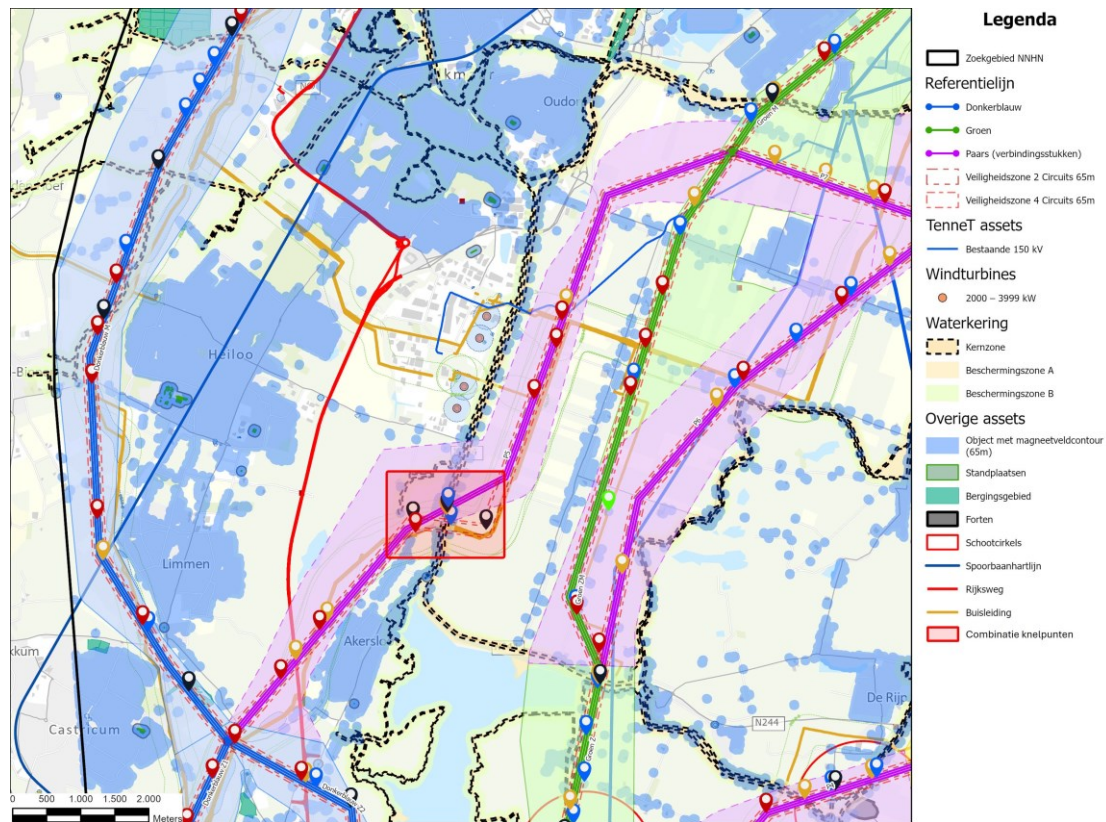
Afbeelding 5.57 Overzicht paars paars 4



In deeltracé paars 4 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.5 Deeltracé paars 5 (P5)

Afbeelding 5.58 Overzicht paars paars 5



Combinatie 13

Nabij Zuidschiermer zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. De oplossing of combinatie van oplossingen zal ervoor moeten zorgen dat alle knelpunten op deze locatie opgelost kunnen worden. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.59 Combinatie 13



Tabel 5.13 Combinatie 13 paars paars 5

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62159	gasleidingen	no go	no go	hoog	hoog
62141	waterweg	midden	midden	midden	midden
62180	waterkering	laag	laag	laag	laag
62205	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62002	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		no go	no go	hoog	hoog

Bij een analyse van afbeelding 5.59 zijn meerdere knelpunten te vinden met verschillende thema's. Door de verscheidenheid aan thema's is ervoor gekozen om dit als één locatie te beschouwen waar een gezamenlijke oplossing moet komen. Een oplossing voor het ene knelpunt kan namelijk een beperking voor het andere knelpunt zijn.

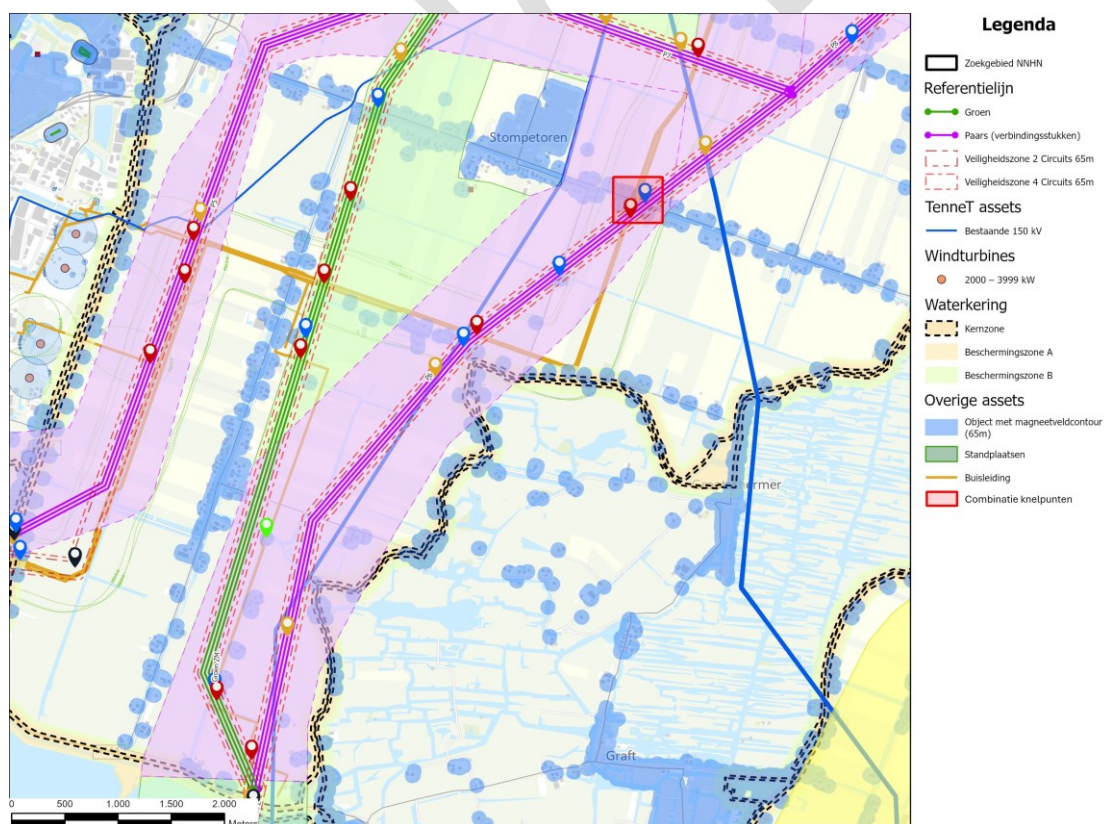
Door de gasleidingen in het zuiden van de huidige referentielijn is een verplaatsing voor een haakse kruising in deze windrichting niet mogelijk. Wanneer een haakse kruising noodzakelijk is dient de ruimte in het noorden van de huidige referentielijn gebruikt te worden. Echter is een tweede waterkering te zien. Een verplaatsing die zal zorgen voor extra knelpunten door masten in een waterkering te hebben zal zorgen voor een hoger risicoprofiel. In het noorden en zuiden van de combinatie (buiten de afbeelding) lopen de gasleidingen door wat zorgt voor technische uitdagingen. Echter wordt dit besproken in het desbetreffende deelrapport en het hoofddocument aangezien dit geen deel is van de combinatie.

Volgens de huidige route van de referentielijn is een oversteek van circa 385 m noodzakelijk om buiten de waterkering te blijven. Wanneer de keuze wordt gemaakt om masten in de beschermingszone te plaatsen, mits gebruik van mitigerende maatregelen, kan een oversteek van circa 250 m gerealiseerd worden. De bovengrondse 380 kV-verbinding, die gerealiseerd moet worden met Moldau-masten, heeft een veldlengte van maximaal 400 m. Dit betekent dat de maximale afstand tussen de kernen van de masten 400 m mag zijn. Gezien de oversteek van de waterkering zou dit mogelijk moeten zijn, maar dit zal ervoor zorgen dat het zeegprofiel op het laagste punt komt boven de vaarweg. Mocht dit voor uitdagingen zorgen met betrekking tot de doorvaarthoogte, dan kan overwogen worden om de masten in de beschermingszone van de waterkering te plaatsen. Dit kan gedaan worden door gebruik te maken van schroeffundaties, wat inhoudt dat er geen of minimale trillingen zijn op de waterkering. Verder kan gebruikt gemaakt worden van een uitbreiding in de standaard mastenfamilie. Op verschillende plaatsen in het zoekgebied zal een aangepast mastontwerp noodzakelijk zijn waardoor dit naar verwachting in de standaard mastfamilie komt. Door het realiseren van een aangepast mastontwerp zal het zeegprofiel hoger blijven waardoor de invloed op de waterweg opnieuw beperkt wordt.

Naast de waterkering dient ook rekening gehouden worden met de gasleiding. De huidige referentielijn heeft een parallelle ligging met een gasleiding over een grote afstand. Volgens de normen van de gasleiding dient verder onderzoek noodzakelijk te zijn om de invloeden van de hoogspanningsverbinding met de gasleiding te bepalen. De referentielijn kan binnen de corridor verschoven worden om meer afstand tot de gasleiding te krijgen maar door de lange parallelle ligging dienen meer stappen in plaats te komen om deze parallelle ligging op te lossen.

5.6.6 Deeltracé paars 6 (P6)

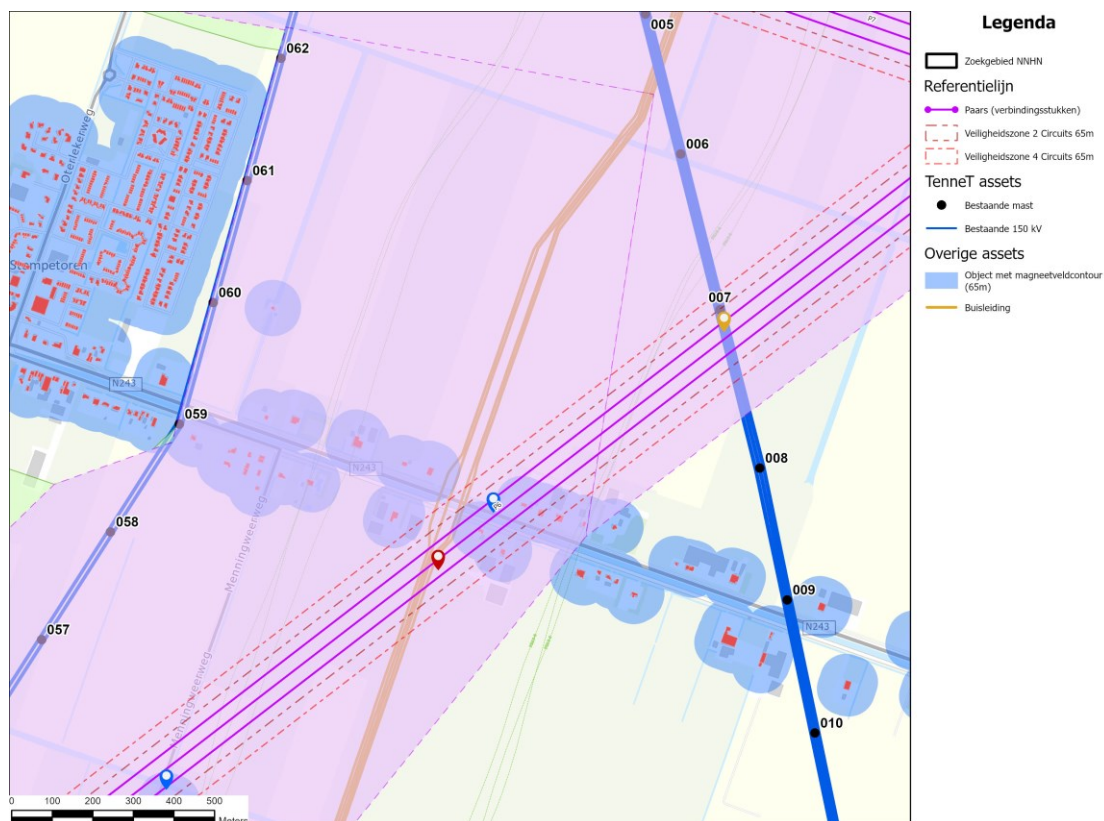
Afbeelding 5.60 Overzicht paars paars 6



Combinatie 14

Nabij Stompetoren zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. De oplossing of combinatie van oplossingen zal ervoor moeten zorgen dat alle knelpunten op deze locatie opgelost kunnen worden. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.61 Combinatie 14



Tabel 5.14 Combinatie 14 paars paars 6

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62163	gasleidingen	midden	midden	midden	midden
62105	bestaande lijnen	midden	midden	laag	laag
62109	bebouwing	laag	laag	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

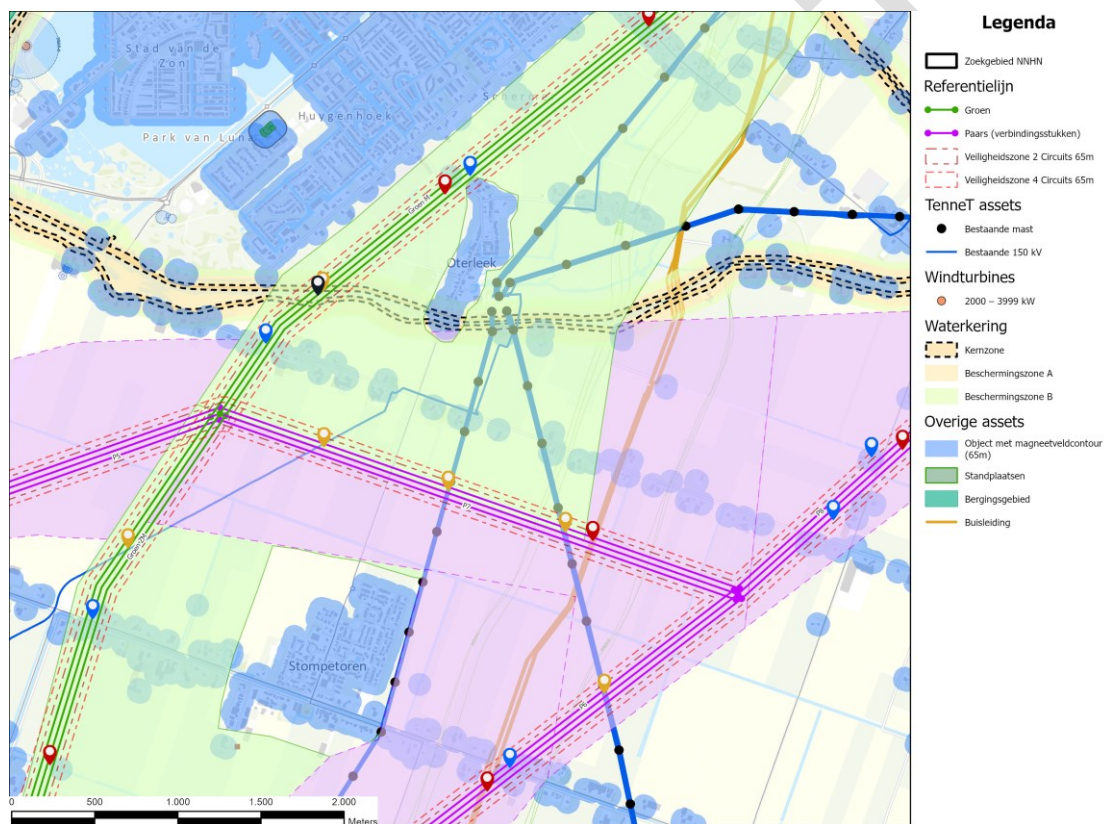
Bij een analyse van afbeelding 5.61 zijn drie knelpunten te vinden die invloed op elkaar hebben. Het betreft hier de kruising van lintbebouwing, gasleidingen en de bestaande TenneT assets. Om een haakse kruising met de gasleiding te realiseren, volgens de richtlijnen van NEN 3654, zal een parallelle ligging met de lintbebouwing plaatsvinden. Hoewel dit niet voor een technisch probleem zorgt dient hier rekening mee gehouden worden.

De afstand tussen masten en gasleidingen dient minimaal 50 m te zijn. Dit is beschreven in norm NEN 3654. Door dit te realiseren zullen bebouwingen binnen de veiligheidszone vallen en dient gekeken worden naar

de bovengrondse 150 kV-verbinding. Hoewel dit geen rechtstreeks probleem is voor de combinatie dient rekening gehouden worden wanneer een haakse kruising wordt gemaakt met de gasleidingen. Wanneer de haakse kruising in het noorden van de bebouwing dient te gebeuren zal tijdens de bepaling van mastlocaties gekeken moeten worden waar de mast tussen de gasleiding en de bestaande 150 kV dient te komen. Doordat de 150 kV-verbinding verkabeld zal worden omdat een bovengrondse kruising zorgt voor een hoog risicoprofiel dient ook hier een veilige afstand gehouden worden. Voor het verkabelen van de bestaande 150 kV-verbinding dient een KLIC-onderzoek de ondergrondse obstakels te lokaliseren. In de volgende fase op deze locatie dient rekening gehouden worden met de mastlocaties waardoor dit wordt gezien als een technische combinatie. Zolang rekening gehouden wordt met de veilige afstanden tot ondergrondse infrastructuur zal de wegfactor van deze combinatie kunnen veranderen naar midden.

5.6.7 Deeltracé paars 7 (P7)

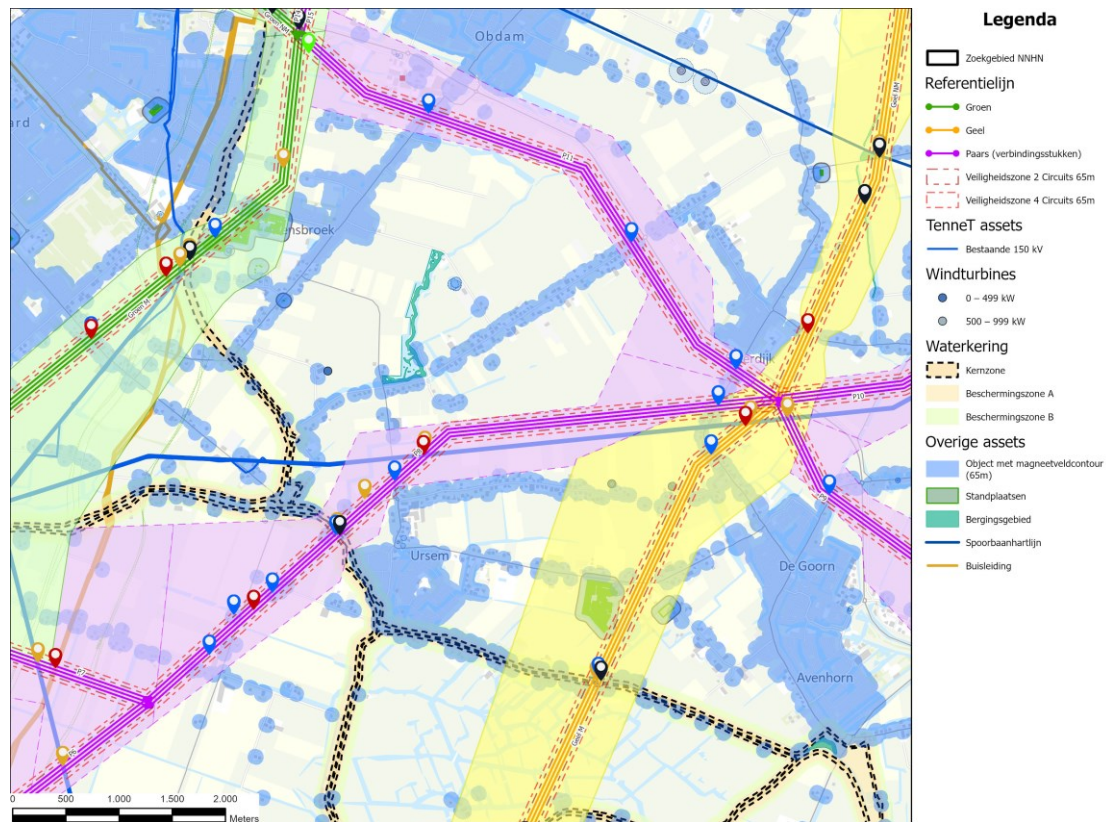
Afbeelding 5.62 Overzicht paars paars 7



In deeltracé paars 7 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.8 Deeltracé paars 8 (P8)

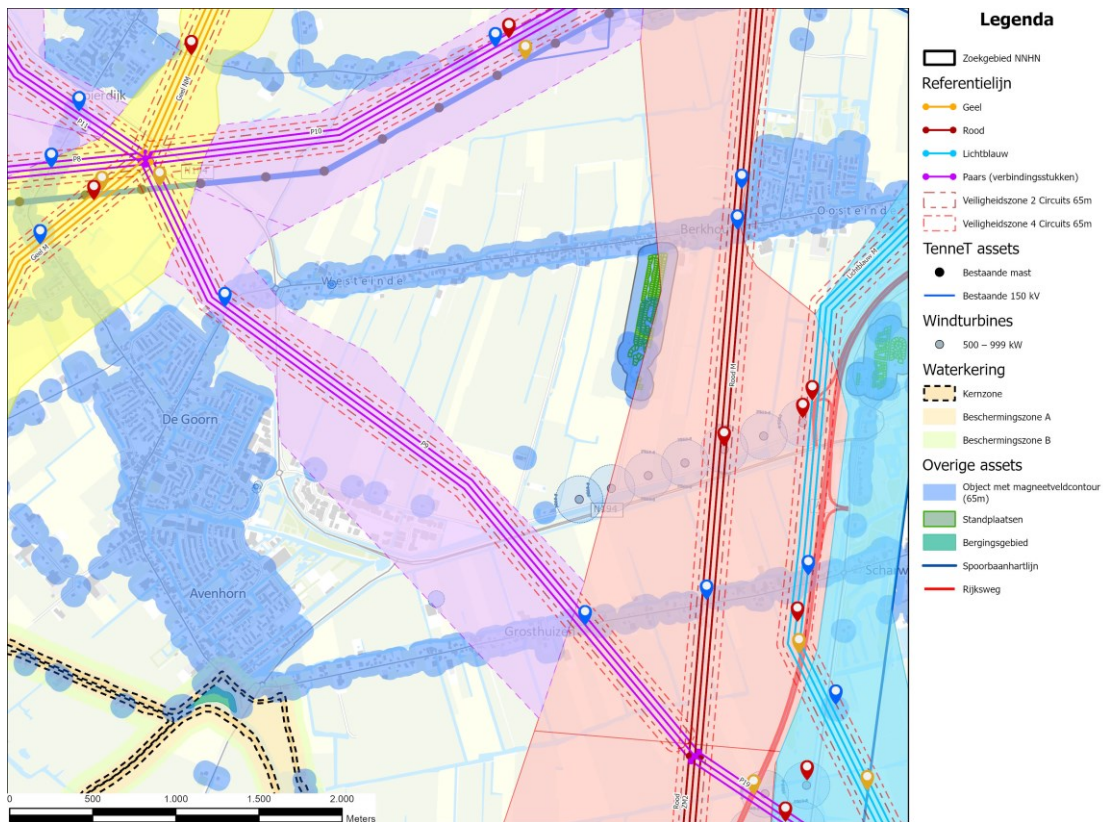
Afbeelding 5.63 Overzicht paars paars 8



In deeltracé paars 8 van de parse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.9 Deeltracé paars 9 (P9)

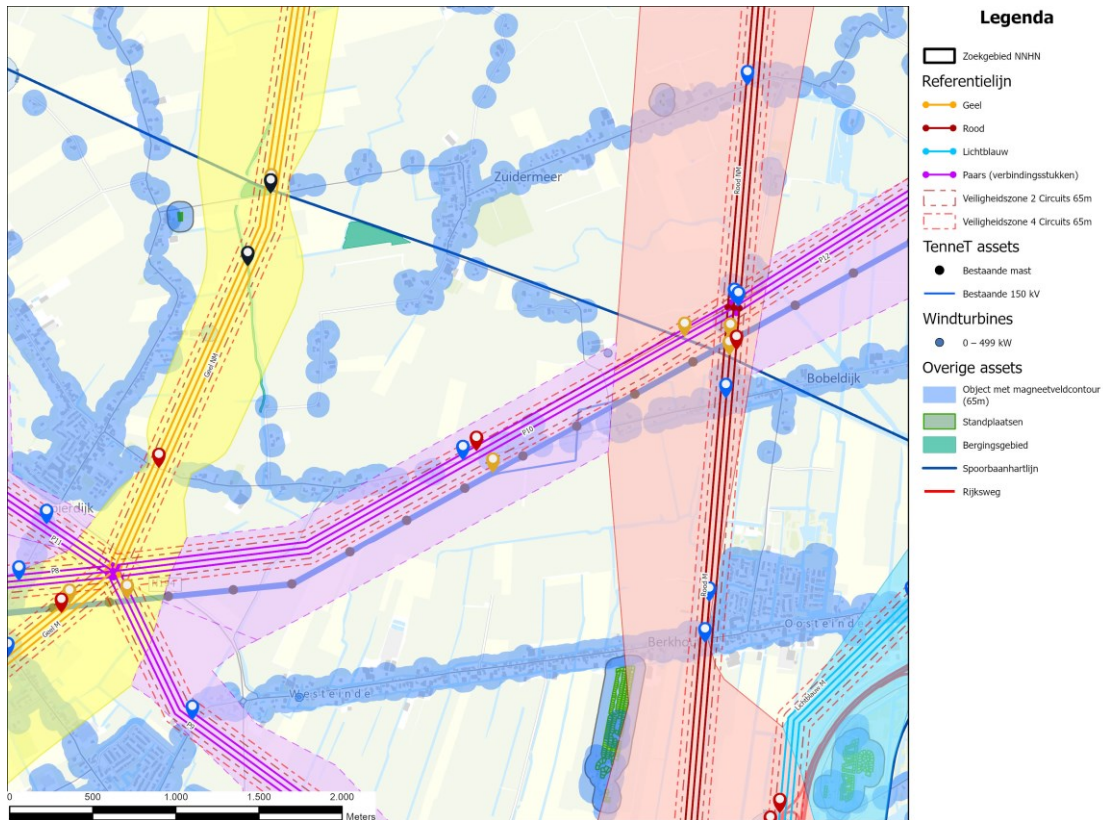
Afbeelding 5.64 Overzicht paars paars 9



In deeltracé paars 9 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.10 Deeltracé paars 10 (P10)

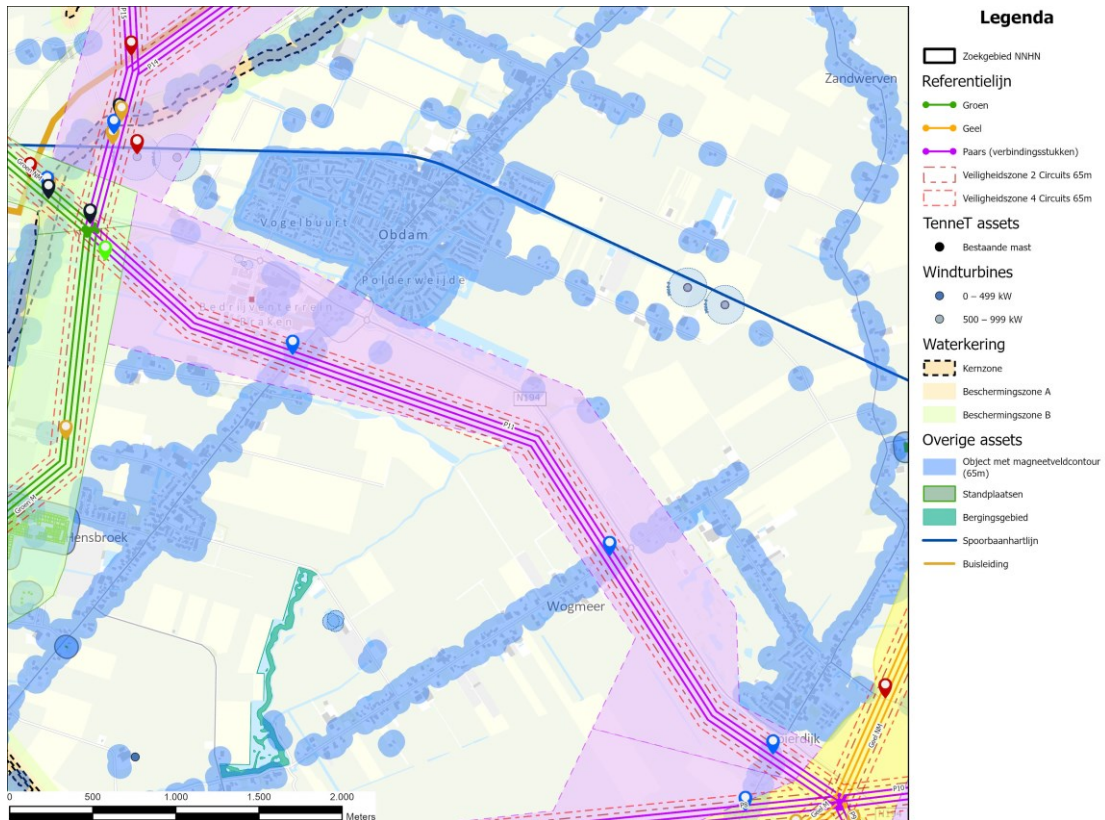
Afbeelding 5.65 Overzicht paars paars 10



In deeltracé paars 10 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.11 Deeltracé paars 11 (P11)

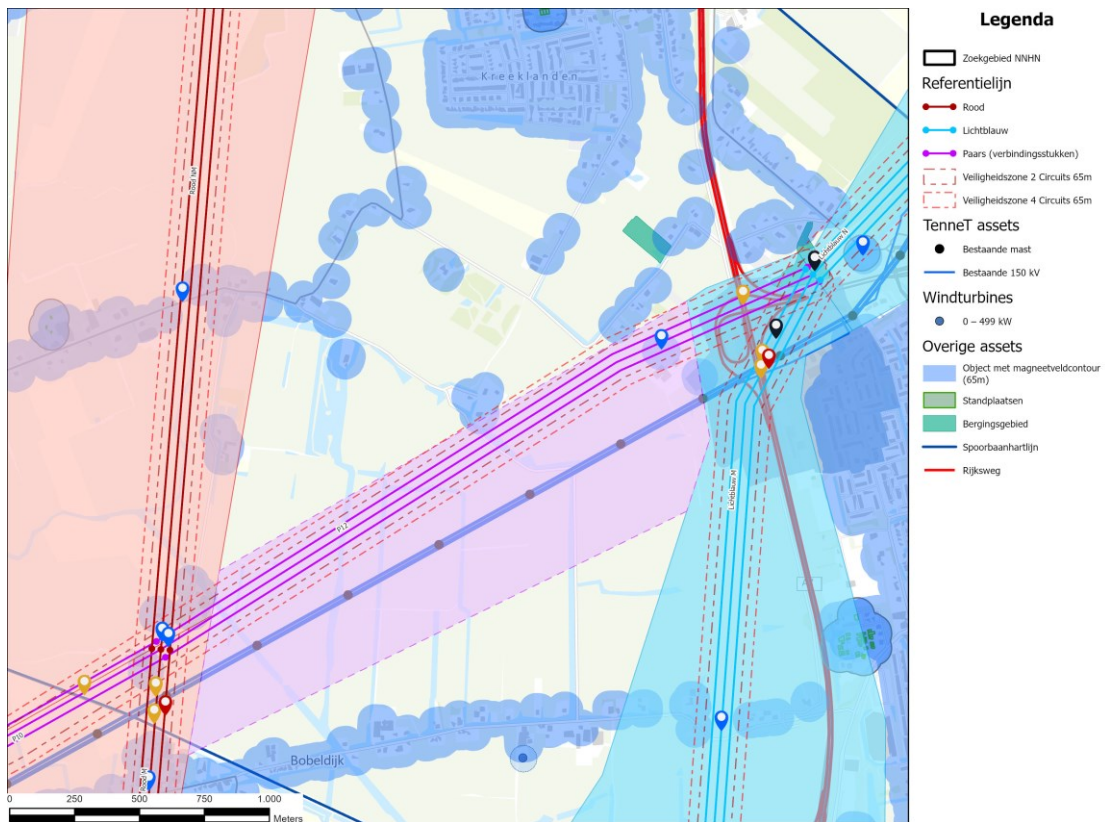
Afbeelding 5.66 Overzicht paars paars 11



In deeltracé paars 11 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.12 Deeltracé paars 12 (P12)

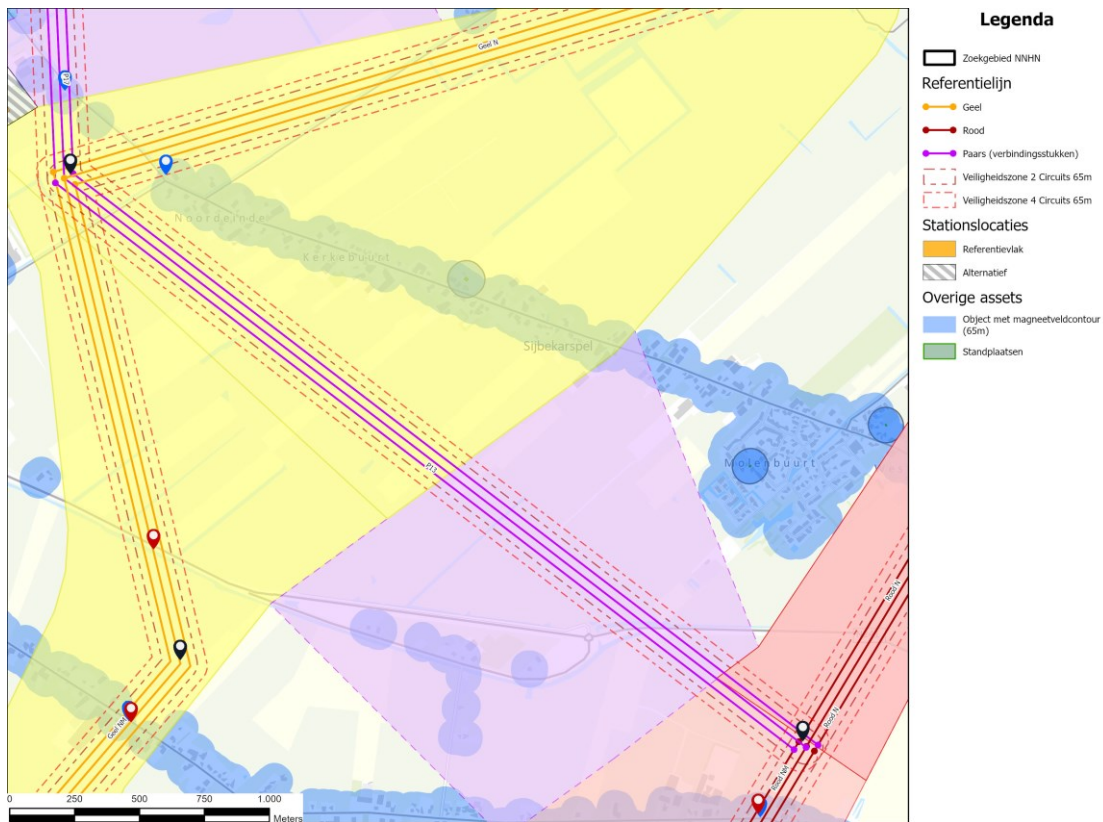
Afbeelding 5.67 Overzicht paars paars 12



In deeltracé paars 12 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.13 Deeltracé paars 13 (P13)

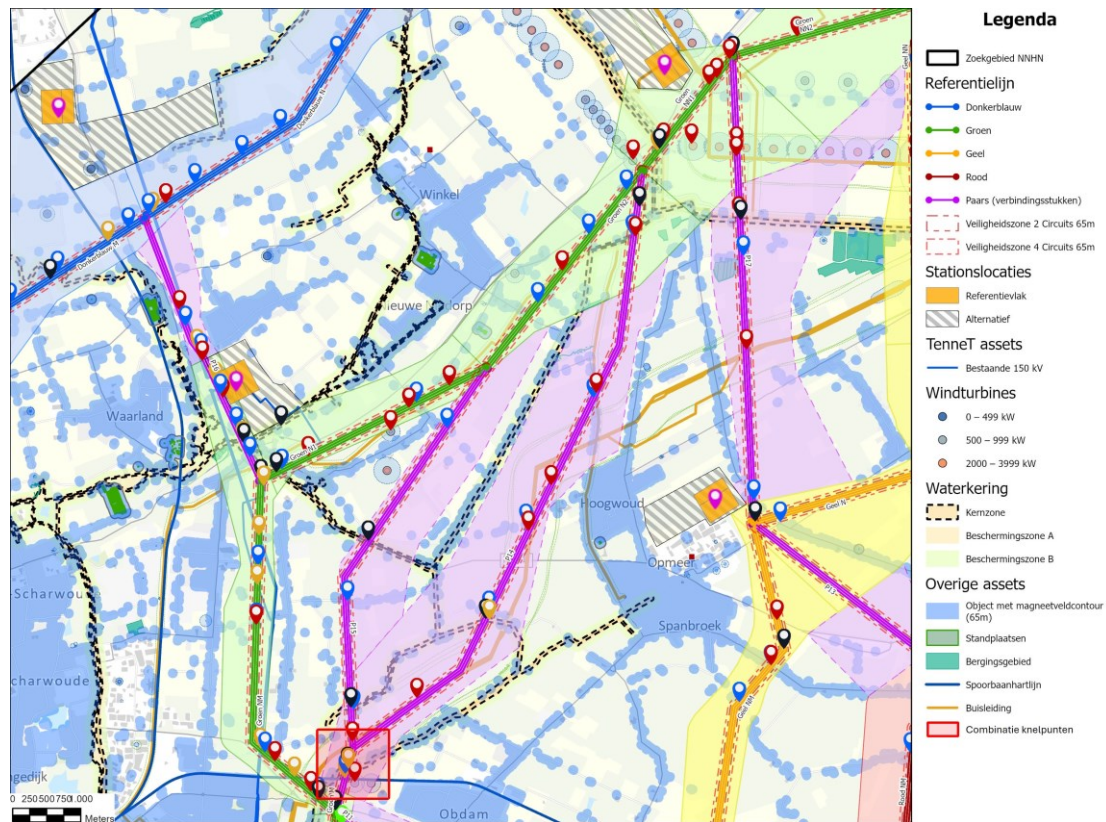
Afbeelding 5.68 Overzicht paars paars 13



In deeltracé paars 13 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.14 Deeltracé paars 14 (P14)

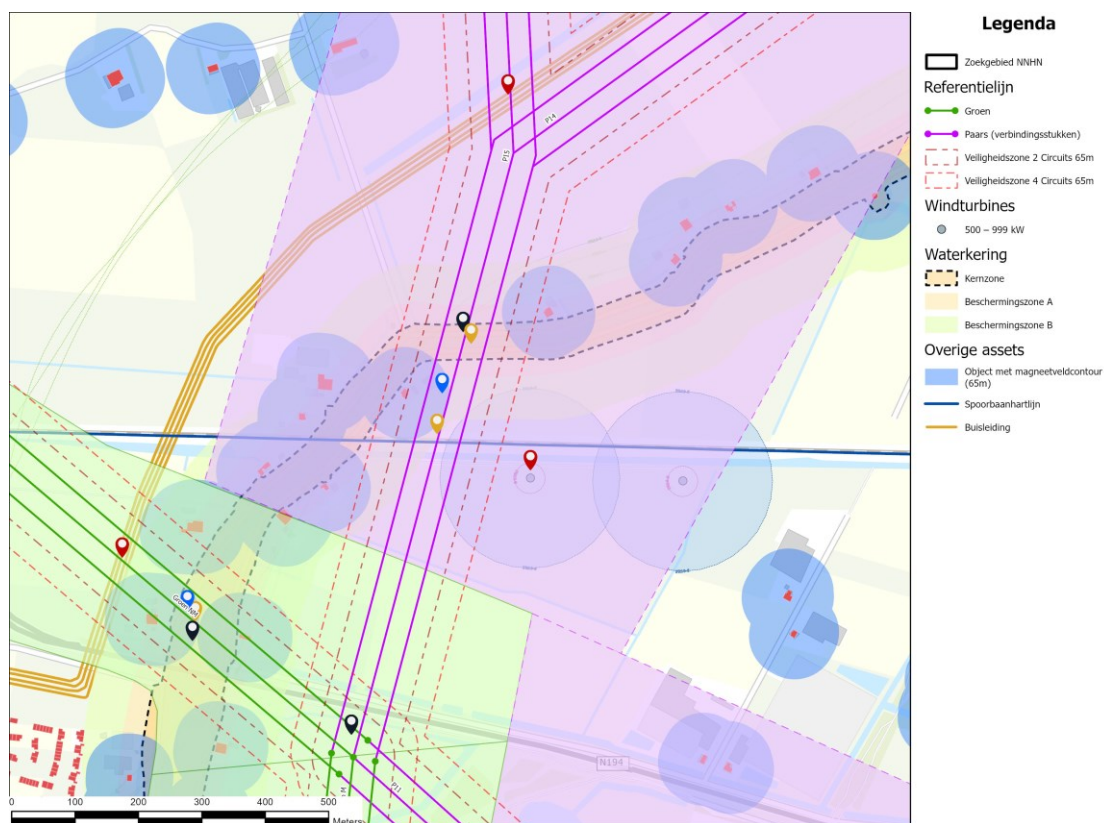
Afbeelding 5.69 Overzicht paars paars 14



Combinatie 15

Nabij Obdam zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.70 Combinatie 15



Tabel 5.15 Combinatie 15 paars paars 14

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62145	windmolen	laag	midden	laag	midden
62026	spoor	laag	laag	laag	laag
62124	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62196	waterweg	midden	midden	midden	midden
62182	waterkering	midden	midden	laag	laag
combinatie		midden	midden	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.70 zijn vijf knelpunten te vinden met verschillende thema's. In de bovenstaande tabel zijn deze weergegeven en de factsheets kunnen geraadpleegd worden voor specifieke informatie over elk knelpunt.

Volgens de huidige referentielijn bevinden de hoogspanningslijnen zich binnen het invloedgebied van een windturbine. Tegelijkertijd mogen masten niet binnen de kernzone van een waterkering geplaatst worden, en moet een veilige afstand van minimaal 100 m tot een spoorverbinding worden aangehouden. Aangezien geen enkele mast binnen de invloedsfeer van een windturbine mag staan, is een veldlengte van circa 500 m noodzakelijk. Dit overschrijdt de standaard maximale veldlengte van 400 m, wat een ontwerptechnische uitdaging vormt.

Om een veldlengte van 500 m te realiseren, is een aangepast mastontwerp vereist. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de kruising van een waterweg. Hiervoor geldt een minimale vrije doorvaarhoogte

van 40 m, waar het zeegprofiel van de geleiders boven moet blijven. Ook dit vraagt om een verhoging van de masten.

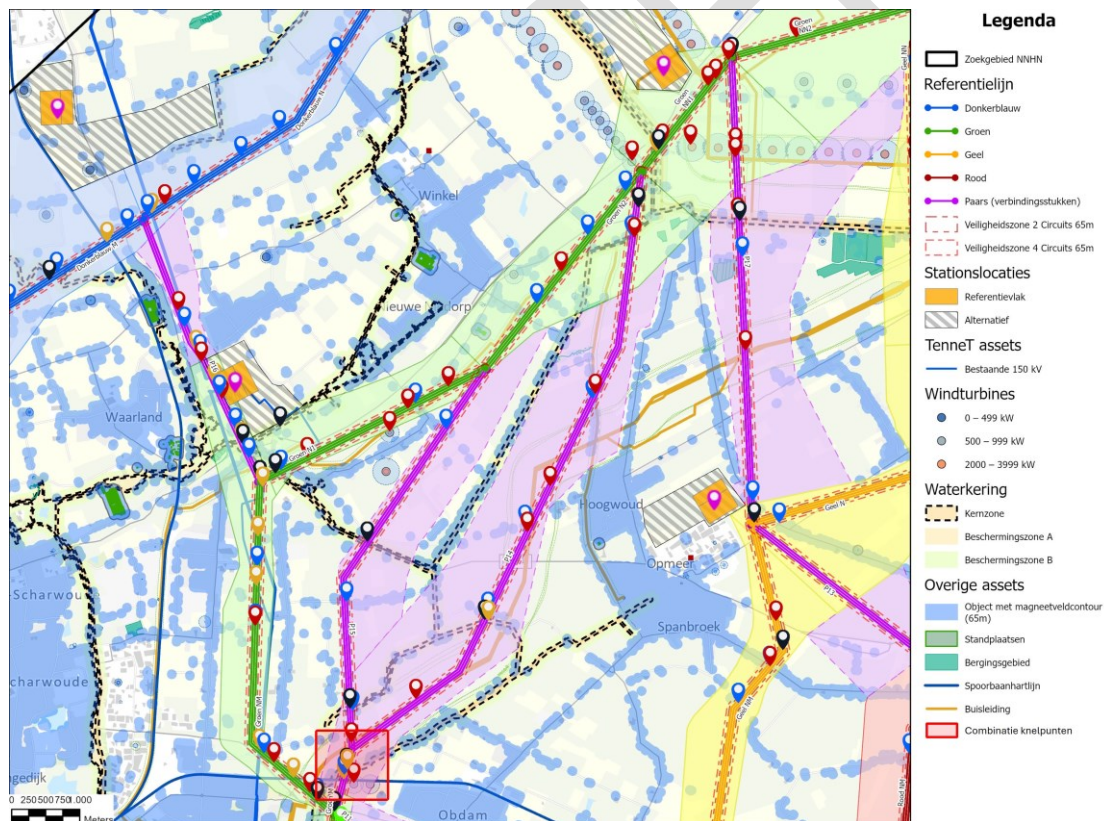
Een eerste oplossingsrichting is het compenseren en verwijderen van één windturbine, waardoor een kortere veldlengte van circa 400 m mogelijk wordt. In dat geval kunnen standaard masten worden toegepast, en is alleen een aangepast ontwerp nodig om aan de doorvaarthoogte te voldoen.

Een alternatieve oplossing waarbij de referentielijn wordt aangepast om de windturbine te behouden, brengt extra uitdagingen met zich mee. De kans is groot dat masten dan binnen de kernzone van de waterkering komen te liggen, wat leidt tot een verhoogd risicoprofiel en aanpassingen aan de fundering vereist. De voorkeur gaat daarom uit naar het compenseren van de windturbine, zodat een haakse kruising met de waterweg en waterkering mogelijk wordt. Dit resulteert bovendien in een gunstigere mastpositie ten opzichte van de spoorverbinding.

Tot slot moet rekening worden gehouden met het zeegprofiel. Door de grotere veldlengte komt dit relatief laag te liggen. Indien in een volgende projectfase blijkt dat de afstand tussen de geleiders en de spoorlijn onvoldoende is, zullen de masten verder verhoogd moeten worden om een veilige afstand te waarborgen.

5.6.15 Deeltracé paars 15 (P15)

Afbeelding 5.71 Overzicht paars paars 15

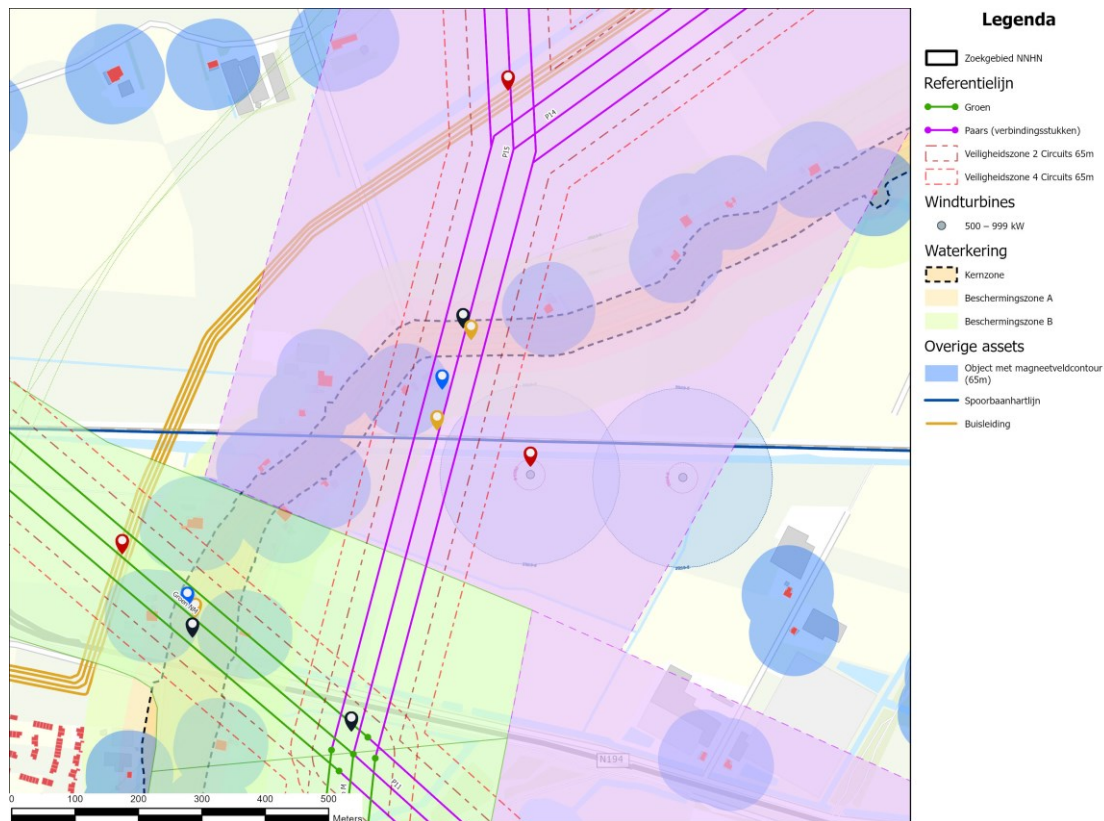


Combinatie 16

Door het feit dat deeltracé P14 en P15 een gezamenlijke start hebben en hier een combinatie in valt is dit in kaart gebracht maar dient rekening gehouden worden dat de uitleg van combinatie 16 hetzelfde is als deze van combinatie 15.

Nabij Obdam zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.72 Combinatie 16



Tabel 5.16 Combinatie 16 paars paars 15

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62145	windmolen	laag	midden	laag	midden
62026	spoor	midden	midden	laag	laag
62124	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62196	waterweg	midden	midden	midden	midden
62182	waterkering	midden	midden	laag	laag
combinatie		midden	midden	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.72 zijn vijf knelpunten te vinden met verschillende thema's. In de bovenstaande tabel zijn deze weergegeven en de factsheets kunnen geraadpleegd worden voor specifieke informatie over elk knelpunt.

Volgens de huidige referentielijn bevinden de hoogspanningslijnen zich binnen het invloedgebied van een windturbine. Tegelijkertijd mogen masten niet binnen de kernzone van een waterkering geplaatst worden, en moet een veilige afstand van minimaal 100 m tot een spoorverbinding worden aangehouden. Aangezien geen enkele mast binnen de invloedsfeer van een windturbine mag staan, is een veldlengte van circa 500 m

noodzakelijk. Dit overschrijdt de standaard maximale veldlengte van 400 m, wat een ontwerptechnische uitdaging vormt.

Om een veldlengte van 500 m te realiseren, is een aangepast mastontwerp vereist. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de kruising van een waterweg. Hiervoor geldt een minimale vrije doorvaarthoogte van 40 m, waar het zeegprofiel van de geleiders boven moet blijven. Ook dit vraagt om een verhoging van de masten.

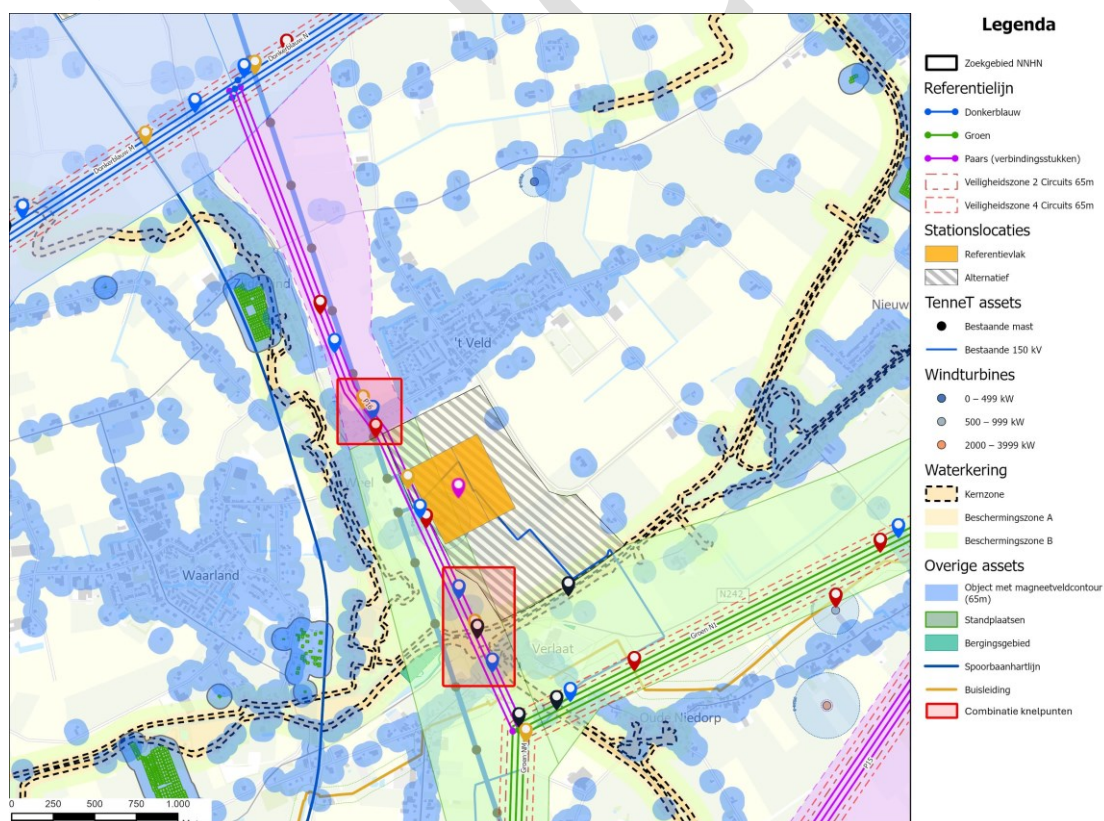
Een eerste oplossingsrichting is het compenseren en verwijderen van één windturbine, waardoor een kortere veldlengte van circa 400 m mogelijk wordt. In dat geval kunnen standaard masten worden toegepast, en is alleen een aangepast ontwerp nodig om aan de doorvaarthoogte te voldoen.

Een alternatieve oplossing waarbij de referentielijn wordt aangepast om de windturbine te behouden, brengt extra uitdagingen met zich mee. De kans is groot dat masten dan binnen de kernzone van de waterkering komen te liggen, wat leidt tot een verhoogd risicoprofiel en aanpassingen aan de fundering vereist. De voorkeur gaat daarom uit naar het compenseren van de windturbine, zodat een haakse kruising met de waterweg en waterkering mogelijk wordt. Dit resulteert bovendien in een gunstigere mastpositie ten opzichte van de spoorverbinding.

Tot slot moet rekening worden gehouden met het zeegprofiel. Door de grotere veldlengte komt dit relatief laag te liggen. Indien in een volgende projectfase blijkt dat de afstand tussen de geleiders en de spoorlijn onvoldoende is, zullen de masten verder verhoogd moeten worden om een veilige afstand te waarborgen.

5.6.16 Deeltracé paars 16 (P16)

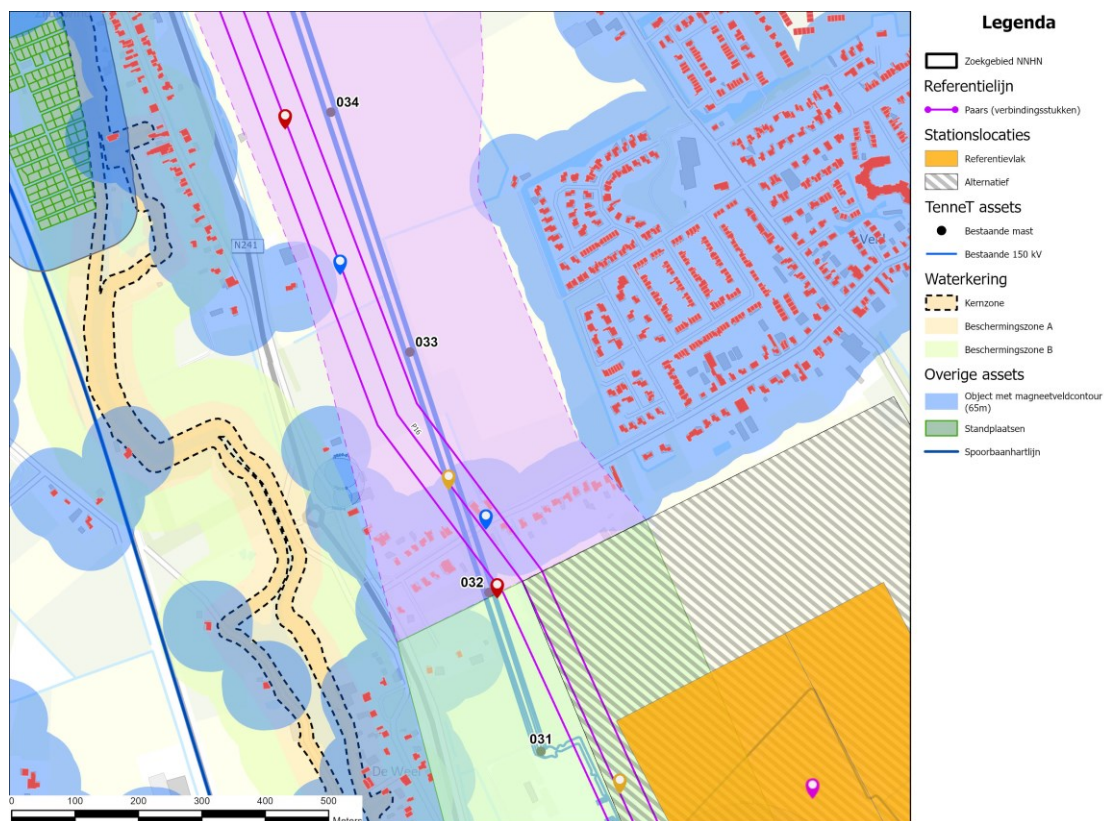
Afbeelding 5.73 Overzicht paars paars 16



Combinatie 17

Nabij 't Veld zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. De oplossing of combinatie van oplossingen zal ervoor moeten zorgen dat alle knelpunten op deze locatie opgelost kunnen worden. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.74 Combinatie 17



Tabel 5.17 Combinatie 17 paars paars 16

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62202	antenne	laag	laag	laag	laag
62212	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62189	bestaande 150 kV	hoog	hoog	laag	laag
62190	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62203	antenne	laag	laag	laag	laag
combinatie		midden	midden	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.74 zijn vijf knelpunten te vinden met drie verschillende thema's. De knelpunten met antennes zijn eenvoudig op te lossen. De invloed op de antennes is minimaal en bij een grote invloed kunnen de antennes in de mast worden meegenomen. Ook kan ervoor gekozen worden om de antennes te ontwijken.

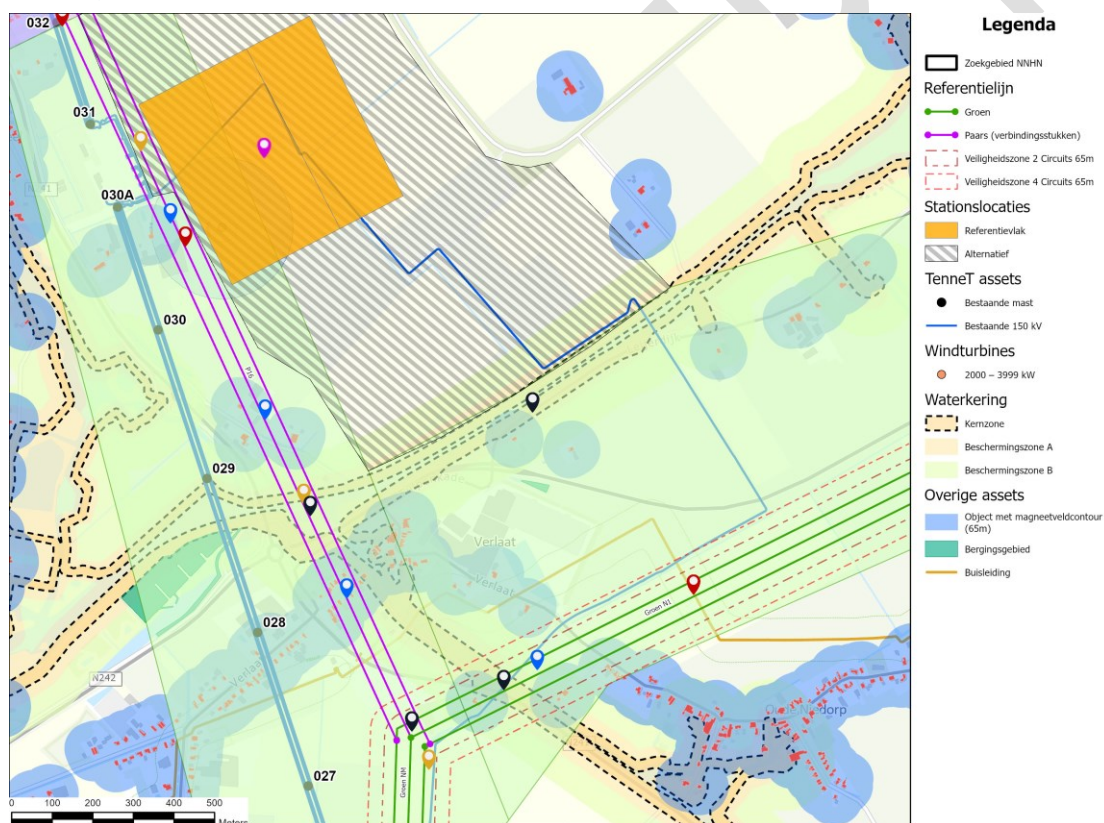
De kruising met de bestaande 150 kV-verbinding zorgt voor een hoge wegingsfactor. Echter, de invloeden van een bovengrondse kruising kunnen worden opgelost door de laagste spanning, in dit geval de 150 kV, ondergronds te leggen. Om dit te kunnen realiseren dient een KLIC-onderzoek te gebeuren op de locatie waar de verbinding ondergronds zal komen. Op deze manier is de invloed tussen beide minimaal en dient alleen een onderzoek naar mastlocaties te worden uitgevoerd.

Samengevat zijn de knelpunten die op deze combinatielocatie te vinden zijn oplosbaar. Als gekozen wordt voor deze route dient de bestaande 150 kV-verbinding ondergronds gelegd te worden, de antennes dienen indien nodig in de mast gehangen worden en er dient rekening gehouden worden met de mastlocaties gezien een enkele bebouwing gekruist wordt en lintbebouwing. Bebouwing op zichzelf geeft geen technisch probleem maar er dient rekening gehouden worden met mastlocaties.

Combinatie 18

Nabij 't Veld zijn meerdere knelpunten bij elkaar terug te vinden waarbij de oplossing voor een knelpunt beperkt wordt door de andere knelpunten. Omwille van deze realisatie dient deze locatie in zijn geheel bekeken worden om een oplossing te vinden voor de individuele knelpunten. Bij informatie over de individuele knelpunten kunnen de factsheets geraadpleegd worden.

Afbeelding 5.75 Combinatie 18



Tabel 5.18 Combinatie 18 paars 16

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62213	bestaande 150 kV	hoog	hoog	laag	laag
62215	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62214	windmolen	midden	midden	midden	midden

Knelpunt-nummer	Soort	Wegingsfactor 2 circuit	Wegingsfactor 4 circuit	Wegingsfactor 2 circuit na aanpassing	Wegingsfactor 4 circuit na aanpassing
62216	bebouwing	laag	laag	laag	laag
62217	waterweg	midden	midden	midden	midden
62218	waterkering	midden	midden	midden	midden
62219	bebouwing	laag	laag	laag	laag
80002	station	midden	midden	laag	laag
combinatie		hoog	hoog	midden	midden

Bij een analyse van afbeelding 5.75 kunnen acht knelpunten gevonden worden met zes verschillende thema's. Door deze samenkomst van thema's kunnen oplossingen beperkt worden. Op de locatie zijn drie knelpunten met betrekking tot bebouwing. Twee van deze knelpunten zijn te ontwijken door een aanpassing van de referentielijn, maar het onderste knelpunt op de afbeelding betreft lintbebouwing die niet te ontwijken is binnen de corridor.

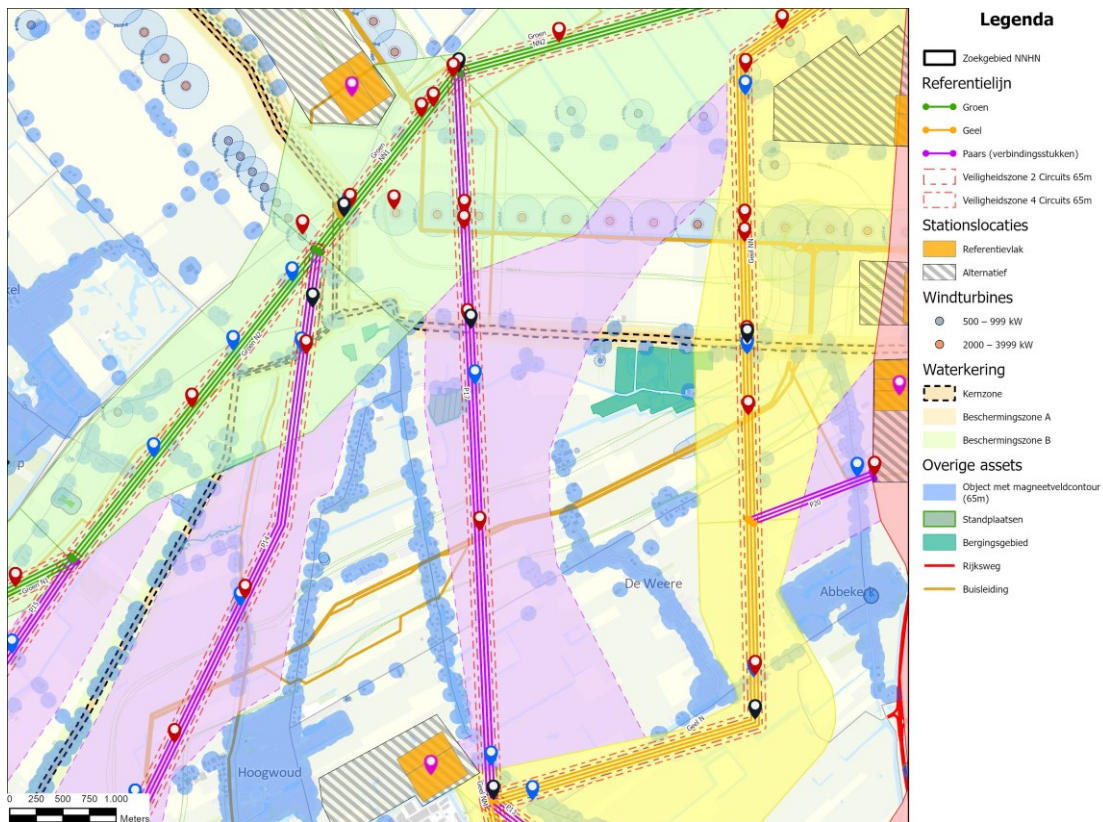
Volgens de huidige route van de referentielijn is een oversteek van circa 205 m kernzone van een waterkering noodzakelijk, met daartussen een vaarweg. Met een maximale veldlengte van 400 m tussen de masten is dit haalbaar. Echter door het feit dat er ook een vaarweg is gelokaliseerd dient ook rekening gehouden worden met de doorvaarthoogte. Om een beperkt aantal aanpassingen aan mastontwerpen te hebben kan op deze locatie gekozen worden om de veldlengte te beperken om zo voor een hoger zeegprofiel te zorgen. Om dit te kunnen realiseren, zullen masten in de beschermingszone van de waterkering moeten komen door gebruik te maken van trillingvrije fundaties. Door de kruising van waterkeringen is geen vrije ruimte beschikbaar om de beschermingszone te vermijden. Verder onderzoek in de volgende fase van het project dient te bepalen of een verlaging van de veldlengte zorgt voor voldoende verhoging van het zeegprofiel om de vrije doorvaarthoogte niet te beperken.

Bovenaan de afbeelding is te zien dat de route over station De Weel 150 kV loopt. Dit is niet maakbaar op vlak van techniek. Er kan geen mast op het bestaande station geplaatst worden, waardoor de huidige routing verplaatst moet worden om dit te vermijden. Ook is te zien dat de huidige route binnen een veiligheidszone van een windmolen ligt. Hier moet verder onderzoek worden gedaan naar de eigenschappen van de windmolen om de invloeden te bepalen. De referentielijn ligt te dicht bij de windmolen, wat voor ongewenste invloed zorgt.

Om deze locatie met verschillende knelpunten op te lossen, is er een mogelijkheid om buiten de corridor in het oosten een route aan te leggen die alles kan ontwijken. De nieuwe route zou boven Verlaat naar het station verbonden worden. Volgens de nieuwe route is enkel een kruising met een waterweg en waterkering beschikbaar. Ook is hier een ondergrondse 150 kV-kabel te zien. Hiervoor moet alleen rekening gehouden worden met de locatie van de masten.

5.6.17 Deeltracé paars 17 (P17)

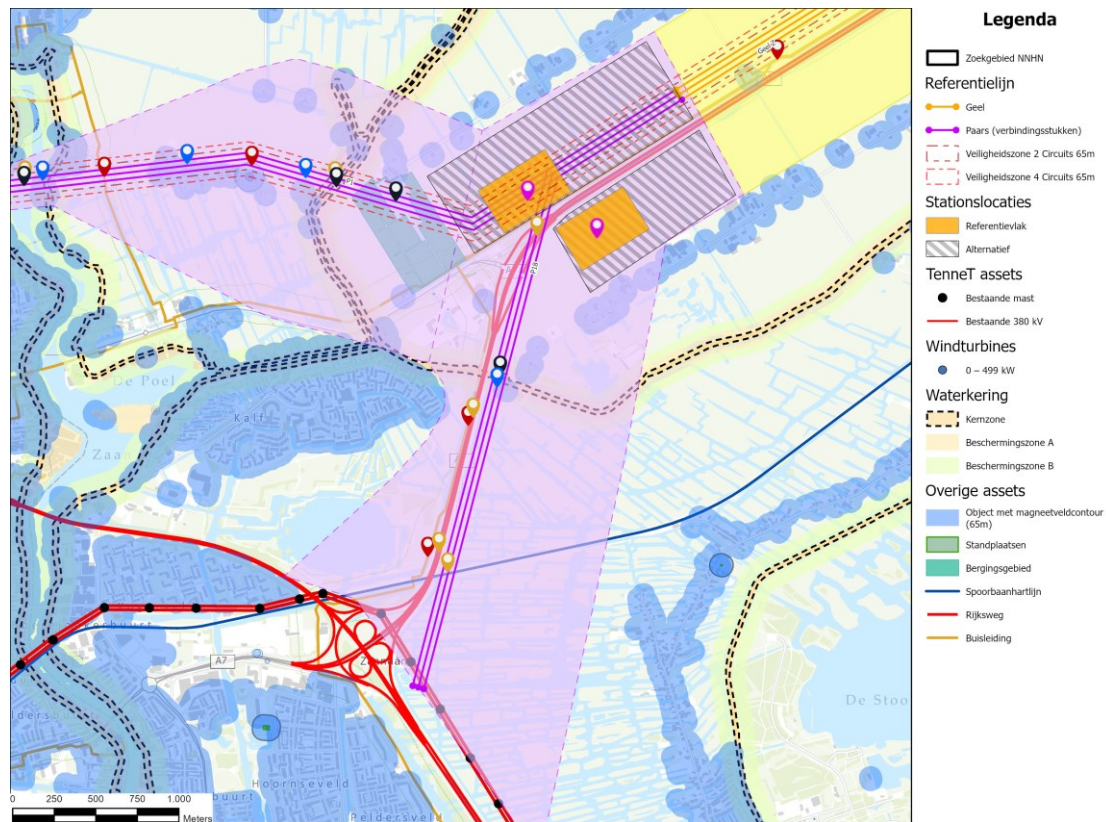
Afbeelding 5.76 Overzicht paars paars 17



In deeltracé paars 17 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.18 Deeltracé paars 18 (P18)

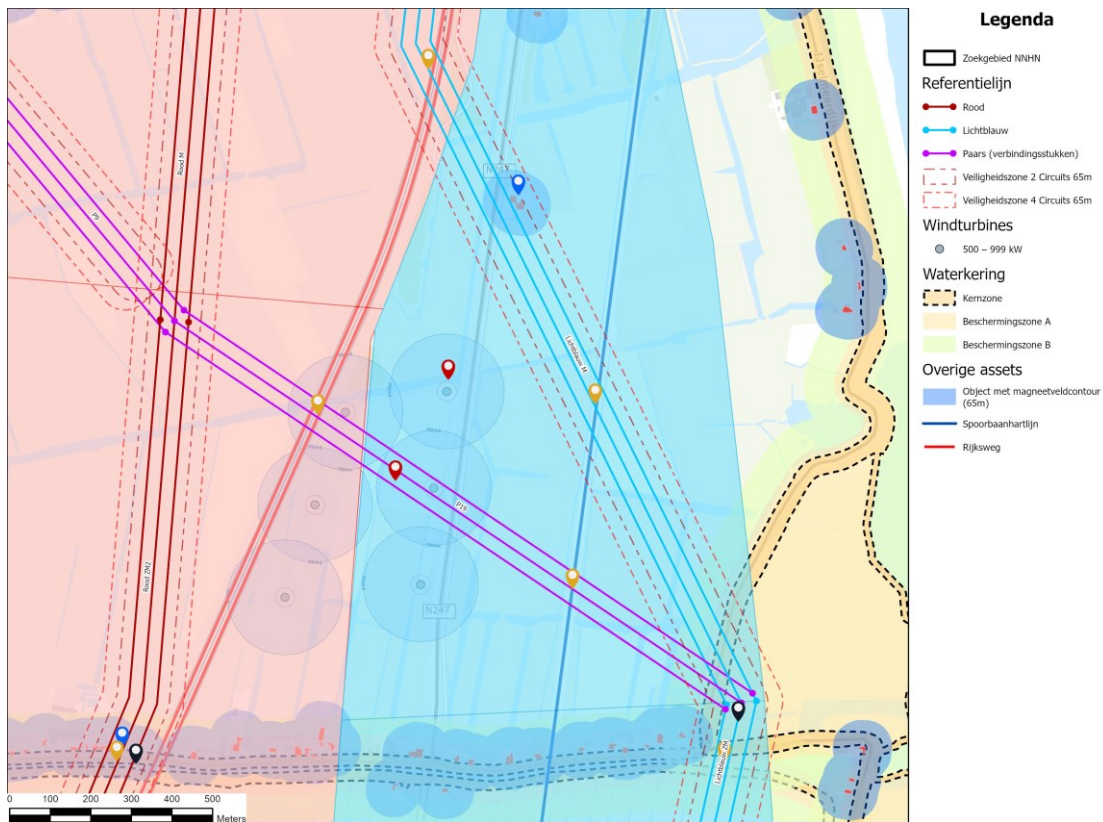
Afbeelding 5.77 Overzicht paars paars 18



Deeltracé paars 18 bevat de inlusning van stationslocaties zuid midden 1 (ZM1) en zuid midden 2 (ZM2). Omdat dit verbindingssstuk enkel hiervoor wordt gebruikt is de keuze gemaakt dit uit te werken in het deelrapport van stationslocaties.

5.6.19 Deeltracé paars 19 (P19)

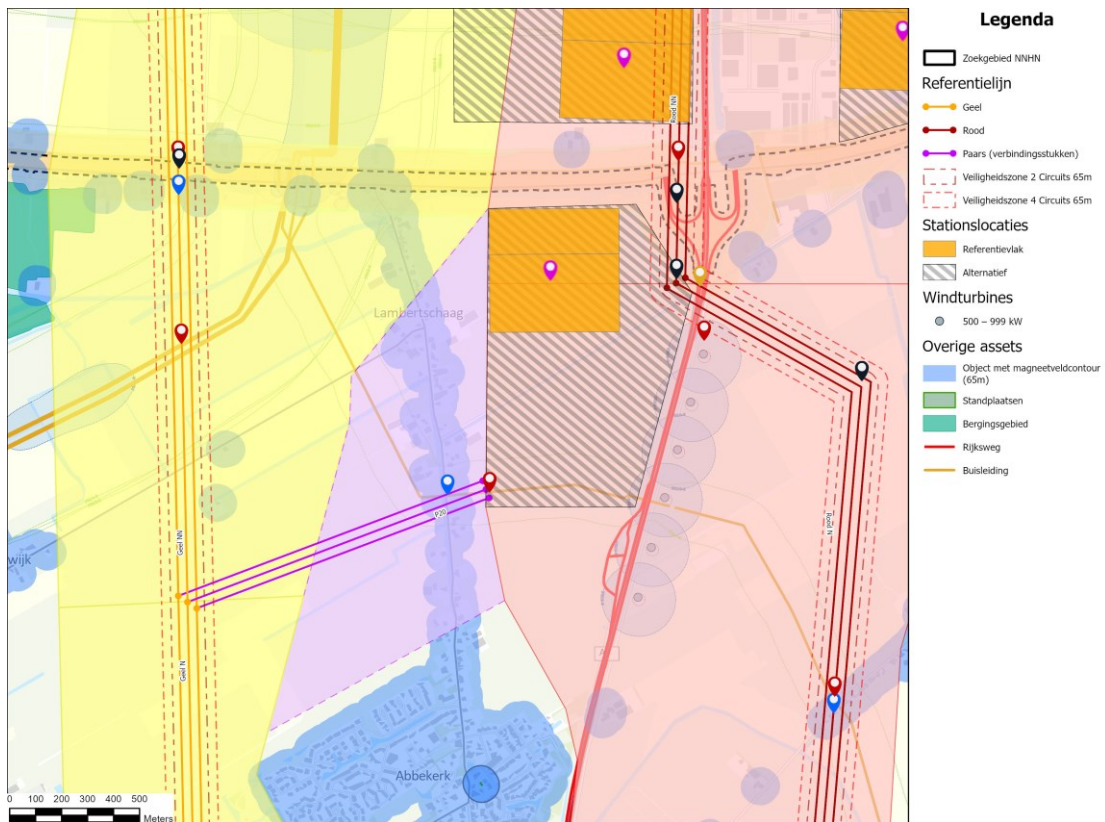
Afbeelding 5.78 Overzicht paars paars 19



In deeltracé paars 19 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.20 Deeltracé paars 20 (P20)

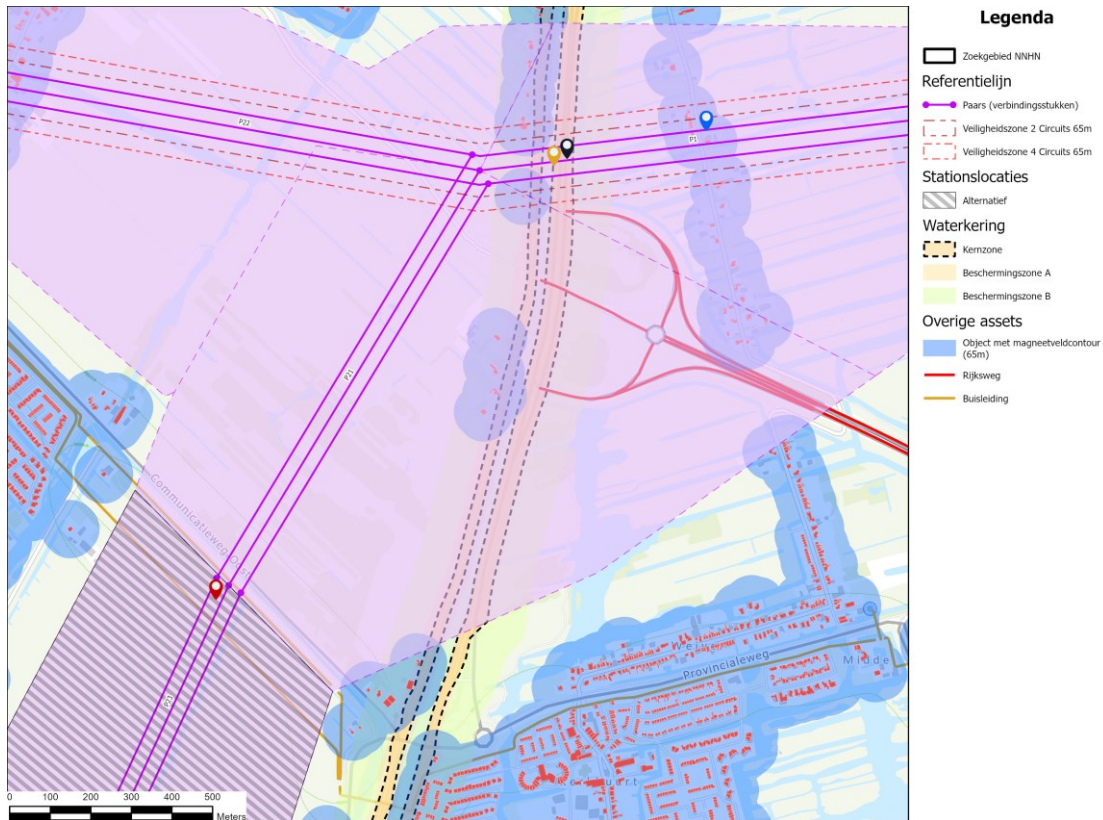
Afbeelding 5.79 Overzicht paars paars 20



In deeltracé paars 20 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.21 Deeltracé paars 21 (P21)

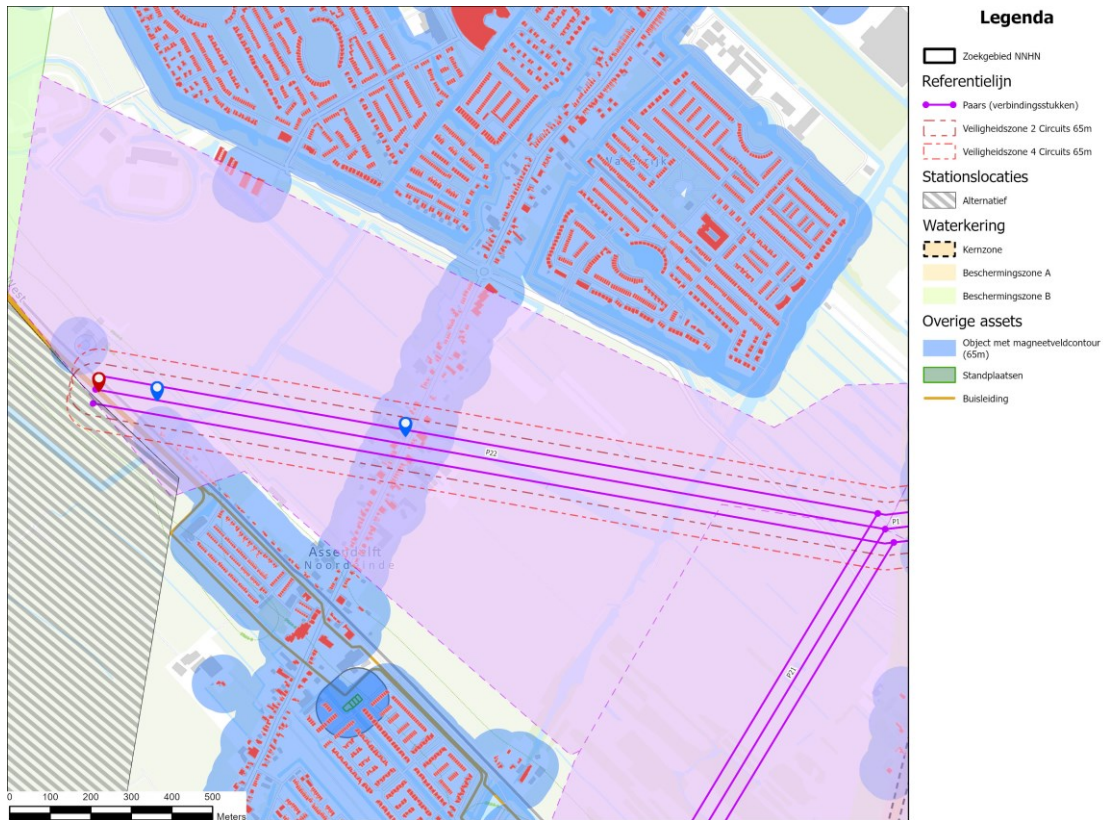
Afbeelding 5.80 Overzicht paars paars 21



In deeltracé paars 21 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.22 Deeltracé paars 22 (P22)

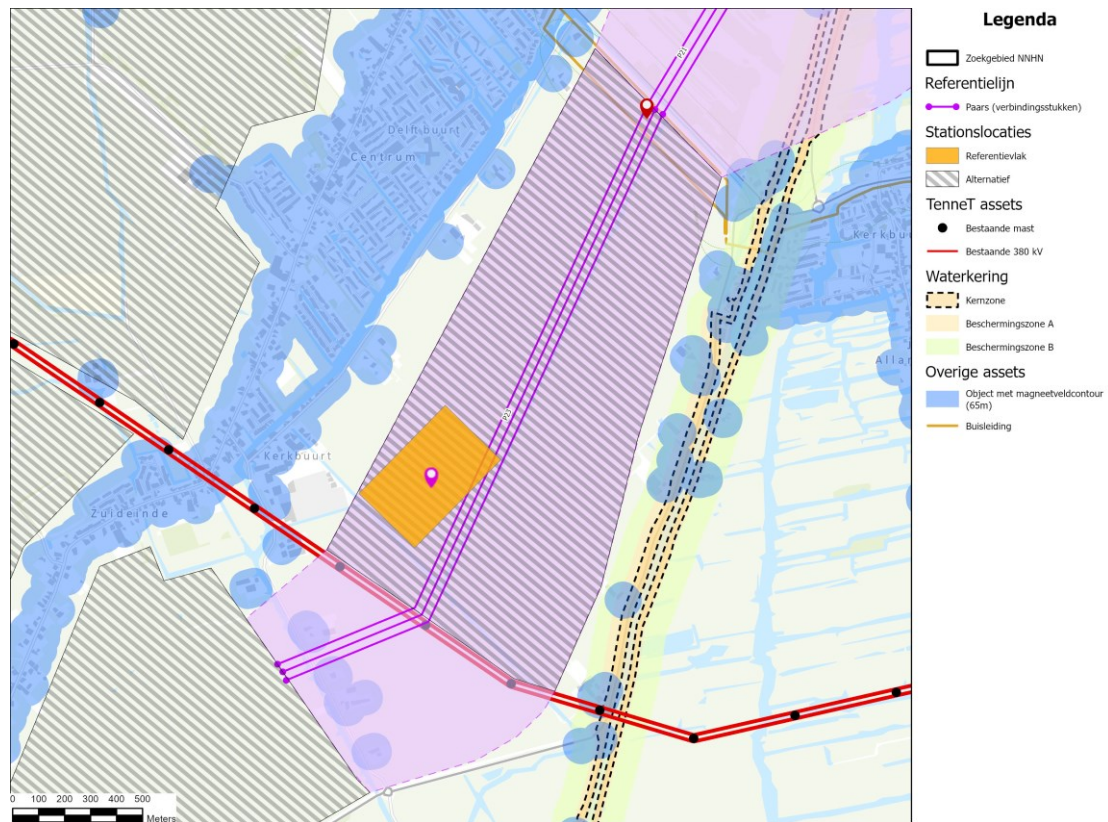
Afbeelding 5.81 Overzicht paars paars 22



In deeltracé paars 22 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

5.6.23 Deeltracé paars 23 (P23)

Afbeelding 5.82 Overzicht paars paars 23



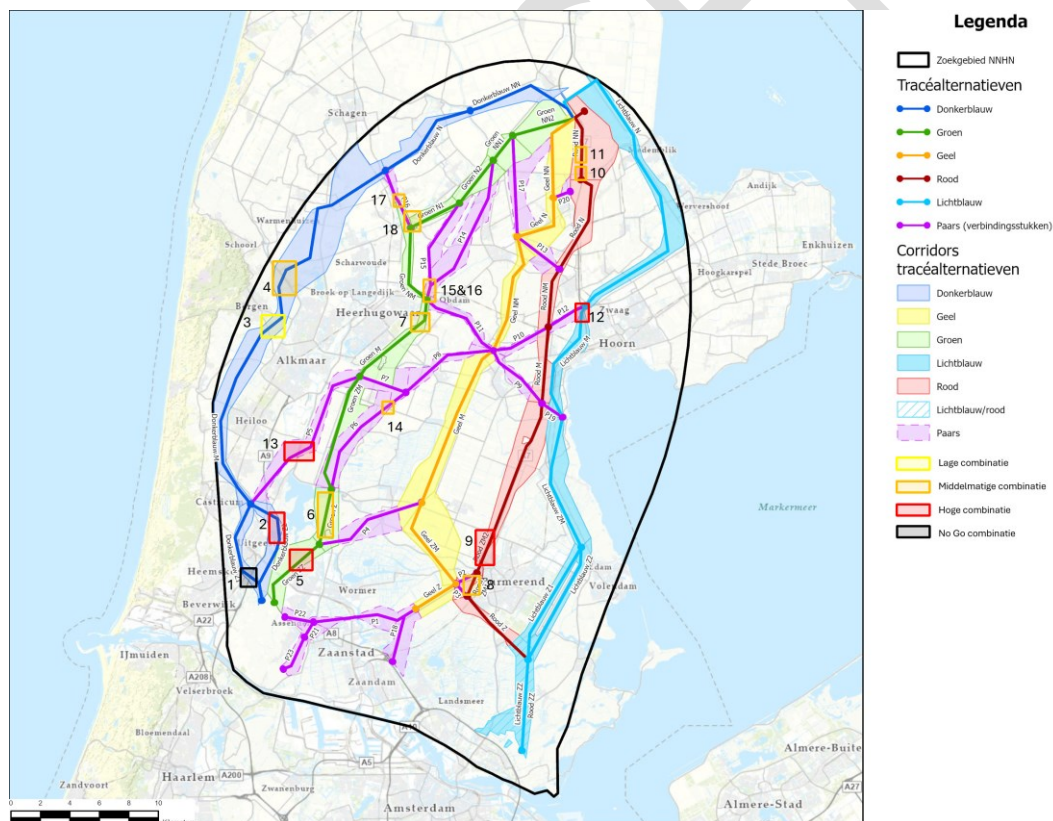
In deeltracé paars 23 van de paarse route zijn geen combinaties gevonden waarbij de oplossing van een bepaald knelpunt beperkt wordt door een ander knelpunt. De knelpunten kunnen afzonderlijk bekeken en opgelost worden zonder invloed op elkaar te hebben.

SAMENVATTING EN CONCLUSIE

6.1 Samenvatting

In dit hoofdstuk zal een samenvatting komen van alle combinaties die terug te vinden zijn doorheen de verschillende routes. In afbeelding 6.1 zijn de locaties waar een combinatie van knelpunten terug te vinden is aangeduid met een gekleurd vlak. Een rood vlak wil zeggen dat deze locatie oplosbaar is maar een grote impact heeft, een oranje vlak wil zeggen dat een verbetering kan plaatsvinden maar deze mogelijk impact heeft op de andere werksporen. Een geel vlak wil zeggen dat een verbetering mogelijk is met waarschijnlijk een minimale impact op de andere werksporen.

Afbeelding 6.1 Samenvatting combinaties



Over het volledige zoekgebied zijn 18 locaties gevonden waar een oplossing voor een knelpunt invloed zal hebben op een ander knelpunt. De combinatie van knelpunten kan zorgen voor een hoger risicoprofiel dan de afzonderlijke knelpunten. Om vanuit techniek een eenduidig beeld te krijgen is besloten om de locaties waar zich dit kan voordoen te analyseren. Er wordt gesproken van een combinatie wanneer de oplossing voor een knelpunt een beperking heeft door een ander knelpunt. Voor het zoekgebied in Noord-Holland geeft afbeelding 6.1 alle locaties weer met een vlak over de locatie. Op deze afbeelding kan gezien worden

waar locaties gelokaliseerd zijn en welke impact het met zich meebrengt. Deze afbeelding zal een eerste bepaling voor het hoofdrapport geven over welke routes voordelig zijn en welke niet. Bij de keuze van een bepaalde route dienen alle deelrapporten geraadpleegd worden om een correct overzicht te krijgen. In combinatie met de factsheets kan dan een analyse gebeuren om de impact van de route te bepalen en de mogelijkheden te bekijken.

6.2 Conclusie

Over het volledige zoekgebied zijn 18 locaties geïdentificeerd waar meerdere knelpunten met verschillende thema's te vinden zijn. Omdat dit in de overige deelrapporten niet duidelijk naar voren komt, is ervoor gekozen om een apart deelrapport te maken voor alle combinaties van knelpunten. Deze combinaties zijn hierboven in dit document uitgewerkt en voorzien van gedetailleerde uitleg. Onderstaand overzicht geeft 4 soorten combinaties weer die na mitigerende maatregelen van kracht zijn binnen het project:

- 1 locatie waarbij de samenkomst van knelpunten de oplossingen beperkt en er geen oplossingen beschikbaar zijn om dit op te lossen:
 - donkerblauw zuid 1 → combinatie 1;
- 5 locaties waarbij de samenkomst van knelpunten zorgt voor een hoog risicoprofiel. Het betreft hier locaties waarbij een technische oplossing voor een verlaging in risico zorgt, maar de oplossing invloed kan hebben op andere werksporen. Dit betekent dat de voorgestelde oplossingen niet alleen de directe knelpunten aanpakken, maar ook gevolgen kunnen hebben voor aangrenzende gebieden of andere aspecten van het project. De oplossingen hebben een gedetailleerd onderzoek nodig om te kunnen bepalen of deze oplossingen de engineering en doorlooptijd waard zijn:
 - donkerblauw zuid 2 → combinatie 2;
 - groen zuid zuid → combinatie 5;
 - rood zuid midden 2 → combinatie 9;
 - lichtblauw midden → combinatie 12;
 - paars paars 5 → combinatie 13;
- 11 locaties waarbij de samenkomst van knelpunten zorgt voor een middelmatig risicoprofiel. Het betreft hier locaties waarbij een technische oplossing voor een verlaging in risico zorgt, maar de oplossing niet zorgt voor een probleemloze locatie. Overleg met andere werksporen zal moeten bepalen of de voorgestelde oplossing een invloed heeft op de overige werksporen:
 - donkerblauw midden → combinatie 4;
 - groen zuid → combinatie 6;
 - groen midden → combinatie 7;
 - rood zuid midden 1 → combinatie 8;
 - rood noord noord → combinatie 10;
 - rood noord noord → combinatie 11;
 - paars paars 6 → combinatie 14;
 - paars paars 14 → combinatie 15;
 - paars paars 15 → combinatie 16;
 - paars paars 16 → combinatie 17;
 - paars paars 16 → combinatie 18;
- 1 locatie waarbij de samenkomst van knelpunten zorgt voor een lage combinatie. Het betreft hier een locatie waarbij een technische oplossing mogelijk is en dit weinig tot geen invloed zal hebben op andere werksporen of op het project. Deze locatie biedt de mogelijkheid om de knelpunten op een relatief eenvoudige en kostenefficiënte manier op te lossen, zonder dat dit grote gevolgen heeft voor de rest van het project:
 - donkerblauw midden → combinatie 3.

Bijlage(n)

CONCEPT

BIJLAGE: FACTSHEETS

De factsheets waar in dit rapport naar wordt verwezen, zijn centraal gebundeld op één locatie. Wanneer een factsheet nodig is, kan deze locatie worden geraadpleegd en kan er op nummer worden gezocht. Deze keuze is gemaakt omdat verschillende factsheets relevant zijn voor meerdere rapporten. Om te voorkomen dat factsheets onnodig worden doorgestuurd, zijn ze allemaal op één centrale plek beschikbaar gesteld.

CONCEPT