

De Poelen Kaag en Braassem

Geotechnisch monitoringsplan Fase 4A en 4B



Titel : Geotechnisch monitoringsplan
Fase 4A en 4B

Project : De Poelen Kaag en Braassem
Projectnummer : GR0267

Documentnummer : GR0267-RAP-004
Versie : 1.0
Status : Definitief
Datum : 23-02-2024

Opdrachtgever : Aveco de Bondt
T.a.v. de heer D. Oltmans
Ravenswade 2
3439LD Nieuwegein

Naam		Paraaf	Datum
Opgesteld	ing. C.J.G. Lodewijkx		23-2-2024



Document Historie

Versie	Omschrijving/ Belangrijkste wijzigingen	Datum
1.0	Eerste definitieve uitgave	23-02-2024



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Referentiedocumenten	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	(Contract)eisen	6
2.2	Planning	6
2.3	Terminologie zettingen	6
3	MONITORING ZETTINGEN	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Locatie Zakbaken	8
3.3	Nulmeting	8
3.4	Herhaalmetingen	8
3.5	Aanbrengen Ophoogslagen	9
3.6	Meetschema	9
3.7	Meetapparatuur	9
3.8	Meetnauwkeurigheid	9
3.9	Instandhouding Meetpunten	9
4	MONITORING STABILITEIT	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Locaties en diepte waterspanningsmeters	10
4.3	Plaatsing	10
4.4	Nulmeting	10
4.5	Herhaalmetingen	11
4.6	Aanbrengen ophoogslagen	11
5	MONITORING FREATISCHE GRONDWATERSTAND	12
5.1	Algemeen	12
5.2	Locaties en diepte freatische peilbuizen	12
5.3	Plaatsing en nulmeting	12
5.4	Herhaalmetingen	12
6	ANALYSE MONITORING	13
6.1	Verwerking en beoordeling meetgegevens	13
6.2	Analyse waterspanningsverloop	13
6.3	Tussenevaluatie	13
6.4	Eindevaluatie	13

Bijlagen:

1. Locaties aanwezige en aan te brengen zakbaken Fase 4A en 4B
2. Locaties aan te brengen waterspanningsmeters en peilbuizen
3. Voorbeeld registratieformulier zakbaken



1 INLEIDING

1.1 Algemeen

In de gemeente Kaag en Braassem wordt aan het Braasemermeer het project 'De Poelen' gerealiseerd. Dit woningbouwproject wordt gefaseerd bouw- en woonrijp gemaakt voor de te bouwen woningen met de bijbehoren boven- en ondergrondse infrastructuur.

In opdracht van Aveco de Bondt B.V. is door GeoRisQ B.V. een geotechnisch bouwrijp advies [2] opgesteld voor Fase 4A en 4B. Daarnaast is de invloed van de ophogingen op de regionale waterkering beschouwd [3]. In deze rapportages zijn de prognoses van de eind- en restzettingen berekend en de macrostabiliteit van de ondergrond als gevolg van de aan te brengen ophogingen getoetst. Daarnaast is advies gegeven over de aan te brengen voorbelastingen.

In werkelijkheid kunnen de zettingen en macrostabiliteit afwijken van de berekende waarden. Hierdoor dienen de zettingen en wateroverspanningen adequaat te worden gemonitord in de uitvoeringsperiode waarna dient te worden gecontroleerd of er aantoonbaar aan de zettings- en stabiliteitseisen kan worden voldaan.

Door Aveco de Bondt B.V. is aan GeoRisQ B.V. gevraagd een monitoringsplan voor de geotechnische monitoring van de zakbaken en waterspanningsmeters op te stellen en het analyseren van de inmeetgegevens tijdens de uitvoering en consolidatieperiode. In voorliggend geotechnisch monitoringsplan wordt omschreven op welke wijze de voorbelasting dient te worden gemonitord en het zettingsverloop geanalyseerd.

1.2 Referentiedocumenten

Voor het opstellen van het monitoringsplan is gebruik gemaakt van de onderstaande referentiedocumenten:

- [1] Rapportage: 'Leidraad Inrichting Openbare Ruimte (LIOR 6.0)', opgesteld door de gemeente Kaag en Braassem versie 6.0 juni 2016 (vastgesteld op 19 juli 2016) met addendum 13 december 2018;
- [2] Rapport: 'De Poelen Kaag en Braassem, Geotechnisch zettings- en stabiliteitsadvies Fase 4A+4B', opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-002 v2.0 d.d. 18-01-2024;
- [3] Rapport: 'De Poelen Kaag en Braassem, Geotechnische controle macro-stabiliteit Noordkade', opgesteld door GeoRisQ bv onder kenmerk GR0267-RAP-003 v2.0 d.d. 22-02-2024.



2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 (Contract)eisen

In het voorliggend monitoringsplan wordt conform [2] van onderstaande geotechnische contracteisen uitgegaan:

Tabel 2-1: Geotechnische (contract) eisen

Eis-ID	Omschrijving
001	Een restzetting van de verhardingen van maximaal 15 cm in 30 jaar.
002	Een restzetting in de overige gebieden, o.a. openbaar groen, van maximaal 20 cm in 30 jaar.
003	De as van de nieuwe wegen ligt bij aanleg minimaal 1,15 m boven het hoogst geldende aangrenzende polderpeil.
004	De bestaande wegashoogte ligt in principe minimaal 10 cm beneden vloerpeil omliggende gebouwen

Voor de uitgeefbare percelen is door de gemeente in de LIOR geen restzettingseis opgegeven. Geadviseerd wordt ter plaatse van de uitgeefbare percelen een afgeleide restzettingseis van 0,30 m over een gebruikperiode van circa 30 jaar aan te houden om te grote eindzettingen op de uitgeefbare percelen te voorkomen.

2.2 Planning

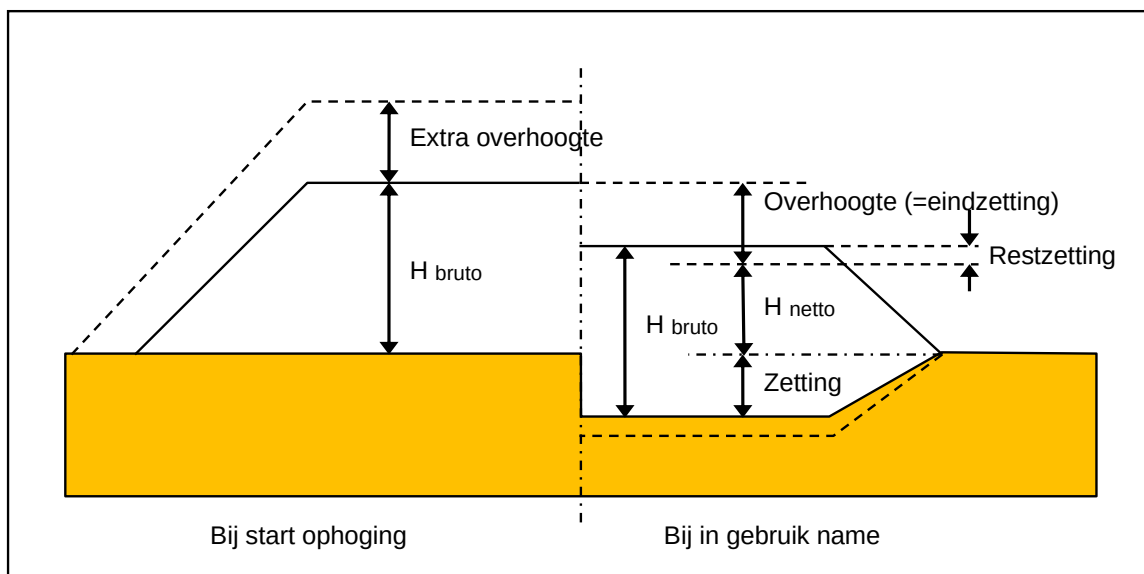
De beschikbare consolidatieperiode om rekentechnisch aantoonbaar te kunnen voldoen aan de restzettingseisen bedraagt conform het geotechnisch advies [2] circa 180 á 270 dagen nadat de voorbelasting op hoogte is aangebracht.

Na de volledige voorbelastingsfase, op het moment dat de restzettingseisen zijn geverifieerd en goedgekeurd, kan het terrein worden vrijgegeven en als geotechnisch bouwrijp worden verklaard. De woonrijp werkzaamheden ten behoeve van de gebruiksfase kunnen aanvangen nadat het terrein geotechnisch bouwrijp is en er aantoonbaar wordt voldaan aan de restzettingseisen.

2.3 Terminologie zettingen

Als gevolg van de te realiseren ophogingen zullen zettingen optreden. Deze zettingen dienen door het aanbrengen van een overhoogte, eventueel in combinatie met het aanbrengen van verticale drainage, gecompenseerd te worden om de gewenste eindhoogte te bereiken. De optredende zettingen zijn afhankelijk van de samendrukbaarheid en de dikte van de in de grond aanwezige samendrukbare lagen (zoals veen en klei). Om het verloop van de zettingen in de tijd te versnellen kan een extra overhoogte (EOH), verticale drainage of een combinatie van beide methoden worden toegepast. Hieruit volgt de bruto en netto aan te brengen ophoging.

De basisbegrippen over zettingsberekeningen zoals deze gebruikt worden in voorliggend rapport zijn conform de CROW-publicatie 204 aangehouden en in Figuur 2-1 hieronder nader toegelicht.



Figuur 2-1: Dwarsprofiel met terminologie (CROW, Publicatie nr. 204, 2004)



3 MONITORING ZETTINGEN

3.1 Algemeen

De berekende zettingen kunnen afwijken van de werkelijk optredende zettingen. In de praktijk dienen de werkelijk optredende zettingen van het maaiveld gevolgd te worden door het plaatsen van zakbaken. Aan de hand van de gegevens van de zakbaken kan geconcludeerd worden of het zettingsverloop en de optredende zettingen overeenkomen met de prognose. Indien nodig kan, bij geconstateerde afwijkingen van de prognose, het advies worden bijgesteld. Dit kan uiteraard zowel gunstig als ongunstig uitvallen.

3.2 Locatie Zakbaken

De zakbaken dienen te worden geplaatst op de bodem van het te ontgraven cunet of op het oorspronkelijke maaiveld daar waar geen cunet wordt ontgraven. De locaties van de zakbaken in Fase 4A en 4B zijn in bovenaanzicht aangegeven op de tekeningen in bijlage 1.

Opgemerkt wordt dat er in het plangebied al een aantal zakbaken aanwezig zijn die zijn geplaatst na de uitvoering van de grond saneringen.

3.3 Nulmeting

De nulmeting dient direct na plaatsing van de zakbaak uitgevoerd te worden en voor het aanbrengen van de eerste ophoogslag. Tijdens de nulmeting dient het volgende gemeten te worden:

- Nummer van de desbetreffende zakbaak;
- Datum en tijd van de meting;
- RD-coördinaten van de zakbaak;
- Hoogte bovenkant van de zakbaakbuis ten opzichte van het NAP;
- Hoogte van de voetplaat ten opzichte van het NAP;
- Lengte van de zakbaakbuis gemeten vanaf de voetplaat.

3.4 Herhaalmetingen

Tijdens de herhaalmetingen dient het volgende te worden gemeten:

- Nummer van de desbetreffende zakbaak;
- Datum en tijd van de meting;
- RD-coördinaten van de zakbaak;
- Hoogte bovenkant van de zakbaakbuis ten opzichte van het NAP;
- Verlenging van de zakbaakbuis;
- Hoogte maaiveld bij zakbaken ten opzichte van het NAP;
- Indien is opgehoogd: de datum van de ophoging.

Opgemerkt wordt hierbij dat bij elke verlenging van de zakbaken de hoogte van de bovenkant van de zakbaakbuis ten opzichte van het NAP vóór en na het ophogen gemeten dient te worden.



3.5 Aanbrengen Ophoogslagen

Bij het aanbrengen van elke ophoogslag dienen de volgende gegevens te worden bijgehouden:

- De datum van de aangebrachte ophoogslag;
- De dikte van de aangebrachte ophoogslag;
- Volumegewicht van het ophoogmateriaal.

3.6 Meetschema

Gedurende het aanbrengen van de ophoogslagen, in de ophoogperiode, dienen de zakkaken elke week te worden ingemeten tot vier weken na de laatste ophoogslag. Daarna zijn metingen eens in de vier weken voldoende.

3.7 Meetapparatuur

De zakkaken dienen te worden ingemeten met behulp van een Total Station meetinstrument. Indien met een ander instrument wordt ingemeten dient dit vooraf te worden afgestemd met de opdrachtgever.

3.8 Meetnauwkeurigheid

De hoogtemeting (ten opzichte van NAP) van de zakkaken dient met een minimale nauwkeurigheid van 5 mm gemeten te worden. De XY-coördinaat van de zakkaken dienen eveneens gemeten te worden met een nauwkeurigheid van 5 mm.

3.9 Instandhouding Meetpunten

Door de zakkaken op ruime afstand uit elkaar aan te brengen, kan tijdens de uitvoering het werkverkeer (zandauto's) op voldoende afstand van de zakkaken passeren. De zakkaken dienen hierbij duidelijk te worden gemarkeerd zodat deze ten alle tijden zichtbaar zijn voor het werkverkeer. Bij eventuele scheefstand door aanrijding dient de zakbaak te worden hersteld of in het ergste geval opnieuw te worden geplaatst. Zowel bij het herstellen van de zakbaak als het volledig herplaatsen dient er een nieuwe nulmeting van de zakbaak plaats te vinden. Daarnaast zal er een aantekening van het herstellen van de zakbaak worden opgenomen in het meetformulier.

De herstellende of herplaatste zakbaak wordt omgenummerd zodat later ook duidelijk is dat deze zakbaak is hersteld of opnieuw geplaatst.



4 MONITORING STABILITEIT

4.1 Algemeen

De stabiliteit van een ophoging in uitvoering wordt in de regel bewaakt door de in de ondergrond gemeten waterspanningen te vergelijken met van tevoren berekende toelaatbare waterspanningen. Indien nodig kan op basis van deze vergelijking het geadviseerde ophoogtempo worden aangepast.

4.2 Locaties en diepte waterspanningsmeters

Om tijdens de uitvoering van de ophogingen de waterspanningen te kunnen controleren en bij te kunnen sturen dienen automatische (webbased) waterspanningsmeters te worden toegepast. De waterspanningsmeters zijn tevens bedoeld voor het bepalen van de volgende ophoogslag tijdens de uitvoering van de ophogingen.

De locaties van de waterspanningsmeters als mede de diepte van de waterspanningsmeters zijn weergegeven op de tekeningen in bijlage 2.

4.3 Plaatsing

Bij het plaatsen van de waterspanningsmeters dienen de volgende gegevens te worden opgenomen:

- Nummer van de waterspanningsmeter;
- Datum en tijd van de meting;
- RD-coördinaten van de waterspanningsmeter;
- Diepte van het filter ten opzichte van het NAP;
- Hoogte van het maaiveld ten opzichte van het NAP;
- Luchtdruk in millibar;
- Druk waterspanningsmeter in millibar;
- Hoogte grondwaterstand t.o.v. NAP [m].

4.4 Nulmeting

De waterspanningsmeters dienen minimaal 2 weken voor het aanbrengen van de eerste ophoogslag te worden geplaatst, waarbij een eerste nulmeting dient te worden uitgevoerd. Tijdens de nulmeting dient het volgende te worden gemeten:

- Nummer van de waterspanningsmeter.
- Datum en tijd van de meting.
- RD-coördinaten van de waterspanningsmeter.
- Luchtdruk in millibar (afhankelijk van het type).
- Druk waterspanningsmeter in millibar.
- IJkwaarde (omrekenfactoren) behorende bij het type waterspanningsmeter. Voor elke meter dient
- een ijkwaarde bepaald te worden;
- De heersende waterspanning 2 à 3 keer meten voor aanvang ophogen met een minimaal interval van één dag (zogenoemde 'nulmeting');
- NAP-hoogte van zowel meter, bovenkant buis, cunetbodem en oorspronkelijke maaiveld.



4.5 Herhaalmetingen

Deze volledig automatische waterspanningsmeters kunnen real-time via een website worden uitgelezen. Het voordeel hiervan is dat er geen piekwaarden worden overgeslagen. Daarnaast kan na het plaatsen de uitlezingen op afstand plaatsvinden.

4.6 Aanbrengen ophoogslagen

Bij het aanbrengen van elke ophoogslag dienen de volgende gegevens te worden bijgehouden:

- De datum van de aangebrachte ophoogslag;
- De dikte van de aangebrachte ophoogslag;
- Volume gewicht van het ophoogmateriaal.



5 MONITORING FREATISCHE GRONDWATERSTAND

5.1 Algemeen

Om de zettingen en stabiliteit van de ophogingen te kunnen controleren is het belangrijk om de actuele freatische grondwaterstand te monitoren. Deze grondwaterstand dient te worden gemonitord door het plaatsen van een freatische peilbuis in de nabijheid van de waterspanningsmeters.

5.2 Locaties en diepte freatische peilbuizen

De locaties van de freatische peilbuizen en de diepte van de filters zijn weergegeven op de tekeningen in bijlage 2.

5.3 Plaatsing en nulmeting

Bij het plaatsen van de peilbuizen dienen de volgende gegevens te worden opgenomen:

- Nummer van de peilbuis;
- Datum en tijd van de nulmeting;
- RD-coördinaten van de peilbuizen;
- Diepte van het filter ten opzichte van het NAP;
- Hoogte van het maaiveld ten opzichte van het NAP;
- Hoogte grondwaterstand t.o.v. NAP [m] na het plaatsen van de peilbuis.

5.4 Herhaalmetingen

De peilbuizen dienen automatisch en continu te worden ingelezen en voorzien te zijn van een datalogger, gelijk aan de waterspanningsmeters.



6 ANALYSE MONITORING

6.1 Verwerking en beoordeling meetgegevens

De resultaten van de zakbaak inmetingen worden door de landmeter digitaal verwerkt in het registratieformulier. Een voorbeeld van een registratieformulier is opgenomen in bijlage 3. De registratieformulieren dienen zowel in pdf als in Excel te worden verstrekt aan de geotechnisch adviseur. De geotechnisch adviseur zal in eerste instantie een kwalitatieve beoordeling uitvoeren van de meetgegevens, waarbij eventuele meetfouten direct worden teruggekoppeld aan de uitvoering. Indien benodigd zal de geotechnisch adviseur de uitvoering verzoeken de meting opnieuw uit te laten voeren.

Van de inmetingen van de zakbaken zal door de geotechnisch adviseur een tijd-zettingsgrafiek worden opgesteld, waarin het verloop van de zettingen in de tijd kan worden gevolgd. Tevens zal hierbij de geregistreerde ophogingen worden weergegeven.

6.2 Analyse waterspanningsverloop

De berekende wateroverspanningen uit het ontwerp dienen te worden vergeleken met de werkelijke ingemeten wateroverspanningen uit de waterspanningsmeters en getoetst op de toelaatbare wateroverspanningen. Op basis van een herberekening van de macro-stabiliteit dient te worden gecontroleerd of de volgende ophoogslag kan worden aangebracht. Indien blijkt dat de ingemeten wateroverspanning lager is dan in de berekeningen kan de volgende ophoogslag worden aangebracht. Bij een hogere ingemeten wateroverspanning dan in de berekeningen aangehouden dient een langere rustperiode in acht genomen te worden. Op basis van de analyse tijdens de uitvoering van de macro-stabiliteit wordt een beheerst ophoogproces doorlopen.

6.3 Tussenevaluatie

In de tussenevaluatie van de zakbaken zal per geotechnisch deelgebied worden gecontroleerd of de zettingen zoals verwacht verlopen of sneller dan wel langzamer verlopen en of de zettingen groter of kleiner zijn dan verwacht. Vervolgens zal per deelgebied worden gecontroleerd of naar alle waarschijnlijkheid aan de restzettingseisen kan worden voldaan en of dat aanvullende maatregelen benodigd zijn. Indien dit het geval is zullen adequate maatregelen dienen te worden genomen.

In principe zijn er drie mogelijkheden om de zettingen in de uitvoeringsfase additioneel te forceren of de restzettingen na oplevering te minimaliseren:

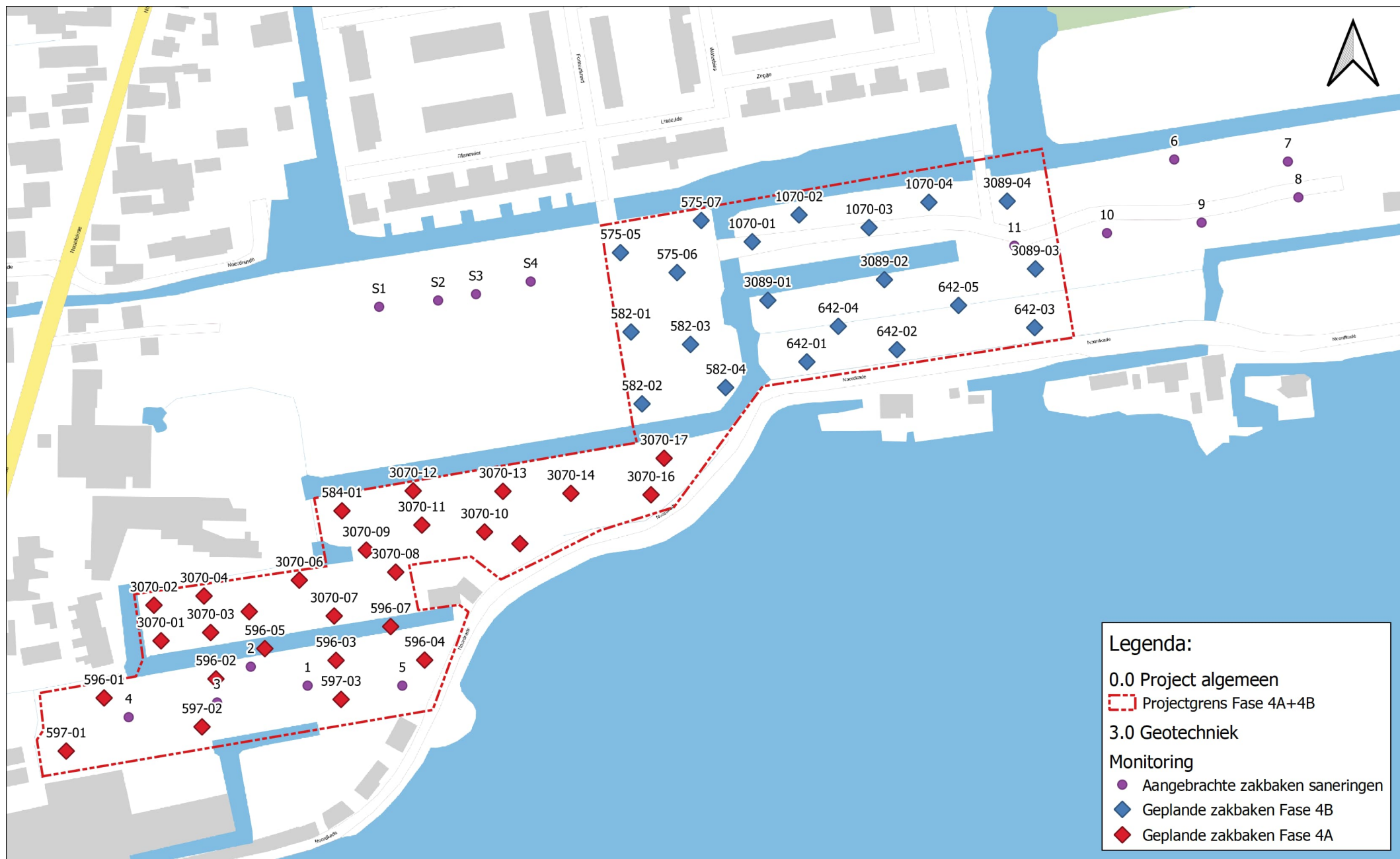
- Aanbrengen van meer tijdelijke extra overhoogte (voorbelasting);
- Het langer laten liggen van de voorbelasting;
- Het verwijderen van de voorbelasting en het alsnog deels toepassen van lichtgewicht ophoogmateriaal.

6.4 Eindevaluatie

Aan het einde van de beschikbare consolidatieperiode zal per deelgebied een eindevaluatie van de zettingen worden uitgevoerd. Hiervoor zal per deelgebied de maatgevende zakbaak worden geanalyseerd. Het doel van de eindevaluatie is om aantoonbaar vast te stellen of de restzettingen voldoen aan de gestelde restzettingseisen.



Bijlage 1: Locaties aanwezige en aan te brengen zakbaken Fase 4A en 4B



Opsteller: Kees Lodewijkx

Schaal: Formaat: A3

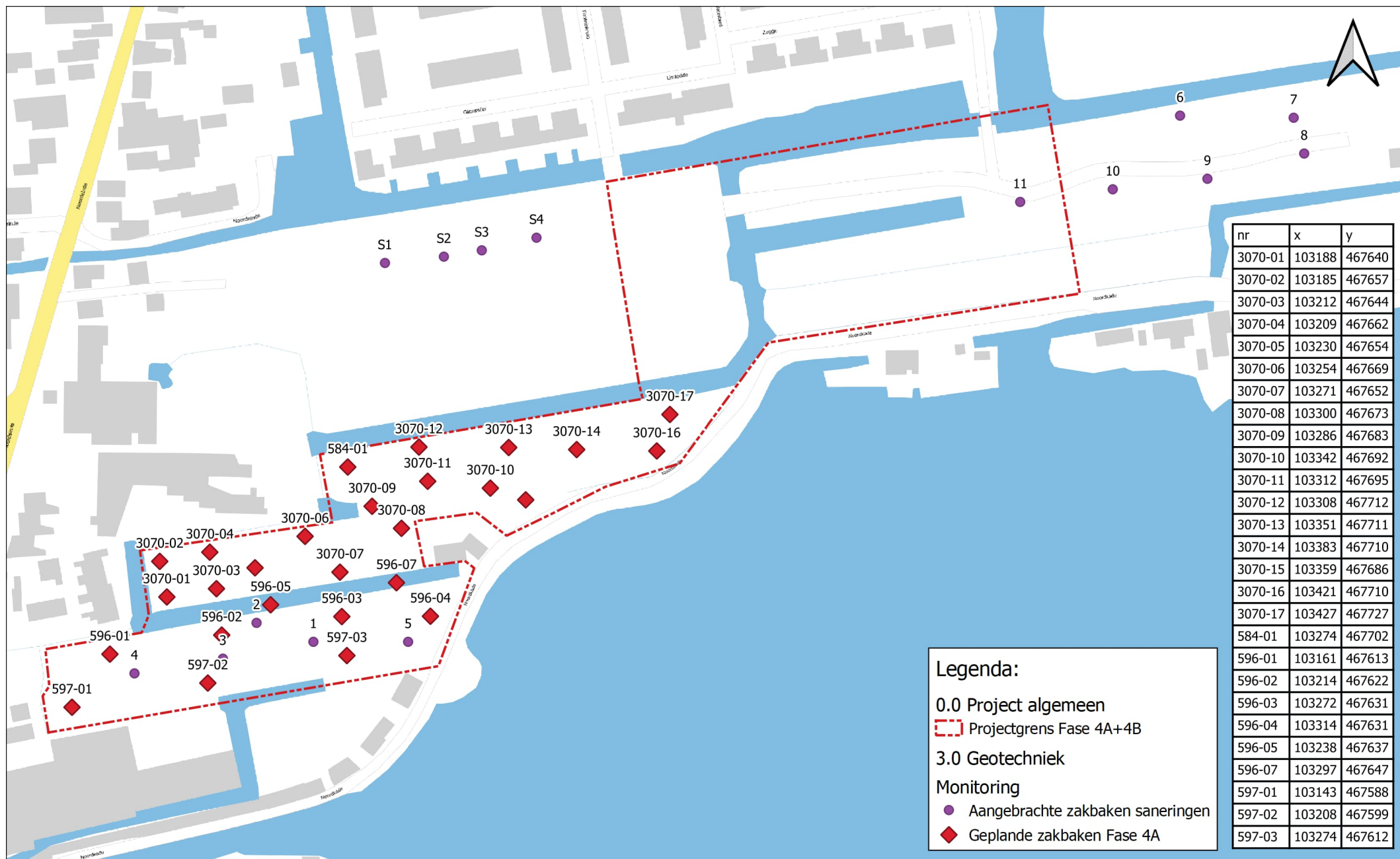
Printdatum: 23-2-2024

Project: GR0267 - De Poelen Kaag en Braassem

Onderwerp: Locaties aanwezige en geplande zakkaken

CRS: Amersfoort / RD New (EPSG:28992)





Opsteller: Kees Lodewijkx

Schaal: Formaat: A3

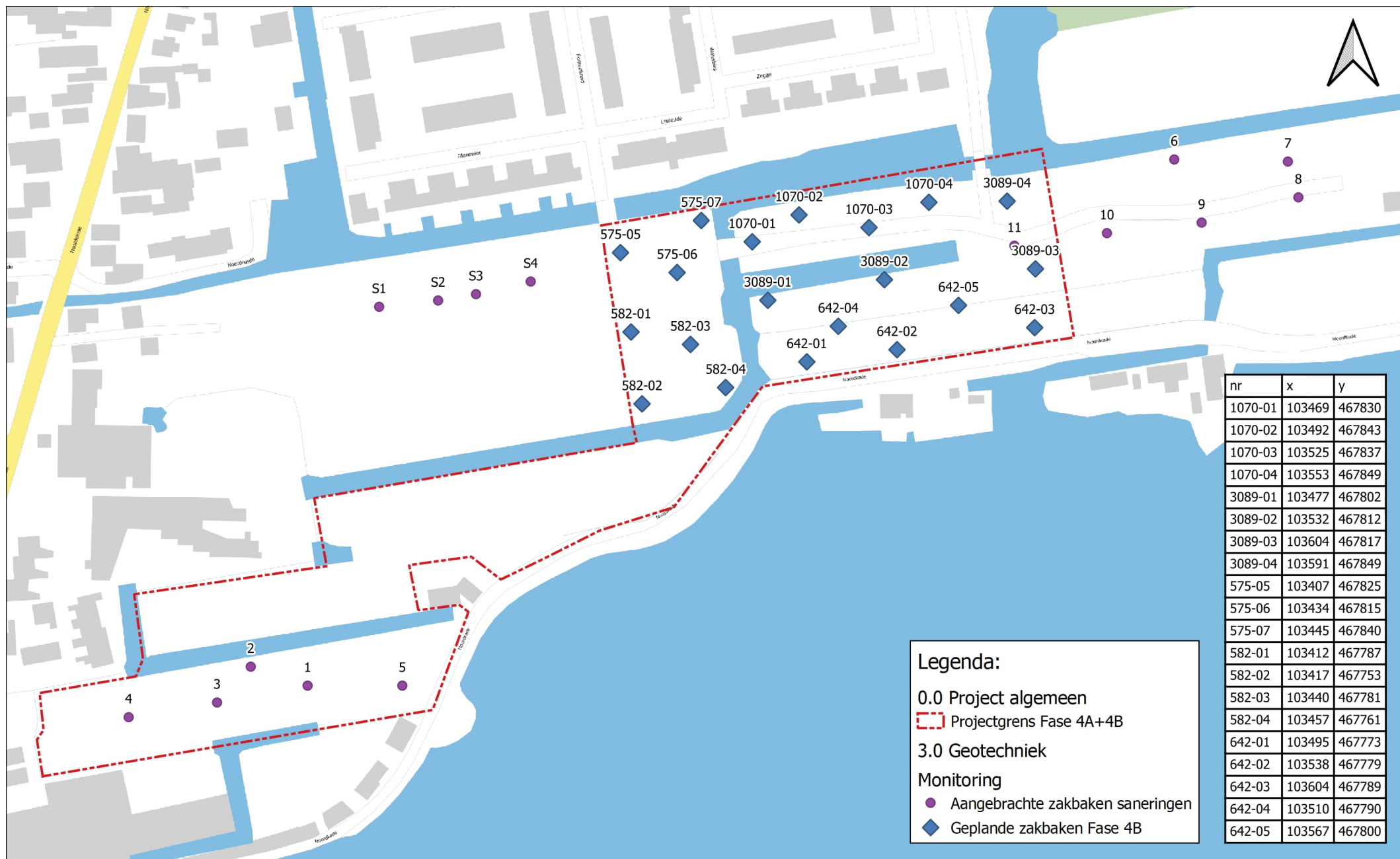
Printdatum: 23-2-2024

Project: GR0267 - De Poelen Kaag en Braassem

Onderwerp: Locaties aanwezige en geplande zakbaken Fase 4A

CRS: Amersfoort / RD New (EPSG:28992)





Opsteller: Kees Lodewijkx

Schaal: Formaat: A3

Printdatum: 23-2-2024

Project: GR0267 - De Poelen Kaag en Braassem

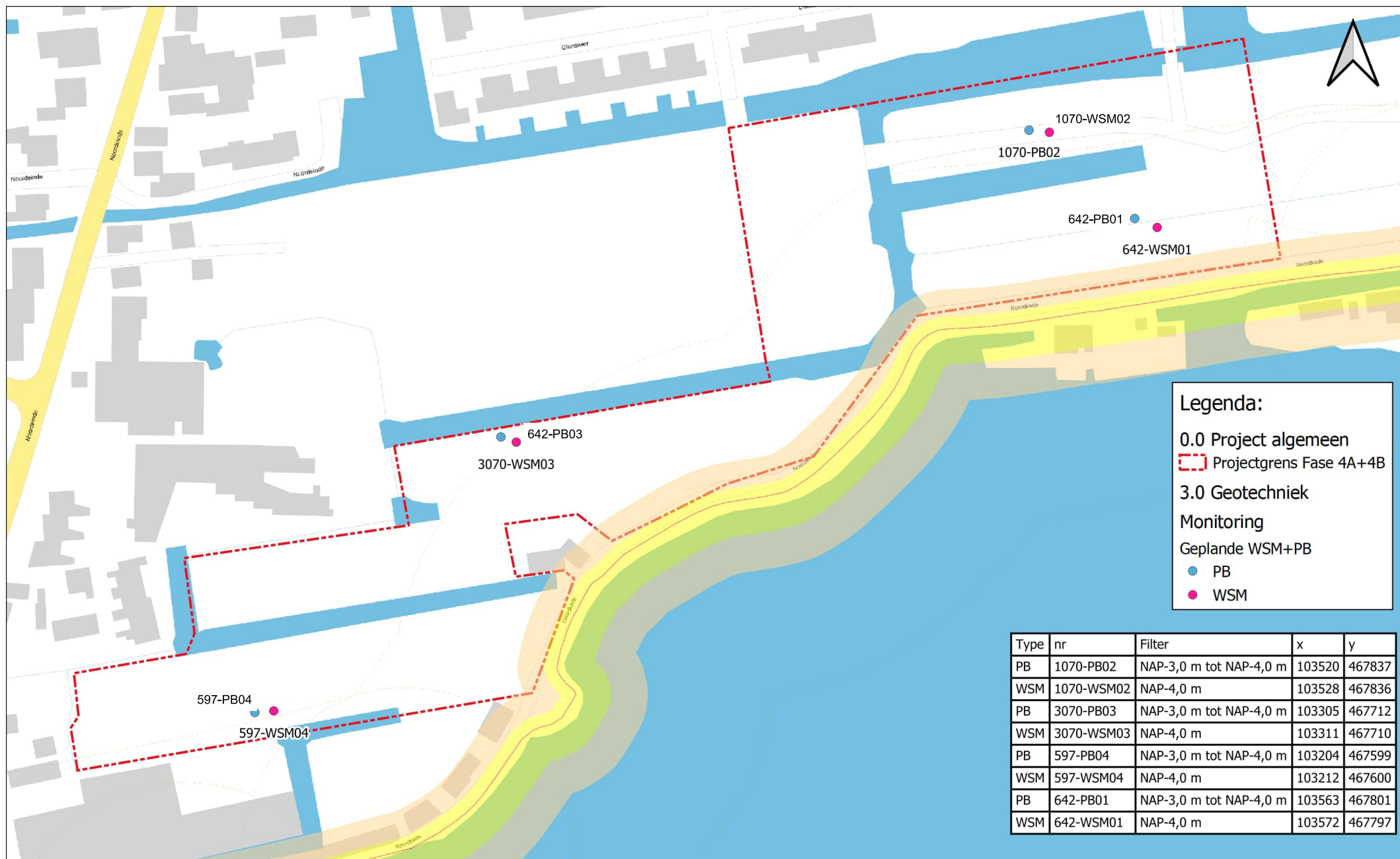
Onderwerp: Locaties aanwezige en geplande zakbaken Fase 4B

CRS: Amersfoort / RD New (EPSG:28992)





Bijlage 2: Locaties aan te brengen waterspanningsmeters en peilbuizen



Opsteller: Kees Lodewijkx

Schaal: Formaat: A3

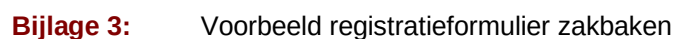
Printdatum: 23-2-2024

Project: GR0267 - De Poelen Kaag en Braassem

Onderwerp: Geplande WSM+PB Fase 4A

CRS: Amersfoort / RD New (EPSG:28992)





Projectnr:	
Projectomschrijving:	
Zakbaak nr.:	
X-coördinaat:	
Y-coördinaat:	

[illegible]