

Datum

17 februari
2014

Barrièreberekening

*universiteitsbibliotheek te
Amsterdam*

Opdrachtgever

Crux Engineering BV

Harrie Dieteren

Pedro Medinalaan 3c

1086 XK Amsterdam

Loots Grondwatertechniek

Behandeld door

ing. Erik Loots

+31 (0) 6 533 92 188

erik@lootsgwt.com

www.lootsgwt.com

Kenmerk

10120114B.2



Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	3
1.1	ACHTERGROND & PROJECT SITUATIE	3
1.2	DOELSTELLINGEN BARRIÈREBEREKENING.....	3
1.3	RAPPORT STRUCTUUR	3
1.4	RAPPORT BEPERKINGEN EN VOORWAARDEN	3
2	SITUATIEANALYSE.....	4
2.1	PROJECTINFORMATIE.....	4
2.1.1	Geraadpleegde bronnen.....	4
2.1.2	Omschrijving 1-laags en 2-laags kelder	4
2.2	UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	5
2.3	SCHEMATISCHE GRONDOPBOUW	5
2.4	LOCATIEONDERZOEK.....	7
2.5	GRONDWATERSTANDEN	8
2.6	ONTBREKENDE DATA EN ONZEKERHEDEN	9
3	BARRIÈREBEREKENING.....	10
3.1	VERSTERKING FACTOREN BARRIÈREWERKING	10
3.2	BESCHOUWING EN BEREKENING BARRIÈREWERKING FREATISCH ZANDPAKKET	10
3.3	BESCHOUWING BARRIÈREWERKING WADZANDLAAG EN WATERVOERENDE LAAG 3	12
4	AANBEVELINGEN	12
	BIJLAGE A - GRONDONDERZOEK	13
	BIJLAGE B - GRONDWATERSTANDEN.....	31

Lijst met figuren

FIGUUR 1 - SCHETS 1-LAAGS EN 2-LAAGS KELDER [1], DAMWAND 2-LAAGS KELDER EN DAMWAND LANGS HET ZUSTERHUIS ZAL NIET WORDEN GETROKKEN.....	5
FIGUUR 2 - LOCATIE PEILBUIZEN (ZWART= GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND FREATISCH PAKKET, WIT= GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND WADZANDLAAG EN GEEL IS GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND EERSTE WATERVOEREND PAKKET) PEILMATEN T.O.V. NAP IN [M]	8
FIGUUR 3 - VERSCHIL BESTAANDE EN NIEUWE SITUATIE FREATISCH PAKKET.....	11

1 INLEIDING

Loots Grondwatertechniek heeft van Crux Engineering BV opdracht gekregen om een barrièreberekening te leveren voor de universiteitsbibliotheek te Amsterdam.

Dit hoofdstuk van het rapport beschrijft de project achtergrond, project doelstellingen, rapport structuur rapport beperkingen en rapport voorwaarden.

1.1 Achtergrond & project situatie

Een ontwerp voor de universiteitsbibliotheek te Amsterdam is gemaakt door Architectenbureau J. van Stigt. In dit ontwerp is een 1-laags en 2-laags kelder onder de grondwaterstand. Doordat dit object een watervoerende laag geheel of gedeeltelijk afsluit kan de grondwaterstand (lokaal) worden beïnvloed, deze grondwaterstand kan stijgen of zakken (afhankelijk van de stromingsrichting). De opdrachtgever heeft een voorkeur uitgesproken voor een ontwerp met damwanden rondom de bouwput. Als constructeur is van Rossum (Amsterdam) bij dit project betrokken.

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 van toepassing. Het advies en de berekeningen zijn opgesteld conform de onderstaande wetgeving, normen, richtlijnen en protocollen:



Eurocode 7: Geotechniek
NEN 9997-1+C1:2012



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet

1.2 Doelstellingen barrièreberekening

De doelstelling van het project is het bepalen of de 1-laags en 2-laags kelder de grondwaterstanden en –stroming niet negatief beïnvloed op basis van de gegevens geleverd door opdrachtgever. De afmetingen en plaatsing van de 1-laags en 2-laags kelder wordt getoetst met een grondwater model, geconcludeerd wordt of dit negatieve effecten zal hebben op de grondwaterstanden en/of –stroming kan veroorzaken. Tenslotte wordt getoetst of de invloed op de omgeving door het object acceptabel is conform geldende richtlijnen.

1.3 Rapport structuur

Het rapport heeft de volgende structuur:

- Hoofdstuk 2 geeft een situatieanalyse op basis van aangeleverde projectinformatie, archiefonderzoek en een samenvatting van de geotechnische, geohydrologische, grondwater eigenschappen en omgevingsrisico's waarmee verder in het rapport wordt gerekend;
- Hoofdstuk 3 bestaat uit de barrièreberekening van het 1-laags en 2-laags kelder;
- Hoofdstuk 4 bestaat uit een samenvatting van de aanbevelingen.

1.4 Rapport beperkingen en voorwaarden

De onderstaande beperkingen en voorwaarden in dit hoofdstuk zijn van toepassing op dit document:

- De gegevens in dit rapport zijn uitsluitend bedoeld voor berekening van barrière(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;
- © 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

2 SITUATIEANALYSE

2.1 Projectinformatie

De projectinformatie is aangeleverd door de opdrachtgever en wordt beschreven in dit hoofdstuk. Daarnaast zijn de gegevensbronnen in deze paragraaf opgesomd welke geraadpleegd zijn om dit document op te stellen:

2.1.1 Geraadpleegde bronnen¹

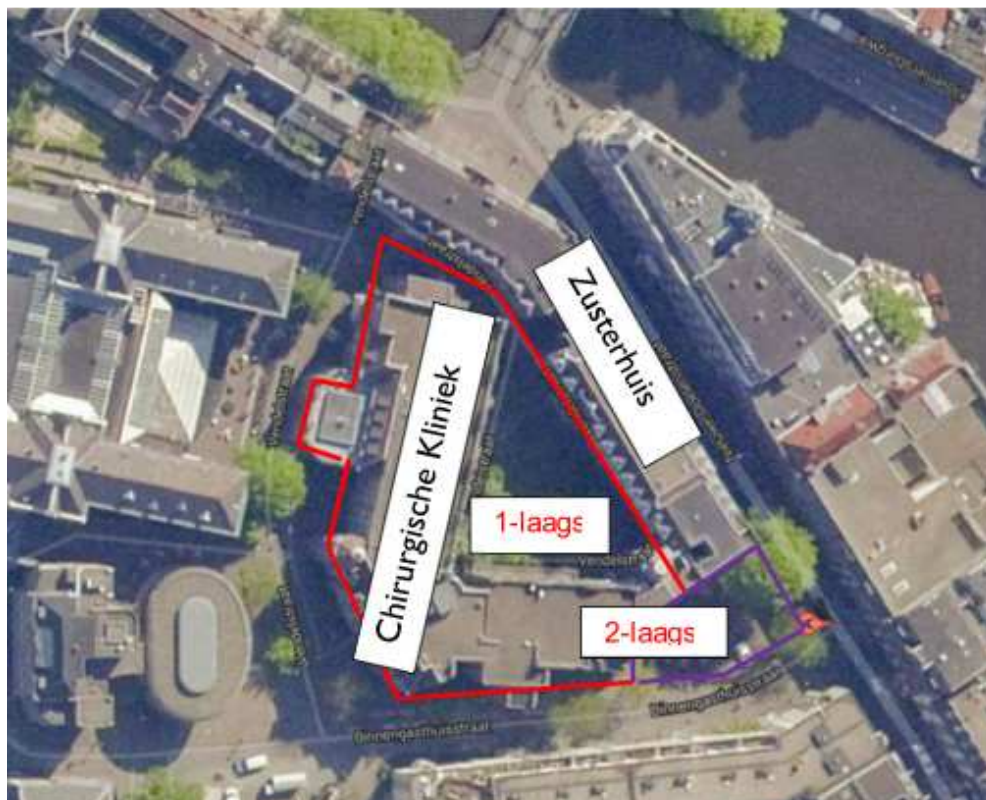
- [1] Nederlands Normalisatie-instituut, „NEN 9997-1+C1-2012,” NEN, Delft, 2012.
- [2] RIVM, „RIVM rapport - Gebiedenatlas,” RIVM, Bilthoven, 2003.
- [3] Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Bodemloket,” 2013. [Online]. Available: <http://www.bodemloket.nl>.
- [4] Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, „IKAW - Archeologische Monumentenkaart,” 2011.
- [5] Alterra - Wageningen Universiteit en Researchcentrum, „Synbiosys”.
- [6] Google, „Google Earth,” 2012.
- [7] Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, „Ondergrondgegevens”.
- [8] Crux Engineering BV, „Damwandadvies Universiteitsbibliotheek Amsterdam (voorontwerp),” 14-02-2014.
- [9] van Rossum Raadgevende Ingenieurs, „SOK201 Universiteits bibliotheek - Damwanden tbv kelder - 2 principes,” 03-02-2013.
- [10] van Rossum Raadgevende Ingenieurs, „SOK101 Universiteits bibliotheek - Damwanden tbv kelder 1 principe,” 03-02-2013.
- [11] Fugro, „Grondonderzoek - nieuwbouw universiteit bibliotheek a/d Doelenstraat te Amsterdam,” 30-07-2003.

2.1.2 Omschrijving 1-laags en 2-laags kelder

Uit de projectinformatie en tekeningen zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- lengte van kelder is 60 m;
- breedte van kelder is 60 m à 20 m;
- aanlegniveau van kelder is NAP -5,7 m à NAP -2,6 m;
- damwandplanken type: AZ25;
- onderkant damwanden: NAP -10,5 m à NAP -14,5 m;
- geotechnische categorie 2, argumenten:
 - argument 1, totale ontgravingsdiepte > 2,0 m;
 - argument 2, ontgravingsniveau is > 0,5 m beneden de tijdens uitvoering heersende grondwaterstand;

¹ Loots staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens



Figuur 1 - Schets 1-laags en 2-laags kelder [1], damwand 2-laags kelder en damwand langs het Zusterhuis zal niet worden getrokken

2.2 Uitgevoerd grondonderzoek

Op en nabij de projectlocatie van het plan zijn de volgende grondonderzoeken uitgevoerd:

- 8 sonderingen met kleefmeting tot circa NAP – 27 m;
- Tot slot zijn enkele bodemonderzoeken van het Dinoloket [2] beschouwd.

Zie bijlage A voor het grondonderzoek.

2.3 Schematische grondopbouw

In deze paragraaf is ten behoeve van de geohydrologische berekeningen de grondopbouw geschematiseerd. De geotechnische lagen in tabel 2.1 zijn afgeleid uit verkregen gegevens via het grondonderzoek. De geohydrologische lagen in tabel 2.2 zijn afgeleid van het uitgevoerde grondonderzoek, grondwaterkaart van Nederland en REGISII.

Tabel 2.1: Geotechnische grondopbouw

Diepte [m t.o.v. NAP]		Bodembeschrijving
van	tot	
1,47 à 0,84	0,1	zand, los (onverzadigd met grondwater) ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)
0,1	0 à -1,25	zand, los (verzadigd met grondwater) ($\gamma=19\text{kN/m}^3$)
0 à -1,25	-1 à -2	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)
-1 à -2	-4,2 à -4,5	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)
-4,2 à -4,5	-7,5 à -8,5	klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)
-7,5 à -8,5	-9,5 à -10	zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$)
-9,5 à -10	-12 à -12,5	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)
-12 à -12,5	-12,5 à -13	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)
-12,5 à -13	-14 à -15	zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$)
-14 à -15	-17 à -18	klei, sterk zandig ($\gamma=19\text{kN/m}^3$)
-17 à -18	-25 à -26	zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$)

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoeklocaties is NAP + 1,47 m à NAP + 0,84 m;
- Vanaf NAP + 1,47 m à NAP + 0,84 m tot NAP + 0,1 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, los (onverzadigd met grondwater) ($\gamma=17\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP + 0,1 m tot NAP + 0 m à NAP -1,25 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, los (verzadigd met grondwater) ($\gamma=19\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP + 0 m à NAP -1,25 m tot NAP -1 m à NAP -2 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -1 m à NAP -2 m tot NAP -4,2 m à NAP -4,5 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 5-10%, dit wordt gerekend met veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -4,2 m à NAP -4,5 m tot NAP -7,5 m à NAP -8,5 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -7,5 m à NAP -8,5 m tot NAP -9,5 m à NAP -10 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten groter dan 3 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1-2%, dit wordt gerekend met zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -9,5 m à NAP -10 m tot NAP -12 m à NAP -12,5 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -12 m à NAP -12,5 m tot NAP -12,5 m à NAP -13 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 5-10%, dit wordt gerekend met veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -12,5 m à NAP -13 m tot NAP -14 m à NAP -15 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -14 m à NAP -15 m tot NAP -17 m à NAP -18 m zijn conusweerstand (q_c) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, sterk zandig ($\gamma=19\text{kN/m}^3$);

- Vanaf NAP -17 m à NAP -18 m tot NAP -25 m à NAP -26 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$).

Tabel 2.2: Geohydrologische grondopbouw

Lagen	Bodembeschrijving	Top	Bodem	kD	c	λ
		[m] t.o.v. NAP	[m] t.o.v. NAP	[m ² /dag]	[dagen]	[m]
Deklaag	Zand, zeer fijn, sterk silthoudend	1,47 à 0,84	0,1		260	
Watervoerende laag 1	Zand, zeer fijn, zwak silthoudend	0,1	0 à -1,25	5		37,44
Slecht doorlatende laag 1	Gemiddelde deklaag	0 à -1,25	-7,5 à -8,5		640	
Watervoerende laag 2	Zand, zeer fijn, zwak silthoudend	-7,5 à -8,5	-9,5 à -10	10		94,715
Slecht doorlatende laag 2	Gemiddelde deklaag	-9,5 à -10	-12,5 à -13		260	
Watervoerende laag 3	Zand, matig grof, zwak silthoudend	-12,5 à -13	-14 à -15	50		240,79
Slecht doorlatende laag 3	Gemiddelde deklaag	-14 à -15	-17 à -18		300	
Watervoerende laag 4	Zand, matig grof, zwak silthoudend	-17 à -18	-25 à -26	180		512,57

Om de voeding door neerslag te simuleren door straatwerk, groen en deklaag, is boven de eerste watervoerende laag een drainageweerstand van 260 dagen gehanteerd. De kD-waarde van de watervoerende lagen of model lagen zijn bepaald aan de hand van de grondwaterkaart, het dinoloket en de inschatting op basis van het lokale bodemonderzoek. In het model is geen rekening gehouden met de exacte locaties van het oppervlaktewater.

2.4 Locatieonderzoek

In deze paragraaf kunnen de omgevingsrisico's worden gevonden, de lijst is opgebouwd uit de gegevens aangeleverd door de opdrachtgever en een archiefonderzoek. Het beschouwen van het huidige (grondwater)gebruik in de omgeving is een eis vanuit de Rijksoverheid en Eurocode normen [1]. Gekozen is de spreidingslengte (zie paragraaf 2.3) te gebruiken om de risico's voor de omgeving te toetsen, zodat maatregelen zoals monitoring kunnen worden bepaald in hoofdstuk 3. Zie tabel 2.3 voor de maatregelen welke zijn bepaald.

Tabel 2.3: Maatregelen benodigd na aanleiding van situatieanalyse

Aanwezigheid objecten binnen invloedssfeer

	afstand [m]	aanwezig
Grondwaterbeschermingsgebied	15000	ja, buiten invloedssfeer
Openbaar groen/natuur	253	ja, buiten invloedssfeer
Landbouw		onbekend
Archeologische objecten	0	ja, binnen invloedssfeer
Natura 2000 gebied		onbekend
Grondwaterverontreinigingen	0	ja, binnen invloedssfeer
Overige grondwatergebruikers		onbekend
Kelders of verdiepte bebouwing	1	ja, binnen invloedssfeer
Infrastructuur		onbekend
Houten palen funderingen	1	ja, binnen invloedssfeer
Bebouwing gefundeerd op staal		onbekend
Kritieke belendingen		onbekend

Conclusie

De volgende objecten bevinden zich buiten de invloedssfeer van de barrière:

- Grondwaterbeschermingsgebied Hilversum, hoge gronden op 15000 m afstand;
- Openbaar groen/natuur Rembrandtplein op 252,7 m afstand.

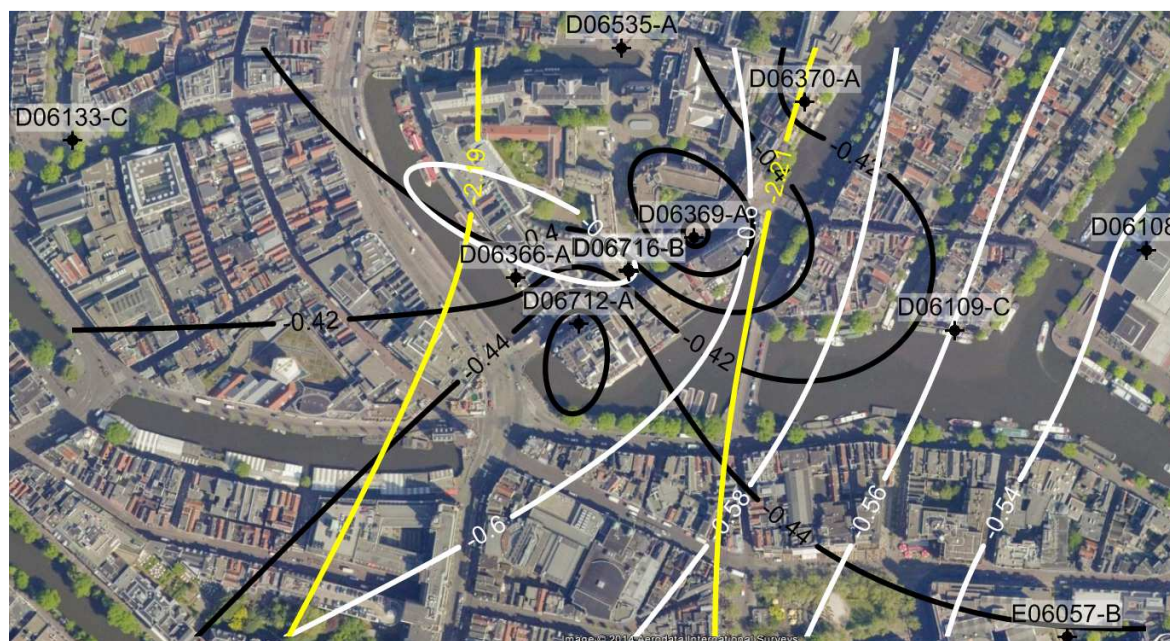
De volgende objecten bevinden zich binnen de invloedssfeer van de barrière:

- Archeologische objecten mogelijk volgens monumentenkaart op 0 m afstand;
- Grondwaterverontreinigingen mogelijk volgens bodemloket.nl op 0 m afstand;
- Kelders of verdiepte bebouwing Belendingen op 0,5 m afstand;
- Houten palen funderingen Nieuwe Doelenstraat 15 op 0,5 m afstand.

In hoofdstuk 4 worden de maatregelen berekend ter voorkoming van negatieve effecten op de omgeving door bemalen.

2.5 Grondwaterstanden

Uit het grondwaterarchief van Waternet zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. De locaties van de peilbuizen zijn in figuur 2 op een Google Earth ondergrond weergegeven. In tabel 2.4 zijn een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven. Tevens is in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen.



D06109-C	0,52	-12,67 tot -13,67	3	197	12,1 (1983)	-1,73	-2,23	-3,01	9
E06057-B	1,08	-7,62 tot -8,62	2	374	14,7 (1983)	-0,30	-0,52	-0,73	20
D06133-C	1,47	-12,96 tot -13,96	3	393	39,1 (2013)	-1,78	-2,17	-2,85	12
D06370-A	0,84	-1,79 tot -2,79	1	114	27,1 (2008)	-0,29	-0,43	-0,54	5
D06369-A	1,39	-1,26 tot -2,26	1	19	29,5 (2010)	-0,24	-0,35	-0,53	6
D06535-A	2,03	-1,02 tot -2,01	1	115	20,8 (2011)	-0,25	-0,39	-0,64	6
D06366-A	0,7	-1,98 tot -2,98	1	109	30,6 (2011)	-0,24	-0,40	-0,62	5

*=meetperiode is korter dan 8 jaar | afstand= de afstand tussen midden bouwput en peilbuis | GEM= gemiddelde grondwaterstand | GHG= gemiddeld hoogste grondwaterstand | GLG= gemiddeld laagste grondwaterstand | nb= niet bekend

Tabel 2.5: Grondwaterstand projectlocatie

Maatgevende grondwaterstanden

watervoerende laag (model)	GHG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	actueel [m+NAP]
1	-0,24	-0,53	nb
2	-0,3	-0,73	nb
3	-1,73	-2,85	nb

Conclusie grondwaterstanden

Zie tabel 2.5 voor de representatieve grondwaterstand per watervoerende laag. Ten behoeve van het berekenen van de invloed op de omgeving wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevende gemiddeld laagste grondwaterstand, zie tabel 2.5 voor de representatieve grondwaterstand per watervoerende laag. De actuele grondwaterstand dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld. Zie bijlage B voor de gehele reeks grondwaterstanden in een grafiek.

Met behulp van de grondwaterkaart van Nederland is een verhang richting het westen geconcludeerd, dit is niet in de peilbuisdata terug te vinden zie verschil peilbuizen watervoerende laag 3, er is een zeer gering verhang richting het oosten waargenomen. In watervoerende laag 1 lijkt het grondwater te stromen richting het oppervlaktewater (grachten) en in watervoerende laag 2 lijkt het grondwater te stromen richting het westen (komt overeen met grondwaterkaart).

2.6 Ontbrekende data en onzekerheden

De aangeleverde data zijn grotendeels consistent met data van voorgaande projecten/archiefdata. De interpretatie is gebaseerd op beperkte informatie van het project en aangenomen wordt dat de waarden welke opdrachtgever beschikbaar heeft gesteld op lange termijn representatief zijn.

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

De volgende parameters zijn afgeleid uit aangeleverde informatie en archiefonderzoek:

- Projectafmeting, aanlegdiepten, projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van houten palen funderingen, funderingen op staal, kelders/verdiepte bebouwing, kritieke belendingen, grondwaterbeschermingsgebied, openbaar groen/natuur, landbouw, natura 2000 gebied.

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

De volgende parameters zijn bepaald aan de hand van meerdere gegevensbronnen, dit zijn vaak ervaringen in de nabijheid van de projectlocatie. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij voor elke parameter de minst gunstige waarde wordt gehanteerd. Er valt vaak winst te halen door deze parameters nader te bepalen. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geotechnische bodemonderzoeken, afstand tussen de onderzoekslocaties is 25 à 30 m. Gekozen is om te rekenen met de minst gunstige bodemopbouw;

- Damwandlekkage;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur..

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

De parameters in dit hoofdstuk zijn niet direct af te leiden uit beschikbare gegevensbronnen. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij elke parameter wordt bepaald conform Eurocode [1] en ervaring. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geohydrologische parameters.;
- Grondwaterstroming freatisch pakket, omdat de peilbuizen van Waternet allemaal parallel staan aan de gracht wordt (mogelijk) geen verhang waargenomen. Gekozen is om te rekenen meteen verhang richting het oppervlaktewater.

[D] Ontbrekende parameters

Na het opstellen is gebleken dat de volgende parameters niet of slecht zijn te bepalen:

- De actuele grondwaterstand en -stroming.

3 BARRIÈREBEREKENING

3.1 Versterking factoren barrièrewerking

In dit hoofdstuk wordt beschouwd of externe factoren de barrièrewerking van de damwanden mogelijk versterken.

De onderstaande risicofactoren zijn bekend na situatieanalyse en/of geleverde informatie van de opdrachtgever:

- Kloveniersburgwal 128 t/m 166 (voormalig Zusterhuis): minimale afstand tot damwand = circa 0,5m, monumentaal pand, gedeeltelijk onderkelderd (bovenkant vloer NAP-0,79 à -2,32m), houten paalfundering in de Eerste zandlaag [1];
- Nieuwe Doelenstraat 15 (voormalig Zusterhuis): minimale afstand tot damwand = circa 0,5m, monumentaal pand, gedeeltelijk onderkelderd, houten paalfundering (bovenkant funderingshout NAP-0,85 à -0,94m, diameter 210 à 260mm) in de Eerste zandlaag [1];
- Binnengasthuisstraat 48 t/m 146, minimale afstand tot damwand circa 8m, onderkelderd (bovenkant vloer = circa NAP-0,4m), prefab betonpalen 350 en 380mm met paalpuntniveau NAP-19,0 à -21,5m [1];
- Binnengasthuisstraat 9, minimale afstand tot damwand = circa 14m, onderkelderd (bovenkant vloer = Peil-2,95m = NAP-1,39m), fundering op vibro palen Ø300/360mm met paalpuntniveau NAP-18,5 à -19,5m [1];
- Noord-zuidlijn op circa 100m afstand.

3.2 Beschouwing en berekening barrièrewerking freatisch zandpakket

Door het achterblijven van de damwanden op de projectlocatie kan mogelijk barrièrewerking optreden. In dit hoofdstuk wordt getoetst of barrièrewerking zal optreden en in welke mate.

Barrièrewerking is afhankelijk van 4 factoren, naast algemene beschouwing zijn parameters ingevoerd in een eindig elementen 3D grondwater model. Onderstaand de parameters voor berekening:

1. Omvang barrière: De totale breedte van de barrière is 60 m bij 20 m à 60 m. Het watervoerend pakket wordt afgesloten voor 100% door de damwanden
2. Diepte barrière: De kelder, ofwel barrière, wordt geplaatst vanaf maaiveld tot NAP – 2,3 m à NAP – 2,6 m. Dit betekent dat de kelderbak en/of damwanden welke blijven zitten het freatisch pakket lokaal geheel afsluit. Uit theoretische beschouwing blijkt dat barrièrewerking pas significant wordt bij een doorsnijding van circa 60 à 70% of groter van het watervoerend pakket.

3. Waterremmende lagen: Het freatisch pakket bestaat overwegend uit een homogene zandlaag met enkele delen puin. Het maaiveld is voor het grootste deel verhard, een groot deel van regenwater zal worden afgekoppeld op riool en/of open water. Vanaf NAP - 0,0m à NAP - 1,25 m en dieper is een slecht doorlatende laag (veen- en kleilagen)
4. Grondwaterstanden: Grondwaterstanden: Maatgevende grondwaterstand is NAP – 0,4 m. De lokale stromingsrichting van het grondwater is overwegend in (zuid)oostelijke richting, richting het oppervlaktewater. Op basis van figuur 2 is een verhang bepaald van 1:800, als rekenwaarde voor dit rapport wordt 1:400 aangehouden.

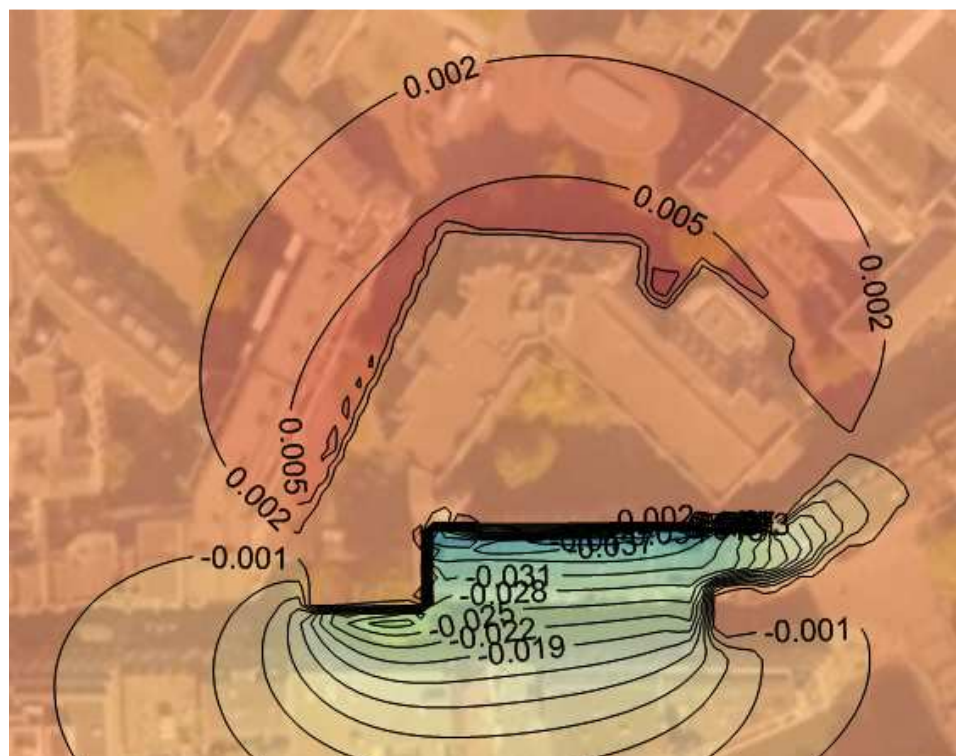
Berekening

De opstuwing als gevolg van barrièrewerking kan niet groter zijn dan de helft van het verhang over de projectlocatie. Het maximale grondwaterverhang bedraagt circa 0,15 m. Door afwezigheid horizontale waterremmende lagen in freatisch pakket is de indicatie maximale opstuwing circa 0,075m.

Maatgevend gemiddeld hoogste grondwaterstand is NAP – 0,24 m, bij een maaiveld van tenminste NAP + 0,84 m wordt geen grondwateroverlast verwacht bij een verhoging van 0,075m. Kelders zijn reeds onder dit peil, echter is niet uitgesloten of een geringe verhoging grondwateroverlast in kelders kan veroorzaken.

Maatgevend gemiddeld laagste grondwaterstand is NAP – 0,53 m, bij een verlaging van 0,075m zullen houten palen/delen (welke bekend zijn) niet droog komen te staan.

In het grondwatermodel is een lokale situatie gesimuleerd, niet-stationaire berekening. Gekozen is een grote grondwaterstroming te creëren met een neerslag van 21mm in 2 uur (frequentie statistisch eens per jaar STOWA /KNMI, rapport 2004-26). In figuur 3 kan het verschil gevonden tussen bestaande en nieuwe situatie na de maatgevende bui.



Figuur 3 - verschil bestaande en nieuwe situatie freatisch pakket

Conclusie

Op basis van algemene beschouwing en berekening grondwatermodel is geconcludeerd dat de grondwater zeer weinig zal opstuwten, echter is de verwachting dat richting de gracht de grondwaterstand zal zakken tot circa 0,04m. Dit wordt verklaard doordat de grondwaterstroom snelheid toeneemt richting de gracht en omdat Kloveniersburgwal 128 t/m 166 (onderkelderde) het freatisch pakket afsluit ten oosten van de projectlocatie.

De belendingen aan de Kloveniersburgwal dienen worden onderzocht met betrekking tot niveau bovenkant funderingshout, dit ter bepaling of in de worst-case de palen droog kunnen komen staan door de nieuwe barrière.

3.3 Beschouwing barrièrewerking wadzandlaag en watervoerende laag 3

.

Door het achterblijven van de damwanden op de projectlocatie kan mogelijk barrièrewerking optreden. In dit hoofdstuk wordt getoetst of barrièrewerking zal optreden en in welke mate.

Barrièrewerking is afhankelijk van 4 factoren. Onderstaand de parameters voor berekening:

1. Omvang barrière: De totale breedte van de barrière is 60 m bij 20 m. Het watervoerend pakket wordt gedeeltelijk afgesloten door de damwanden;
2. Diepte barrière: De damwanden, ofwel barrière, wordt geplaatst vanaf maaiveld tot NAP – 10,5 m à NAP – 14,5 m. Dit betekent dat de damwanden welke blijven zitten de wadzandlaag en watervoerende laag 3 geheel afsluiten. Uit theoretische beschouwing blijkt dat barrièrewerking pas significant wordt bij een doorsnijding van circa 60 à 70% of groter van het watervoerend pakket;
3. Waterremmende lagen: De wadzandlaag en derde watervoerende laag bestaan overwegend uit een homogene silthoudende zandlaag en zijn ingesloten door de deklaag;
4. Grondwaterstanden: Maatgevende grondwaterstand is NAP – 0,6 m (wadzandlaag) en NAP – 2,2 m (derde watervoerende laag). Op basis van figuur 2 is een verhang bepaald van 1:5000 à 1:10000, als rekenwaarde voor dit rapport wordt 1:5000 aangehouden.

Berekening

De opstuwing als gevolg van barrièrewerking kan niet groter zijn dan de helft van het verhang over de projectlocatie. Het maximale grondwaterverhang bedraagt circa 0,004 m à 0,012 m. Door afwezigheid horizontale waterremmende lagen in freatisch pakket is de indicatie maximale opstuwing circa 0,002 m à 0,006 m.

Conclusie

Op basis van algemene beschouwing is geconcludeerd dat de damwanden een verwaarloosbaar effect hebben op de (geringe) grondwaterstroming.

4 AANBEVELINGEN

Aanbevelingen

- De belendingen aan de Kloveniersburgwal dienen worden onderzocht met betrekking tot niveau bovenkant funderingshout, dit ter bepaling of in de worst-case de palen droog kunnen komen staan door de nieuwe barrière;
- Actuele grondwaterstand en –stroming vaststellen en meten gedurende een langere periode. Mogelijk is de grondwaterstroming in het freatisch pakket een stuk minder dan aangenomen;
- Om het zakken van de grondwaterstand door barrièrewerking te beperken wordt aanbevolen rondom de kelder aan de buitenzijde een horizontale drain aan te leggen.

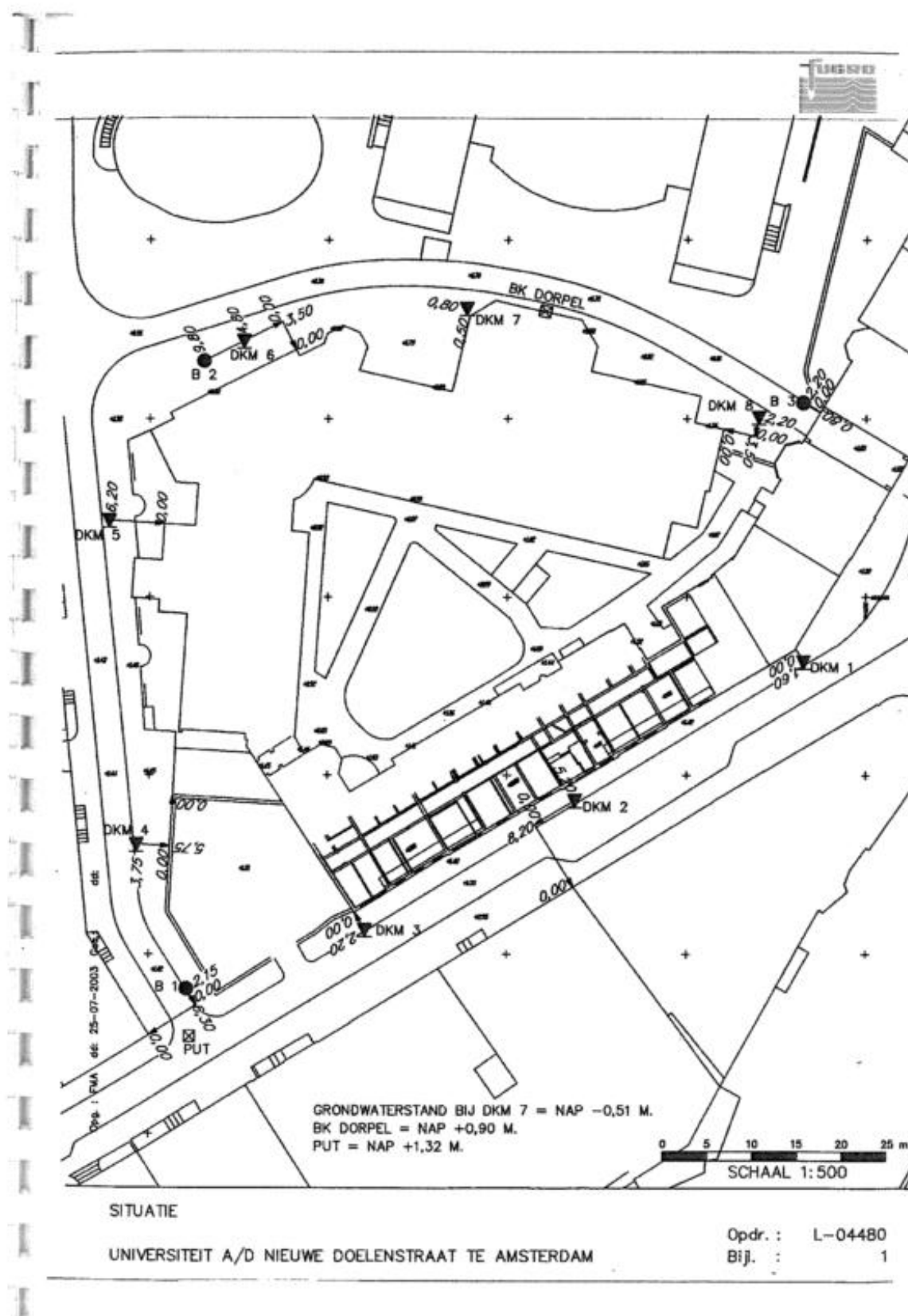
Opgesteld door:

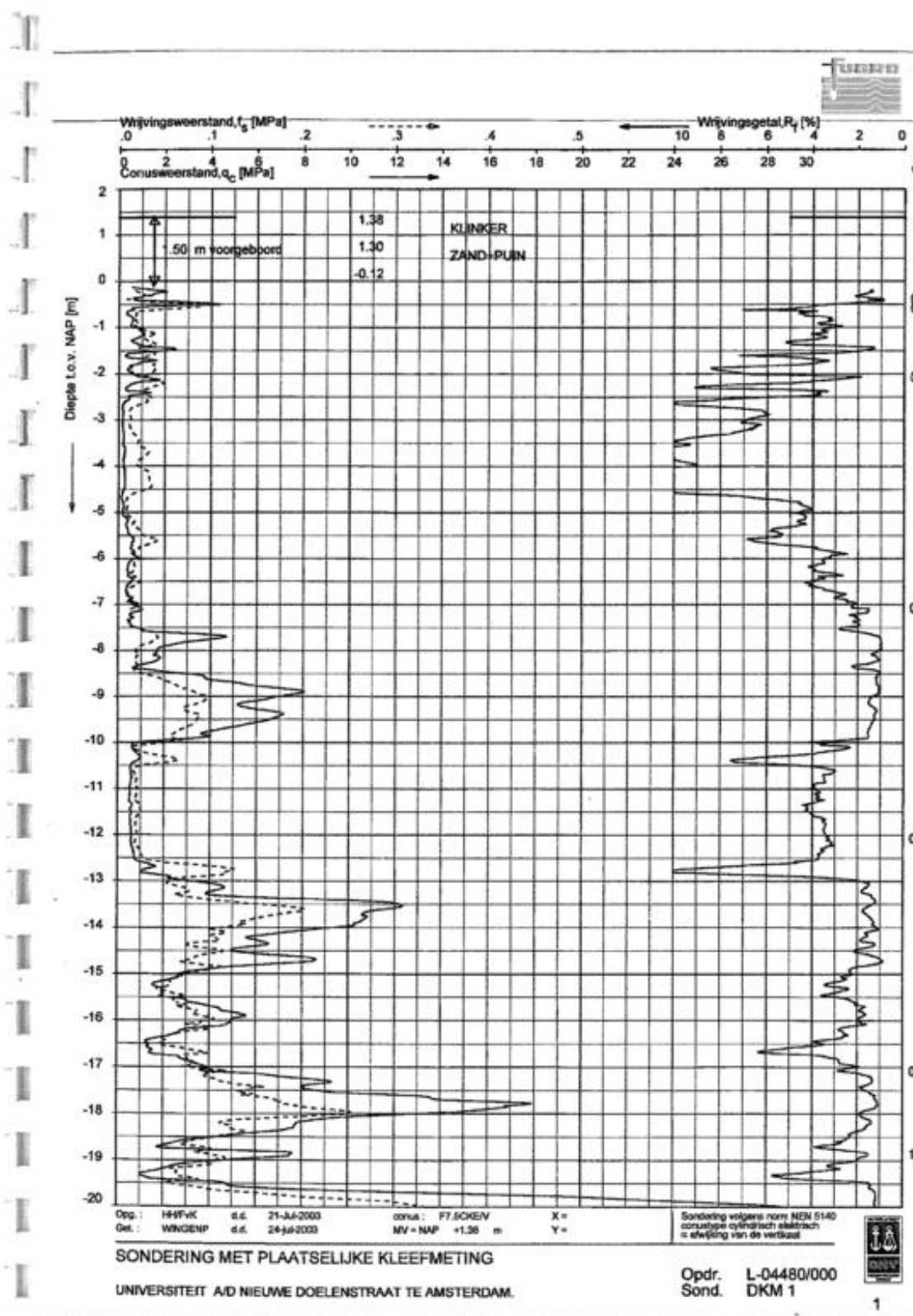
ing. E.J. Loots (06-53392188)

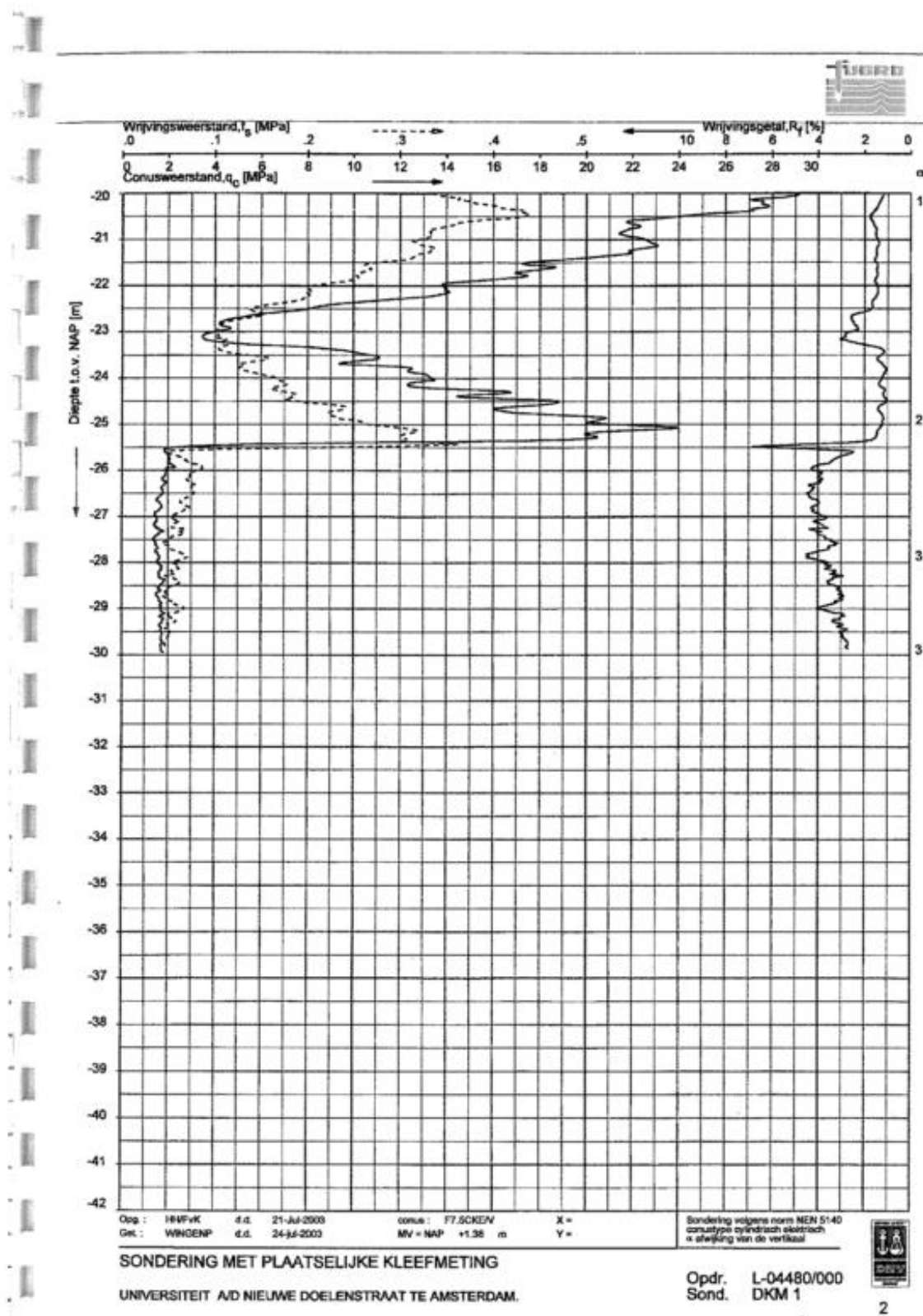
Loots Grondwatertechniek

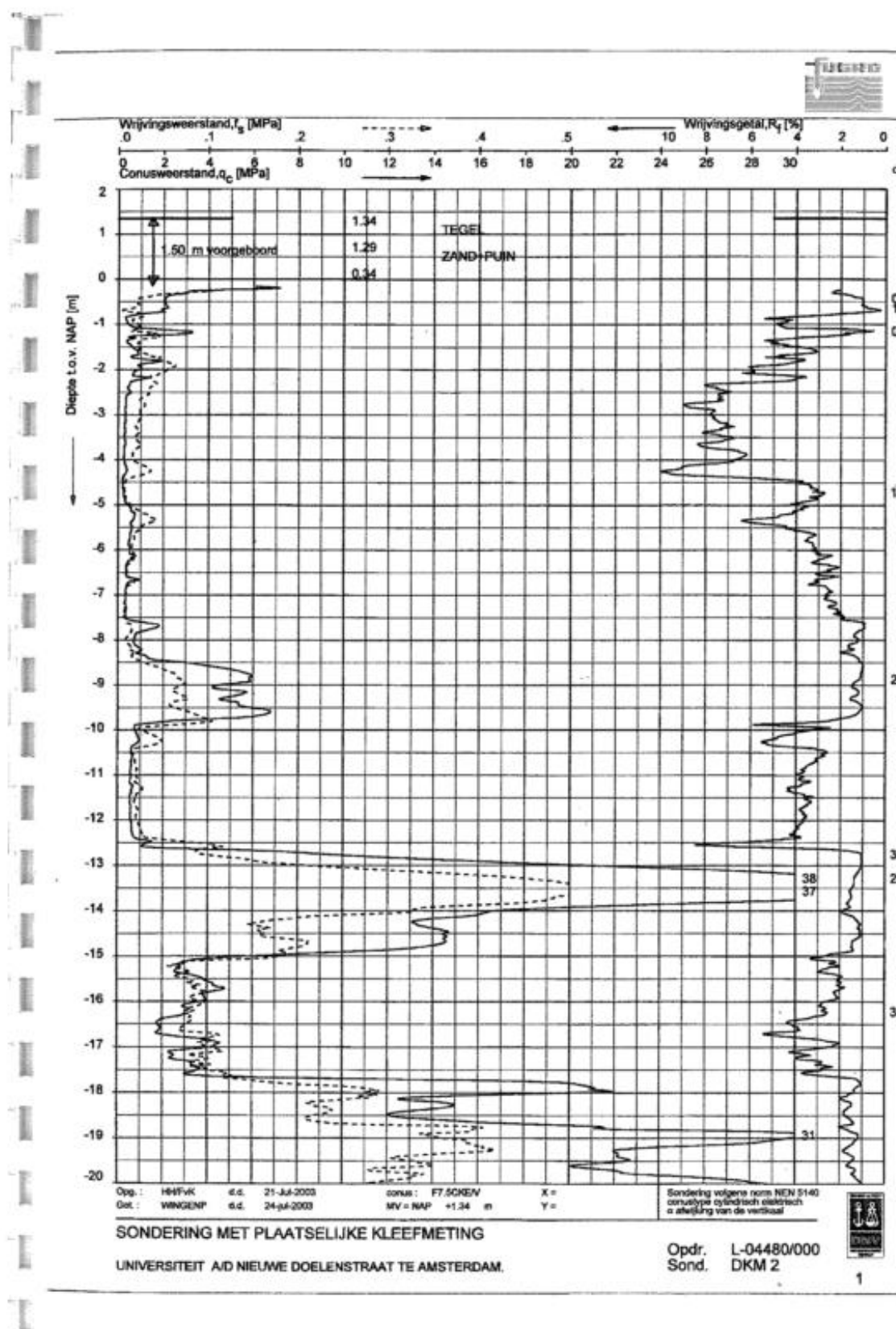
17-2-2014

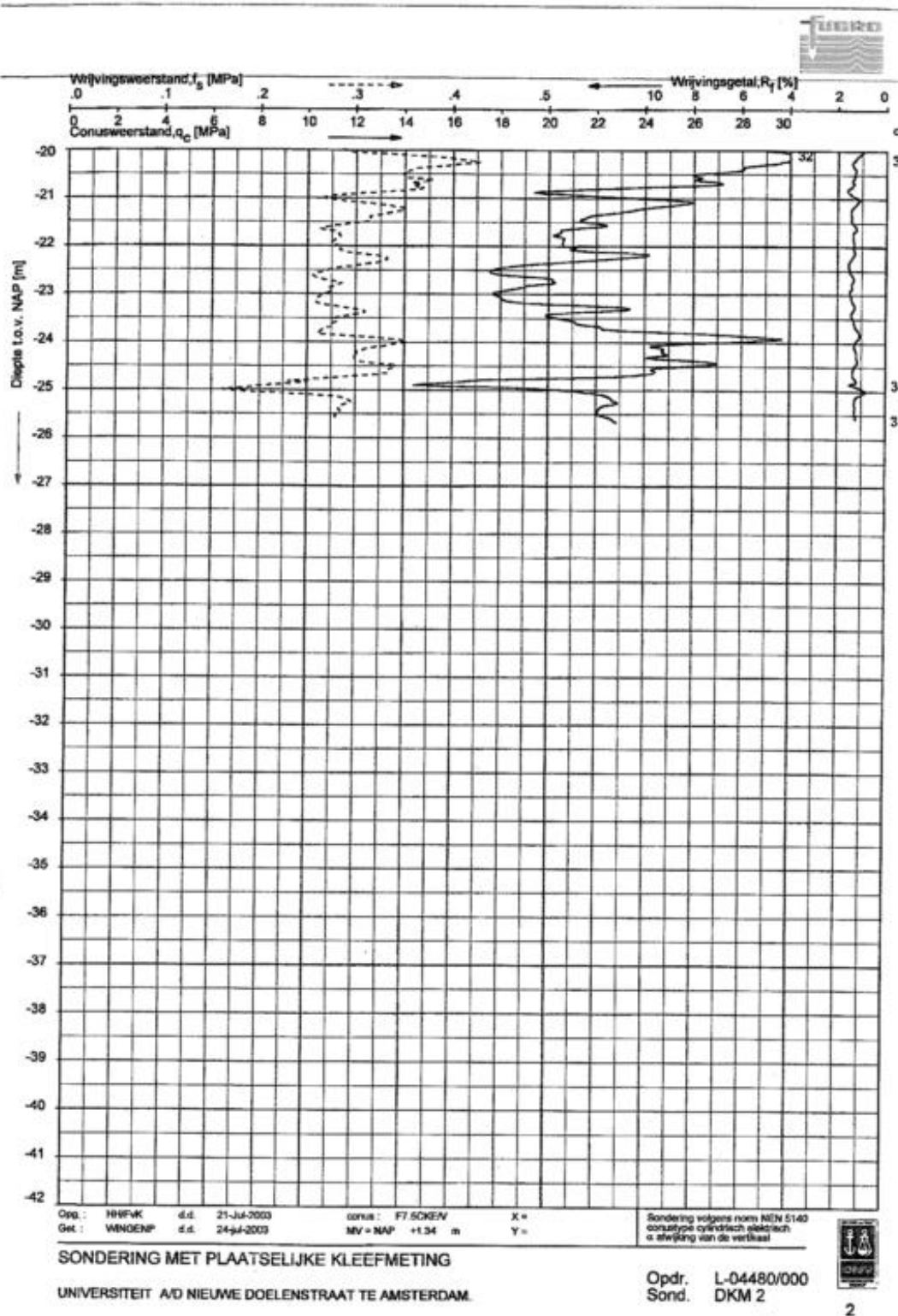
Bijlage A - Grondonderzoek

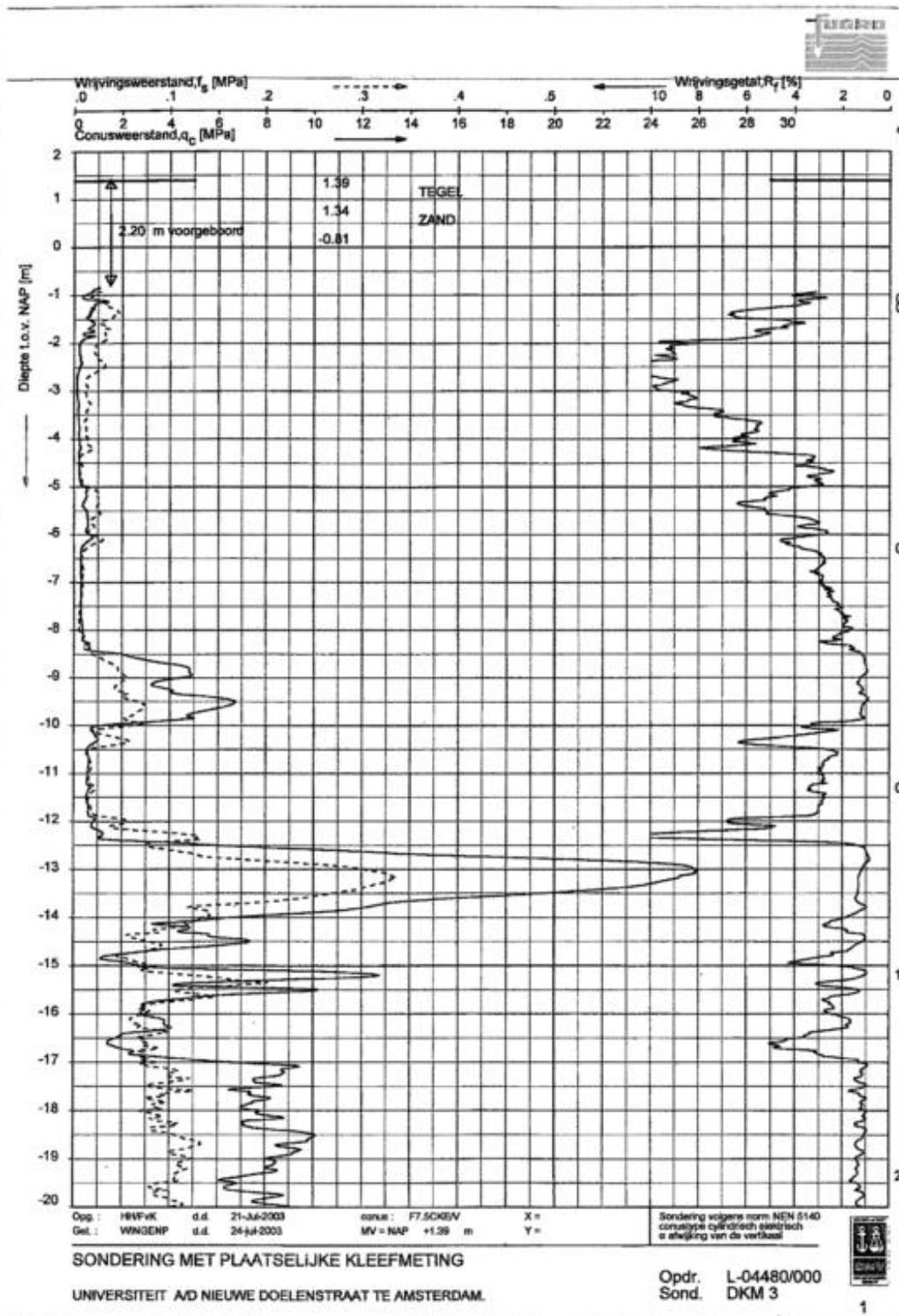


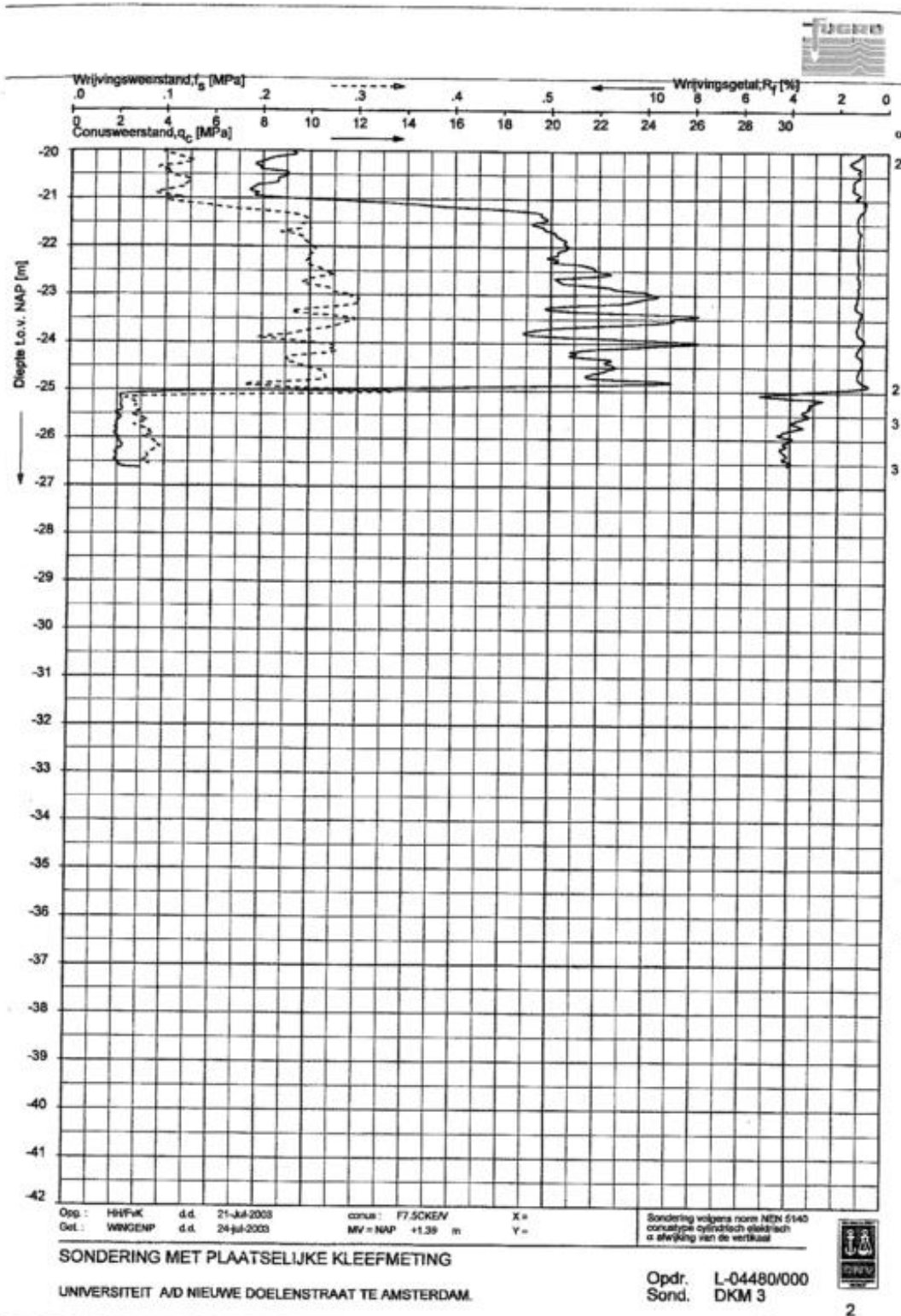


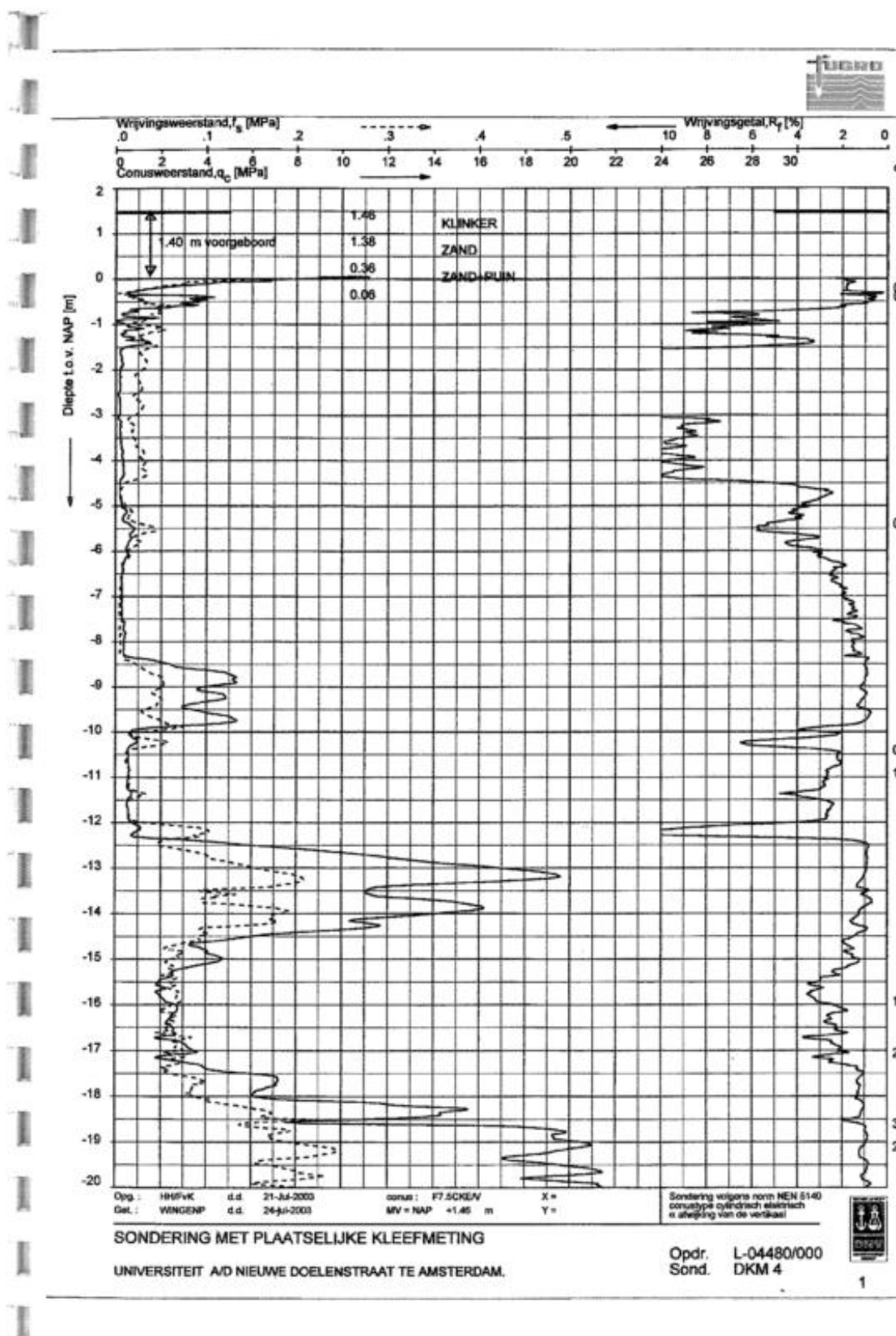


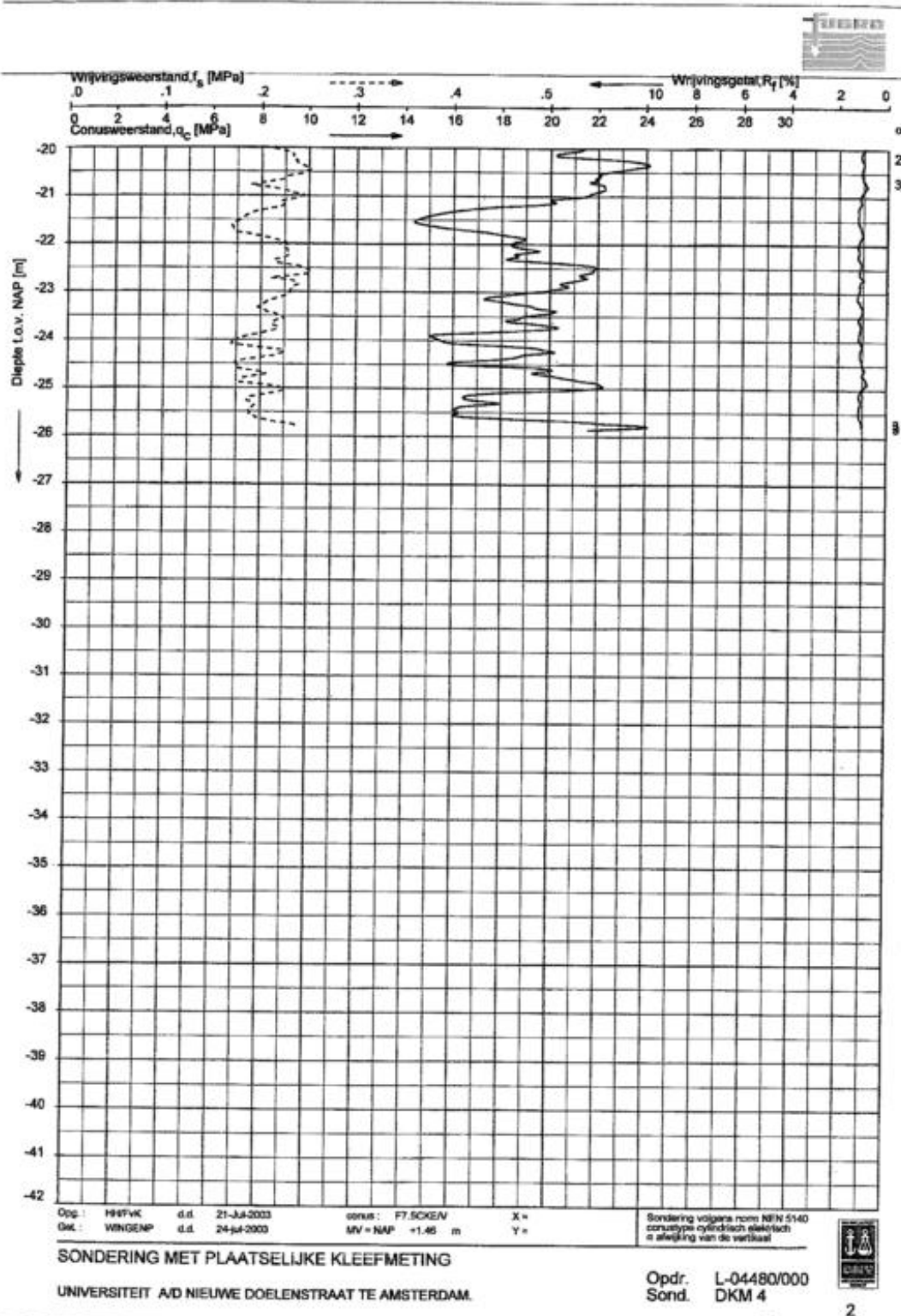


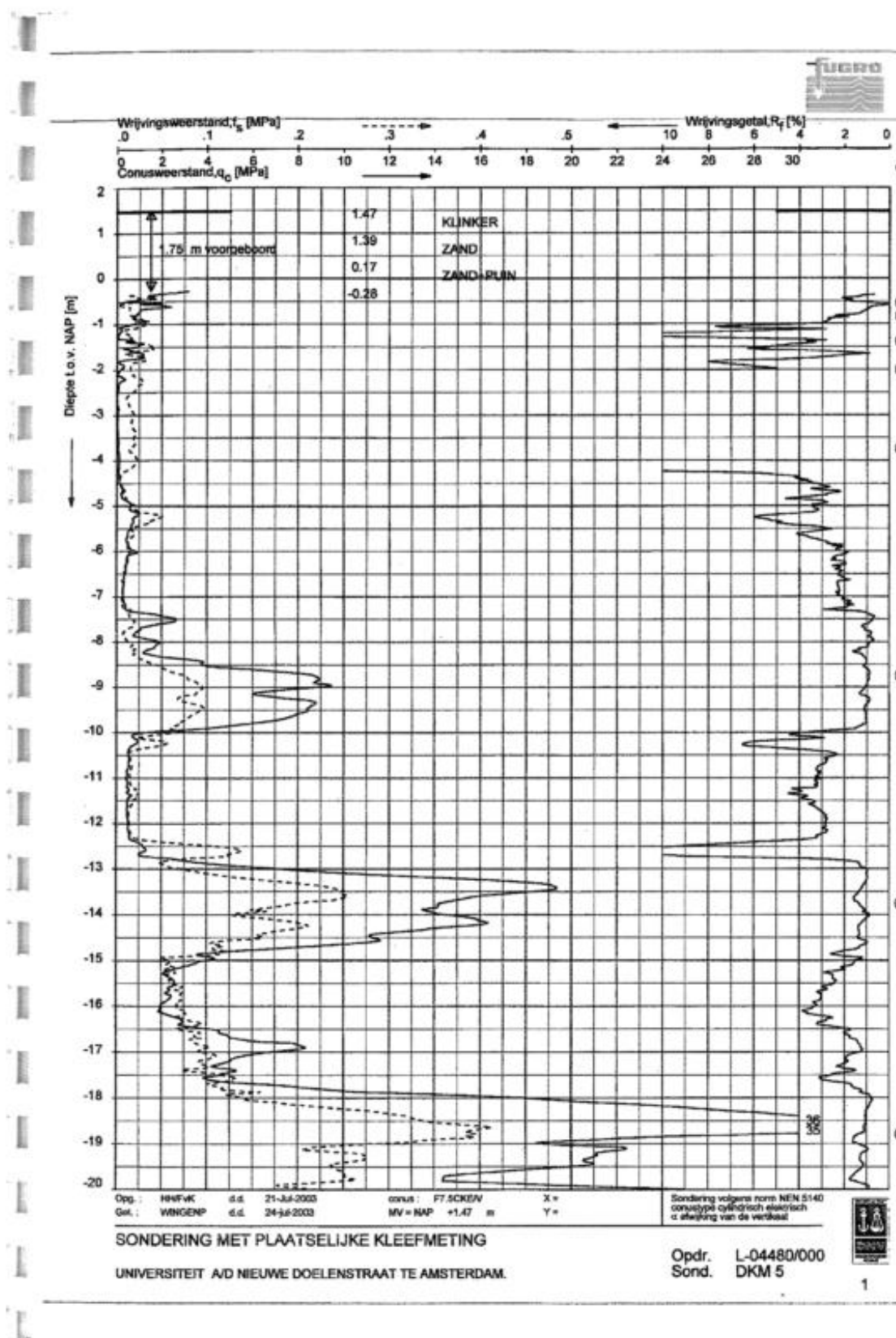


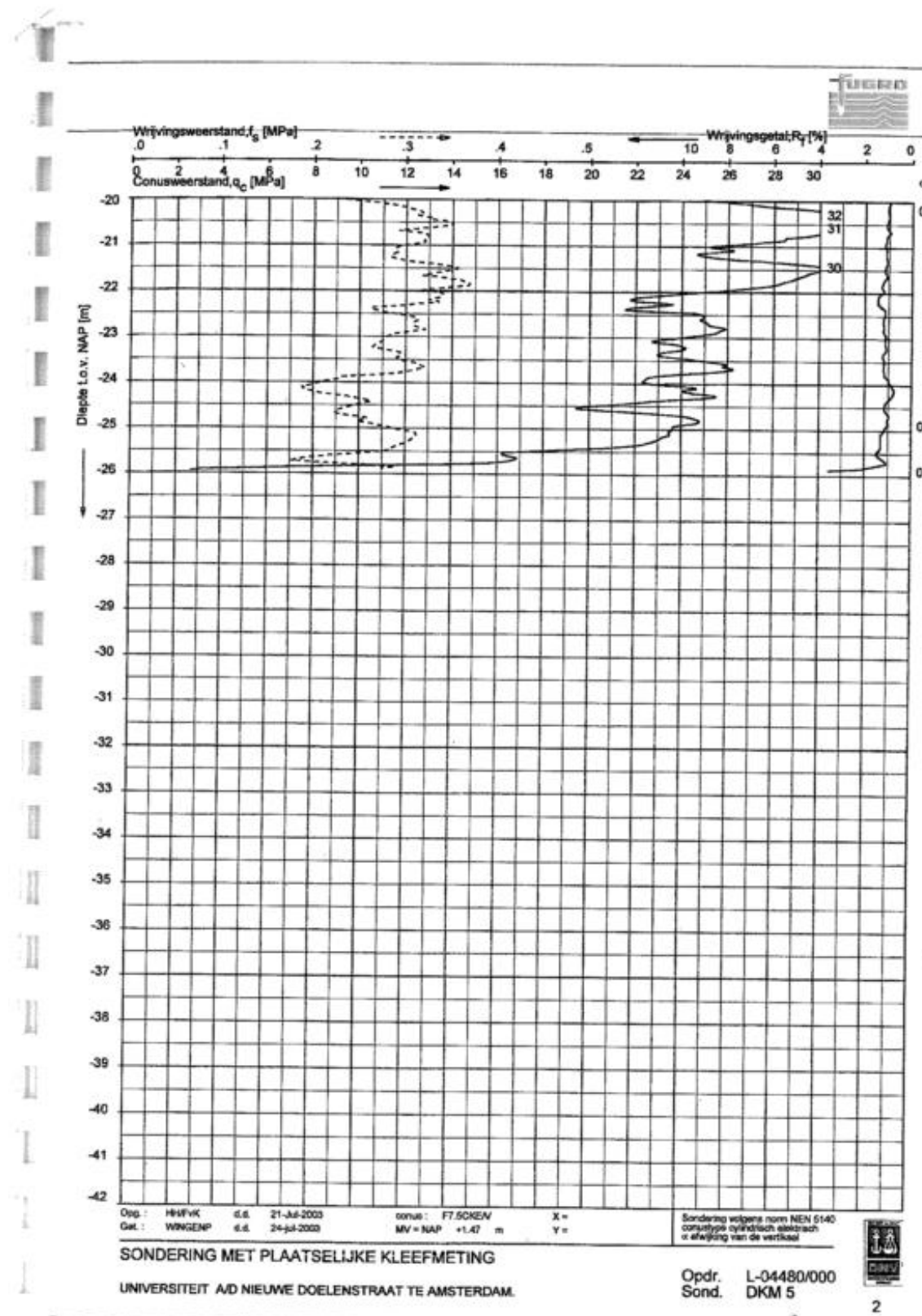


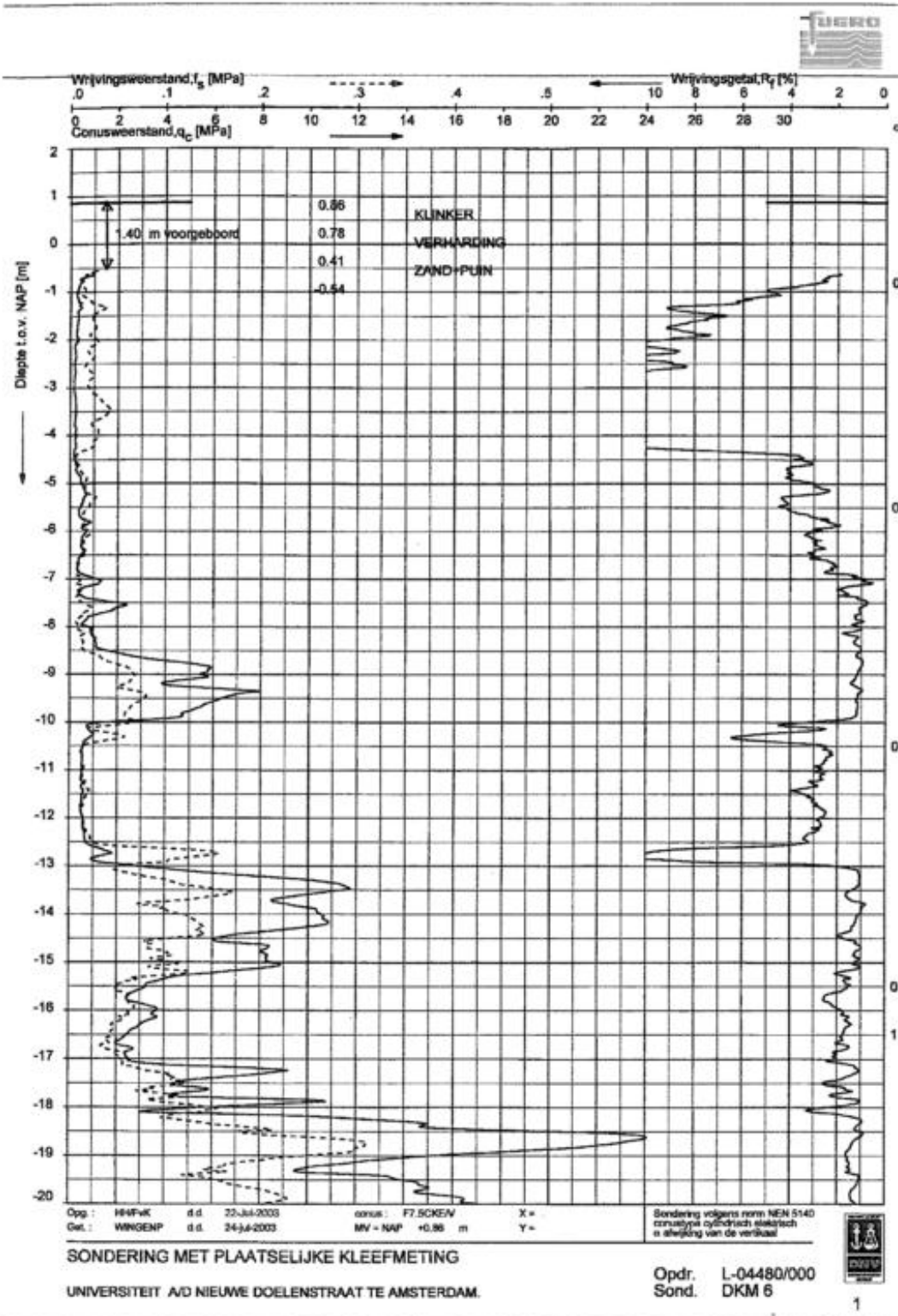


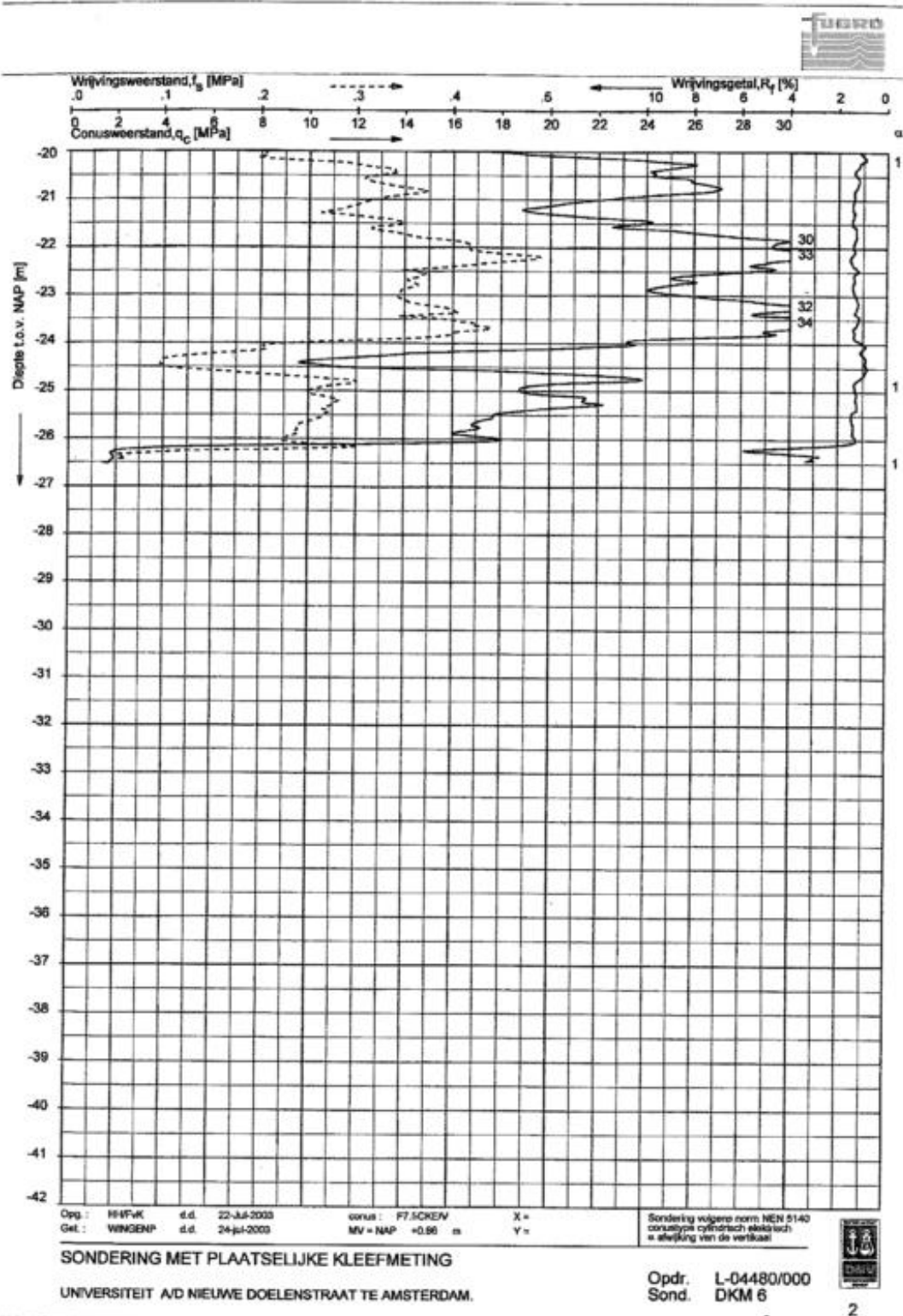


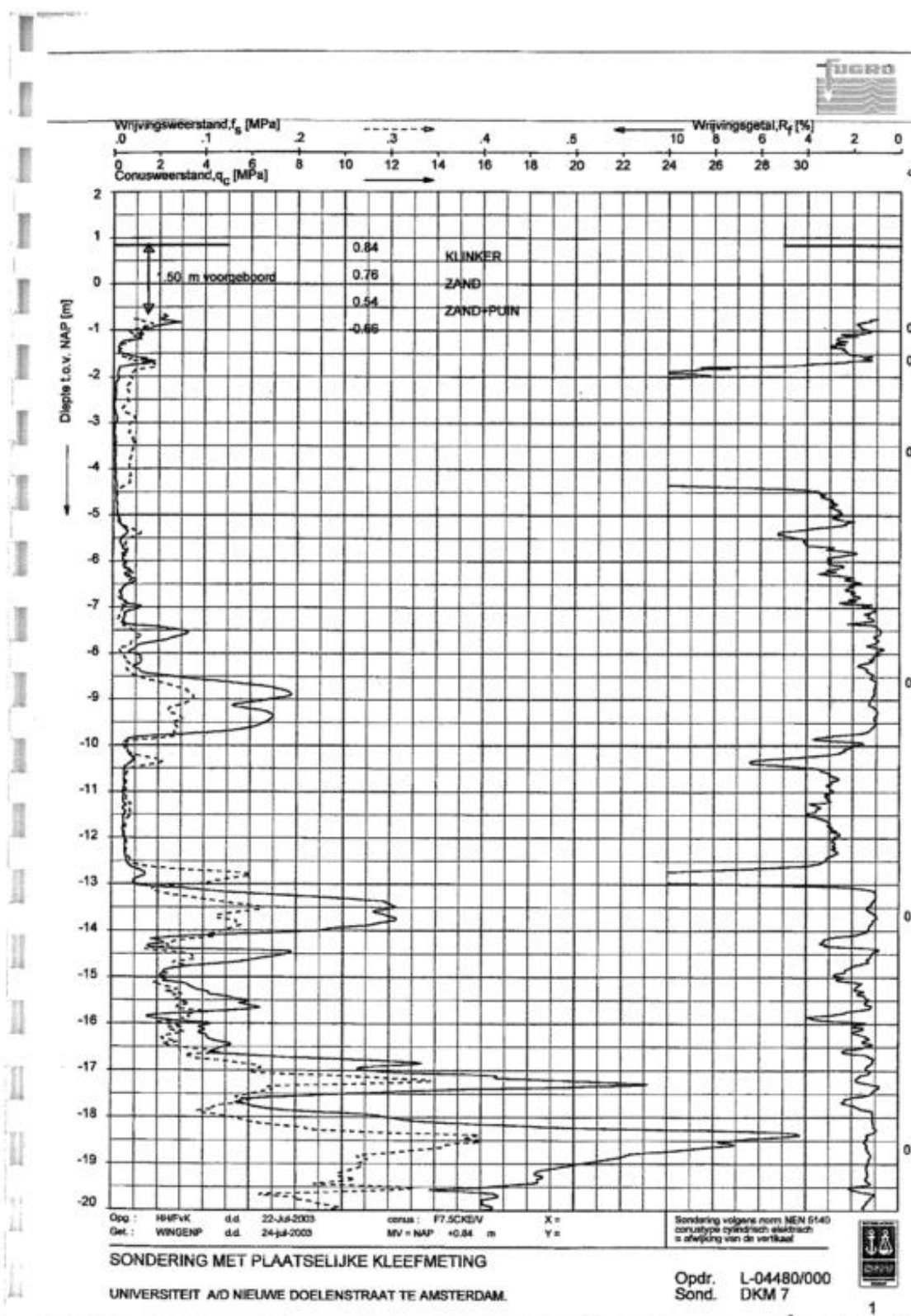


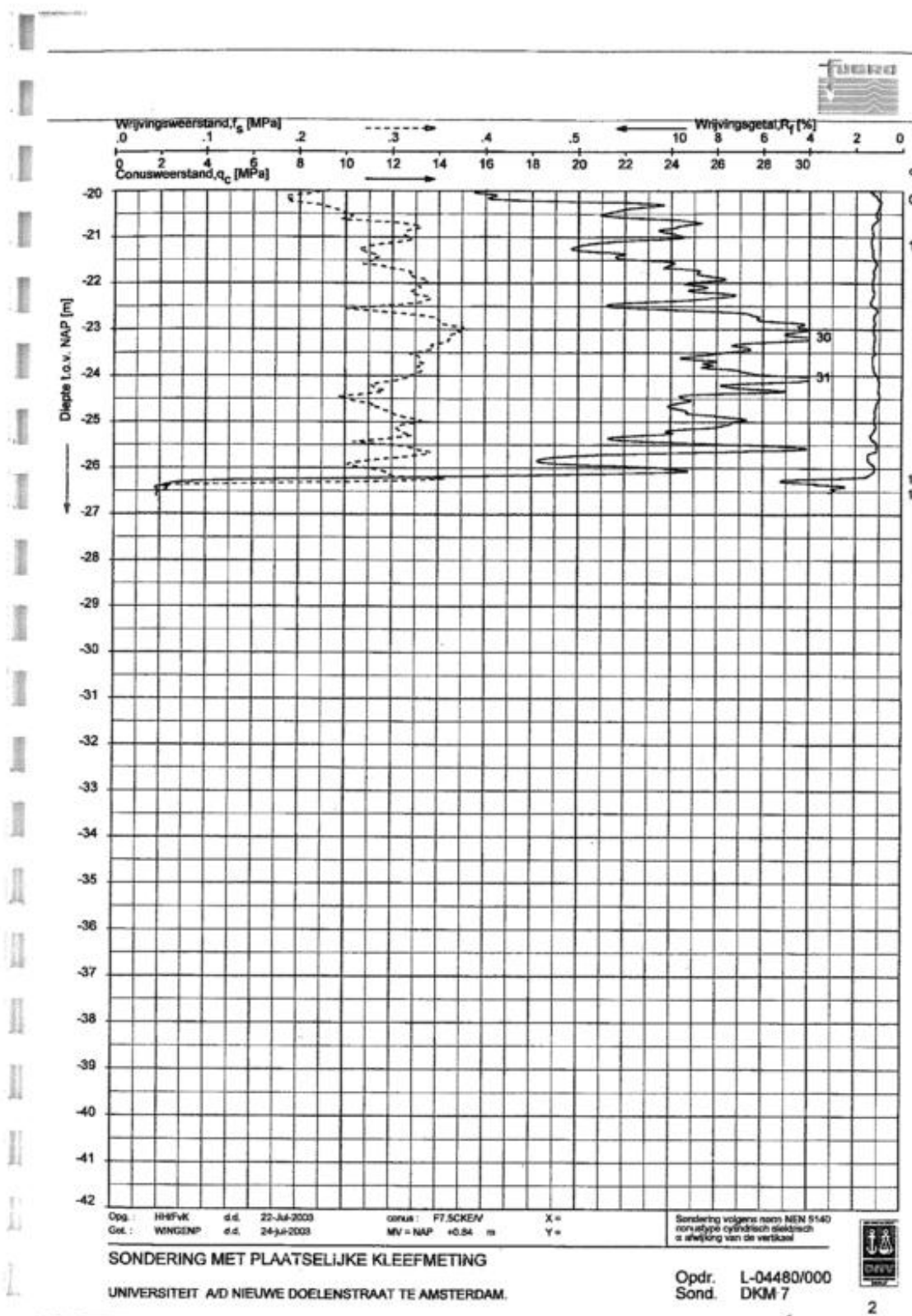


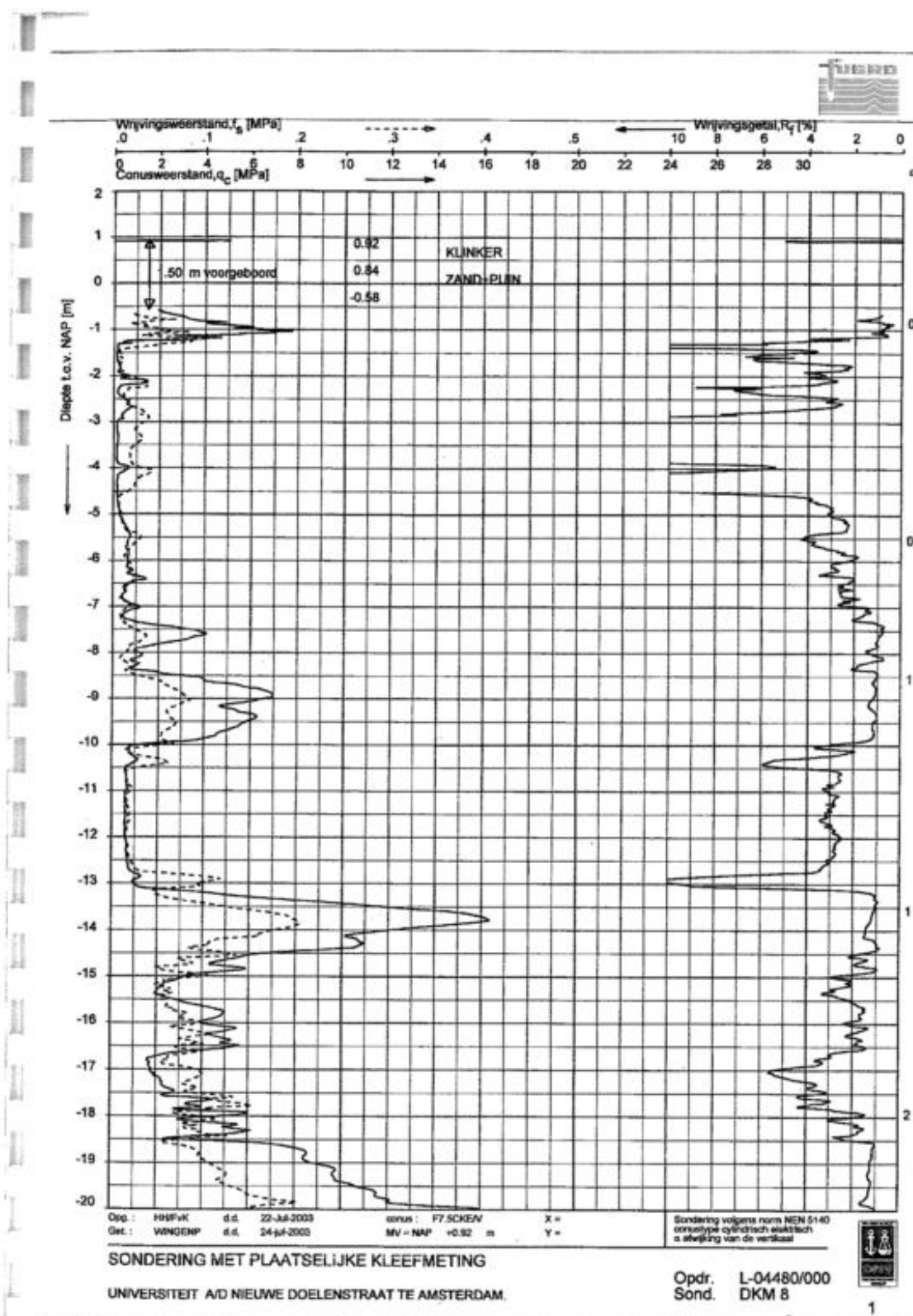


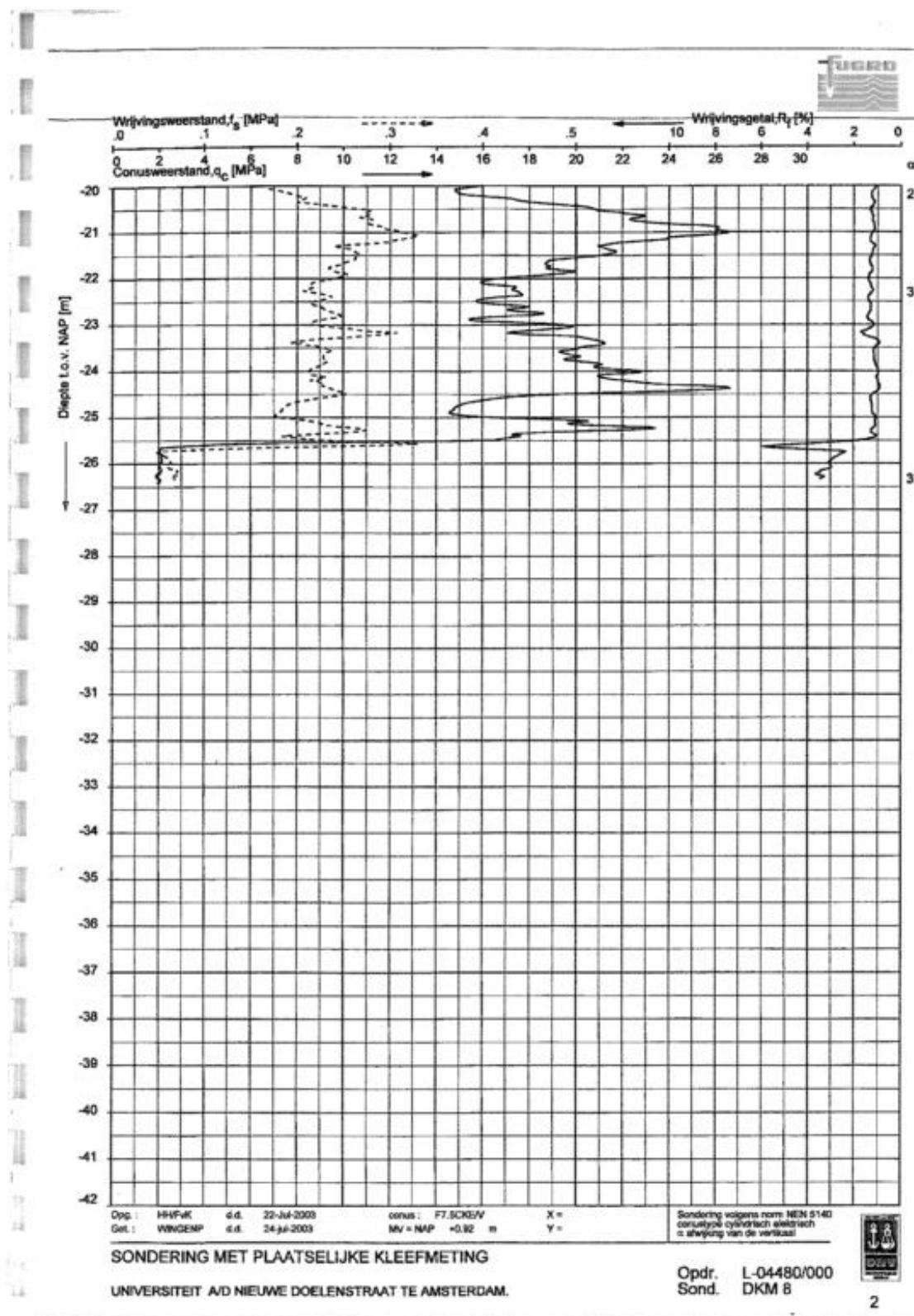












Bijlage B - Grondwaterstanden

