



MEMO

Onderwerp: Geohydrologisch vooronderzoek

Amsterdam, WTC 5C,
2 oktober 2013

Projectnummer:
D03011.000284.

Van:
mw. M. Duineveld MSc.

Opgesteld door:
mw. M. Duineveld MSc.

Afdeling:
IBZ

Ons kenmerk:

Aan:
ZuidasDok

Kopieën aan:
Kernteam

1. Inleiding

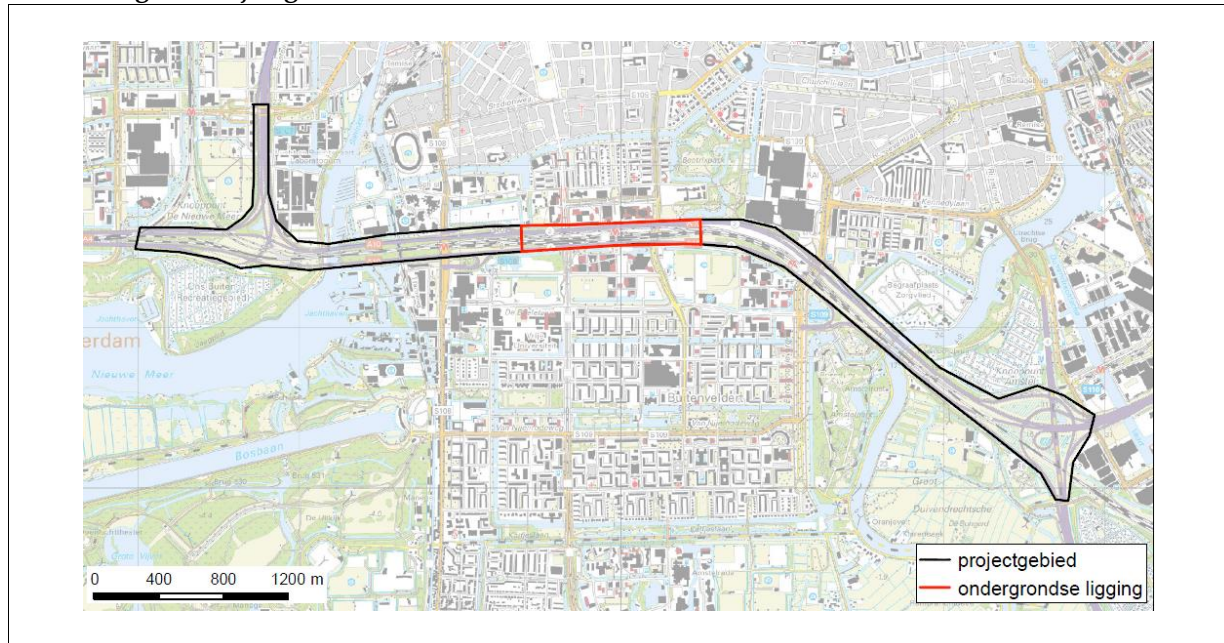
1.1. Aanleiding

In het project ZuidasDok wordt de bereikbaarheid van de Amsterdamse Zuidas verbeterd. Het project omvat een uitbreiding van de capaciteit van de A10 tussen de knooppunten de Nieuwe Meer en Amstel. Ter hoogte van het centrumgebied Zuidas wordt de A10 ondergronds aangelegd. Voor het ontwerp van de ondergrondse ligging van de A10 is de aanwezigheid (en waterdichtheid) van de diepere kleilagen van belang. Daarnaast wordt in het kader het project Zuidasdok op het Gustav Mahlerplein een fietsparkeergarage aangelegd. Voor het ontwerp van deze garage is inzicht in de ondiepe bodemopbouw en de freatische grondwaterstand en stijghoogte nodig.

1.2. Doel

Het doel van deze notitie is om inzicht te krijgen in de bodemopbouw, de grondwaterstanden en stijghoogten voor de diverse zandlagen ter plaatse van de geplande ondergrondse ligging van de A10 en de fietsparkeergarage. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de beschikbare geohydrologische gegevens.

Afbeelding 1.1. Projectgebied ZuidasDok



2. Bodemopbouw

2.1. Beschikbare gegevens

De volgende gegevens zijn beschikbaar:

- Boringen uit DINOloket.
- Sonderingen uit DINOloket.
- REGIS II.

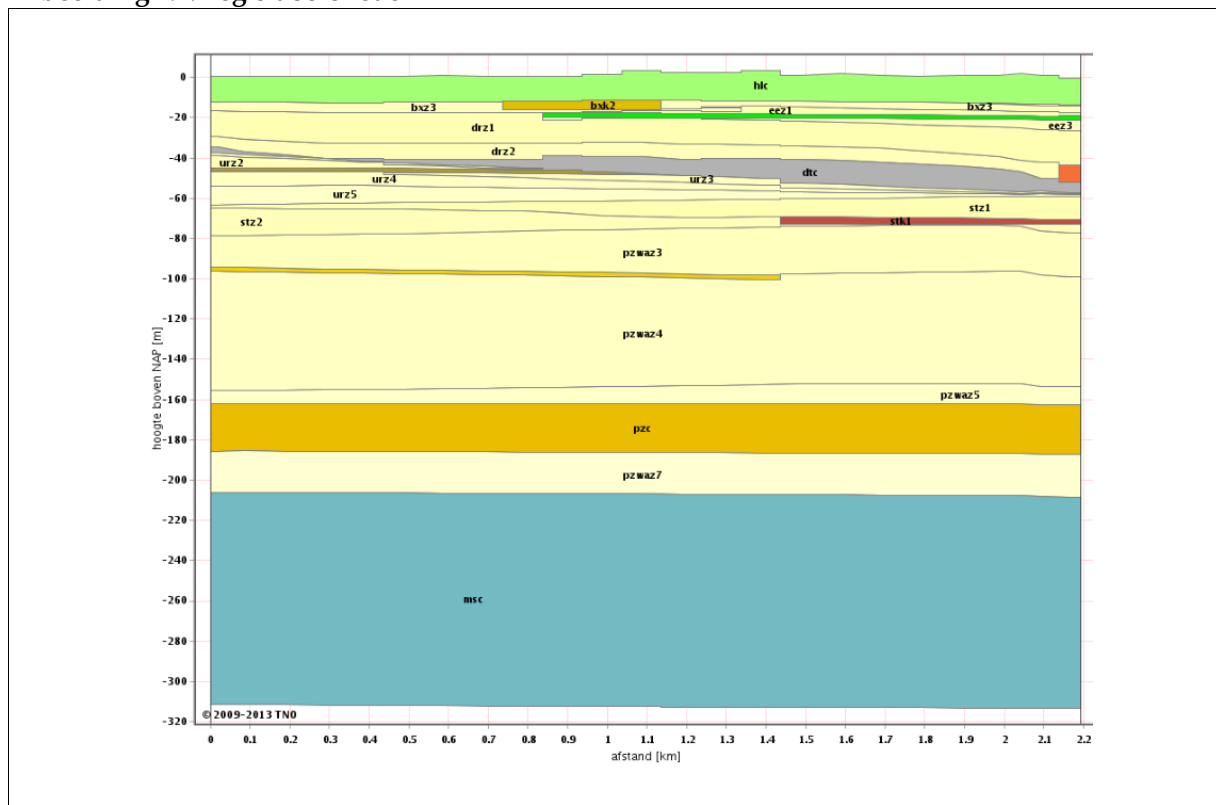
2.2. Bodemopbouw

Regionale dwarsdoorsnede

In afbeelding 2.2 is een oost-west doorsnede van de bodemopbouw opgenomen uit REGIS.

De doorsnede is gesitueerd ter plaatse van de geplande ondergrondse ligging van de A10. De bovenste circa 12 meter van de bodem bestaat uit een Holocene deklaag. Hieronder bevindt zich de eerste- en tweede Zandlaag. Tussen beide lagen is een siltige tussenlaag aanwezig, het Allerod. Rond NAP -20 meter ligt de Eemformatie. De Eemklei vormt een scheiding tussen de eerste en tweede zandlaag en de Derde Zandlaag. Rond NAP -50 meter wordt een scheidende laag aangetroffen (dtc: gestuwde afzettingen). Hieronder bevinden zich grofzandige afzettingen van de formaties van Urk, Sterksel en Peize-Waalre tot een diepte van circa NAP -160 meter. Uit de doorsnede blijkt dat er lokaal een kleilaag van enkele meters kan voorkomen rond NAP -70 meter en NAP -100 meter. De lagen lijken echter niet doorlopend aanwezig te zijn.

Afbeelding 2.1.Regis doorsnede



Ondiepe bodemopbouw

In bijlage I is een geotechnisch langspanprofiel opgenomen van de ondiepe bodemopbouw (tot NAP -25 meter) ter plaatse van de toekomstige ondergrondse ligging van de A10. Dit langspanprofiel is gebaseerd op sonderingen uit het DINOloket (zie afbeelding 2.2). Het maaiveld op de projectlocatie ligt op circa 0 NAP. Ter plaatse van de A10 is het maaiveld opgehoogd tot circa NAP +6 meter. De bovenste meters van de deklaag bestaan uit een aanvulling van zand. Hieronder worden weerstandsbiedende klei en veenlagen aangetroffen. De eerste zandlaag ligt op circa NAP -12 meter. Deze laag vormt met de tweede zandlaag (tot NAP -18 meter) het regionale eerste watervoerend pakket. In de sonderingen wordt vervolgens een 0,5 tot 1,0 meter dikke Eemkleilaag aangetroffen. Hieronder bevindt zich de derde zandlaag.

Map of the Ring Amsterdam area showing the location of the Ring Amsterdam project. The map includes the Ring Amsterdam (A10) and the Ring Amsterdam Zuid (A10). The map shows the location of the project area, which is highlighted in red. The map also shows the location of the Ring Amsterdam Zuid (A10) and the Ring Amsterdam (A10). The map includes a scale bar (0 to 300 m) and a north arrow. The map is labeled with '© 2010 NAVTEQ © AND ©'.

Figure 1

diante (m t o v. NAB)	material	lokale geohydrologie
-----------------------	----------	----------------------

diepte (m t.o.v. NAP)		materiaal	lokale geohydrologische eenheid
van	tot		
-0.9	-3.7	zand (fijn tot matig fijn)	freatisch watervoerende laag
-3.7	-6.9	Hollandveen/ oude zeeklei	waterremmende laag
-6.9	-9.7	wadzand (fijn, kleiig zand)	freatische tussenzandlaag
-9.7	-10.8	wadzand-klei basisveen	waterremmende laag
-10.8	-15.1	zand (fijn tot matig fijn)	eerste zandlaag
-15.1	-18.2	siltig zand/silt	waterremmende laag (alleröd)
-18.2	-23.7	fijn tot matig fijn zand	eerste zandlaag

Waar de boeckwijzing is.

Uit tabel 2.2 blijkt dat in de diepe boringen de Eemkleilaag niet altijd wordt aangetroffen/onderscheiden. Voor de diepere bodemopbouw is vooral de begrenzing aan de onderzijde van de derde zandlaag van belang. Rond NAP -40 a -50 meter wordt in de diepe DINO boringen een slechtdoorlatende kleilaag aangetroffen van 2 tot 4 meter dik. Deze kleilaag is onderdeel van een laag met gestuwde afzettingen.

De kleilaag behorende bij de formatie van Peize-Waalre op circa NAP -70 a -80 meter wordt in 3 van de 4 diepe boringen teruggevonden. De kleilaag op circa NAP -100 meter (formatie van Peize-Waalre) wordt in 2 van de 4 boringen teruggevonden. De kleilagen lijken niet ruimtelijk doorlopend voor te komen in de ondergrond. Het pakket van NAP -40 a -50 meter tot circa NAP -160 kan daarom gezien worden als een groot watervoerend pakket.

Tabel 2.2. Diepe scheidende lagen in DINO boringen

boring	diepte (m mv)	eemklei	SL (gestuwde afzettingen)	SL (form. Peize-Waalre)	SL (form. Peize-Waalre)
B25D0573	135	na	-45,0 tot -47,0 (2 m)	na	-95,0 tot -97,0 (2 m)
B25D0549	122	-14,5 tot -15,5	-64,5 tot -67,5 (3 m)	-78,5 tot -81,5 (3 m kleiig zand)	-99,5 tot 103,5 (4 m kleiig zand)
B25G1059	135	-17,8 tot -18,8	-39,8 tot -40,8 (1 m) -42,8 tot -43,8 (1 m)	-67,8 tot -81,3 (13,5 m)	na
B25G1052	165	na	-42,9 tot -46,9 (4 m) -54,9 tot -56,9 (2 m)	-70,9 tot -72,9 (2 m)	na
B25D0564	24	na			
B25D0188	45	-21,9 tot -24,3	-45,3 tot einde boring		
B25G0674	22	-19,0 tot -20,5			
B25G0937	23	na			
B25D0471	24	-17,7 tot -18,3			

na: niet aangetroffen

Schematische bodemopbouw

In tabel 2.3 is de schematische bodemopbouw opgenomen voor de projectlocatie. De ondiepe bodemopbouw (tot circa NAP - 25 meter) in de tabel is afgeleid op basis van het geotechnisch langspoorprofiel. De diepere bodemopbouw is afgeleid op basis van REGIS en boringen in de omgeving.

Tabel 2.3. Bodemopbouw

diepte (meter ten opzichte van NAP)		materiaal	lokale geohydrologische eenheid	hydraulische parameters	regionale geohydrologische eenheid
van	tot				
0	-4	zand (fijn tot matig grof)	freatisch watervoerende laag	k = 5 meter/dag	deklaag
-4	-5	Hollandveen	waterremmende laag	c = 4000 dagen	
-5	-7	oude zeeklei			
-7	-10	wadzand (siltig)	freatische tussenzandlaag	k = 5 meter/dag	
-10	-12	wadzand-klei basisveen	waterremmende laag	c = 4000 dagen	
-12	-14,5	zand (matig fijn)	eerste zandlaag	k = 15 meter/dag	eerste WVP
-14,5	-16	siltig zand/silt	waterremmende laag (alleröd)	c = 25 dagen	
-16	-18	zand (matig fijn)	Tweede zandlaag	k = 15 meter/dag	
-18	-19	zand	Eemzand		
-19	-19,5	Eemklei	waterremmende laag 0,5 tot 1 m dik	c = 100 tot 1000 dagen	eerste scheidende laag
-19,5	-21,5	zand	tussenzandlaag		tweede WVP
-21,5	-45	zand	derde zandlaag	k = 20 meter/dag	
-45	-47	kleilaag	Waterremmende laag	C = 1000 - 2000 dagen	tweede scheidende laag
-47	-70	zand (matig fijn tot matig grof)	watervoerende laag (met lokaal kleilagen)	k = 20 meter/dag	derde WVP
-70	-160	zand (matig grof tot zeer grof) formatie van Peize-Waalre	Watervoerende laag	k = 30 meter/dag	derde WVP
-160	-180	klei Peize-Waalre complex	waterremmende laag	C = 500 dagen	derde scheidende laag
-180	-200	zand (matig grof tot zeer grof) formatie van Peize-Waalre	watervoerende laag	k = 30 meter/dag	
-200			hydrologische basis		

De hydraulische parameters van de ondiepe watervoerende en waterremmende lagen zijn ingeschat op basis van ervaring en kennis opgedaan bij de aanleg van de metrostations van de Noord/Zuidlijn. De Eemkleilaag heeft een dikte van 0,5 tot 1,0 meter op de projectlocatie. Er wordt ingeschat dat de weerstand van de Eemkleilaag minimaal 100 dagen bedraagt en maximaal 1000 dagen. De doorlatendheid van de diepe watervoerende en waterremmende lagen is ingeschat op basis van REGIS.

3. GRONDWATERSTAND EN STIJGHOOGTE

3.1. Beschikbare gegevens

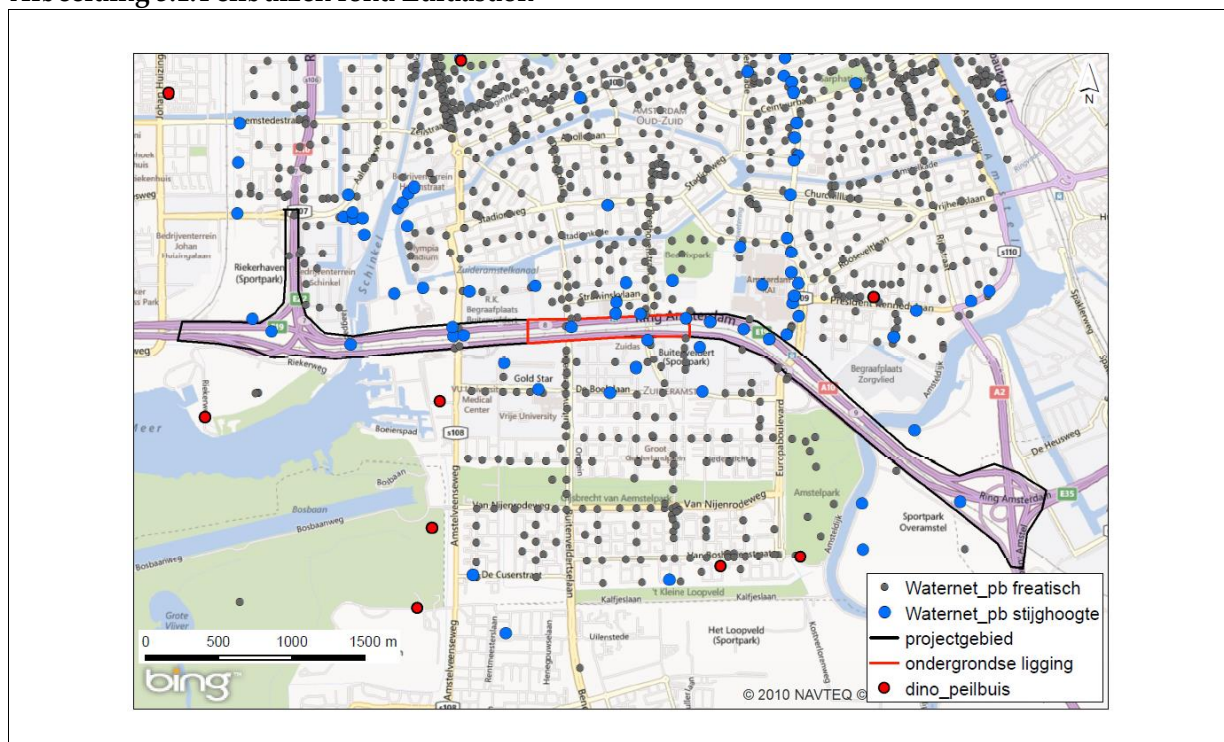
De volgende gegevens zijn beschikbaar:

- Peilbuismetingen uit het DINOloket.
- Peilbuismetingen van Waternet.

In afbeelding 3.1 zijn de beschikbare peilbuizen rond het projectgebied weergegeven. Er zijn een aantal DINO peilbuizen (rood) gelegen. De getoonde DINO peilbuizen bevatten filters in de watervoerend lagen. Er zijn weinig tot geen freatische DINO peilbuizen in de directe omgeving van de A10.

Waternet beheert een groot aantal peilbuizen in Amsterdam. Het merendeel deze peilbuizen heeft een freatisch filter (grijs). De blauwe peilbuizen bevatten een filter in de watervoerend lagen in de ondergrond. De peilbuizen van Waternet zijn over het algemeen korter bemeten dan de DINO peilbuizen. Het meetinterval is ook grover (eens per maand).

Afbeelding 3.1. Peilbuizen rond Zuidasdok

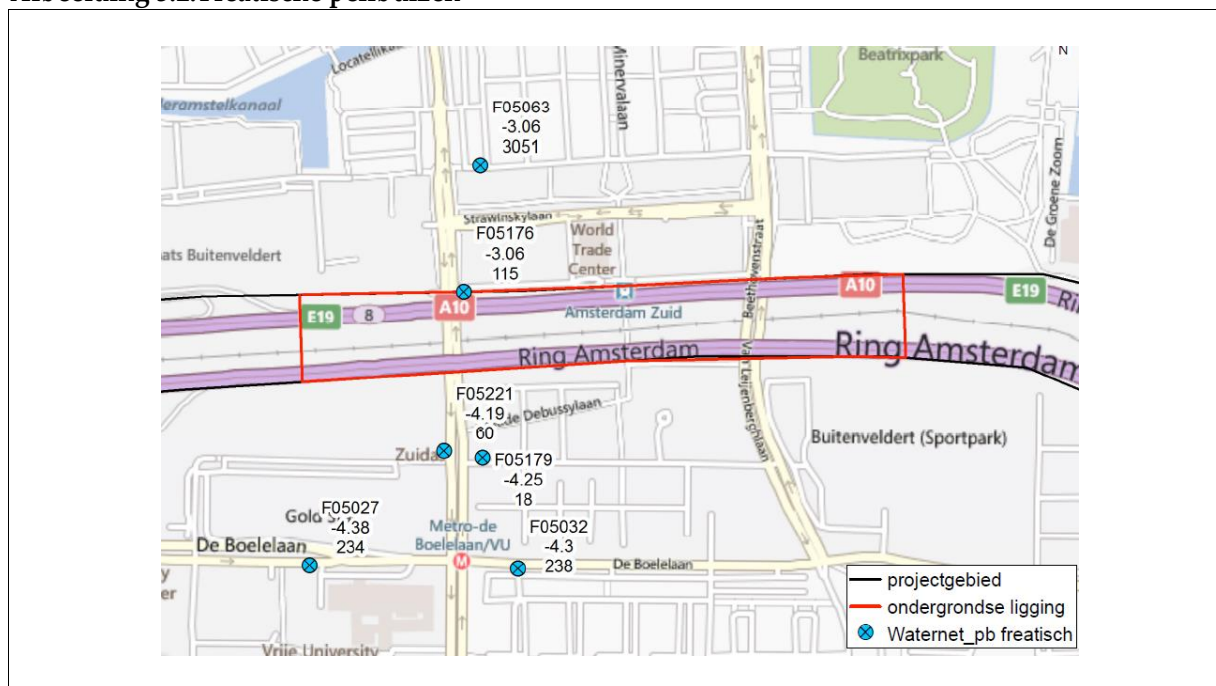


3.2. Grondwaterstand

De freatische grondwaterstand is afhankelijk van het polderpeil dat wordt gehanteerd in de watergangen. Ten zuiden van de A10 ligt de Buitenveldertse Polder, waar het polderpeil NAP -2,0 meter is. Ten noorden van de A10 wordt een peil van NAP -0,40 meter gehanteerd.

Afbeelding 3.2 geeft de locatie aan van drie freatische Waternet peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie. In de afbeelding zijn per peilbuislocatie, de peilbuisnaam, de filterdiepte en het aantal metingen opgenomen. De statistieken van de peilbuizen zijn opgenomen in tabel 3.1.

Afbeelding 3.2. Freatische peilbuizen



Tabel 3.1. Statistieken freatische peilbuizen

peilbuis	laag	mv (m NAP)	filter (m NAP)	periode	gemiddelde (m NAP)	minimum (m NAP)	maximum (m NAP)
F05176	freatisch	0.52	-3.06	2000-2013	-0.47	-0.74	-0.21
F05027	freatisch	0.51	-3.06	1975-2013	-1.80	-2.38	-1.02
F05063	freatisch	-0.72	-4.36	1977-2013	-0.30	-0.61	0.01
F05032	freatisch	-0.67	-4.30	1975-2013	-1.70	-2.05	-1.33
F05221	freatisch	-0.65	-4.19	2004-2013	-1.94	-3.44	-1.44
F05179	freatisch	-0.71	-4.25	2000-2004	-1.97	-2.39	-1.67

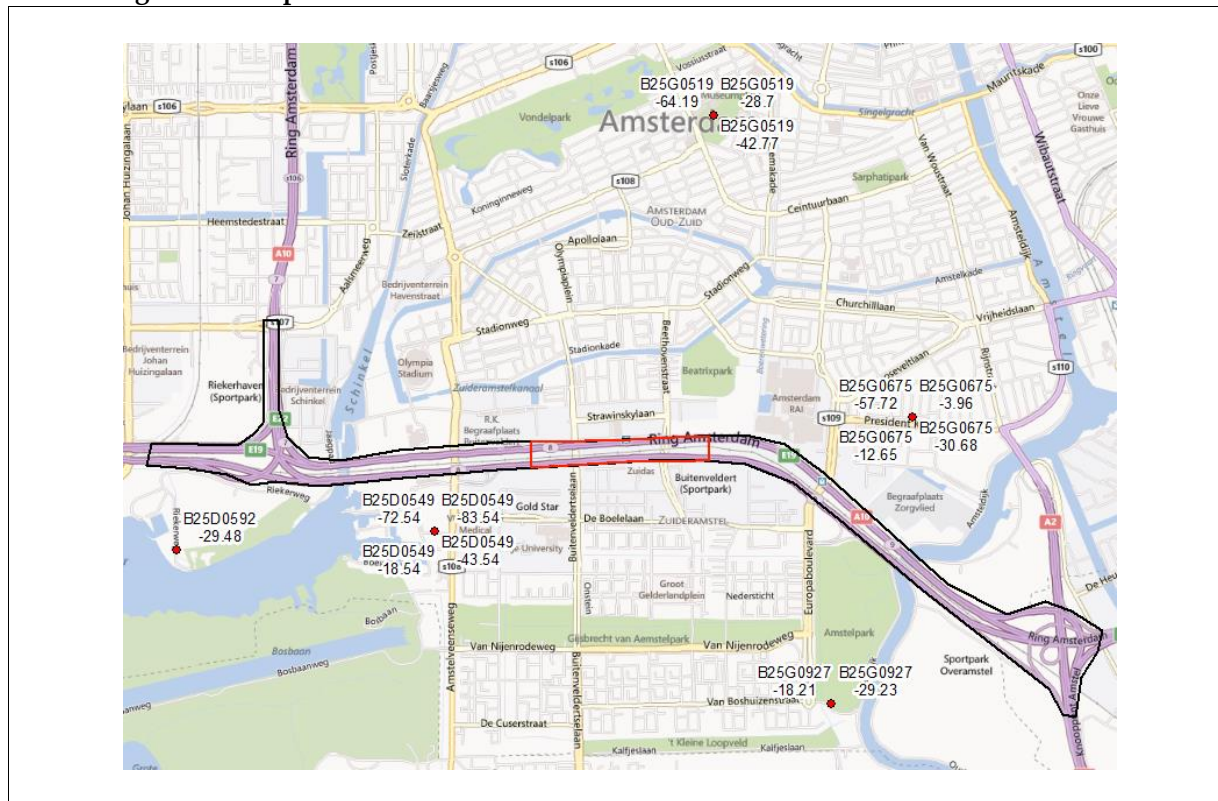
Peilbuis F05179 is nabij het Gustav Mahlerplein gesitueerd. De meetreeks van deze peilbuis is echter relatief kort en bevat opvallend lage grondwaterstandmetingen. De grafieken van het freatische grondwaterstandverloop in deze peilbuizen zijn opgenomen in bijlage II.

3.3. Stijghoogte

DINO peilbuizen

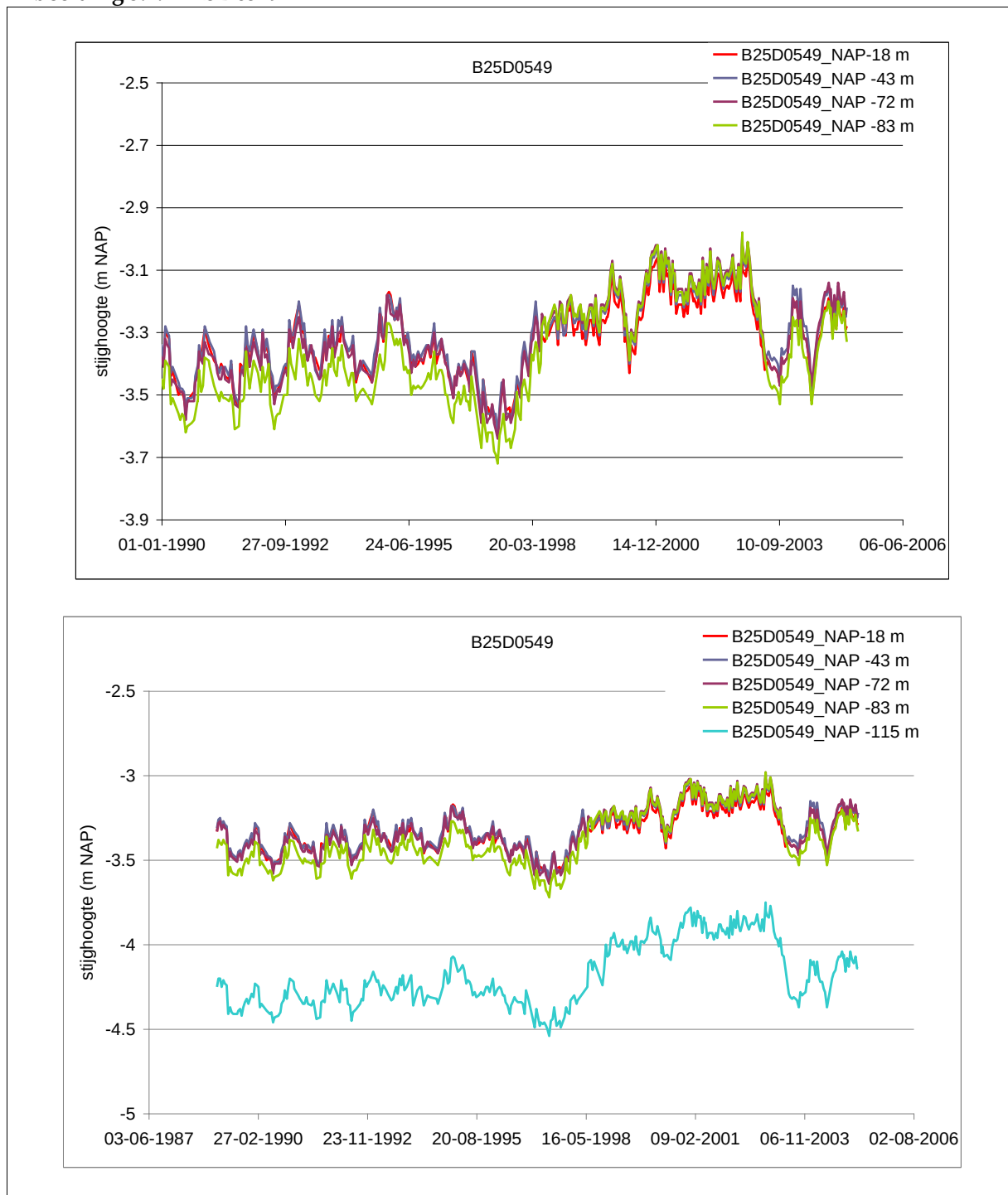
In afbeelding 3.3 zijn de DINO peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie opgenomen. De DINO peilbuizen bevatten filters in de derde zandlaag en in het derde watervoerend pakket.

Afbeelding 3.3.DINO peilbuizen



Op circa 300 meter ten zuiden van de A10 ligt DINO peilbuis B25D0549. Deze peilbuis bevat meerdere filters, in de derde zandlaag en in het derde WVP. Uit de tijdstijghoogtelijn blijkt dat de gemeten stijghoogte op NAP -18 meter, NAP -43 meter en NAP -72 nagenoeg gelijk zijn. Dit ondanks het feit dat er in de bijbehorende boring tussen de filters klei is aangetroffen. In de periode 1989 tot 1999 ligt de stijghoogte in het filter op NAP -83 meter circa 8 cm lager dan de overige filters. Na 1999 lijkt dit verschil verdwenen te zijn. Mogelijk is dit het effect van het stopzetten van een winning in het diepe pakket. Peilbuis B25D0549 heeft ook een filter op een diepte van NAP -115 meter. De gemeten stijghoogte in dit filter ligt ruim 75 cm lager, op NAP -4,75 meter.

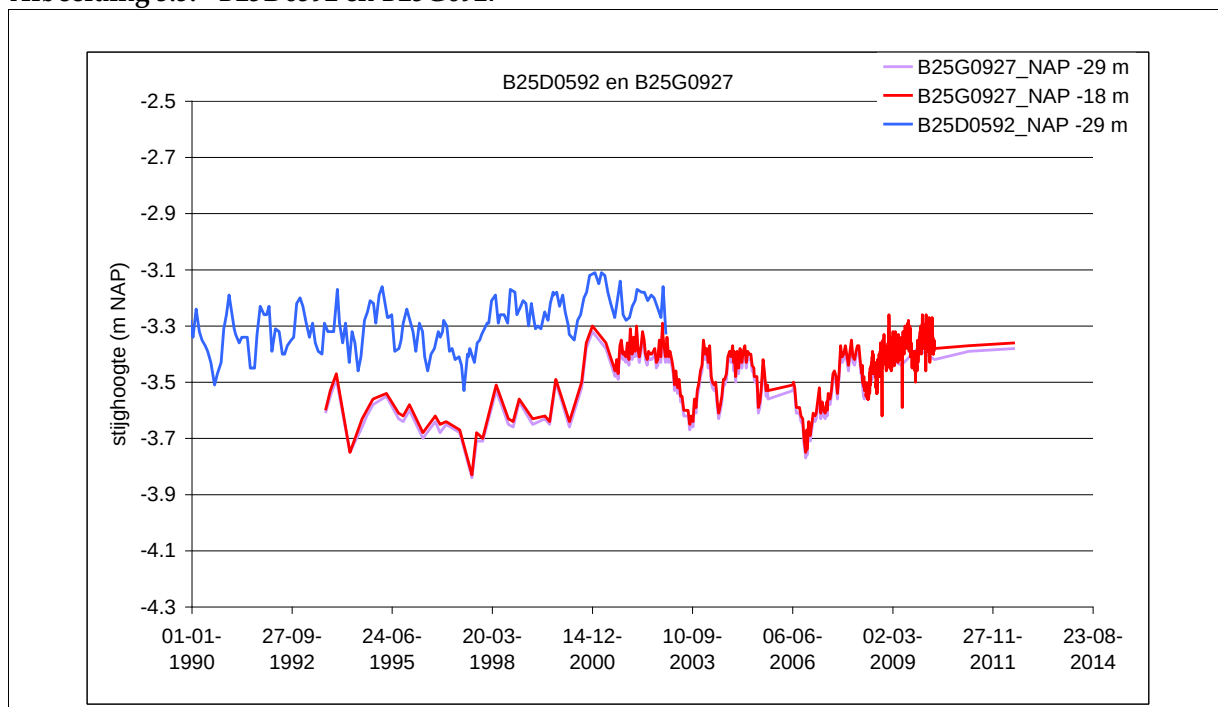
Afbeelding 3.4. B25D0549



In afbeelding 3.5 is het stijghoogteverloop in B25G0927 (tweede ZL en derde ZL) en B25G0592 (derde ZL) opgenomen. Het potentiaalverschil in B25G0927 tussen de filters is erg klein, 2 cm.

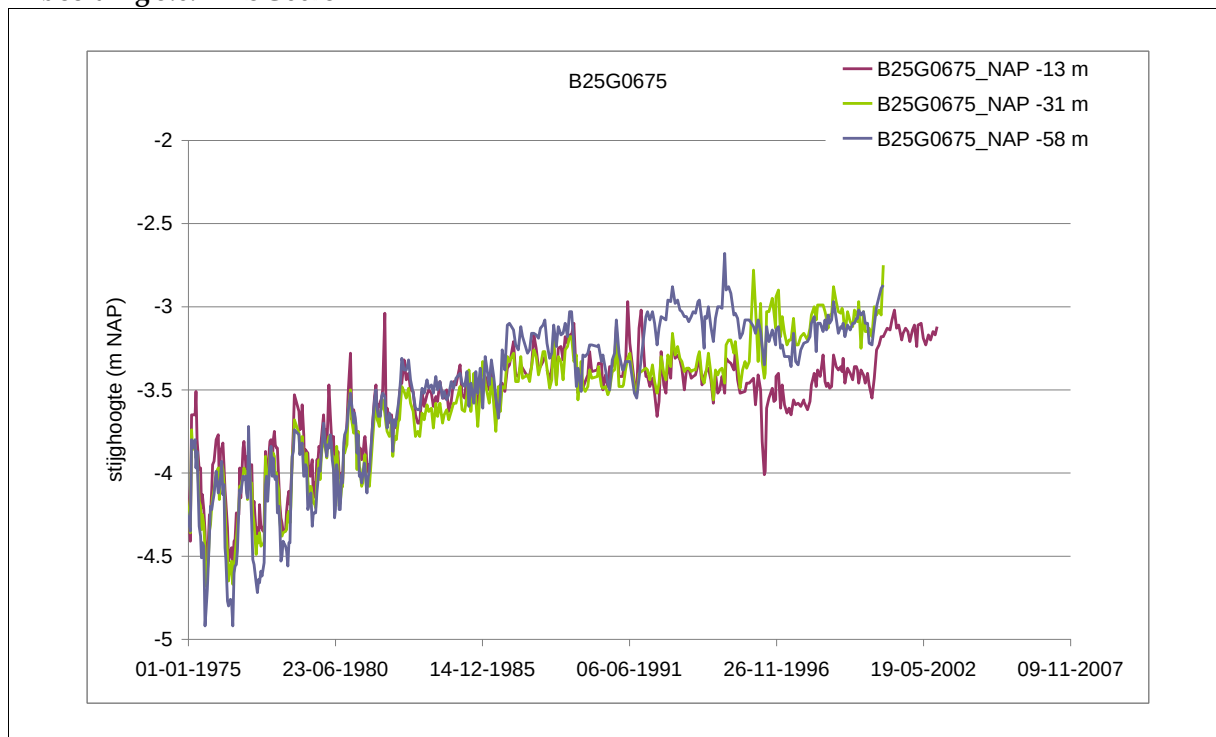
Dit wijst erop dat de weerstand van de Eemklei ter plaatse klein is. De stijghoogte in B25D0529 in de derde zandlaag ligt gemiddeld 20 cm hoger.

Afbeelding 3.5. B25D0592 en B25G0927



In afbeelding 3.6 zijn de peilbuisreeksen van DINO peilbuis B250675 opgenomen. Hieruit blijkt dat de stijghoogte in de diepere zandlaag in het verleden verlaagd is geweest tot NAP -4,5 meter. Dit is waarschijnlijk de invloed geweest van een grondwateronttrekking, die later is stopgezet. Dit beeld is ook terug te vinden in andere diepe peilbuizen met reeksen in de jaren 70 (B25G0519 en B25D0529). Daarnaast is het opvallend dat de stijghoogte gemeten op NAP -31 meter rond 1996 20 tot 30 cm hoger komt te liggen. De reeks wordt als minder betrouwbaar aangemerkt.

Afbeelding 3.6. B25G0675



In tabel 3.2 zijn de statistieken van de DINO peilbuizen opgenomen. Uit de beschikbare peilbuizen van het DINOloket blijkt dat de stijghoogte in de derde zandlaag nagenoeg gelijk is aan de stijghoogte van het onderliggende watervoerend pakket. De gemiddelde stijghoogte ligt rond NAP -3,3 tot NAP -3,5 meter. In de DINO peilbuizen ontbreken waarnemingen in de eerste zandlaag, hiervoor worden de Waternet peilbuizen gebruikt.

Tabel 3.2. Statistieken DINO peilbuizen

peilbuis	laag	mv (meter NAP)	filter (meter NAP)	periode	gemiddelde (meter NAP)	minimum (meter NAP)	maximum (meter NAP)	opmerking
B25D0549-1	derde ZL	0.46	-18	1989-2005	-3.32	-3.62	-3.02	
B25D0549-2	derde ZL	0.46	-43	1989-2005	-3.30	-3.63	-2.99	
B25D0549-3	derde WVP	0.46	-72	1989-2005	-3.31	-3.64	-2.98	
B25D0549-4	derde WVP	0.46	-83	1989-2005	-3.36	-3.72	-2.98	
B25D0549-5	derde WVP	0.46	-115	1989-2005	-4.17	-4.54	-3.75	
B25G0927-1	tweede zandlaag	-0.53	-18	1993-2012	-3.42	-3.83	-3.26	wordt vanaf 2008 dagelijks gemeten
B25G0927-2	derde ZL	-0.53	-29	1993-2012	-3.51	-3.84	-3.31	2-wekelijkse meting
B25G0675-2	eerste ZL	0.55	-13	1974-2002*	-3.39	-4.01	-2.97	minder betrouwbaar
B25G0675-3	derde ZL	0.55	-31	1974-2002*	-3.23	-3.56	-2.75	minder betrouwbaar

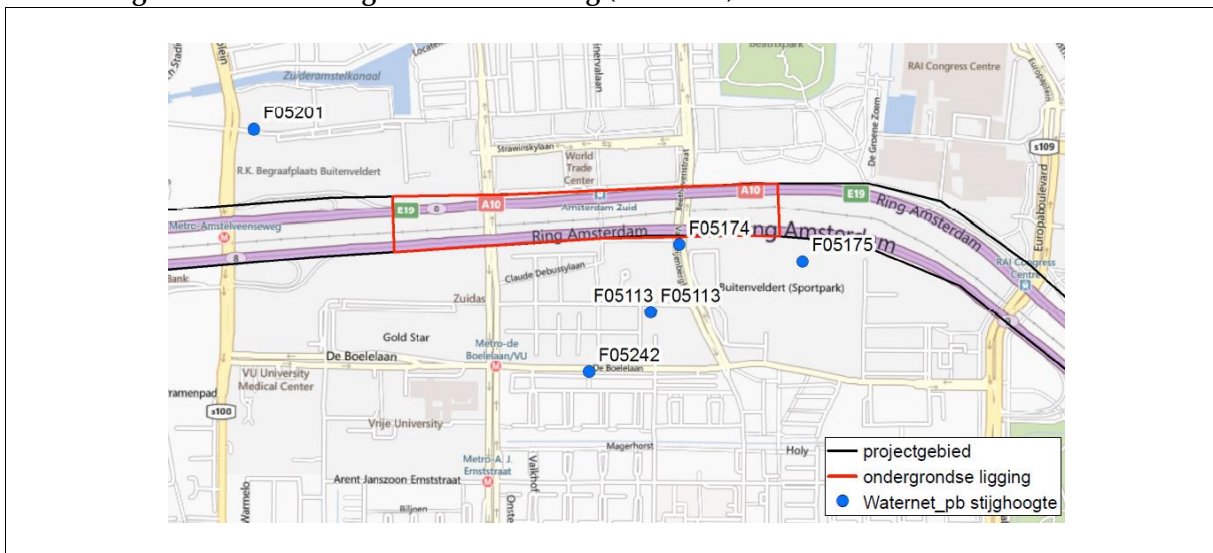
peilbuis	laag	mv (meter NAP)	filter (meter NAP)	periode	gemiddelde (meter NAP)	minimum (meter NAP)	maximum (meter NAP)	opmerking
B25G0675-4	derde WVP	0.55	-58	1974-2002*	-3.13	-3.55	-2.68	minder betrouwbaar
B25D0592-1	derde ZL	-0.52	-29	1974-2002*	-3.29	-3.53	-3.11	

* periode vanaf 1990 gebruikt voor gemiddelde, minimum en maximum

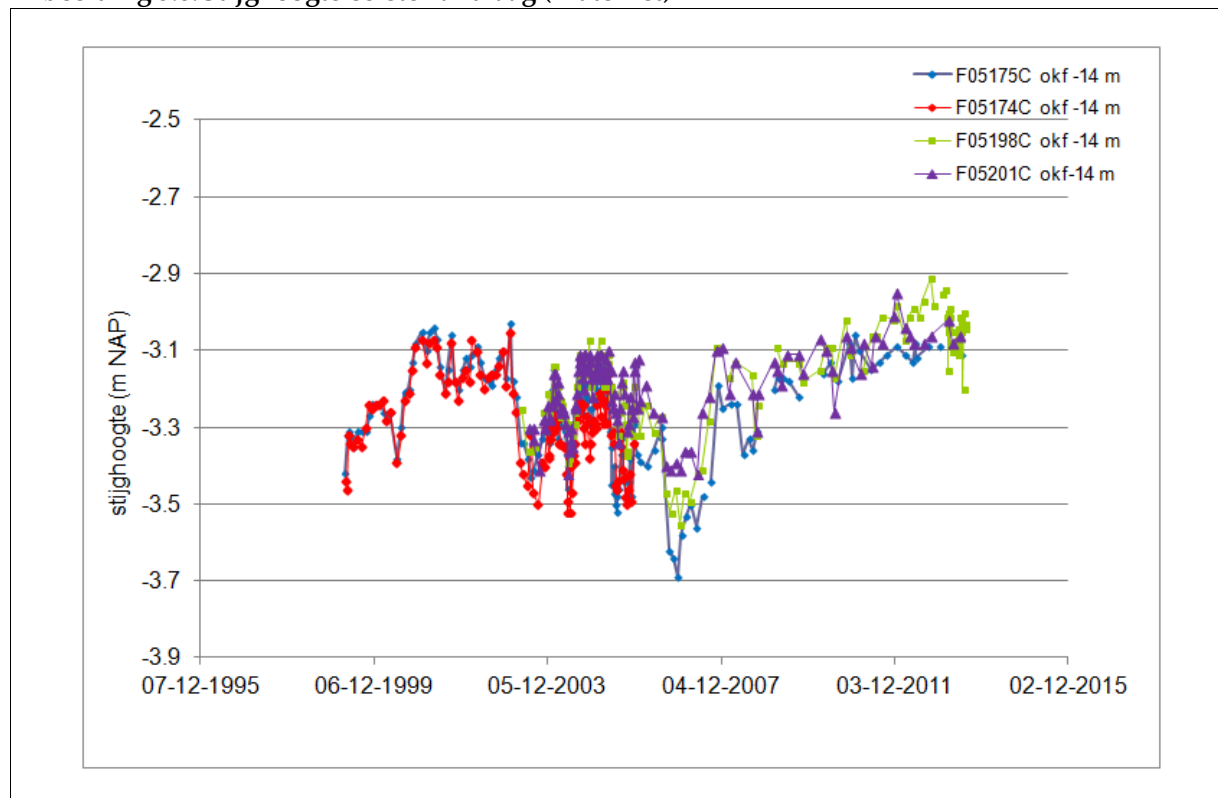
Waternet peilbuizen

In de directe omgeving van de geplande ondergrondse ligging van de A10 liggen meerdere Waternet peilbuizen met het filter in de eerste zandlaag. De gemiddelde stijghoogte in de eerste zandlaag ligt rond NAP -3,3 meter. De stijghoogte die tussen 1998 en 2003 in deze peilbuizen is gemeten komt goed overeen met de metingen in DINO peilbuis B25D0549.

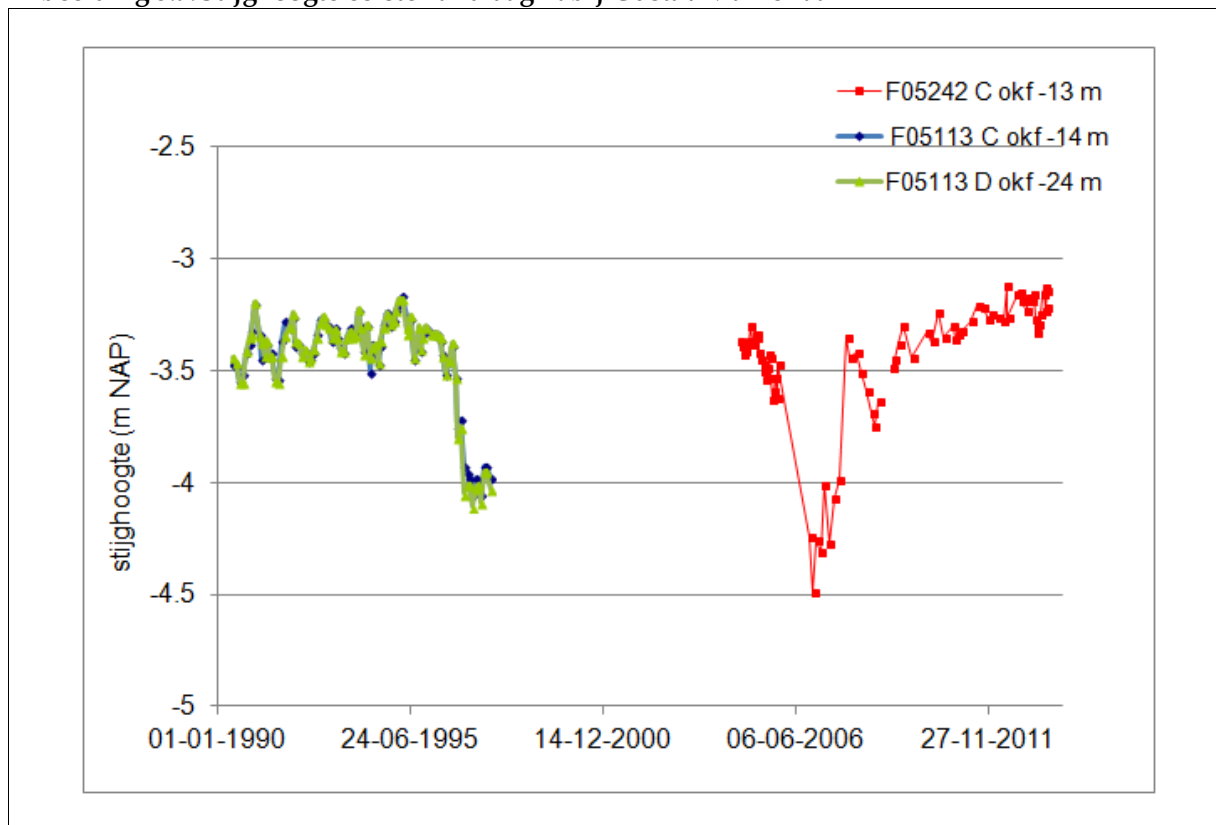
Afbeelding 3.7. Locatie metingen eerste zandlaag (Waternet)



Afbeelding 3.8. Stijghoogte eerste zandlaag (Waternet)



Afbeelding 3.9. Stijghoogte eerste zandlaag nabij Gustav Mahlerlaan



Uit afbeelding 3.9 blijkt dat de stijghoogte in de eerste zandlaag nabij de Gustav Mahlerlaan in het verleden tijdelijk verlaagd is geweest tot circa NAP -4,5 meter. De gemiddelde stijghoogte ligt echter rond NAP -3,3 meter.

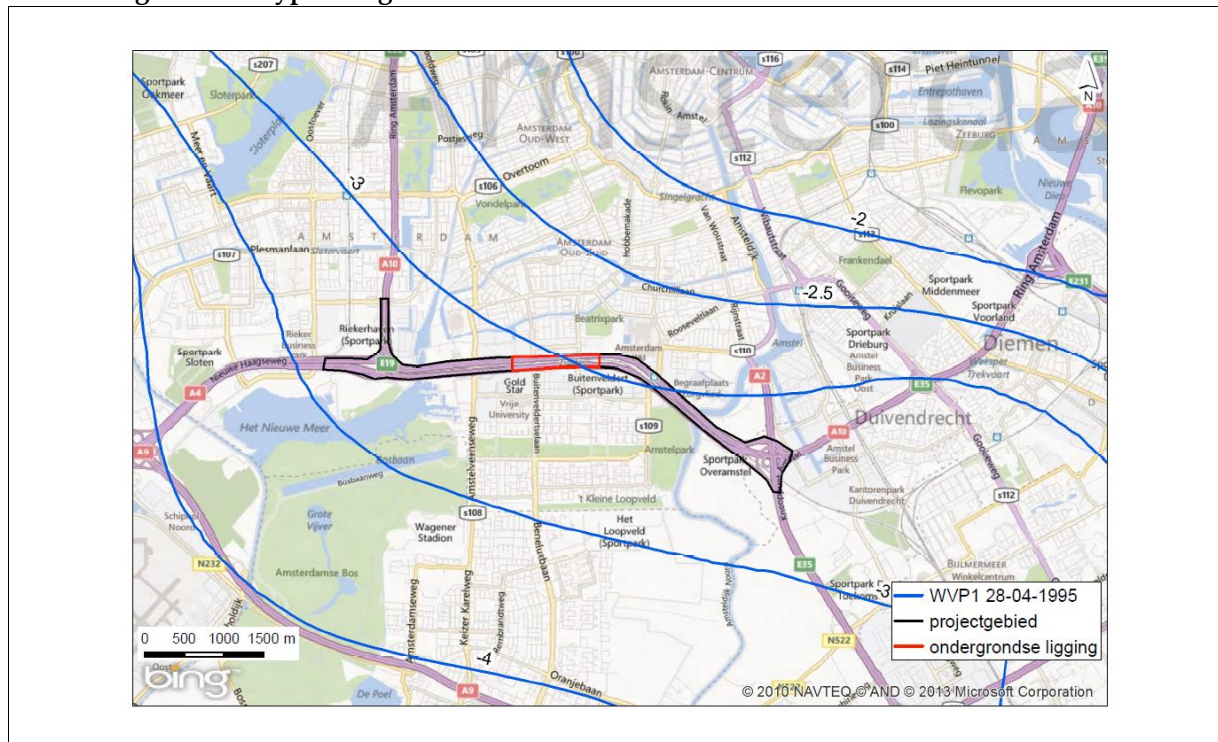
Tabel 3.3. Statistieken peilbuizen eerste en tweede zandlaag

Peilbuis	Laag	mv (meter NAP)	filter (meter NAP)	periode	gemiddelde (meter NAP)	minimum (meter NAP)	maximum (meter NAP)
F05198	eerste ZL	0.46	-13.8	2003-2013	-3.17	-3.55	-2.91
F05174	eerste ZL	-0.57	-13,5	1999-2006	-3.29	-3.52	-3.05
F05175	eerste ZL	-0.77	-13,8	1999-2013	-3.27	-3.69	-3.03
F05201	eerste ZL	0.54	-13.6	2003-2013	-3.20	-3.42	-2.95
F05113	eerste ZL	-0.89	-14.2	1990-1997	-3.45	-4.06	-3.17
F05242	eerste ZL	-0.63	-13.0	2004-2013	-3.44	-4.49	-3.12

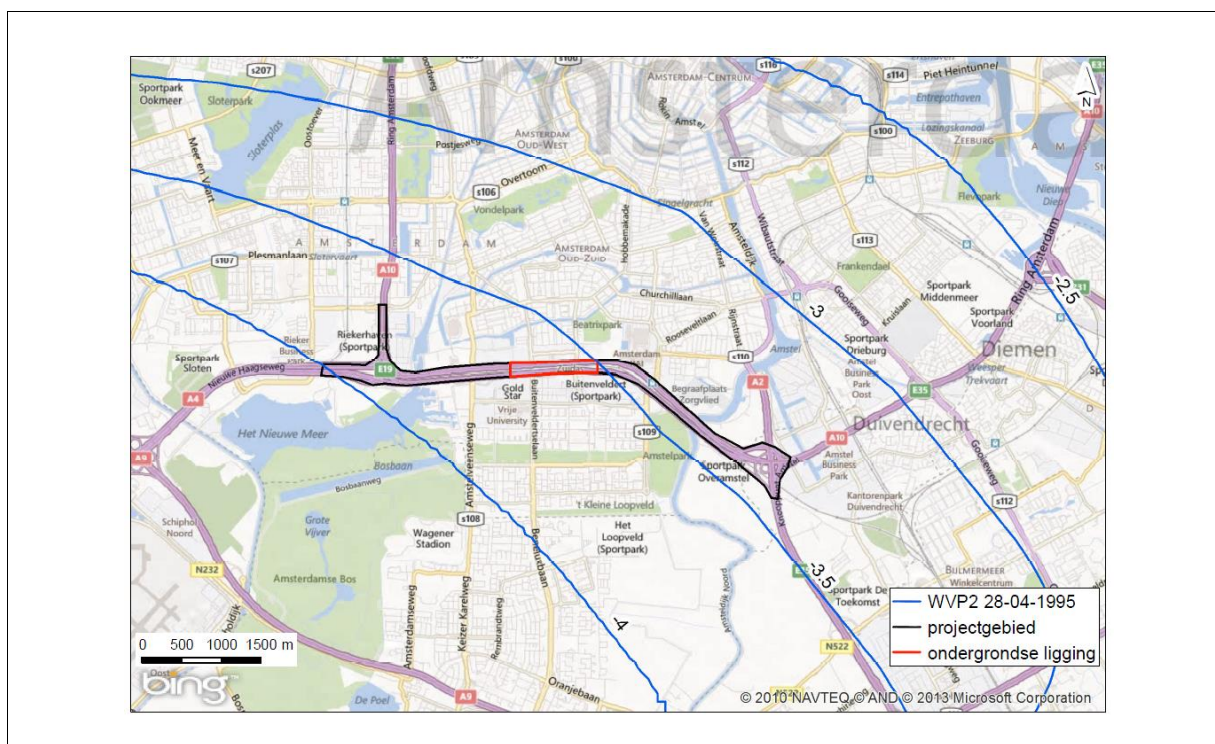
Stromingsrichting van het grondwater

In afbeelding 3.10 zijn de isohypsen van de stijghoogte in het regionale eerste en tweede watervoerend pakket opgenomen. In afbeelding 3.11 zijn de isohypsen van de stijghoogte in het regionale derde watervoerend pakket opgenomen. De stromingsrichting in de watervoerende pakketten is zuidwestelijk gericht.

Afbeelding 3.10. Isohypsens regionale eerste en tweede WVP



Afbeelding 3.11. Isohypsens regionale derde WVP



Overzicht

Op basis van de beschikbare gegevens wordt uitgegaan van de volgende gemiddelde grondwaterstanden en stijghoogtes bij de projectlocatie:

- Grondwaterstand: afhankelijk van polderpeil en afstand tot oppervlaktewater.
- Stijghoogte eerste zandlaag: NAP -3,3 meter.
- Stijghoogte tweede zandlaag: NAP -3,3 meter.
- Stijghoogte derde zandlaag: NAP -3,3 meter.
- Stijghoogte derde WVP: NAP -3,3 meter.

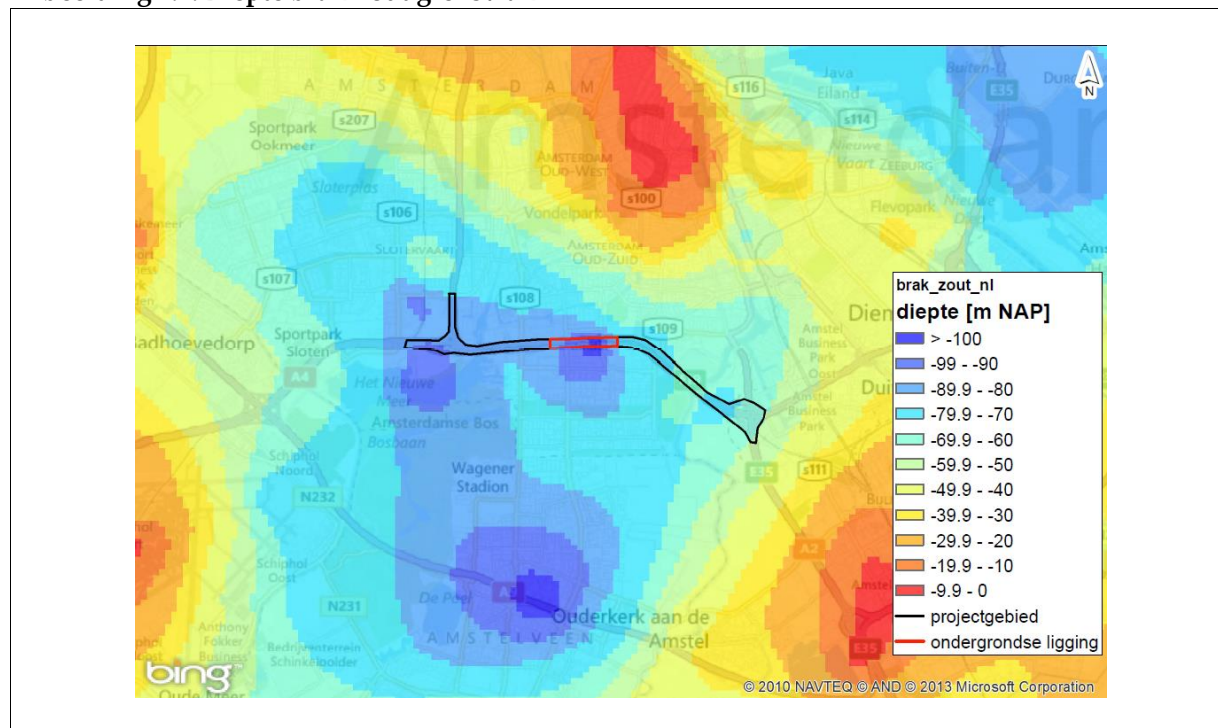
4. BRAK-ZOUT GRENSVLAK

In afbeelding 4.1 is de diepte van het brak-zout grensvlak (1000 mg CL/ liter) opgenomen (bron: DINOlaket). Nabij het IJ en het centrum van Amsterdam ligt het grensvlak in de deklaag, rond NAP - 10 meter. In de omgeving van de Zuidas ligt het grensvlak in de derde zandlaag, rond NAP -60 tot -100 meter.

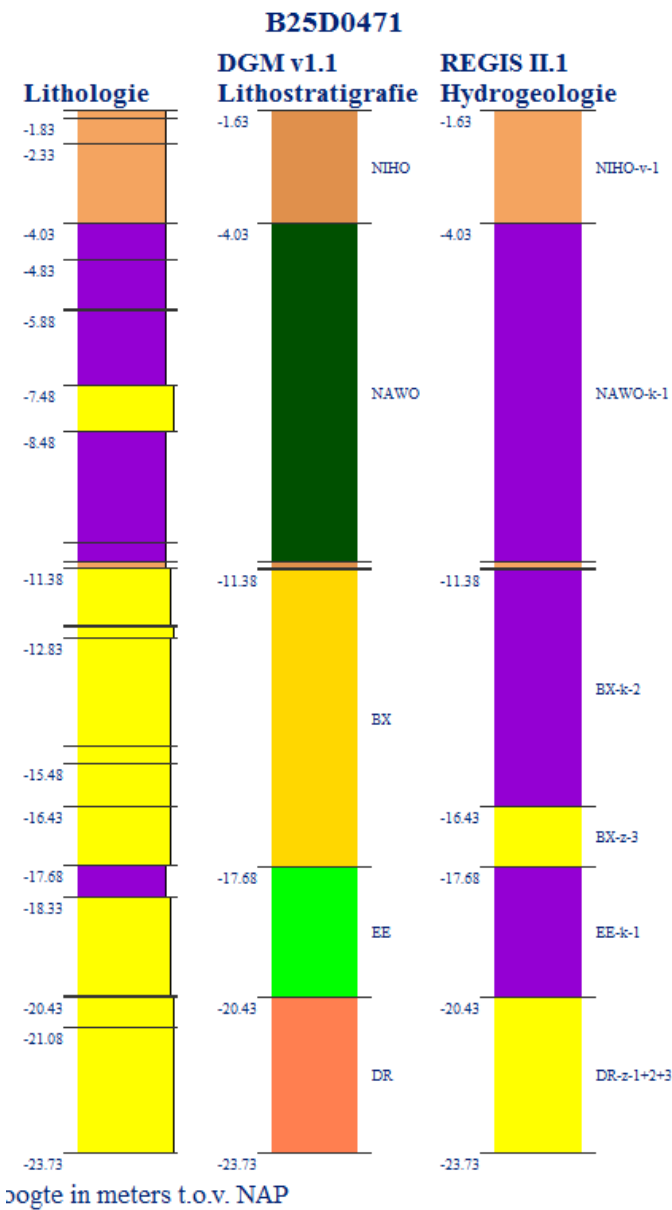
Bij het uitvoeren van een pompproef bij de Zuidas in de derde zandlaag zal rekening moeten worden gehouden met de aanwezigheid van zout water. Een aandachtspunt hierbij is de lozing van het onttrokken zoute grondwater. Lozingsmogelijkheden zijn het riool, open water of infiltratie terug in de bodem. Dit laatste heeft niet de voorkeur bij een pompproef. De lozing van het onttrekkingswater tijdens de pompproef zal tijdig moeten worden afgestemd met het bevoegd gezag.

Om meer inzicht te krijgen in de verschillen in chloride concentraties in de ondergrond, wordt er aanbevolen op verschillende diepte metingen van het chloride gehalte in het grondwater uit te voeren.

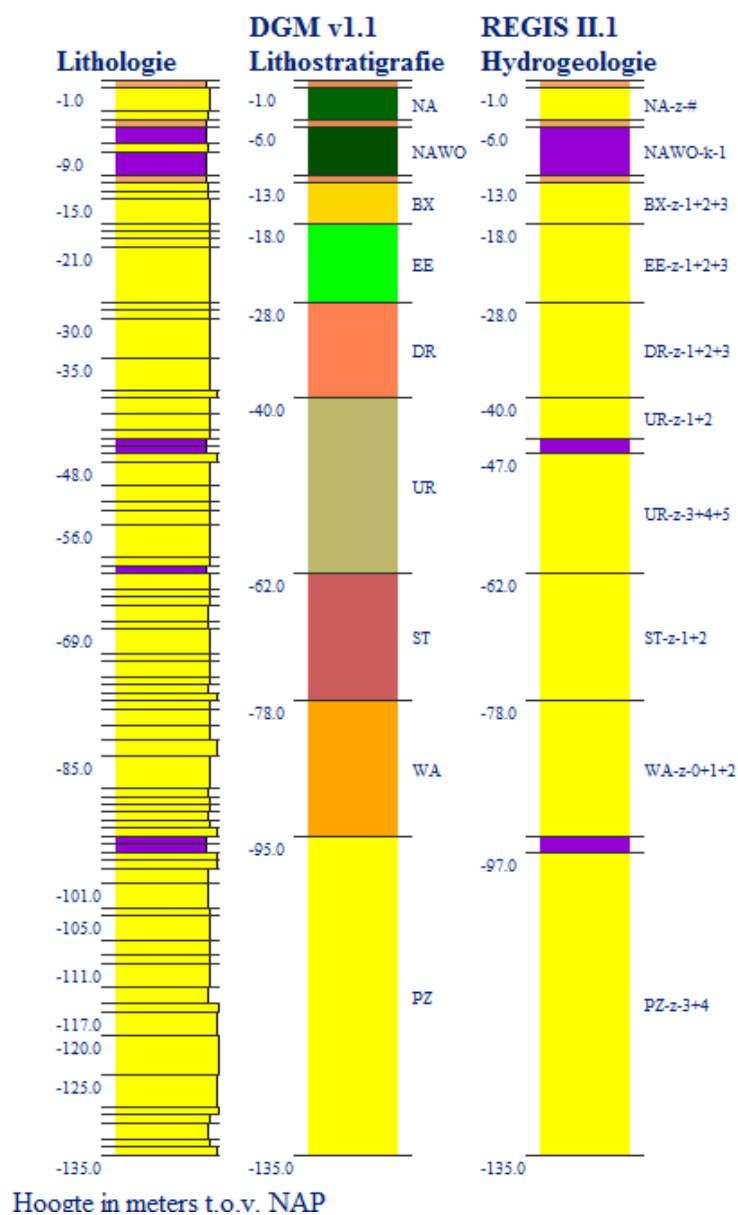
Afbeelding 4.1. Diepte brak-zout grensvlak

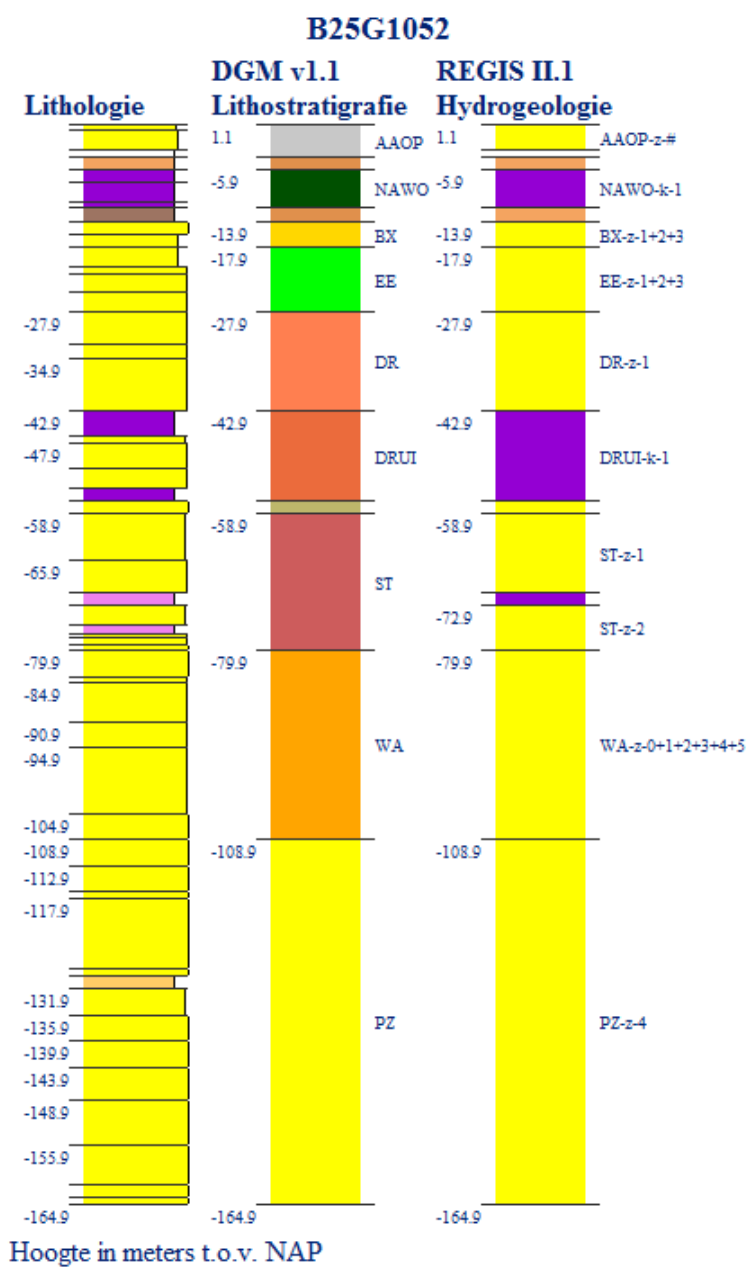


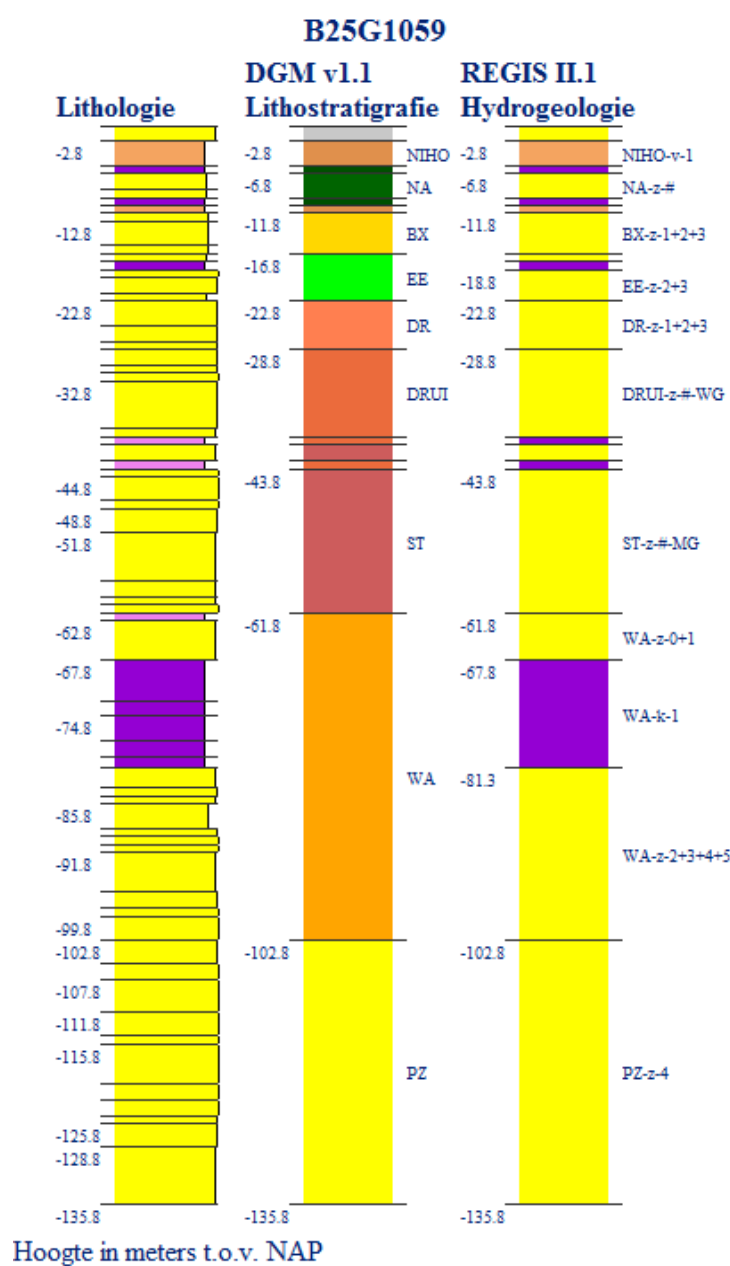
BIJLAGE I BOORPROFIELEN



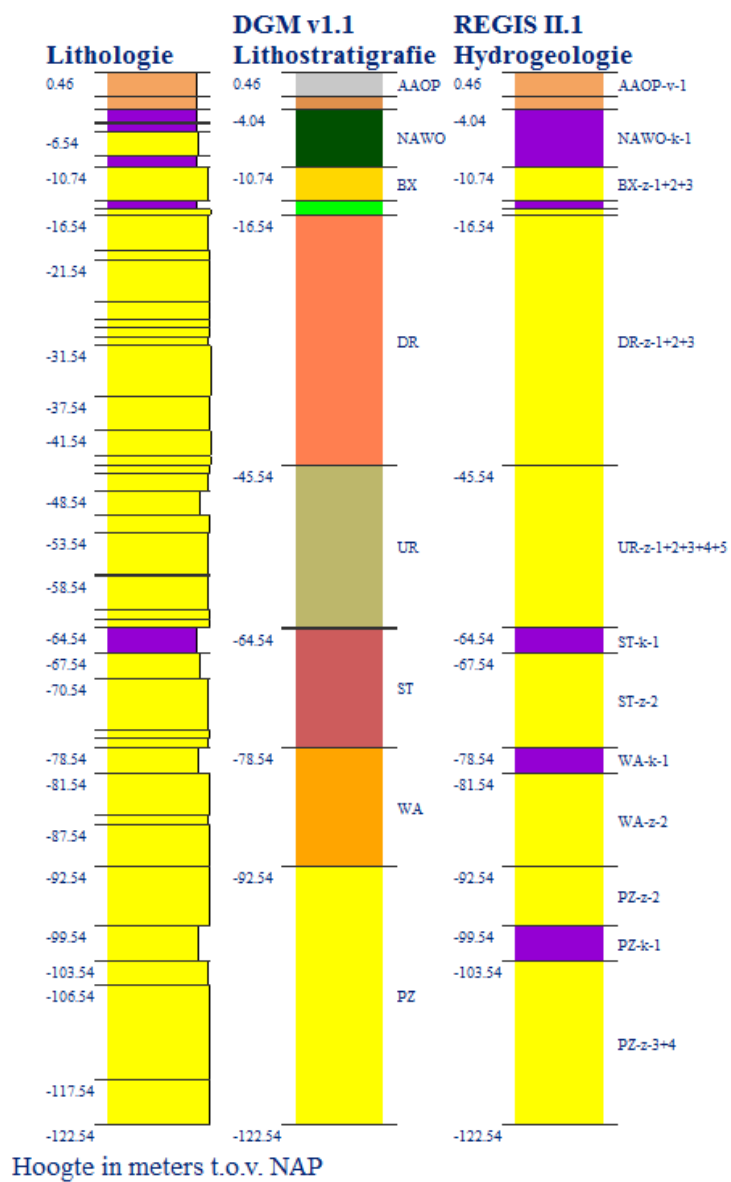
B25D0573







B25D0549



BIJLAGE II GRONDWATERSTAND

