

Oriënterend bemalingsadvies

Project Aanleg persleiding traject Marum -Zuidhorn

Projectnummer 210163

Opdrachtgever Royal HaskoningDHV Nederland

Constructeur -

Datum Velp, 16 februari 2022

Opgesteld door Ing. B. Spikker

Collegiale check Ing. P. Kranendonk

Documentnr. 210163

Versie Concept

Bezoekadres Reinaldstraat 93, 6883 HL Velp
Telefoon (026) 36 900 30

Email b.spikker@koops-romeijn.nl
Website www.koops-romeijn.nl

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	2
2. Gegevens en uitgangspunten	3
2.1 Ontgravingen	3
2.2 Tijdsplanning	5
3. Bodemkundige en geohydrologische gesteldheid	6
3.1 Bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid	6
3.1.1 Deelgebied 1	7
3.1.2 Deelgebied 2	7
3.1.3 Deelgebied 3	8
3.1.4 Deelgebied 4	9
3.1.5 Deelgebied 5	9
4. Bronbemaling	11
4.1 Vereiste verlaging grondwaterstand/stijghoogte	11
4.2 Bemalingsmethode	11
4.2.1 Open bemaling	11
4.2.2 Freatische bemaling	11
4.2.3 Gespannen bemaling	11
4.3 Waterbezwaar	12
4.4 Lozing bemalingswater	14
4.5 Controle bemaling	14
5. Gevolgen in de omgeving	15
5.1 Zettingen	16
5.1.1. Overige	18
5.2 Landbouw, natuur en begroeiingen	18
5.3 Grondwateronttrekking derden en archeologie	18
5.4 Grondwaterverontreinigingen	19
5.5 Zoet-brak grensvlak	19
5.6 Monitoring	19
5.6.1 Grondwaterstanden	19
5.6.2 Expertise	19
5.6.3 Hoogtemetingen	19
6. regelgeving onttrekking en lozing	21
6.1 Onttrekking	21
6.2 Lozing	21
6.3 Procedure	21

Bijlagen

- 1 ligging projectlocatie met peilbuislocaties TNO
- 2 routekaarten
- 3 sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops & Romeijn
- 4 geohydrologische profielen
- 5 peilbuisgegevens TNO
- 6 bemalingstype en evenwichtsberekeningen
- 7 modelopbouw MicroFEM
- 8 analyse lozingsparameters
- 9 invloedssfeer bemaling
- 10 tijd-zettingsgrafiek
- 11 monumentale bomen en natuurgebieden
- 12 grondwateronttrekkingen derden
- 13 bodemverontreinigingen
- 14 archeologische waarden
- 15 Zoet-brak grensvlak

1. INLEIDING

In juni 2021 ontving ASC Sports & Water, partner in de Koops & Romeijn Geogroep, de opdracht van Royal HaskoningDHV te Groningen voor het uitbrengen van geotechnische adviezen in het kader van de aanleg van een nieuwe persleiding tussen Zuidhorn, Gaarkeuken en Marum in de gemeente Westerkwartier.

Voorliggend rapport bevat het bemalingsadvies ten behoeve van de aanleg van de ondergrondse veldstrekkingen en de aansluiting van het tracé op de gestuurde boringen. Dit advies dient mede ter onderbouwing van de onttrekking- en lozingsvergunning bij het waterschap Noorderzijlvest.

Paragraaf 2 geeft de beschrijving van de uitgangspunten van het project voor wat betreft de geplande fasering van de bemaling. De geohydrologische gesteldheid is beschreven in paragraaf 3. In paragraaf 4 wordt de toe te passen bemaling beschreven alsmede het waterbezwaar. Paragraaf 5 beschrijft de gevolgen van de bemaling op de omgeving. De toepasselijke regelgeving wordt beschreven in paragraaf 6.

2. GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

De regionale ligging van het persleidingtracé is weergegeven in bijlage 1. Het traject start in Zuidhorn (voormalige RWZI) en loopt via het nieuwe RWZI in Gaarkeuken naar het RWZI te Marum. Het traject tussen Zuidhorn naar Gaarkeuken bestaat alleen uit gestuurde boringen.

Het leidingtracé is voornamelijk gelegen in landelijk gebied. De leiding wordt gemiddeld op ca. 2,4 m – maaiveld aangelegd. Ter plaatse van watergangen is uitgegaan van een verdiepte ligging door middel van een zinker constructie. Oosterzand, het Langs-/Wolddiep en de N980 worden ontzien door gestuurde boringen.

2.1 Ontgravingen

In bijlage 2 zijn de routekaarten bijgevoegd. In de tabellen 1 en 2 zijn de afmetingen van de boorputten en veldstrekkingen samengevat.

Tabel 1: Afmetingen in- en uittredepunten HDD's

routekaart	constructie	aantal	afmetingen in m	aanleg niveau m – maaiveld	aanleg niveau in m - NAP
0	in- en uittredeputten	9	8 x 4	3,0	3,70
1	intredeput	1	8 x 4	3,0	3,30
2	in- en uittredeput	2	8 x 4	3,0	3,00
3	uittredeput	1	8 x 4	3,0	1,50
4	intredeput	1	8 x 4	3,0	2,00
5	in- en uittredeput	2	8 x 4	3,0	2,30
5	uittredeput Noorderringweg	1	8 x 4	3,0	1,40

Tabel 2: Afmetingen persleiding in open ontgraving

routekaart	constructie	trajectnummer	afmetingen in m	aanleg niveau m – maaiveld	aanleg niveau in m - NAP
1	start tot zinker in Oostzandemer Matsloot	1	455 x 8	2,7	2,70
1	zinker in Oostzandemer Matsloot	2	15 x 8	3,5	4,25
1	zinker tot HDD nabij Oosterzand	3	780 x 8	2,7	3,20
2	HDD tot zinker Kolonelsdiep	4	790 x 8	2,7	3,10
2	zinker Kolonelsdiep	5	10 x 8	3,5	4,75
2	zinker tot boring N980	6	485 x 8	2,7	3,85
2	boring tot boring N388	7	125 x 8	2,7	3,20
2	boring tot Kuzemertocht	8	475x 8	2,7	2,95
2	zinker Kuzemertocht	9	10 x 8	3,5	3,60
2	zinker tot boring Kuzemerweg	10	1000 x 8	2,7	2,00
2	boring tot HDD nabij Wolddiep	11	540 x 8	2,7	2,10
3	HDD tot watergang	12	790 x 8	2,7	2,60
3	zinker watergang	13	15 x 8	3,5	4,70
3	zinker tot boring Jouwerweg	14	1930 x 8	2,7	3,50
3	boring Jouwerweg tot boring Hooiweg	15	1640 x 8	2,7	2,95
4	boring Hooiweg tot HDD nabij Beldam	16	3250 x 8	2,7	2,40
5	HDD tot RWZI Marum	17	600 x 8	2,7	1,60

2.2 Tijdsplanning

Voor het bepalen van de benodigde bemalingsduur is uitgegaan van een voortglidende bemaling van 120 m³/dag voor veldstrekkingen waarbij ca. 600 m gelijktijdig wordt bemalen. Voor de aansluitingen op de RWZI's is een bemalingsduur van 4 weken aangehouden. Per boorput is een bemalingsduur van 1 week aangenomen (enkel het verbinden met de veldstrekkingen, boringen worden vanaf maaiveld verricht).

De start van de uitvoering is voor het berekenen van de worst-case scenario's uitgegaan van een winter/voorjaarsituatie.

3. BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Om berekeningen ten behoeve van het ontwerp van de bemaling te kunnen uitvoeren, dient de bodemopbouw geohydrologisch te worden geschematiseerd. Hiertoe is, naast de literatuur en gegevens van TNO, gebruik gemaakt van het voor dit project uitgevoerde sondeer- en booronderzoek (zie ook bijlage 3 en 4).

Op basis van de beschikbare gegevens is het leidingtracé opgedeeld in 6 deelgebieden zoals weergegeven in bijlage 3.

3.1 Bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid

Vanwege de diversiteit in bodemopbouw is per deelgebied de bodemkundige en geohydrologische situatie geschematiseerd.

3.1.1 Deelgebied geel

Het maaiveld van dit deelgebied is ingemeten tussen 0,2 en 1,2 m - NAP. In tabel 3 is de bodem geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 3: Geohydrologische schematisatie deelgebied geel

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	samenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
deklaag	mv tot 3 à 6	Drente	klei, veen, leem, zand	1 - 5	300 - 500
1 ^e watervoerend pakket	4 à 6 tot 24	Peelo	zand	100	-
hydrologische basis	24 tot 28	Peelo	klei, leem, zand	-	100-200

De grondwaterstand in de deklaag/topzandlaag zal met name worden bepaald door de neerslagsituatie, door het nabijgelegen oppervlaktewater en door lokale ontwateringsmaatregelen. In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij deelgebied geel.

Tabel 4: Grondwaterstandsgegevens deelgebied geel

peilbuis	grondwaterstand in topzandlaag/deklaag in m - NAP	stijghoogte in 1 ^e watervoerend pakket in m - NAP
B06H0101 B06H1877	0,3 – 1,4	0,7 – 1,3
PB15 PB13 PB14	1,4 – 1,7	0,9 – 1,3

Het peil van de nabijgelegen oppervlaktewateren (Van Starckenborghkanaal) wordt door Rijkswaterstaat op basis van openbare gegevens gestuurd op ca. 0,9 m - NAP.

3.1.2 Deelgebied rood

Het maaiveld van dit deelgebied is ingemeten tussen 0,3 en 0,9 m - NAP. In tabel 5 is de bodem geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 5: Geohydrologische schematisatie deelgebied rood

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	samenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
deklaag	mv tot 4 à 6	Drente	klei, veen, leem	-	500
1 ^e watervoerend pakket	4 à 6 tot 10 à 15	Peelo	zand	50	-
hydrologische basis	10 à 15 tot 17	Peelo	klei, leem, zand	-	100-200

De grondwaterstand in de deklaag/topzandlaag zal met name worden bepaald door de neerslagsituatie, door het nabijgelegen oppervlaktewater en door lokale ontwateringsmaatregelen. In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij dit deelgebied.

Tabel 6: Grondwaterstandsgegevens deelgebied rood

peilbuis	grondwaterstand in topzandlaag/deklaag in m - NAP	stijghoogte in 1 ^e watervoerend pakket in m - NAP
B06H0127 B06H0139 B06H0140 B06H0141	0,3 – 1,4	-
PB19 PB12 PB18	0,6 - 1,0	0,7 – 1,0

Het peil van de nabijgelegen oppervlaktewateren (Van Starckenborghkanaal en Hoendiep) wordt door Rijkswaterstaat op basis van openbare gegevens gestuurd op ca. 0,9 m - NAP.

3.1.3 Deelgebied blauw

Het maaiveld in dit deelgebied is ingemeten tussen 0,3 en 0,7 m - NAP. In tabel 7 is de bodem van geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 7: Geohydrologische schematisatie deelgebied blauw

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	samenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
--------------------------	----------------	----------	---------------	------------------------	-----------

deklaag	mv tot 3 à 4	Drente	leem, zand	0 - 10	0 - 300
1 ^e watervoerend pakket	3 à 4 tot 10 à 15	Peelo	zand, silt	10 - 100	-
hydrologische basis	10 à 15 tot 17	Peelo	klei, leem, zand	-	50 - 100

^{*)} maximaal verkende sondeerdiepte

In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij dit deelgebied.

Tabel 8: Grondwaterstandsgegevens deelgebied blauw

peilbuis	grondwaterstand in topzandlaag/deklaag in m - NAP	stijghoogte in 1 ^e watervoerend pakket in m - NAP
B06H0075	0,2 – 1,5	0,5 - 1,5
PB01 PB02	0,9 – 1,3	0,8 – 1,1
PB03	0,2 – 0,8	0,6 – 0,9

Ten tijde van de veldwerkzaamheden zijn geen open waterpeilen ingemeten.

3.1.4 Deelgebied groen

Het maaiveld van dit deelgebied is ingemeten tussen 1,5 m + NAP en 1,3 m - NAP. In tabel 9 is de bodem geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 9: Geohydrologische schematisatie deelgebied groen

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	saamenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
deklaag/topzandlaag	mv tot 6 à 7	Boxtel, Naaldwijk	klei, veen, silt, zand	0 - 10	10 - 600
1 ^e watervoerend pakket	2 à 3 tot 5 à 6	Boxtel	zand, silt	10 – 50	-
hydrologische basis	>9	Peelo	silt, zand	-	

In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij deelgebied groen.

Tabel 10: Grondwaterstandsgegevens deelgebied groen

peilbuis	grondwaterstand in topzandlaag/deklaag in m t.o.v. NAP	stijghoogte in 1 ^e watervoerend pakket in m - NAP
B06H0129	-1,0 – -1,9	-1,1 – -1,9

PB04 + 0,6 – + 0,3 -0,7 – -0,9

PB16 - -0,9 – -1,3

Ten tijde van de veldwerkzaamheden zijn geen oppervlaktewaterpeilen ingemeten.

3.1.5 Deelgebied oranje

Het maaiveld van dit deelgebied is ingemeten tussen 1,0 m + NAP en 0,5 m - NAP. In tabel 11 is de bodem geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 11: Geohydrologische schematisatie deelgebied oranje

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	saamenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
freatisch pakket	mv tot 10	Boxtel, Naaldwijk	zand, silt	50 - 100	-
hydrologische basis	>10	Peelo	leem, silt, zand	-	>100

In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij deelgebied oranje.

Tabel 12: Grondwaterstandsgegevens deelgebied oranje

peilbuis	grondwaterstand freatisch pakket in m - NAP
B06H1501	0,2 – 1,0
PB05	0,7 – 1,2

Ten tijde van de veldwerkzaamheden zijn geen open waterpeilen ingemeten.

3.1.6 Deelgebied paars

Het maaiveld van dit deelgebied is ingemeten tussen 1,5 en 0,4 m + NAP. In tabel 13 is de bodem geschematiseerd op basis van de beschikbare gegevens.

Tabel 13: Geohydrologische schematisatie deelgebied oranje

geohydrologische eenheid	diepte m - NAP	formatie	saamenstelling	kD [m ² /d]	c [dagen]
topzandlaag	mv tot 0 à 4	Boxtel	zand, silt	5 – 20	-
hydrologische basis	0 à 4 tot >14	Peelo	klei, leem, zand	-	100-200

In onderstaande tabel zijn de verzamelde peilbuizen weergegeven behorend bij dit deelgebied.

Tabel 14: Grondwaterstandsgegevens deelgebied oranje

peilbuis	grondwaterstand topzandlaag in m t.o.v. NAP
B11F1655	
B11F1656	
B11F1657	+0,5 – -1,5
B11F1658	
PB06	
PB09	+ 1,0 – + 0,3
PB10	

Ten tijde van de veldwerkzaamheden zijn geen open waterpeilen ingemeten.

4. BRONBEMALING

4.1 Vereiste verlaging grondwaterstand/stijghoogte

Op basis van de afgeleide bodemopbouw en de stijghoogtefluctuatie in het eerste watervoerend pakket en de vermelde ontgravingsniveau 's van de sleufbodem is in bijlage 6 een overzicht gegeven van de benodigde bemalingstypen en stijghoogte verlagingen indien sprake is van spanningsbemaling.

In bijlage 6 zijn ook de opbarstberekeningen weergegeven. Hieruit blijkt dat voor het aanleggen van trajecten 2 t/m 4, 6, 10 en 11 een verlaging van de stijghoogte van het grondwater in het diepe zandpakket benodigd. Voor de opbarstberekeningen is uitgegaan van een talud 1:1 en een relatief hoge stijghoogte op 0,5 m – NAP.

Uitgaande van de in paragraaf 2 genoemde ontgravingsniveaus en een gewenste verlaging van de grondwaterstand tot minimaal 0,3 beneden het ontgravingsniveau zal de freatische grondwaterstand in de topzandlaag tijdelijk verlaagd moeten worden tot in onderstaande tabel weergegeven dieptes.

4.2 Bemalingsmethode

4.2.1 Open bemaling

De verlaging van de freatische grondwaterstand in de topzandlaag voor de aanleg van de leidingen kan worden gerealiseerd middels het infrezen van horizontale drainage vanaf maaiveld. Deze kan worden ingefreesd op 0,3 à 0,5 m – ontgravingsniveau sleuf met drainzandaanvulling tot aan BOB-niveau. Aanvullend kan ter plaatse van lokale verdiepingen klokpompen worden aangebracht indien noodzakelijk.

4.2.2 Freatische bemaling

Voor de tracés met freatische bemaling kan tevens worden bemalen door middel van horizontale drainage met drainzandaanvullingen. Afhankelijk van het de kwaliteit van het zandpakket kan lokaal ook zonder drainagezand worden gewerkt. Over het algemeen is dit zand echter te fijn en/of silthoudend. De drainage dient in deze trajecten op 0,5 à 0,7 m – BOB niveau.

Voor lokaal verdiepte delen of ondergrondse obstakels (kabels, leidingen, etc.) kunnen aanvullend verticale filters worden gebruikt.

4.2.3 Gespannen bemaling

Ter plaatse van trajecten waar spanningsbemaling nodig is kan aanvullend op de horizontale drainage gebruik worden gemaakt van verticale filters alsook het infrezen van een verdiepte horizontale drain onder het afdekkende pakket.

Geadviseerd wordt dat de aannemer voorafgaande aan de uitvoering van de werkzaamheden een bemalingsplan opstelt voor een uitvoering van de werkzaamheden in den droge. Gezien de omvang van het werk dient hierbij ook een vergunning aan te worden gevraagd alsmede een lozings- en monitoringsplan worden opgesteld.

4.3 Waterbezwaar

Het waterbezwaar is berekend met Microfem door op de knooppunten van de bouwput de vereiste grondwaterstand te fixeren en het waterbezwaar te berekenen. Het model maakt gebruik van de parameters zoals gegeven in bijlage 7.

In tabel 15 en 16 zijn de berekende waterbezwaren weergegeven. Hierbij is uitgegaan van relatief hoge stijghoogten van het grondwater in het diepe zandpakket op 0,5 m – NAP. Voor de grondwaterstanden in de topzandlaag voor het berekenen van de open bemaling is uitgegaan van een grondwaterstand op 1,0 m - maaiveld.

Tabel 15. Waterbezwaar in- en uittredeputten HDD's

route kaart	afmetingen in m	bemalingstype	benodigde verlaging m		debiet m ³ /dag	tijdsduur dagen	waterbezwaar m ³
			gws	sh			
0	8 x 4	frea / spanning	2,5 à 3,5	3,2 – 0,9	10 - 500	63	1.600
1	8 x 4	open / spanning	2,6	2,1	10 - 350	7	350
2	8 x 4	open / spanning	2,3	2,1	10 - 350	14	8.050
3	8 x 4	open	0,8	-	20	7	8.050
4	8 x 4	spanning		0,9	150	7	650
5	8 x 4	open	1,6		10	14	5.600
5	8 x 4	open	0,7		10	7	1.600
Totaal						119	25.900

Voor de het waterbezwaar van de veldstrekkings is uitgegaan van een gelijktijdige bemaling van maximaal 600 m. De benodigde bemalingsduur is een afgeleide van de legsnelheid van 120 m/dag.

Tabel 16. Waterbezwaar veldstrekkingen

traject nummer	afmetingen m	bemalingstype	benodigde verlaging		debiet m³/dag	tijdsduur dagen	waterbezwaar m³
			m gws	sh			
1	455 x 8	open	3,0	-	400	4	1.600
2	15 x 8	open / spanning	4,6	3,0	50 - 300	1	350
3	780 x 8	open / spanning	3,5	2,0	400 - 750	7	8.050
4	790 x 8	open / spanning	3,4	1,9	400 - 750	7	8.050
5	10 x 8	frea	4,1		650	1	650
6	485 x 8	open / spanning	4,2	2,9	400 – 1.000	4	5.600
7	125 x 8	frea	3,0		800	2	1.600
8	475 x 8	frea	2,8		1.500	4	6.000
9	10 x 8	frea	3,4		550	1	550
10	1000 x 8	open / spanning	2,3	1,6	250 - 550	9	7.200
11	540 x 8	open / spanning	2,4	1,4	250 - 550	5	3.500
12	790 x 8	open / spanning	2,9	2,2	250 - 850	7	7.700
13	15 x 8	open / spanning	5,0	2,9	100 - 250	1	350
14	1930 x 8	frea	3,3		1.900	17	32.300
15	1640 x 8	frea	2,8		1.600	14	22.400
16	2750 x 8 500 x 8	frea spanning	2,2		1.300	28	36.400
17	600 x 8	open	1,9	-	300	5	1.500
					Totaal	117	143.800

Het stationaire waterbezwaar benodigd voor aanleg van de persleiding in den droge is berekend op 300 à 1.900 m³/dag, overeenkomend met ca. 10 à 80 m³/uur. Dit is dus per strekking zoals hierboven omschreven of maximaal 600 m.

Voor de freatische bemaling dient rekening gehouden te worden met een toename gedurende de eerste dag(en) voor het creëren van een onttrekkingskegel. Hierbij dient rekening gehouden te worden met een toename van 30%. Derhalve dient rekening gehouden te worden met maximale onttrekkingshoeveelheden van ca. 100 m³/uur

4.4 Lozing bemalingswater

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op het omliggende oppervlaktewater. Op basis van het geanalyseerde grondwatermonster kan een zuiveringsinstallatie niet worden uitgesloten vanwege het verhoogde ijzergehalte. Dit is echter ook afhankelijk van het ijzergehalte en doorstroming van het omliggende oppervlaktewater.

Hiertoe dient vroegtijdig afstemming plaats te vinden met het waterschap Noorderzijlvest.

4.5 Controle bemaling

Ten tijde van de bemalingswerkzaamheden dient de stijghoogte dagelijks te worden gemonitord zodat overdadige grondwaterstandsverlagingen kunnen worden voorkomen. De hoeveelheid water die wordt onttrokken moet worden gemeten met een aantoonbaar recentelijk geijkte watermeter.

5. GEVOLGEN IN DE OMGEVING

Ten gevolge van de sleufbemaling en de spanningsbemaling zal de grondwaterstand in de omgeving beperkt dalen zoals weergegeven in tabellen 17 en 18.

Tabel 17. Afstand verlagingscontour tot bouwput

route kaart	afmetingen m	bemalingstype	benodigde verlaging m		invloedssfeer 0,05 m verlagingscontour	invloedssfeer 0,5 m verlagingscontour
			gws	sh		
0	8 x 4	frea / spanning	2,5 à 3,5	3,2 – 0,9	70	30
1	8 x 4	open / spanning	2,6	2,1	50	20
2	8 x 4	open / spanning	2,3	2,1	50	20
3	8 x 4	open	0,8	-	10	<5
4	8 x 4	spanning	0,9		30	10
5	8 x 4	open	1,6		15	<5
5	8 x 4	open	0,7		10	<5

Tabel 18. Afstand verlagingscontour tot bouwput

traject nummer	afmetingen m	bemalingstype	benodigde verlaging m		invloedssfeer 0,05 m verlagingscontour	invloedssfeer 0,5 m verlagingscontour
			gws	sh		
1	455 x 8	open	3,0	-	20	10
2	15 x 8	open / spanning	4,6	3,0	110	40
3	780 x 8	open / spanning	3,5	2,0	140	60
4	790 x 8	open / spanning	3,4	1,9	130	55
5	10 x 8	frea	4,1		140	60
6	485 x 8	open / spanning	4,2	2,9	160	70
7	125 x 8	frea	3,0		130	55
8	475 x 8	frea	2,8		150	65

9	10 x 8	frea	3,4		110	40
10	1000 x 8	open / spanning	2,3	1,6	120	40
11	540 x 8	open / spanning	2,4	1,4	110	40
12	790 x 8	open / spanning	2,9	2,2	140	60
13	15 x 8	open / spanning	5,0	2,9	100	30
14	1930 x 8	frea	3,3		180	80
15	1640 x 8	frea	2,8		160	70
16	3250 x 8	frea	2,2		140	60
17	600 x 8	open	1,9	-	30	10

In bijlage 9 zijn de onttrekkingscontouren van de bemalingen weergegeven op een topografische onderlegger per routekaart.

5.1 Zettingen

Binnen het door de bemaling beïnvloede gebied is sprake van een effectieve korrelspanningsverhoging als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand. Door het verhogen van de korrelspanning kunnen zettingen optreden. De grootte van de zetting wordt bepaald door de grondsoort en de mate van voorbelasting hiervan in het verleden door bijvoorbeeld eerdere verlagingen van de grondwaterstand.

Door het samendrukbare karakter van de leemlaag tot 3 à 5 m - maaiveld worden eindzettingen berekend zoals weergegeven in tabel 19.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van ingeschatte bodemparameters en ervaringscijfers overeenkomstig de theorie van Terzaghi, waarbij gebruik gemaakt is van de navolgende formule:

$$z = \frac{h}{C} \ln \frac{p + \Delta p}{p}$$

z = zetting in mm

h = dikte samendrukbare laag

C = samendrukkingsconstante

$\ln$ = natuurlijk logaritme

p = korrelspanning

Δp = korrelspanningsverhoging

In bijlage 10 is het tijd-/zettingsverloop weergegeven welke behoort bij een leemlaag met een dikte van 2 en 3 m. Voor het berekenen van de consolidatietijd is gebruik gemaakt van onderstaande vergelijking:

$$\Delta t_e = \frac{2 * (a * h)^2}{C_v}$$

Δt_e = tijdsduur tot het praktische einde van de consolidatie (s)

a = afstromingsconstante (-)

h = dikte van de laag (m)

C_v = verticale-consolidatiecoëfficiënt (m²/s)

Hiermee worden maaiveldzakkingen nabij de leidingsleuf berekend zoals weergegeven in tabel 19 (o.b.v. bijlage 9).

Tabel 19. Maaiveldzakkingen

RK	traject nummer	adres	verlaging m - GLG	maximale maaiveldzakking mm	consolidatietijd dagen	maaiveld zakking mm
1	3	Zandumerweg 51	0,1 - 0,5	10	5	1 à 2
2	7	woningen a/d N980	0,1 - 1,8	6	2	3
		woningen a/d N388	0,1 - 1,8	6		
	10	woningen a/d Kuzemerweg	0,1 - 0,6	4		
3		De Banten	0,5	9	5	6
	10	Ipo Haaimaweg	1,4	-*)		
		De Tenten / Polderweg	0,7	-*)		
	15	Kloosterpad	1,5	-*)		
		Hooiweg	2,0	-*)		
4	16	woningen a/d Beldam	1,2	13	5	9
5	17	Transportweg / Distributieweg	-		-	< 1

*) hier zijn geen samendrukbare lagen aangetroffen o.b.v. boorgegevens

De maximaal te verwachten maaiveldzakking ter plaatse van een opstal is berekend op 9 mm. Zettingen zullen aanzienlijk minder zijn aangezien aldaar de samendrukbare lagen reeds zijn voorbelast door de aanwezigheid van de opstal.

Door een constructeur/bouwkundige dient nagegaan te worden of bovengenoemde zettingen ter plaatse van opstallen met een fundering op staal gemonitord dienen te worden. Hierop is in paragraaf 5.6 nader ingegaan.

5.1.1. Overige

Door de aannemer/bemaler dient een bemalingsplan te worden opgesteld met hierin opgenomen een monitoringsplan met signaal- en alarmwaarden en maatregelen zodat tijdig kan worden gereageerd mochten ongewenste grondwaterstandsverlagingen, maaiveldzakkingen en/of zettingen optreden. Mocht uit de hoogtemetingen blijken dat ongewenste zettingen optreden dan kan bijvoorbeeld met retourfilters overdadige verlagingen t.p.v. opstallen met een kwetsbare fundering op staal worden tegengegaan.

Funderingen op palen zullen de extra negatieve kleeft op kunnen nemen aangezien daarmee bij paalberekeningen dient te worden gerekend. Door de opdrachtgever dient nagegaan te worden welke opstallen binnen de invloedssfeer van de bemaling gefundeerd zijn op staal.

5.2 Landbouw, natuur en begroeiingen

In de directe omgeving van de te bemalen bouwput en sleuf komen begroeiingen in de vorm van onder meer bomen en heesters voor. Beschermden natuur en monumentale bomen worden binnen de invloedssfeer niet aangetroffen (zie ook bijlage 11).

Aangezien de grondwaterstandsverlaging veelal optreden in de diepe zandlagen vanaf 3 à 5 m – maaiveld zijn er geen bewateringsmaatregelen nodig. De afdekkende leemlaag zal naar verwachting een voldoende waterbufferend vermogen hebben.

Mede als gevolg van de beperkte grondwaterstandsverlaging in de omgeving alsmede de beperkte bemalingsduur worden negatieve effecten als gevolg van de tijdelijke grondwaterstand nihil geacht.

5.3 Grondwateronttrekking derden en archeologie

Binnen de invloedssfeer van de bemaling zijn geen vergunde grondwateronttrekkingen of waterwingebieden aanwezig (zie ook bijlage 12). Ook worden geen archeologische waarden binnen de invloedssfeer aangetroffen (zie ook bijlage 14).

Derhalve worden ook in dit verband geen negatieve effecten verwacht als gevolg van de tijdelijke grondwaterstandsverlaging.

5.4 Grondwaterverontreinigingen

Uit de informatie verkregen uit het digitale bodemloket zijn binnen de invloedssfeer van de bemaling geen grondwaterverontreinigingen bekend (zie ook bijlage 13).

Uit aanvullende gegevens van de gemeente Noorderzijlvest blijkt, dat er verschillende bodemonderzoeken zijn uitgevoerd. Ook hieruit zijn geen grondwaterverontreinigingen afgeleid binnen de invloedssfeer van de bemaling.

5.5 Zoet-brak grensvlak

Op basis van de geohydrologische doorsnede zoals weergegeven in bijlage 15 bevindt het grensvlak van zoet naar brak grondwater zich op ca. 20 m – maaiveld in het noordelijk deel en verloopt richting het zuidwesten naar ca. 50 en uiteindelijk 200 m - maaiveld.

Tussen de freatische zandlagen en de diepe zandlagen waarin het zoet-brak grensvlak wordt aangetroffen is een waterremmende klei-leemlaag aanwezig. Door deze laag wordt upconing van het zoet-brak grensvlak als gevolg van de tijdelijke grondwateronttrekking zeer beperkt geacht. Negatieve effecten van de evt. beperkte verhoging van het grensvlak wordt derhalve niet aan de orde geacht.

5.6 Monitoring

5.6.1 Grondwaterstanden

Om overdadige grondwaterstandsverlagingen in de bouwput te voorkomen dienen nabij de leidingsleuf peilbuizen te worden geplaatst in het freatisch/watervoerend pakket. Deze kunnen gebruikt worden om de bemaling per fase nauwkeurig te kunnen sturen.

5.6.2 Expertise

Geadviseerd wordt om van de omgeving fotografische opnamen te maken van kwetsbare objecten met een fundering op staal binnen een afstand van circa 100 m tot de leidingsleuf. Deze opname dient circa 14 dagen voor start werkzaamheden uit te worden gevoerd door bijvoorbeeld een onafhankelijk expertisebureau. Hiermee kunnen onverhoopt ingediende schadeclaims op een correcte wijze worden afgewikkeld.

5.6.3 Hoogtemetingen

Teneinde onverhoopt ingediende schademeldingen te kunnen beoordelen dienen op een aantal plaatsen hoogtemerken te worden aangebracht, bijvoorbeeld ter plaatse van bebouwing met een fundering op staal binnen een afstand van circa 50 m tot de leidingsleuf. Van deze hoogtemerken dient voorafgaand aan de start van de bemaling tweemaal de hoogte te worden bepaald ten opzichte van

een niet door de bemaling en andere bouwputactiviteiten beïnvloedbaar vast punt. Het interval tussen deze twee metingen dient circa twee weken te zijn. Door de constructeur is aangegeven dat voor het belendende appartementencomplex hoogtemeting moet worden ingericht waarbij een zetting van 8 mm als grenswaarde moet worden beschouwd.

Na start bemaling dient na een week de hoogte opnieuw te worden bepaald. Vervolgens na twee weken, en vervolgens eenmaal per vier weken, tenzij er aanleiding is om vaker de hoogte te meten.

Na beëindiging van de bemaling dient nogmaals met een interval van twee weken de hoogte te worden bepaald.

6. REGELGEVING ONTTREKKING EN LOZING

6.1 Onttrekking

Voor het onttrekken van grondwater dient in het kader van de Waterwet een vergunning te worden aangevraagd bij het waterschap Noorderzijlvest als de bemalingsperiode langer duurt dan 6 maanden of als de hoeveelheid water die onttrokken wordt groter is dan 80 m³/uur, 50.000 m³/maand of 200.000 m³ in totaal.

Bij het berekende waterbezwaar van 10 à 100 m³/uur, 54.000 m³ en ca. 180.000 m³ in totaal en een totale tijdsduur van de bemaling van meer dan een half jaar is de bemaling vergunningsplichtig.

De vergunning dient ca. 6 maanden voor start bemaling schriftelijk te worden voldaan bij het waterschap Noorderzijlvest.

6.2 Lozing

Het lozen van het onttrokken water zal in overleg met het bevoegd gezag, zijnde het waterschap Noorderzijlvest, naar verwachting plaats kunnen vinden op het aanliggende oppervlaktewater. Hiertoe dient vroegtijdig overleg te worden gevoerd.

Lozingspunten en wijze dient te worden opgenomen in het bemalingsplan nadat definitieve uitvoeringsmethode is vastgesteld.

6.3 Procedure

Ook dit advies dient na vaststellen uitvoeringsmethode en planning aan te worden gepast zodat dit overeenkomt. Hierbij dient tevens een beknopte m.e.r. notitie aan te worden geleverd voor het correct doorlopen van de vergunningsprocedure bij het waterschap Noorderzijlvest.

Symbolen en definities

symbool	omschrijving	eenheid
γ_n	volumieke gewicht van de grond in verzadigde toestand	kN/m ³
c	effectieve cohesie	kPa
φ	effectieve hoek van inwendige wrijving	°
C'_p	primaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C'_c	secundaire samendrukkingcoëfficiënt	-
C_c	primaire samendrukkingindex	-
C_α	secundaire samendrukkingindex	-
kD	doorlaatvermogen, product van k en D	m ² /d
k	doorlaatfactor	m/d
D	laagdikte	m
c	weerstand van waterremmende lagen	dag
wvp	watervoerend pakket	
zetting	verticale verplaatsing van een funderingselement of het maaiveld ten opzichte van het niveau in onbelaste situatietoestand	mm
grondwaterstand	hoogte van een punt waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan nul heeft ten opzichte van de atmosferische druk	m t.o.v. ref niveau

Ligging leidingtracés met peilbuislocaties



Routekaarten



Routekaarten



Routekaarten



Routekaarten



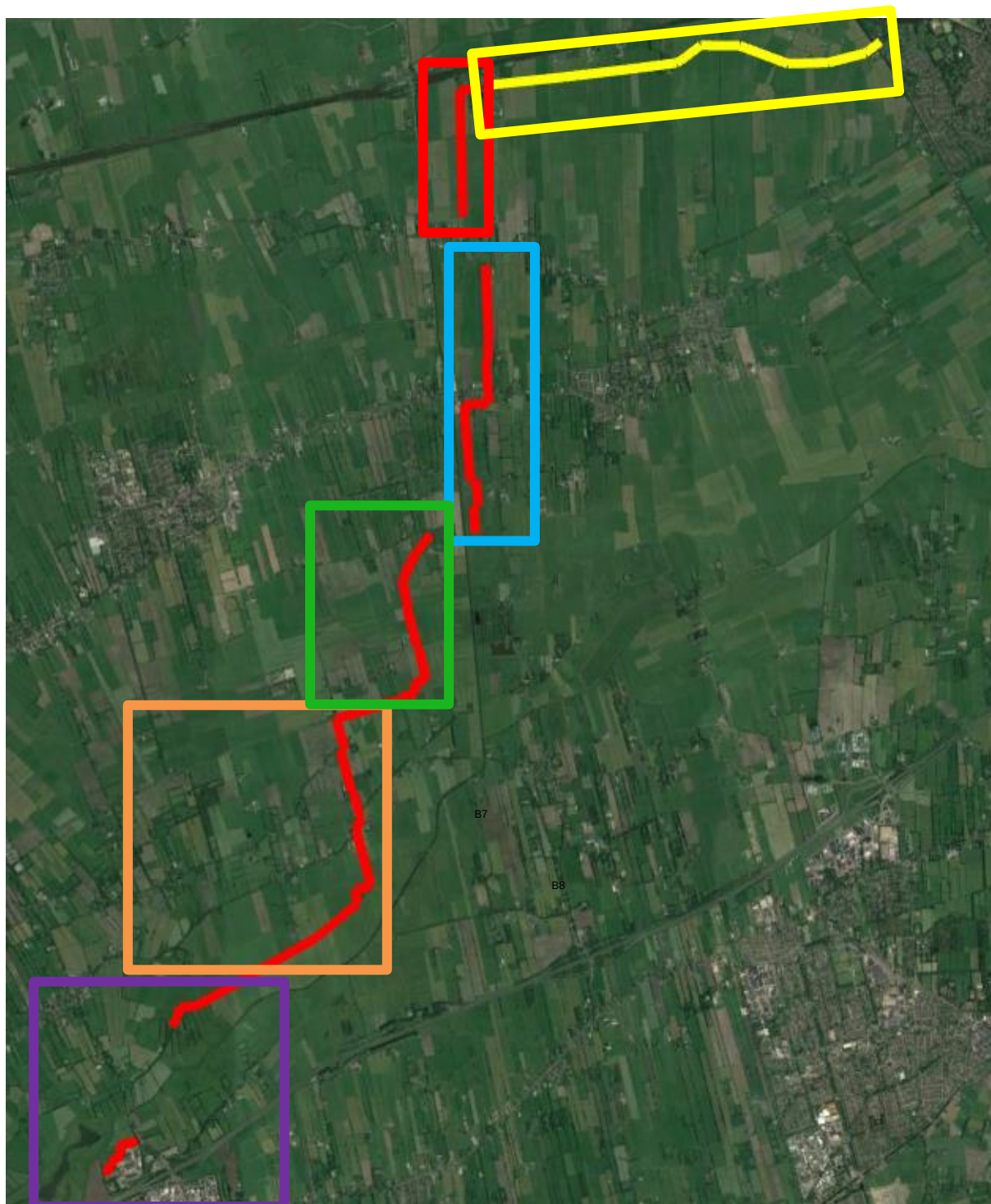
Routekaarten



Routekaarten



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

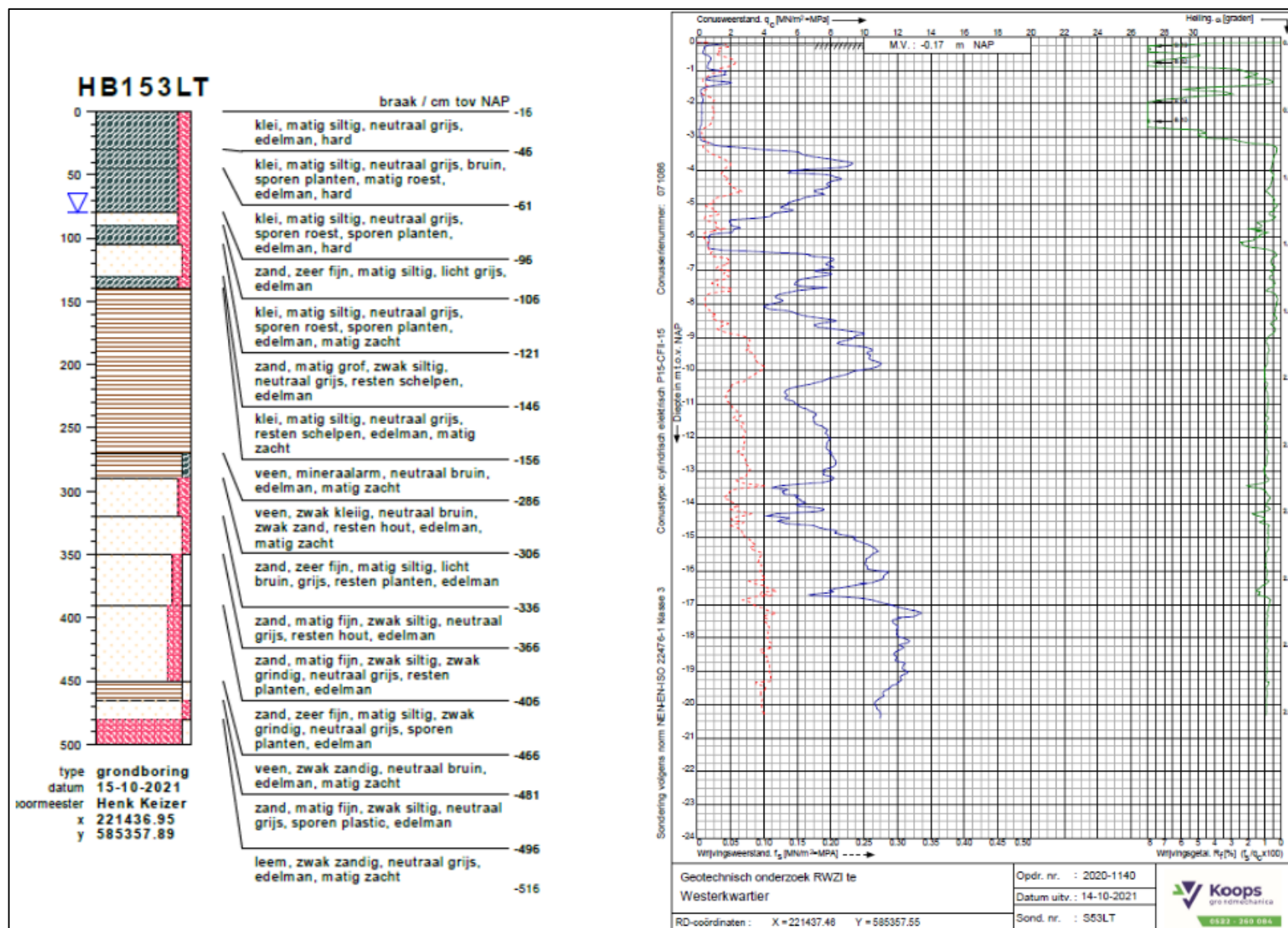


Overzicht locatie sondeer-en boorgegevens met deelgebieden

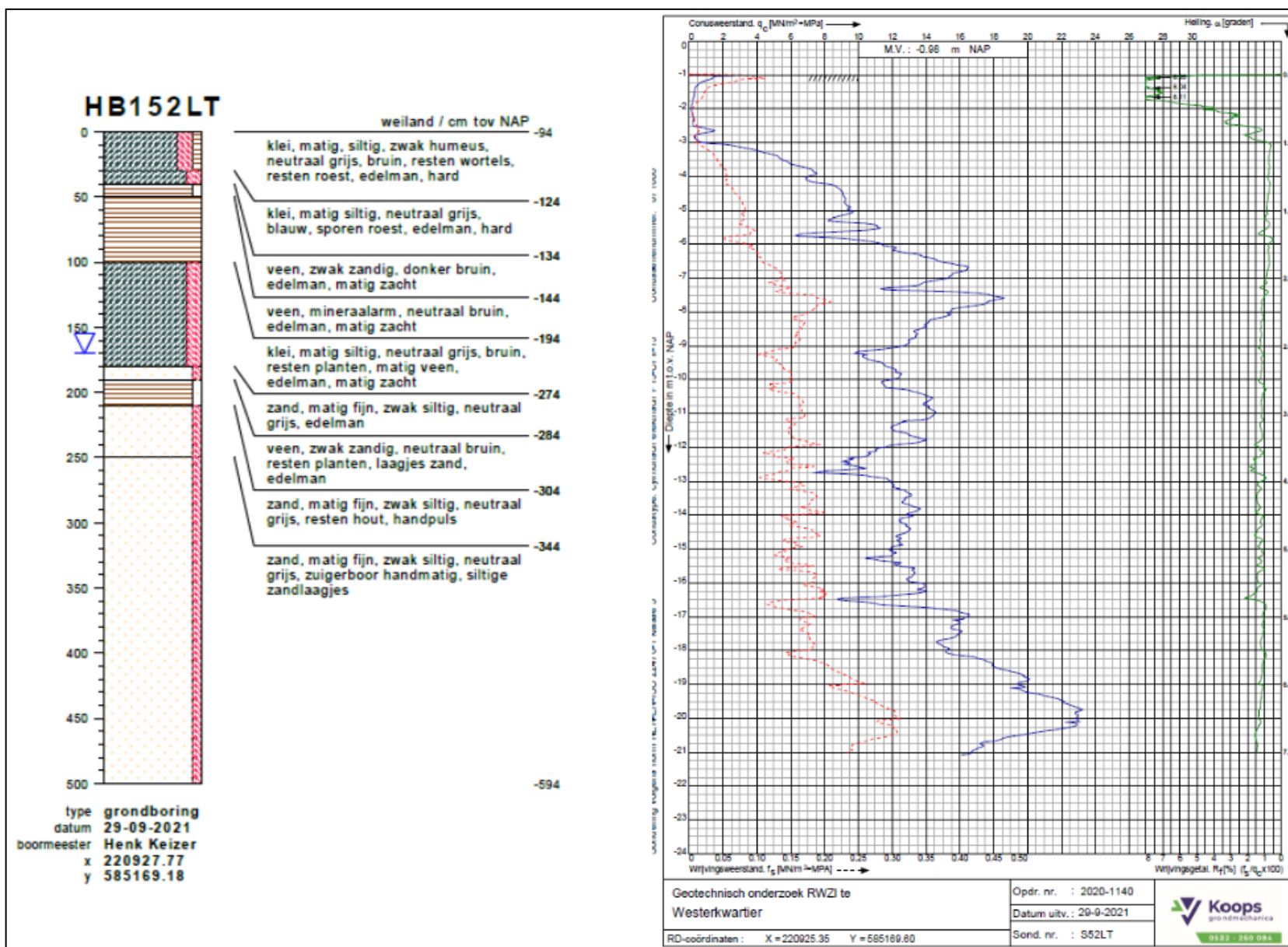
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



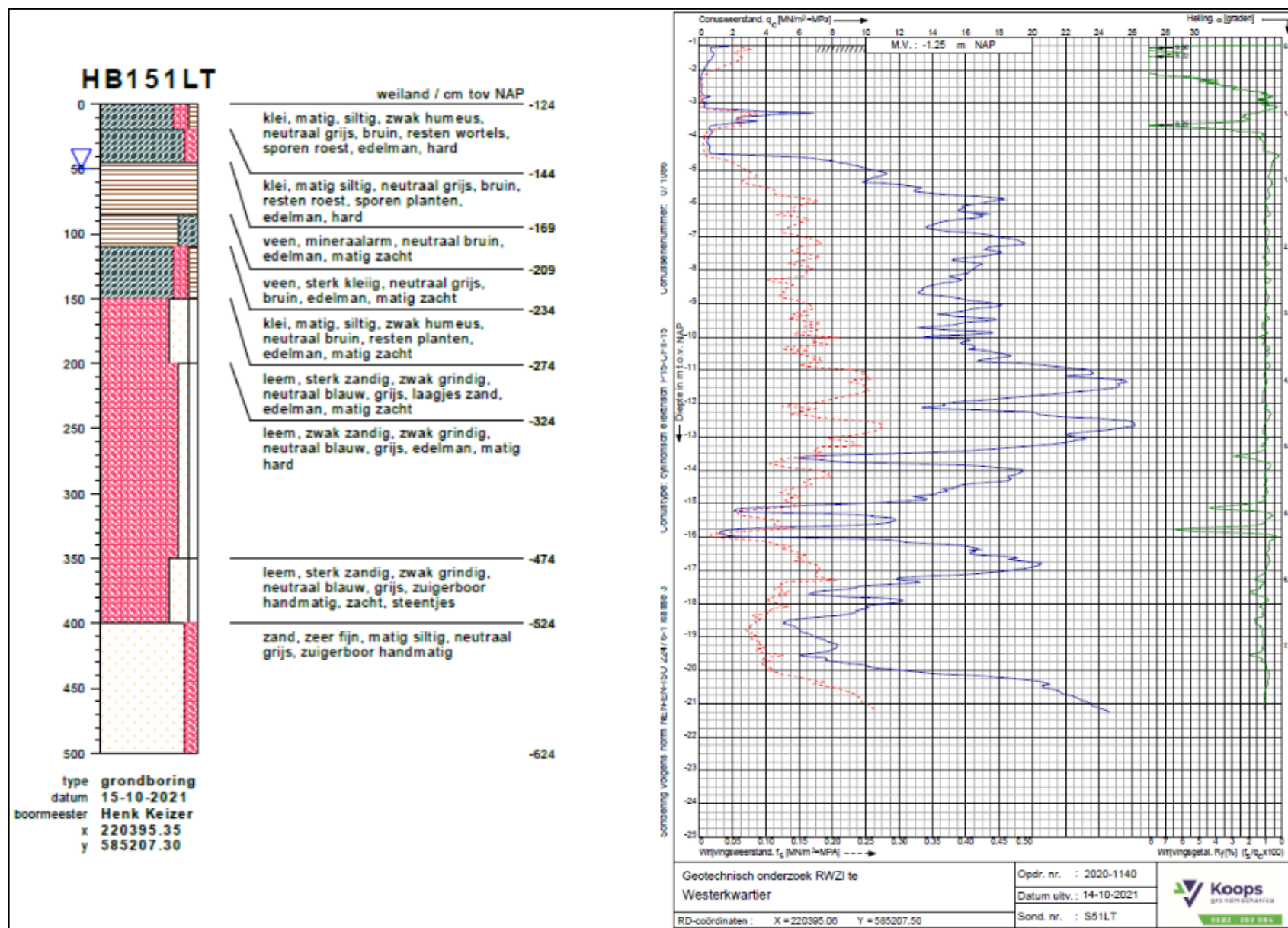
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



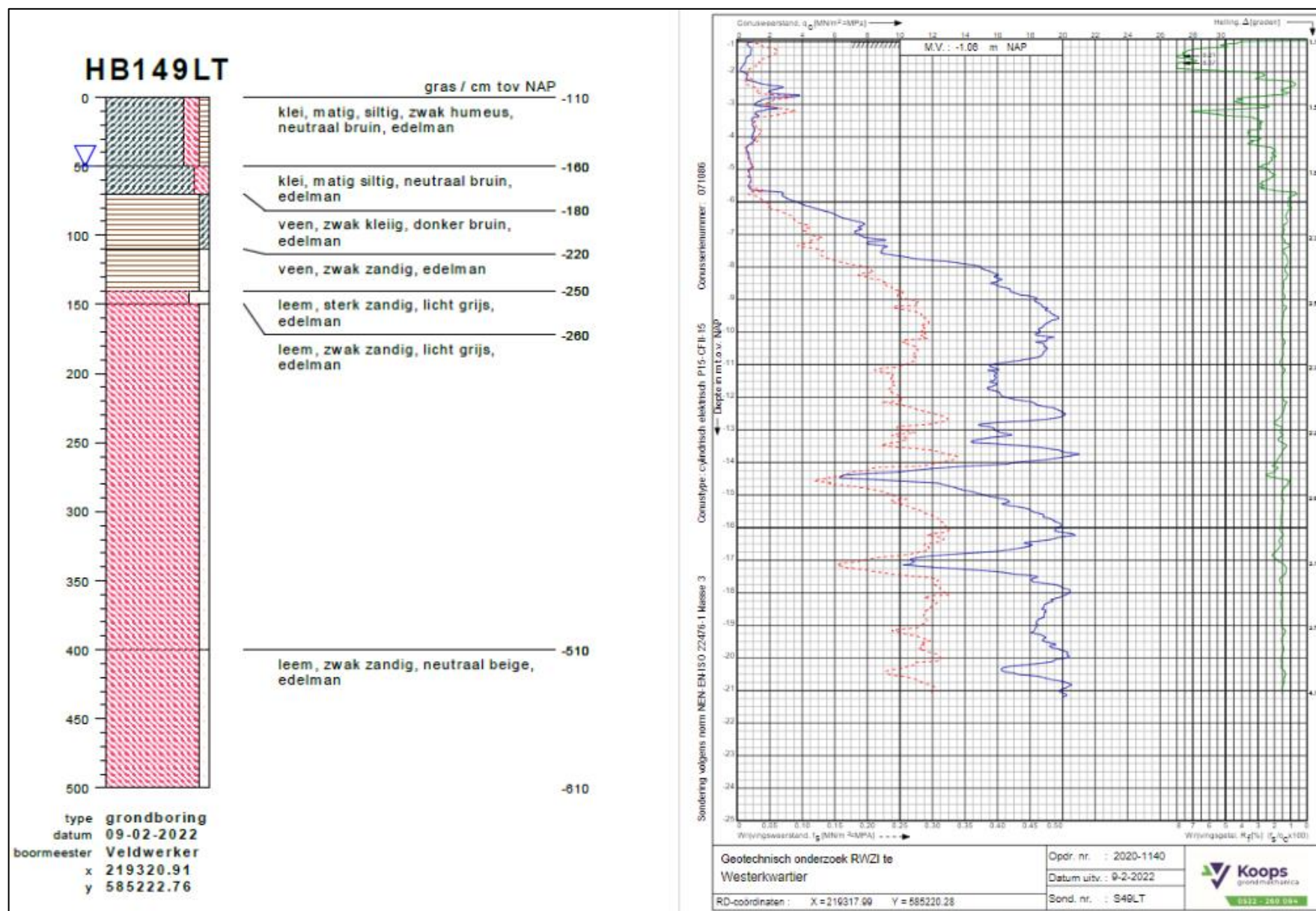
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



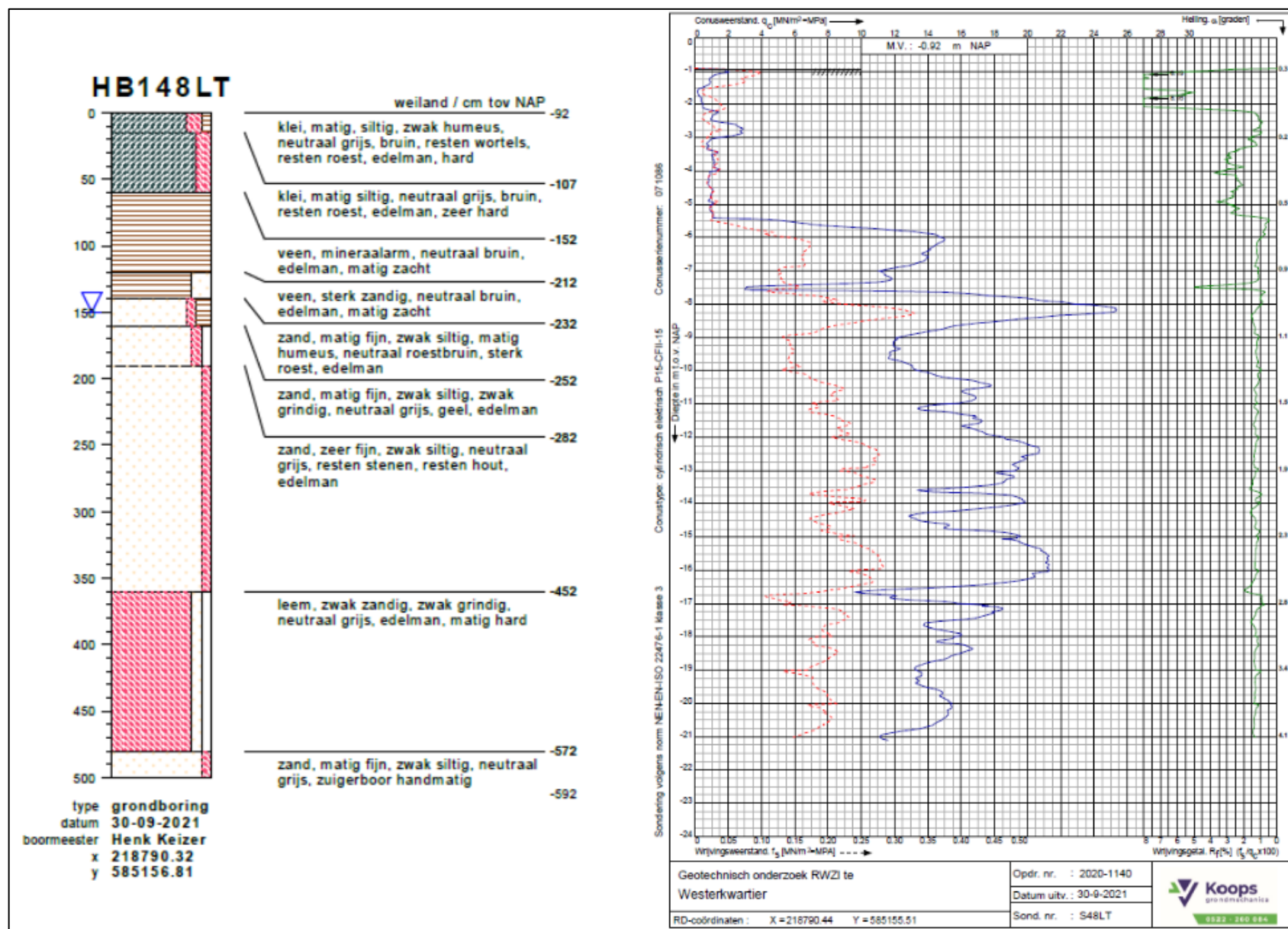
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



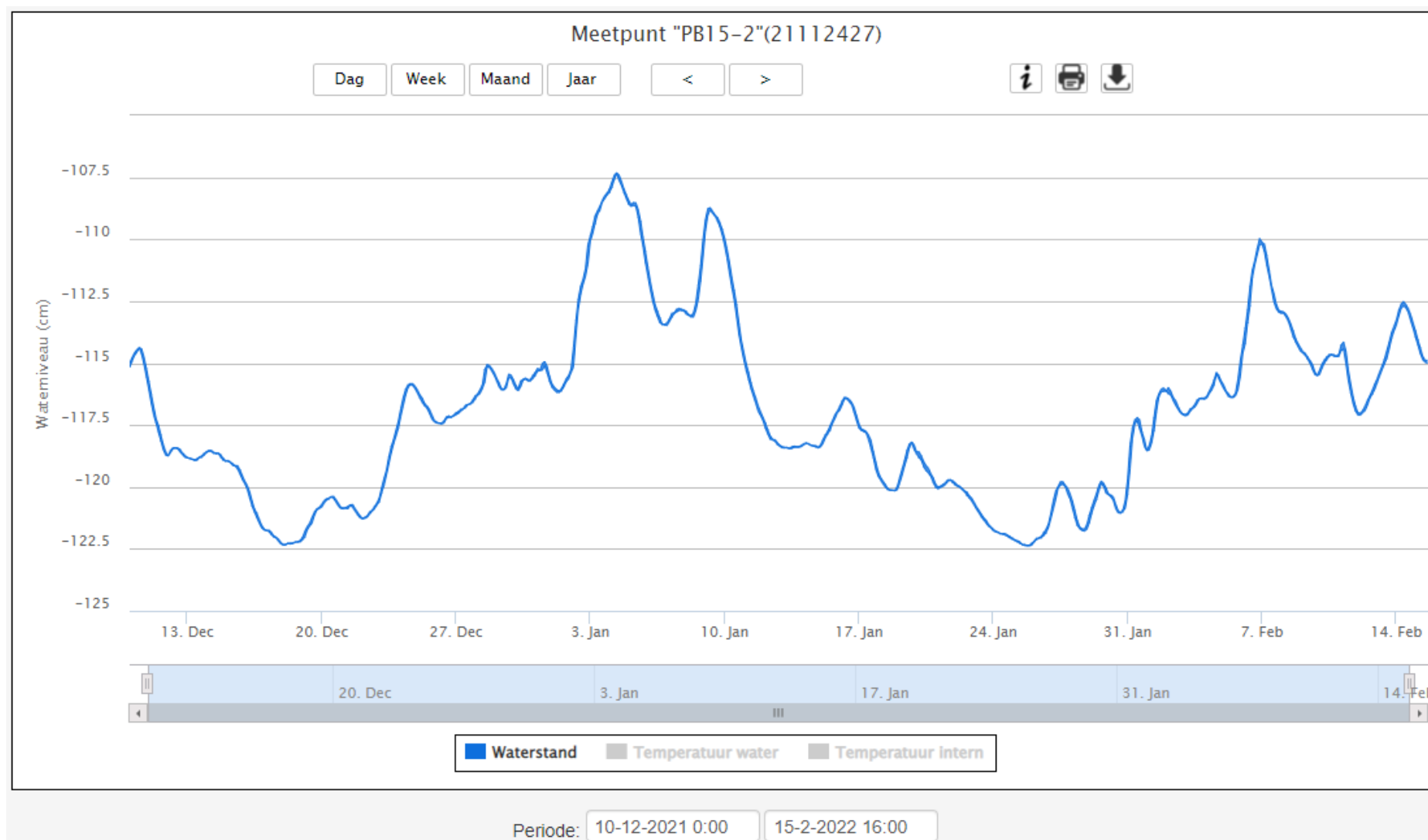
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



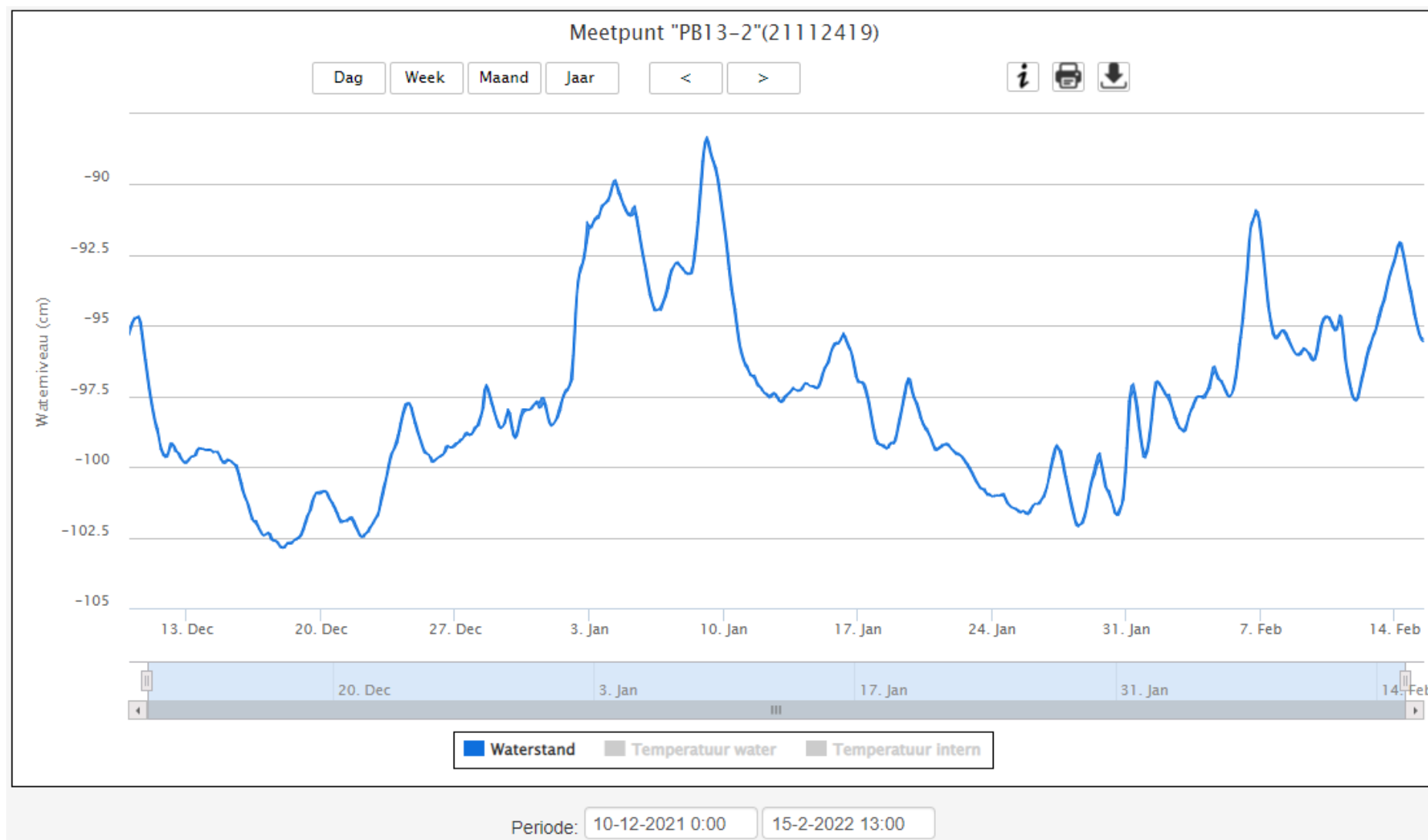
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



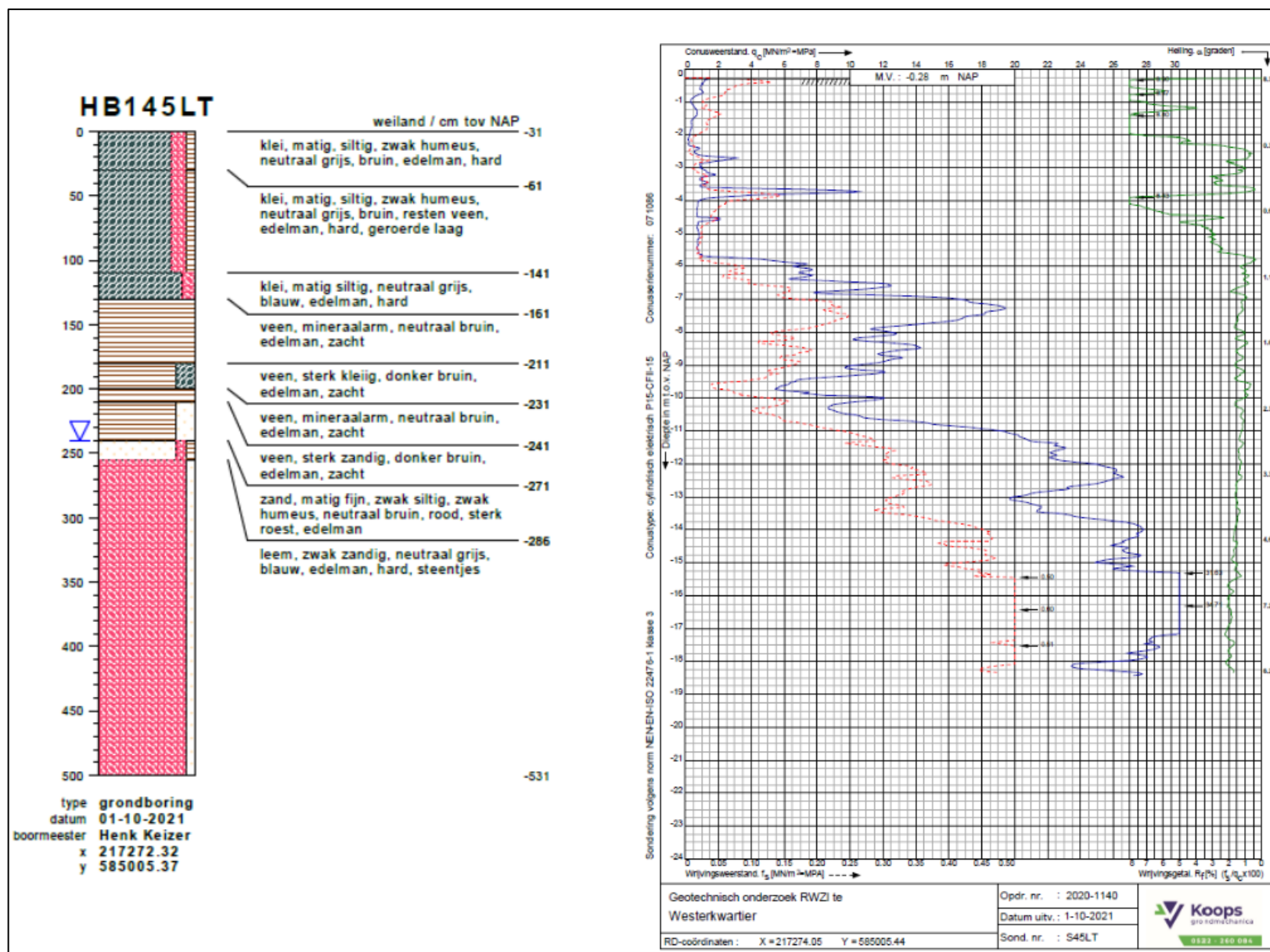
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



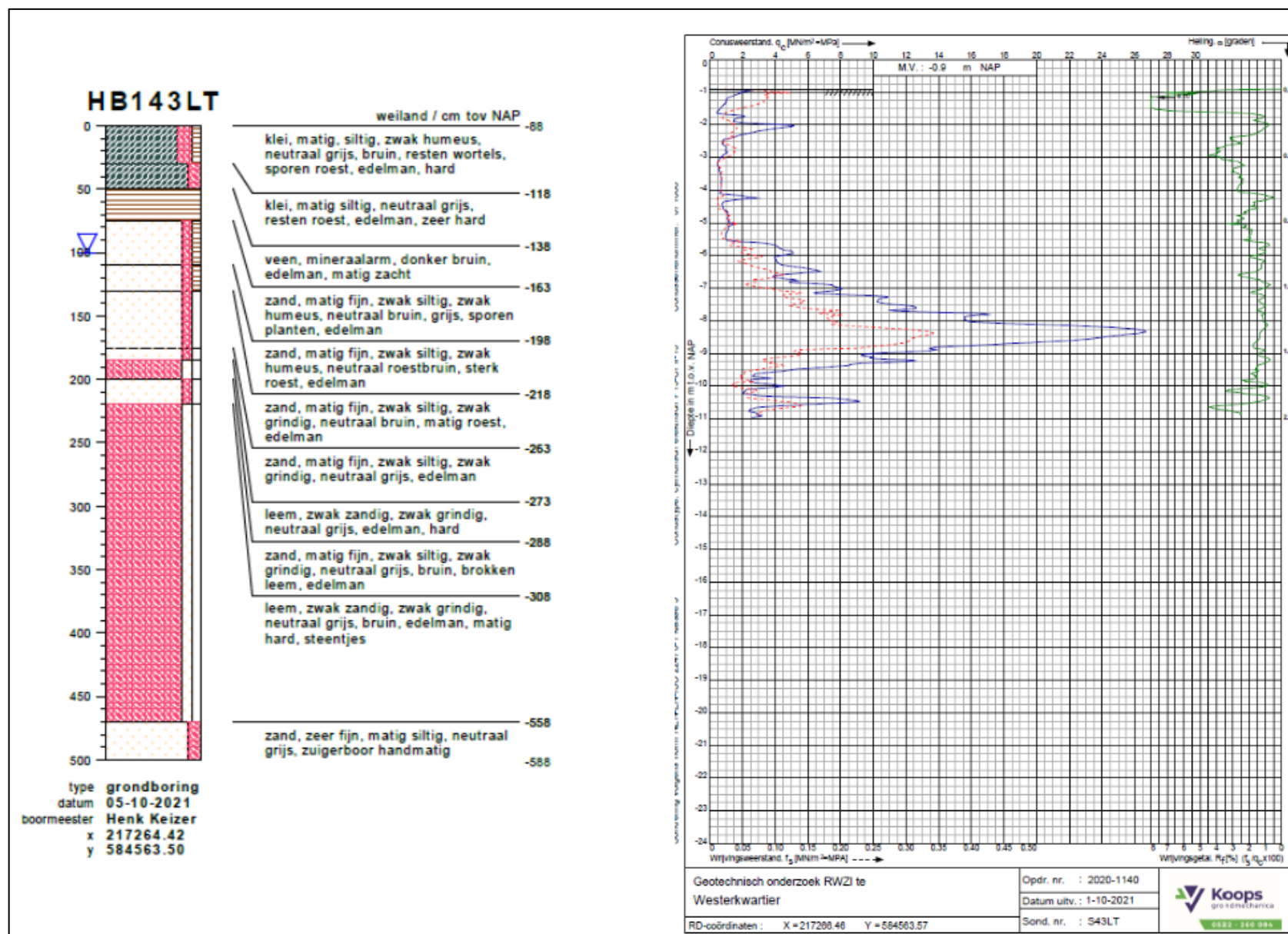
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



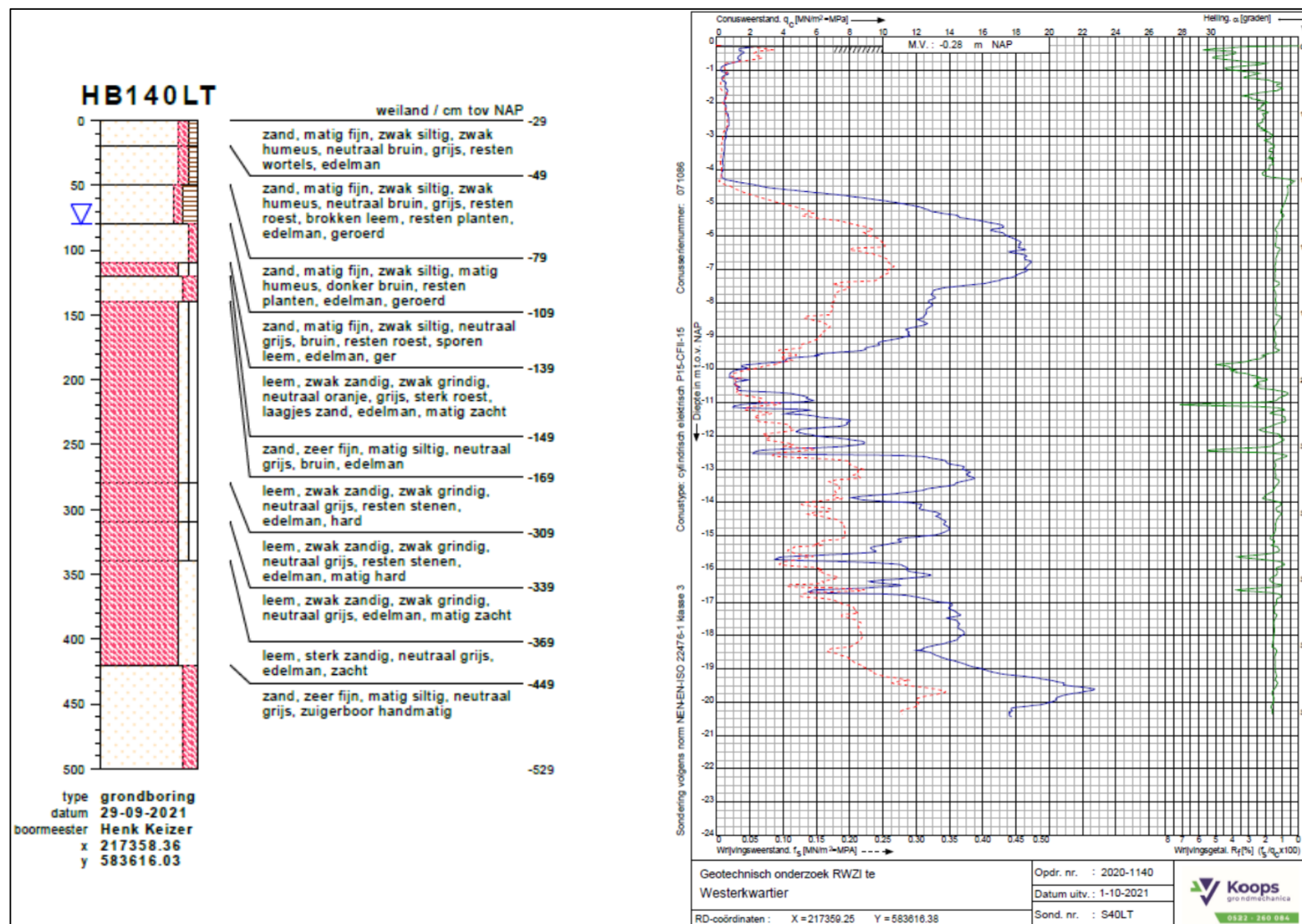
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



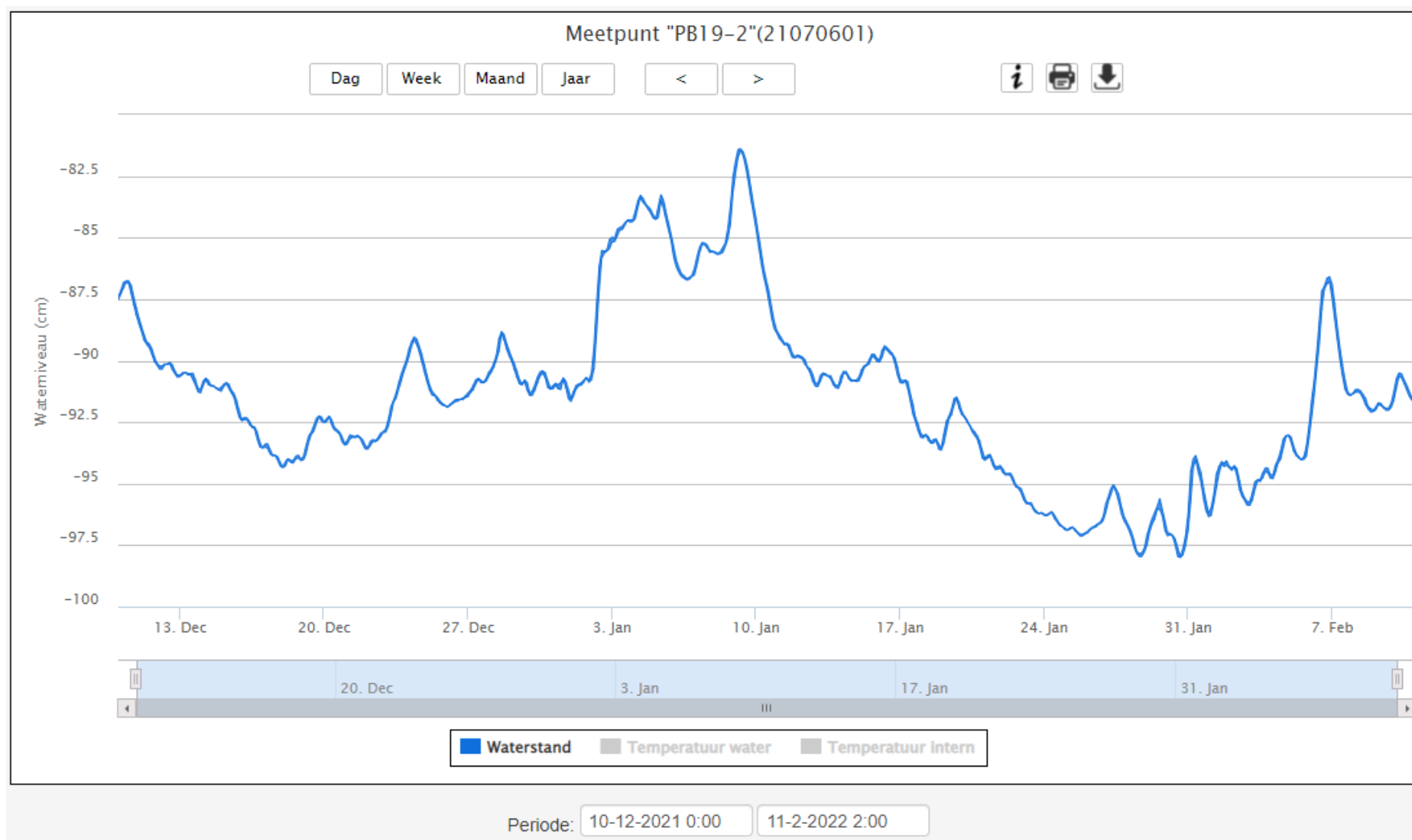
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



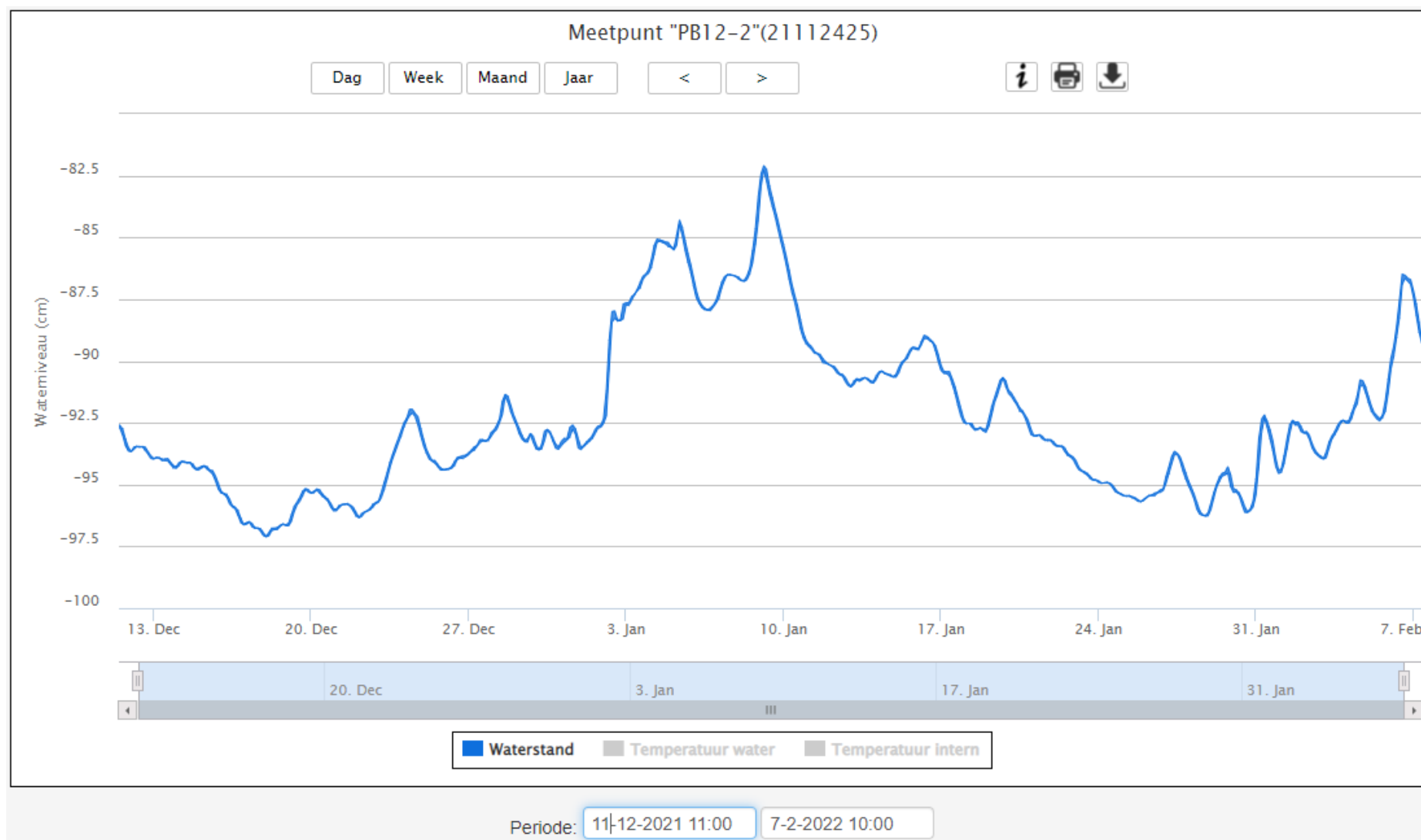
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



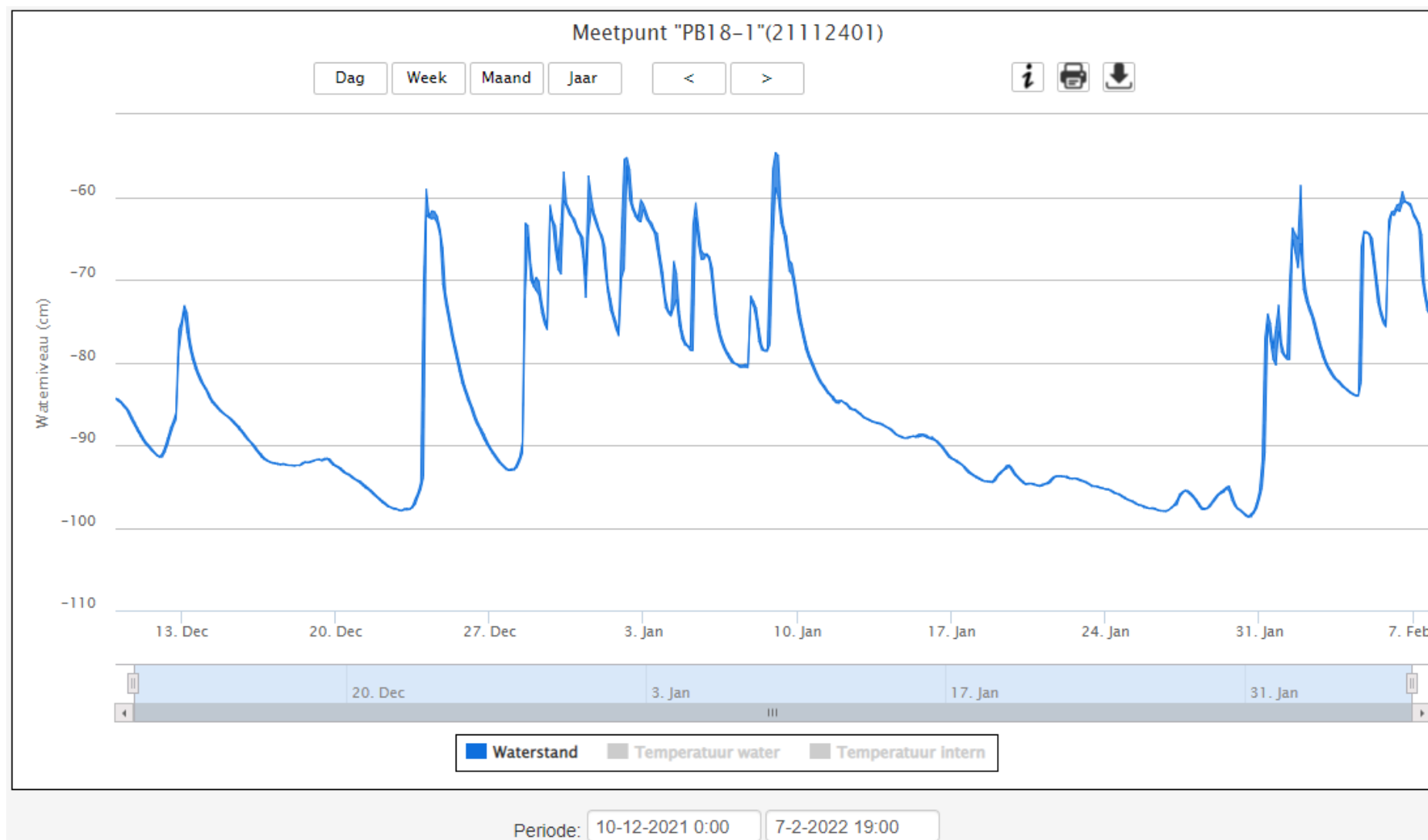
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



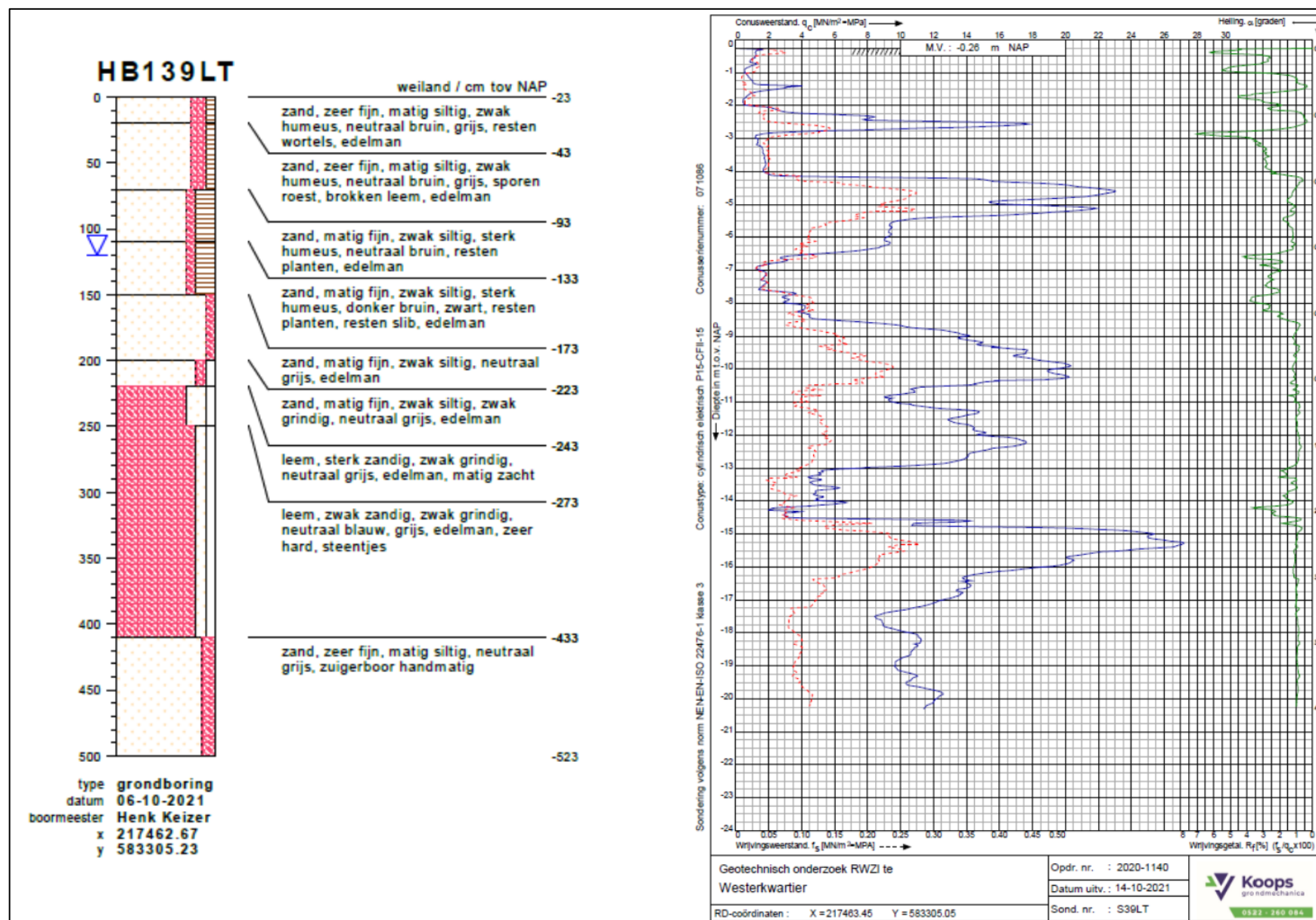
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



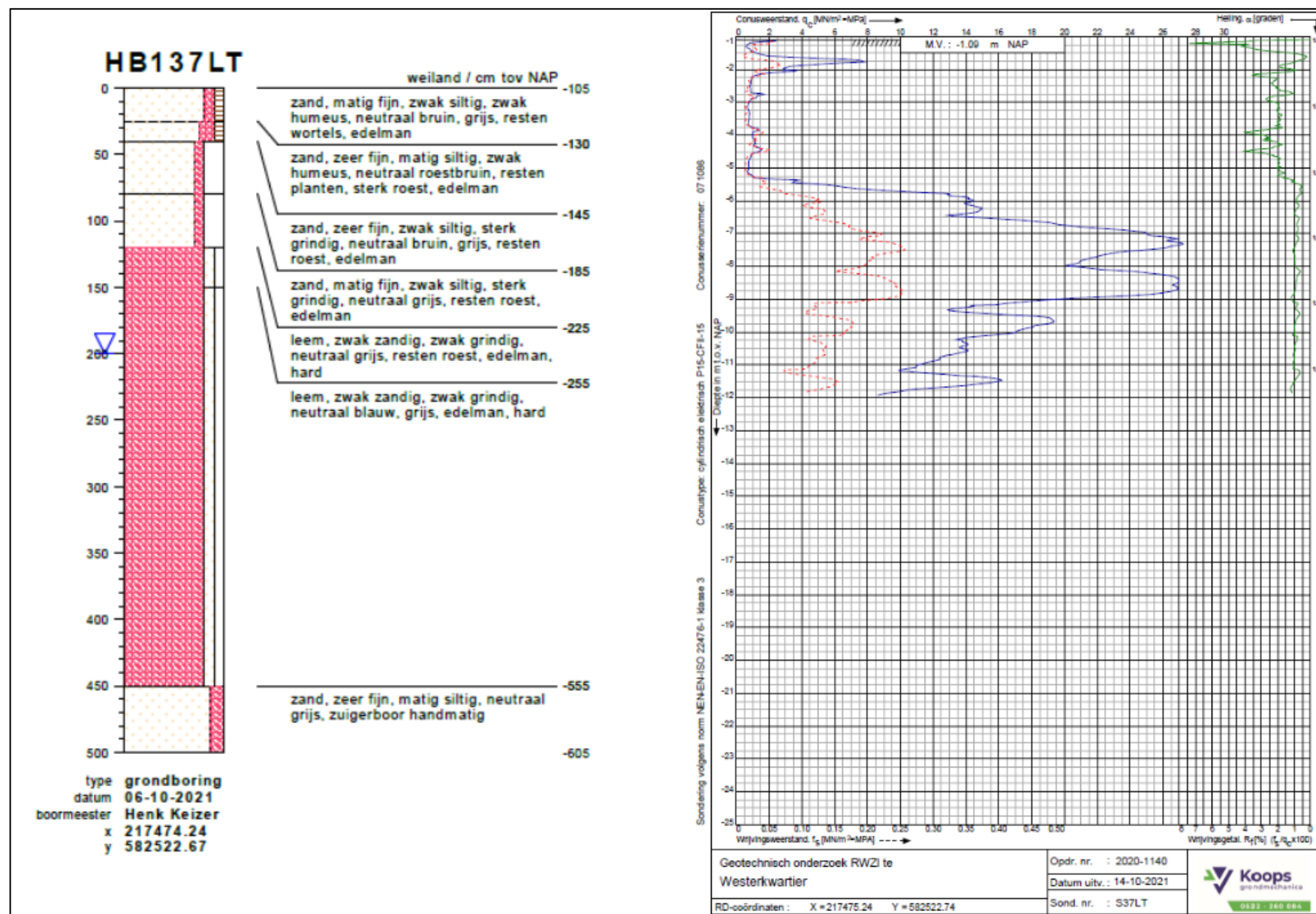
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



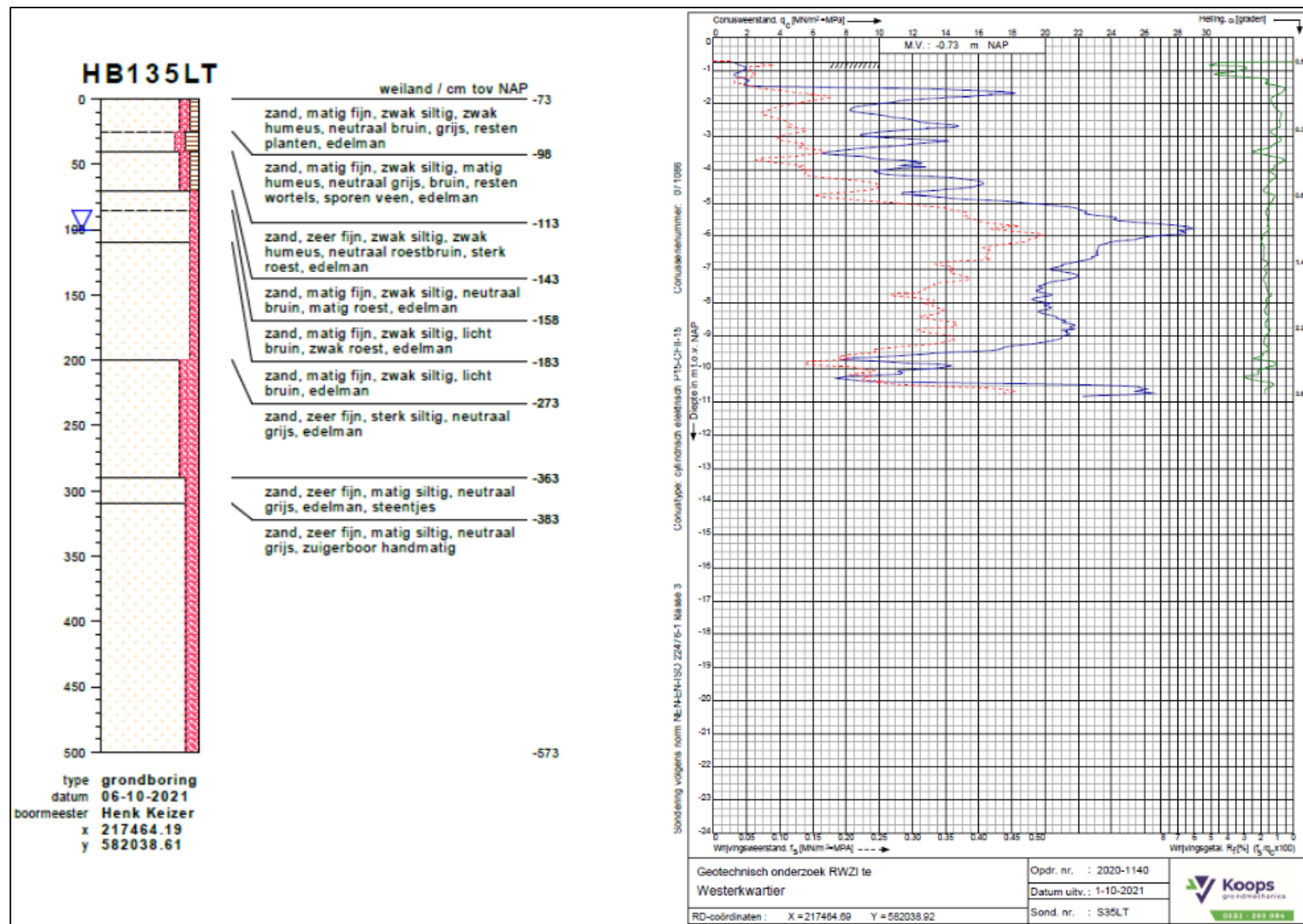
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



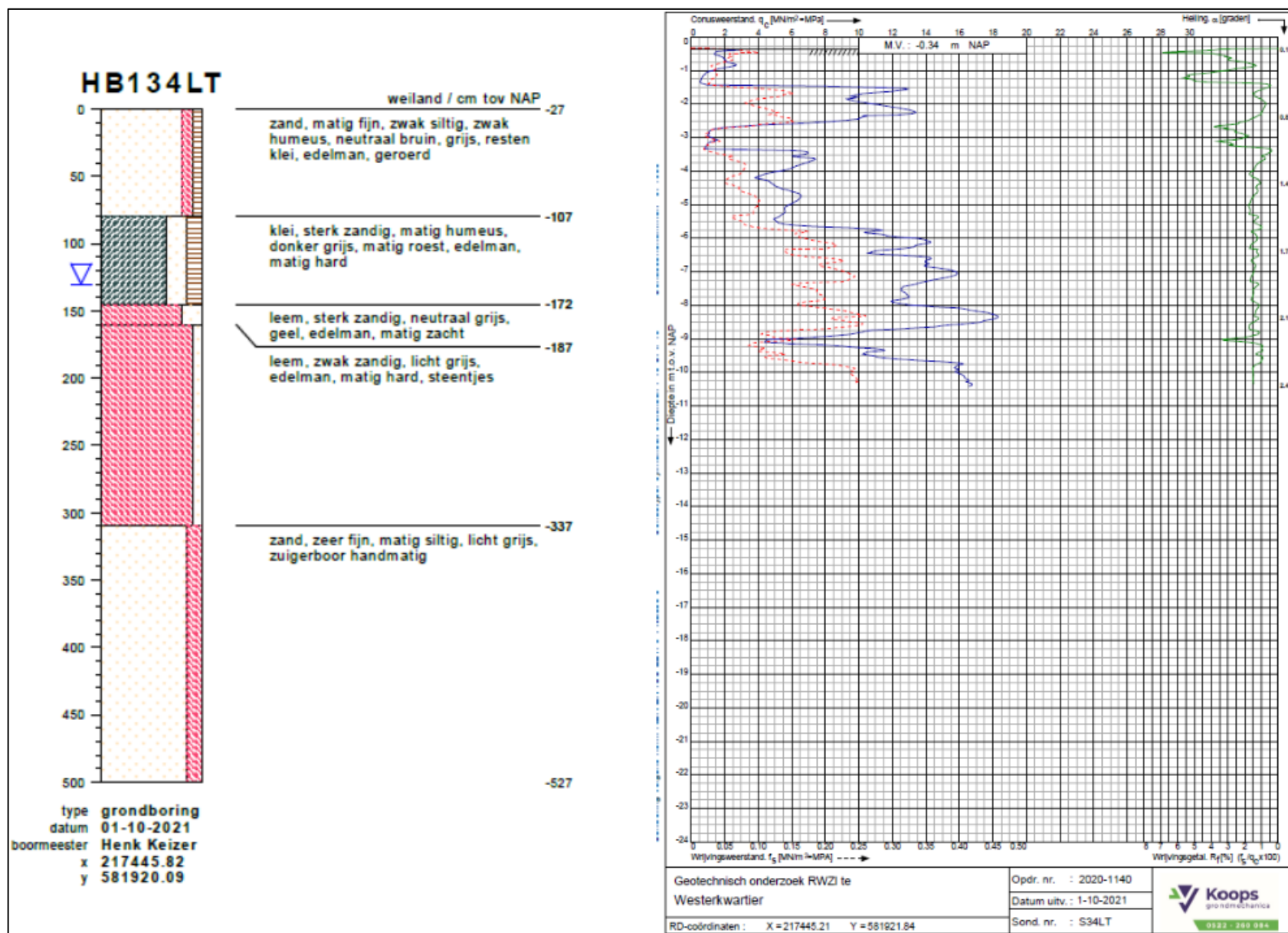
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



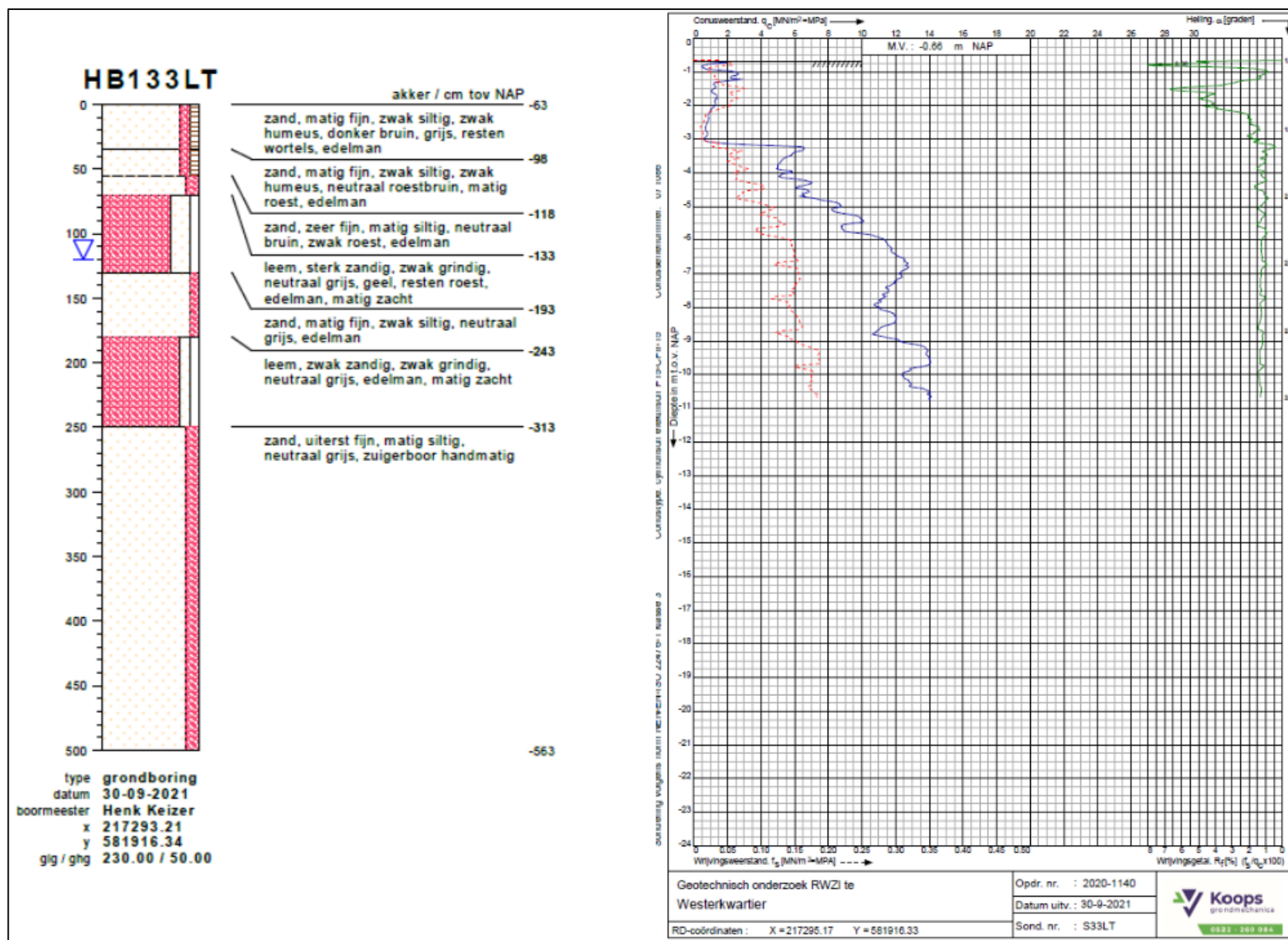
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



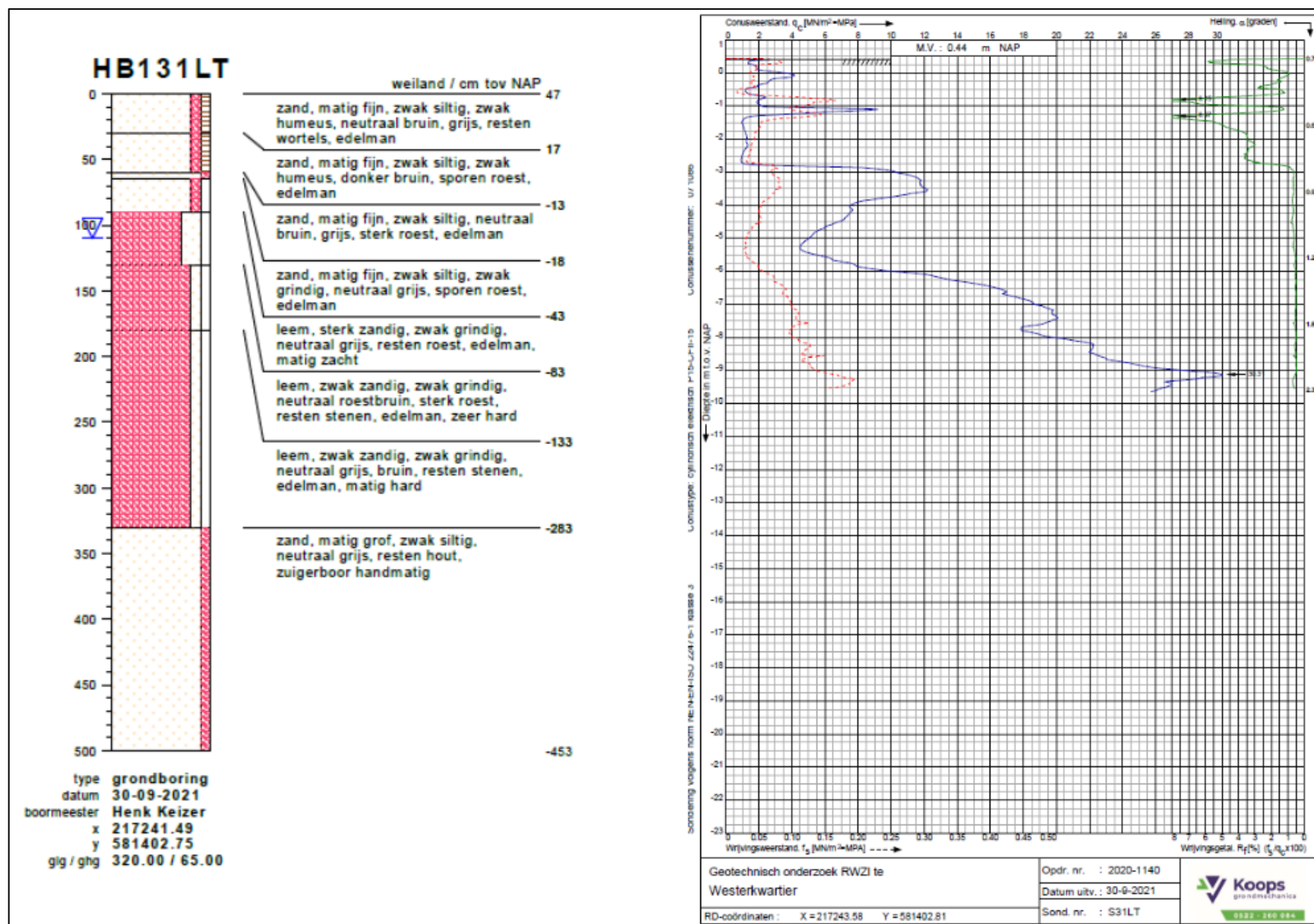
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



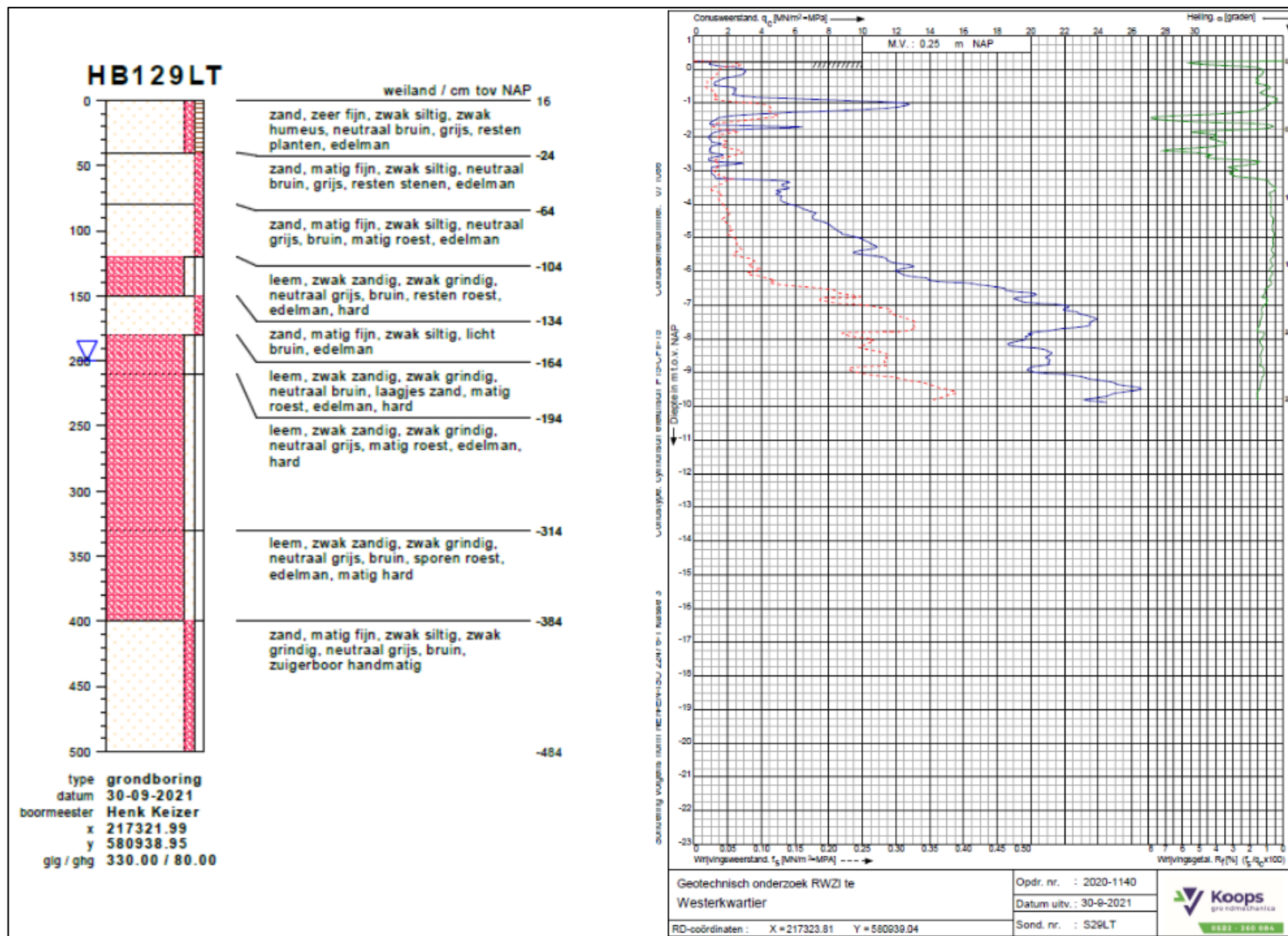
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



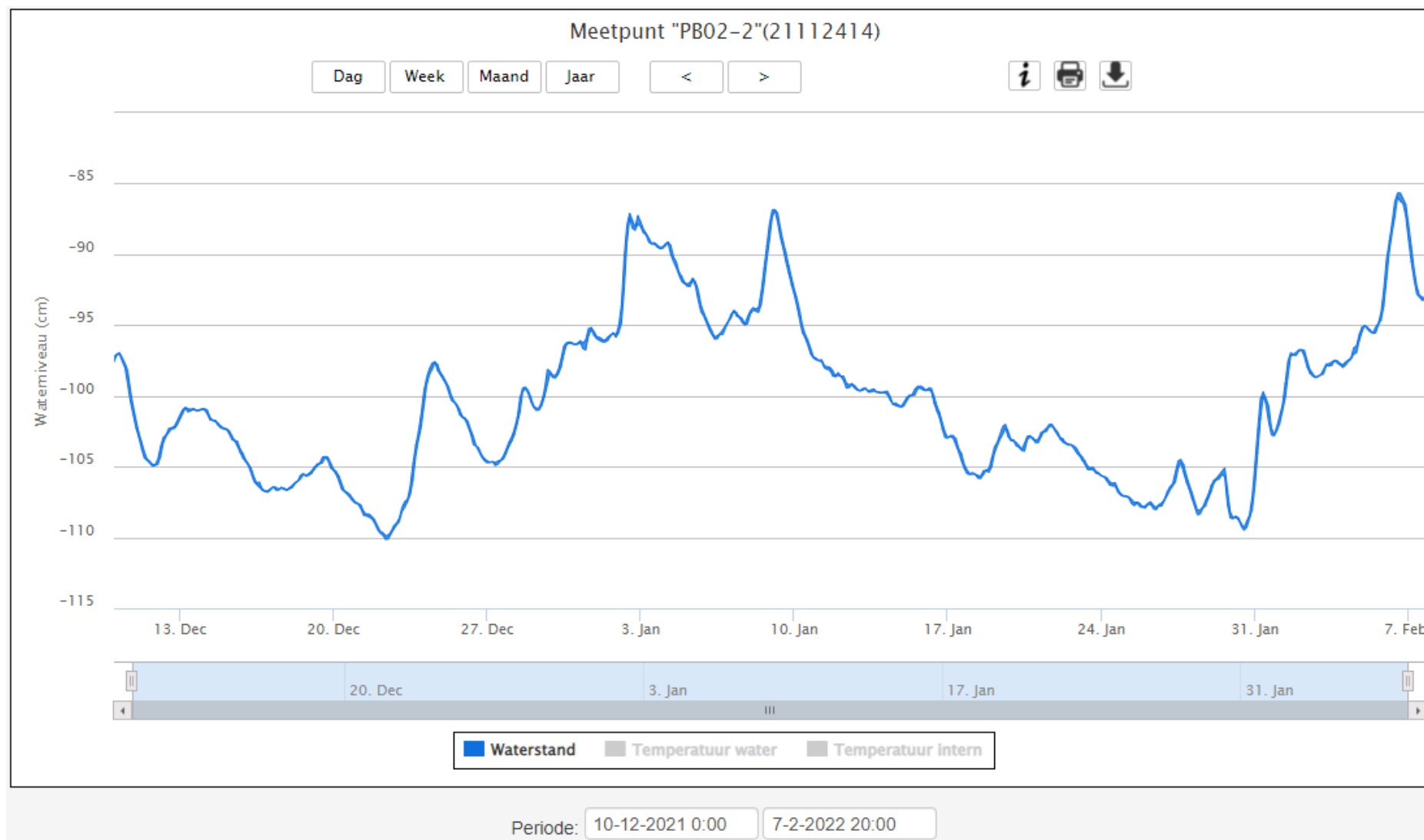
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



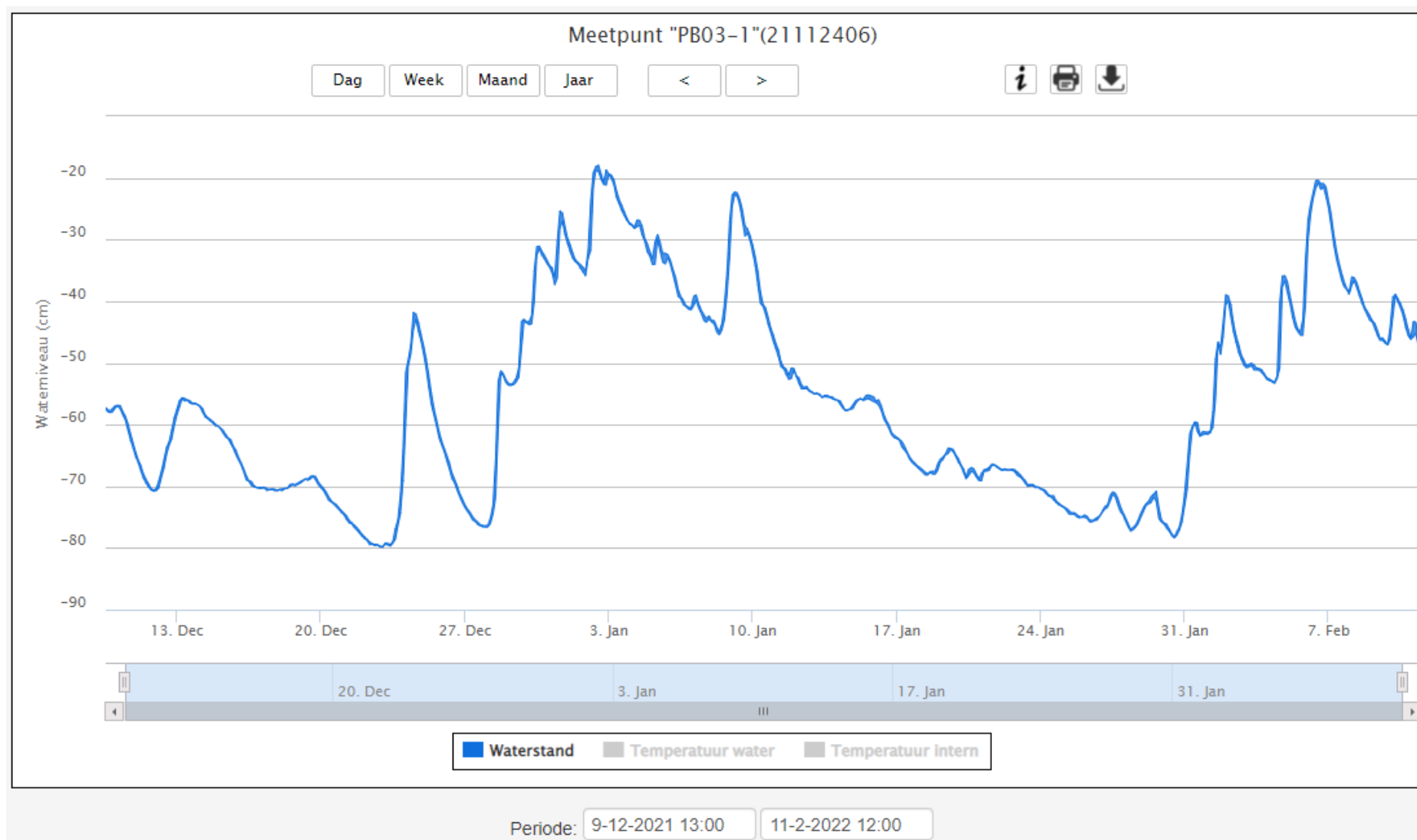
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



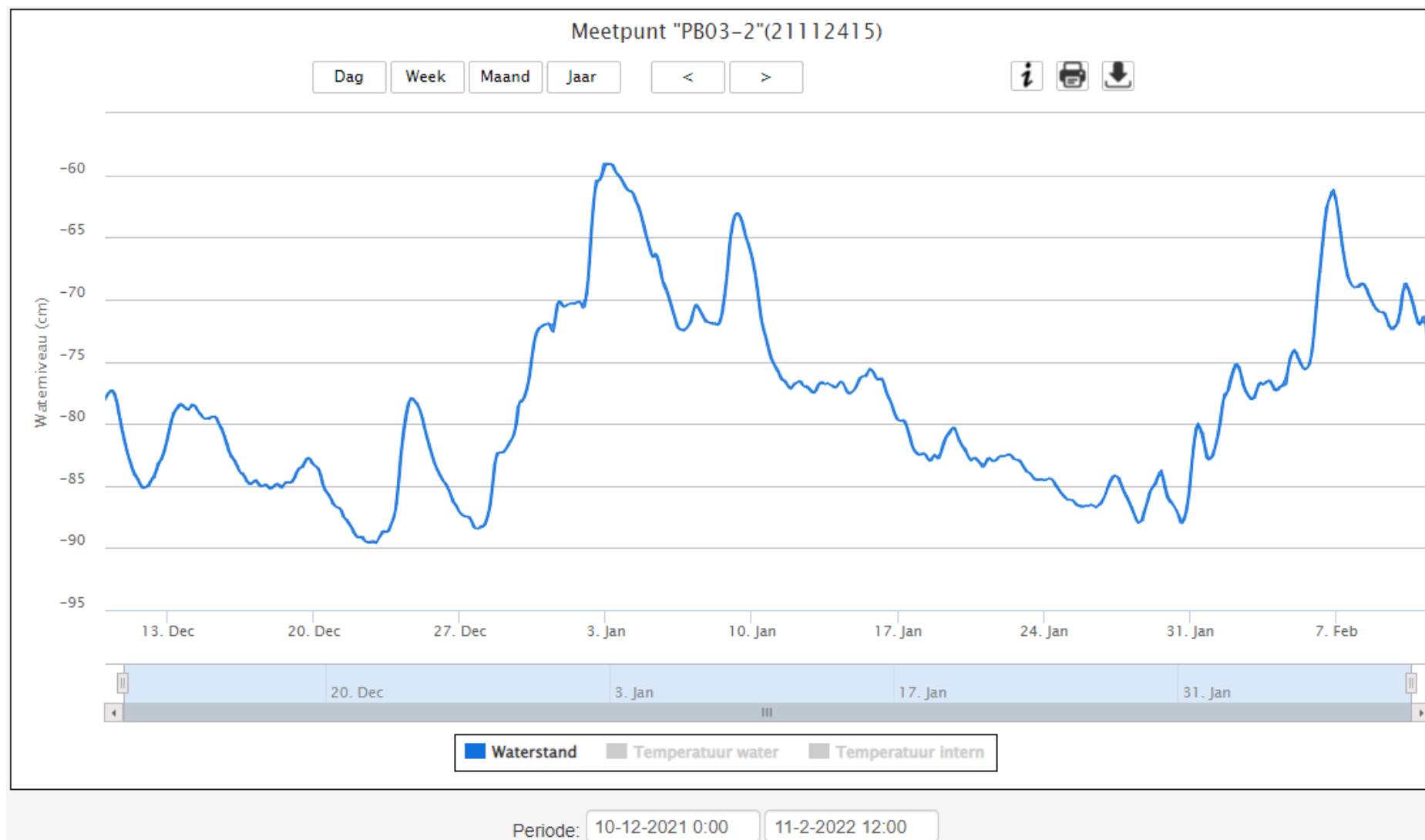
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

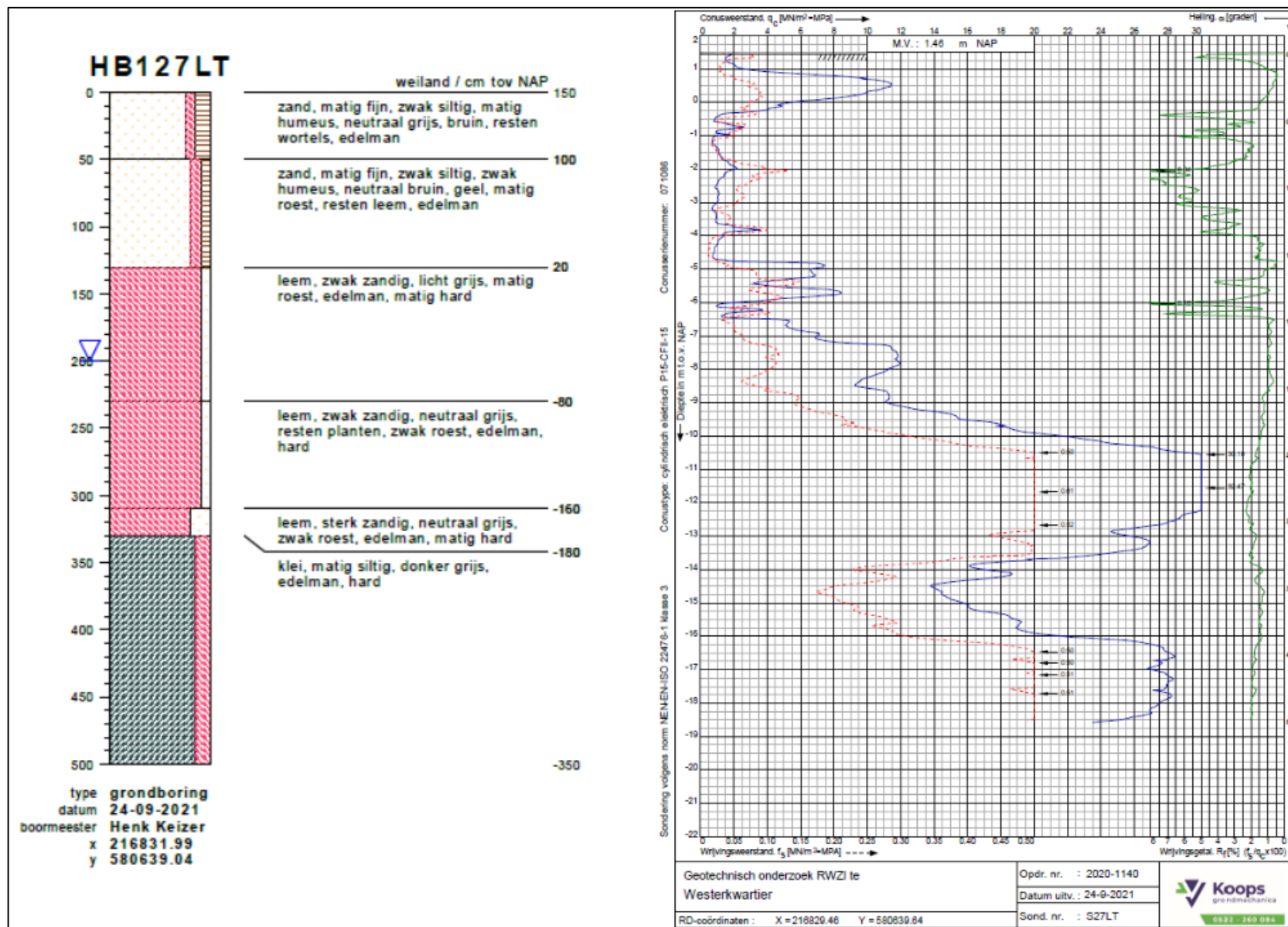


Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

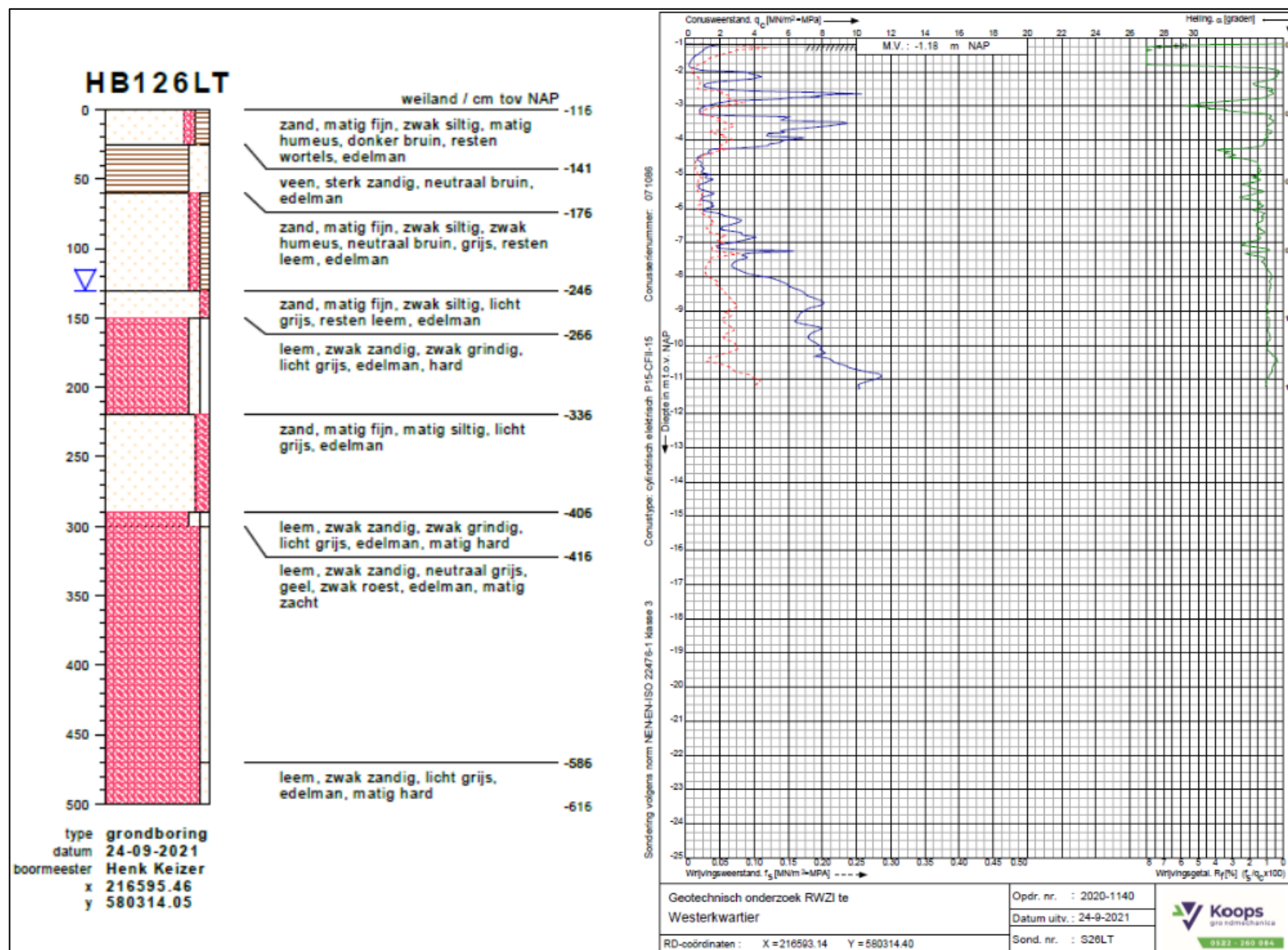




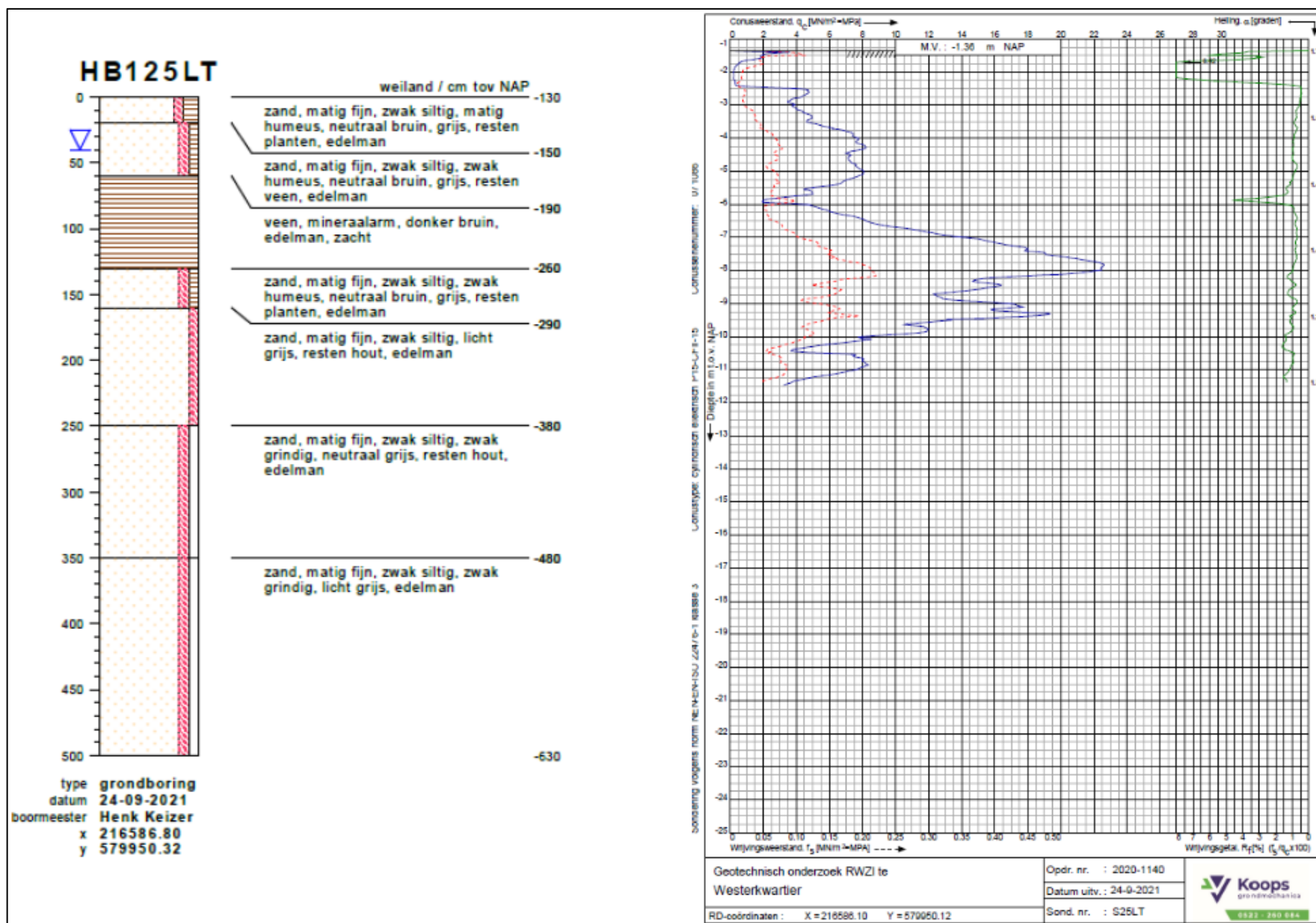
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



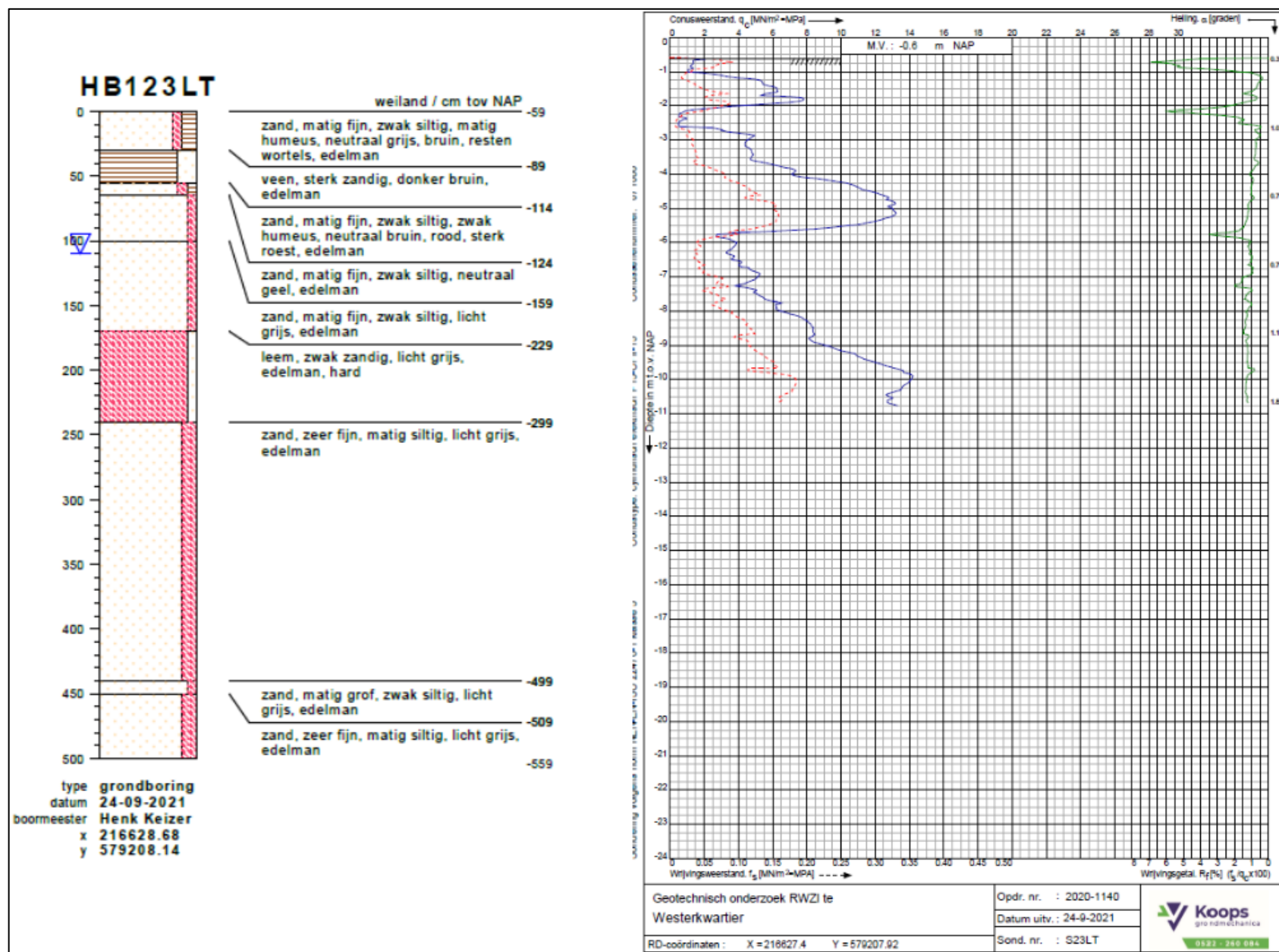
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



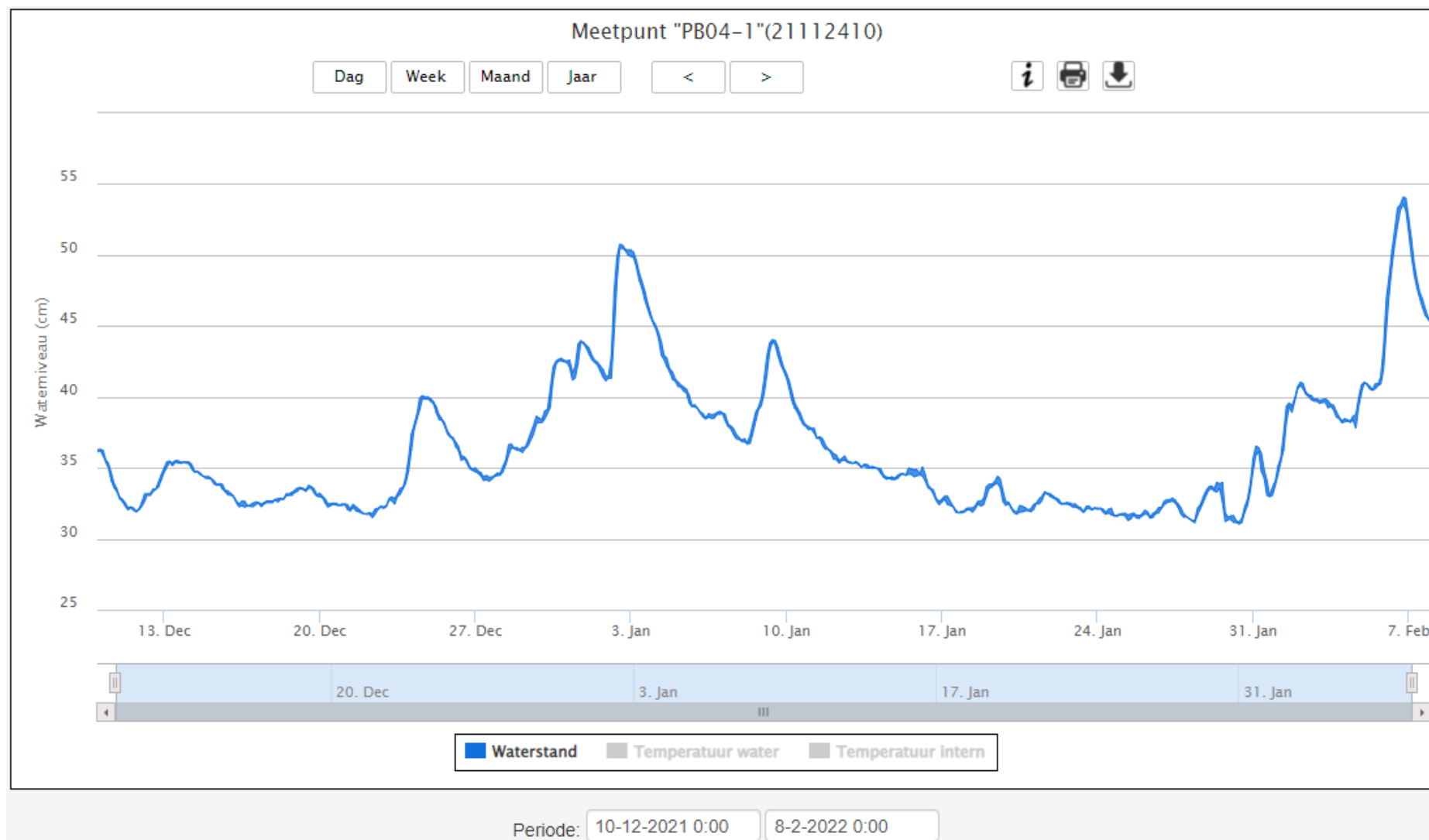
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



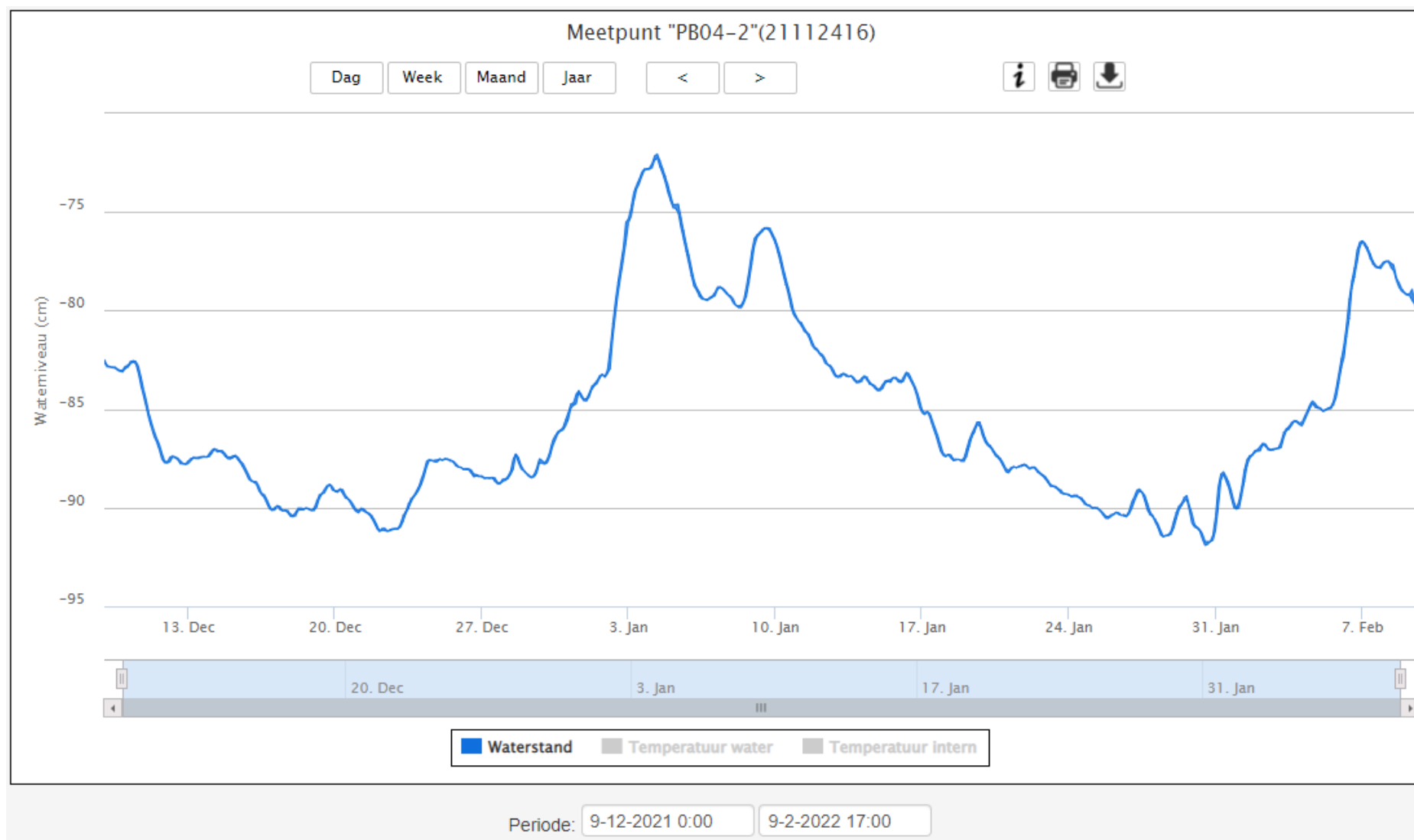
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



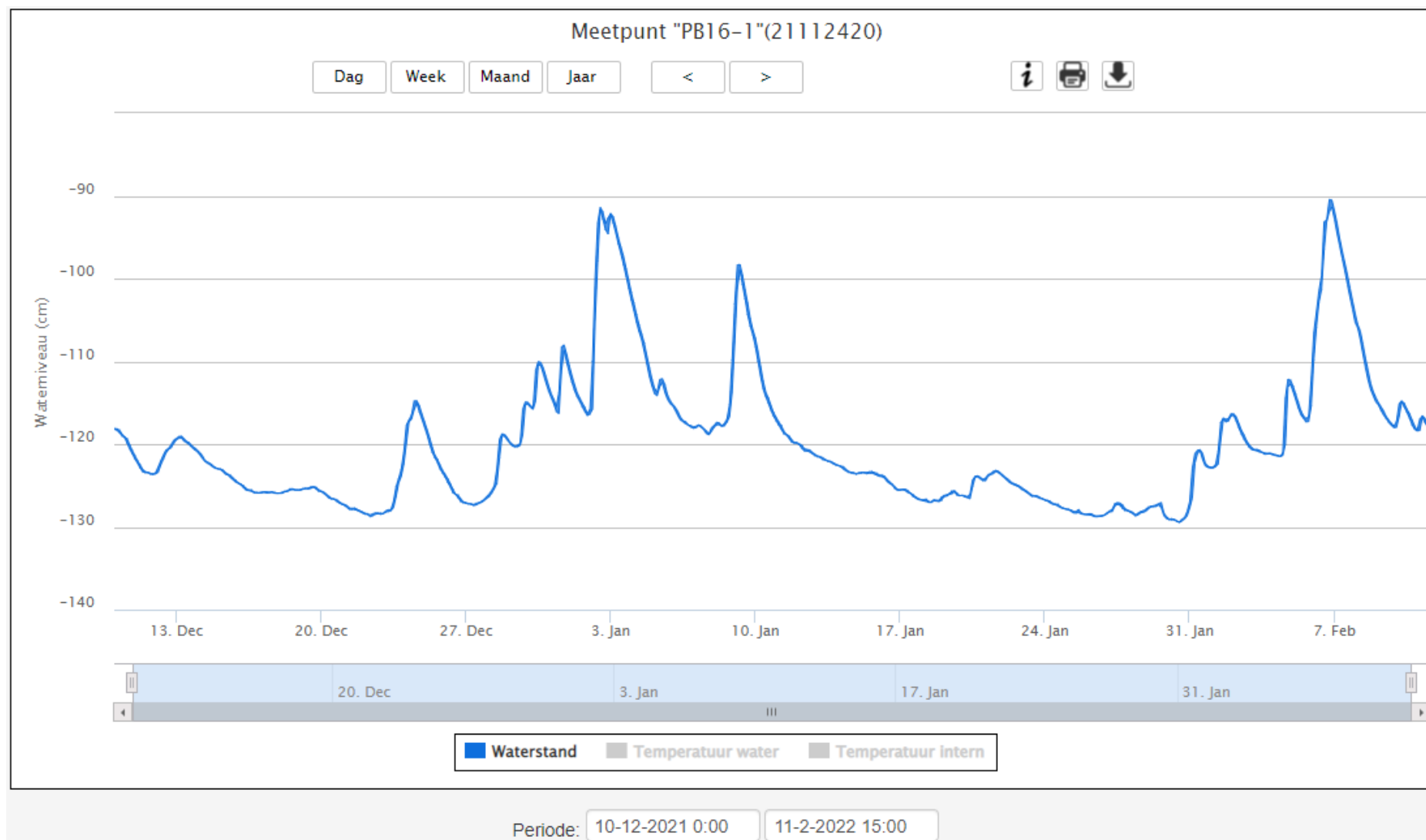
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

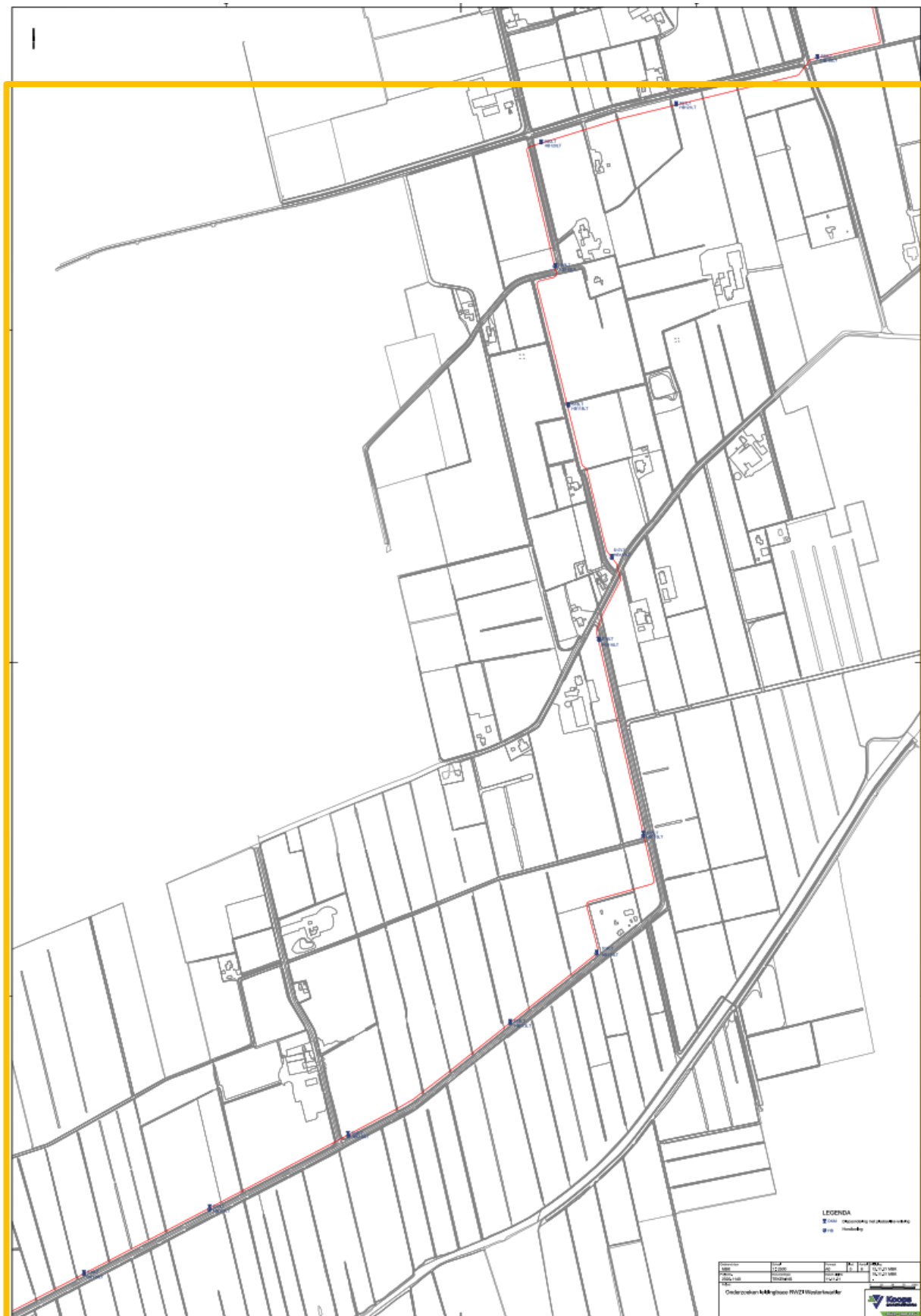


Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

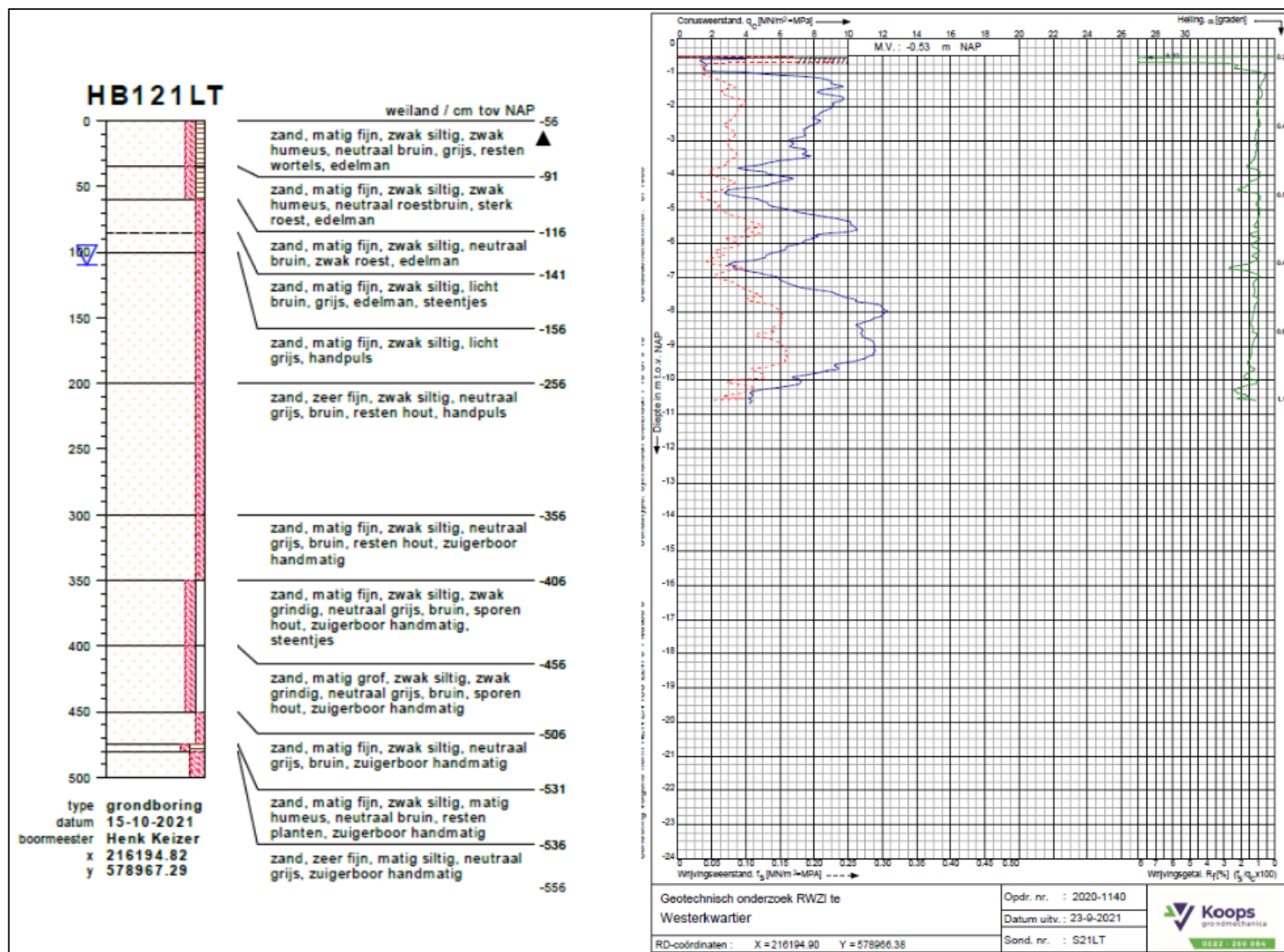


Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

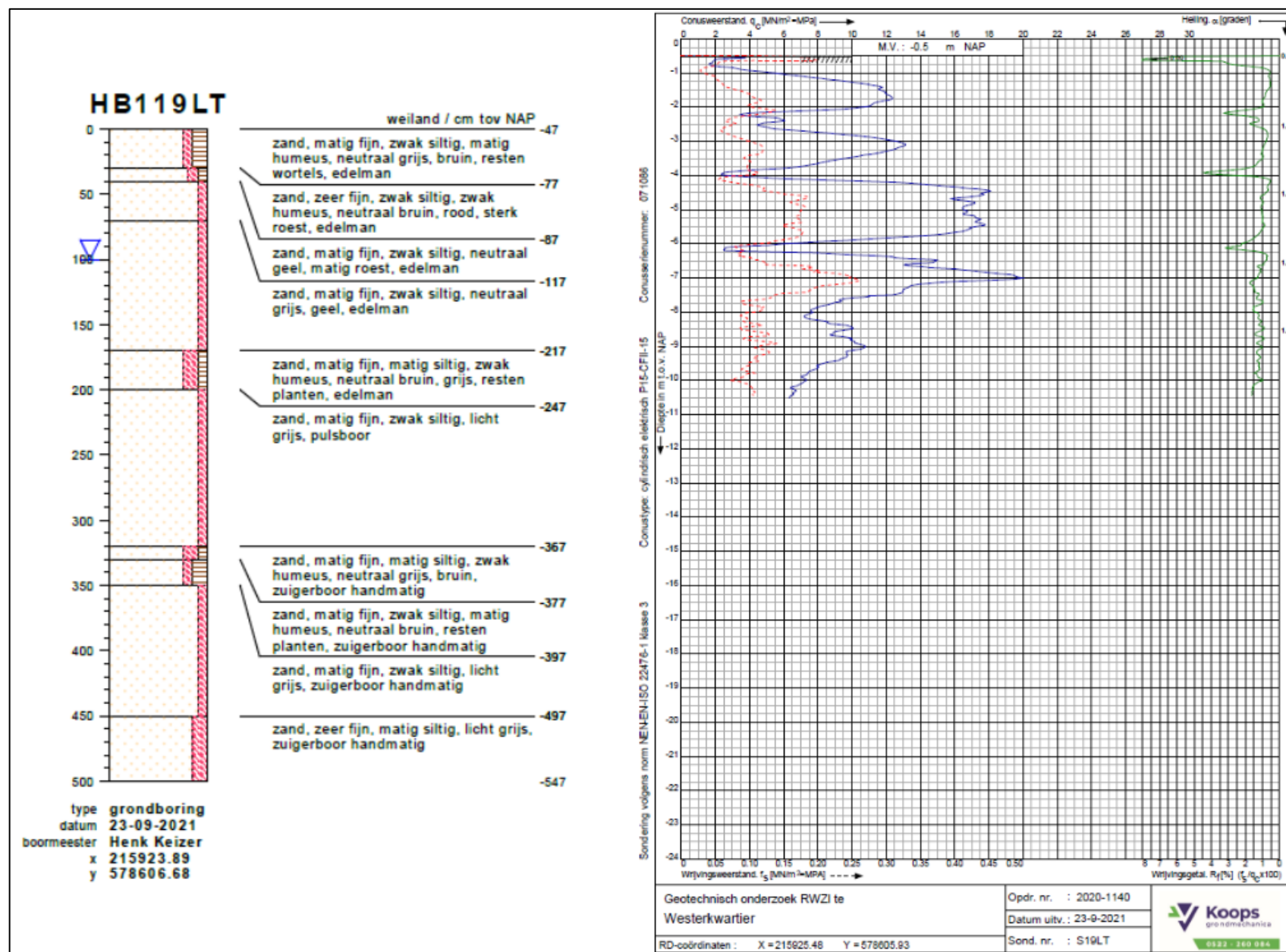




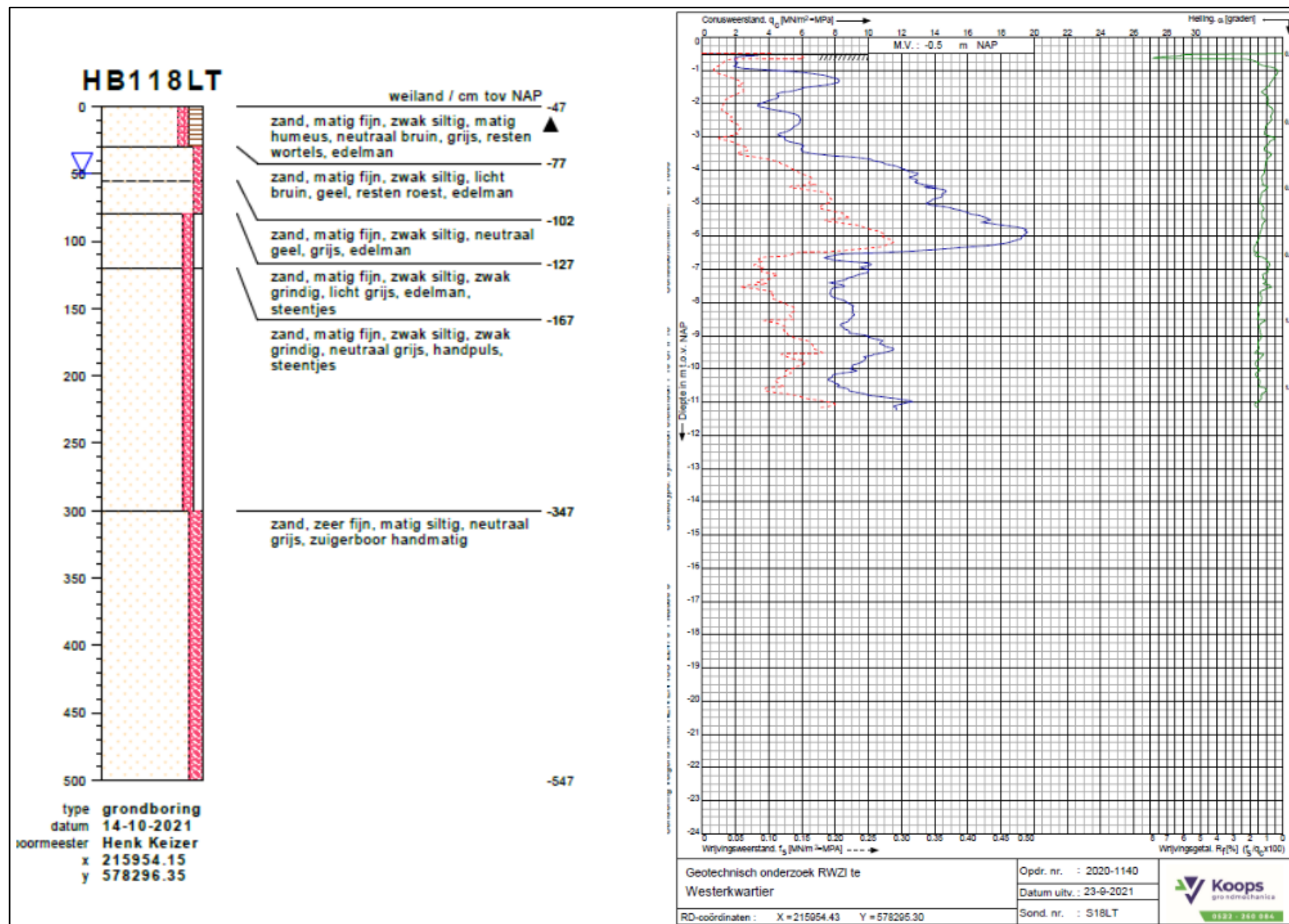
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



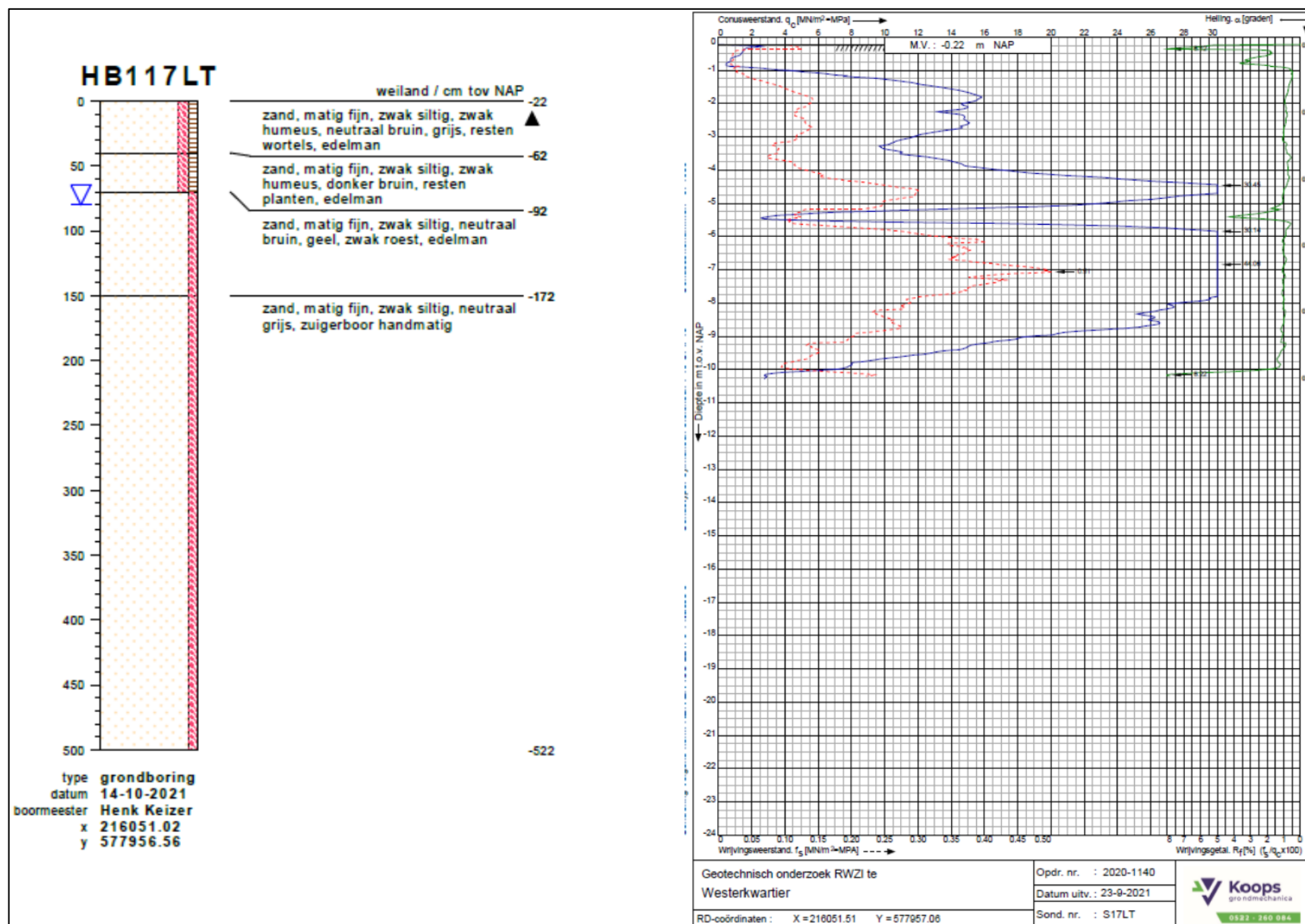
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

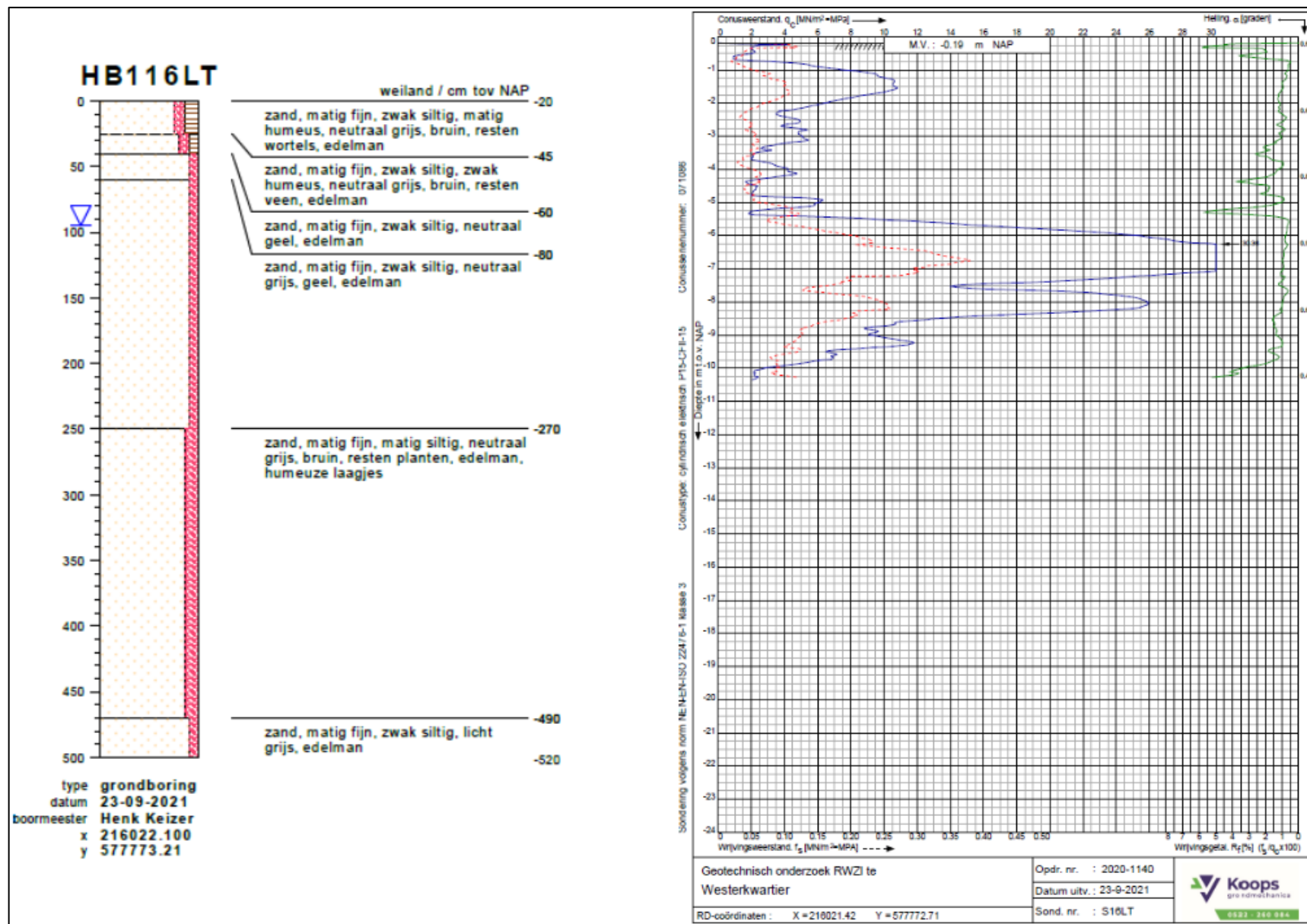


Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

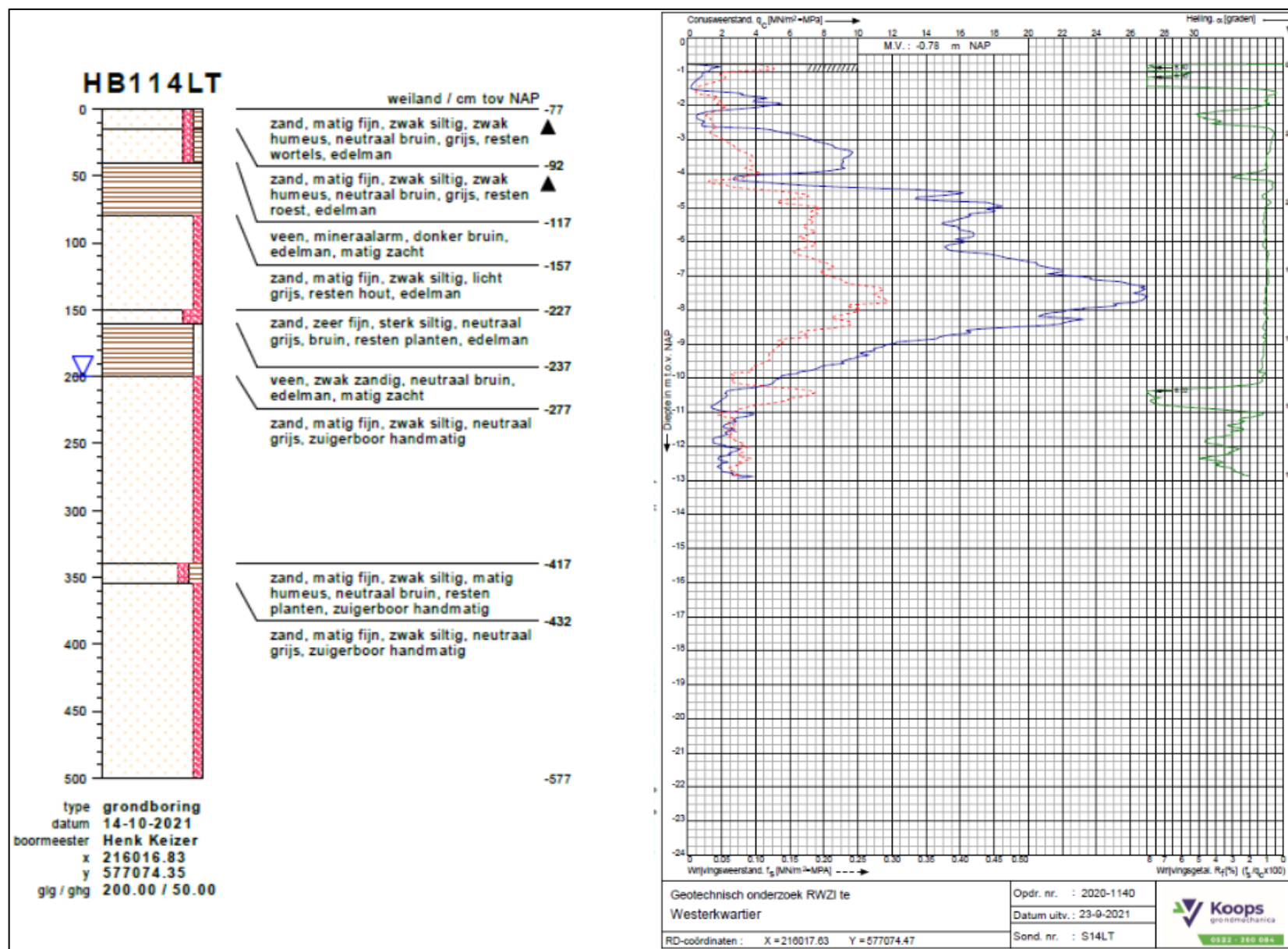


Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

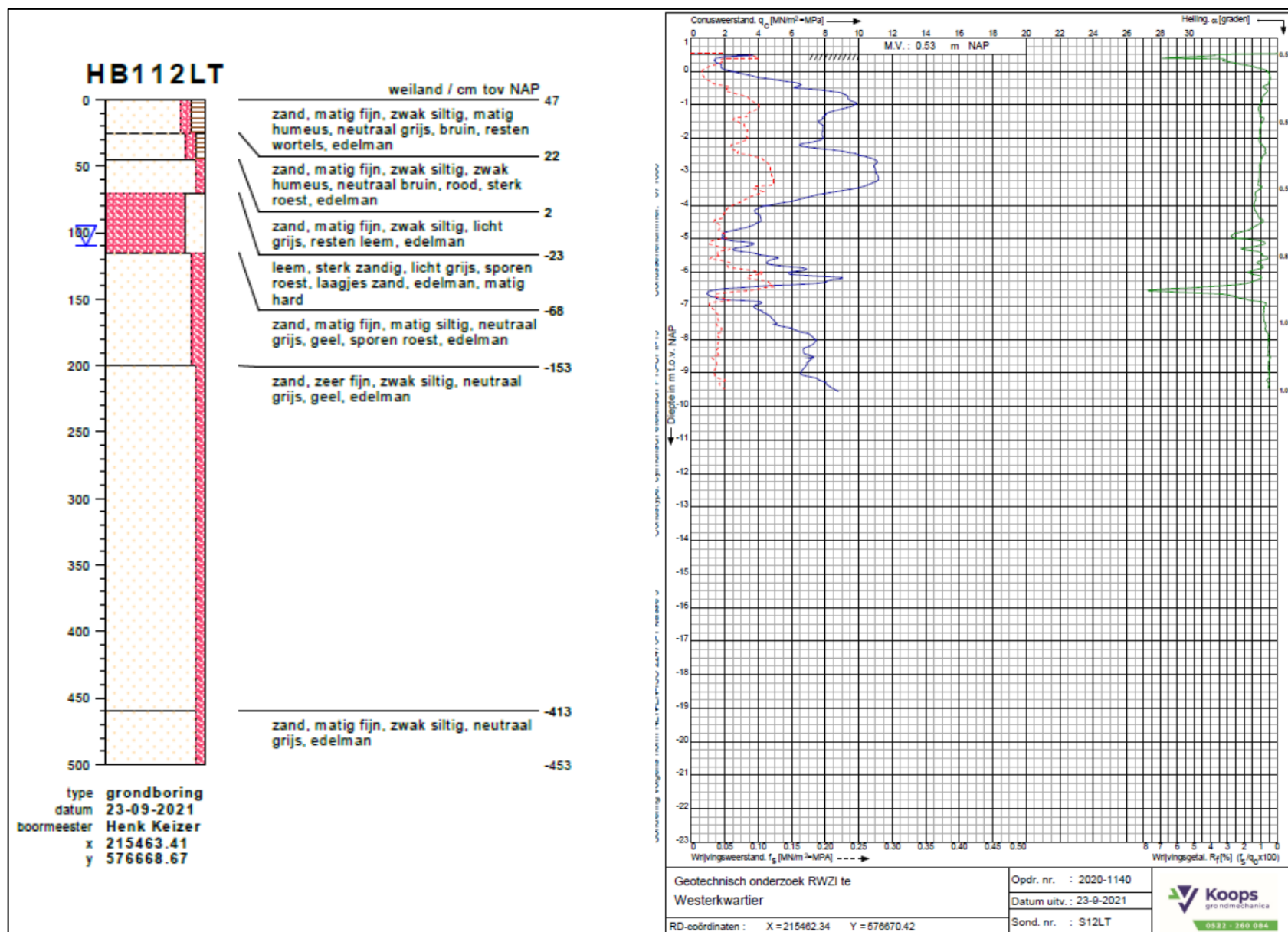




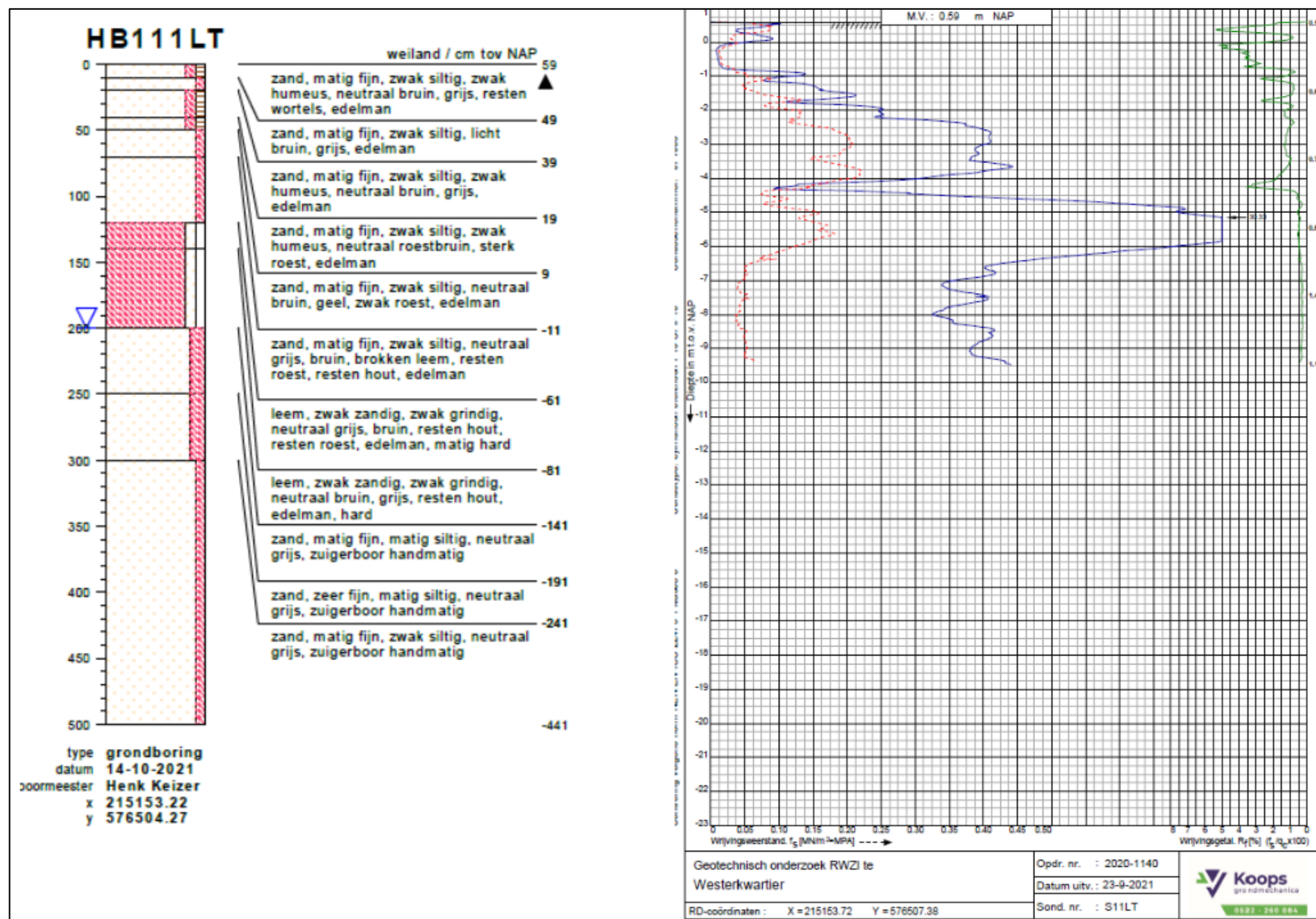
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



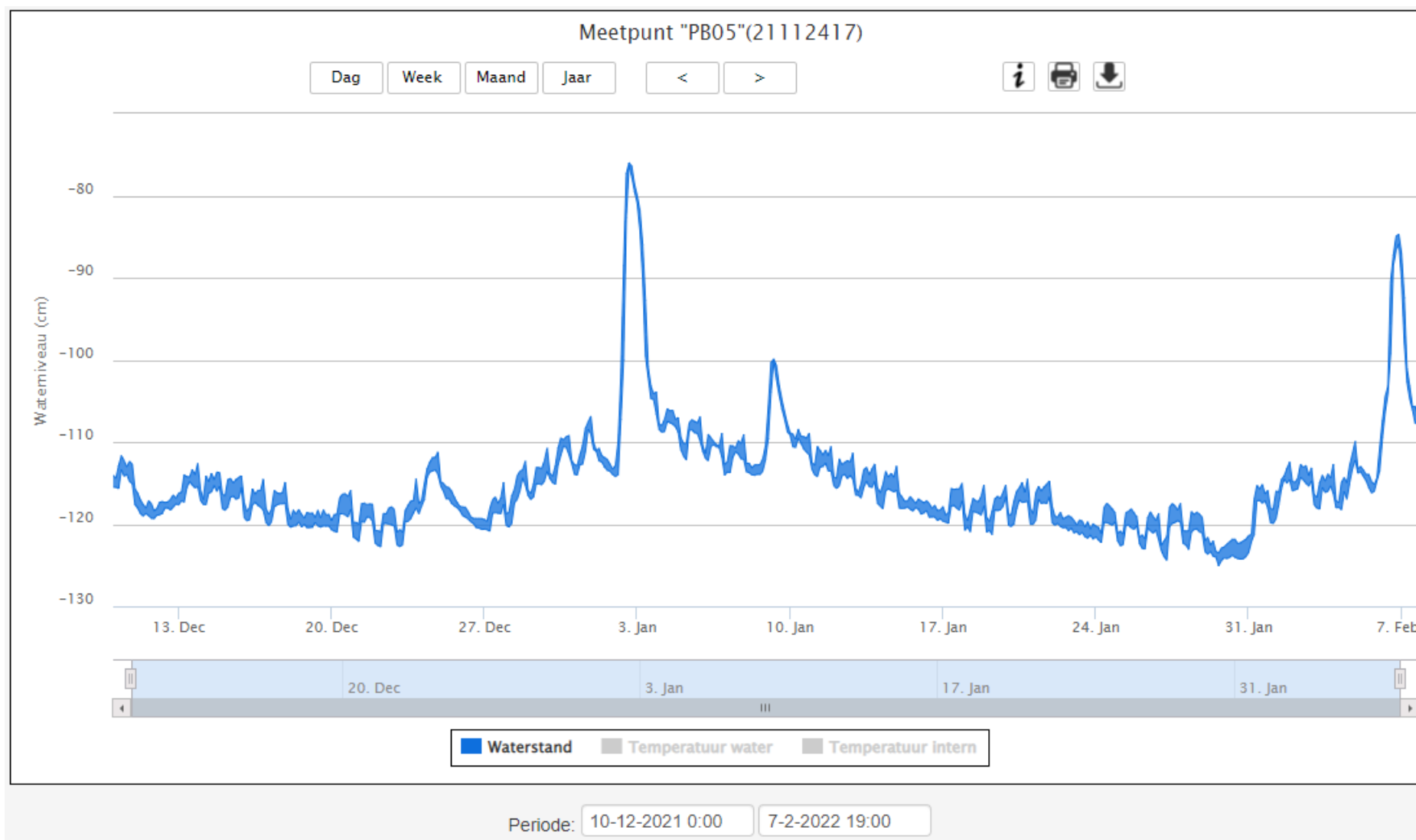
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



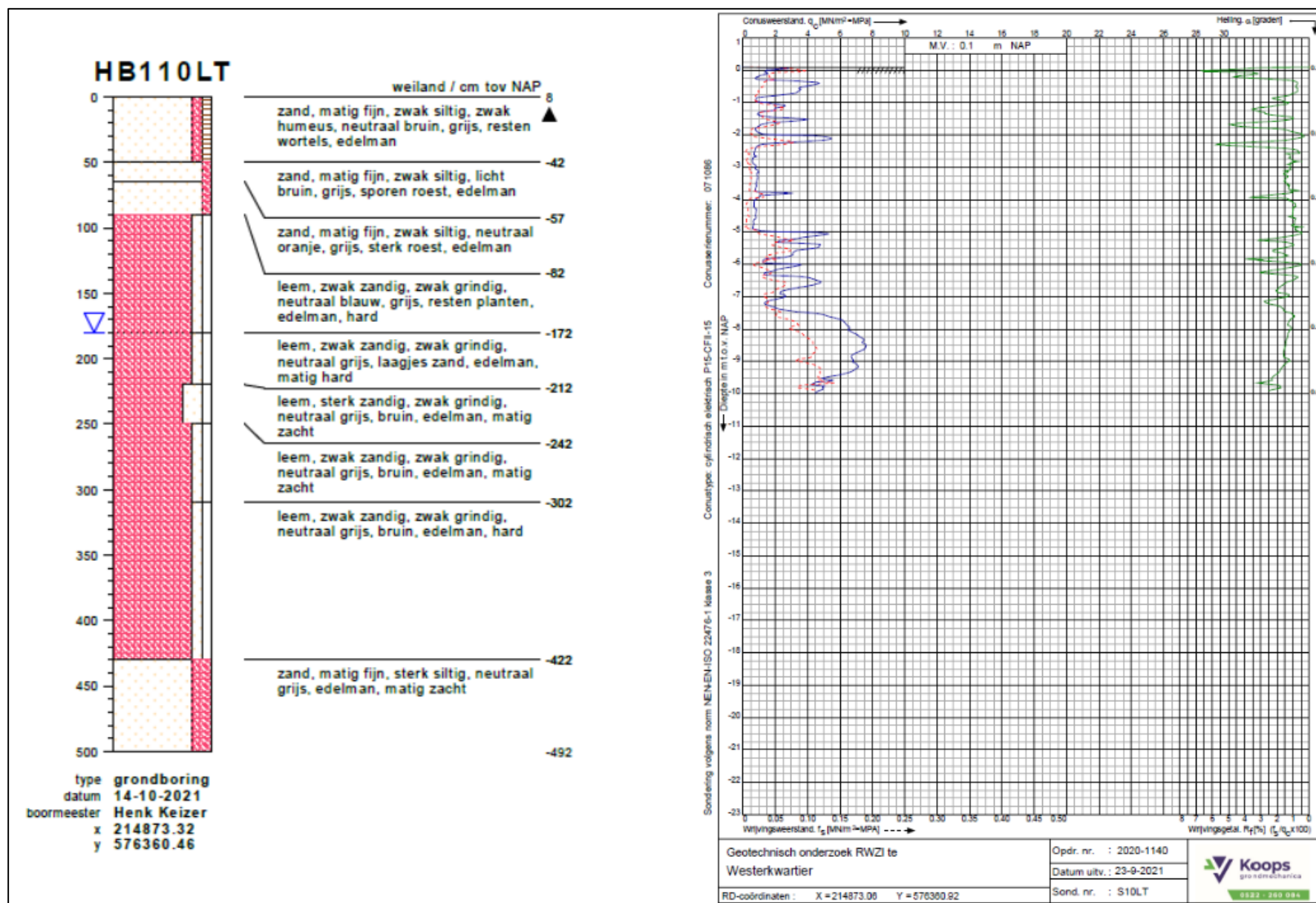
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



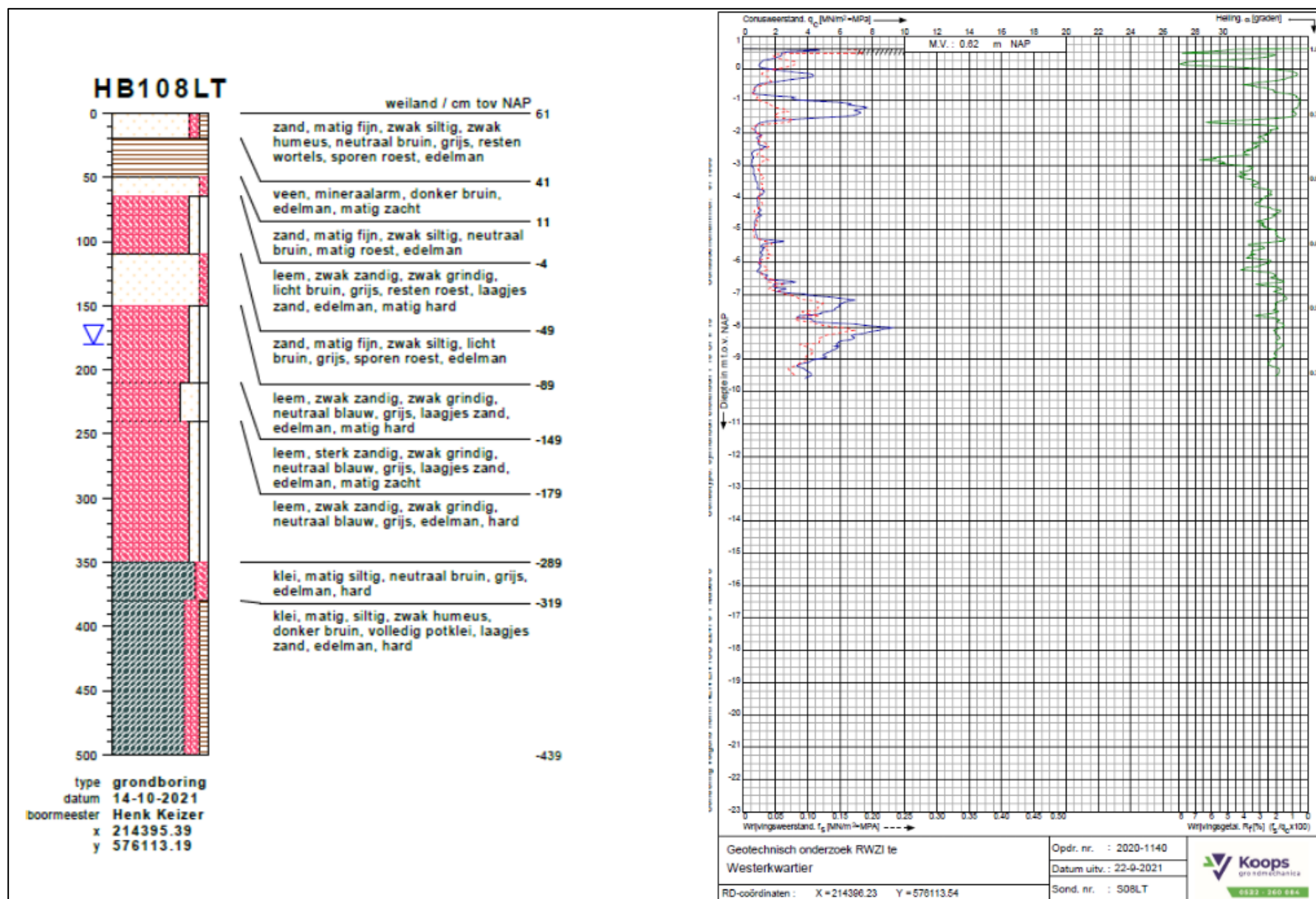
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



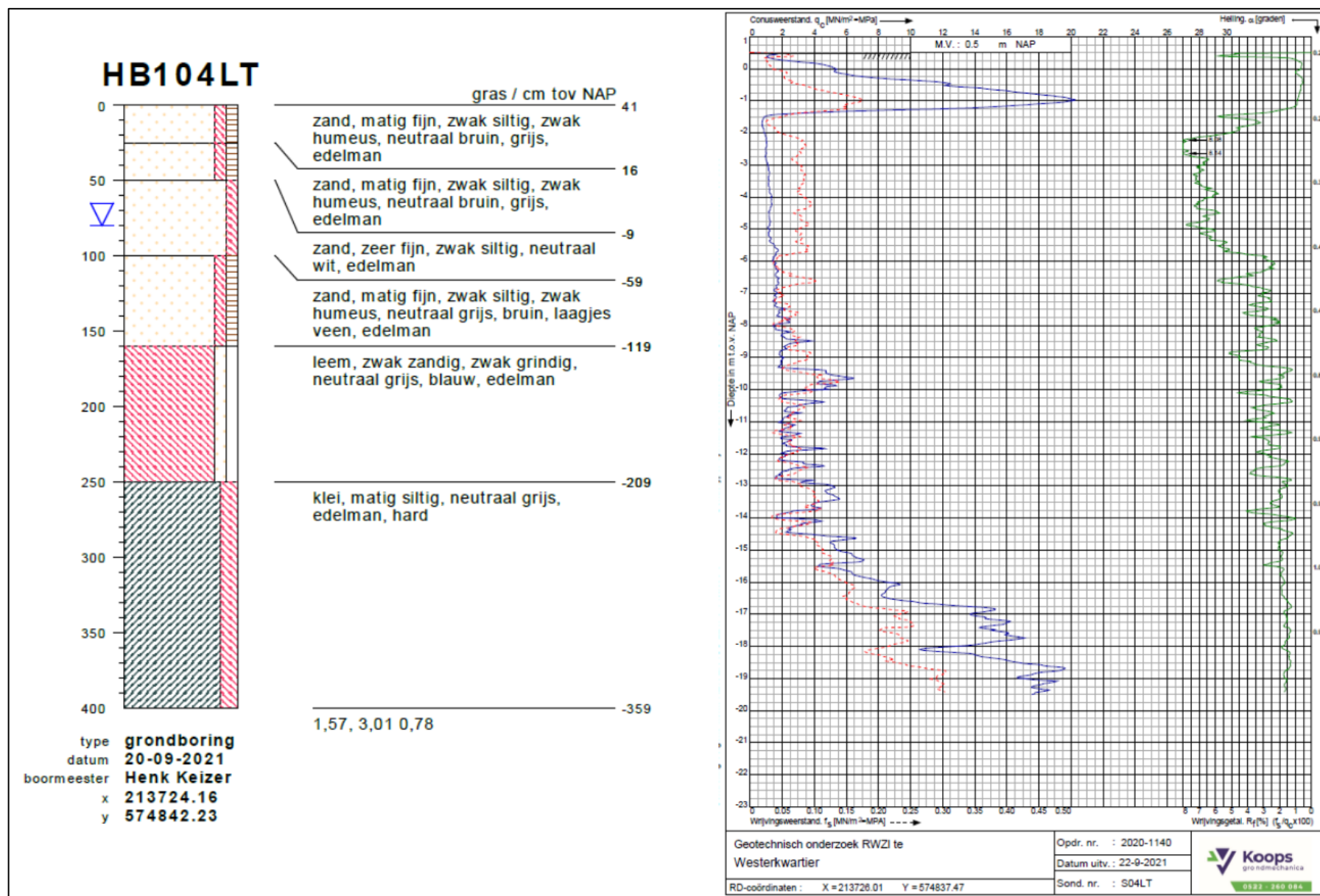
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



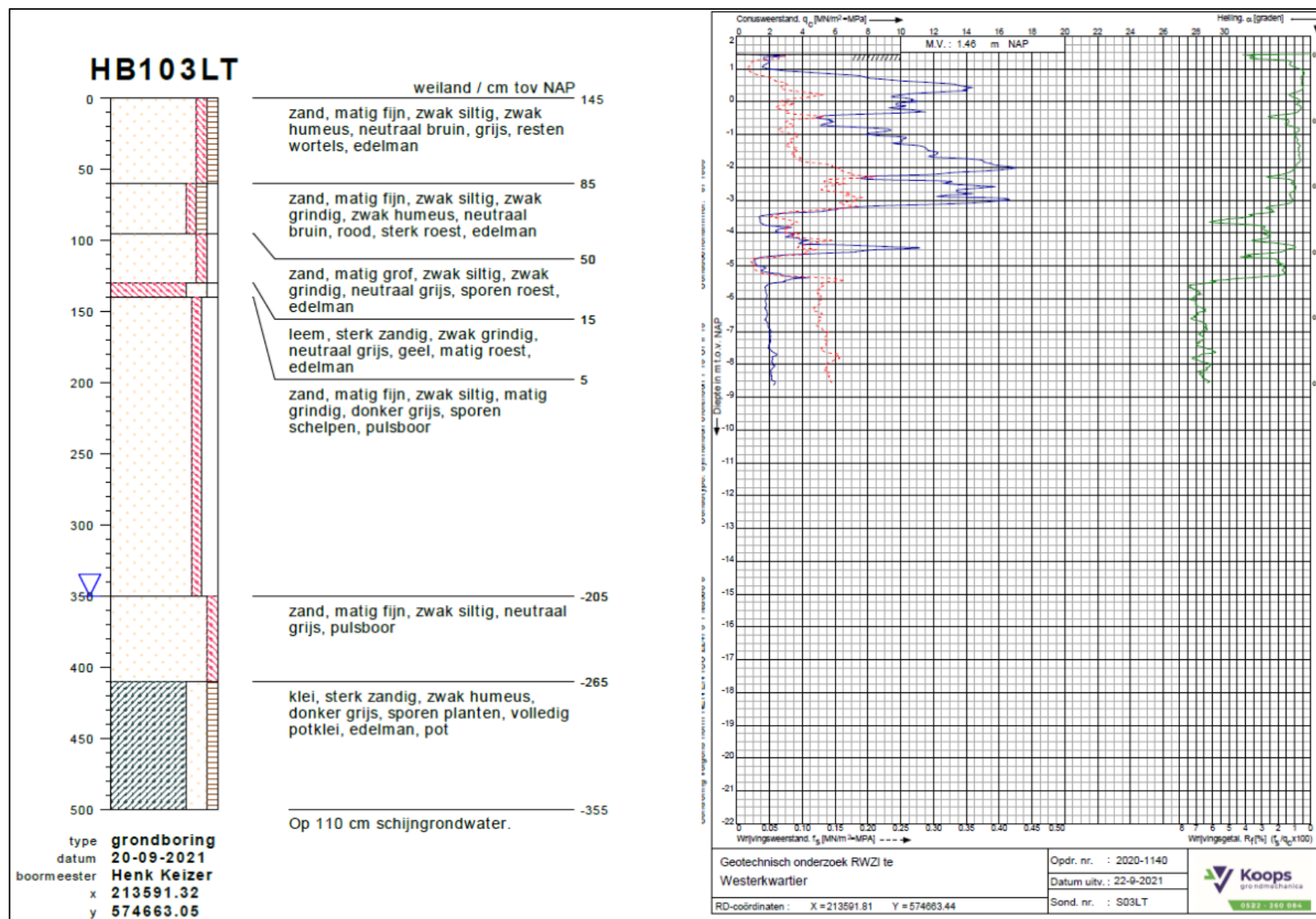
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



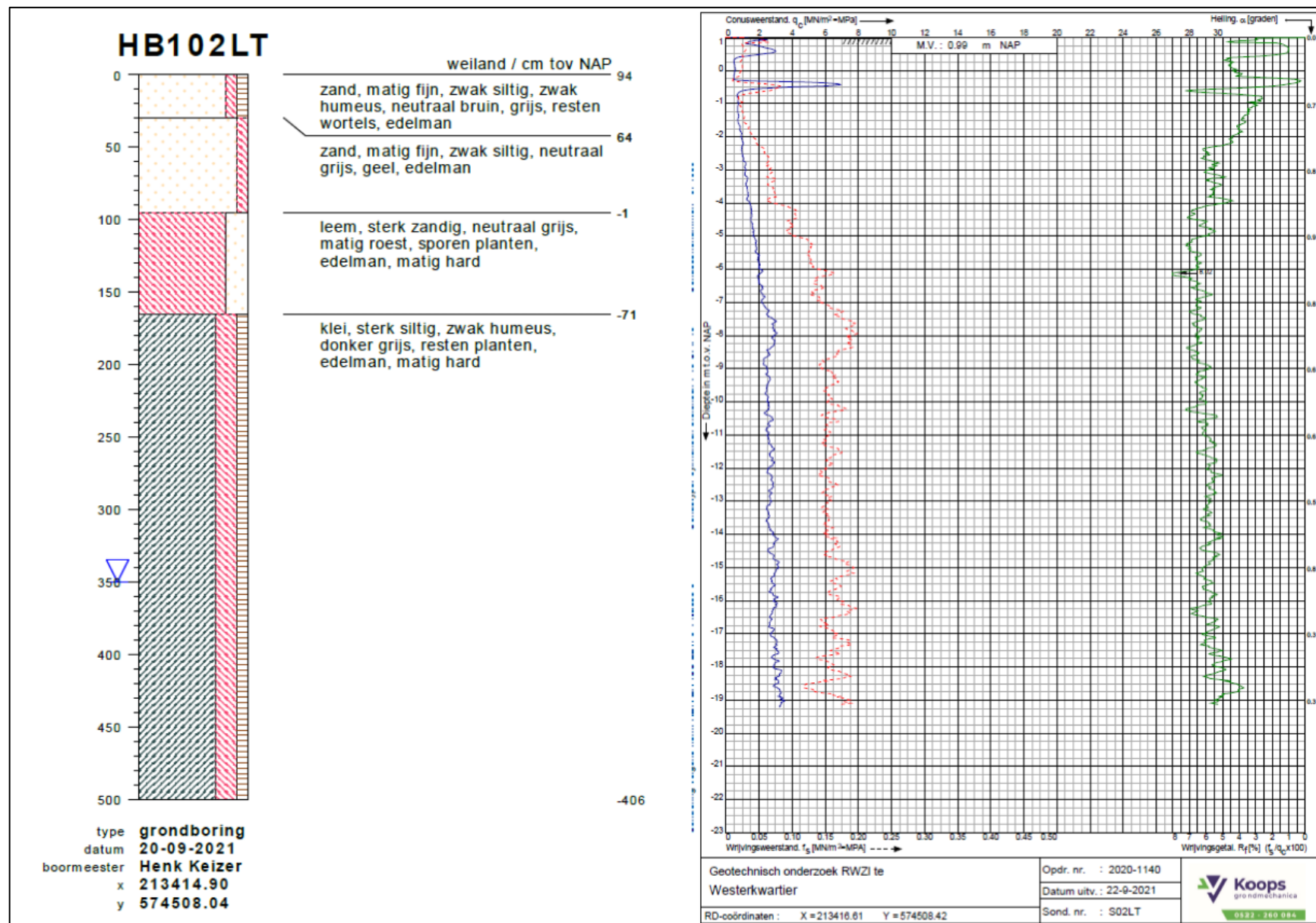
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



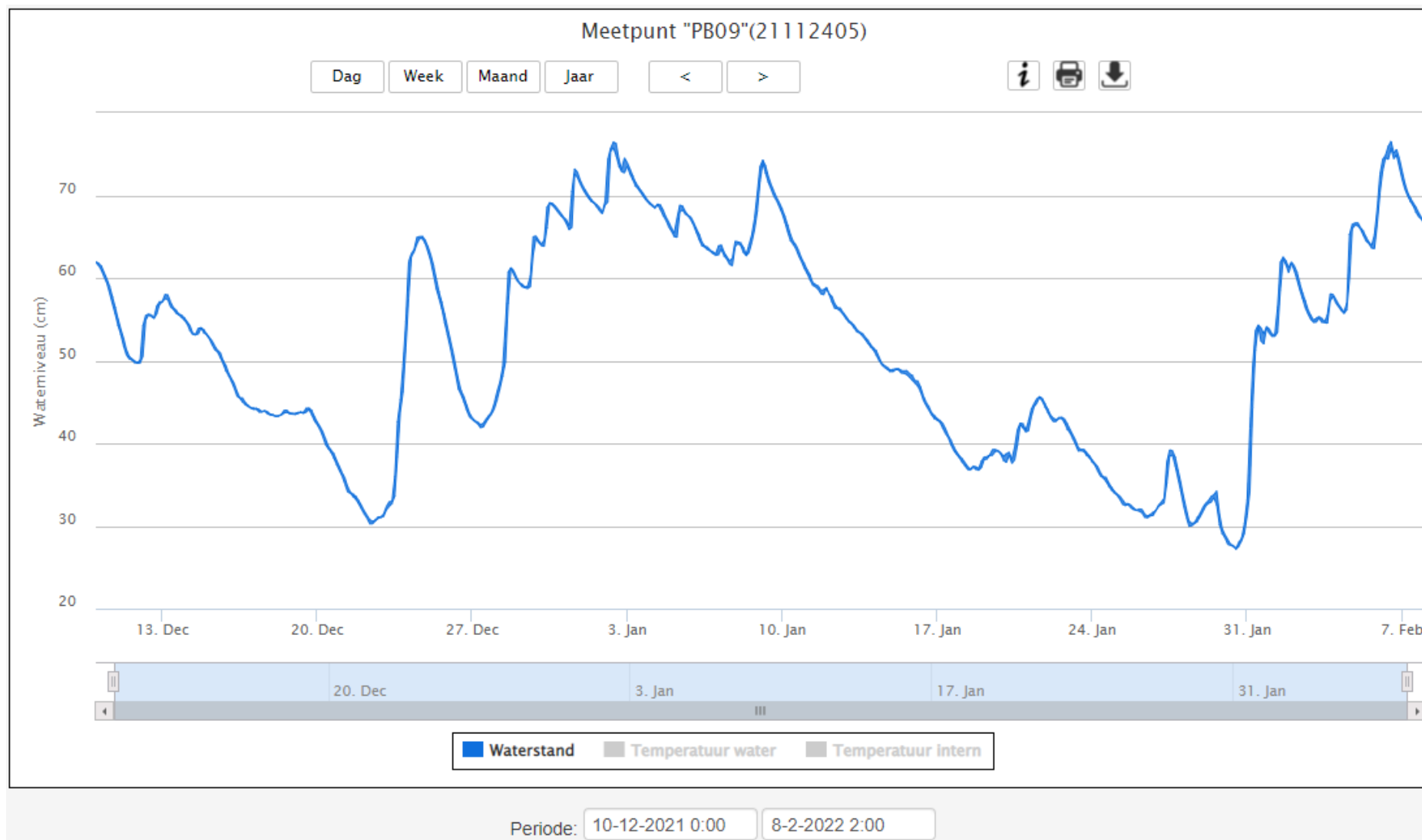
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



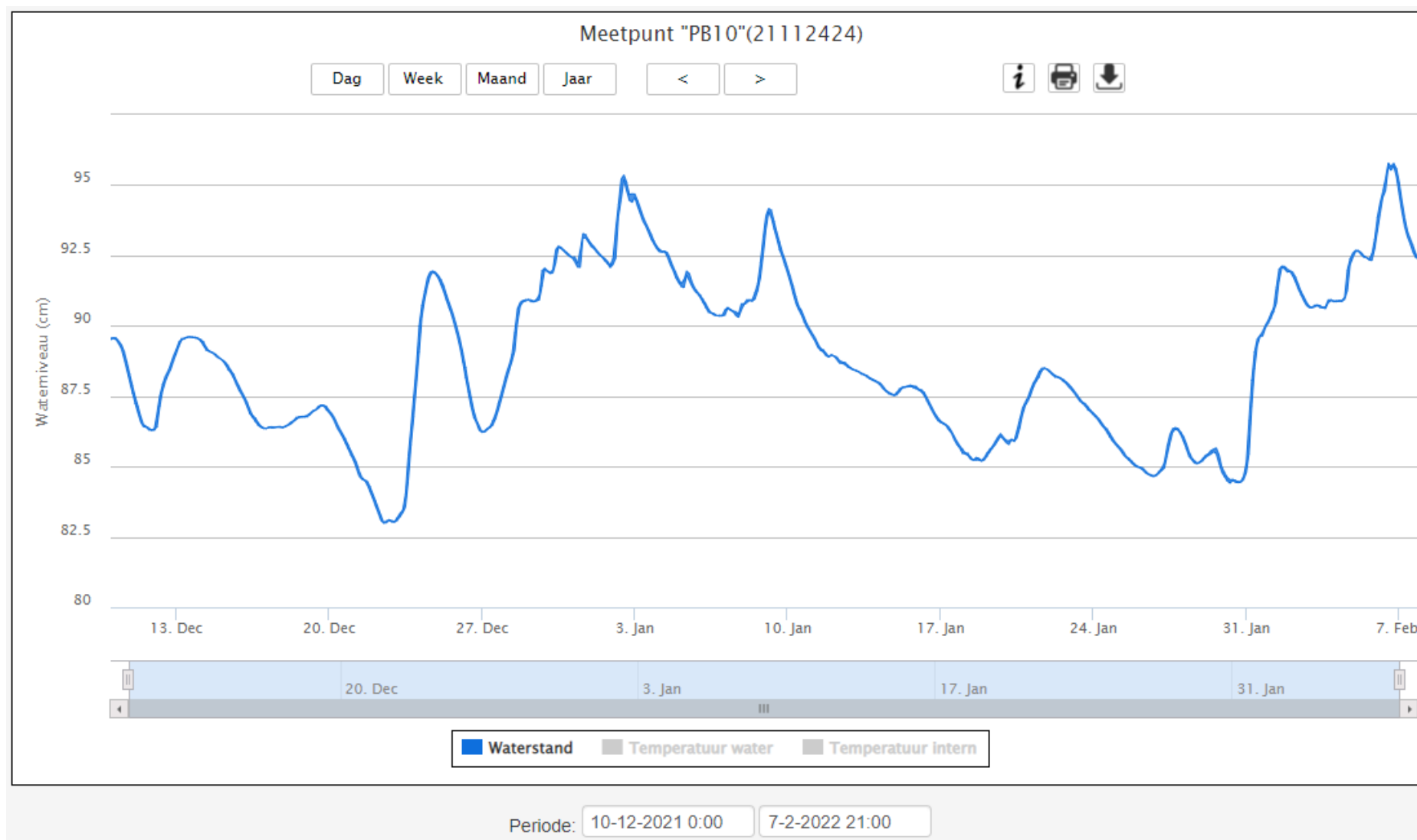
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica



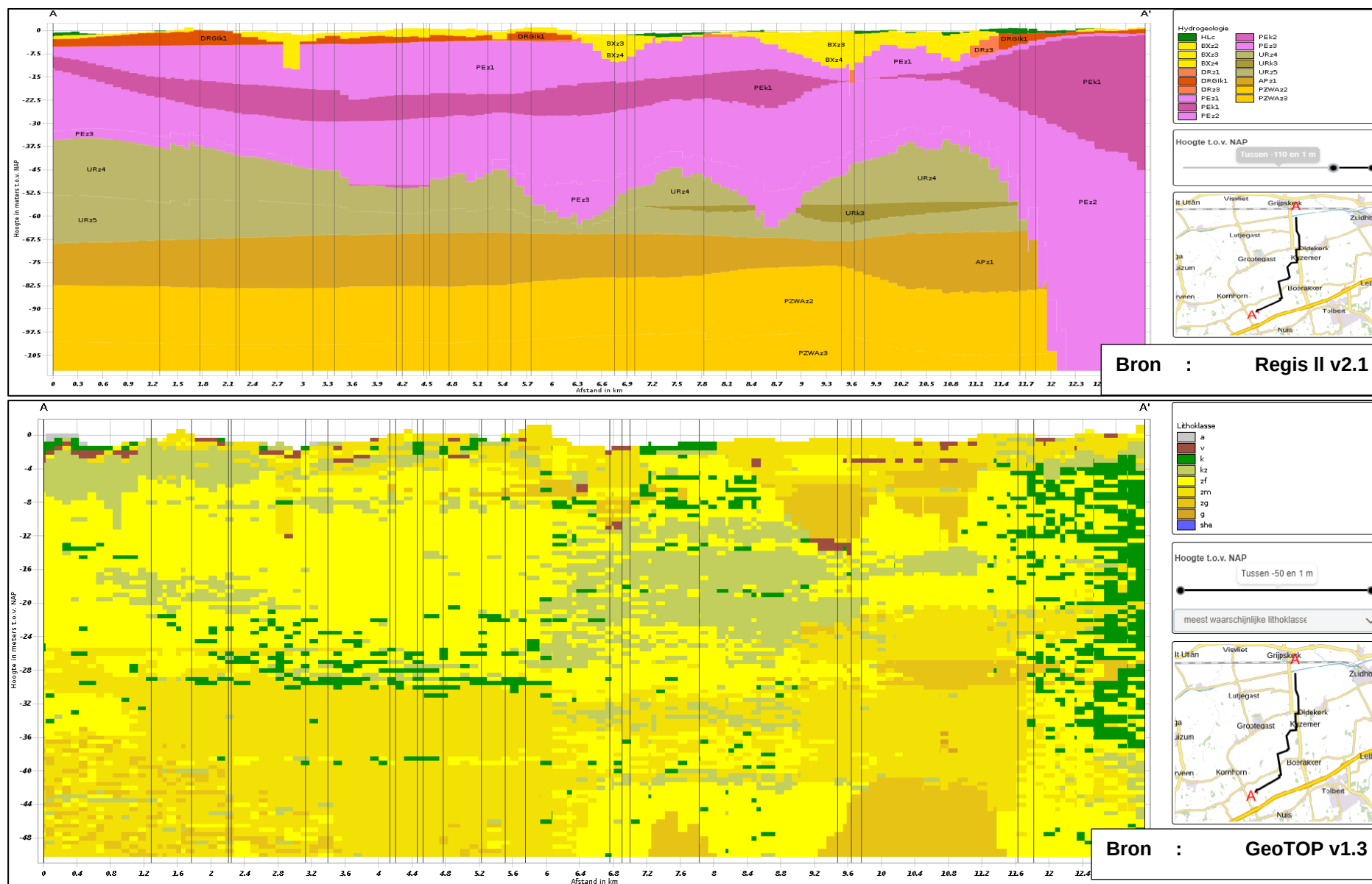
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

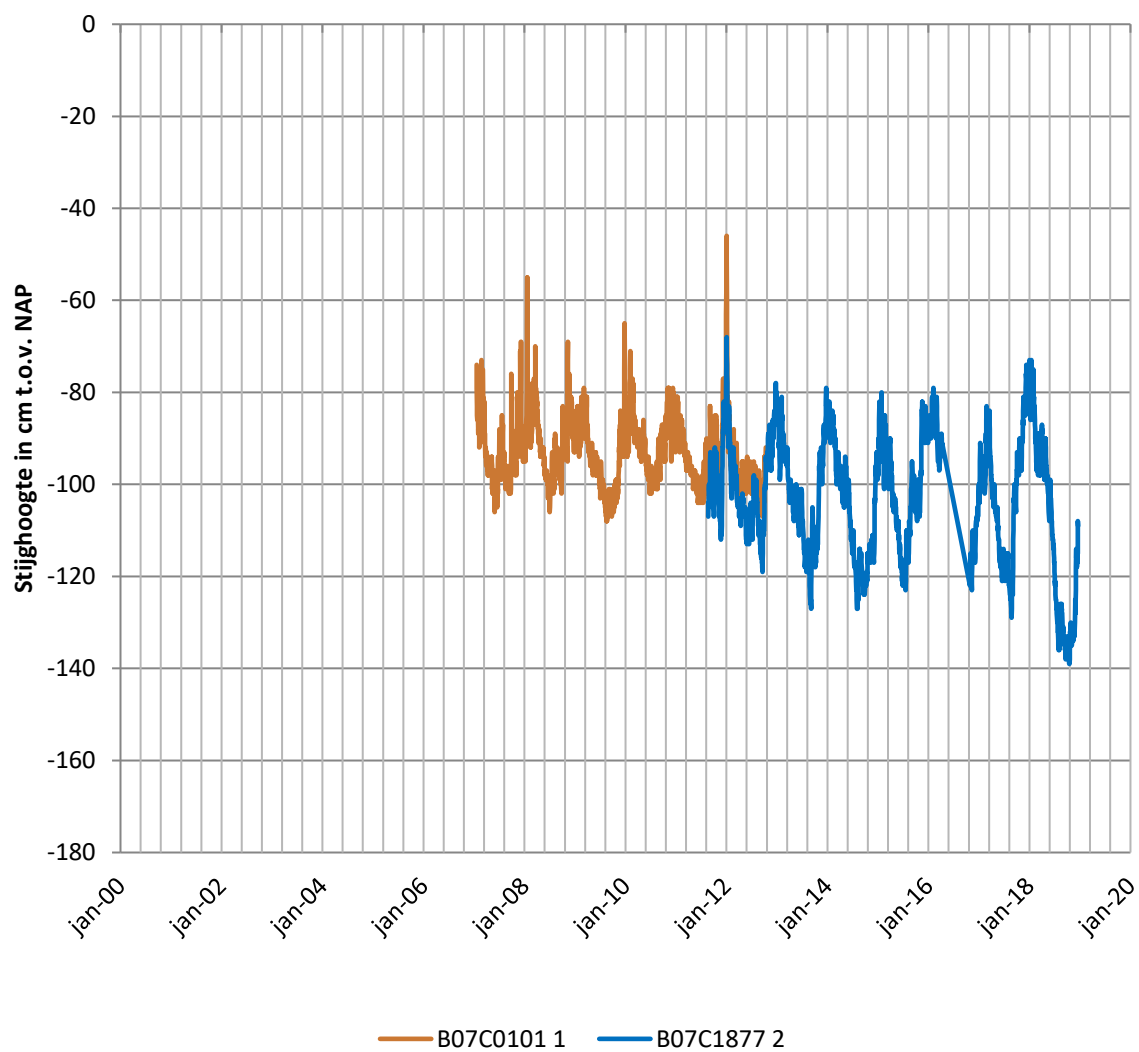


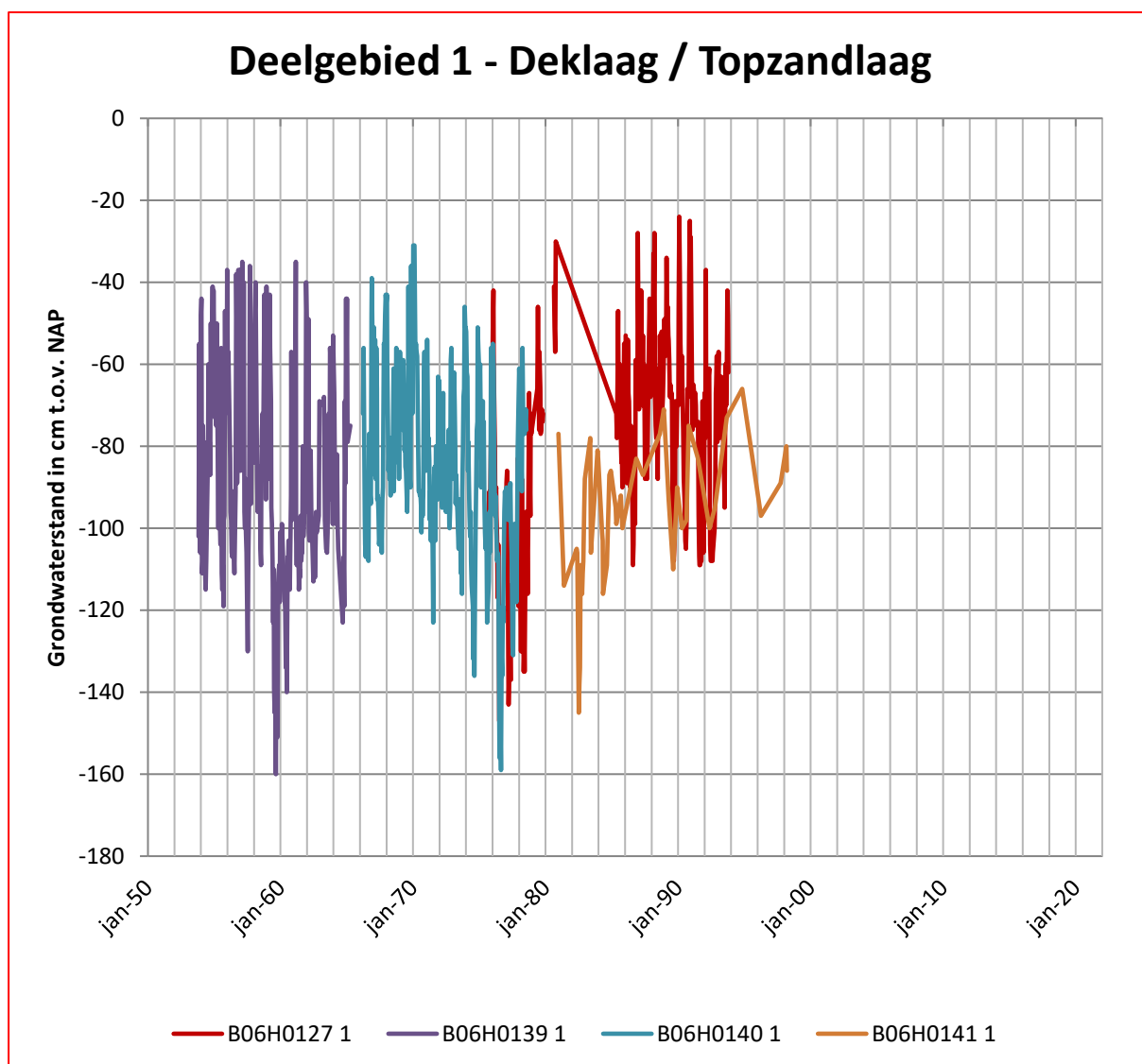
Voorbeeld sondeer-, boor- en peilbuisgegevens Koops Grondmechanica

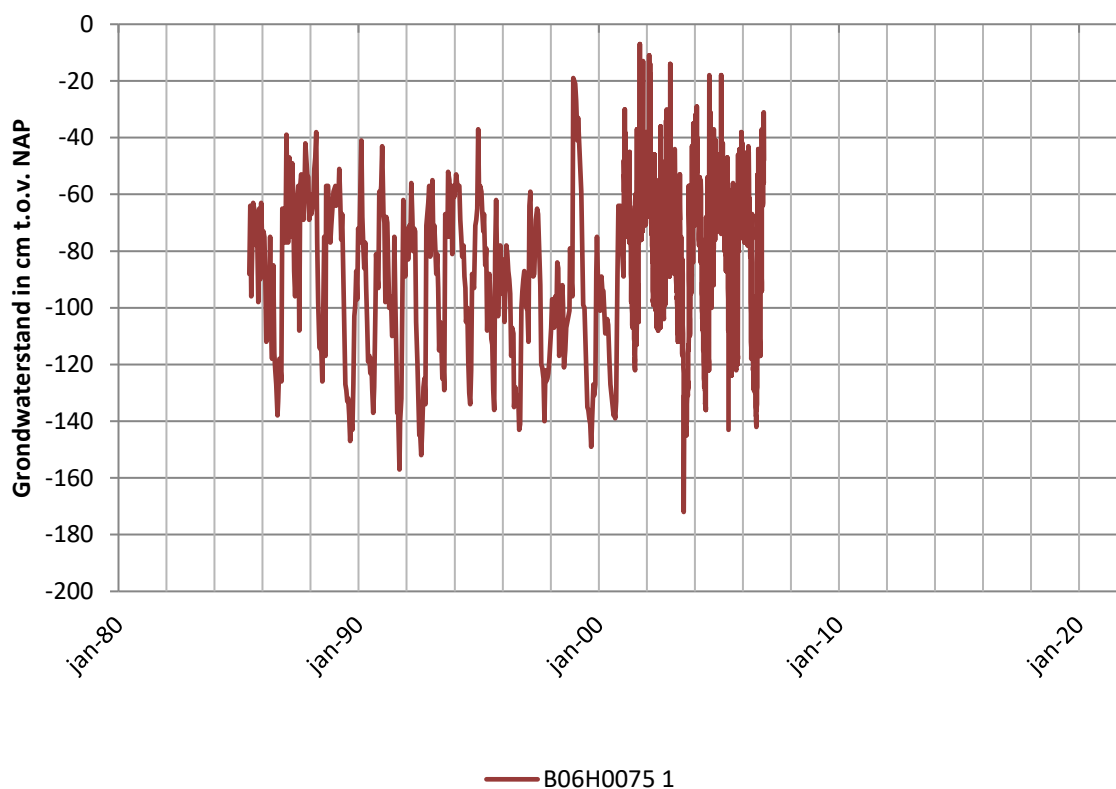
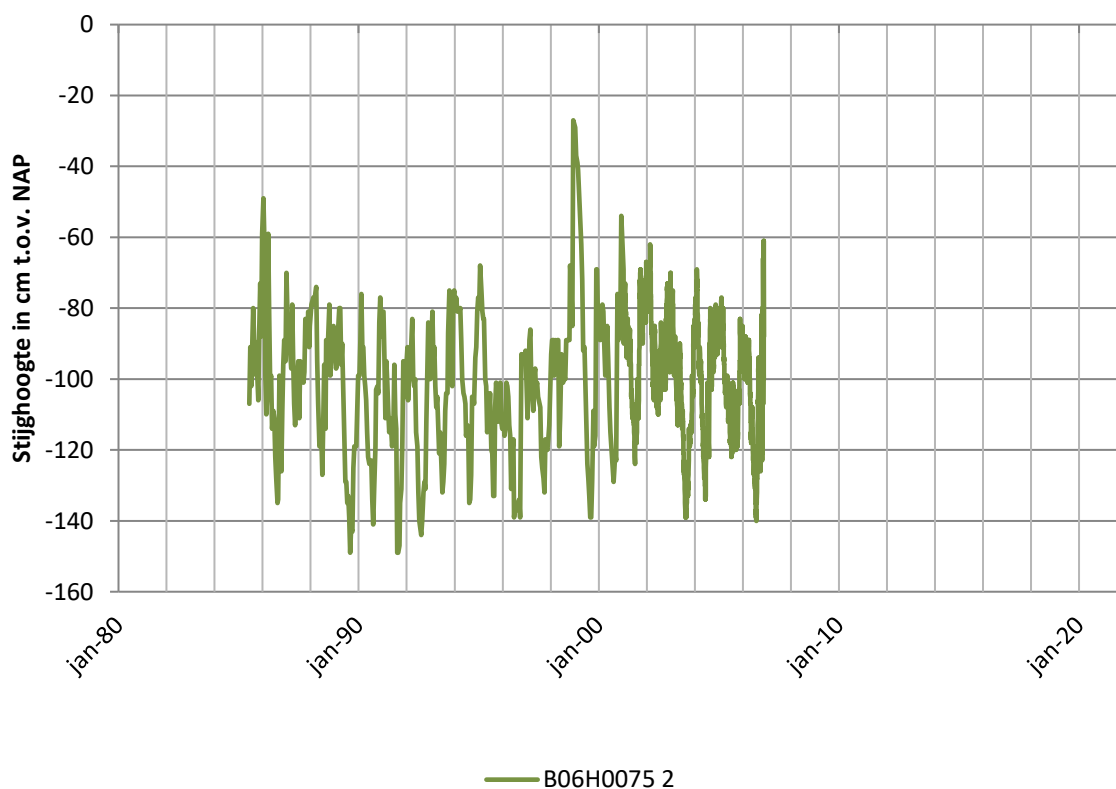


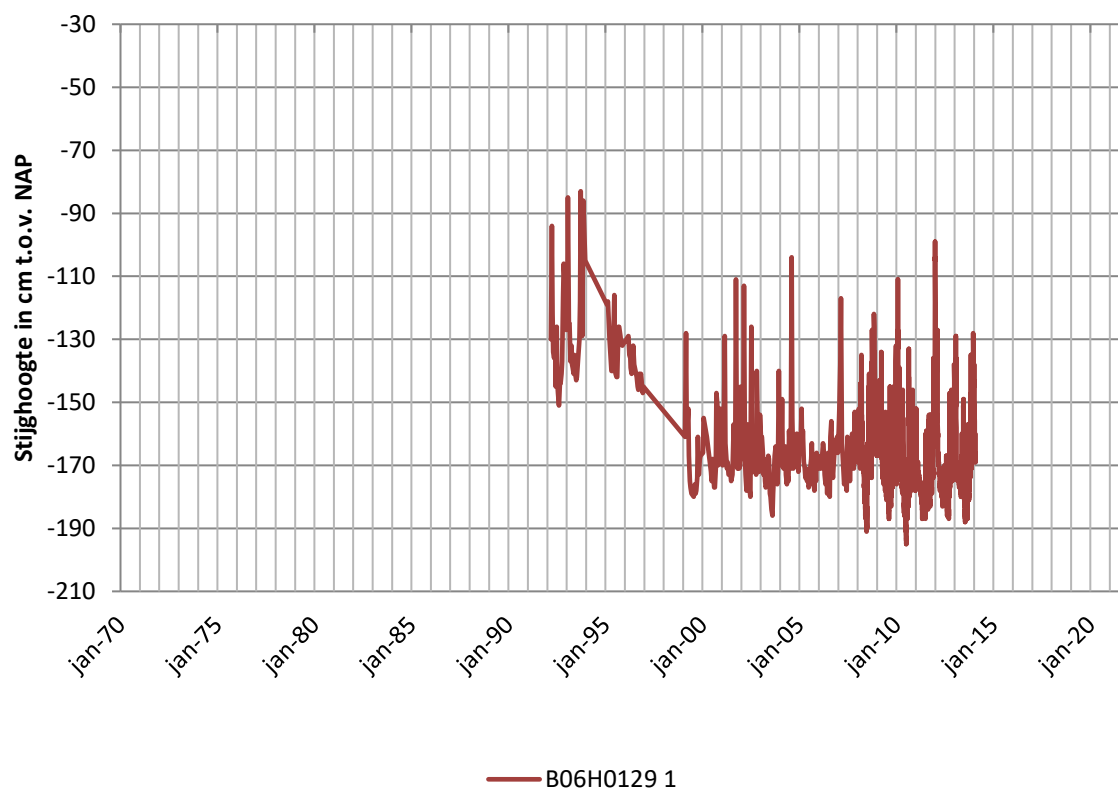
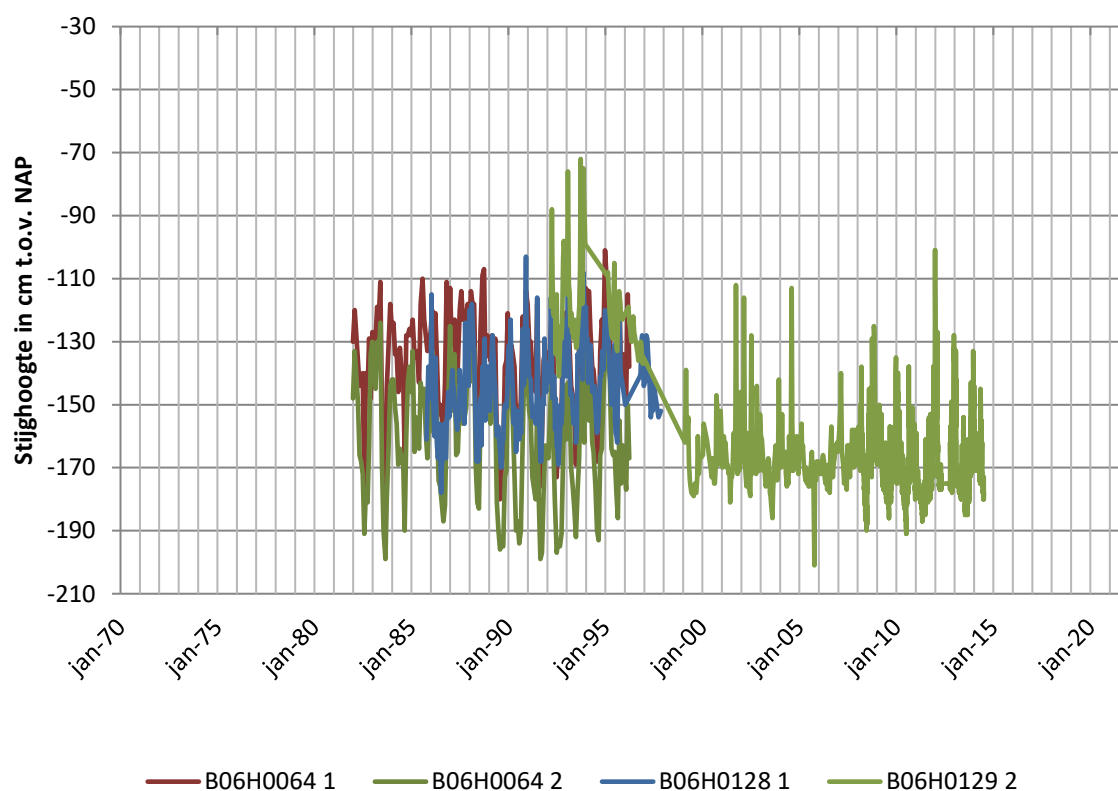
Geohydrologische profiel

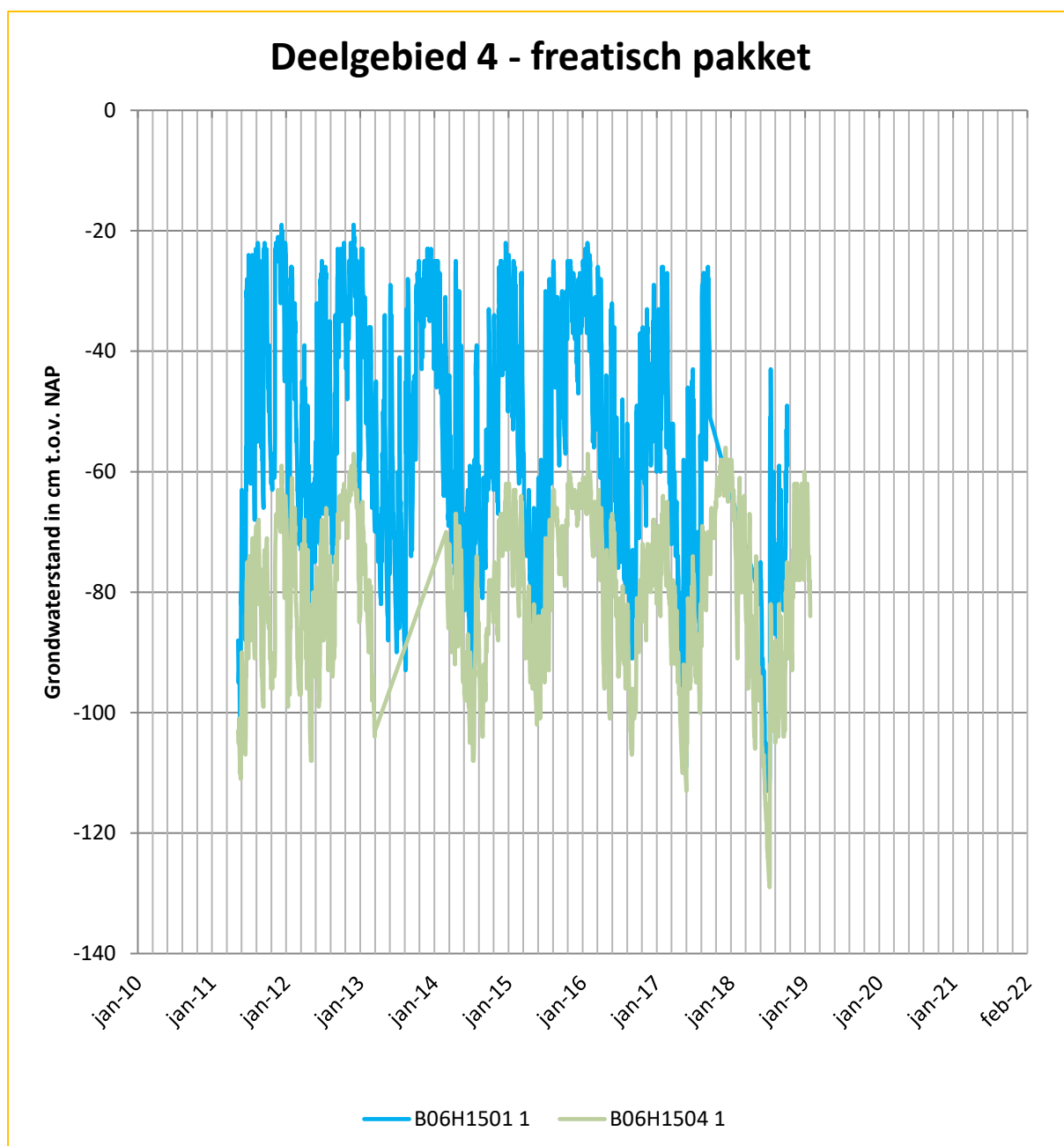


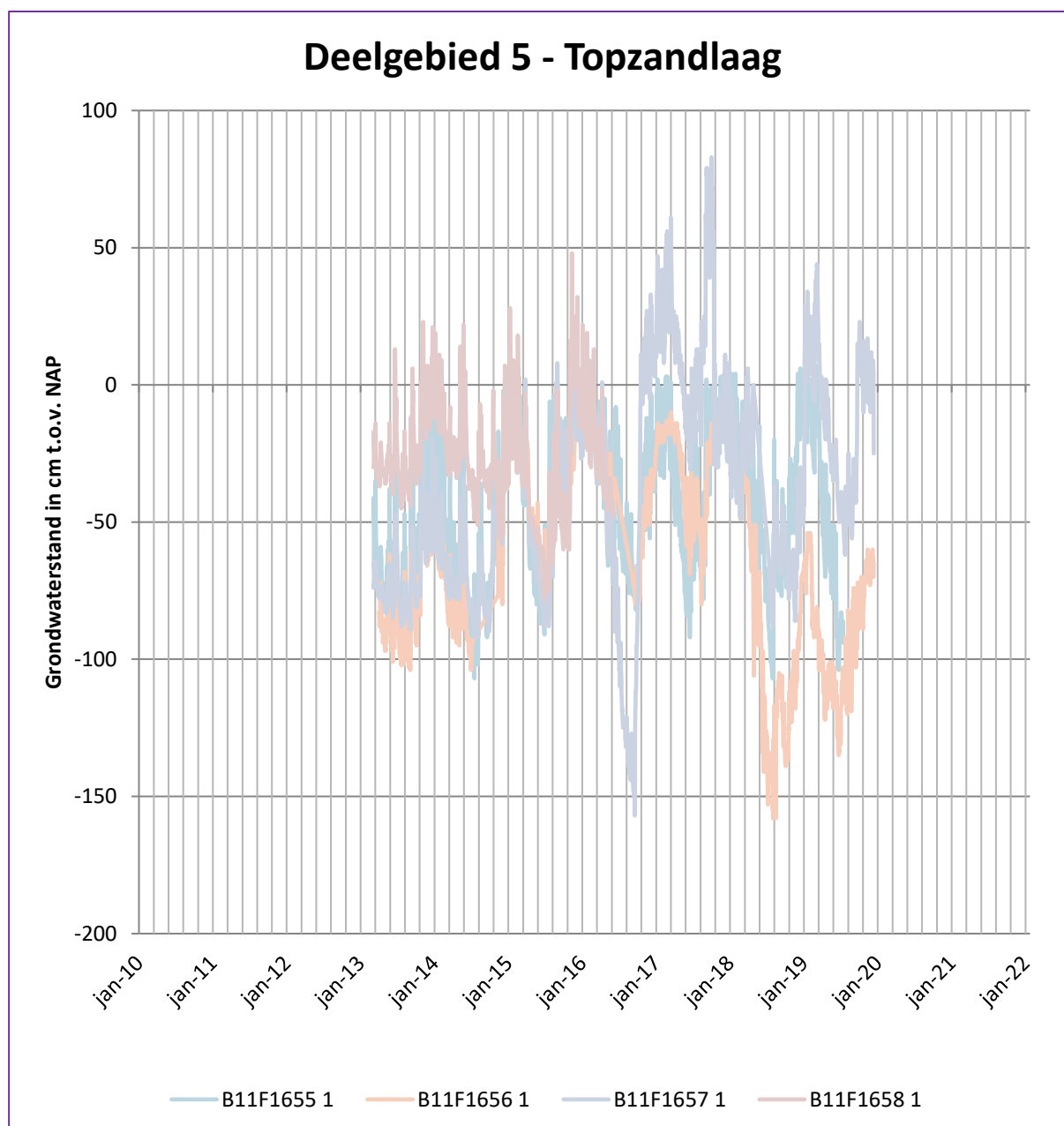
1e Watervoerend pakket



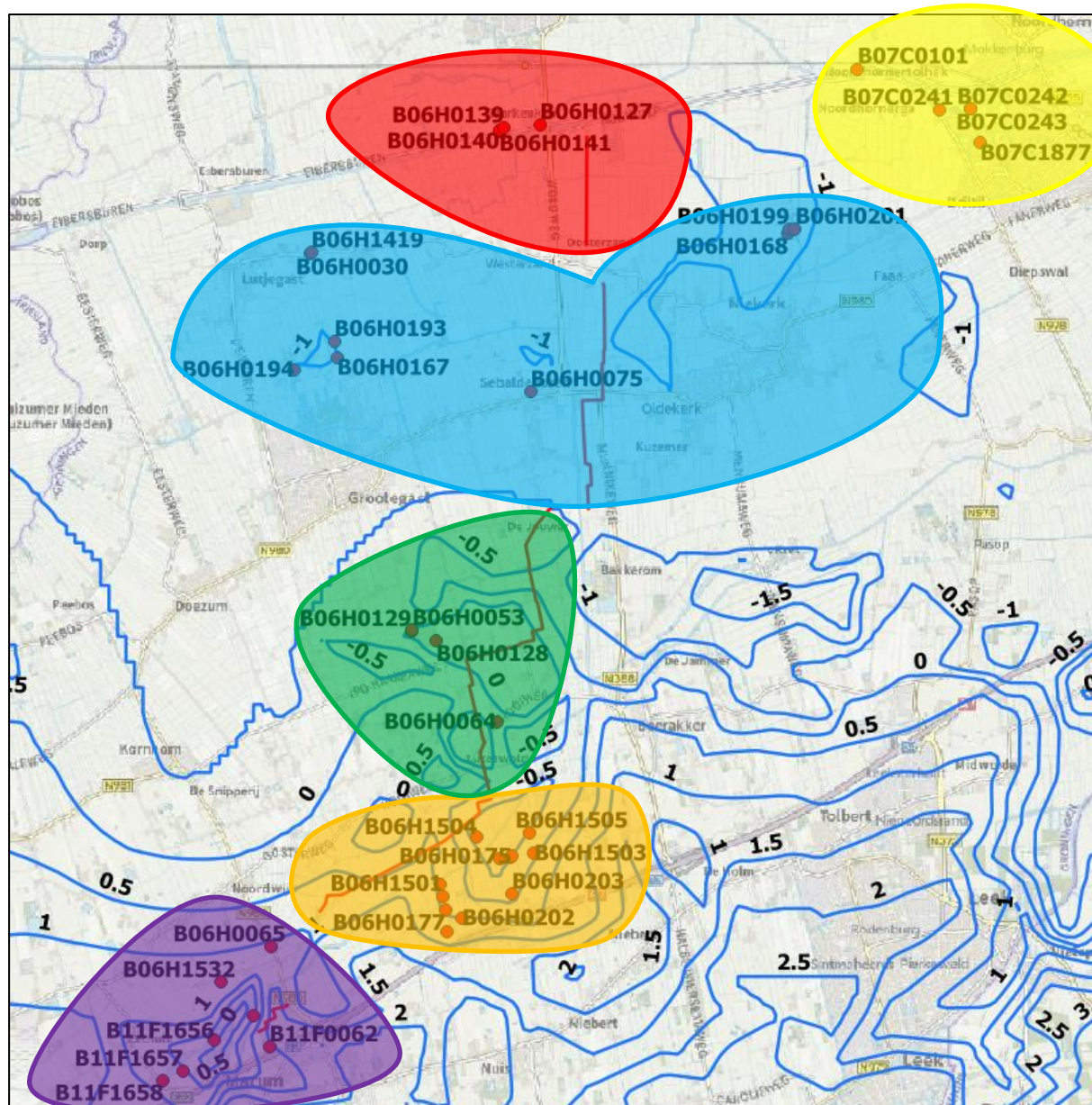
Deelgebied 2 - Deklaag / Topzandlaag**Deelgebied 2 - 1e Watervoerend pakket**

Deelgebied 3 - Deklaag / Topzandlaag**Deelgebied 3 - 1e Watervoerend pakket**





Peilbuisgegevens en isohypsenkaart TNO



Bron: Grondwaterkaart van Nederland 1995, provincie Groningen TNO: Isohypsenpatroon eerste watervoerend pakket



Leidingtracé



Peilbuislocatie TNO

Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

routekaart	constructie	aantal	afmetingen in m	niveau in m - NAP	bemalingstype
0	in- en uittredeput	9	8 x 4	3,2 à 4,2	frea / spanning
1	intredeput	1	8 x 4	3,30	open / spanning
2	in- en uittredeput	2	8 x 4	3,00	open / spanning
3	uitredeput	1	8 x 4	1,50	open
4	intredeput	1	8 x 4	2,00	spanning
5	in- en uittredeput	2	8 x 4	2,30	open
5	uitredeput Noorderringweg	1	8 x 4	1,40	open

routekaart	afmetingen in m	aanlegniveau in m - NAP	bemalingstype	max. toegestane stijghoogte in m - NAP gws	sh
0	8 x 4	3,2 à 4,2	frea / spanning	3,5 à 4,5	3,7 – 1,4
1	8 x 4	-3,30	open / spanning	3,6	2,6
2	8 x 4	-3,00	open / spanning	3,3	2,6 – 0,5
3	8 x 4	-1,50	open	1,8	0,5
4	8 x 4	-2,00	spanning	-	1,4
5	8 x 4	-2,30	open	2,6	-
5	8 x 4	-1,40	open	1,7	-

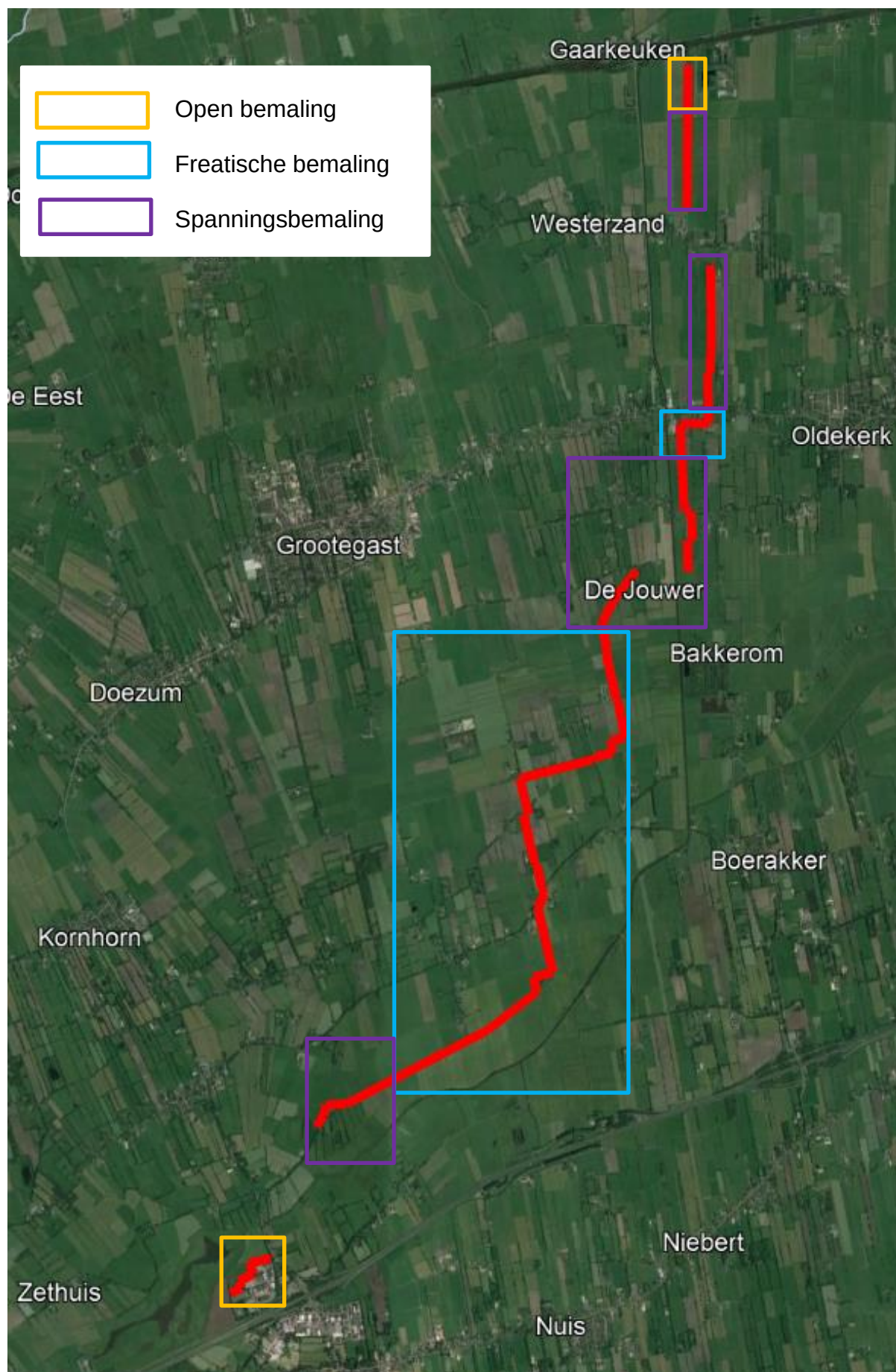
Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

routekaart	traject	trajectnummer	afmetingen in m	niveau in m - NAP	bemalingstype
1	start tot zinker in Oostzandemer Matsloot	1	455 x 8	-2,70	open
1	zinker in Oostzandemer Matsloot	2	15 x 8	-4,25	open / spanning
1	zinker tot HDD nabij Oosterzand	3	780 x 8	-3,20	open / spanning
2	HDD tot zinker Kolenelsdiep	4	790 x 8	-3,10	open / spanning
2	zinker Kolenelsdiep	5	10 x 8	-4,75	spanning
2	zinker tot boring N980	6	485 x 8	-3,85	open / spanning
2	boring tot boring N388	7	125 x 8	-3,20	frea
2	boring tot Kuzemertocht	8	475 x 8	-2,95	frea
2	zinker Kuzemertocht	9	10 x 8	-3,60	frea
2	zinker tot boring Kuzemerweg	10	1000 x 8	-2,00	open / spanning
2	boring tot HDD nabij Wolddiep	11	540 x 8	-2,10	open / spanning
3	HDD tot watergang	12	790 x 8	-2,60	frea
3	zinker watergang	13	15 x 8	-4,70	frea
3	zinker tot boring Jouwerweg	14	1930 x 8	-3,50	frea
3	boring Jouwerweg tot boring Hooiweg	15	1640 x 8	-2,95	frea
4	boring Hooiweg tot HDD nabij Beldam	16	3250 x 8	-2,40	frea
5	HDD tot rwzi Marum	17	600 x 8	-1,60	open

Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

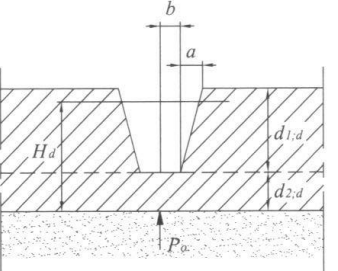
traject nummer	afmetingen in m	aanlegniveau in m - NAP	bemalingstype	max. toegestane stijghoogte in m - NAP	
				gws	sh
1	455 x 8	-2,70	open	3,0	-
2	15 x 8	-4,25	open / spanning	4,6	3,5
3	780 x 8	-3,20	open / spanning	3,5	2,5
4	790 x 8	-3,10	open / spanning	3,4	2,4
5	10 x 8	-4,75	frea	-	5,1
6	485 x 8	-3,85	open / spanning	4,2	2,9
7	125 x8	-3,20	frea	3,5	-
8	475x 8	-2,95	frea	3,3	-
9	10 x 8	-3,60	frea	3,9	-
10	1000 x 8	-2,00	open / spanning	2,3	1,6
11	540 x 8	-2,10	open / spanning	2,4	1,4
12	790 x 8	-2,60	open / spanning	2,9	2,2
13	15 x 8	-4,70	open / spanning	5,0	2,9
14	1930 x 8	-3,50	frea	3,8	-
15	1640 x 8	-2,95	frea	3,3	-
16	3250 x 8	-2,40	frea	2,7	-
17	600 x 8	-1,60	open	1,9	-

Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

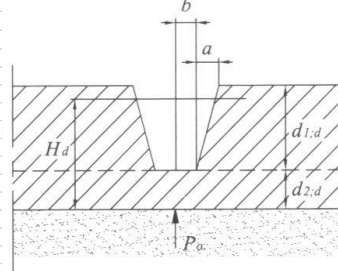


Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

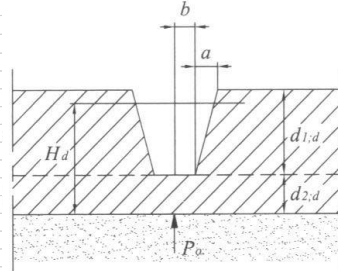
Traject 2 boringen 143

			
mvh	maaiveldhoogte	-1	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-5,6	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodem	3,25	[m]
d2;d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	1,35	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00	[m]
Stijghoogte actueel watervoerend pakket		-0,50	[m tov NAP]
Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket		-3,50	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	2,10	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	21,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$		
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem		gewicht neerwaarts onder bouwputbodem	
laag	d1;d y1:d P	laag	d2;d y2:d P
1	1,00 18,0 18	1	1,35 17,0 22,95
2	2,25 17,0 38,25	2	0,00 0,0 0
3	0,00 0,0 0	3	0,00 0,0 0
4	0,00 0,0 0	4	0,00 0,0 0
5	0,00 0,0 0	5	0,00 0,0 0
totaal	3,25 56,25	totaal	1,35 22,95
F neerwaarts	24,14 [kN/m2]		
Toetsing			
Fneerwaarts/Po	1,15 [-]		
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	3,00 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Traject 3 boringen 140 t/m 142

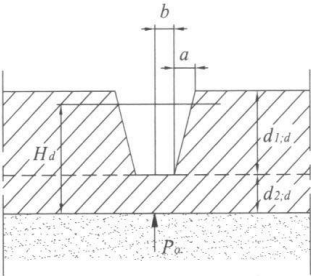
			
mvh	maaiveldhoogte	-0,5	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-4,5	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,70	[m]
d2;d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	1,30	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00	[m]
Stijghoogte actueel watervoerend pakket		-0,50	[m tov NAP]
Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket		-2,50	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	2,00	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	20,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$		
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem		gewicht neerwaarts onder bouwputbodem	
laag	d1;d y1:d P	laag	d2;d y2:d P
1	1,00 18,0 18	1	1,30 17,0 22,1
2	1,70 17,0 28,9	2	0,00 0,0 0
3	0,00 0,0 0	3	0,00 0,0 0
4	0,00 0,0 0	4	0,00 0,0 0
5	0,00 0,0 0	5	0,00 0,0 0
totaal	2,70 46,9	totaal	1,30 22,1
F neerwaarts	23,03 [kN/m2]		
Toetsing			
Fneerwaarts/Po	1,15 [-]		
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	2,00 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Traject 4 boringen 138 en 139

			
mvh	maaiveldhoogte	-0,5	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-4,3	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,60	[m]
d2;d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	1,20	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00	[m]
Stijghoogte actueel watervoerend pakket		-0,50	[m tov NAP]
Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket		-2,50	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	1,80	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	18,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$		
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem		gewicht neerwaarts onder bouwputbodem	
laag	d1;d y1:d P	laag	d2;d y2:d P
1	1,00 18,0 18	1	1,20 17,0 20,4
2	1,60 17,0 27,2	2	0,00 0,0 0
3	0,00 0,0 0	3	0,00 0,0 0
4	0,00 0,0 0	4	0,00 0,0 0
5	0,00 0,0 0	5	0,00 0,0 0
totaal	2,60 45,2	totaal	1,20 20,4
F neerwaarts	21,15 [kN/m2]		
Toetsing			
Fneerwaarts/Po	1,18 [-]		
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	2,00 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

Traject 6 boringen 135 t/m 138

		
mvh	maaiveldhoogte	-1,2 [m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-5,6 [m tov NAP]
d1,d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,70 [m]
d2,d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	1,70 [m]
a	horizontale breedte talud	5,00 [m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00 [m]
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket	-0,50 [m tov NAP]
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-2,90 [m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	2,70 [m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00 [m]
Po	opwaartse druk	27,0 [kN/m2]
f	$(2/m) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$	
		0,0786 [-]
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem		
laag	d1:d	y1:d
1	1,00	18,0
2	1,70	17,0
3	0,00	0,0
4	0,00	0,0
totaal	2,70	
Omschrijving		
		P
		18 zand
		28,9 leem
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0
		0

Traject 10 boringen 130 t/m 132

mvh	maaiveldhoogte	0,7 [m tov NAP]					
Badp	basis afdekkend pakket	-2,8 [m tov NAP]					
d1,d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,70 [m]					
d2,d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	0,80 [m]					
a	horizontale breedte talud	5,00 [m]					
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00 [m]					
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket	-0,50 [m tov NAP]					
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-1,60 [m tov NAP]					
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	1,20 [m]					
Hw	waterhoogte in sloot	0,00 [m]					
Po	opwaartse druk	12,0 [kN/m ²]					
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b))] / (b/a) * [(\arctan(d2/b))]$	0,0154 [-]					
gewicht neerwaarts boven bouwputbodem		Omschrijving	gewicht neerwaarts onder bouwputbodem		Omschrijving		
laag	d1:d	y1:d	P	laag	d2:d	y2:d	P
1	1,00	18,0	18	1	0,80	17,0	13,6
2	1,70	17,0	28,9	2	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0	3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0	4	0,00	0,0	0
5	0,00	0,0	0	5	0,00	0,0	0
totaal	2,70		46,9	totaal	0,80		13,6
F neerwaarts	13,91 [kN/m ²]						
Toetsing							
Fneerwaarts/Po	1,16 [-]						
>= 1.1							
conclusie	geen gevaar voor opbarsten						
bij	1,10 m grondwaterstandsverlaging WVP1						

Traject 11 boringen 129 t/m 130

The diagram shows a cross-section of a ditch. The ditch has a width 'b' and a height 'a'. The water level is 'Hd' above the ditch bottom. The distance from the ditch bottom to the top of the ditch is 'd1,d'. The distance from the ditch bottom to the bottom of the ditch is 'd2,d'. The pressure 'Po' is indicated at the bottom of the ditch.

mvh	maaiveldhoogte	0,5 [m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-3,4 [m tov NAP]
d1,d	afstand maaiveld - bouwputbodem	2,60 [m]
d2,d	afstand bouwputbodem - onderzijde remmende laag	1,30 [m]
a	horizontale breedte talud	5,00 [m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00 [m]
	Stijghoogte actueel watervoerend pakket	-0,50 [m tov NAP]
	Stijghoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-1,40 [m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	2,00 [m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00 [m]
Po	opwaartse druk	20,0 [kN/m2]

$$f = (2/m) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$$

0,0465 [-]

gewicht neerwaarts boven bouwputbodem				gewicht neerwaarts onder bouwputbodem				Omschrijving
laag	d1:d	y1:d	P	laag	d2:d	y2:d	P	
1	1,00	18,0	18	1	1,30	17,0	22,1	leem
2	1,60	17,0	27,2	2	0,00	0,0	0	
3	0,00	0,0	0	3	0,00	0,0	0	
4	0,00	0,0	0	4	0,00	0,0	0	
5	0,00	0,0	0	5	0,00	0,0	0	
totaal	2,60		45,2	totaal	1,30		22,1	

F neerwaarts 22,99 [kN/m2]

Toetsing

Fneerwaarts/Po 1,15 [-]

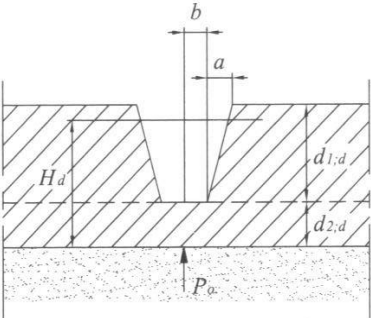
>= 1.1

conclusie geen gevaar voor opbarsten

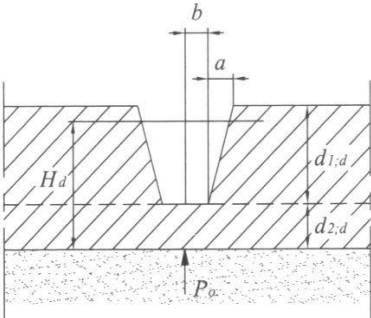
bij 0,90 m grondwaterstandsverlaging WVP1

Bemalingstype en evenwichtsberekeningen

Traject 12 boringen 127 t/m 126

			
mvh	maaiveldhoogte	-1,2	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-6,5	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodembodem	2,70	[m]
d2;d	afstand bouwputbodembodem - onderzijde remmende laag	2,60	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00	[m]
	Stijgheoogte actueel watervoerend pakket	-0,50	[m tov NAP]
	Stijgheoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-2,20	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	4,30	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	43,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$		0,1591 [-]
gewicht neerwaarts boven bouwputbodembodem		gewicht neerwaarts onder bouwputbodembodem	
laag	d1:d	y1:d	P
1	1,00	18,0	18 zand
2	1,70	17,0	28,9 leem
2	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0
totaal	2,70	46,9	
F neerwaarts	47,37		[kN/m2]
Toetsing	Fneerwaarts/Po		1,10 [-]
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	1,70 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Traject 13 boring 126

			
mvh	maaiveldhoogte	-1,2	[m tov NAP]
Badp	basis afdekkend pakket	-7,4	[m tov NAP]
d1;d	afstand maaiveld - bouwputbodembodem	3,50	[m]
d2;d	afstand bouwputbodembodem - onderzijde remmende laag	2,70	[m]
a	horizontale breedte talud	5,00	[m]
b	afstand midden bouwput- teen talud	1,00	[m]
	Stijgheoogte actueel watervoerend pakket	-0,50	[m tov NAP]
	Stijgheoogte toelaatbaar watervoerend pakket	-2,90	[m tov NAP]
Hd	drukhoogte grondwater tov basis afsluitende laag	4,50	[m]
Hw	waterhoogte in sloot	0,00	[m]
Po	opwaartse druk	45,0	[kN/m2]
f	$(2/\pi) * [(1+b/a) * \arctan(d2/(a+b)) / (b/a)] * [(\arctan(d2/b))]$		0,1682 [-]
gewicht neerwaarts boven bouwputbodembodem		gewicht neerwaarts onder bouwputbodembodem	
laag	d1:d	y1:d	P
1	1,00	18,0	18 zand
2	2,50	17,0	42,5 leem
2	0,00	0,0	0
3	0,00	0,0	0
4	0,00	0,0	0
totaal	3,50	60,5	
F neerwaarts	50,19		[kN/m2]
Toetsing	Fneerwaarts/Po		1,12 [-]
>= 1.1			
conclusie	geen gevaar voor opbarsten		
bij	2,40 m grondwaterstandsverlaging WVP1		

Modelopbouw MicroFEM

Model

Het onttrekkingsdebiet en de verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn bepaald op basis van superpositie met het numerieke programma Microfem, voor een stationaire situatie.

Modelgrenzen

Het modelgebied is zo gekozen dat de modelgrenzen buiten de invloedssfeer van de bemaling liggen. De invloedssfeer van de bemaling bedraagt circa 10 à 50 m. Het modelgebied is rechthoekig met afmetingen van 3,5 x 3,5 km.

Netwerk

Een netwerk is gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen. De gehanteerde knooppuntafstanden zijn:

sleuf	5 m
vanaf bouwput tot modelgrens	oplopend van 5 tot 100 m

Modelopbouw open bemaling

De volgende opbouw is in het model ingevoerd:

parameter	Waarde	eenheid
ho	0	m + NAP
c1	0	dagen
kD1	5 à 10	m ² /dag
h1	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c2	100 à 300	dagen

Modelopbouw freatische bemaling

De volgende opbouw is in het model ingevoerd:

parameter	Waarde	eenheid
ho	0	m + NAP
c1	0	dagen
kD1	50	m ² /dag
h1	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c2	100 à 300	dagen

Modelopbouw MicroFEM

Modelopbouw spanningsbemaling

De volgende opbouw is in het model ingevoerd:

parameter	Waarde	eenheid
ho	0	m + NAP
c1	0	dagen
kD1	100	m ² /dag
h1	grondwaterstand te berekenen	m + NAP
c2	100 à 300	dagen

Overigens

De neerslag is in de modelberekening meegenomen met een neerslagoverschot van 300 mm/jaar

Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bouwput is berekend door een vaste stijghoogte op de knooppunten van de bouwput op te leggen.

IJzer en chloridewaarden grondwater

Eenheid	782808	782809	782810	782811	782812
	A1-03nB1-1-2 (190-290)	C4-13nB4-1-2 (150-250)	D6-02nB7-1-2 (180-280)	E9-07nB4-1-2 (100-200)	H12-01nB1-1-2 (159-259)

Klassiek Chemische Analyses

Chloride (Cl)	mg/l	37	16	21	16	47
---------------	------	----	----	----	----	----

Metalen

IJzer (Fe)	µg/l	2200	2000	46000	2800	13000
------------	------	------	------	-------	------	-------

Eenheid	782813	782814	782815	782816	782817
	PB06-1-1 (600-690)	Pb08-1-1 (78-178)	Pb13-1-1 (96-196)	Pb13-2-1 (502-602)	Pb17-1-1 (350-450)

Klassiek Chemische Analyses

Chloride (Cl)	mg/l	40	4,2	89	300	3800
---------------	------	----	-----	----	-----	------

Metalen

IJzer (Fe)	µg/l	10000	700	11000	140000	68000
------------	------	-------	-----	-------	--------	-------

Eenheid	790762	Eenheid	782818	782819
	E7-01nB1-1-2 (200-300)		Pb18-1-1 (44-144)	Pb18-2-1 (421-521)

Klassiek Chemische Analyses

Chloride (Cl)	mg/l	40
---------------	------	----

Metalen

IJzer (Fe)	µg/l	23000
------------	------	-------

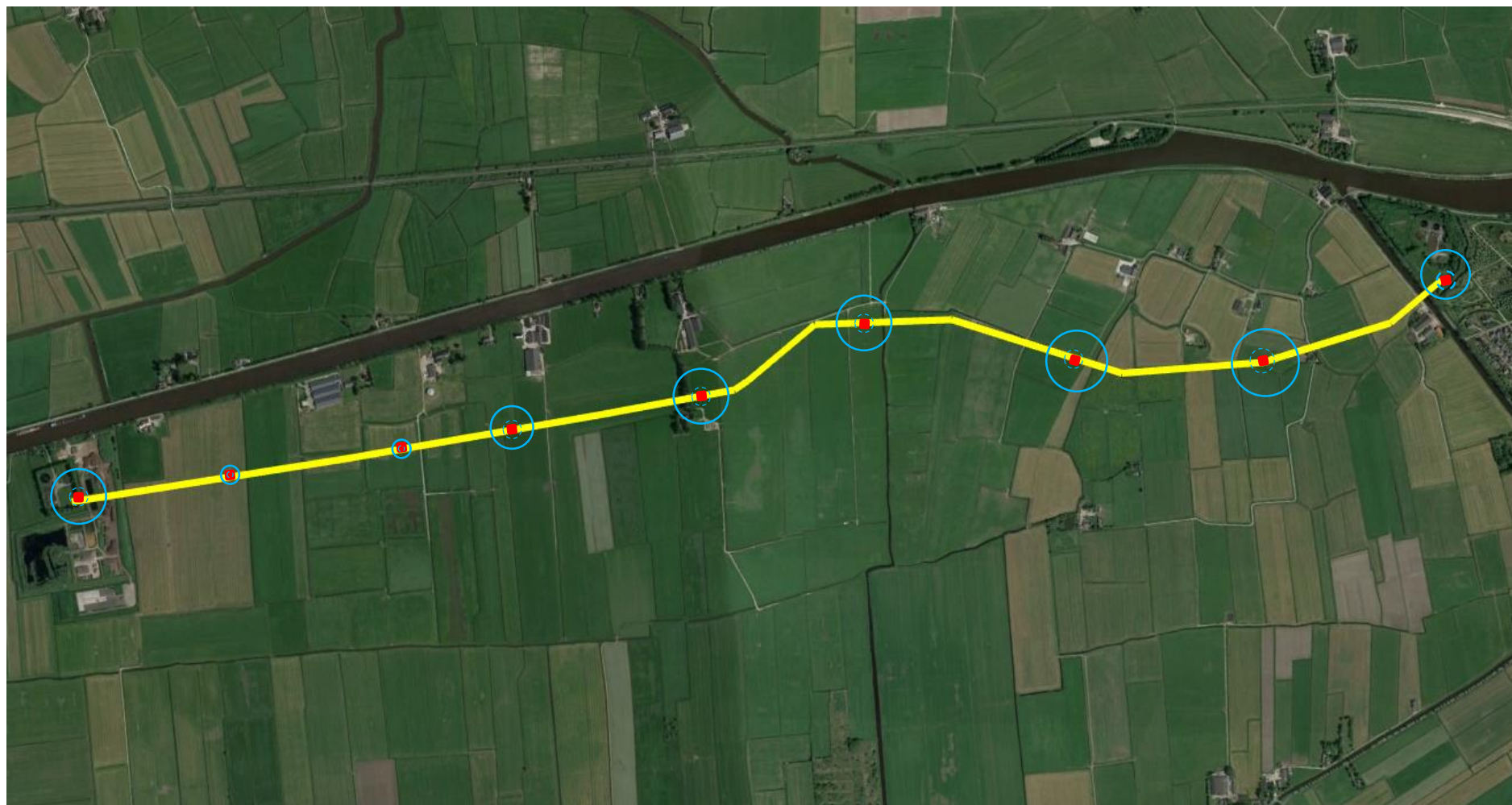
Klassiek Chemische Analyses

Chloride (Cl)	mg/l	24	38
---------------	------	----	----

Metalen

IJzer (Fe)	µg/l	61000	87000
------------	------	-------	-------

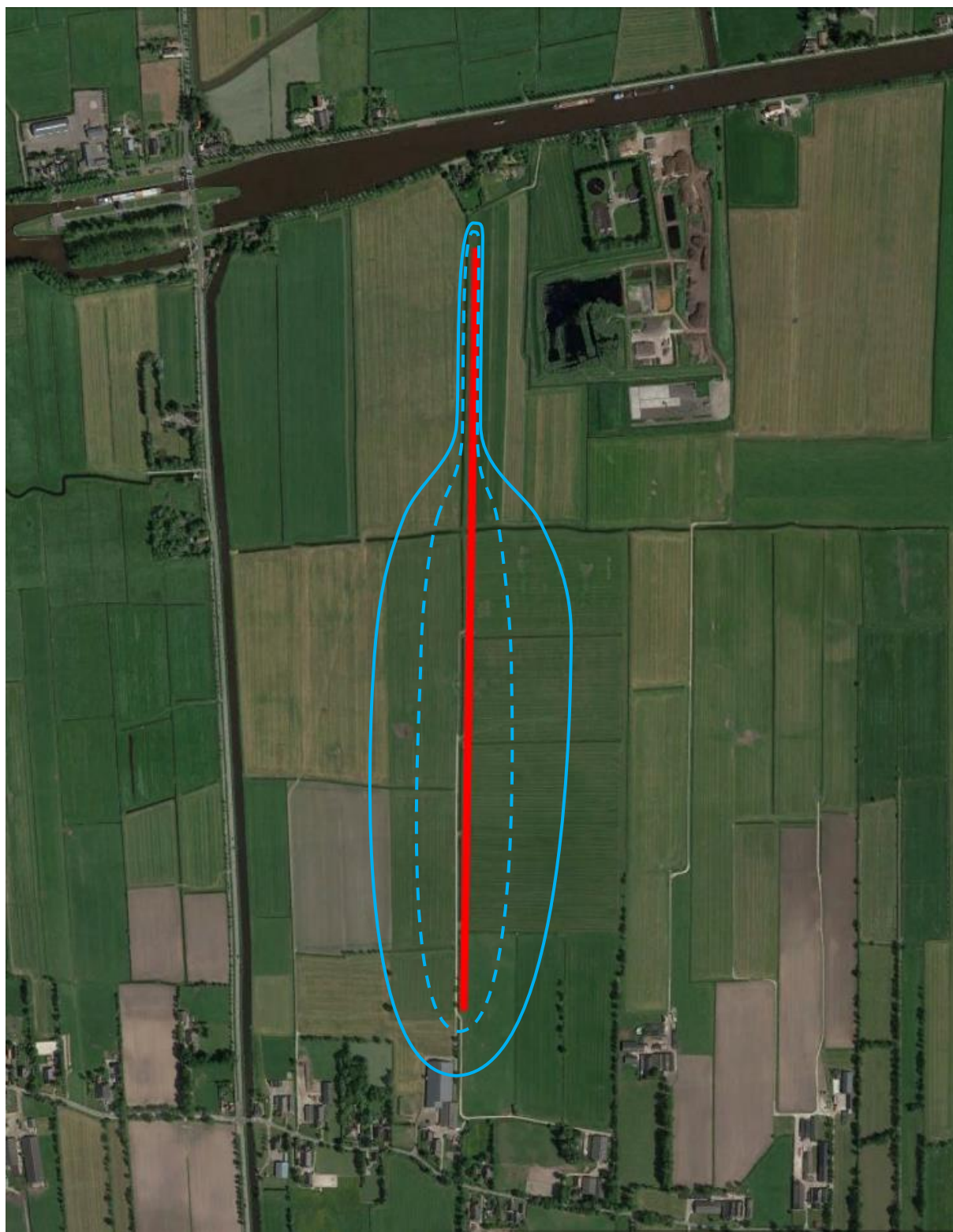
Invloedssfeer per routekaart



— Verlagscontour 0,05 m op 10 à 70 m tot boorput

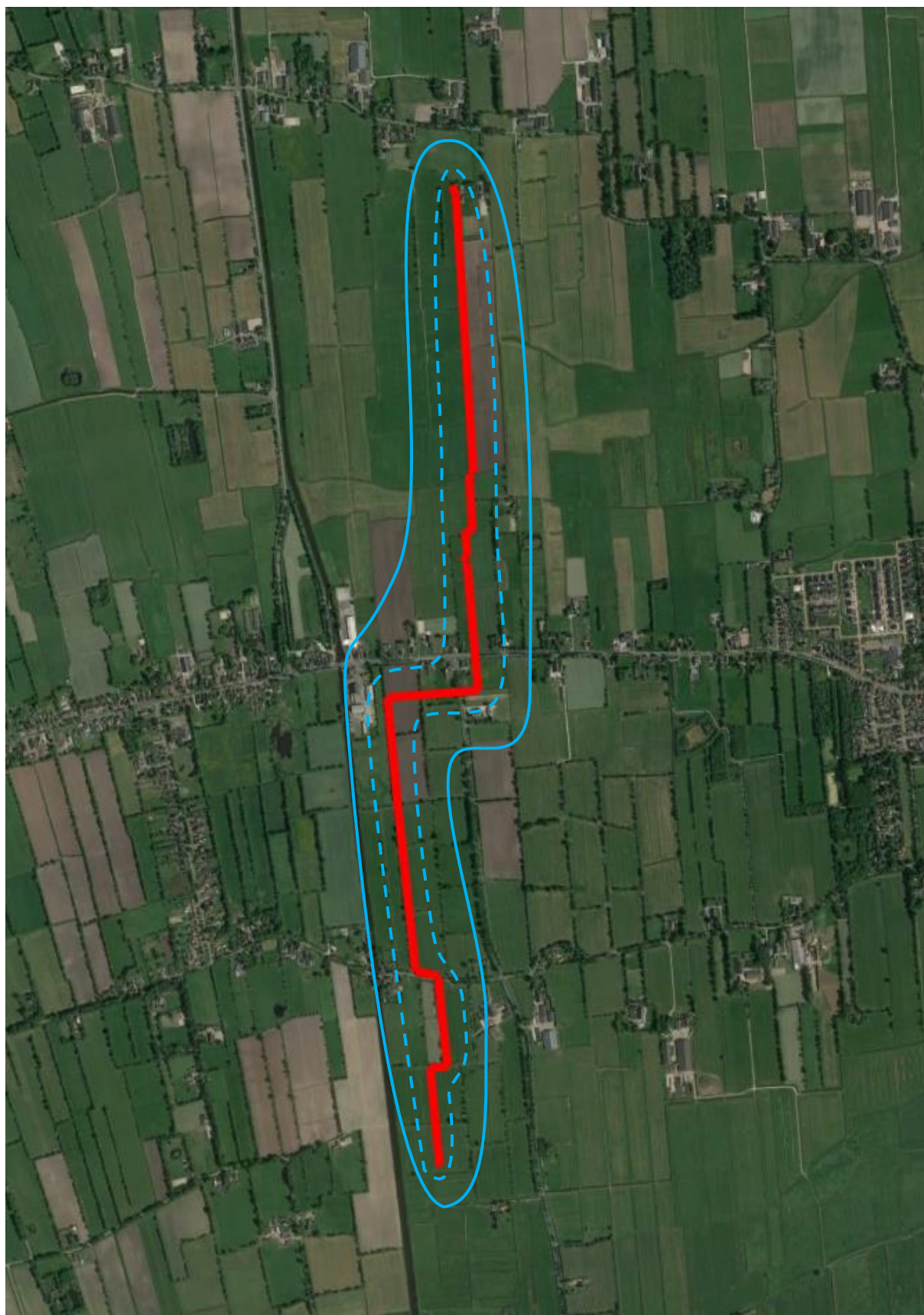
..... Verlagscontour 0,5 m op 5 à 30 m tot boorput

Invloedssfeer per routekaart



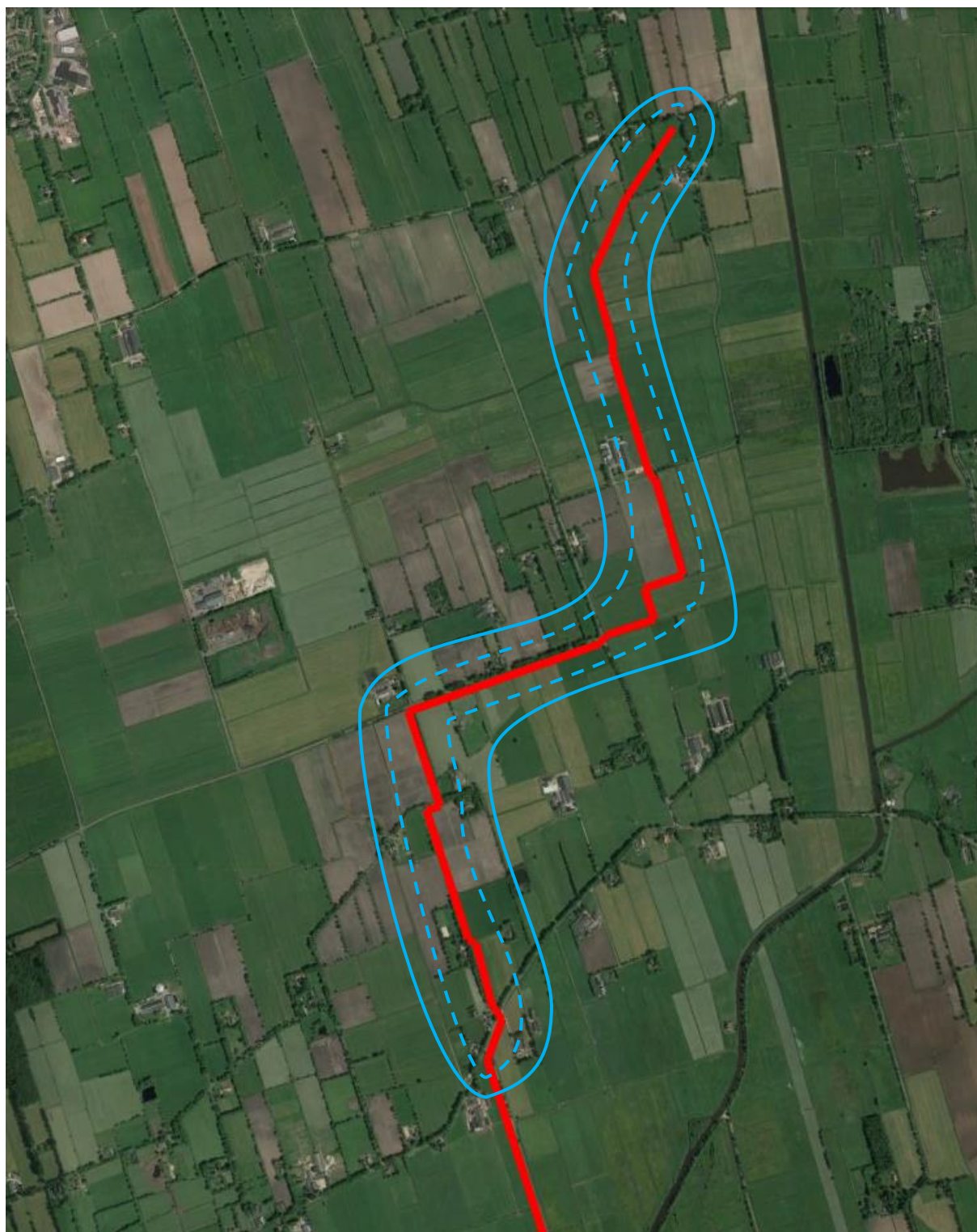
- Verlagingscontour 0,05 m op 20 à 140 m tot leidingtracé
- - - - Verlagingscontour 0,5 m op 10 à 60 m tot bouwput

Invloedssfeer per routekaart



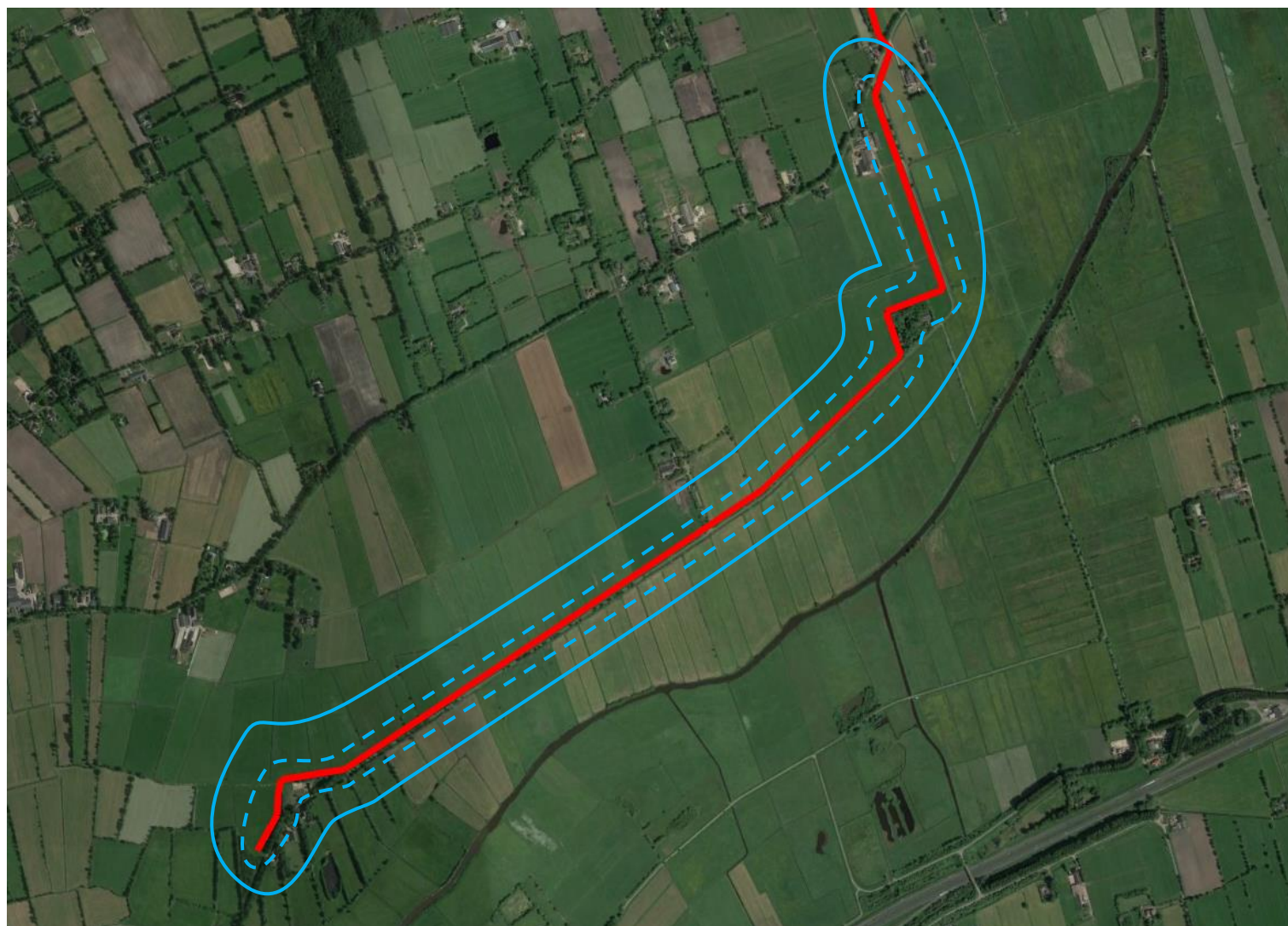
- Verlagingscontour 0,05 m op 110 à 160 m tot leidingtracé
- Verlagingscontour 0,5 m op 40 à 70 m tot bouwput

Invloedssfeer per routekaart



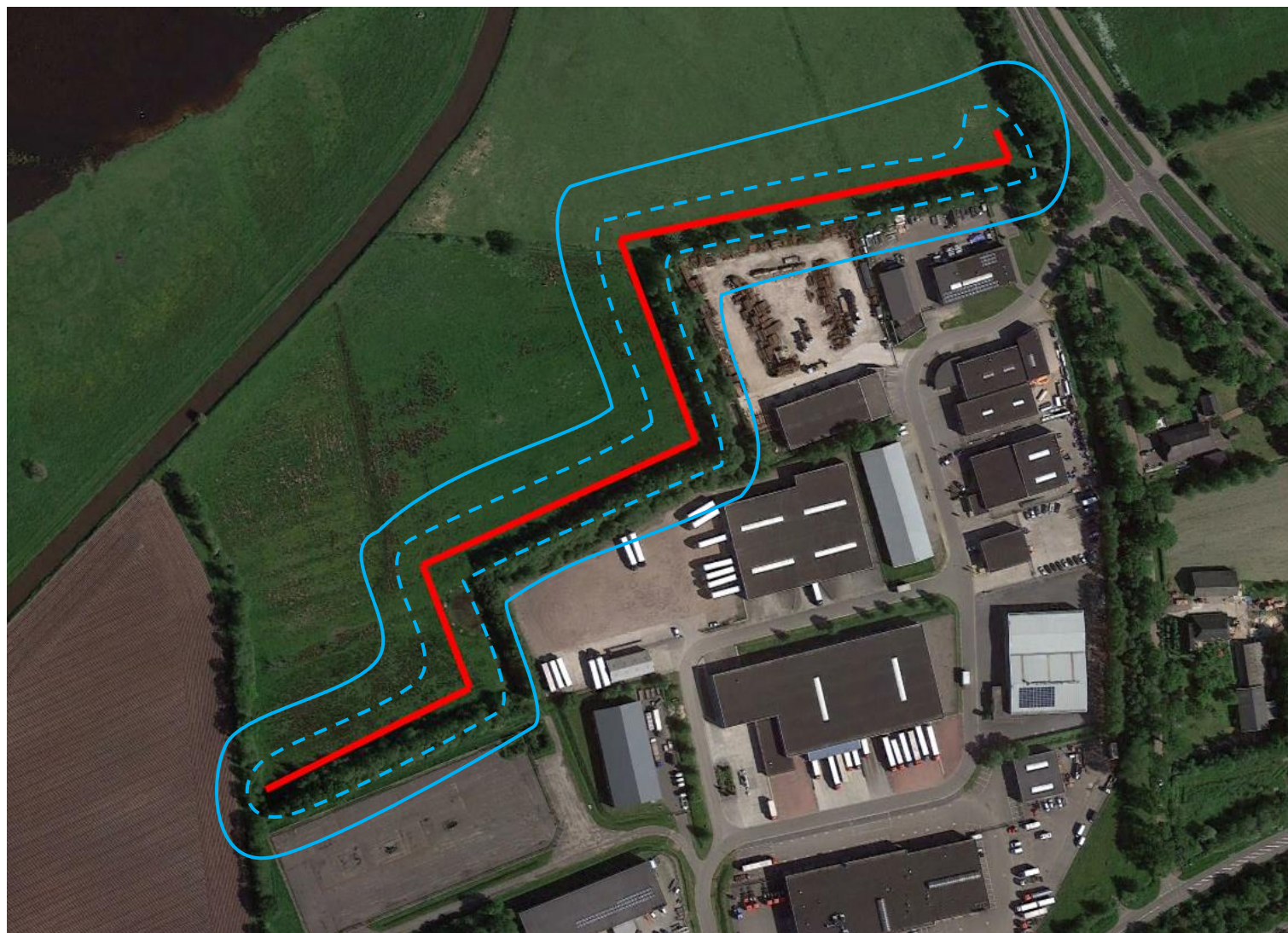
- Verlagingscontour 0,05 m op 140 à 180 m tot leidingtracé
- Verlagingscontour 0,5 m op 60 à 80 m tot bouwput

Invloedssfeer per routekaart



- Verlagscontour 0,05 m op 140 m tot leidingtracé
- Verlagscontour 0,5 m op 60 m tot bouwput

Invloedssfeer per routekaart

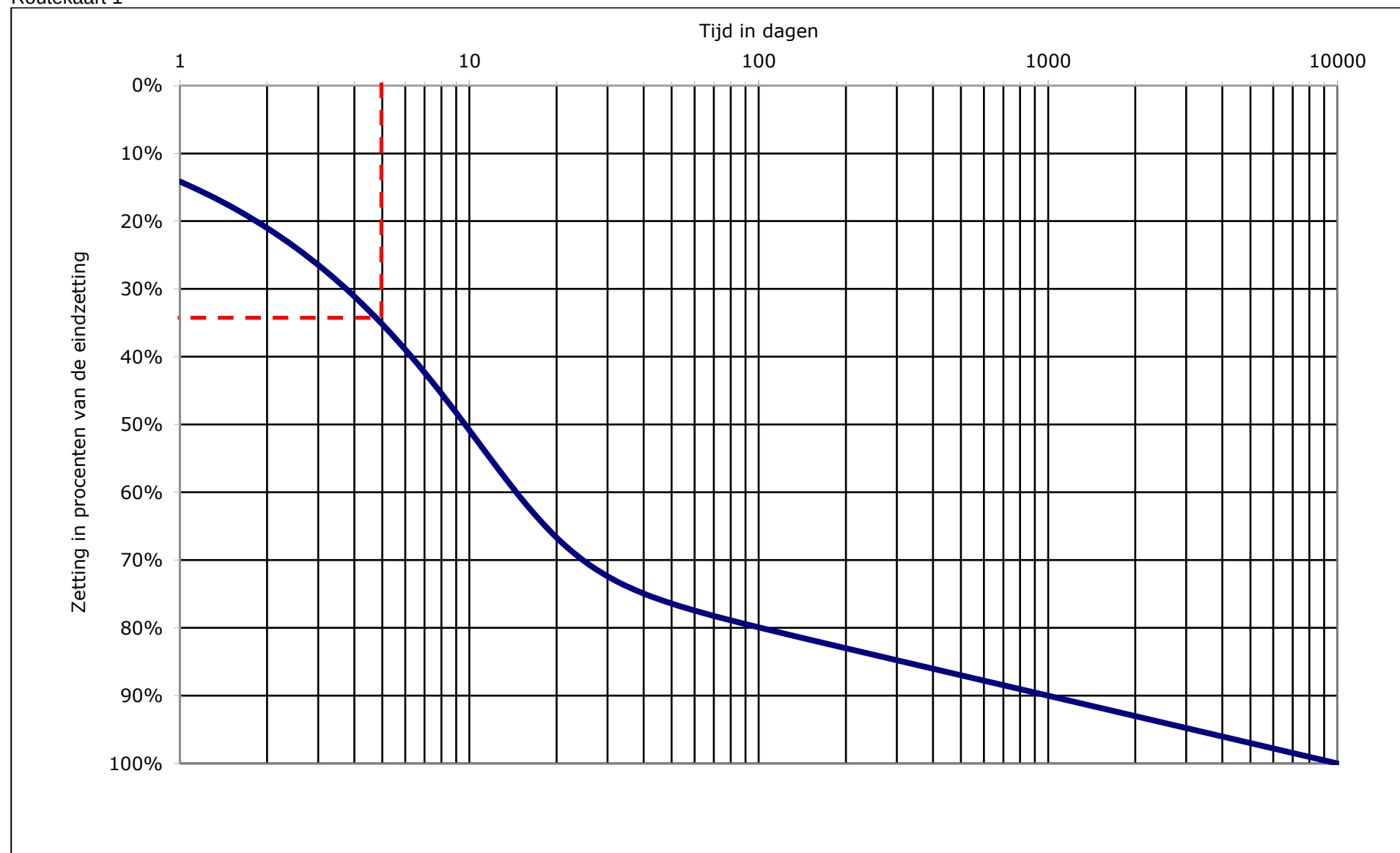


— Verlagscontour 0,05 m op 30 m tot leidingtracé

.... Verlagscontour 0,5 m op <10 m tot bouwput

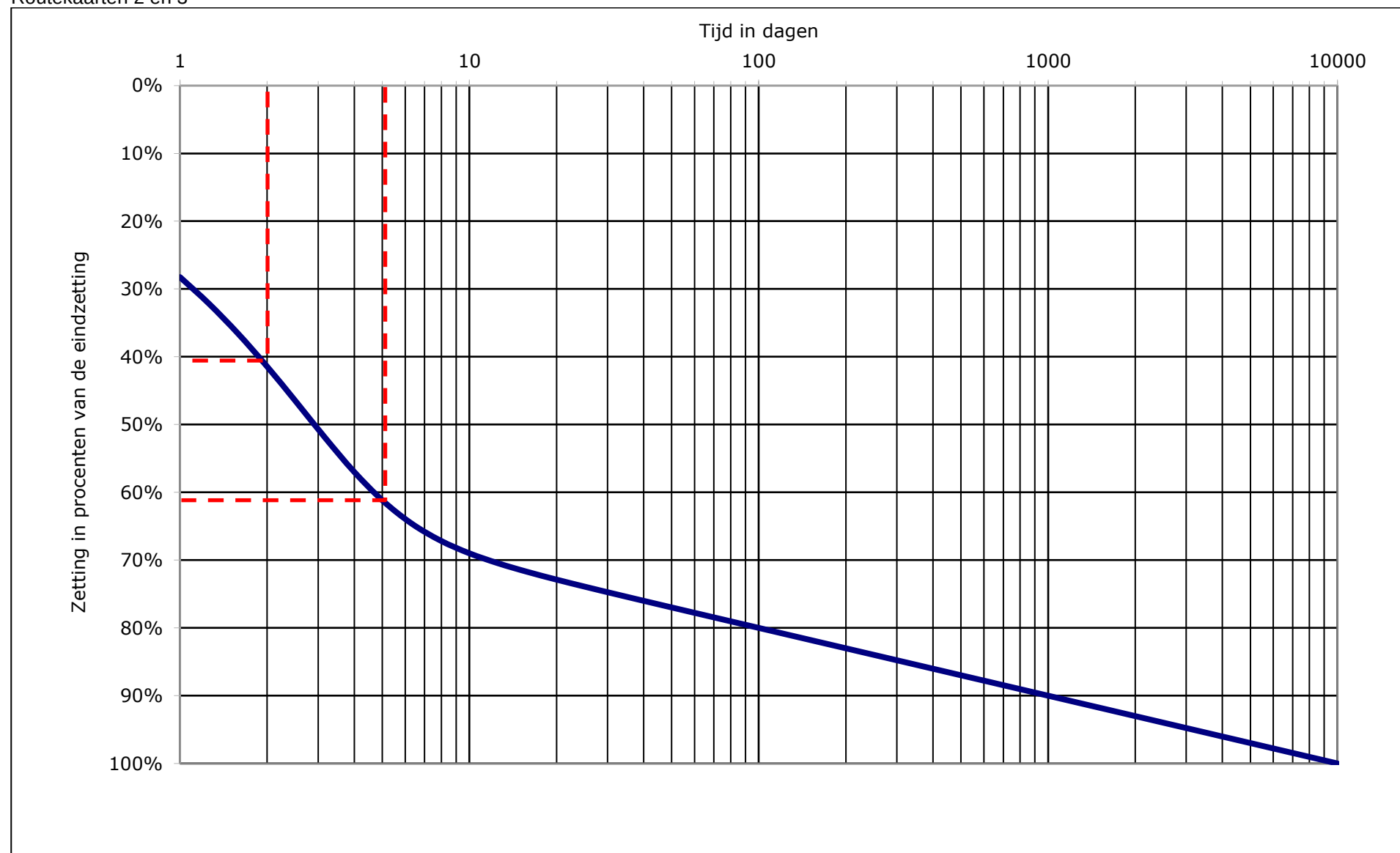
Tijd-/zettingsverloop leemlaag

Routekaart 1



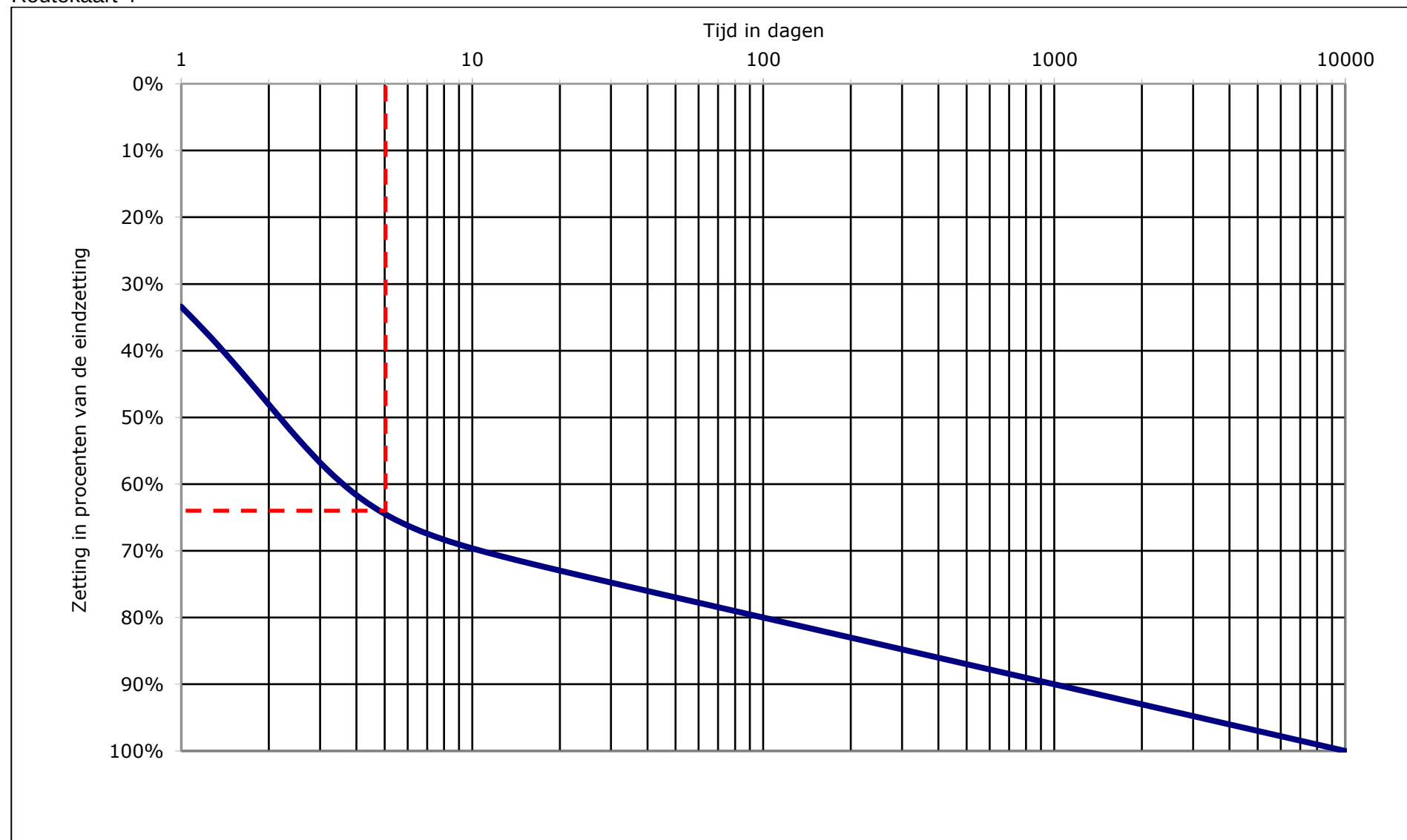
Tijd-/zettingsverloop leemlaag

Routekaarten 2 en 3



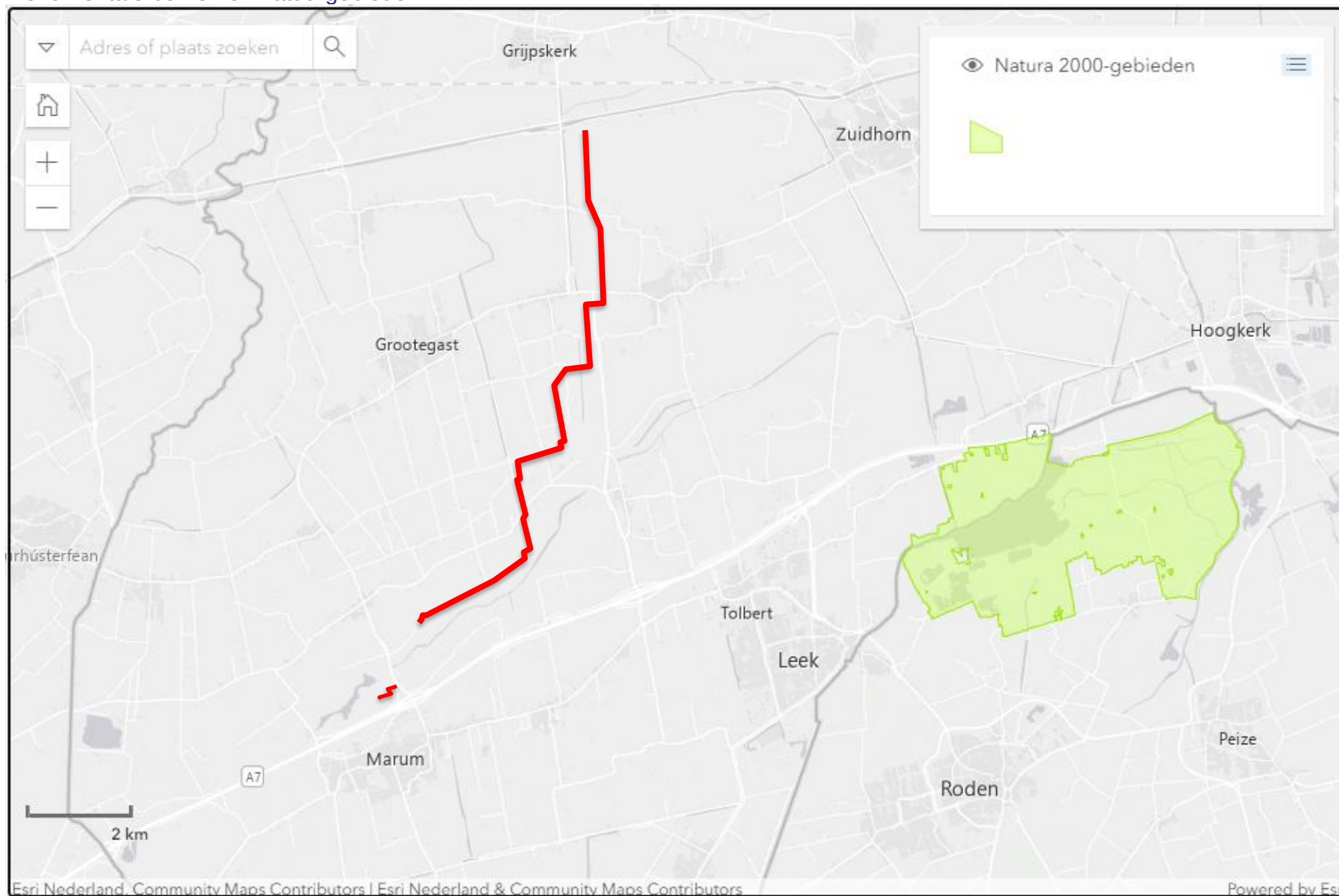
Tijd-/zettingsverloop leemlaag

Routekaart 4

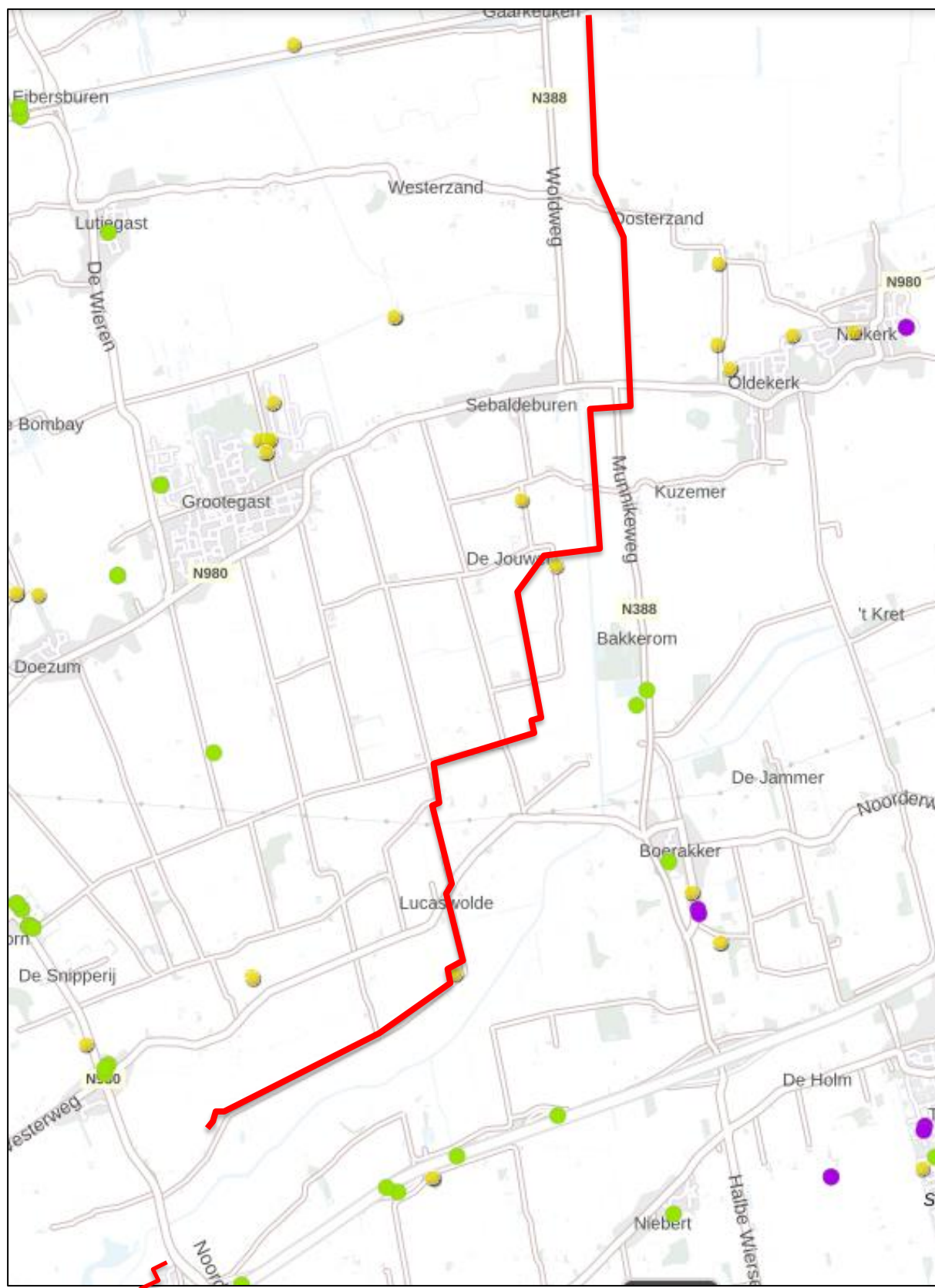




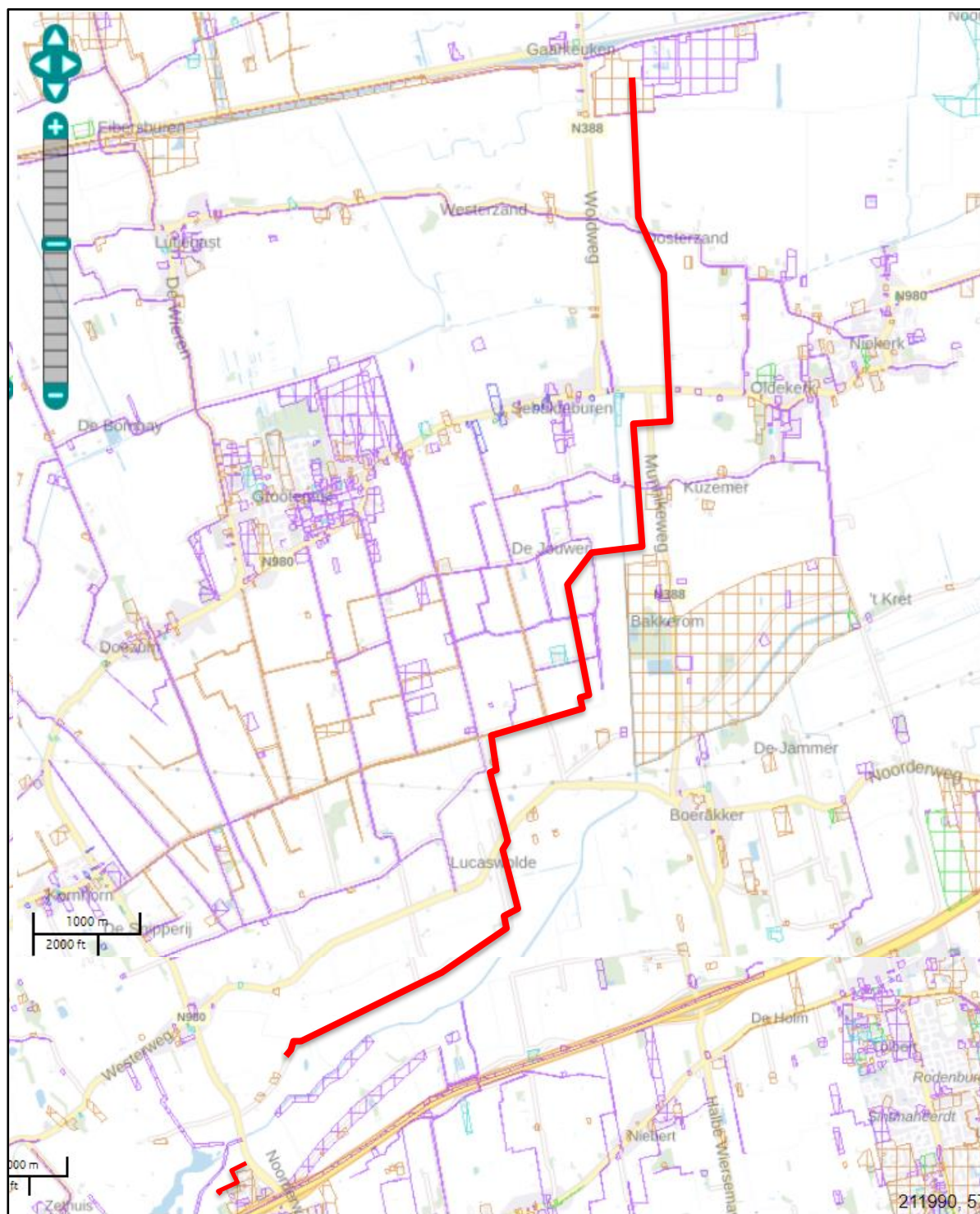
Monumentale bomen en natuurgebieden



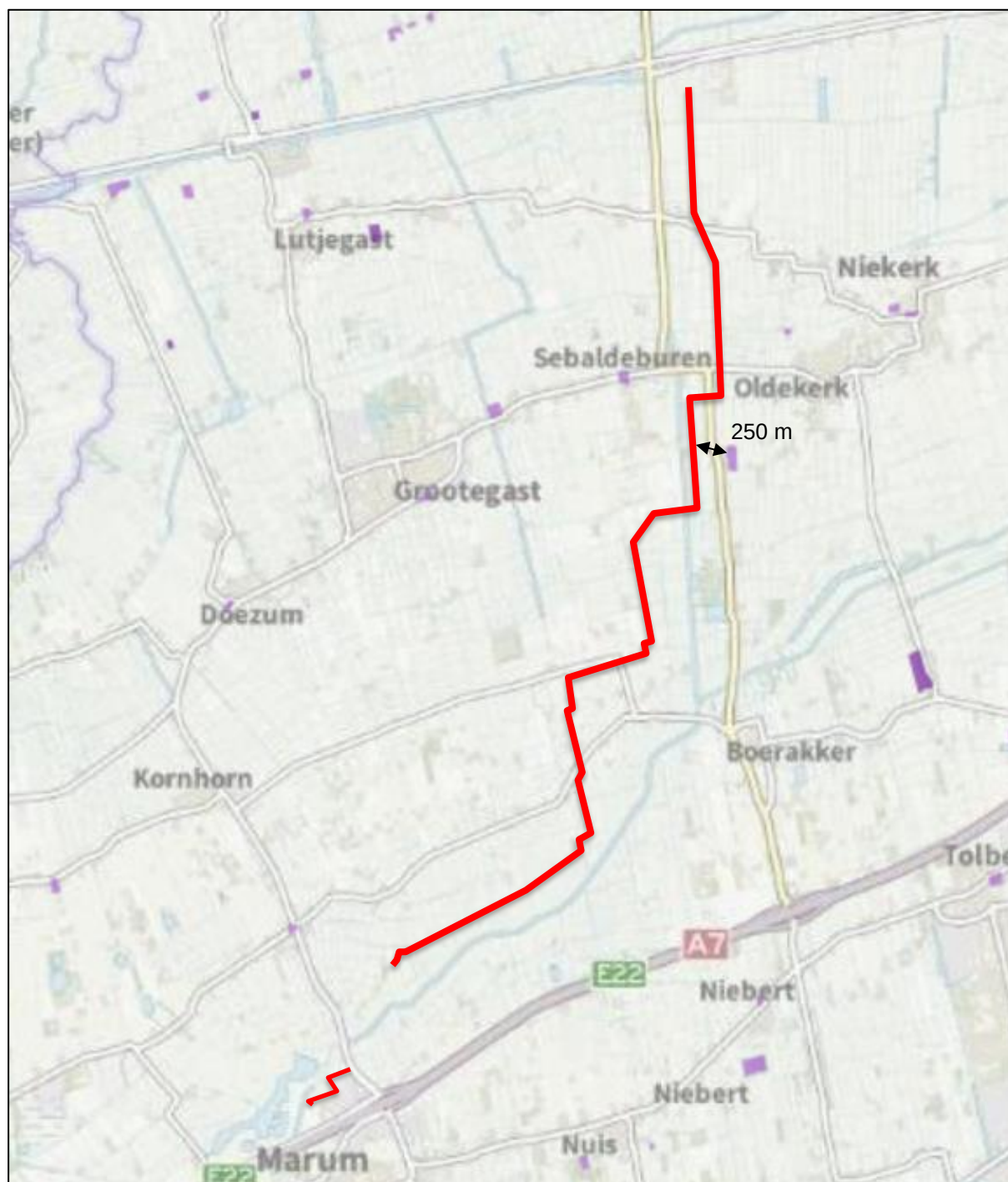
Grondwateronttrekkingen derden



Bodemverontreinigingen

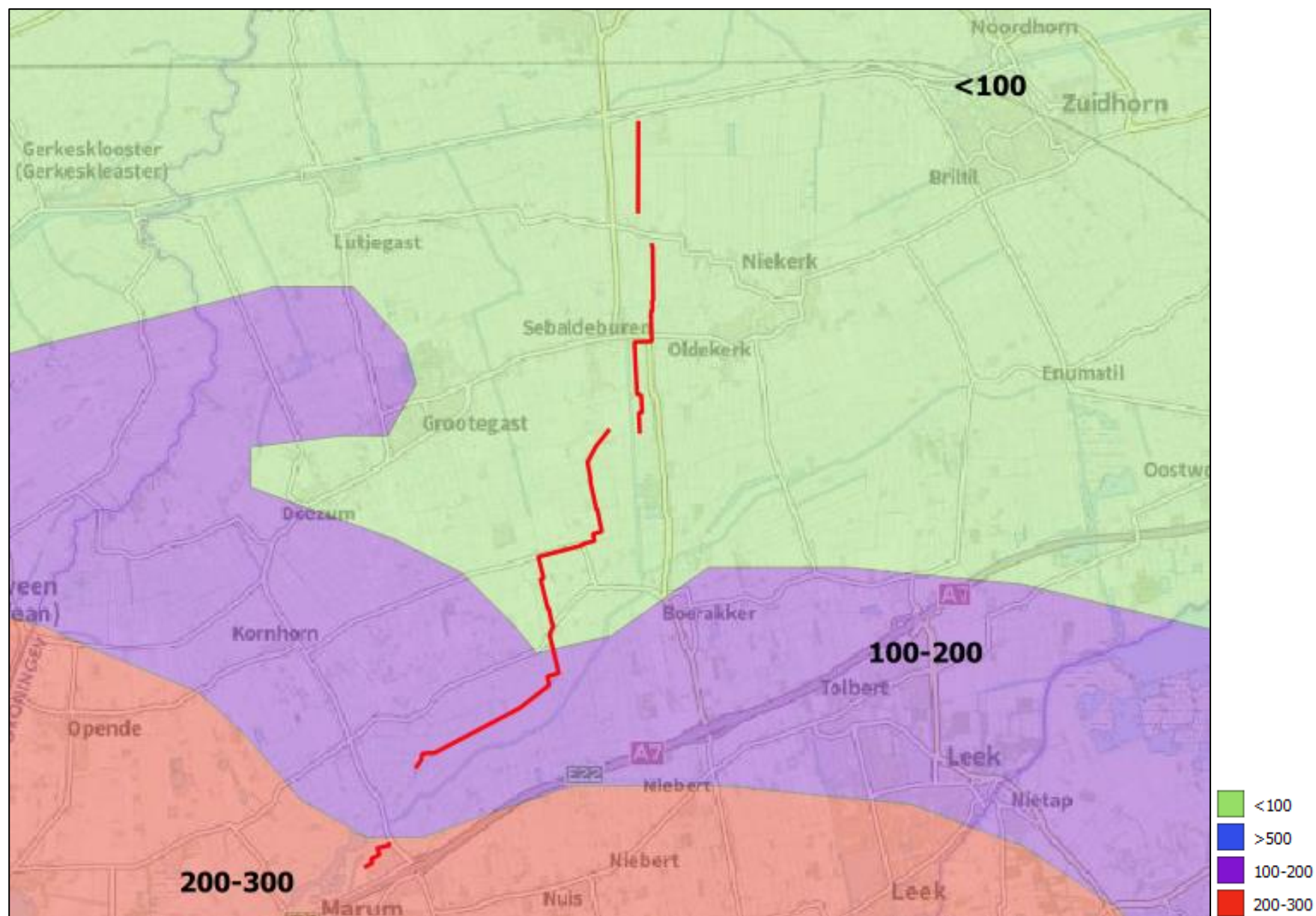


Archeologie



- Archeologische waarde
- Hoge archeologische waarde
- Zeer hoge archeologische waarde
- Ligging Archeologische Monumenten
- Ligging Archeologische Monumenten

Zoet-brak grensvlak



Zoet-brak grensvlak

