



KWR 2022.058a | Juni 2022

Betrouwbaar aanvullen boorgaten van gesloten bodemenergiesystemen

Bijlagen bij Eindrapport

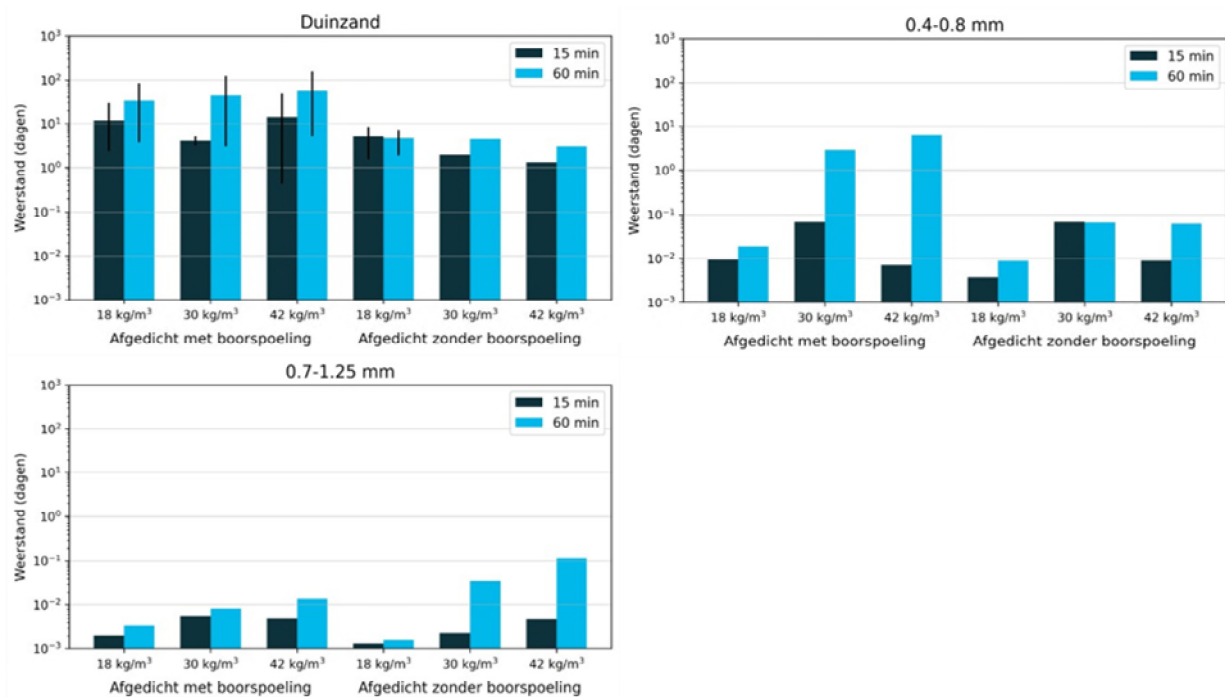
Samenwerkingspartners TKI-project



Inhoud

Inhoud	3
I Berekende formatieweerstand laboratoriumproeven boorspoeling	4
II Dichtheidsmetingen Veldproeven Ondiepe boringen	5
III Dichtheidsmetingen veldproeven op praktijkschaal	6
IV Korrelverdeling, doorlaatvermogen en porositeit	7
IV.I Korrelverdeling	7
IV.II Doorlatendheid en porositeit	8
V Boorgatmetingen	9
VI Formulieren veldobservaties tijdens veldproeven op praktijkschaal	22
VI.I Formulier gehanteerd door boorploeg	22
VI.II Formulier gehanteerd door KWR/ Deltares	23

I Berekende formatieweerstand laboratoriumproeven boorspoeling



Formatiemateriaal (Duur belasting met boerspoeiing)	Weerstand filtercake (dagen)					
	Boerspoeiing aanwezig bij aanvulling			Boerspoeiing afwezig bij aanvulling		
	18 kg m ⁻³ *	30 kg m ⁻³ *	42 kg m ⁻³ *	18 kg m ⁻³ *	30 kg m ⁻³ *	42 kg m ⁻³ *
Duinzand (15 min)	2,89E+01	3,16E+00	4,77E+01	8,32E+00	1,94E+00	1,30E+00
Duinzand (15 min)	4,35E+00	4,96E+00	1,88E+00	1,53E+00		
Duinzand (15 min)	2,30E+00		6,75E+00			
Duinzand (15 min)			4,19E-01			
Duinzand (60 min)	8,42E+01	1,23E+02	1,54E+02	1,86E+00	4,42E+00	3,02E+00
Duinzand (60 min)	1,19E+01	5,69E+00	5,00E+00	7,22E+00		
Duinzand (60 min)	3,71E+00	2,97E+00	5,89E+00			
0.4-0.8 mm (15 min)	9,34E-03	6,73E-02	7,04E-03	3,73E-03	6,81E-02	8,90E-03
0.4-0.8 mm (60 min)	1,89E-02	2,88E+00	6,22E+00	8,73E-03	6,61E-02	6,10E-02
0.7-1.25 mm (15 min)	2,06E-03	5,59E-03	4,89E-03	1,27E-03	2,32E-03	4,77E-03
0.7-1.25 mm (60 min)	3,41E-03	8,06E-03	1,33E-02	1,56E-03	3,53E-02	1,14E-01
	* Concentratie boerspoeiing					

II Dichtheidsmetingen Veldproeven Ondiepe boringen

Metingen uitgevoerd op de monsters in het veld tijdens ondiepe kolomproeven

Kolom nummer	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Monster	A nat ²	B	C1	C2	C3	D	B	C1	C2	C3	D
Hoogte bovenkant monster ¹	m	-3	-5,22	-6,22	-7,05	-7,88	-5,24	-6,24	-7,06	-7,81	-8,71
Hoogte onderkant monster ¹	m	-3	-6,22	-7,05	-7,88	-8,71	-6,24	-7,06	-7,81	-8,71	-9,71
dichtheid aanvulmateriaal	kg/m ³	1629	1859	1807	1791	1691	1965	1991	2028	1945	1808
Kolom nummer	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5
Monster	A nat ²	B	C1	C2	C3	D1	A nat ²	B	C1	C2	C3
Hoogte bovenkant monster ¹	m	-3,01	-5,24	-6,24	-7,07	-7,91	0	-5,23	-6,23	-7,07	-7,9
Hoogte onderkant monster ¹	m	-3,01	-6,24	-7,07	-7,91	-8,74	-3,01	-6,23	-7,07	-7,9	-8,73
dichtheid aanvulmateriaal	kg/m ³	1494	1858	1870	1866	1885	1653	2019	1990	1971	2003
Kolom nummer	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9
Monster	A nat ²	B	C1	C2	C3	D	A2	B	C1	C2	C3
Hoogte bovenkant monster ¹	m	-3	-4,48	-5,48	-6,31	-7,14	-2,5	-4,49	-5,49	-6,32	-7,15
Hoogte onderkant monster ¹	m	-3	-5,48	-6,31	-7,14	-7,97	-3	-5,49	-6,32	-7,15	-7,98
dichtheid aanvulmateriaal	kg/m ³	1681	1933	1832	1417	1477	1687	1800	1733	1678	1755
Kolom nummer	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Monster	A2	B	C1	C2	C3	D	A2	B	C1	C2	C3
Hoogte bovenkant monster ¹	m	-2,5	-4,74	-5,74	-6,57	-7,4	-2,5	-4,74	-5,74	-6,57	-7,4
Hoogte onderkant monster ¹	m	-3	-5,74	-6,57	-7,4	-8,23	-3	-5,74	-6,57	-7,4	-8,23
dichtheid aanvulmateriaal	kg/m ³	1950	2230	2255	2071	2190	1950	2230	2255	2071	2190

¹ Hoogte t.o.v. bovenkant buis ² Vloeibaar monster genomen uit gat in filterbuis op aangegeven hoogte

III Dichtheidsmetingen veldproeven op praktijkschaal

Monsters genomen van het ingaand en uit het boorgat tredend aanvulmateriaal.

Bergen op Zoom			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
2	In		1862
2	In		1815
2	In		1882
2	Boorspoeling		1112
2	Boorspoeling		1117
2	Uit	00:45	1524
3	In		1813
3	Uit	00:45	1891
5	In		1736
5	Uit	00:45	1840

Culemborg			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
39	In		1675
39	Uit	00:00	1315
39	Uit	00:30	1354
39	Uit	06:00	1627

Eerbeek			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
1	Uit	01:00	1669
1	Uit	02:00	1683
1	Boorspoeling		1124
1	Boorspoeling		1106
1	In		1640
1	In		1660
2	Uit	00:30	1665
2	Uit	01:30	1629
2	Uit	02:15	1688
2	Uit	03:30	1617
2	In		1657

Etten-Leur			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
1	Boorspoeling		1251
1	In		2054
1	Uit	00:10	1245
1	Uit	01:30	1413
1	Uit	02:15	1438
1	Uit	03:30	1679
1	Uit	05:40	1947
2	Boorspoeling		1188
2	In		1972
2	Uit	00:30	1349
3	Uit	00:10	1477
3	Uit	01:00	1634
3	Uit	02:00	1695
3	Uit	03:00	1864
3	Uit	04:00	1900
3	Uit	05:00	1924

Heerde			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
1	Uit	00:00	1241
1	Boorspoeling		1116
1	In		1928
2	Uit	00:10	1087
2	Uit	01:10	1224
2	Uit	01:50	1297
2	Uit	02:30	1300
2	Uit	03:50	1321
2	Uit	04:40	1381
2	Boorspoeling		1113
2	In		1910

Weesp			
Boring	Monstertype	Tijd na bovenkomen materiaal (min)	Dichtheid (kg/m ³)
87-2	Uit	00:30	1462
87-2	Uit	01:00	1471
87-2	Uit	02:00	1455
87-2	Uit	03:00	1445
87-2	Uit	04:00	1474
87-2	Uit	05:00	1492
87-2	In		1657
89-1	Uit	01:15	1479
89-1	Uit	02:15	1415
89-1	Uit	03:30	1473
89-1	Uit	04:30	1422
89-1	Uit	09:30	1358
89-1	In		1646
89-1	Boorspoeling		1093
89-2	Uit	00:30	1447
89-2	Uit	01:00	1460
89-2	Uit	02:00	1516
89-2	Uit	03:00	1527
89-2	Uit	04:00	1569
89-2	Uit	05:00	1460
89-2	In		1661
90-2	Uit	00:30	1345
90-2	Uit	01:00	1399
90-2	Uit	02:00	1491
90-2	Uit	03:00	1427
90-2	Uit	04:00	1313
90-2	Uit	05:00	1452
90-2	In		1513
91-1	Uit	00:30	1395
91-1	Uit	01:00	1404
91-1	Uit	02:00	1510
91-1	Uit	03:00	1467
91-1	Uit	04:00	1496
91-1	Uit	05:00	1486
91-1	In		1614

IV Korrelverdeling, doorlaatvermogen en porositeit

Monsters van groutkolommen genomen van gerijpt grout tijdens ondiepe veldproeven en monsters van grout tijdens het inbrengen bij de veldproeven op praktijkschaal. Monsters 1B t/m 7B zijn genomen tijdens de ondiepe veldproeven in Bergeijk. De overige metingen zijn genomen tijdens de diepe veldproeven; B155EB is Boring 155 (Lus 1) in Eerbeek, B2BOZ en B3BOZ respectievelijk boringen 2 en 3 in Bergen op Zoom. Data verkregen van Wiertsema.

IV.I Korrelverdeling

Monster	Fractieverdeling					d-waarden gehele verdeling													
	Grind [%]	Zand [%]	Silt [%]	Lutum [%]	Fijne delen [%]	d10 [mm]	d20 [mm]	d30 [mm]	d40 [mm]	d50 [mm]	d60 [mm]	d70 [mm]	d80 [mm]	d90 [mm]	d90/d10 [-]	Cc [-]	Cu [-]		
1B	0	86,3	6,8	6,9	13,7	0,0234	0,1137	0,1583	0,198	0,2364	0,2806	0,3323	0,4095	0,5355	22,8921	3,8179	11,996		
1C2	0	83,5	9	7,5	16,5	0,016	0,0865	0,1356	0,173	0,2149	0,2652	0,3259	0,4219	0,5998	37,4902	4,3296	16,5772		
1D	0	77,7	12,2	10,1	22,3	0,0019	0,038	0,1069	0,1461	0,1833	0,2253	0,2778	0,3434	0,4788	256,5775	27,1742	120,7359		
3B	0	89,3	4,3	6,4	10,7	0,05	0,13	0,1609	0,1937	0,2261	0,2637	0,3069	0,3588	0,4635	9,2707	1,9644	5,2738		
3C2	0,2	82,1	9,1	8,6	17,7	0,0055	0,0782	0,1321	0,1695	0,2108	0,2599	0,3212	0,4218	0,6282	114,6058	12,2584	47,4064		
3D	0	90,4	4	5,6	9,6	0,0681	0,1407	0,1802	0,2109	0,2468	0,2863	0,332	0,4029	0,5197	7,6268	1,6641	4,202		
5B	0,5	91,6	4,3	3,6	7,9	0,075	0,1262	0,155	0,1887	0,2241	0,2654	0,3127	0,3804	0,5349	7,1266	1,2064	3,5364		
5C2	0,5	91,1	4,4	4	8,4	0,0729	0,1259	0,1552	0,1892	0,2244	0,2644	0,3081	0,3628	0,4846	6,649	1,2507	3,6279		
5D	0,4	92,8	3,6	3,1	6,8	0,0857	0,1337	0,1651	0,1988	0,2353	0,2767	0,3242	0,399	0,5494	6,4076	1,1493	3,2276		
7B	0	80,3	12,9	6,8	19,7	0,0096	0,0638	0,0911	0,1023	0,1148	0,1285	0,1428	0,1587	0,1763	18,4097	6,7496	13,4227		
7C2	0	81,2	13,5	5,3	18,8	0,0146	0,0659	0,0911	0,0994	0,1086	0,1186	0,1314	0,1485	0,1679	11,4881	4,7822	8,1139		
7D	0	80,5	12,8	6,7	19,5	0,0089	0,0644	0,0918	0,1005	0,1101	0,1205	0,1344	0,1516	0,1711	19,1446	7,8257	13,4851		
B155EBi	0	80,9	12,8	6,3	19,1	0,0104	0,0664	0,0939	0,1025	0,1119	0,1222	0,136	0,1524	0,1708	16,4614	6,9507	11,7767		
B155EBu	0	78,8	13,5	7,7	21,2	0,0075	0,0556	0,0886	0,0989	0,1091	0,1204	0,1338	0,1495	0,167	22,3744	8,7283	16,1284		
B155EBw	0	8,3	47,5	44,2	91,7				0,0014	0,003	0,0058	0,0106	0,0189	0,0418					
B2BOZ2i	0	88,6	6,6	4,8	11,4	0,0474	0,1081	0,1373	0,1602	0,1868	0,2174	0,2536	0,3039	0,379	7,9899	1,8281	4,583		
B2BOZ2u	0,3	82	8,7	9	17,7	0,0064	0,0849	0,1367	0,1621	0,1886	0,2127	0,2399	0,2964	0,4288	67,5272	13,8334	33,497		
B2BOZ2w	0	2,3	48,9	48,8	97,7				0,0011	0,0021	0,0036	0,0059	0,0093	0,0144					
B3BOZ3i	0	88,8	6,1	5,1	11,2	0,0435	0,1088	0,138	0,1612	0,188	0,2185	0,2552	0,3124	0,4209	9,6746	2,0049	5,0216		
B3BOZ3u	0,4	87,7	6,8	5,1	11,9	0,0414	0,1077	0,1382	0,1636	0,1926	0,2253	0,268	0,3294	0,4569	11,0484	2,0484	5,4485		

	Kenmerken korrelgrootteverdeling							
Monster	Mediane Zandmedi M50	M63	M2000	U16	U-zand	Dm	Fm	
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[mm]	[-]	
1B	0,2364	0,2661	0,2643	0,2661	61,0038	44,1488	0,2542	
1C2	0,2149	0,2559	0,2498	0,2559	64,8779	46,7219	0,2488	
1D	0,1833	0,2306	0,2288	0,2306	2,8284	80,2565	50,6389	
3B	0,2261	0,2456	0,2443	0,2456	55,1476	46,5778	0,2393	
3C2	0,2108	0,2529	0,2472	0,2529	2,8284	64,397	46,7318	
3D	0,2468	0,2652	0,2644	0,2652	50,978	42,903	0,2653	
5B	0,2241	0,2389	0,2368	0,2389	2,8284	56,6458	49,0228	
5C2	0,2244	0,2399	0,2387	0,2399	2,8284	58,5178	49,1784	
5D	0,2353	0,2482	0,2458	0,2482	2,8284	54,4088	47,2427	
7B	0,1148	0,1283	0,1272	0,1283	103,3905	82,1242	0,1098	
7C2	0,1086	0,118	0,1171	0,118	108,8774	86,6794	0,1051	
7D	0,1101	0,1202	0,1195	0,1202	104,6663	84,711	0,1059	
B155EBi	0,1119	0,1217	0,1207	0,1217	102,795	83,1757	0,1074	
B155EBu	0,1091	0,1211	0,1198	0,1211	106,2658	85,5916	0,1034	
B155EBw	0,003	0,1345	0,1284	0,1345	280,6768	76,8801	0,076	
B2BOZ2i	0,1868	0,2037	0,2018	0,2037	66,7908	54,4383	0,1993	
B2BOZ2u	0,1886	0,2094	0,2076	0,2094	2,8284	68,7224	51,0595	
B2BOZ2w	0,0021	0,1308	0,1096	0,1308	328,3088	83,2199	0,012	
B3BOZ3i	0,188	0,2045	0,2031	0,2045	66,2119	53,8476	0,2052	
B3BOZ3u	0,1926	0,2106	0,2089	0,2106	2,8284	64,7716	52,5043	

	D-waarden zand											
Monster	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D90/D10	Cc	Cu
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]
1B	0,128	0,1627	0,1967	0,2291	0,2661	0,3079	0,3568	0,4367	0,5708	4,4606	0,9817	2,4066
1C2	0,1136	0,1466	0,1797	0,2145	0,2559	0,3039	0,3636	0,4651	0,6439	5,6664	0,9351	2,6746
1D	0,1072	0,139	0,166	0,1965	0,2306	0,2714	0,32	0,3932	0,5319	4,9633	0,9478	2,5319
3B	0,1289	0,156	0,1862	0,2138	0,2456	0,2813	0,3222	0,379	0,4764	3,6948	0,9564	2,182
3C2	0,1133	0,1464	0,1796	0,2131	0,2529	0,301	0,3599	0,4704	0,6765	5,9696	0,9453	2,656
3D	0,1361	0,1703	0,2003	0,2309	0,2652	0,3031	0,3464	0,4213	0,5483	4,0287	0,9729	2,2271
5B	0,112	0,1435	0,1733	0,2041	0,2389	0,2782	0,3233	0,3945	0,5464	4,878	0,9634	2,4836
5C2	0,1133	0,1445	0,175	0,2054	0,2399	0,277	0,3184	0,3762	0,4897	4,3209	0,9751	2,4437
5D	0,1201	0,1496	0,1816	0,2123	0,2482	0,2877	0,3333	0,4103	0,5585	4,6497	0,9538	2,3951
7B	0,086	0,0974	0,1069	0,1172	0,1283	0,1396	0,152	0,1654	0,18	2,0937	0,9514	1,6246
7C2	0,0844	0,0952	0,1022	0,1098	0,118	0,1274	0,1407	0,1555	0,1718	2,0366	0,9722	1,5098
7D	0,089	0,0966	0,1039	0,1118	0,1202	0,1308	0,1442	0,159	0,1752	1,9686	0,9272	1,4702
B155EBi	0,0916	0,0983	0,1056	0,1134	0,1217	0,1324	0,1452	0,1592	0,1745	1,906	0,9192	1,4457
B155EBu	0,0854	0,0959	0,1037	0,112	0,1211	0,1316	0,1436	0,1567	0,171	2,0031	0,9572	1,5417
B155EBw	0,073	0,0846	0,0984	0,1147	0,1345	0,1588	0,1958	0,2839	0,4754	6,5119	0,8345	2,1761
B2BOZ2i	0,1092	0,1355	0,1553	0,1781	0,2037	0,233	0,2698	0,3167	0,3995	3,6579	0,948	2,1335
B2BOZ2u	0,1275	0,1466	0,1686	0,1897	0,2094	0,2311	0,261	0,3227	0,4701	3,6874	0,9649	1,8128
B2BOZ2w	0,077	0,0924	0,1042	0,1174	0,1308	0,1439	0,1582	0,174	0,2047	2,6597	0,9798	1,8693
B3BOZ3i	0,1092	0,1358	0,1559	0,179	0,2045	0,2337	0,2731	0,3269	0,4433	4,0609	0,9532	2,1404
B3BOZ3u	0,1102	0,1367	0,1586	0,1836	0,2106	0,2417	0,2865	0,3434	0,4712	4,2767	0,9444	2,1934

IV.II Doorlatendheid en porositeit

Bepaling K_{v10} -waarde m.b.v. Falling Head methode(NEN 5124)						
Boring	Monsternr.	Geschatte volumieke massa(ρ_s)	Volumieke massa(ρ_p)	Poriëgehalte(n)	Waterdoorlatendheidscoëfficiënt***	
		vaste gronddelen kg/m ³	droog proefstuk kg/m ³ **	%	m/sec.	m/etmaal
1	C2	2650	1582	40	2,83E-10	2,45E-05
1	D	2650	1626	39	2,63E-08	2,27E-03
3	C2	2650	1536	42	7,14E-08	6,16E-03
5	D	2650	1611	39	1,96E-07	1,69E-02
7	D	2650	1470	45	3,21E-08	2,77E-03

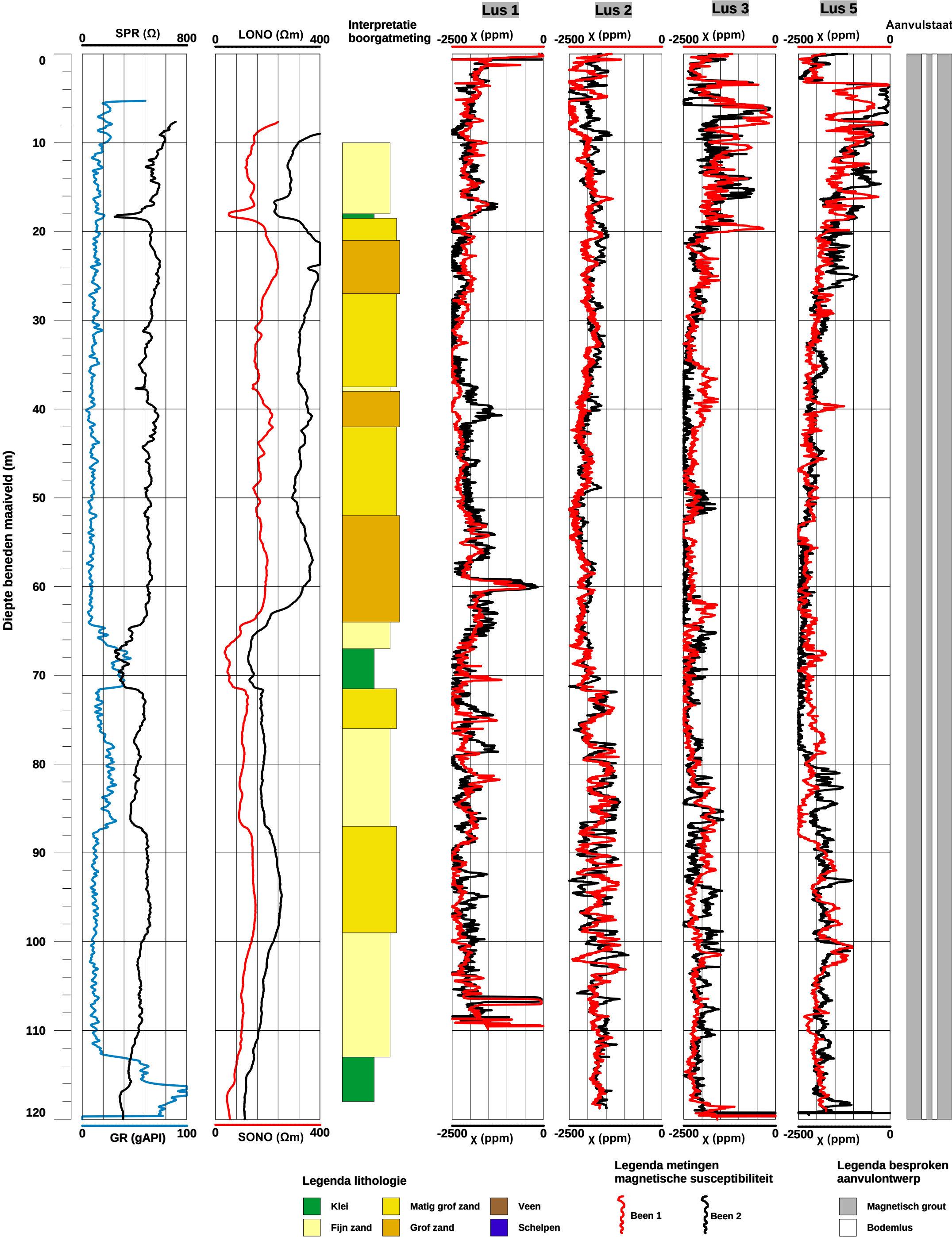
* K_{v10} = Verticale doorlatendheid bij een temperatuur van 10° C

**Proefstuk na meting

***Gemeten bij bovenbelasting 90 kPa

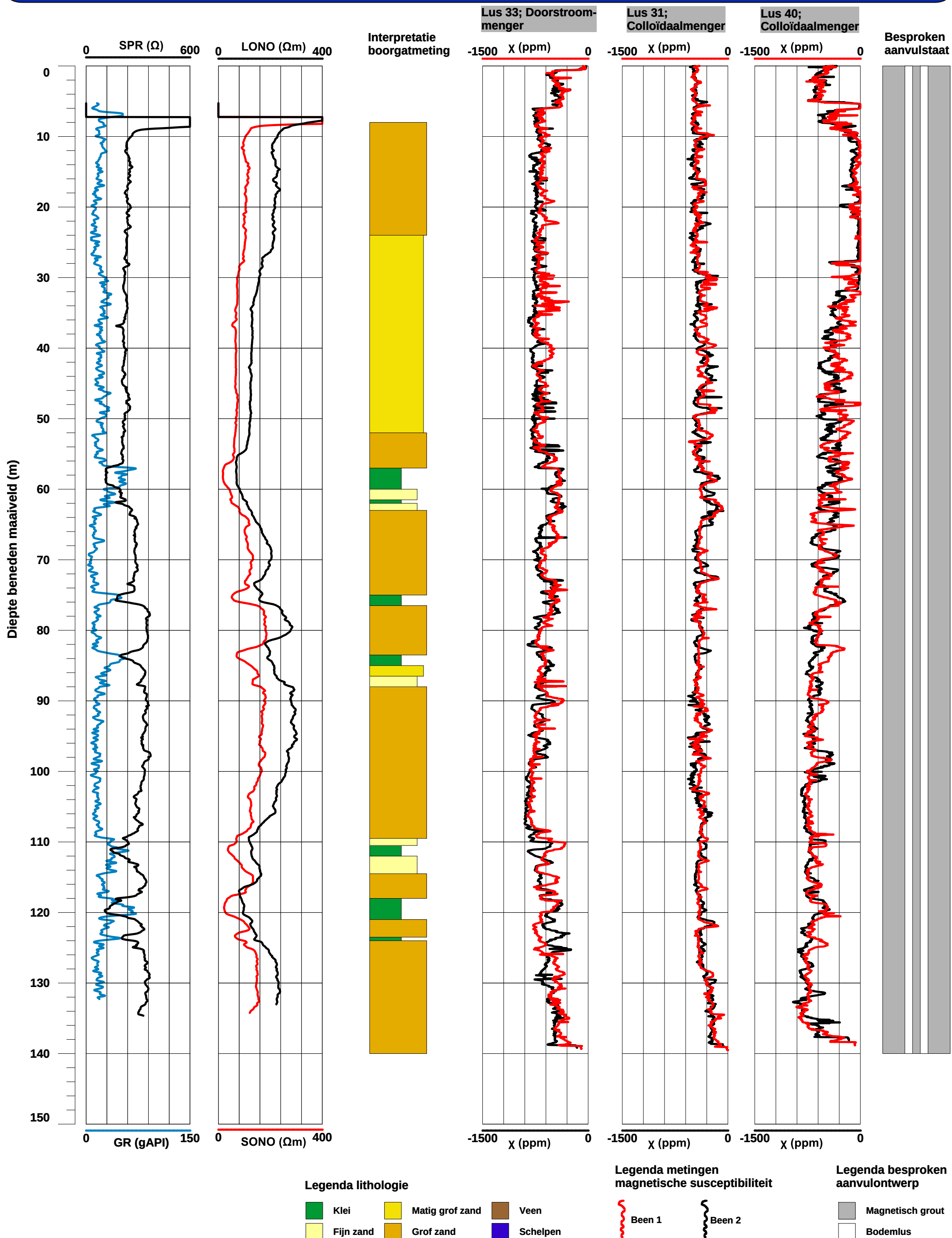
V Boorgatmetingen

Boorgatmetingen tijdens veldproeven op praktijkschaal





Naam put:	Bodemluis
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	140 mm

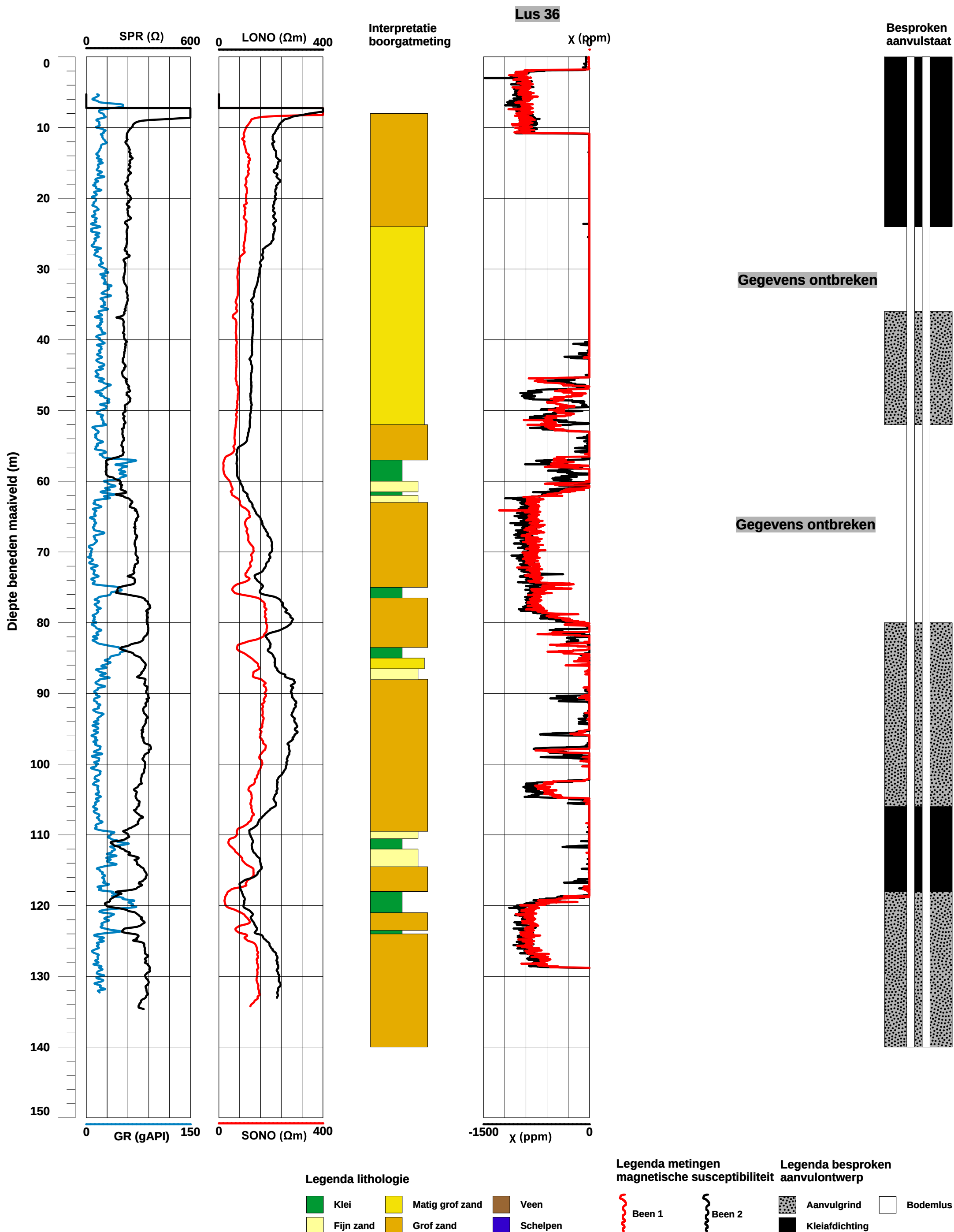
 enabling delta life

Laagsgewijs; met stortkoker

Plaatsnaam: Culemborg
Straatnaam: Beersluis
RD - coördinaten (m): X: 141650, Y: 439860
Maaiveldhoogte: m NAP (AHN)
Datum: 2021-07-22

Naam put:	Bodemlus
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	140 mm

Deltares

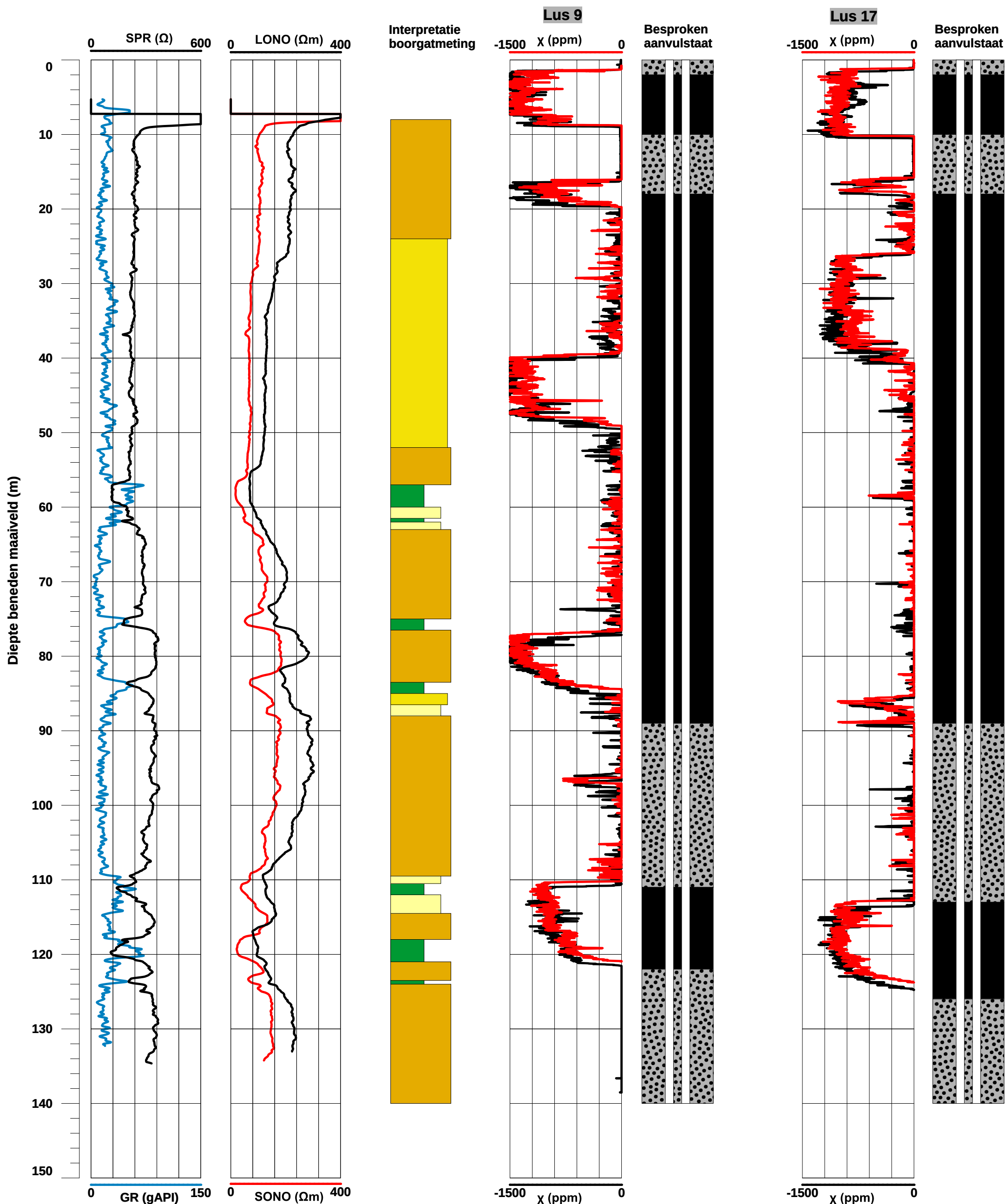
 enabling delta life

Laagsgewijs; zonder stortkoker

Plaatsnaam:	Culemborg
Straatnaam:	Beersluis
RD - coördinaten (m):	X: 141650, Y: 439860
Maaiveldhoogte:	1.8 m NAP (AHN)
Datum:	2021-07-22

Naam put:	Bodemlus
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	140 mm

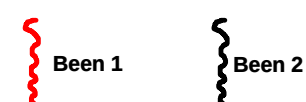
Deltares



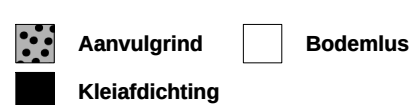
Legenda lithologie



Legenda metingen magnetische susceptibiliteit



Legenda besproken aanvulontwerp



Doorstroommenger, verloren leiding

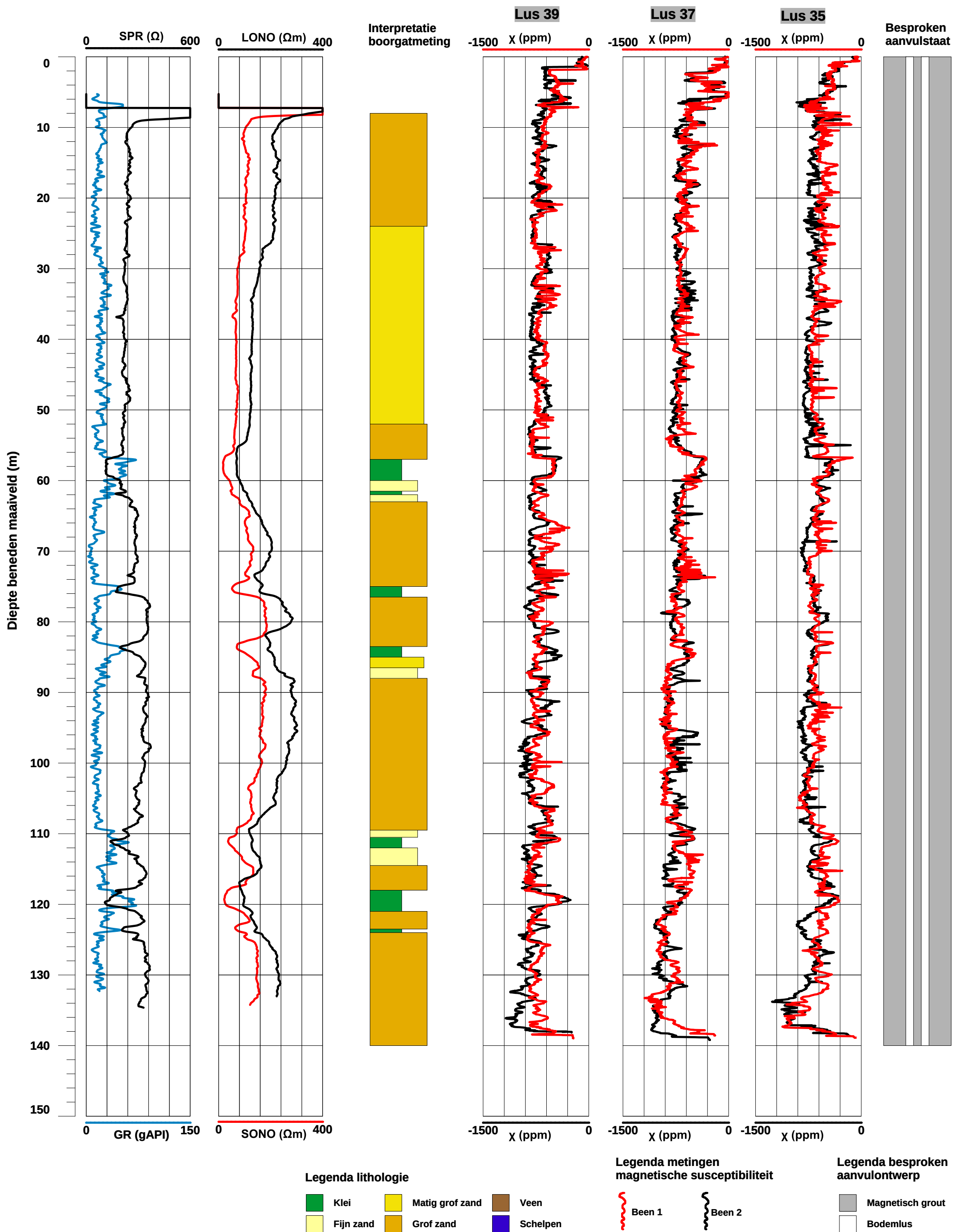
Plaatsnaam:	Culemborg
Straatnaam:	Beersluis
RD - coördinaten (m):	X: 141650, Y: 439860
Maaiveldhoogte:	1.8 m NAP (AHN)
Datum:	2021-07-22

Naam put:	Bodemlus
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	140 mm

Deltares



enabling delta life



Bijlage

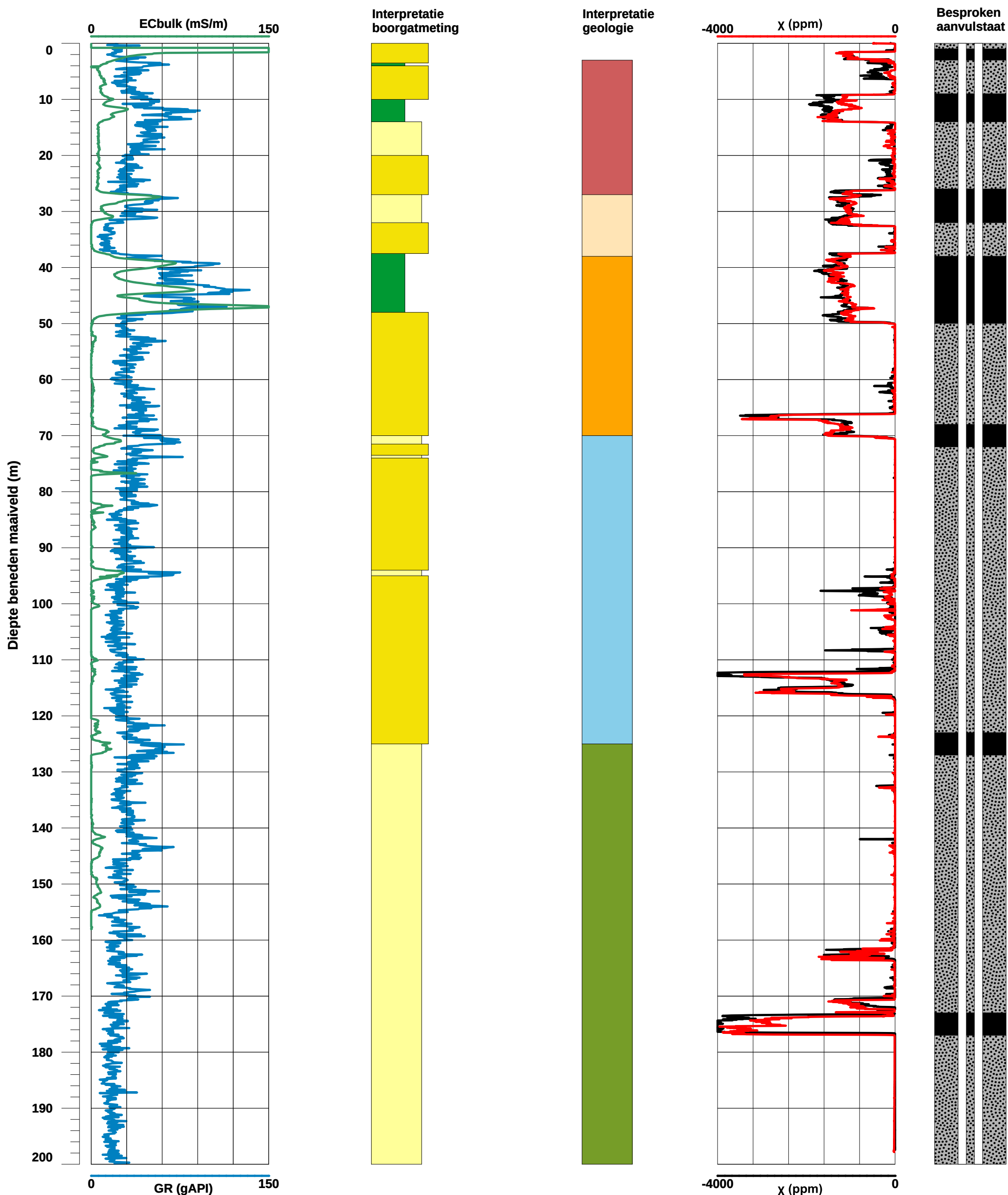
Plaatsnaam:	Dongen
Straatnaam:	De Leest 11
RD - coördinaten (m):	X: 123300, Y: 403262
Maaiveldhoogte:	4.9 m NAP
Datum:	2020-05-14

Naam put:	Bodemlus 4
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	150 mm

Deltares



enabling delta life



Legenda lithologie

	Klei		Grof zand
	Fijn zand		Veen
	Matig grof zand		Schelpen

Legenda besproken aanvulontwerp

 **Aanvulgrind**  **Bodemlus**
 **Kleiafdichting**

Legenda geologische formaties

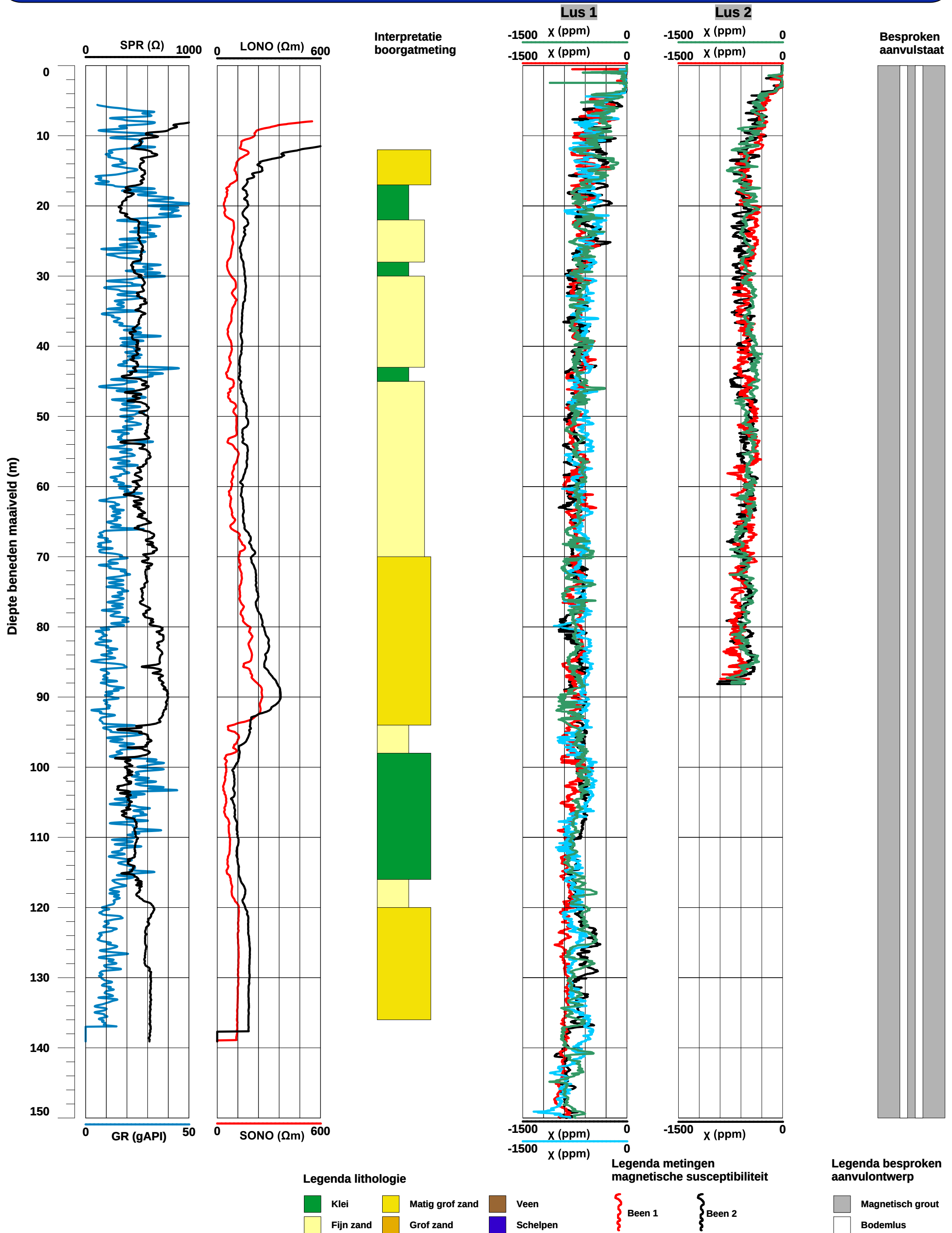
	Sterksel		Maassluis
	Stramproy		Oosterhout
	Waalre		Breda

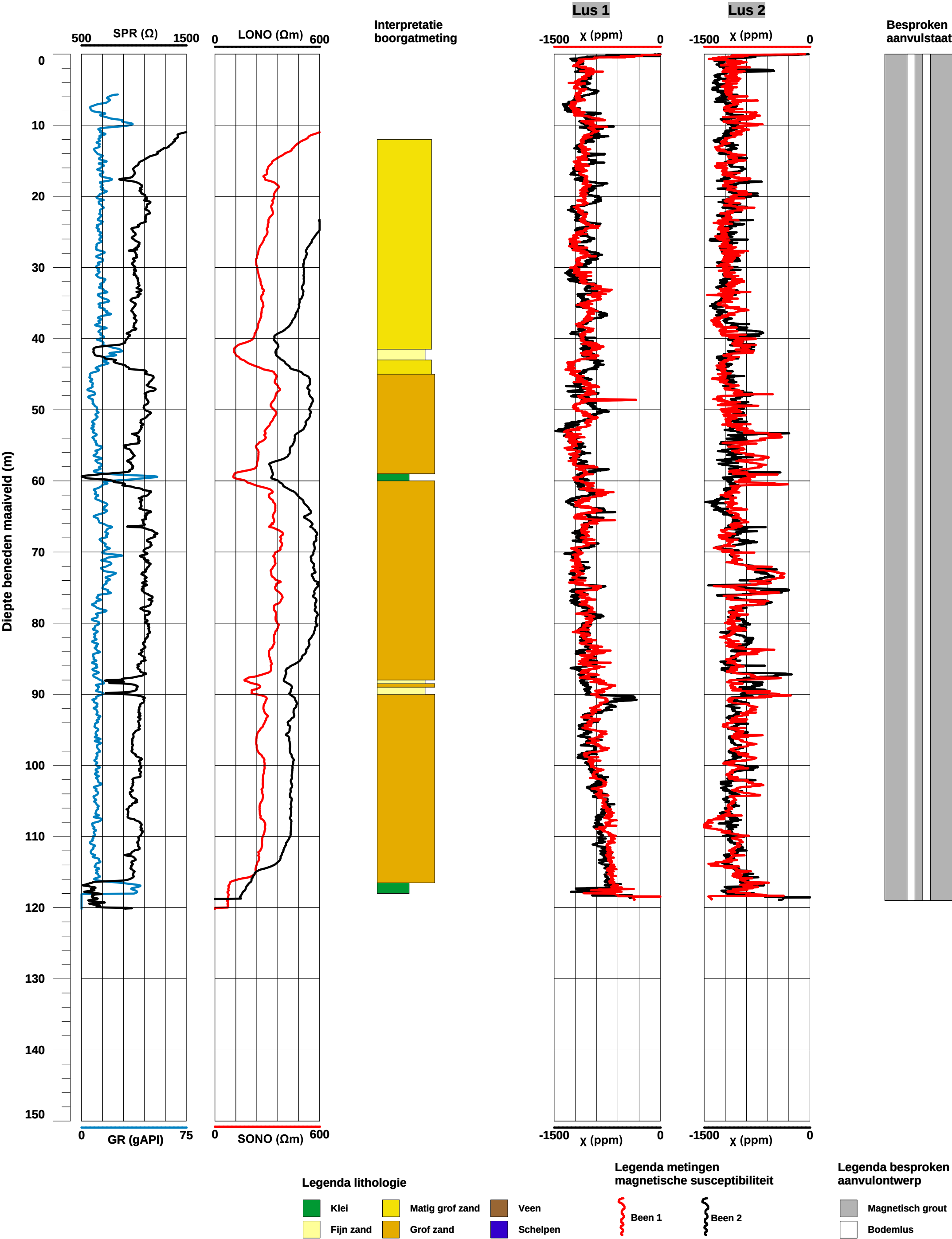
Volledig aanvullen, verloren leiding

Plaatsnaam:	Etten-Leur
Straatnaam:	Tamboerijn
RD - coördinaten (m):	X: 103198, Y: 397085
Maaveldhoogte:	7.9 m NAP (AHN)
Datum:	2022-05-16

Naam put:	Bodemlus
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	160 mm

Deltares





0

150

Diepte beneden maaiveld (m)

Interpretatie boorgatmeting

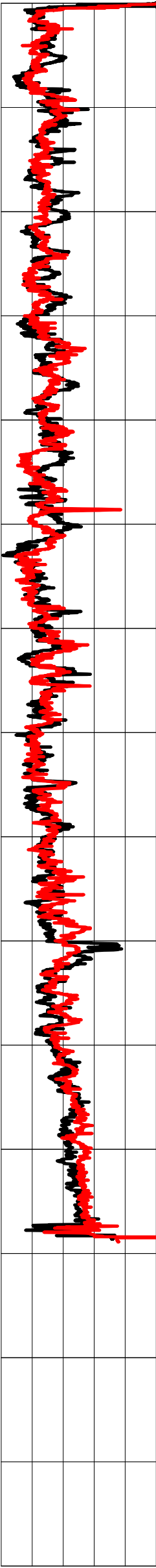


Lus 1

-1500

0

X (ppm)

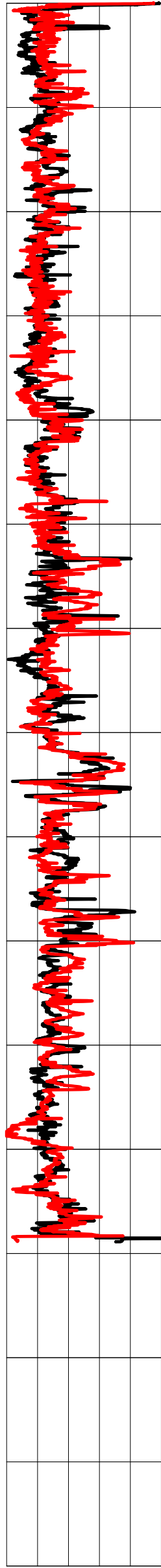


Lus 2

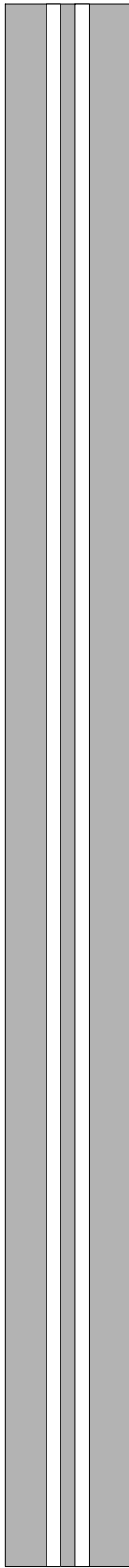
-1500

0

X (ppm)



Besproken aanvulstaat



Klei

Fijn zand

Matig grof zand

Grof zand

Veen

Schelpen

Legenda lithologie

Been 1

Been 2

Legenda metingen magnetische susceptibiliteit

Magnetisch grout

Bodemlus

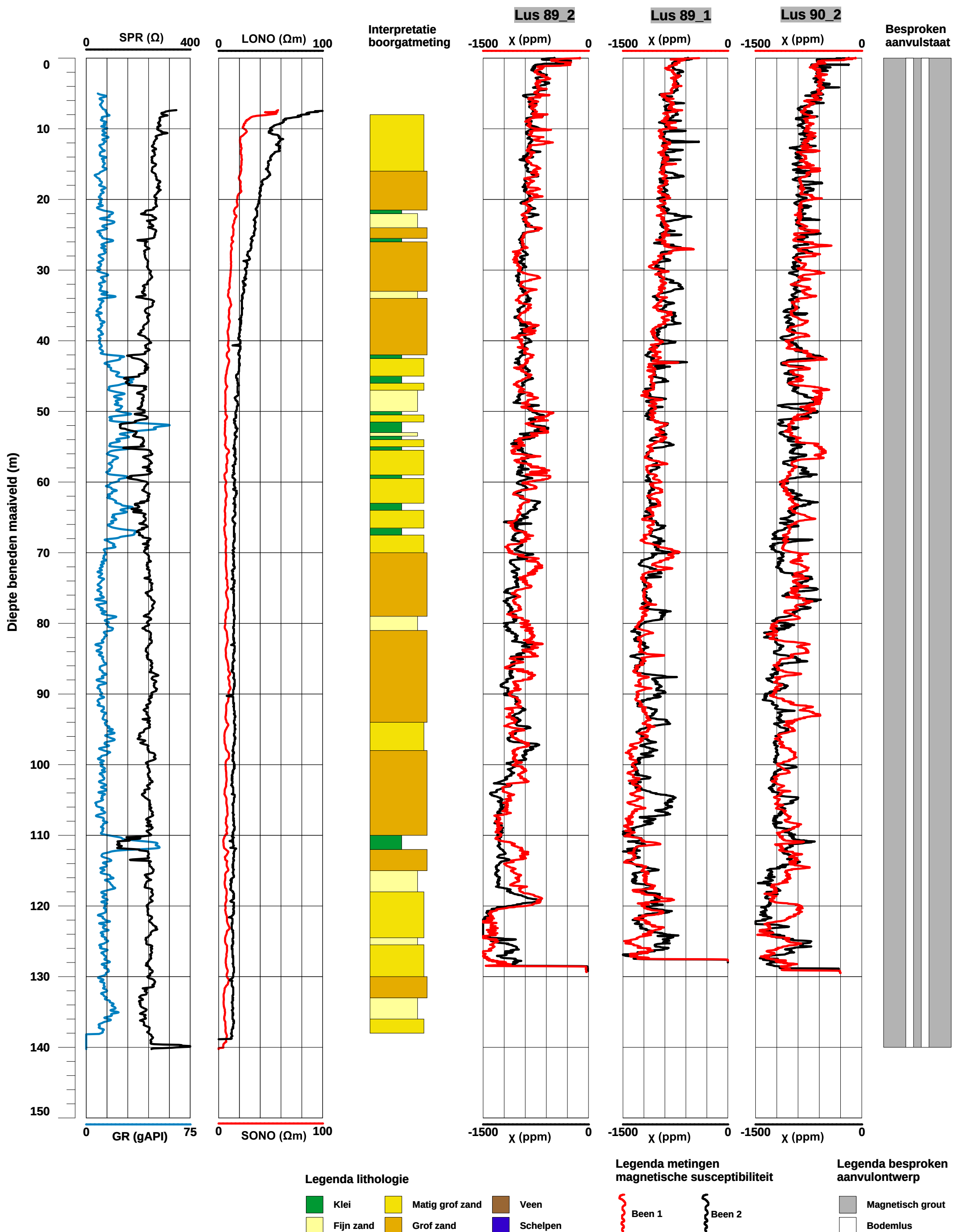
Legenda besproken aanvulontwerp

Volledig aanvullen, verloren leiding

Plaatsnaam: Weesp
Straatnaam: Weesperweg
RD - coördinaten (m): X: 132359, Y: 481629
Maaiveldhoogte: -1.7 m NAP (AHN)
Datum: 2021-11-17

Naam put:	Bodemlus
Opdrachtgever:	TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:	
Boormethode:	Spoelboren
Diameter boorgat:	150 mm

Deltares

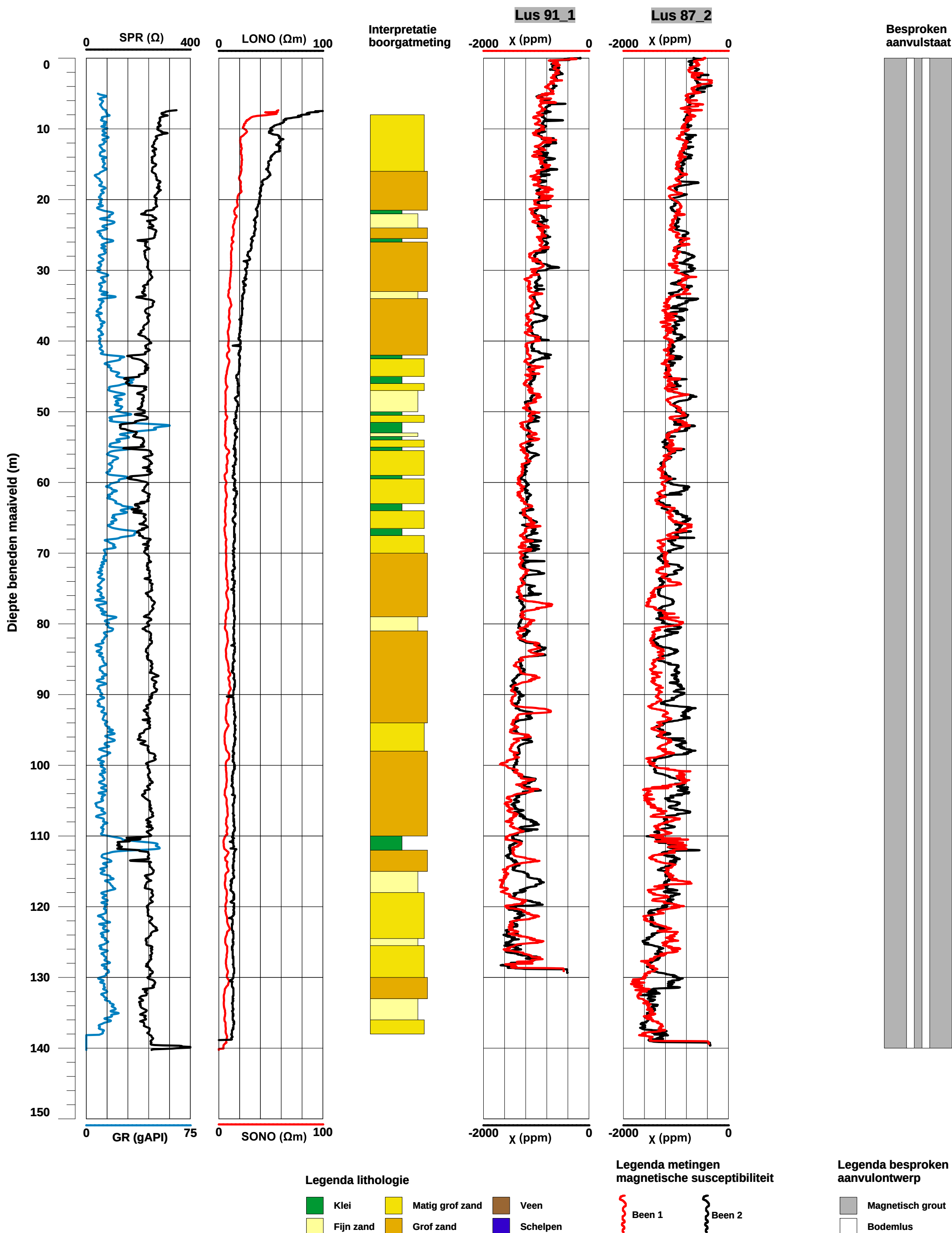


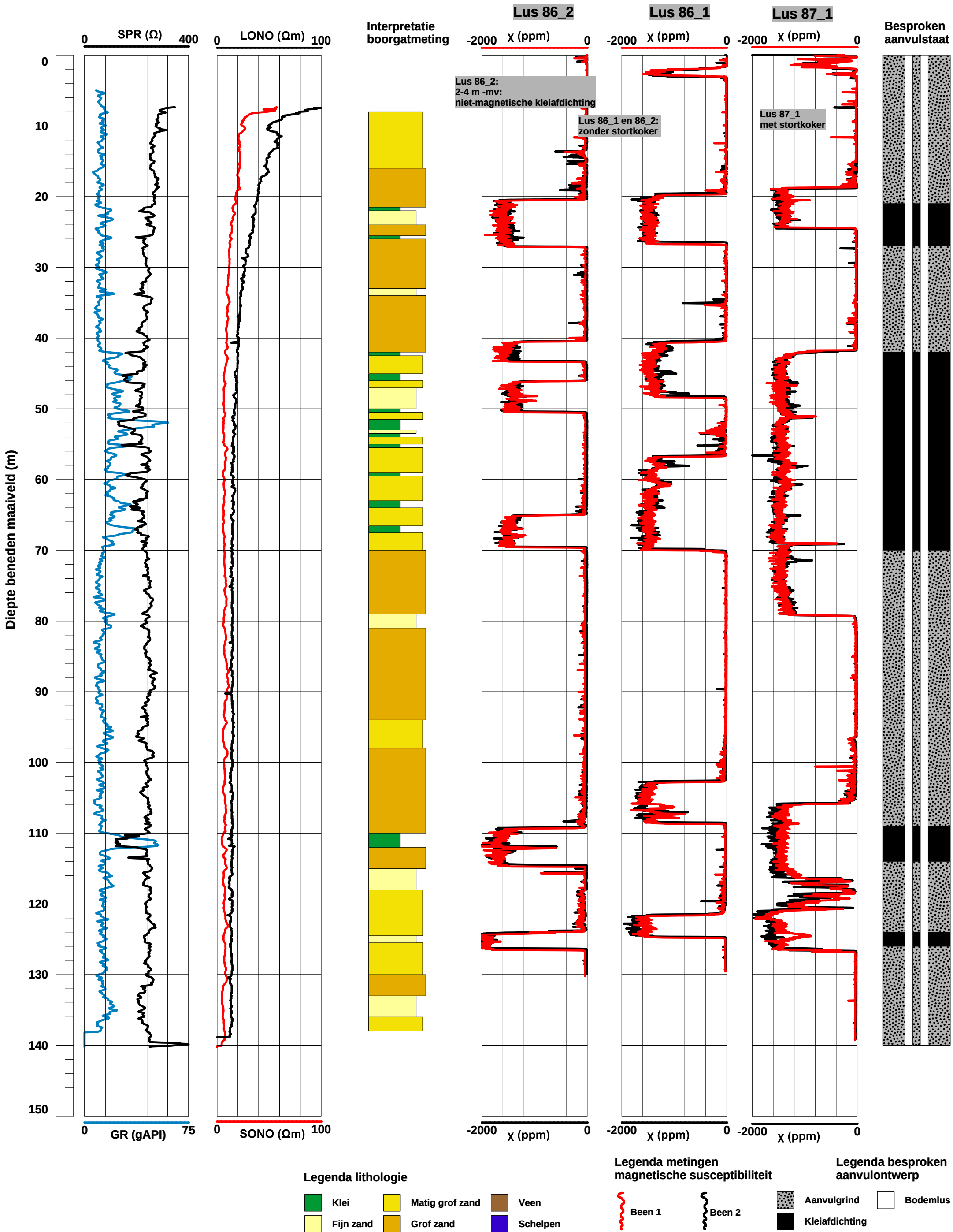
Volledig aanvullen, verloren leiding

Plaatsnaam: Weesp
Straatnaam: Weesperweg
RD - coördinaten (m): X: 132359, Y: 481629
Maaiveldhoogte: -1.7 m NAP (AHN)
Datum: 2021-11-17

Naam put: Bodemlus
Opdrachtgever: TKI consortium 'Aanvullen boorgaten'
Boorbedrijf:
Boormethode: Spoelboren
Diameter boorgat: 150 (91 1) - 170 (87 2) mm

Deltares





VI Formulieren veldobservaties tijdens veldproeven op praktijkschaal

VI.I Formulier gehanteerd door boorploeg

Boorfirma: Naam Boormeester: Locatie: Datum: Boring nr: Einddiepte boring: Diameter boring	 m-mv mm
Boorbeschrijving <i>Alleen op boring waarop Deltares woensdag open boorgatmeting uitvoert is een boorbeschrijving nodig.</i>	
Neem een monster van grout (in identiek plastic bakje met deksel): - aanvulmateriaal voor injectie - Op moment dat water verkleurt doordat grout eraan komt ($t=0$) - Na 30 seconden - Na 1 minuut - Na 2 minuut - Na 3 minuut - Na 4 minuut - Na 5 minuut Zorg dat je monsters kunt nemen van grout bovenin het boorgat	Volume bakje: ml Gewicht leeg bakje gram: Gewicht gevuld bakje: gram gram gram gram gram (indien mogelijk) gram gram gram
- Tijdstip start aanvullen - Verpompte volume bij start aanvullen - Tijdstip op moment dat water verkleurt ($t=0$) - Verpompte volume op moment dat water verkleurt	 (zet bij voorkeur op 0)
Debiet groutpomp (liter/ minuut) op het moment dat grout bovenin het boorgat doordringt	 Liter/minuut
Hoogte van de bovenkant van de groutkolom t.o.v. maaiveld, op het moment dat aanvullen klaar is <i>(gebruik een negatief getal als beneden maaiveld; gat niet opvullen)</i>	 m t.o.v. maaiveld ($t=0$) m t.o.v. maaiveld (1 dag later) m t.o.v. maaiveld (7 dag later)
Zorg dat de boring is gemarkeerd (boring nr op label schrijven) Zorg dat de lus vanaf maaiveld toegankelijk is voor een magnetometer	

VI.II Formulier gehanteerd door KWR/ Deltares

Onderzoeksvragen

1. Voldoet het gebruikte aanvulmateriaal en de verwerking ervan aan de specificaties van de leverancier?
2. Hoe nauwkeurig is het aanvulniveau in een boorgat te voorspellen op basis van de verpompte hoeveelheid grout?
3. Hoe goed is een boorploeg in de praktijk ook in staat om de kwaliteit en het aanvulniveau van de grout te bewaken?

Ad 1) Focus op dichtheid en mengtijd

Ad 2) Dit bepaald namelijk of de methode met een optrekkende vulleiding überhaupt veilig kan worden toegepast. Daarom deze metingen ook observaties ook verrichten bij een vaste vulleiding.

Ad 3) We willen weten of de gevolgde werkwijze in de praktijk ook uitvoerbaar is voor de boorploeg.

Aandachtspunten

Let op: ga de vragen niet vooraf expliciet stellen aan de boormeester. We willen weten hoe ze in de praktijk werken. Geef je ogen goed de kost en stel achteraf vragen.

Neem achteraf het ingevulde formulier door met de boorploeg.

Rood = Alleen bij (1) optrekkende vulleiding, (2) meerdere verloren vulleiding (op verschillend niveau) en (3) laagsgewijs

Observaties aan het boorgat	Observaties KWR/ Deltares	Opmerking Boorfirma
Naam Onderzoeker:		
Boorfirma		
Locatie		
Boring nr		
Datum		
Einddiepte		
Diameter boorgat		
Type Aanvulmateriaal		
Leverancier Aanvulmateriaal		
Start mengen (hh:mm)		
Einde mengen (hh:mm)		
Type pomp waarmee wordt gemengd	 (NB: kan ook betoncentrale)	
Theoretische volume boorgat (tot hoogte waarop grout wordt bemonsterd) (m3)		

Debiet groutpomp volgens opgave boorploeg. Debiet groutpomp volgens debietmeter (L/min) - 2 min na start aanvullen - 2 min voor einde theoretische duur opvullen Theoretische duur opvullen boorgat (hh:mm).	 (*) evt onderscheid: start/ einde aanvullen ivm tegendruk	
Noteer de volgende tijdstippen: Start aanvullen (hh:mm) Verkleuring grout (1 ^e monstername boorfirma) Einde aanvullen (hh:mm)		
Aanvulwijze (*) Diameter aanvulslang/ tremie Einddiepte aanvulslang/ tremie bij start	 (*) Bijvoorbeeld: één optrekkende vulleiding, één vaste vulleiding, meerdere vaste vulleiding, laagsgewijs	
Extra groutmonsters door KWR/ Deltares (in aanvulling op monsters door boorfirma)		
Aanvulmateriaal na verpompen van: - 67% theoretische inhoud boorgat	 Noteer tijdstip monstername (hh:mm)	
Uitkomende materiaal, na verpompen van: - 67% theoretische inhoud boorgat - 100% theoretische inhoud boorgat	 Noteer tijdstip monstername (hh:mm) Noteer tijdstip monstername (hh:mm)	
Observaties werkwijze boorploeg	Observaties KWR/ Deltares	Opmerking Boorfirma
Hoe wordt het volume ingebrachte aanvulmateriaal gemonitord? * En hoe frequent monitort de boorploeg dit volume? **	 (*) Bijvoorbeeld: Niet; Op basis van een eerder gemeten gemiddelde waarde, live middels een debietmeter op de groutinstallatie.	

	<i>(**)Bijvoorbeeld: Nooit, elke 5 minuten, alleen bij eerste boring op locatie en vervolgens wordt aangenomen dat de aanvulsnelheid overal gelijk is, voorafgaand aan optrekken vulleiding.</i>	
Hoe wordt het niveau van het aanvulmateriaal in het boorgat gemonitord? * En hoe frequent monitort de boorploeg dit aanvulniveau? **	 <i>(*) Bijvoorbeeld: Nooit, elke 5 minuten, alleen bij eerste boring op locatie en vervolgens wordt aangenomen dat de aanvulsnelheid overal gelijk is, voorafgaand aan optrekken vulleiding.</i>	
Hoe wordt het niveau van de aanvulslang/ tremie gemonitord? En hoe frequent monitort de boorploeg dit niveau? **	 <i>Bijvoorbeeld: Niet, op basis van teller die omwentelingen bijhoudt van lier</i>	
Hoe moet de boormeester bepalen of de vulslang zich onder het aanvulniveau bevindt (of wat de afstand is tussen vulslang en aanvulmateriaal)? Is dit in één oogopslag zichtbaar of vergt dit omrekeningen?	 <i>Bijvoorbeeld: Er is een scherm waarop de boormeester live kan zien wat het aanvulniveau is. Boormeester moet dit zelf uitrekenen (geef aan welke stappen de boormeester hierbij moet zetten).</i> <i>--> Maak een foto van de schermen/ meters die de boormeester moet aflezen</i>	
Indien vulleiding/ tremie stapsgewijs verandert:		

Wat is de positie van de tremie/ vulleiding t.o.v. het aanvulniveau op het moment voordat deze wordt opgetrokken? En nadat deze wordt opgetrokken? Indien vulleiding continue wordt opgetrokken: Wat is de positie van de vulleiding t.o.v. het aanvulniveau op het moment dat: - wordt gestart met optrekken - halverwege het aanvullen - op het moment dat de grout bovenaan het boorgat doordringt ($t=0$)		
Hoe wordt de dichtheid van het ingaande grout bepaald?	 <i>Bijvoorbeeld: Niet, grout in metalen koker en vervolgens op weegschaal</i>	
Hoe wordt de dichtheid van het grout bepaald dat uit het boorgat naar boven komt?	 <i>Bijvoorbeeld: Niet, grout bemonsterd in in metalen koker en vervolgens op weegschaal</i>	
Wordt de dichtheid van het ingaande en uitgaande grout vergeleken? Wat doet de boormeester met deze informatie?	 <i>Bijvoorbeeld: Niet, groutpomp wordt pas stilgezet als ingaande dichtheid gelijk is aan uitgaande dichtheid</i>	
Hoe bepaalt de boormeester wanneer hij klaar is met grouten?	 <i>Bijvoorbeeld: op basis van verpompt volume, op basis van</i>	