



Geohydrologisch onderzoek

Elsweide-Over het Lange Water te Arnhem

Definitief

Gemeente Arnhem
Postbus 9200
6800 AH ARNHEM

Grontmij Nederland bv
Arnhem, 4 februari 2008

Verantwoording

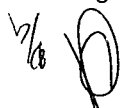
Titel : Geohydrologisch onderzoek
Subtitel : Elspeide-Over het Lange Water te Arnhem
Projectnummer : 242020
Referentienummer : 99037121
Datum : 4 februari 2008

Auteur(s) : drs. ing. J.G. van Uden / ir. F.A.A.R. Aalbers

E-mail adres : jeroen.vanuden@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. ing. J.G. van Uden

Paraaf gecontroleerd :



Goedgekeurd door : ing. S. Kamminga

Paraaf goedgekeurd :



Contact : Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 26 355 83 55
F +31 26 445 92 81
oost@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemeen.....	4
1.2	Vraag- en doelstelling	4
1.3	Opbouw rapport	4
2	Achtergrondinformatie.....	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Uitgevoerde veldwerkzaamheden	5
2.3	Situering en hoogteligging	5
2.4	Bodemopbouw	5
2.5	Grondwater	7
2.6	Oppervlaktewater.....	8
2.7	Neerslag.....	9
3	Effecten ondergronds bouwen	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Grondwatermodellering.....	10
3.3	Berekeningsresultaten	10
3.4	Conclusie	10

Bijlage 1: Situering boorpunten

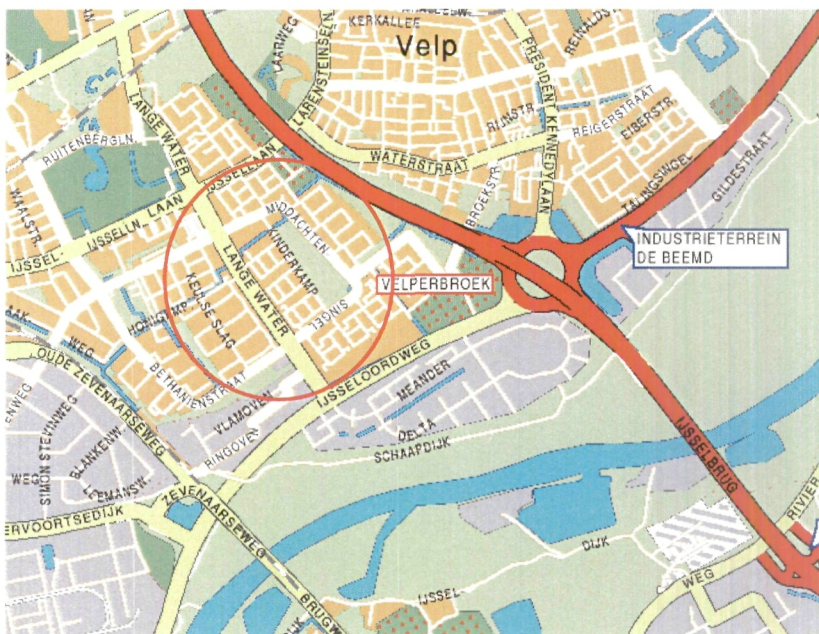
Bijlage 2: Boorprofielen

Bijlage 3: Situering peilbuizen TNO

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De gemeente Arnhem is bezig met het actualiseren van het bestemmingsplan Elswede-Over het Lange Water. Het voornemen is om op de locaties aan de Singravenlaan en Cannenburghlaan te (her)ontwikkelen, waarbij ondermeer ondergrondse parkeergarages worden gerealiseerd. De onderkant van deze garages zal op circa 3 m -mv worden aangebracht. In onderstaande figuur is de ligging van het bestemmingsplan Elswede-Over het Lange Water weergegeven.



Figuur 1.1: Topografisch ligging van bestemmingsplangebied 'Elswede-Over het Lange Water'.

1.2 Vraag- en doelstelling

De gemeente is verantwoordelijk om bij het vaststellen van een bestemmingsplan de in het bestemmingsplan opgenomen ontwikkelingen te toetsen op hun effect op de waterhuishouding. Grontmij is gevraagd onderzoek uit te voeren naar de mogelijke effecten van het ondergronds bouwen op de grondwaterstanden en -stromingen.

1.3 Opbouw rapport

In het volgende hoofdstuk wordt achtergrondinformatie gegeven ten aanzien van de bodemopbouw en geohydrologie. Vervolgens is het opgestelde grondwatermodel en de effecten van het ondergronds bouwen in het plangebied beschreven in hoofdstuk 3.

2 Achtergrondinformatie

2.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van berekeningen is het van belang over goede en reproduceerbare gegevens te beschikken. Deze vormen de input voor de berekeningen en zijn daarmee bepalend voor de nauwkeurigheid en het detailniveau waarop uitspraken kunnen worden gedaan. In dit rapport is uitgegaan van de volgende (basis)gegevens:

- Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, Stiboka, 1975;
- Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 40 west, DGV-TNO, 1975;
- Wateratlas van de provincie Gelderland;
- REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS), TNO;
- Grondwatergegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond), TNO;
- Boorstaten Cannenburghlaan 4-6, Syncera, 2007.

2.2 Uitgevoerde veldwerkzaamheden

In het kader van dit onderzoek zijn op de locaties aan de Singravenlaan twee handboringen tot circa 4 m –mv uitgevoerd. Hierbij is ook gekeken naar verschillende bodemkundige eigenschappen zoals de textuur, doorlatendheid en humus- en leemgehalten. Bijlage 1 geeft een overzicht van de ligging van de boorpunten. De resultaten van de bodemkundige beoordeling van de boringen zijn in bijlage 2 in de vorm van boorprofielen weergegeven.

2.3 Situering en hoogteligging

Het plangebied Elsweide-Over het Lange Water ligt ingeklemd tussen de IJssellaan aan de noordzijde, de Rijksweg A12 aan de oostzijde, de IJsseloordweg aan de zuidzijde en het Lange Water aan de westzijde. De te ontwikkelen locaties aan de Singravenlaan en Cannenburghlaan zijn deels opgehoogd en de huidige hoogte is op basis van de AHN geschat op circa NAP +10,8 m.

2.4 Bodemopbouw

2.4.1 Geologische historie

Het gebied kent zijn oorsprong in de ijstijd. Tijdens de ijstijd zijn grote ijslobben ons land binnengedrongen. Deze lobben hebben hele stukken land omhoog geduwd, waardoor de zogenaamde stuwwallen zijn ontstaan. Op de plaats van de ijslobben zijn diepe dalen achtergebleven, waarvan de bodem bedekt is met keileem. Arnhem-Noord is gedeeltelijk op de helling van één van deze stuwwallen gebouwd. De zuidkant van deze stuwwal wordt begrensd door de Neder-Rijn en de IJssel. Langs deze rivieren komt een overgangsgebied naar de stuwwal voor, waar in recentere perioden door de rivieren nog sedimenten zijn afgezet. Boven op de stuwwal zijn verder geen recente afzettingen aanwezig.

2.4.2 Ondiepere bodem

De beschrijving van de ondiepe bodemopbouw is gebaseerd op uitgevoerde handboringen. In bijlage 2 zijn de boringen opgenomen die in het kader van dit onderzoek zijn uitgevoerd. Voor de overige boorstaten wordt verwezen naar het rapport van Syncera.

Uit de boorstaten blijkt dat de locaties in het verleden opgehoogd zijn met matig grof, zwak siltig en zwak grindig zand. Op de locaties aan de Singravenlaan is deze ophooglaag maximaal 0,5 m dik. Op de locatie aan de Cannenburghlaan is de ophooglaag circa 2 m dik. Hieronder bevindt zich tot circa 3,0 à 3,6 m -mv een pakket bestaande uit matig zandige tot uiterst siltige klei afgewisseld met mineraalarm veen en uiterst fijn zand, die in meer of mindere mate silt bevatten. Opgemerkt wordt dat op de locatie aan de Cannenburghlaan de boordiepte niet verder gaat dan 3,0 m -mv. Hieronder komt tot circa 4 m -mv (einde boordiepte) matig fijn tot matig grof zand voor, dat zwak siltig is. Dit pakket behoort tot de meer goed doorlatende ondergrond.

De doorlaatfactor van het pakket met matig zandige tot uiterst siltige klei afgewisseld met mineraalarm veen en uiterst fijn zand, varieert tussen de 0,05 m/dag en 0,5 m/d. De doorlaatfactor van de zandondergrond bedraagt meer dan 3 m/d.

Voor infiltratie van neerslag is een minimale doorlaatfactor van 0,5 m/dag noodzakelijk. In verband met verstoppingen wordt voor het ontwerp altijd een minimaal vereiste doorlaatfactor van 1 m/dag aangehouden. Dit betekent dat de doorlaatfactor van de deklaag onvoldoende is voor infiltratie.

2.4.3 Diepe bodemopbouw

De te ontwikkelen locaties zijn gelegen op de overgang tussen de stuwwal en het rivierengebied. Deze twee eenheden kennen grote verschillen in opbouw. De stuwwal is opgebouwd op scheefgestelde lagen van afwisselend zand, grind en klei. De precieze opbouw verschilt per locatie. In de Grondwaterkaart van Nederland wordt het gestuwde gebied als één watervoerend pakket beschouwd. Ter plaatse van de te ontwikkelen locaties is, boven op de gestuwde afzettingen in de Holocene periode door afzettingen van de rivier, een deklaag ontstaan. De te ontwikkelen locaties hebben in de bovengrond daarom kenmerken van het rivierengebied en in de ondergrond kenmerken van de stuwwal.

2.4.4 Geohydrologische schematisatie

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de ondiepe bodem. Door middel van een geohydrologische beschrijving wordt inzicht verkregen in de geohydrologische betekenis van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijhorende geohydrologische variabelen.

De opbouw van de bodem wordt geschematiseerd in goed doorlatende watervoerende pakketten en slecht doorlatende, scheidende lagen. In een watervoerend pakket treedt een overwegend horizontale grondwaterstroming op en in een scheidende laag een hoofdzakelijk verticale grondwaterbeweging. Watervoerende pakketten worden beschreven aan de hand van het doorlaatvermogen (kD). Dit is het product van de horizontale doorlatendheid (k_h) en de verzadigde dikte van het pakket (D). Waterscheidende of slecht doorlatende lagen worden beschreven door middel van de hydraulische weerstand en uitgedrukt in dagen. Deze weerstand is het quotiënt van de dikte van de scheidende laag (D) en de verticale doorlatendheid (k_v).

Volgens de Grondwaterkaart van Nederland is de bodemopbouw globaal als volgt geohydrologisch te schematiseren:

- de deklaag: ter plaatse van de te ontwikkelen locaties is een deklaag met een dikte van 3,0 à 3,6 meter aanwezig. Deze deklaag bestaat uit slecht doorlatende afzettingen vanuit de rivier (klei, veen en uiterst fijn zand);
- het eerste watervoerend pakket: het eerste watervoerend pakket in het rivierengebied wordt gevormd door de Formatie van Kreftenheye en Drenthe. Dit betreffen zandige afzettingen met plaatselijk kleilagen. De dikte bedraagt ongeveer 20 m. De doorlatendheid van dit pakket bedraagt 3.000-3.600 m²/dag.
- de eerste scheidende laag: in bijna het gehele rivierengebied is tussen de watervoerende pakketten en slecht doorlatende laag aanwezig. Ter plaatse van de te ontwikkelen locaties is de dikte van deze laag ongeveer 20-30 m.
- het tweede watervoerend pakket: alle afzettingen tussen de eerste scheidende laag en de geohydrologische basis vormen het tweede watervoerend pakket. In dit pakket komen nog slecht doorlatende lagen voor. De dikte van dit pakket, waarin zoet water voorkomt, bedraagt 50 - 200 meter. De doorlatendheid van dit pakket bedraagt ongeveer 2.500 m²/dag.

- de geohydrologische basis: voor zowel het gestuwde gebied, als het rivierengebied komt de basis over het algemeen overeen met de bovenzijde van de formatie van Breda. De diepteligging van deze laag is onbekend.

2.5 Grondwater

2.5.1 Grondwaterstanden

Aan de hand van hydromorfe profielkenmerken zoals roest- en reductieverschijnselen is tijdens het veldwerk een schatting gemaakt van de GHG en GLG. Het resultaat van de schatting van de GHG en GLG is in tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1: Schatting van de GHG en GLG

boring	GLG (m -mv)	grondwaterstand (m -mv)	GHG (m -mv)
01	2,30	1,20	0,15
02	1,80	1,30	0,40

Gelet op de geschatte GHG en GLG is er op de te ontwikkelen locaties sprake van een grondwatertrap V. Bij een grondwatertrap V ligt de GHG tussen 0,0 en 0,4 m beneden maaiveld en de GLG meer dan 1,2 m beneden maaiveld. Vooral in de natte perioden staat het water dus dicht tegen maaiveld aan.

In de omgeving van de te ontwikkelen locaties is TNO-peilbuis 40BP0424 gelegen (zie tabel 2.2). Gezien de afstand van de peilbuis tot aan het plangebied (circa 650 meter), in combinatie met grote verschillen in maaiveldhoogte kunnen de stijghoogtes niet direct voor het plangebied geïnterpoleerd worden. De werking van het systeem (kwel, wegzijging enzovoort) is wel te interpoleren voor de te ontwikkelen locaties.

Tabel 2.2: Karakteristieken TNO-peilbuizen

locatie	filter	x-coörd.	y-coörd.	minimum (m +NAP)	GLG (m +NAP)	gemiddelde (m +NAP)	GHG (m +NAP)	maximum (m +NAP)
40BP0424	1	193569	443700	10,70	11,09	11,35	11,69	12,03
40BP0424	2	193569	443700	11,60	12,47	12,72	13,03	13,20
40BP0424	3	193569	443700	10,74	12,50	12,72	13,03	13,20

Ter plaatse van TNO-peilbuis 40BP0424 zijn gedurende het hele jaar de stijghoogten in het tweede watervoerend pakket beduidend hoger dan in het eerste watervoerend pakket. Het verschil bedraagt hierbij ongeveer 1,4 m. Dit duidt op kwel van het tweede naar het eerste watervoerend pakket. Gezien de opbouw van het gebied kan worden aangenomen dat deze situatie ook ter plaatse van de te ontwikkelen locaties optreedt.

Als gevolg van seizoensfluctuaties fluctueert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer waar tussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt.

2.5.2 Grondwaterstroming

De isohypsenkaart uit de Grondwaterkaart van Nederland (TNO) toont de isohypsen van het eerste watervoerend pakket op 13 oktober 1978. De stijghoogte ter plaatse van de te ontwikkelen locaties lag op deze datum tussen de NAP +8,50 en +9,00 m. Ter plaatse van de te ontwikkelen locaties, dat op de overgang van stuwwal naar rivier ligt, vertoont de grondwaterspiegel een steil verhang. De grondwaterstroming is naar het zuidzuidoosten gericht.

Van het tweede watervoerend pakket zijn geen grondwaterstandgegevens bekend.

2.6 Oppervlaktewater

2.6.1 Waterpeilen

De te ontwikkelen locaties zijn gelegen in het bemalingsgebied het Broek. Dit bemalingsgebied wordt bemalen op een streefpeil van NAP +9,00 m.

Op circa 600 m ten zuiden van de te ontwikkelen locaties bevindt zich de IJssel. In tabel 2.3 zijn de hoogwaterstanden weergegeven behorende bij een bepaalde overschrijdingsfrequentie.

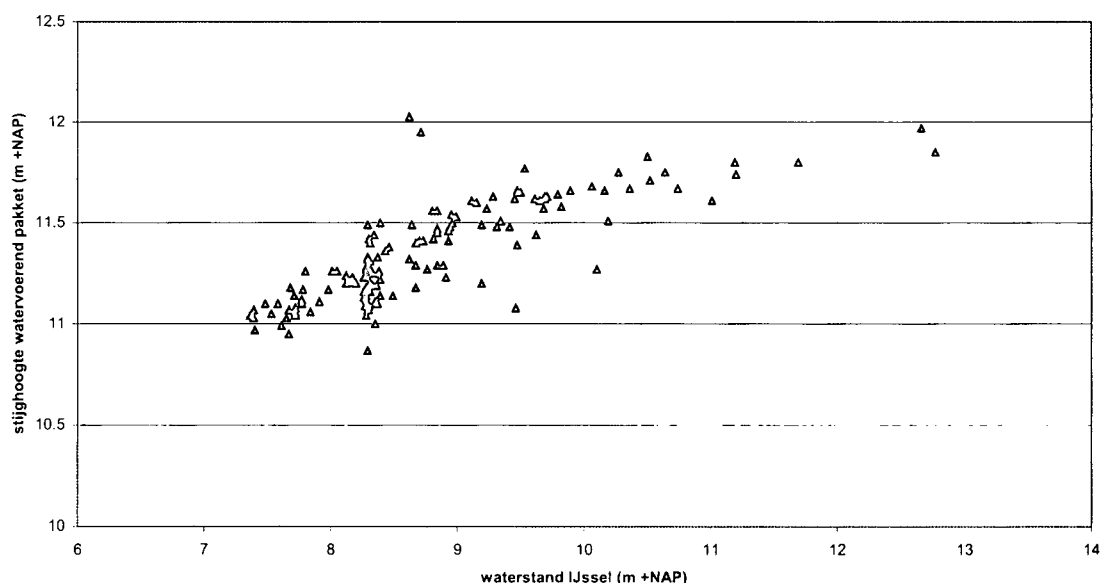
Tabel 2.3: waterstanden (www.waternormalen.nl)

	meetpunt IJsselkop (m +NAP)	meetpunt De Steeg (m +NAP)	geïnterpoleerde waarden (m + NAP)
1 x per 1.250 jaar	14,55	11,90	13,86
1 x per 100 jaar	14,10	11,80	13,50
1 x per 10 jaar	13,45	11,50	12,94
1 x per 2 jaar grensafvoer (-peil)	12,40	10,80	11,98
1 x per jaar	11,90	10,40	11,51
gemiddelde afvoer	8,65	7,30	8,30
gemiddelde zomer afvoer	8,40	7,00	8,03

2.6.2 Relatie grondwater - rivierstanden

In onderstaande figuur is de relatie tussen de rivierstand en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket weergegeven. Hieruit blijkt dat de rivier een sterke relatie heeft met de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. De relatie met het freatisch grondwater zal veel minder groot zijn, omdat de deklaag een grote weerstand heeft. Bij hoge rivierstanden zal kwel optreden, die door het oppervlaktewater zal worden afgevoerd. Hoge rivierstanden hebben over het algemeen ook tot gevolg dat kwelwater vanuit de Veluwe niet weg kan stromen richting de IJssel en daardoor eerder omhoog komt. In dit geval is dat meestal Presikhaaf, maar ook Wellenstein.

Opvallend is dat de verschillen in stijghoogte tussen de verschillende peilbuizen bij lage rivierstanden groter is dan bij hoge rivierstanden.



Figuur 2.1: relatie rivierstanden (meetpunt IJsselkop) en stijghoogten watervoerend pakket (meetpunt TNO-peilbuis 40BP0424).

Bij een T=10 rivierstand (NAP +12,94 m) moet rekening worden gehouden van een stijghoogte ter plaatse van het plangebied van NAP +11,5 à +12,0 m in het eerste watervoerend pakket. T=10 rivierstanden ter plaatse van Arnhem komen echter weinig voor. In de zeer extreme perioden winter 1993 en voorjaar 1995 waren de maximale waterstanden respectievelijk NAP +13,07 en +13,31 m. De rivierstand die eens in het jaar voorkomt bedraagt ongeveer NAP +11,6 m.

Door de weerstand van de deklaag zal de freatische grondwaterstand minder hoog komen, tot circa NAP +10,7 m à NAP +10,09 m (GHG in deklaag)

2.7 Neerslag

Van groot belang voor de stroming van het grond- en oppervlaktewater is de voeding door de neerslag. Hierbij zijn seizoensfluctuaties in de voeding te onderscheiden. Gedurende de winter is de verdamping beperkt en is het neerslagoverschot zo goed als gelijk aan de neerslag zelf. Gedurende de zomer neemt de verdamping sterk toe, zelfs in een zodanige mate dat er in sommige zomers sprake is van een negatief neerslagoverschot, ofwel een verdampingsoverschot. Deze wisselingen in neerslagoverschot hebben natuurlijk direct gevolgen voor de grondwaterstanden en de stroming van het grondwater.

Ter indicatie zijn in tabel 2.4 de neerslag- en verdampingsgegevens voor verschillende perioden gegeven. Hierbij is de verdamping vastgesteld op 80% van de referentiegewasverdamping (Makkink).

Tabel 2.4 Neerslag en verdamping voor een gemiddeld jaar (de Bilt)

	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Neerslagoverschot (mm)
jaar	803	436	367
zomer	399	357	42
winter	404	79	325

Uit de tabel volgt dat het neerslagoverschot in de winter gemiddeld 325 mm bedraagt (circa 1,8 mm/d) en in de zomer gemiddeld 42 mm (circa 0,2 mm/d).

3 Effecten ondergronds bouwen

3.1 Algemeen

Om de effecten ter plaatse van de te ontwikkelen locaties en in de omgeving inzichtelijk te maken, is gebruik gemaakt van een bestaand stationair grondwatermodel (MicroFem). Dit model is door ons in het kader van het geohydrologisch onderzoek Merwedeterrein te Arnhem opgesteld (referentienummer 140-160-'07, 12 april 2007).

3.2 Grondwatermodellering

Het voornemen is om op de locaties aan de Singravenlaan en Cannenburghlaan in het plangebied Elsweide-Over het Lange Water te ontwikkelen, waarbij ondermeer ondergrondse parkeergarages worden gerealiseerd. De onderkant van deze garages zal op circa 3 m -mv worden aangebracht.

Met het bestaande stationair grondwatermodel is de mate van opstuwing en daling berekend bij een rivierstand die eenmaal per 10 jaar voorkomt. De ondergrondse parkeergarages zijn hierbij gemodelleerd als een gebied met een zeer gering doorlaatvermogen voor het freatische pakket en een neerslagoverschot van 1 mm/dag. De berekende stijghoogten zijn vergeleken met de berekende stijghoogte zonder parkeergarages.

3.3 Berekeningsresultaten

Het bouwen van ondergrondse parkeergarages op de te ontwikkelen locaties zal met name de grondwaterstroming in de zandige lagen van de deklaag en ophooglaag in beperkte mate beïnvloeden. De onderkant van de parkeergarages bevindt zich nog in de deklaag en reikt niet tot in het watervoerend pakket. Hierdoor zal er een geringe opstuwing optreden tegen de parkeergarages. Stroomafwaarts zal een verlaging van de grondwaterstand optreden. De berekende opstuwing en daling van de grondwaterstanden in het freatische pakket, zijn echter te verwaarlozen (minder dan 1 cm). Dit komt omdat de parkeergarages in de deklaag worden gerealiseerd, waar overwegend verticale grondwaterstroming optreedt.

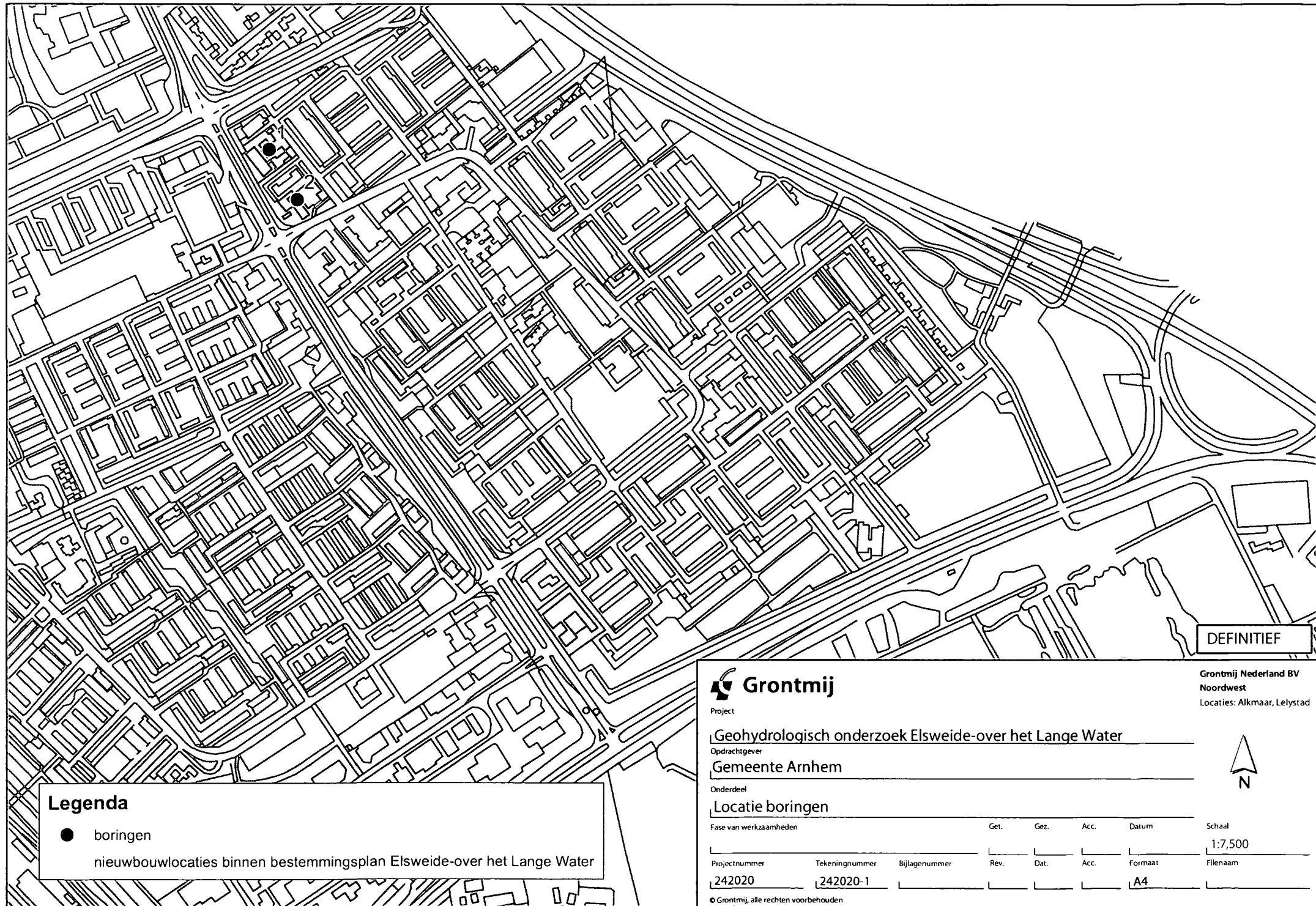
Opgemerkt wordt dat bij eventueel afkoppelen van schone oppervlakken op de te ontwikkelen locaties, rekening moet worden gehouden om niet in de ophooglaag te infiltreren. Dit kan leiden tot schijngrondwaterspiegels (en wateroverlast). De doorlaatfactor van de deklaag is te gering om infiltratie van neerslag van verhard oppervlak te laten plaatsvinden. Diepte infiltratie wordt, gelet op de hoge stijghoogten in het watervoerend pakket, afgeraden.

3.4 Conclusie

Het bouwen van ondergrondse parkeergarages op de te ontwikkelen locaties zal met name de grondwaterstroming in de zandige lagen van de deklaag en ophooglaag in zeer beperkte mate beïnvloeden. Hierdoor zal er opstuwing optreden tegen de parkeergarages. Stroomafwaarts zal een verlaging van de grondwaterstand optreden. Met een stationair lokaal grondwatermodel is de mate van opstuwing en daling berekend. Geconcludeerd kan worden dat de opstuwing en daling van de grondwaterstanden in het freatische pakket te verwaarlozen zijn (<0,01 m).

Bijlage 1

Situering boorpunten



DEFINITIEF



Grontmij Nederland BV
Noordwest
Locaties: Alkmaar, Lelystad

Project
Geohydrologisch onderzoek Elspeide-over het Lange Water

Opdrachtgever
Gemeente Arnhem

Onderdeel
Locatie boringen

Fase van werkzaamheden

Get.	Gez.	Acc.	Datum



Projectnummer		Tekeningnummer		Bijlagennummer		Rev.	Dat.	Acc.	Formaat	Schaal	Bestandnaam
242020		242020-1							A4	1:7,500	

© Grontmij, alle rechten voorbehouden

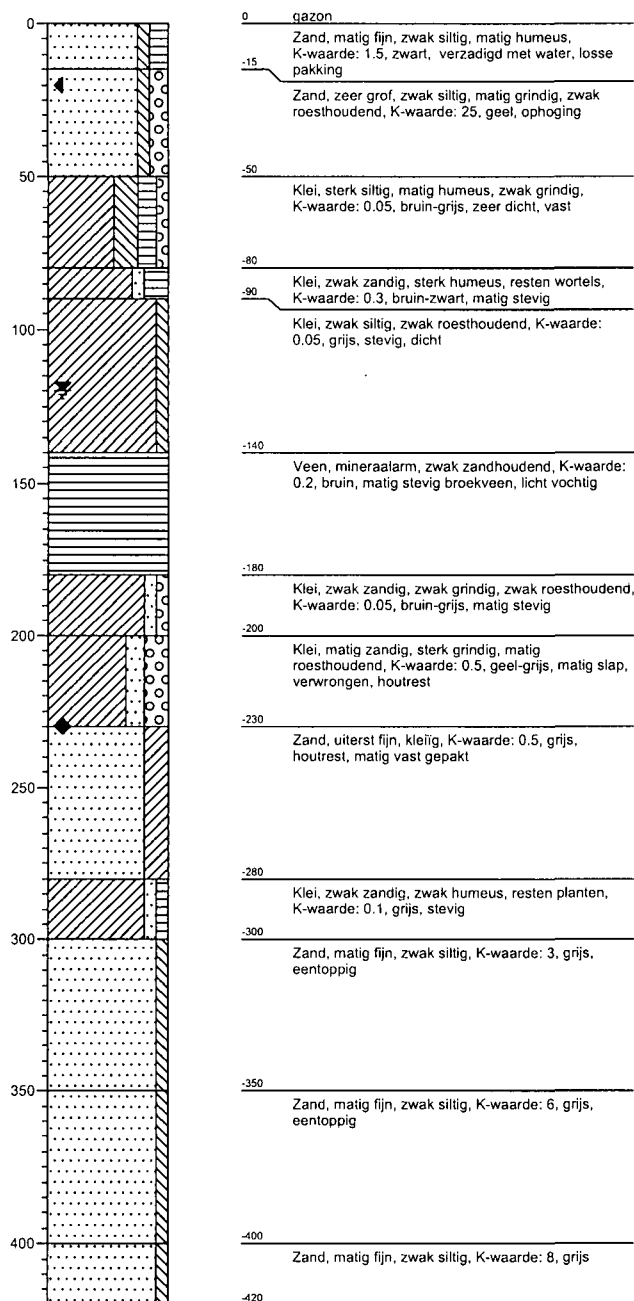
Legenda

- boringen
- nieuwbouwlocaties binnen bestemmingsplan Elspeide-over het Lange Water

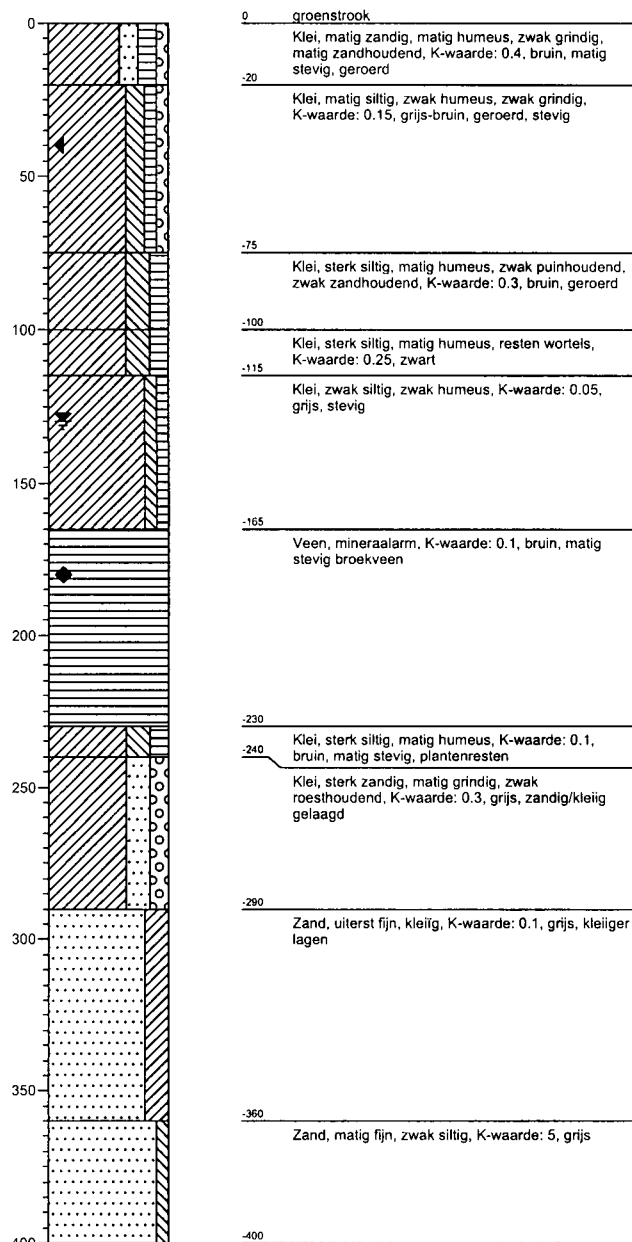
Bijlage 2

Boorprofielen

01



02



Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster

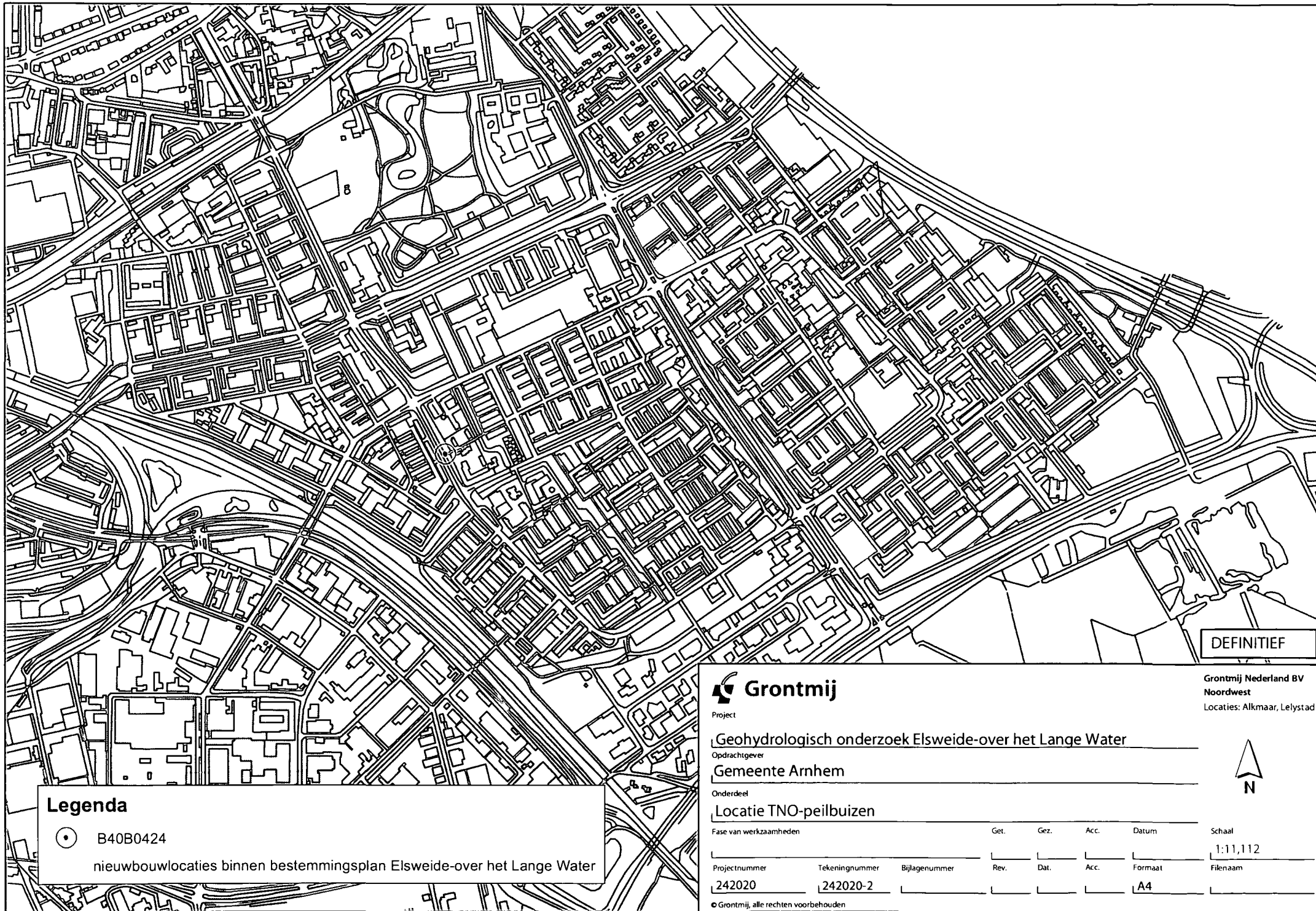
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

	slib
	water

Bijlage 3

Situering peilbuizen TNO



Legenda

B40B0424
nieuwbouwlocaties binnen bestemmingsplan Elsweide-over het Lange Water

DEFINITIEF

Grontmij

Project

Geohydrologisch onderzoek Elsweide-over het Lange Water
Opdrachtgever
Gemeente Arnhem
Onderdeel
Locatie TNO-peilbuizen

Fase van werkzaamheden			Get.	Gez.	Acc.	Datum	Schaal
							1:11,112
Projectnummer	Tekeningnummer	Bijlagenummer	Rev.	Dat.	Acc.	Formaat	Bestandnaam
242020	242020-2					A4	
© Grontmij, alle rechten voorbehouden							

Grontmij Nederland BV
Noordwest
Locaties: Alkmaar, Lelystad

