



**ANDREASEN
& HVIDBERG**

VOR REF.: 21281-1
DATO: 06-10-2022
REV A: 10-10-2022

21281-1 Sæby Vandmølle

**Registrering af grundvandsspejlet i
perioden d. 22.08.2022 til 26.08.2022 un-
der tømning af Møllesøen.**

Udført af:
Peter kasozi
Geotekniker – Ingeniør

Kontrolleret af:
Jesper Ø. Pedersen
Geotekniker – Ingeniør

INDHOLDSFORTEGNELSE

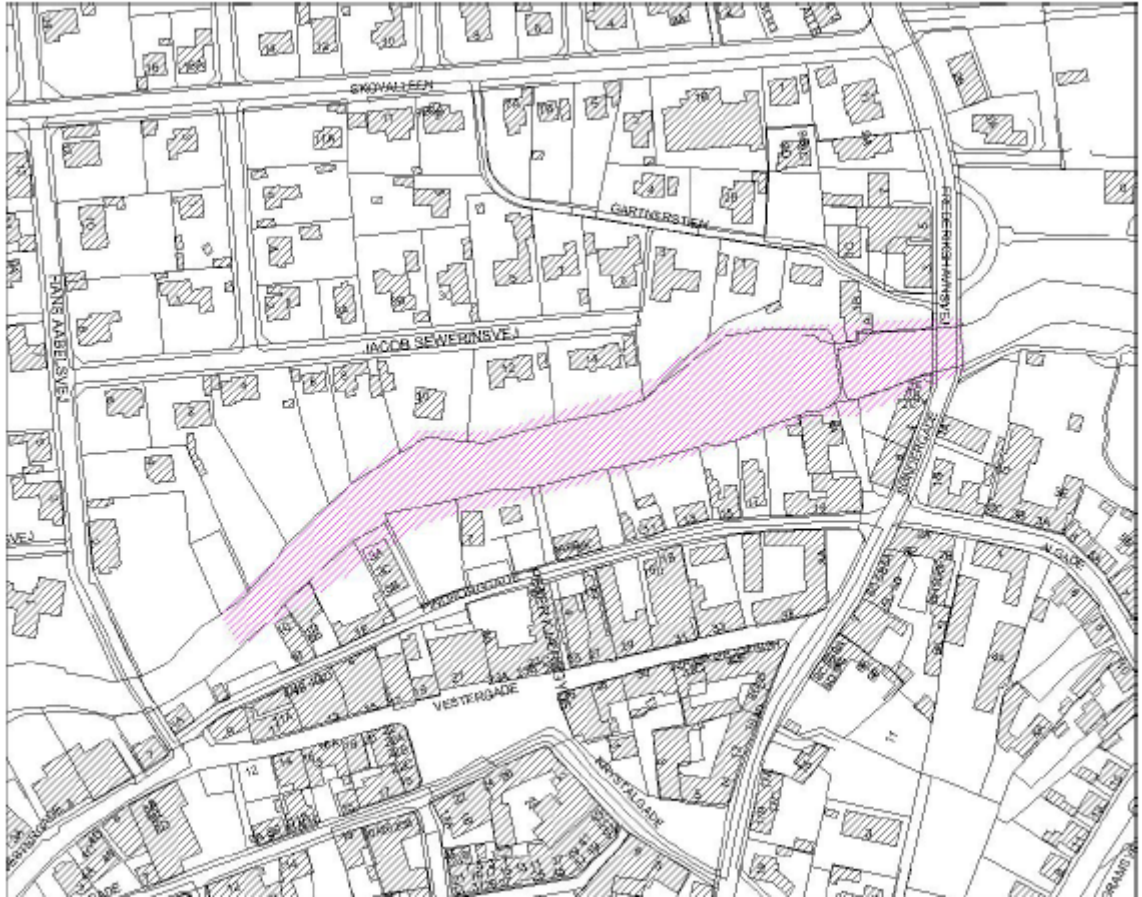
1	Projekt	2
2	Tidligere undersøgelser	4
3	Jordbundsforhold.....	4
4	Grundvandsspejl.....	5
5	Forsøget.....	5
5.1	Pejler SN230.....	7
5.2	Pejler SN272.....	8
5.3	Pejler 30	8
5.4	Pejler SN47.....	8
5.5	Pejler 274	8
6	Bemærkninger	9

BILAGSFORTEGNELSE

Tidligere geoteknisk notat	1
Geoteknisk undersøgelsesrapport Grontmij sagsnr. 25.1105.51	2

1 Projekt

Frederikshavn kommune planlægger en etablering af en faunapassage ved Sæby Mølle. Faunapassagen bliver udformet som en sinusbølge formede stryg opstrøms det eksisterende stemmeværk. Stryget strækker sig over ca. 240 m og projektområdet er skravet på figur 1.1.

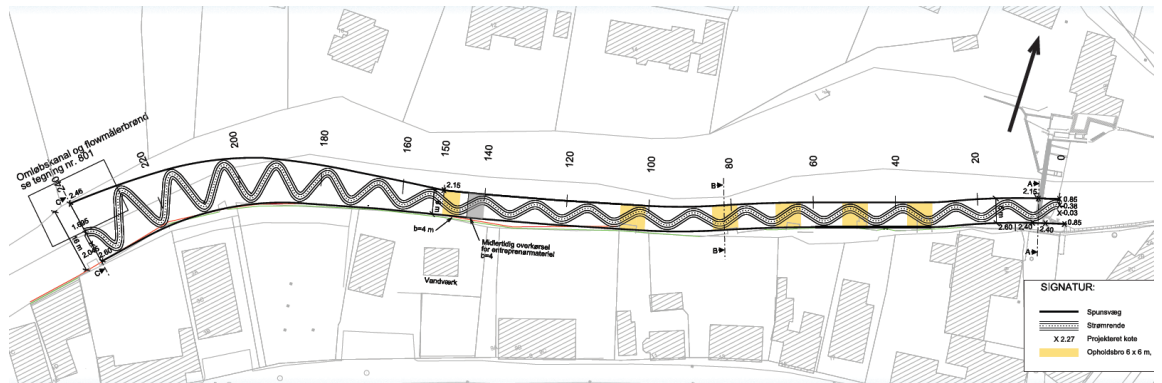


Figur 1.1. Projektområdet

Projektets hovedformål er som følger:-

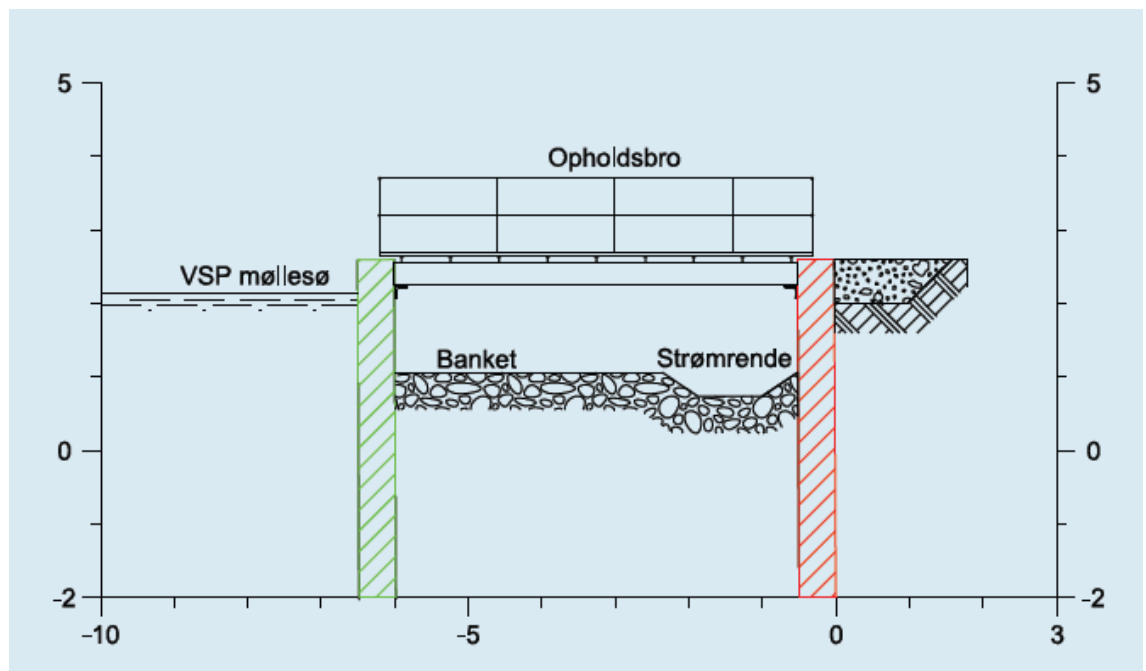
1. At forbedre den fri vandring for vandløbsfaunaen i Sæby Å i henhold til Vand-rammedirektivets krav om kontinuitet i vandløb.
2. At bevare den kulturhistoriske værdi af Sæby Mølle, stemmeværk og Møllesø
3. At projektere et faunapassabelt stryg under hensyntagen til risiko for sætningskader på bygninger nær vandløbet og Møllesøen

Faunapassagens udformning er vist på figur 1.2.



Figur 1.2. Faunapassagens udformning.

Faunapassagen består af en strømrende del, en banket og spunsvægge på hver side af passagen danner ramme om passagen. Tværprofilen er vist på figur 1.3



Figur 1.3. Tværprofilen for faunapassagen

Spunsvæggen i sydside har en konstant topkote i +2,6 DVR90, hvor topkoten i nordside er varierende. Bundkoten varierer mellem – 7,0 á -11,8 DVR90.

I nærværende rapport bliver projektets 3 formål behandlet, hvor det undersøges, hvad vandspejlets sænkning i Møllesøen har af betydning for de nærliggende bygninger. Under etablering af faunapassagen bliver vandstanden i Møllesøen sænket til ca. kote +0,6 DVR90 svarende til ca. 1,6 á 1,7 m under det aktuelle vandniveau i en forventet periode på ca. 2 måneder.

2 Tidligere undersøgelser

Andreasen & Hvidberg A/S har siden den 15.10.2021 foretaget registrering af grundvandsspejlet i 5 boringer i området omkring Sæby Mølle. Projektets hovedformål er at monitorere grundvandsspejlets variation omkring det planlagt projektareal for faunapassagen forud for anlægsfasen til vurdering af risiko for sætningsskader i de nærliggende bygninger.

I en tidligere notat blev der foretaget en foreløbige vurdering med udgangspunkt i den målte data i pejleboringer. I de målte data var der udført et forsøg, hvor stemmeværket blev trukket i ca. 3 timer, hvilken havde resulteret i et fald på ca. 12 cm i vandstanden i Møllesøen. Det blev vurderet at en tidsperiode på 3 timer var således for kort til at vurdere den reelle sænkning i nærmiljøet, og det blev anbefalet derfor, at stemværket trækkes over en længere periode på f.eks. 2 dage.

Det tidligere notat er vedlagt i bilag 1.

I den aktuelle undersøgelse blev stemmeværket trukket i en periode på 4 dage.

3 Jordbundsforhold

Grontmij(nuværende Sweco) og Andreasen & Hvidberg har tidligere i hhv. 2011 og 2021 udført jordbundsundersøgelser for projektet deres sagsnr. Grontmij(25.1105.51) og A&H(21281).

Ved de af Grontmij udførte boringer er der truffet vekslende fyldaflejringer til 1,0 á 2,0 m under terræn, der underlejres af postglaciale aflejringer af tørv, gytje- og gytjeholdige aflejringer med indslag af sand og grus til ca. 3,0 á 4,5 m under terræn, tilsvarende kote -2,5 DVR90. Herunder træffes senglacialt marint siltet sand med indslag af silt og ler. I åen blev de postglaciale aflejringer afgrænset i 5,3 m dybde svarende til kote -3,5 DVR90.

Ved de af Andreasen & Hvidberg udførte boringer er der øverst truffet asfalt og fyld bestående af muld, sand, grus, sten samt tørv til 2,6 á 3,7 m under terræn. Herunder er der ved boringerne 1 og 2 truffet senglacialt sand og stedvist ler og silt til den borede dybde 4,5 á 5,5 m under terræn.

Ved boringerne 3 - 5 er der under fyldlaget truffet postglaciale aflejringer af tørv, gytje samt sand til 5,1 á 6,0 m under terræn, hvori boringerne 3 og 5 er afsluttet. Boring 4 er afsluttet i post-/senglacialt sand 6,0 m under terræn.

Placeringen af de udførte boringer er vist på figur 3.1, Grontmij's geotekniske undersøgelsesrapport er vedlagt som bilag 2.



Figur 3.1. Oversigt over udførte borer

Grøntmij's geotekniske undersøgelsesrapport er vedlagt som bilag 2.

4 Grundvandsspejl

Ved pejlerunden d. 30. september 2021 blev grundvandsspejlet pejlet i følgende niveauer, se tabel 4.1.

Boring nr.	Pejledato	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
1	30.09.2021	+2,7	+1,7	1,0
2	30.09.2021	+3,2	+1,8	1,4
3	30.09.2021	+2,8	+2,5	0,3
4	30.09.2021	+3,7	+2,5	1,2
5	30.09.2021	+3,0	+2,3	0,7
1(Grøntmij)	09.09.2011	+3,1	+2,5	0,6
2(Grøntmij)	09.09.2011	+2,7	+2,3	0,4
3(Grøntmij)	09.09.2011	+2,8	+1,8	1,0
00(Grøntmij)	09.09.2011	+2,8	+1,8	1,0

Tabel 4.1 De pejlede vandspejlsniveauer.

Det skønnes, at grundvandsspejlet kan variere en del afhængigt af nedbør og årstid, samt at der kan ophobes sekundære vandspejl over kohæsive aflejringer som ler, gytje og tørv.

5 Forsøget

I en periode på ca. 4 dage, fra mandag d. 22.08.2022 til fredag morgen d. 26.08.

2022 blev vandstanden i Møllesøen sænket til 0,8 m under det aktuelle vandniveau ved stemmeværket og aftager opstrøms. Vandspejlets variation blev registreret i de nærliggende pejleboringer under forsøget. Oversigt over pejleboringer er vist på figur 5.1, og vandspejlets variation er vist i figur 5.2.

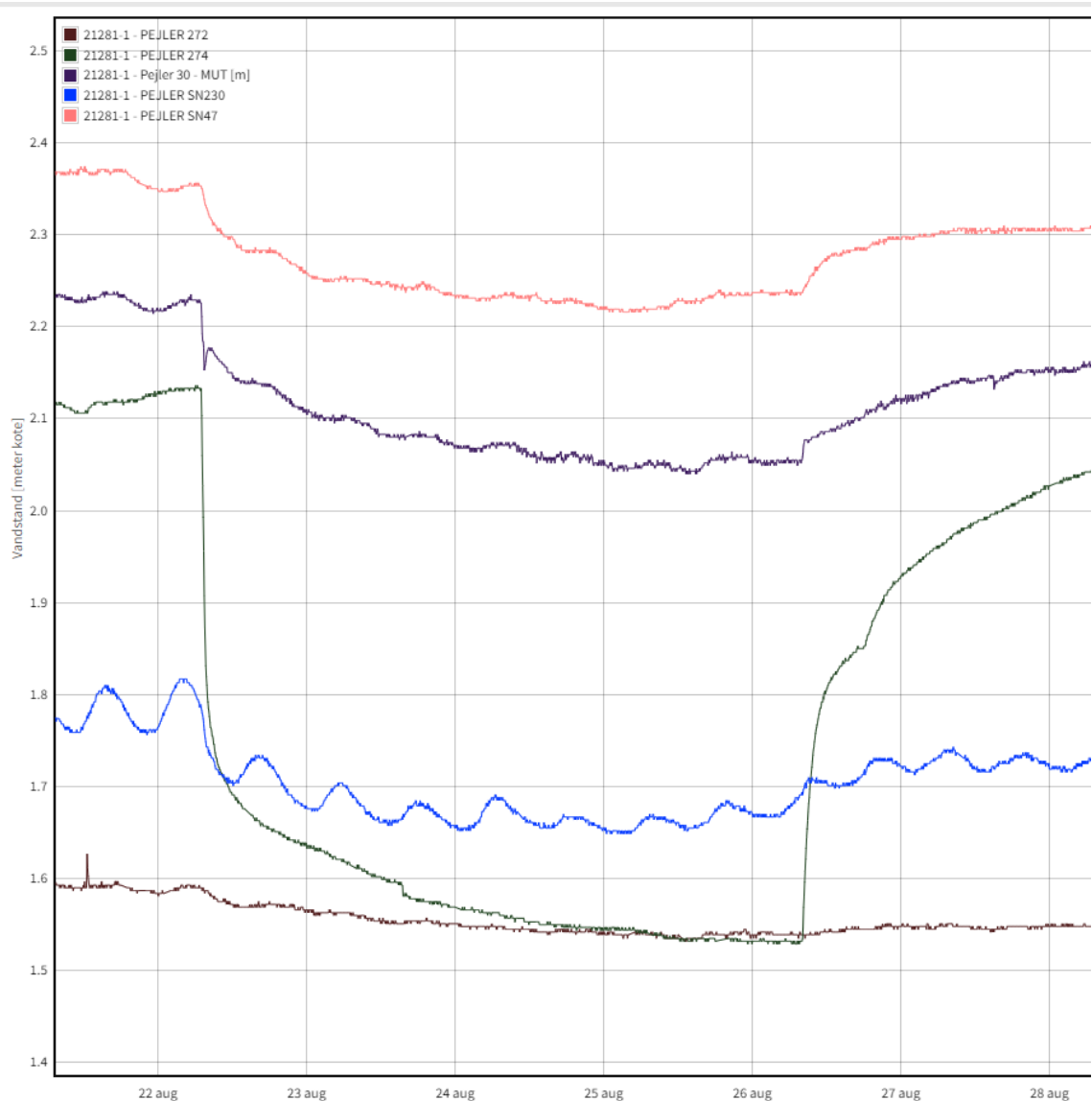


Figur 5.1. Oversigt over pejleboringer

Benævnelse af boringer med tilhørende logger er angivet i tabel 5.1.

Boring	Pejlelogger
1	SN230
2	272
3	30
4	SN47
5	274

Tabel 5.1 Oversigt over pejleloggere.



Figur 5.2. Vandspejlets variation under forsøget.

I de følgende tabeller 5.2 – 5.6 er vandspejlets variation under forsøget angivet. Det maksimum vandspejl er vandspejlets niveau ved forsøgsstart og minimum vandspejl er det lavest registreret vandspejl under forsøgsforløb.

5.1 Pejler SN230

I perioden den 22.08.2022 til den 26.08.2022 er der registeret en variation i grundvandspejlet som følger, jf. tabel 5.2.

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandspejl	
			Maksimum DVR90 [m]	Minimum DVR90 [m]
Pejler SN230	1	+2,7	+1,79	+1,65

Tabel 5.2 Beskrivende statistik – Pejler 230.

5.2 Pejler SN272

I perioden den 22.08.2022 til den 26.08.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 5.3

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			Maksimum DVR90 [m]	Minimum DVR90 [m]
Pejler SN272	2	+3,2	+1,59	+1,54

Tabel 5.3 Beskrivende statistik – Pejler SN272.

5.3 Pejler 30

I perioden den 22.08.2022 til den 26.08.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 5.4.

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			Maksimum DVR90 [m]	Minimum DVR90 [m]
Pejler 30	3	+2,8	+2,23	+2,04

Tabel 5.4 Beskrivende statistik – Pejler 30.

5.4 Pejler SN47

I perioden den 22.08.2022 til den 26.08.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 5.5.

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			Maksimum DVR90 [m]	Minimum DVR90 [m]
Pejler SN47	4	+3,7	+2,35	+2,22

Tabel 5.5 Beskrivende statistik – Pejler SN47.

5.5 Pejler 274

I perioden den 22.08.2022 til den 26.08.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 5.6.

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			Maksimum DVR90 [m]	Minimum DVR90 [m]
Pejler 274	5	+3,0	+2,13	+1,53

Tabel 5.6 Beskrivende statistik – Pejler SN274.

6 Bemærkninger

Under forsøget blev grundvandsspejlets variation i boringer løbende indmålt hvert femte minut. Det størst fald blev registreret ved forsøgsstart ved samtlige boringer. Dette var især omfattende ved boring 5 pejler 274, hvor der blev registreret det største fald på ca. 60 cm totalt. Dette skyldtes primært pejlerørets beliggenhed i det vandførende grusholdige lag, desuden fulgte vandspejlet i boring 5 omtrentlig vandniveauet i Møllesøen.

Ved de resterende boringer blev der registreret et fald på mellem 5 – 19 cm, hvor det lavest fald blev indmålt ved boring 2, som er placeret henne ved stemmeværket og længst væk fra Møllesøen, hvorfor det er forventeligt.

Ud fra de indmålte data ved boring 5 Pejler 274 kan det ses at en sænkning af vandniveauet i Møllesøen har en stor påvirkning på det sekundære vandspejl i området. I de resterende pejleboringer er filterne på pejlerørene placeret under de trufne stærke sætningsgivende aflejringer af gytje, tørv og ler, hvorfor det primært variationen i det nedre grundvandsmagasin der registreres.

En vandspejlets sænkning ned til ca. kote +0,6 DVR90 i en periode på ca. 2 måneder vil betyde at de trufne øvre stærkt sætningsgivende aflejringer af tørv, gytje og ler vil blive drænet, iltet og udtørret, som vil medføre acceleration af omdannelsen af det organiske indhold, samt en merbelastning af jorden idet opdriften fra vandet forsvinder.

Der er således meget stor risiko for, at en grundvandssænkning i en periode på ca. 2 måneder vil give sætningsskader på nærtliggende bygninger.

Der gøres opmærksomt på at de nærtliggende bygninger især ved den projekteret sydlige spuns skønnes utilstrækkeligt funderet, hvorfor der ikke må foretages vandspejlssænkninger der overstiger 0,5 m.

En midlertidig dræning af disse aflejringer kan undgås ved at anvende recirkulering ved grundvandssænkning. Generelt må der på omkringliggende arealer som udgangspunkt ikke foretages vandspejlssænkninger der overstiger 0,5 m, hvilket svarer til den estimerede årstidsvariation. Da vandspejlet allerede er lavt i den planlagte anlægsperiode, om sommeren, er det således begrænset, hvad man må sænke vandspejlet ved de nærtliggende ejendomme. Vi vil således anbefale, at man som udgangspunkt ikke sænker vandspejlet ved naboejendommene.

Vi anbefaler endvidere, at man foretager en løbende registrering af det øvre vandspejl ved alle naboejendomme under projekt udførelse. Registreringen skal foretages i både det øvre og nedre grundvandsmagasin.

Vi anbefaler som udgangspunkt, at der foretages recirkulering over hele strækning.

På baggrund af de løbende registreringer kan der foretages justeringer af recirkuleringen i projektperioden.

Vi anbefaler ubetinget, at grundvandssænkning foretages i tæt samarbejde med en

geoteknisk fagkyndig.

Bilag 1



**ANDREASEN
& HVIDBERG**

Dokumentationsrapport

VOR REF.: 21281-1
DATO: 12-05-2022
Rev A: 25-05-2022

21281-1 Sæby Vandmølle

**Registrering af grundvandsspejlet i
perioden d. 15.10.2021 til 11.05.2022.**

Udført af:
Peter kasozi
Geotekniker – Ingeniør

Kontrolleret af:
Jesper Ø. Pedersen
Geotekniker – Ingeniør

INDHOLDSFORTEGNELSE

Projekt.....	2
Jordbundsforhold	2
Grundvandsspejl	2
Dataanalyse	3
1.1 Pejler SN230.....	3
1.2 Pejler SN47.....	3
1.3 Pejler SN272.....	3
1.4 Pejler 30	4
1.5 Pejler SN231.....	4
1.6 Pejler SN47.....	4
1.7 Pejler 44	4
Bemærkninger	5
Konklusion - Sætninger	6

BILAGSFORTEGNELSE

Geotekniske undersøgelsesrapport	1
Vandspejlets variation	2 - 8

Projekt

Andreasen & Hvidberg A/S har siden den 15.10.2021 foretaget registrering af grundvandsspejlet i 5 boringer i området omkring Sæby Mølle.

Benævnelse af boringer med tilhørende logger samt tidspunkt for opsætning og nedtagning er angivet i tabel 1.1.

Boring	Pejlelogger	Opsat tidspunkt	Nedtaget tidspunkt
1	SN230	19.10.2021	
2	SN47	15.10.2021	10.01.2022
2	SN272	21.01.2022	
3	30	15.10.2021	
4	SN231	15.10.2021	
4	SN47	03.05.2022	
5	44	15.10.2021	

Tabel 1.1 Oversigt over logger.

Jordbundsforhold

Ved de udførte boringer er der øverst truffet asfalt og fyld bestående af muld, sand, grus, sten samt tørv til 2,6 á 3,7 m under terræn. Herunder er der ved boringerne 1 og 2 truffet senglacialt sand og stedvist ler og silt til den borede dybde 4,5 á 5,5 m under terræn.

Ved boringerne 3 - 5 er der under fyldlaget truffet postglaciale aflejringer af tørv, gytje samt sand til 5,1 á 6,0 m under terræn, hvori boringerne 3 og 5 er afsluttet. Boring 4 er afsluttet i post-/senglacialt sand 6,0 m under terræn.

Den geotekniske undersøgelsesrapport er vedlagt som bilag 1.

Grundvandsspejl

Ved pejlerunden d. 30. september 2021 blev grundvandsspejlet pejlet i følgende niveauer, se tabel 0.1.

Boring nr.	Pejledato	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
1	30.09.2021	+2,7	+1,7	1,0
2	30.09.2021	+3,2	+1,8	1,4
3	30.09.2021	+2,8	+2,5	0,3
4	30.09.2021	+3,7	+2,5	1,2
5	30.09.2021	+3,0	+2,3	0,7

Tabel 0.1 De pejlede vandspejlsniveauer.

Det skønnes, at grundvandsspejlet kan variere en del afhængigt af nedbør og årstid, samt at der kan ophobes sekundære vandspejl over kohæsive aflejringer som ler, gytje og tørv.

Dataanalyse

I nogle perioder forekommer der store udsving, som enten kan skyldes mekaniske/programmatiske fejl, eller at pejleloggeren er blevet fysisk forstyrret. Derudover måler pejlerne med et interval af 3 cm, hvorfor der ofte forekommer spring, når vandspejlet står i en grænse.

Disse udsving er blevet analyseret og vurderet på, hvorefter de er fjernet fra det endelige resultat, hvor det er vurderet, at udsvingene ikke viser et korrekt billede af vandspejlets beliggenhed.

1.1 Pejler SN230

I perioden den 19.10.2021 til den 11.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.1 og bilag 2:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler SN230	1	+2,7	+1,78	0,92	+2,15	0,55

Tabel 4.1 Beskrivende statistik – Pejler 230.

1.2 Pejler SN47

I perioden den 15.10.2021 til den 10.01.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.2 og bilag 3:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler SN47	2	+3,2	+2,22	0,98	+2,38	0,82

Tabel 4.2 Beskrivende statistik – Pejler SN47.

1.3 Pejler SN272

I perioden den 21.01.2022 til den 11.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.3 og bilag 4:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler SN272	2	+3,2	+1,66	1,54	+1,85	1,35

Tabel 4.2 Beskrivende statistik – Pejler SN272.

1.4 Pejler 30

I perioden den 15.10.2021 til den 11.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.4 og bilag 5:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler 30	3	+2,8	+2,35	0,42	+2,64	0,16

Tabel 4.3 Beskrivende statistik – Pejler 30.

1.5 Pejler SN231

I perioden den 15.10.2021 til den 03.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.5 og bilag 6:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler SN231	4	+3,7	+2,49	1,21	+2,78	0,92

Tabel 4.4 Beskrivende statistik – Pejler SN231.

1.6 Pejler SN47

I perioden den 03.05.2021 til den 11.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.6 og bilag 7:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler SN47	4	+3,7	+2,49	1,21	+2,52	1,18

Tabel 4.5 Beskrivende statistik – Pejler SN47.

1.7 Pejler 44

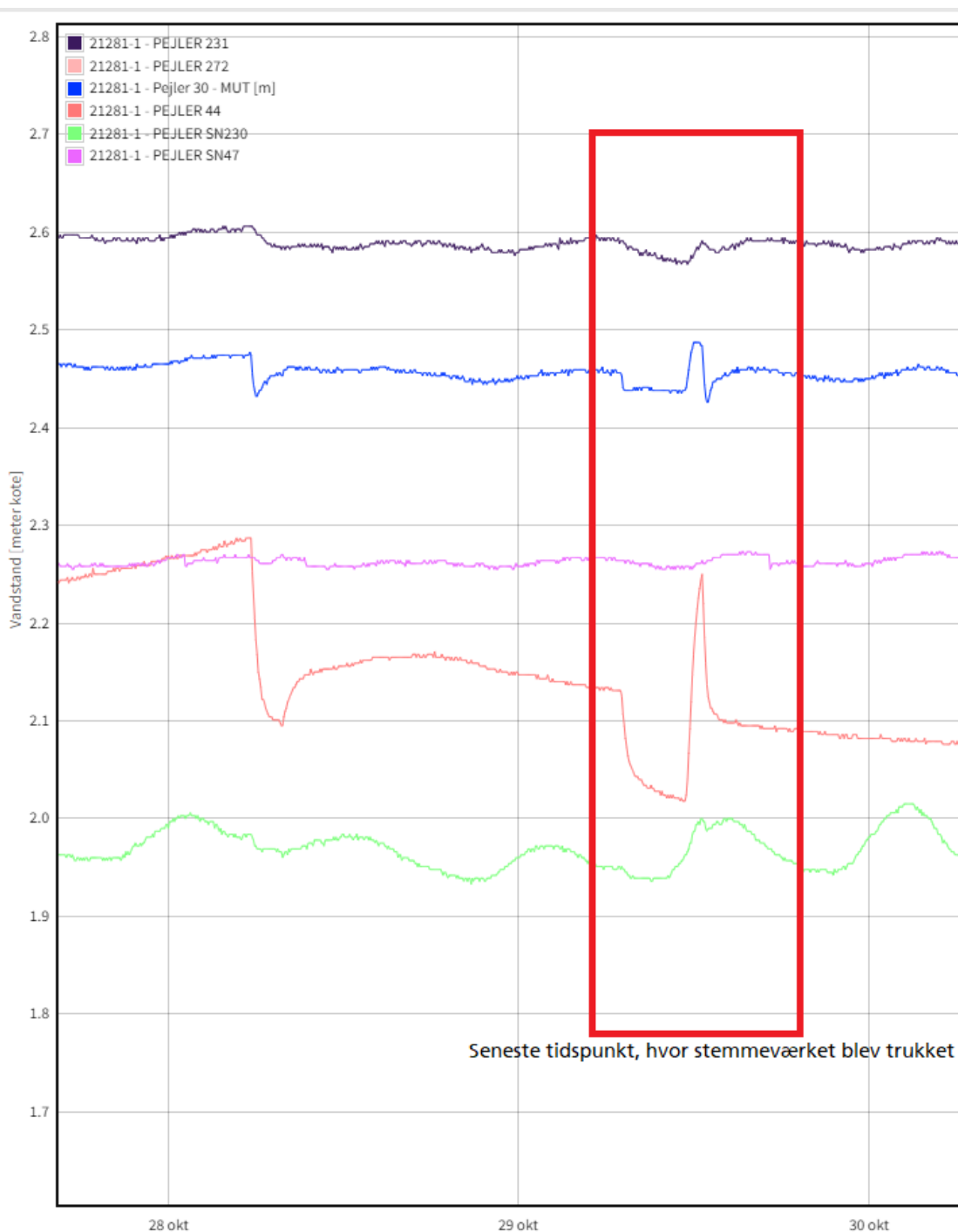
I perioden den 15.10.2021 til den 11.05.2022 er der registeret en variation i grundvandsspejlet som følger, jf. tabel 4.7 og bilag 8:

Pejler nr.	Boring	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl			
			Minimum		Maksimum	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]	DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
Pejler 44	5	+3,0	+2,06	0,94	+2,36	0,64

Tabel 4.7 Beskrivende statistik – Pejler 44.

Bemærkninger

På figur 1 kan vandspejlets variation d. 29. oktober 2021 ses, hvor det blev oplyst at stemmeværket blev trukket i tidsrummet 07:00 til ca. kl.10:00.



Figur 1 Vandspejlets variation d. 29. oktober 2021

Ud fra de registrerede data på figur 1 er der konstateret et fald på op til ca. 12 cm i vandspejlet i Møllesøen svarende til den laveste måling ved Pejler 44, hvor stemmeværket har været trukket i ca. 3 timer.

Konklusion - Sætninger

Jordbundsforhold

Ved de udførte boringer er der øverste truffet asfalt og fyld bestående af muld, sand, grus, sten samt tørv til 2,6 á 3,7 m under terræn. Herunder er der ved boringerne 1 og 2 truffet senglacialt sand og stedvist ler og silt til den borede dybde 4,5 á 5,5 m under terræn.

Ved boringerne 3 á 5 er der under fyldlaget truffet postglaciale aflejringer af tørv, gytje samt sand til 5,1 á 6,0, hvori boringerne 3 og 5 er afsluttet. Boring 4 er afsluttet i post-/senglacialt sand 6,0 m under terræn.

Med de trufne jordbunds- og grundvandsforhold af stærkt sætningsgivende lag af muld fyld, tørv og gytje i og under funderingsniveau, og et højt beliggende grundvandsspejl, er der meget stor risiko for sætninger ved de nærtliggende bygninger betinget af en grundvandssænkning. En grundvandssænkning medfører dels iltning og udtørring af jorden som medfører acceleration af omdannelsen af det organiske indhold, samt en merbelastning af jorden idet opdriften fra vandet forsvinder.

Der er således stor risiko for, at en grundvandssænkning vil give sætningsskader på nærtliggende bygninger.

På omkringliggende arealer må der som udgangspunkt ikke foretages vandspejls-sænkninger der overstiger 0,5 m, hvilket svarer til den estimerede årstidsvariation.

Det blev oplyst at vandspejlet i mellemsøen kan sænkes op til 0,8 m når stemmewærket bliver trukket. I de seneste registrerede data, hvor stemmewærket blev trukket i ca. 3 timer er der konstateret et fald i vandspejlet op til 12 cm ved boring 5. Tidsperioden på de 3 timer er således for kort til at vurdere den reelle sænkning i nærmiljøet. Vi anbefaler derfor, at stemmewærket trækkes over en længere periode, f.eks. 2 dage.

For at sikre imod skader på naboejendomme, skal sænkning følges nøje af en geoteknisk fagkyndig under hele perioden. Forsøget anbefales udført fra mandag og frem, så det er muligt at afkorte og forlænge forsøgsperioden afhængig af resultaterne/grundvandssænkning i nærmiljøet.

Det skal dog bemærkes, at der kan ophobes sekundære vandspejl over kohæsive aflejringer som ler og gytje, hvilket ligeledes kan have indflydelse på det målte vandspejl i pejleboringer.

Bilag

Bilag 1



**ANDREASEN
& HVIDBERG**

Jordbundsundersøgelse

VOR REF.: 21281

DATO: 11-10-2021

Sæby Vandmølle

Geoteknisk datarapport.

Jordbundsundersøgelser for grundvandslogning.

Sammenfatning

For monitorering af grundvandsspejlets variation ved Sæby Vandmølle er der foretaget 5 undersøgelsesboringer til 4,5 og 6,0 m under terræn.

Grundvands- og jordbundsforhold

Ved de udførte boringer er der øverste truffet asfalt og fyld bestående af muld, sand, grus, sten samt tørv til 2,6 á 3,7 m under terræn. Herunder er der ved boringerne 1 og 2 truffet senglacialt sand og stedvist ler og silt til den borede dybde 4,5 á 5,5 m under terræn.

Ved boringerne 3 á 5 er der under fyldlaget truffet postglaciale aflejringer af tørv, gytje samt sand til 5,1 á 6,0, hvori boringerne 3 og 5 er afsluttet. Boring 4 er afsluttet i post-/senglacialt sand 6,0 m under terræn.

Efter endt borearbejdet og ved pejlerunde d. 30. september 2021 er grundvandspejlet registreret i 0,3 á 1,4 m under terræn.

Udført af:
Peter Kasozi
Geotekniker – Ingeniør

Kontrolleret af:
Kasper Knudsen
Geotekniker - Ingeniør

INDHOLDSFORTEGNELSE

Sammenfatning	1
1 Indledning	3
2 Markundersøgelser og laboratorieforsøg	3
2.1 Markarbejde	3
2.2 Laboratoriarbejde	3
3 Jordbundsforhold.....	4
4 Grundvandsspejl.....	4

BILAGSFORTEGNELSE

Signaturer og definitioner	A
Boreprofiler, boring nr. 1 - 5.....	1 - 5
Situationsplan	S1

1 Indledning

For **Frederikshavn kommune, Center for Park og Vej** har Andreasen & Hvidberg A/S udført geotekniske undersøgelser for grundvandslogning.

Undersøgelsen har til formål at belyse jordbunds- og grundvandsforholdene.

Markarbejdet er udført i perioden d. 24 – 28. september 2021.

Projekt: Det ønskes at udføre pejleboringer ifm. monitorering af grundvandsspejlets variation.

2 Markundersøgelser og laboratorieforsøg

2.1 Markarbejde

Der er for det aktuelle projekt udført 5 boringer med sneglebor til 4,5 á 6,0 meter under terræn. Boringerne er benævnt 1 – 5, og er vedlagt som bilag 1 - 5.

Placeringen af boringerne fremgår af situationsplanen, bilag S1.

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, og der er udtaget repræsentative omrørte prøver af de trufne jordlag.

Efter arbejdets afslutning er der i borehuller etableret ø25 mm pejlerør, i hvilke vandspejlets beliggenhed er indmålt. Pejlingerne er gentaget den 30. september 2021.

Terræn ved borestederne er indmålt med GPS i koordinatsystem UTM32E89. Alle koter refererer til Dansk Vertikal Reference 1990(DVR90).

2.2 Laboratoriearbejde

I laboratoriet er prøverne ingeniørgeologisk klassificeret. Vandindhold er bestemt på samtlige prøver.

Resultaterne af de udførte forsøg og observationer fremgår af de respektive boreprofiler, bilag 1 – 5.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag A.

3 Jordbundsforhold

Ved de udførte boringer er der øverste truffet asfalt og fyld bestående af muld, sand, grus, sten samt tørv til 2,6 á 3,7 m under terræn. Herunder er der ved boringerne 1 og 2 truffet senglacialt sand og stedvist ler og silt til den borede dybde 4,5 á 5,5 m under terræn.

Ved boringerne 3 á 5 er der under fyldlaget truffet postglaciale aflejringer af tørv, gytje samt sand til 5,1 á 6,0, hvori boringerne 3 og 5 er afsluttet. Boring 4 er afsluttet i post-/senglacialt sand 6,0 m under terræn.

Af nedenstående tabel 3.1 fremgår de målte værdier for de trufne jordarter.

Jordart	W [%]	γ [kN/m ³]	c_v [kN/m ²]	SPT [slag]
Fyld, Muld	9-64			
Fyld, Tørv	44-131			
Fyld, Sand	21-27			
Fyld, Grus	22			
Gytje, Pg	55-60			
Tørv, Pg	55-122			
Ler, Pg	46			
Sand, Pg	28-31			
Sand, Pg/Sg	20-25			
Sand, Sg	15-25			
Silt, Sg	22			

Tabel 3.1 Målte værdier for de trufne jordarter.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbundsforholdene henvises der til de optegnede boreprofiler, bilag 1 – 5.

4 Grundvandsspejl

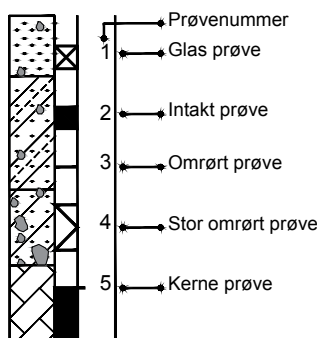
Ved pejlerunden d. 30. september 2021 er grundvandsspejlet pejlet i følgende niveauer, se tabel 4.1.

Boring nr.	Pejledato	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
			DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
1	30.09.2021	+2,7	+1,7	1,0
2	30.09.2021	+3,2	+1,8	1,4
3	30.09.2021	+2,8	+2,5	0,3
4	30.09.2021	+3,7	+2,5	1,2
5	30.09.2021	+3,0	+2,3	0,7

Tabel 4.1 De pejlede vandspejlsniveauer.

Det skønnes, at grundvandsspejlet kan variere en del afhængigt af nedbør og årstid, samt at der kan ophobes sekundære vandspejl over kohæsive aflejringer som ler, gytje og tørv.

Signaturforklaring

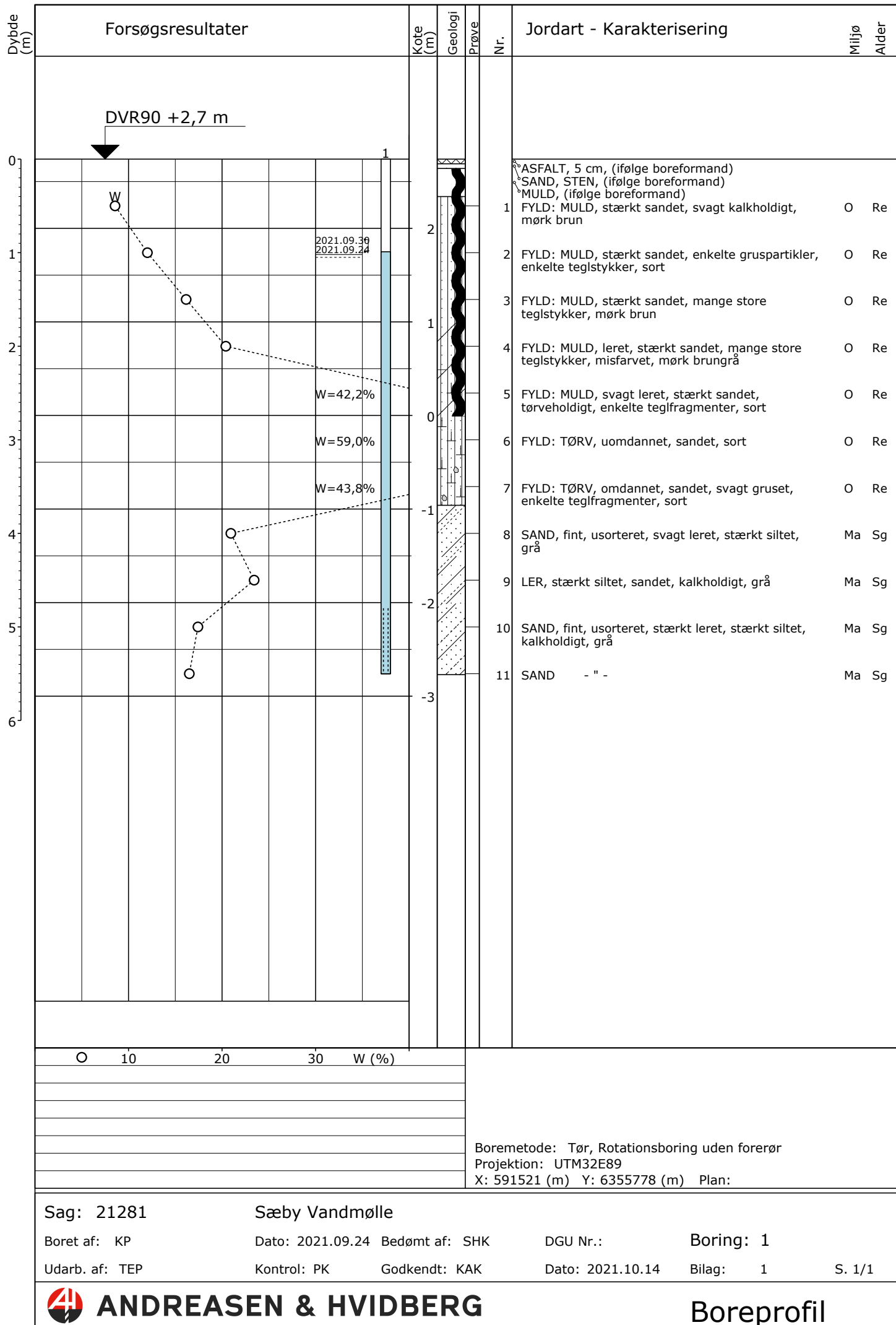
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil		
 FYLD  MULD  MULD, sandet  SAND, muldet  SAND, muldpartier  STEN  GRUS  SAND  SILT  LER  MORÆNESAND  MORÆNESILT  MORÆNELER  KALK (KRIDT)  FLINT  KLIPPE  GYTJE (DYND)  SKALLER  TØRV  TØRVEDYND  PLANTERESTER  Undersøgelingsboring  Geoteknisk boring incl. insitu forsøg  Frigravning  CPTu  Rammesondering 	Geologiske forkortelser	Pejlerør	Dannelsesmiljø Alder Br Brakvand Kv Kvartær Fe Ferskvand Pg Postglacial Fl Flydejord Sg Senglacial Gl Gletscher Al Allerød Ma Marin Gc Glacial Ne Nedskyld Ig Interglacial O Overjord Is Interstadial Sk Skredjord Te Tertiær Sm Smeltevand Pi Pliocæn Vi Vindaflejret Mi Miocæn Vu Vulkansk Ol Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Se Senon Re Recent	1 Fyld 2018.01.31 GVS Bentonit Filtergrus Filterrør
Geologiske forkortelser	Pejlerør			
Dannelsesmiljø Alder Br Brakvand Kv Kvartær Fe Ferskvand Pg Postglacial Fl Flydejord Sg Senglacial Gl Gletscher Al Allerød Ma Marin Gc Glacial Ne Nedskyld Ig Interglacial O Overjord Is Interstadial Sk Skredjord Te Tertiær Sm Smeltevand Pi Pliocæn Vi Vindaflejret Mi Miocæn Vu Vulkansk Ol Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Se Senon Re Recent	1 Fyld 2018.01.31 GVS Bentonit Filtergrus Filterrør			

I moræneaflejringer kan der forventes et varierende indhold af sten og blokke, der ikke ses i borerne.

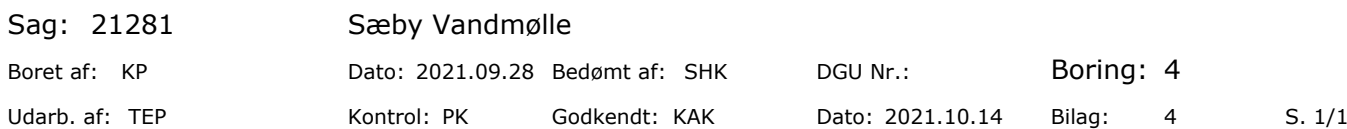
Definitioner

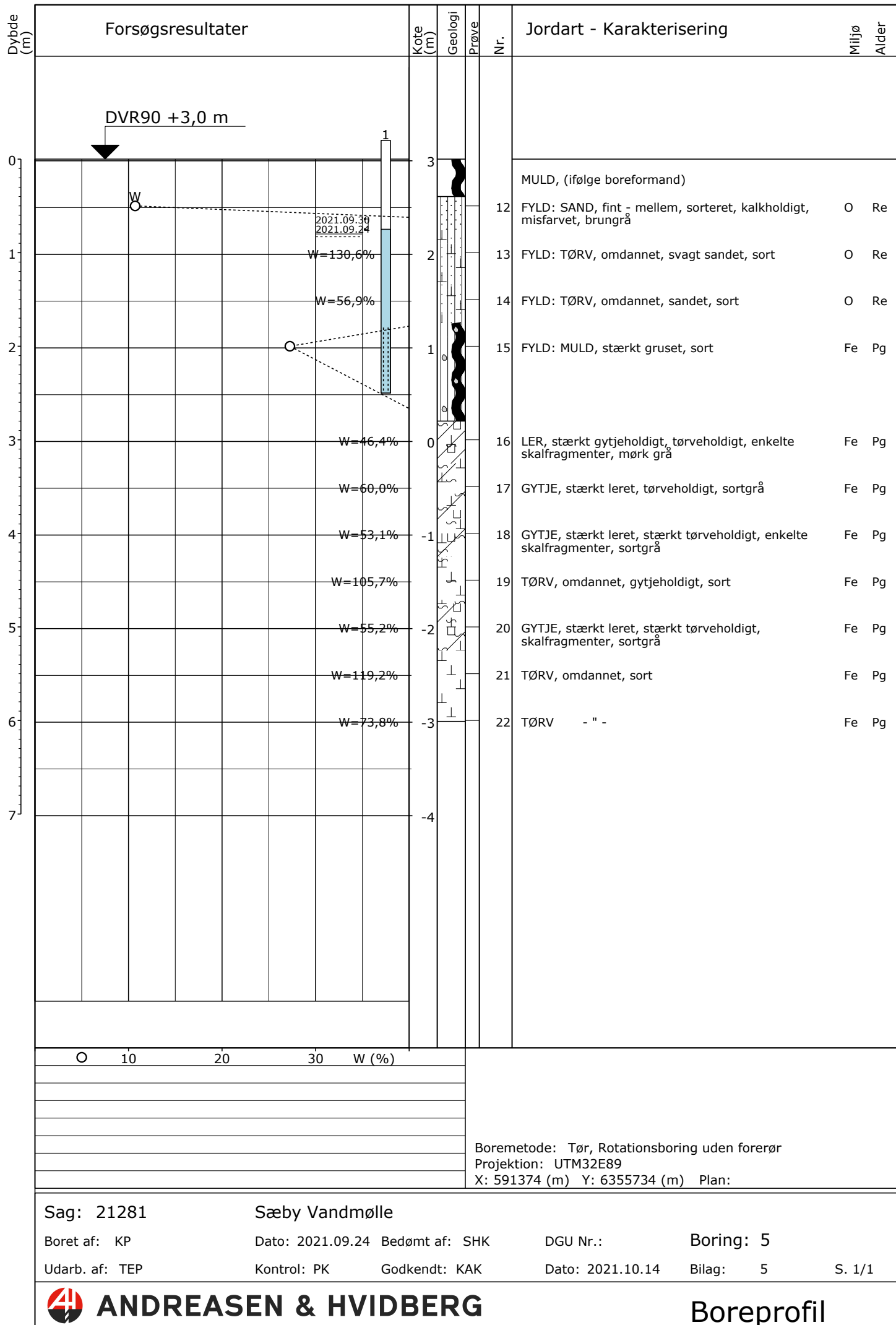
Signatur	Begreb	Fork.	Enhed	Definition
○	Vandindhold	W	%	Vand i % af tørstofvægt
└	Flydegrænse	WL	%	Vandindhold ved flydegrænse
└└	Plasticitetsgrænse	WP	%	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
└└└	Plasticitetsindex	IP	%	WL - WP
▽	Rumvægt	?	kN/m³	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
×	Glødetab	gl	%	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
×	Reduceret Glødetab	glr	%	gl - ka
⊕	Kalkindhold	ka	%	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægten
-/(+)/+/++	Kalkprøve	kp	-	Reaktion med saltsyre: - kalkfrit, (+) svagt kalkholdigt, + kalkholdigt. ++ stærkt kalkholdigt
++/+/+(+)	Frost			++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser (+) Opfrysningssfarlige, selv under korte frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
●	Vingestyrke, intakt	cvf	kPa	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestyrke, omrørt	cvr	kPa	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
└└└└	Sonderingsmodstand: - belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
└└└└	- svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
└└└└	- let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
▼	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning









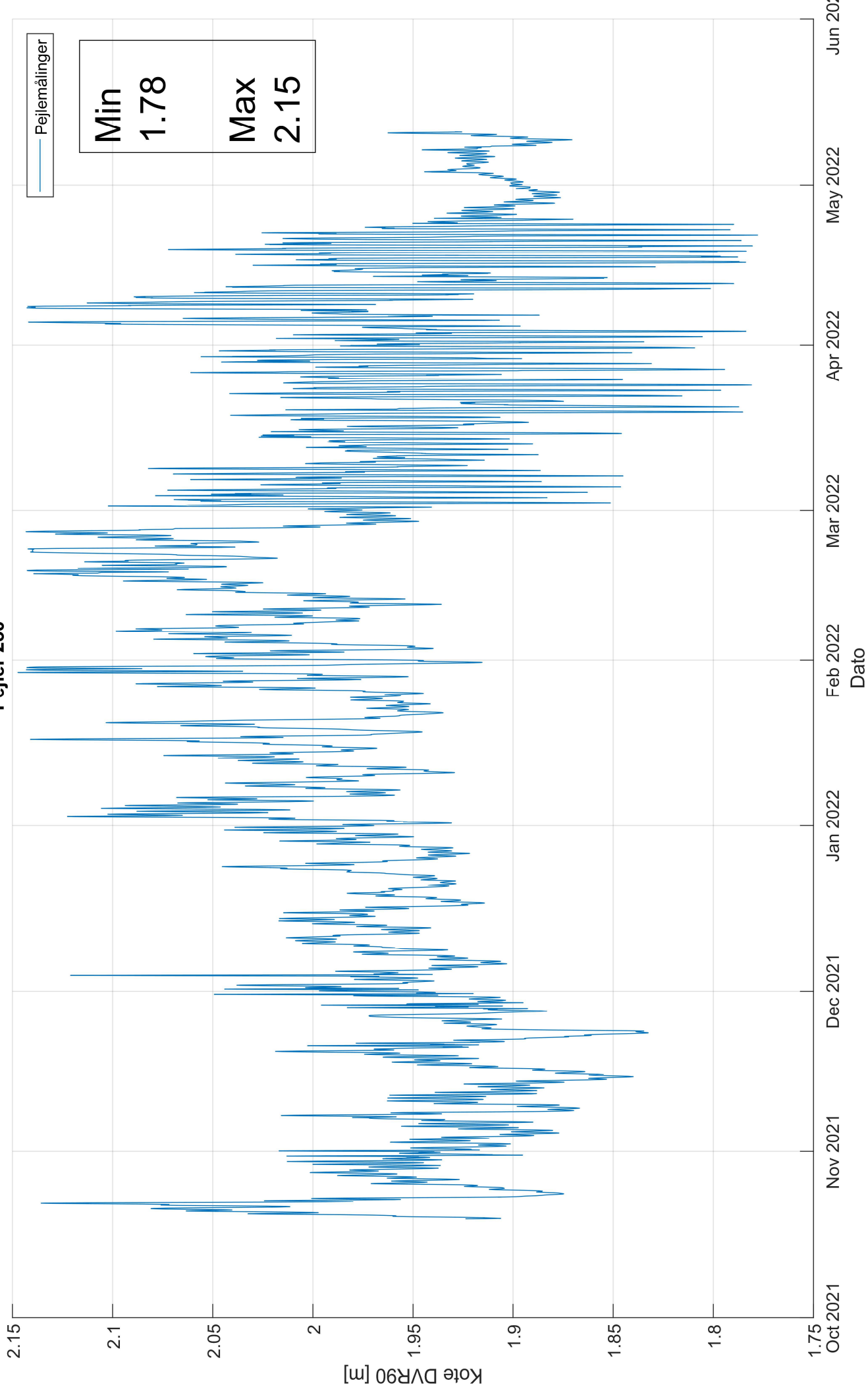




Situationsplan 21281 Sæby Vandmølle			
Tegn.: LH	Godk.: PK	Dato: 05.10.2021	Rev.:
ANDREASEN & HVIDBERG		Mål: 1:500 / A3	Bilag: S1

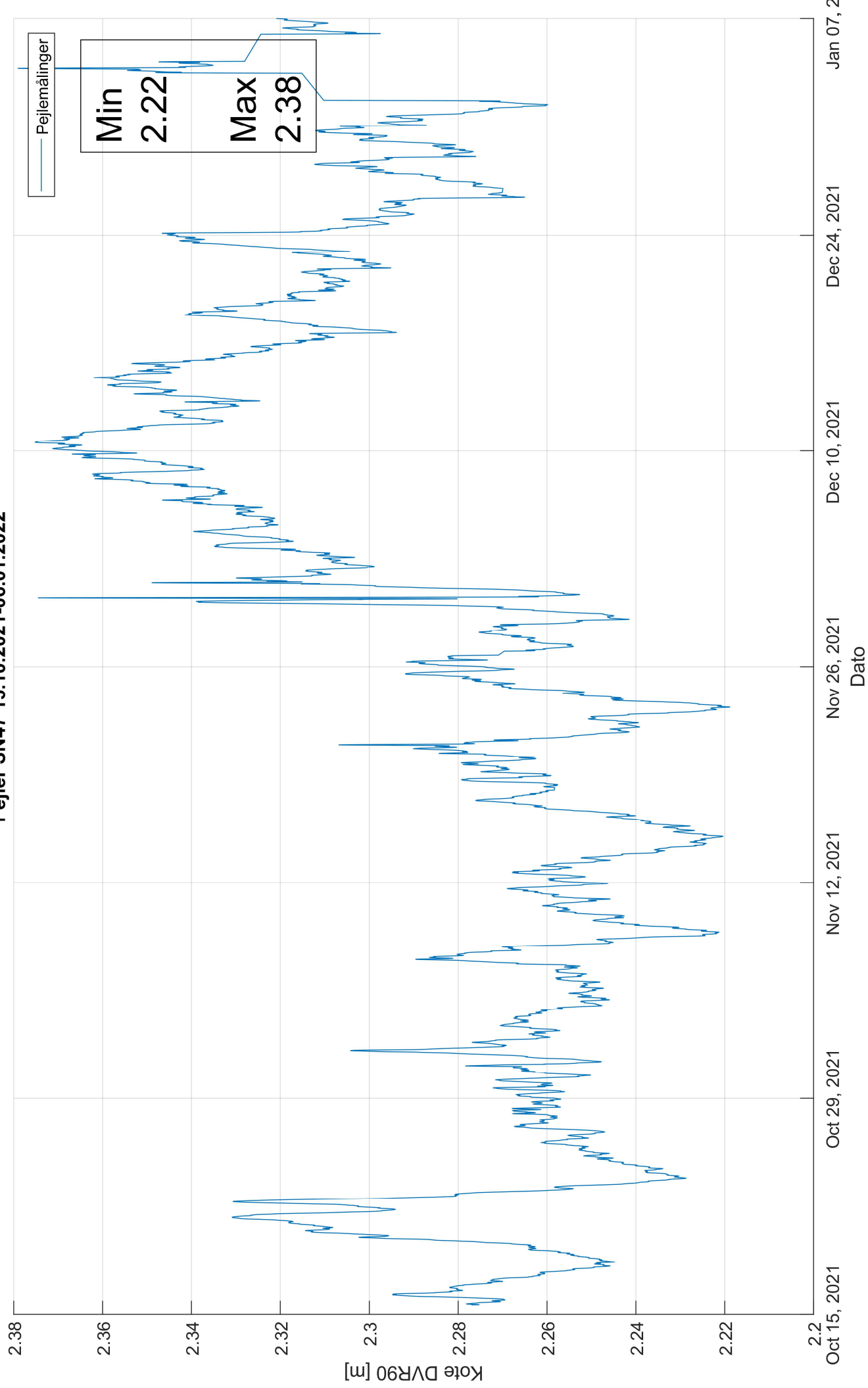
Bilag 2

Pejler 230



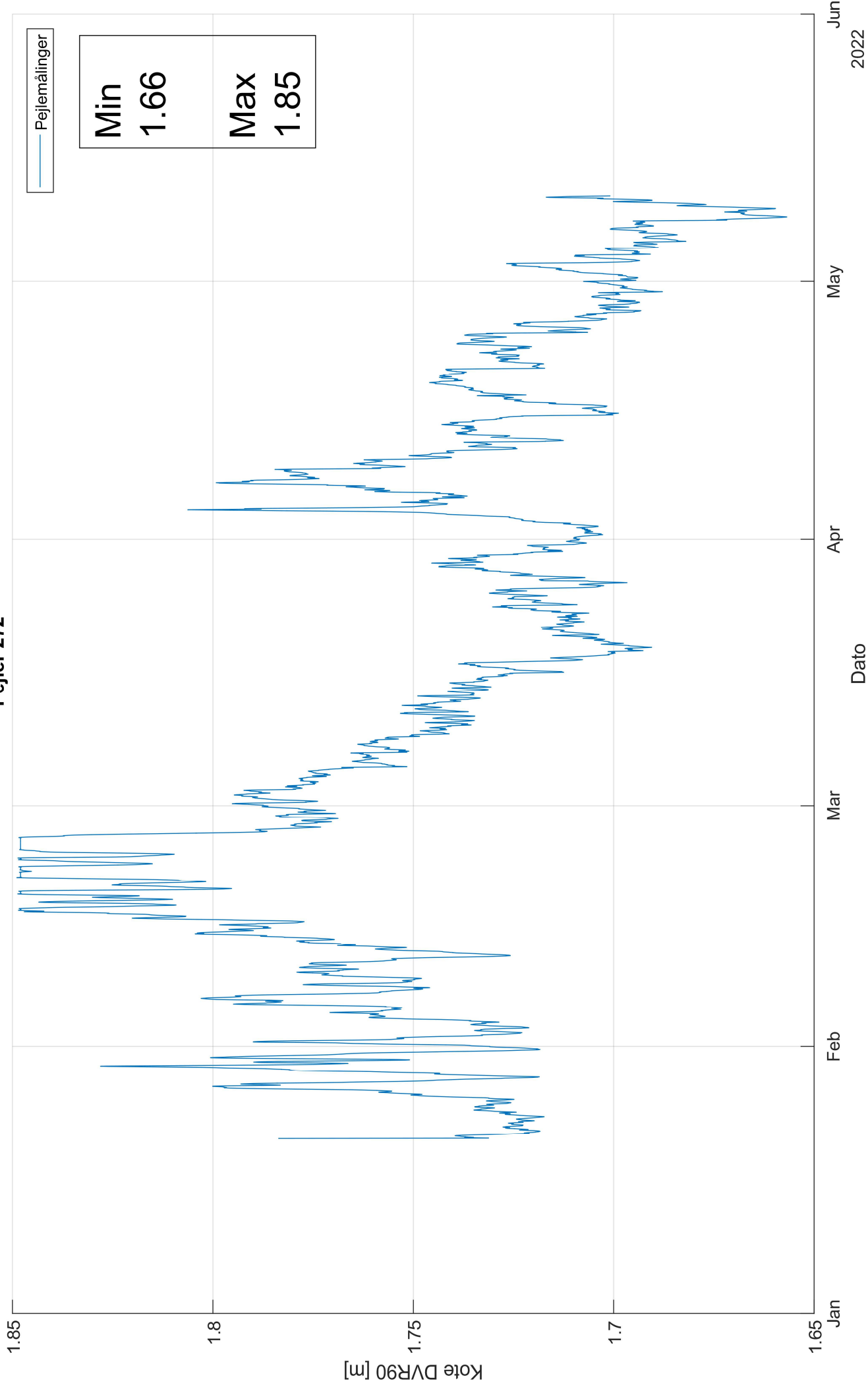
Bilag 3

Pejler SN47 15.10.2021-06.01.2022



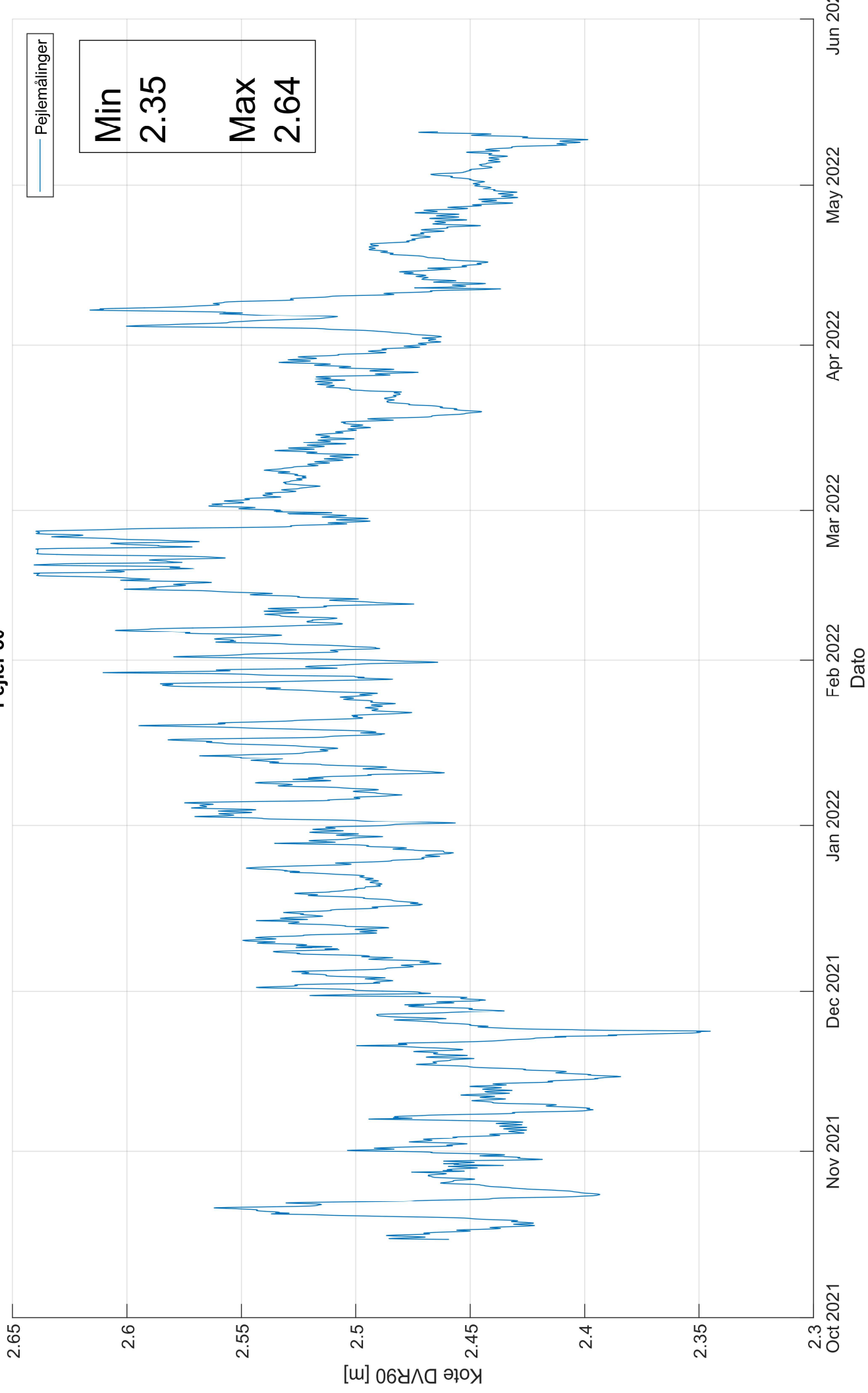
Bilag 4

Pejler 272



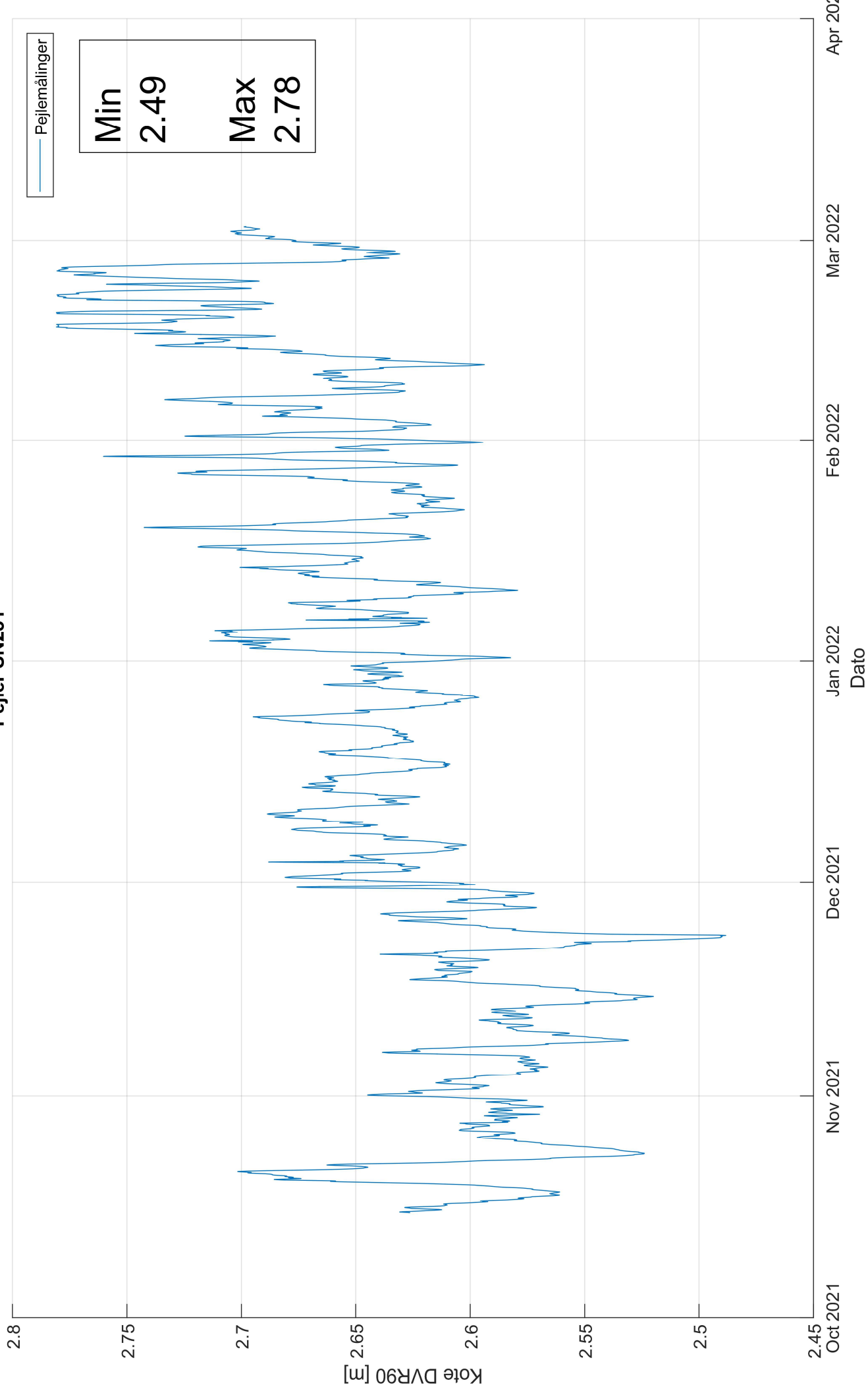
Bilag 5

Pejler 30



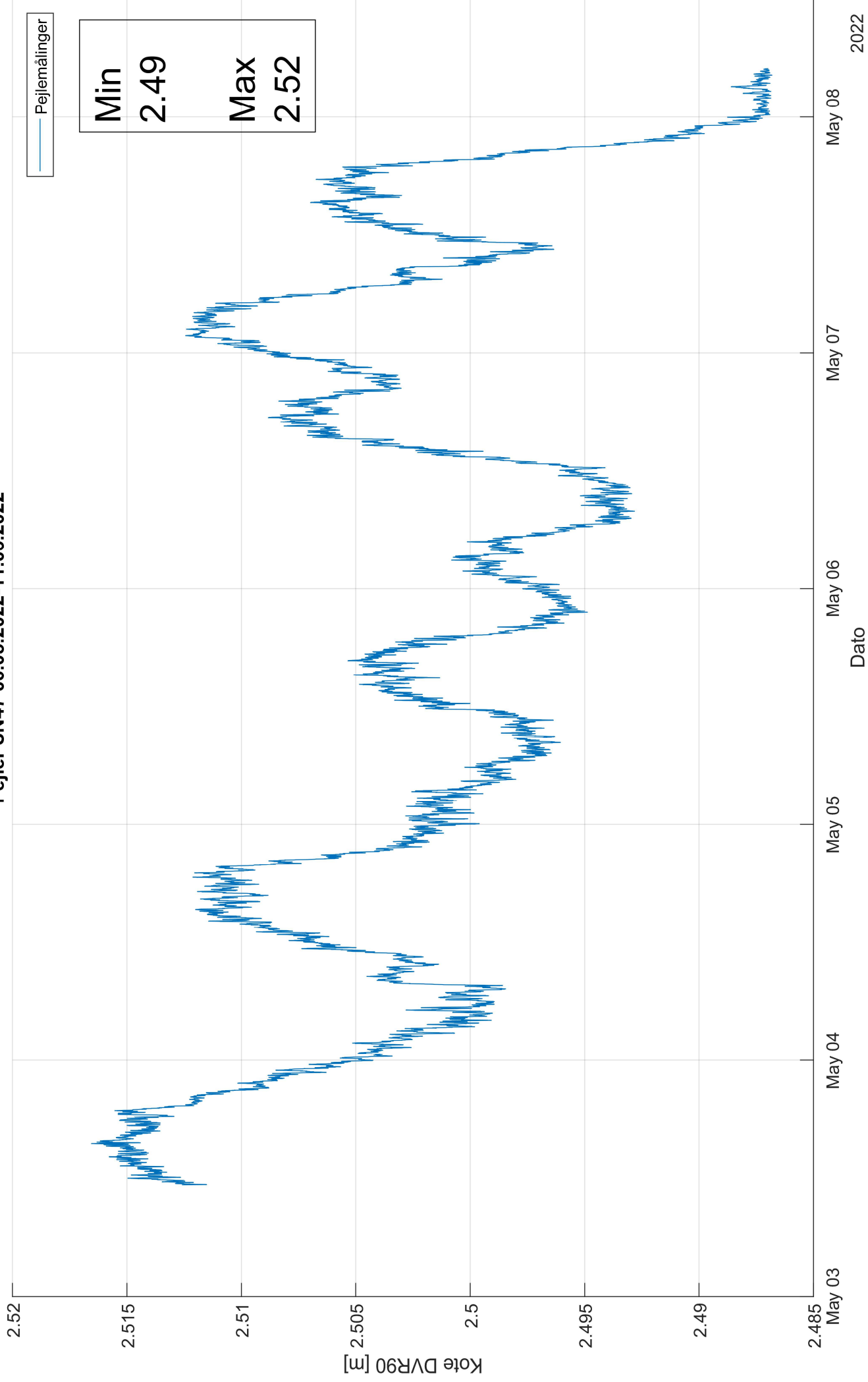
Bilag 6

Pejler SN231



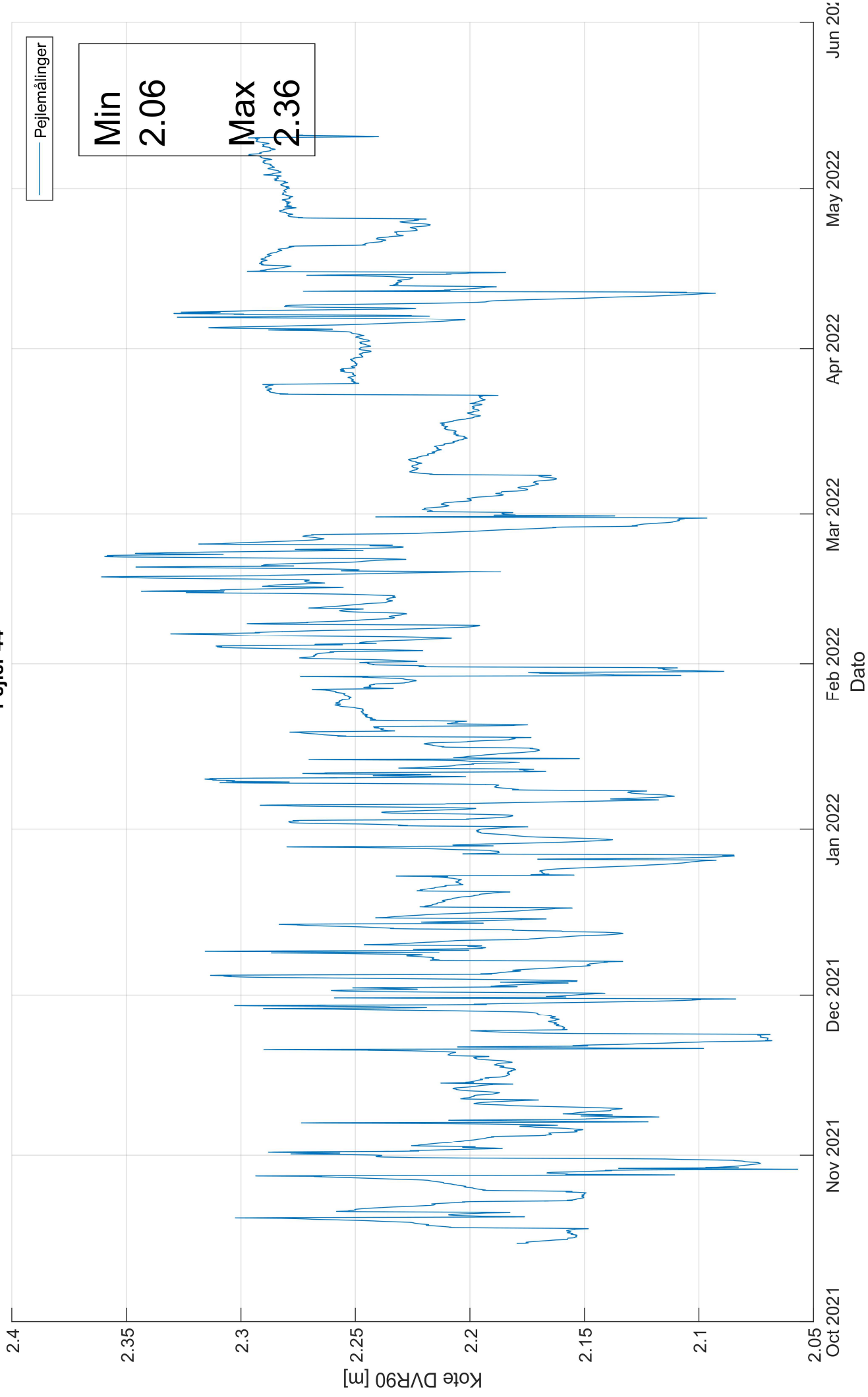
Bilag 7

Pejler SN47 03.05.2022-11.05.2022



Bilag 8

Pejler 44



Bilag 2



GEOTEKNISK RAPPORT NR. 1

SÆBY

SÆBY VANDMØLLE

FAUNAPASSAGE IGENNEM STEMMEVÆRK

September 2011

Kunde : Frederikshavn Kommune
Rådhus Allé 100
9900 Frederikshavn

Udgivelsesdato : 22. september 2011
Sag nr. : 25.1105.51
Udarbejdet : Lars Brønnum Fisker, direkte tlf.: 9879 9858
e-mail: lars.fisker@grontmij.dk
Kontrolleret : Lene Nørgaard Andersen
Godkendt : Hans Christian Larsen

INDHOLDSFORTEGNELSE

SIDE

1	INDLEDNING	2
2	UNDERSØGELSER	3
3	RESULTATER	4
4	FUNDERINGSFORHOLD	6
5	ANLÆGSTEKNISKE FORHOLD	9
6	KONTROL	11
7	VEDLIGEHODELSE	12
8	GEOTEKNISK PROJEKTERINGSRAPPORT	12
9	MILJØFORHOLD	13
10	DIVERSE	13

Bilag

1 - 5 Boreprofiler, B1 - B5
A Signaturforklaring

Tegninger

01 Situationsplan

1 INDLEDNING

1.1 Formål

Undersøgelsens formål er at orientere om jordbunds- og funderingsforholdene i forbindelse med etablering af et stryg igennem stemmeværket ved stemmeværket ved Sæby Vandmølle.

Den aktuelle geotekniske projektundersøgelse er i henhold til EN1997-1 (Eurocode 7, del 1 – generelle regler) og DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7), afsnit K2 en parameterundersøgelse.

1.2 Resumé

I de udførte boringer er der truffet blødbund, og dermed sætningsgivende aflejringer til mere end 5 m's dybde, vi vurderer derfor ikke, at det er muligt at lave en direkte fundering af vægge og bund i stryget i form af betonelementer.

Spunsvæggene forventes at kunne etableres med spidskoten i de senglaciale aflejringer. De væsentligste geotekniske og anlægsteknisk udfordringer for projektet er:

- **Nedbringning af spuns.** Ved nedbringning af spuns skal det tages i betragtning, at en del af nabobyggerierne er ældre bygninger, som skønnes utilstrækkeligt funderet. Disse bygninger er konstruktionsmæssigt følsomme overfor vibrationer. Specielt ved stemmeværket er der bygninger direkte op ad det fremtidige stryg. Det skal derfor nøje vurderes, hvor spunsen skal presses ned, og hvor spunsen kan vibreres ned ved resonansfri vibration. Det vurderes generelt ikke muligt, at nedbringes spunsen ved ramning uden risiko for skadevoldende vibration på eksisterende bygninger. Ved ramning er der risiko for omlejringer i sandaflejringer, der kan medfører sætninger af sandet generelt. Nedpresning og vibrering af spuns er af denne årsag også en fordel. Eventuel ændring af nedbringningsmetode til ramning på dele af strækningen kan først vurderes, under anlægsfasen, i samarbejde med tilsynet.
- **Adgangsforhold.** Det forventes nødvendigt at nedpresse/vibrere spuns fra vandsiden.
- **Vandspejlsforhold.** Det er afgørende for projektet, at det fremtidige vandspejl ved eksisterende bygninger ikke ændres. Sænkes vandspejlet ved de eksisterende bygninger, må der påregnes sætnings-skader på utilstrækkeligt funderede bygninger.

Ved ejendommene omkring stemmeværket og vejbroen hhv. Søndergade 2, 4 og 6A samt Pindborggade 7, må det påregnes, at spunsjern skal etableres ved nedpresning. Vibrationsmålinger kan benyttes til verifikation af, hvornår nedbringningsmetode kan ændres til vibrering.

Da der findes ældre bygninger i nærheden af den fremtidige spuns, anbefales det, at der udføres vibrationsmålinger for at overvåge, at vibrationerne fra anlægsarbejdet ikke bliver for store. Det anbefales, at vibrationerne maksimalt må være 3 mm/sek.

Såfremt der ikke kan etableres gennemgribende destruktive indgreb i berørte lodsejeres have/hegn etc., må det forventes nødvendigt at nedbringe spuns fra vandsiden.

Der skal være erosionssikring både på for- og bagside af spunsvæggene samt ved ind- og udløb af stryg, således at underminering etc. pga. strømmende vand undgås.

2 UNDERSØGELSER

2.1 Feltarbejde

Grontmij har i august 2011 udført 5 geotekniske boringer til 8 á 14 meters dybde under eksisterende terræn (m u.t.) og én pejleboring 14 m u.t.

- Boringerne B1, B2 og B3 er udført fra land på sydsiden af åen
- Boringerne B4 og B5 er udført ude i ålejet i forbindelse med en kortvarig tømning af møllesøen.
- Pejleboring B00 er udført ved vandmøllen.

Boringerne er udført iht. dgf-bulletin 14, felthåndbogen. I forbindelse med borearbejdet er der registreret laggrænser og udtaget omrørte prøver til laboratorieforsøg og geologisk klassifikation. Der er udført in situ vingeforsøg til bedømmelse af de trufne kohæsive jordarters styrkeegenskaber. På grund af vanskelige adgangsforhold, er boringerne udført fra kranbil.

I boring B1, B2 og B3 er der etableret pejlerør beskyttet med betonrør – derudover er der etableret en pejleboring ved vandmøllen (B00), jf. tegning 01.

Borepunkterne er indmålt med GPS. Boringernes placering fremgår af vedlagte tegning 01.

Resultatet af de udførte boringer fremgår af boreprofilerne, bilag 1 - 5. Der henvises i øvrigt til signaturforklaringen, bilag A.

2.2 Laboratoriearbejde

Samtlige udtagne omrørte prøver er beskrevet og geologisk klassificeret i laboratoriet iht. dgf-bulletin 1.

På udvalgte prøver er der foretaget bestemmelse af det naturlige vandindhold, (w).

Resultaterne af det udførte laboratoriearbejde er optegnet på boreprofilerne.

3 RESULTATER

3.1 Eksisterende forhold

Det undersøgte område ligger ved Sæby Å og Sæby Vandmølle. På nedenstående foto er det aktuelle område ved vandmøllens stemmeværk vist.



Foto 1 Det aktuelle område, august 2011. Foto af stemmeværk.



Foto 2 Det aktuelle område, august 2011. Foto opstrøms fra stemmeværk.

3.2 Geologiske forhold

I de udførte boringer på landsiden (B1, B2 og B3) træffes der øverst vekslende aflejringer af fyld til 1 å 2 meters dybde og herunder postglaciale aflejringer af primært gytje- og gytjeholdige aflejringer til ca. 3,0 å 4,5 m's dybde – svarende til kote -0,0 å -2,5 m DVR90. I de postglaciale lagserier er der indslag af grus og sand. Under de postglaciale aflejringer træffes der primært aflejringer af senglacialt marint siltet sand, dog med flere indslag af silt og ler.

Boringerne udført ude i ålejet viser de samme tendenser. De postglaciale lagserier af gytje og tørv er dog truffet ca. til 5,3 m's dybde – svarende til kote -3,5 m DVR90. Herunder træffes lagserierne af senglacialt marint sand med indslag af silt og ler.

Jordartskort og tilgængelige boringer i Geus' Jupiter-database underbygger, at der er en relativ beskeden mægtighed af postglaciale aflejringer, hvori der træffes sætningsgivende aflejringer af gytje/tørv, og dermed beskeden afstand til den senglaciale flade i området ved Sæby Å.

Det må påregnes, at der mellem boringerne kan forekomme områder med lokalt andre mægtigheder end truffet ved boringerne. For en mere detaljeret beskrivelse af de trufne jordbundsforhold henvises til de optegnede boreprofiler, bilag 1 - 5.

3.3 Målte geotekniske parametre

I de trufne senglaciale aflejringer er der målt vingestyrker mellem 90 og >330 kN/m². Der er dog stedvis truffet svagere zoner.

I de trufne postglaciale aflejringer er der målt vingestyrker mellem 60 og 220 kN/m².

Resultatet af de udførte in situ forsøg ses af de optegnede boreprofiler, bilag 1 - 5.

3.4 Vandspejlsforhold

Ca. 1 mdr. efter borearbejde er vandspejlet (GVS) indmålt som angivet i skema 1.

Boring	Terrænkote m DVR90	GVS september 2011	
		m u.t.	kote m DVR90
B1	+ 3,1	0,6	+ 2,5
B2	+ 2,7	0,4	+ 2,3
B3	+ 2,8	1,0	+ 1,8
B00	+ 2,8	1,0	+ 1,8

Skema 1 Vandspejl indmålt i september 2011.

De indmålte vandspejl vurderes, at være i ro på pejletidspunktet. Det vurderes, at vandspejlet i boringerne står delvis i forbindelse med vandspejlet i Sæby Å, eventuelt med mindre forsinkelse.

Gytje kan erfaringsmæssigt give anledning til sekundære vandspejl/vandlommer i våde og nedbørsrige perioder, herunder vand i terræn. Gytjeaflejringerne er ikke selvdrænende.

4 FUNDERINGSFORHOLD

4.1 Projektbeskrivelse

Det planlagte projekt omfatter etableringen af et stryg ved Sæby Vandmølle. Stryget påtænkes etableret i den eksisterende å/mølle-dam, som to spunsvægge hhv. én væg ind mod landside og én væg ud mod vandside. Inde mellem spunsvæggene opbygges stryget ved hjælp af sten og grus. På figur 1, er der vist et principskitse af et tværsnit i stryget.

I de udførte borer er der truffet blødbund, og dermed sætningsgivende aflejringer til mere end 5 m's dybde, vi vurderer derfor ikke, at det er muligt at lave en direkte fundering af vægge og bund i stryget i form af betonelementer, som foreskrevet i skitseprojektet */Projektforslag til etablering af en faunapassage ved Sæby Mølle/*

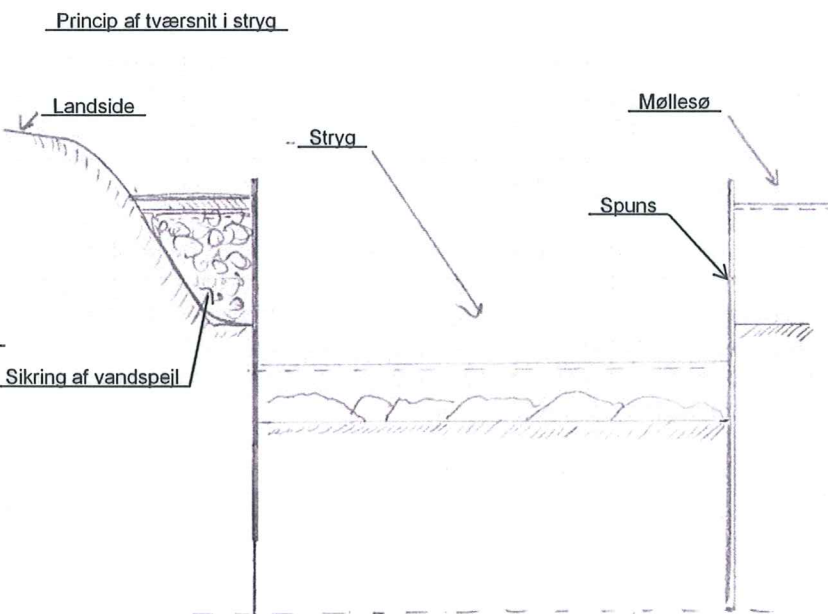
Stryget føres igennem stemmeværket, som skal bevare sit nuværende udseende, udenfor stryget. Den samlede længde på stryget forventes at være ca. 200 m.

Stryget forventes at skulle etableres med følgende bundkoter:

Indløb stryg:	+ 1,73 m DVR90
Indløb ved stemmeværk:	+ 0,00 m DVR90
Udløb ved stemmeværk:	- 0,09 m DVR90
Udløb stryg (ved vejbro):	- 0,40 m DVR90

Stryget forventes at skulle etableres med følgende topkoter (topkote spuns):

Overløb mod møllesø:	+ 2,00 m DVR90
Indløb stryg:	+ 2,30 m DVR90
Indløb ved stemmeværk:	+ 2,30 m DVR90
Udløb ved stemmeværk:	+ 0,85 m DVR90
Udløb stryg (ved vejbro):	+ 0,50 m DVR90



Figur 1 Principskitse af snit i stryg.

4.2 Vurderingsgrundlag

Spunsvæggene forventes at kunne etableres med spidskoten i de senglaciale aflejringer. De væsentligste geotekniske og anlægstekniske udfordringer for projektet, hvilket også er beskrevet i senere afsnit, er:

- **Nedbringning af spuns.** Ved nedbringning af spuns skal det tages i betragtning, at en del af nabobyggerierne er ældre bygninger, som skønnes utilstrækkeligt funderet. Disse bygninger er konstruktionsmæssigt følsomme overfor vibrationer. Specielt ved stemmeværket er der bygninger direkte op ad det fremtidige stryg. Det skal derfor nøje vurderes, hvor spunsen skal presses ned, og hvor spunsen kan vibreres ned ved resonansfri vibration. Det vurderes generelt ikke muligt, at nedbringes spunsen ved ramning uden risiko for skadevoldende vibration på eksisterende bygninger. Ved ramning er der risiko for omlejringer i sandaflejringer, der kan medføre sætninger af sandet generelt. Nedpresning og vibrering af spuns er af denne årsag også en fordel. Eventuel ændring af nedbringningsmetode til ramning på dele af strækningen kan først vurderes, under anlægsfasen, i samarbejde med tilsynet.
- **Adgangsforhold.** Det forventes nødvendigt at nedpresse/vibrere spuns fra vandsiden.
- **Vandspejlsforhold.** Det er afgørende for projektet, at det fremtidige vandspejl ved eksisterende bygninger ikke ændres. Sænkes vandspejlet ved de eksisterende bygninger, må der påregnes sætningsskader på utilstrækkeligt funderede bygninger.

Grontmij har gennemgået og registreret de nærmeste bygninger udvendigt. På denne baggrund vurderer vi, at der er risiko for, at en række bygninger er funderet over sætningsgivende aflejringer. Flere bygninger ligger ligeledes umiddelbart ud mod åen.

Det anbefales, at vandspejlets beliggenhed i den nuværende møllesø bibeholdes på begge sider af stryget (spunsvæggene). Vi vurderer, at dette kan gøres ved at trække stryget ud i Møllesøen og bevare eksisterende brink, således der sikres passage af vand mellem landside og nærmeste spunsvæg. Der kan overvejes etableret en kontrolleret gruskastning mellem spuns og land, se figur 1.

Det vurderes umiddelbart ikke økonomisk fordelagtig, at udskifte de sætningsgivende lag. Såfremt stryget (sten og grus mellem spunsvæggene) anlægges over de stærkt sætningsgivende gytjelag, må bygherren være indforstået med, at der bliver behov for at regulere stryget over tid. Såfremt gytjeaflejringerne fjernes, bør konsekvenserne af at fjerne adskillelsen mellem de to vandmagasiner, strømmende åvand og grundvand, undersøges nærmere.

Med den aktuelle projektbeskrivelse vurderes overside af bæredygtige aflejringer (OSBL) for etablering af spuns ved de udførte boringer, at være beliggende som angivet i skema 2.

Boring	Terrænkote m DVR90	OSBL m u.t. kote m DVR90	Aflejringer i OSBL
B1	+ 3,1	3,1 - 0,0	Senglacialt marint sand
B2	+ 2,7	4,5 – 5,2 - 1,8 – -2,5	Overgang mellem postglacialt og senglacialt sand
B3	+ 2,8	3,4 - 0,8	Senglacialt marint silt
B4	+ 1,9	4,3 - 2,4	Overgang mellem postglacialt og senglacialt sand
B5	+ 1,7	5,2 - 3,5	Overgang mellem postglacialt og senglacialt sand

Skema 2 Overside af bæredygtige aflejringer ved borerne (OSBL).

Variationer kan forekomme mellem borerne, herunder større dybde til OSBL.

4.3 Designgrundlag

Ved dimensionering af spuns og stryg skønnes karakteristiske styrke- og deformationsparametre, som angivet i skema 3, at kunne benyttes.

Jordart	γ/γ' [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	ϕ_k' [°]	K [kN/m ²]	Q %
Fyld, ukontrolleret	15/5	30	15	-	35
Gytje/Tørv	14/4	30	15 - 20	-	35
Senglacialt sand	18/10	-	32	30.000	-
Senglacialt silt	18/10	100	30	20.000	-
Indbygget sandfyld	18/10	-	37	30.000	-

Skema 3 Karakteristiske styrke- og deformationsparametre for de trufne aflejringer.

- γ : Rumvægt - benyttes over vandspejlet
 γ' : Effektiv rumvægt - benyttes under vandspejlet
 $c_{u,k}$: Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke
 ϕ_k' : Karakteristisk effektiv friktionsvinkel
 K : Konsolideringsmodul
 Q : Dekadehældning

Rumvægt γ benyttes over vandspejlet og γ' under vandspejlet. Hvor vandspejlet er af betydning for dimensioneringen, anbefales det, at der regnes med et vandspejl svarende til max. vandstand i åløbet.

Projektet kan gennemføres i geoteknisk kategori 2, jf. EN1997-1 afsnit 2.1 og DKNA annek K. Konstruktioner skal undersøges i såvel brud- som anvendelsesgrænsetilstanden.

Ved indledende beregninger, kan der benyttes nedenstående simplificeret geologiske profil af aflejringerne:

Bagsiden af stemmeværk:

- Topkote spuns: + 2,3 m DVR90
- Bundkote stryg: + 0,0 m DVR90
- Laggrænse gytje/tørv: - 3,5 m DVR90
- Laggrænse sg. sand/silt: - 12,0 m DVR90

Forsiden af stemmeværk:

- Topkote spuns: + 0,85 m DVR90
- Bundkote stryg: + 0,0 m DVR90
- Laggrænse gytje/tørv: - 3,5 m DVR90
- Laggrænse sg. sand/silt: - 12,0 m DVR90

Grontmij anbefaler, at der konservativt regnes med (OSBL) i kote -3,5 m DVR90. På baggrund af variationen i de trufne aflejringer, anbefales at der ikke foretages optimering i designfasen, ved at benyttes en varierende (OSBL) iht. til boringerne, jf. skema 2, med mindre der suppleres med en række yderligere boringer til detaljeret afklaring af OSBL indenfor kortere afstande.

Spunsen skal dimensioneres for aktivt og passivt jord- og vandtryk, laster fra strømmende vand og is samt eventuelle nyttelaster fra belastninger på bagsiden af spunsen.

Det vurderes, at en sammenbygning mellem stemmeværk og spunsvæg ikke virker til ugunst for spunsvæggen.

Ved dimensionering af spunsvæg skal der medtages bidrag for rust til spunsvæggenes tykkelse på 0,1 mm pr. år af konstruktionens levetid. Dvs. ved en levetid på f.eks. 50 år skal der tillægges en godstykkelse på 5 mm udover den nødvendige godstykkelse - medmindre spunsvæggen rustbehandles.

Spidskoten af spunsvæggen kan aftrappes i takt med afstanden mellem bund af stryg og maksimalt vandspejl mindskes. Dette er mest tydeligt fra udløb af stryg mod vejbroen.

Afhængig af nødvendig spidskote, kan det blive aktuelt, og vise sig økonomisk mest fordelagtigt med en intern afstivning mellem de to spunsvægge. Afstivninger vil være synlige, og skal nødvendigvis afstemmes med krav til det arkitektoniske udseende af stryget.

Ved etablering af støttevægge (spuns) aktiveres et jordtryk bag væggen, hvilket medfører bevægelser i jorden. Ved dimensioneringen skal deformationerne i aflejringerne samt den horisontale bevægelse af spunsvæggen klarlægges. En afstivning mellem de to spunsvægge vil reducere udbøjningen af spunsen.

5 ANLÆGSTEKNISKE FORHOLD

5.1 Generelle udførelsesforhold og spunsning

Projektet udføres tæt op mod eksisterende konstruktioner. Selve udførelsen skal derfor vurderes nøje, og der skal udvises stor forsigtighed. Det skal til stadighed sikres, at stabilitet og bæreevne af de eksisterende bygværker ikke forringes.

Der skal være erosionssikring både på for- og bagside af spunsvæggene samt ved ind- og udløb af stryg, således at underminering etc. pga. strømmende vand undgås.

Som tidligere nævnt, skal det ved nedbringning af spuns tages i betragtning, at en del af nabobyggeriet er ældre bygninger, som konstruktionsmæssigt er følsomme overfor vibrationer. Det skal derfor nøje vurderes, hvor spunsen skal presse ned, og hvor spunsen nedbringes ved vibrering. Ændring i nedbringningsmetode skal aftales med tilsynet.

Ved ejendommene omkring stemmeværket og vejbroen hhv. Søndergade 2, 4 og 6A samt Pindborggade 7, må det påregnes, at spunsjern skal etableres ved nedpresning. Vibrationsmålinger kan benyttes til verifikation af, hvornår nedbringningsmetode kan ændres til vibrering.

Såfremt der ikke kan etableres gennemgribende destruktive indgreb i berørte lodsejeres have/hegn etc., må det forventes nødvendigt at nedbringe spuns fra vandsiden.

Ved midlertidige udgravninger forventes udgravninger over grundvandsspejlet at kunne udføres med skråningsanlæg $\alpha \geq 1,2$ á $1,5$. Skråningsanlæg er under forudsætning af ubelastet skråningstop, ingen tilstrømmende overfladevand og at grundvandsspejlet er sikret.

Der må påregnes gamle stikledninger (eventuel afvanding af regn) fra baglandet og ud i åen. Hvor disse er i drift, skal driften sikres og ledninger om nødvendigt omlægges.

5.2 Grundvandsforhold

Det anbefales, at projektet gennemføres uden brug af egentlig grundvandssænkning.

Ved etablering af stryg (sten og grus) vil det være nødvendigt at grave under grundvandsspejlet. Det skal vurderes, om etablering af stryg kan udføres vådt, alternativt ved en kortvarig tømning af søen.

Det kan overvejes, midlertidigt at aflukke mellemrummet mellem spunsvæggene opstrøms og nedstrøms og lede alt å vand igennem stemmeværket, hvorefter stryget indenfor spunsen kan etableres ved en delvis tømning af vandet ud på bagsiden af spunsen i mølledammen.

Ved delvis tømning af møllesøen, anbefales der løbende udført pejlinger i pejleboringer, så det sikres at vandspejlet ved berørte bygninger ikke ændres.

Efter etablering af spuns nærmest landside og kontrolleret gruskastning mellem spuns og landside skal der udføres løbende pejlinger, af grundvandstanden ved berørte bygninger, således det verificeres, at spunsen ikke har indflydelse på grundvandsspejlets beliggenhed. Denne pejlinger kan med fordel startes før anlægsarbejdet og ligeledes udføres i en periode efter etablering af stryget.

5.3 Gennembrydning af stemmeværk

Når metoden til sammenbygning af stemmeværk og spunsvæg er afklaret, skal udførelsesmetoden undersøges og beskrives nærmere - herunder de nødvendige midlertidige afstivningsforhold og krav til tørholdelse under arbejdets udførelse.

5.4 Genanvendelse

Der vurderes generelt ringe mulighed for genanvendelse af opgravede materialer.

Opgravede rene sandmaterialer vurderes at kunne genindbygges. Postglaciale aflejringer af tørv og gytje vurderes ikke at kunne genindbygges.

Ved opgravning henlægges materialer for genanvendelse i særlig depot så unødigt opblanding undgås. Om nødvendigt holdes depotet afdækket.

Frosne materialer må ikke genindbygges.

5.5 Naboforhold

Nedbringning af spuns og eventuel grundvandssænkning indebærer en risiko for følgeskader på utilstrækkeligt funderet nabobyggeri. Enhver grundvandssænkning bør derfor begrænses mest muligt i tid og omfang.

Da der findes ældre bygninger i nærheden af den fremtidige spuns, anbefales det, at der udføres vibrationsmålinger for at overvåge, at vibrationerne fra anlægsarbejdet ikke bliver for store. Det anbefales, at vibrationerne maksimalt må være 3 mm/sek.

Opmærksomheden henledes på, at eventuelt berørte naboer iht. byggelovens § 12 skal varsles om arbejdets omfang mindst 14 dage, før dette opstartes. Varslet skal ske skriftligt.

Det anbefales, at der foretages en fotoregistrering af alle berørte bygninger umiddelbart inden anlægsarbejdet opstartes.

Det anbefales, at alle nødvendige forsikringsforhold bringes i orden før opstart på anlægsarbejdet.

6 KONTROL

6.1 Generelt

Kontrolarbejder foretages iht. EN1997-1, afsnit 4. Kontrolarbejdet skal gennemføres af en geoteknisk kyndig person.

Forhold til eksisterende bygninger, ledninger og konstruktioner må altid vurderes løbende. Såfremt krav til vibrationer ikke kan overholdes, skal arbejdet omgående indstilles.

Der skal ved kontrol sikres, at konstruktionen (spunsvæg og evt. afstivninger) er udført i overensstemmelse med projektet. Ved valg af jordankre skal udarbejdes en særskilt monitoringsplan indeholdende tekniske specifikationer.

Der skal foretages nivellering til top af spunsvæg til kontrol af spidskote.

Der skal løbende føres kontrol med, at der ikke opstår forhold, der medfører, at de angivne forudsætninger ikke er til stede.

Der skal foreligge en tilsynsplan før anlægsarbejdet opstartes.

7 VEDLIGEHOLDELSE

7.1 Fundamenter, dræn og pumper

For eventuelle dræn skal der udarbejdes en vedligeholdelsesvejledning.

8 GEOTEKNISK PROJEKTERINGSRAPPORT

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport jf. EN1997-1, afsnit 2.8.

Forudsætninger og anbefalinger som angivet i afsnittene 3 – 7 indarbejdes i relevant omfang i den geotekniske projekteringsrapport.

En geoteknisk projekteringsrapport skal som udgangspunkt indeholde følgende:

- Beskrivelse af jordbundsforhold
- Forudsatte regningsmæssige styrke- og deformationsparametre
- Laster og lasttilfælde
- Funderingsmetoder
- Udførelsesmæssige forhold
- Krav til kontrol
- Krav til vedligeholdelse

9 MILJØFORHOLD

I henhold til jordforureningsloven er alle arealer indenfor byzonen områdeklassificeret med mindre kommunalbestyrelsen har udtaget arealet af områdeklassificeringen.

For områdeklassificerede arealer gælder, at jorden klassificeres som lettere forurenet, og at der derfor stilles krav til håndtering og anmeldelse af jord som deponeres udenfor matriklen.

Krav til jordhåndteringen kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi og anbefales afklaret så hurtigt som muligt, og inden projektet opstartes i marken.

Dokumentation skal omfatte analyser af jorden som indsendes til kommunen.

Det skal bemærkes, at der ikke er observeret lugt eller misfarvning af jorden, der kan indikere tilstedeværelse af forurening.

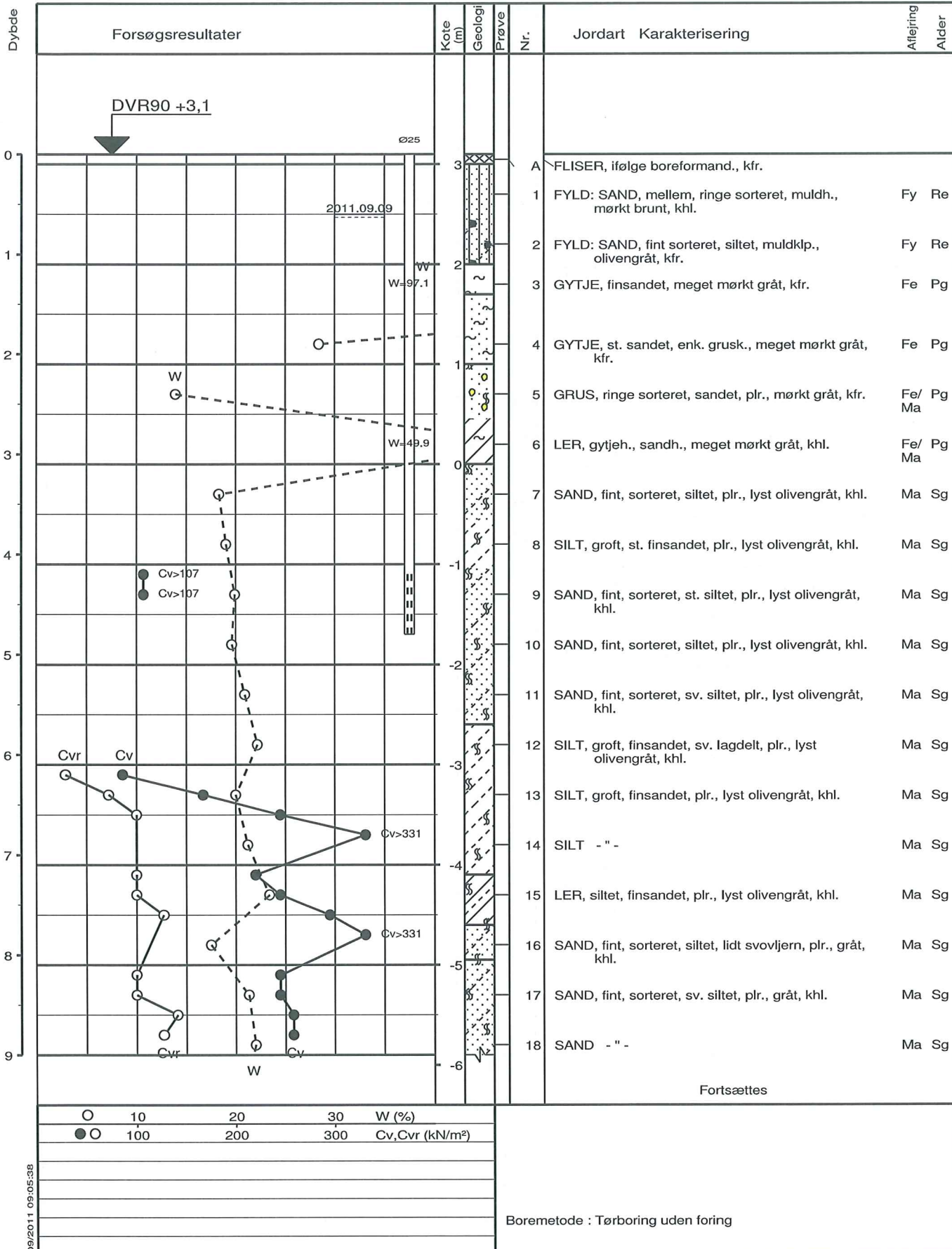
10 DIVERSE

Grontmij deltager gerne i sagens videre forløb, f.eks. i forbindelse med:

- Supplerende undersøgelser, beregninger og vurderinger
- Udførelse af kontrolarbejder
- Vurdering af fyldjord og kontakt til myndigheder vedr. bortskaffelse af jord

Vi er naturligvis også til disposition vedrørende ethvert spørgsmål angående den foretagne undersøgelse.

Optagne prøver opbevares i 14 dage fra dato.



Sag : 25.1105.51 Sæby, Sæby Vandmølle

Geolog : PES

Boret af : KS/HCL

Dato : 2011.08.15

DGU-nr.:

Boring : B1

Udarb. af : SSA

Kontrol : LBF

Godkendt : LBF

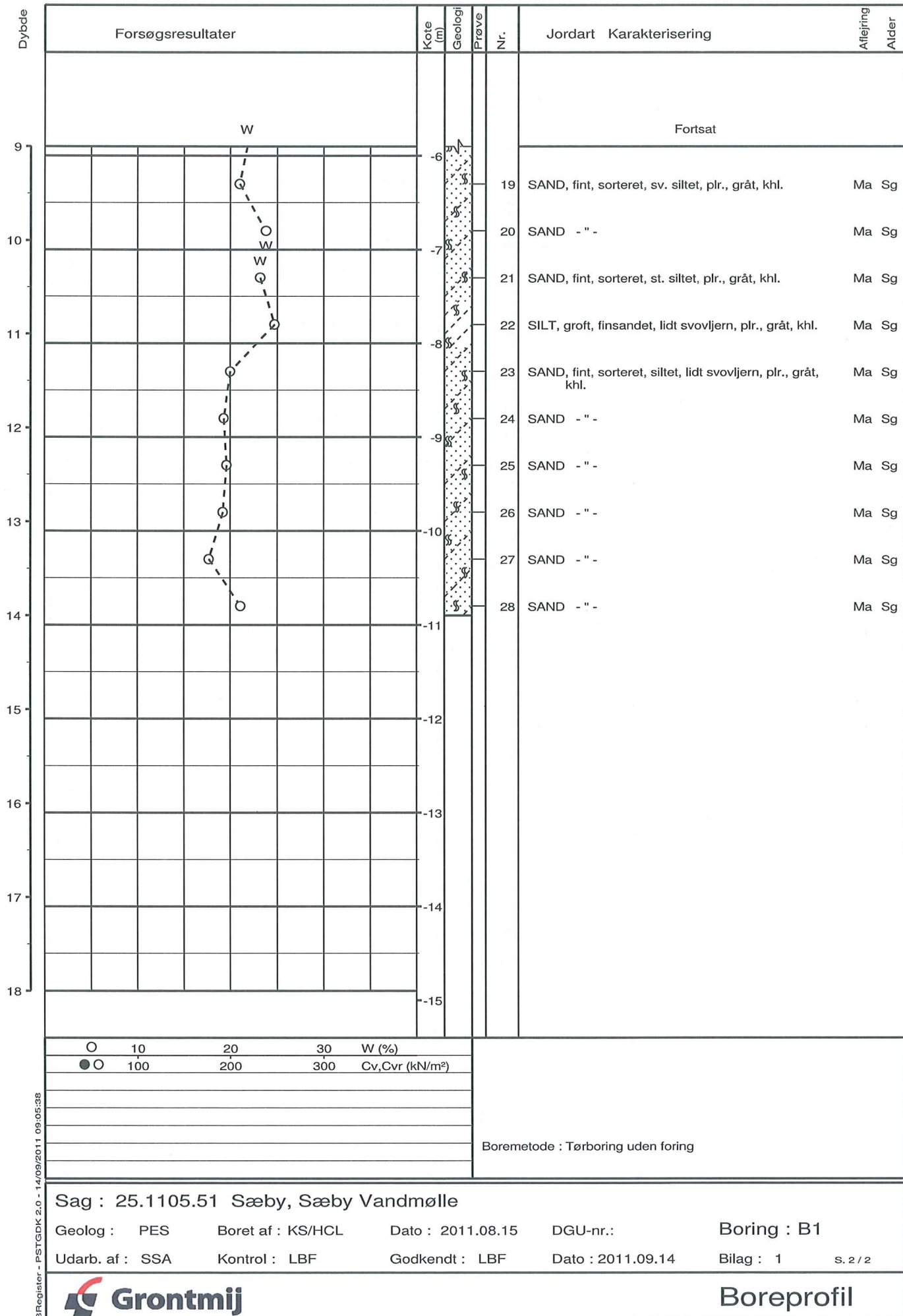
Dato : 2011.09.14

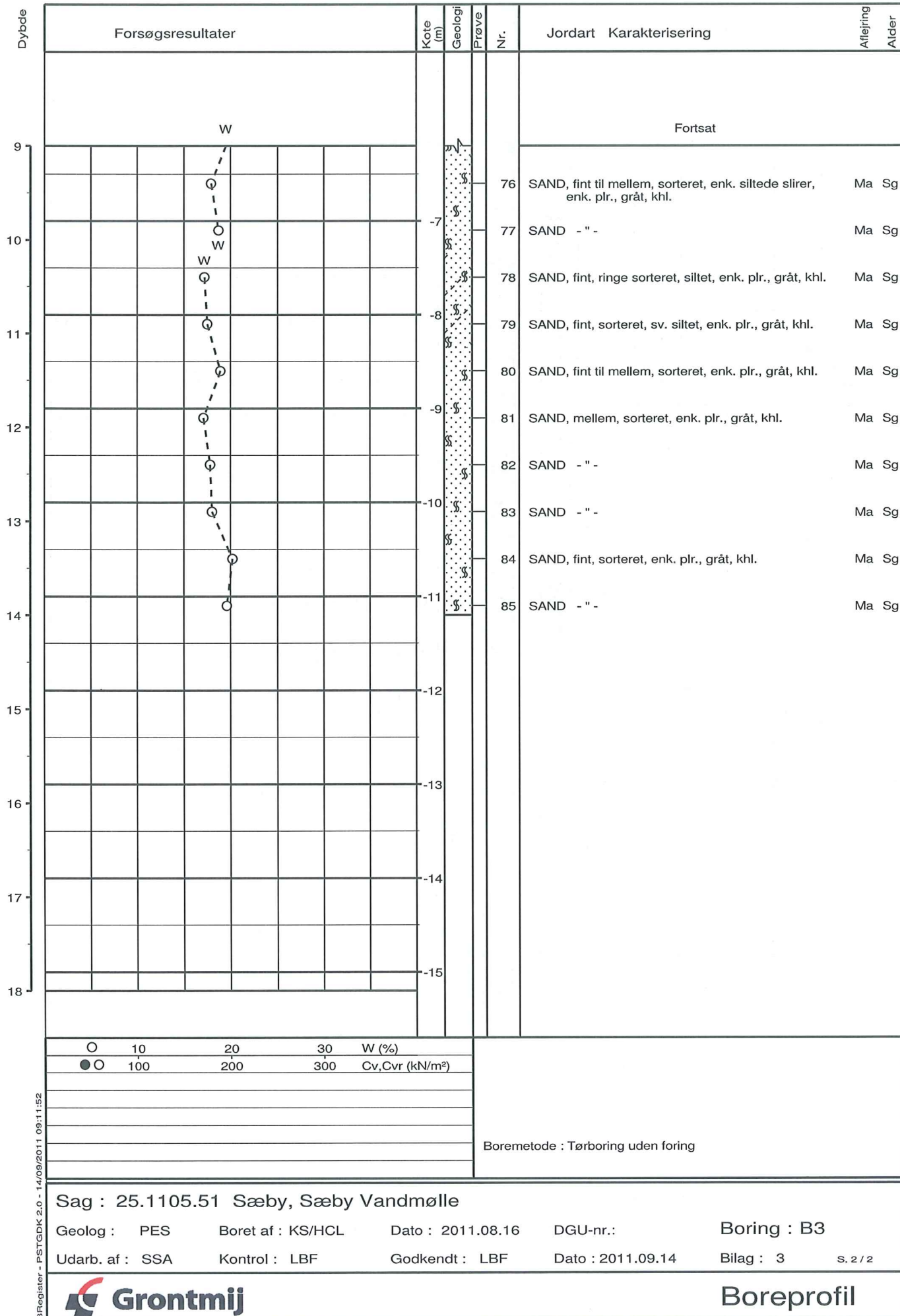
Bilag : 1

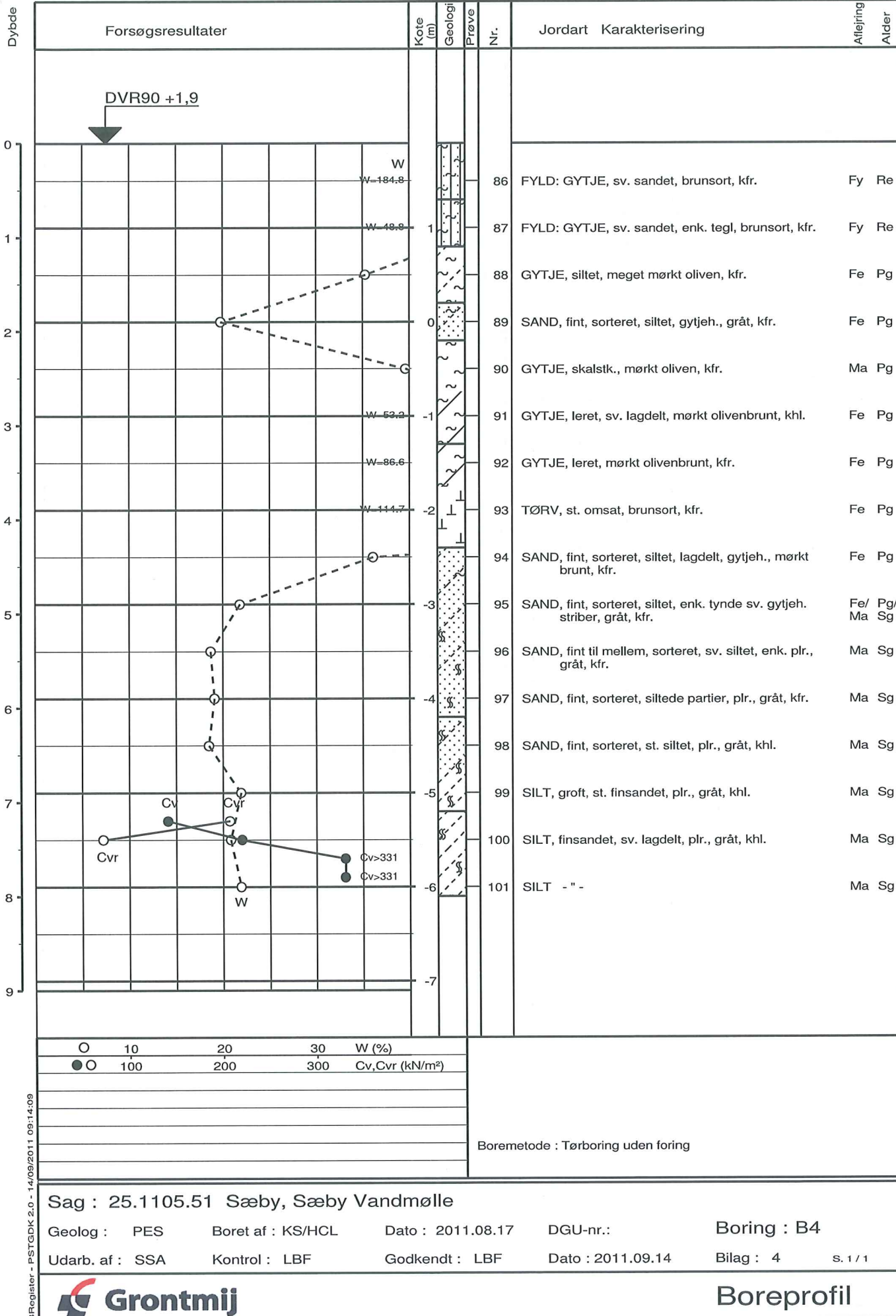
s. 1 / 2

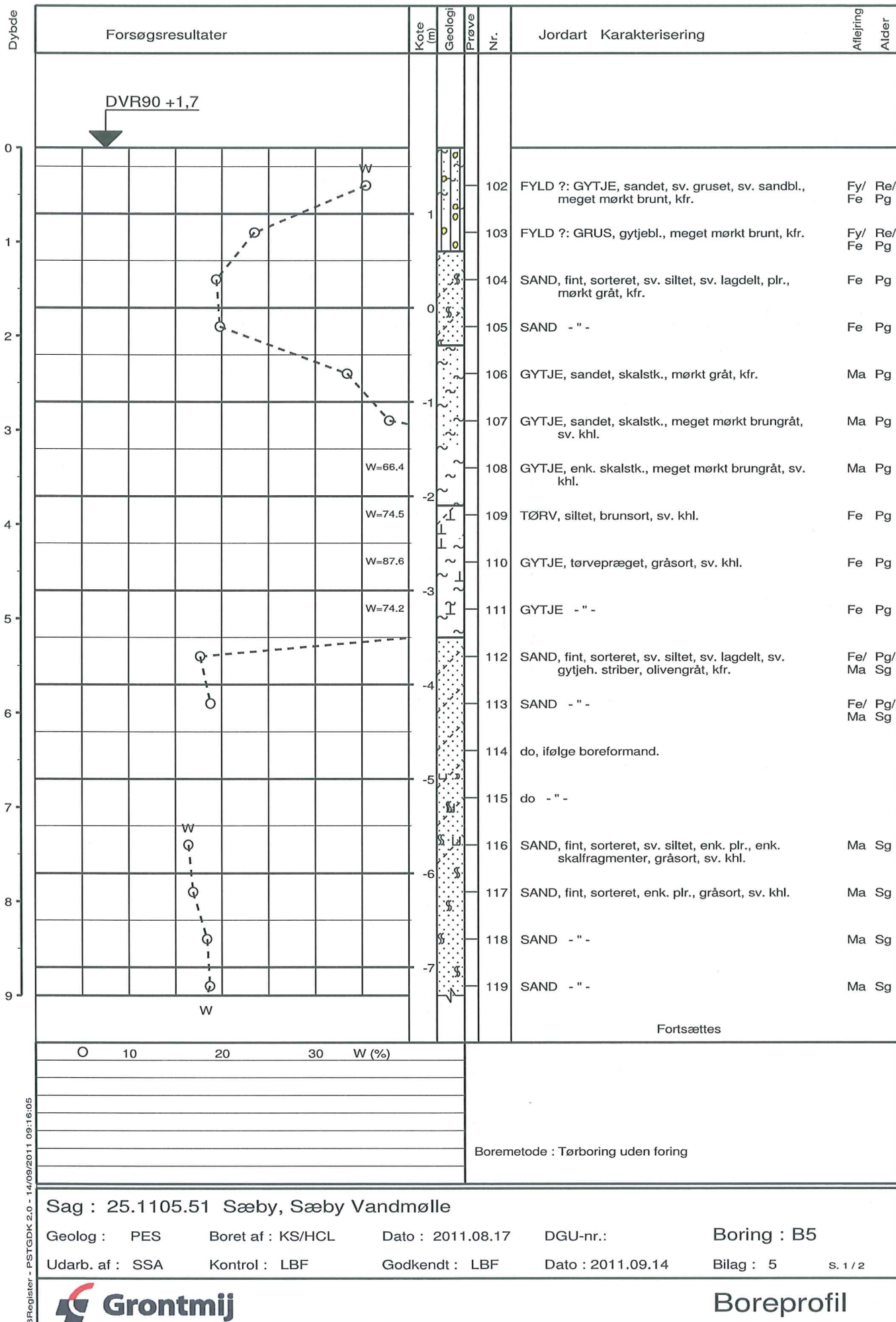


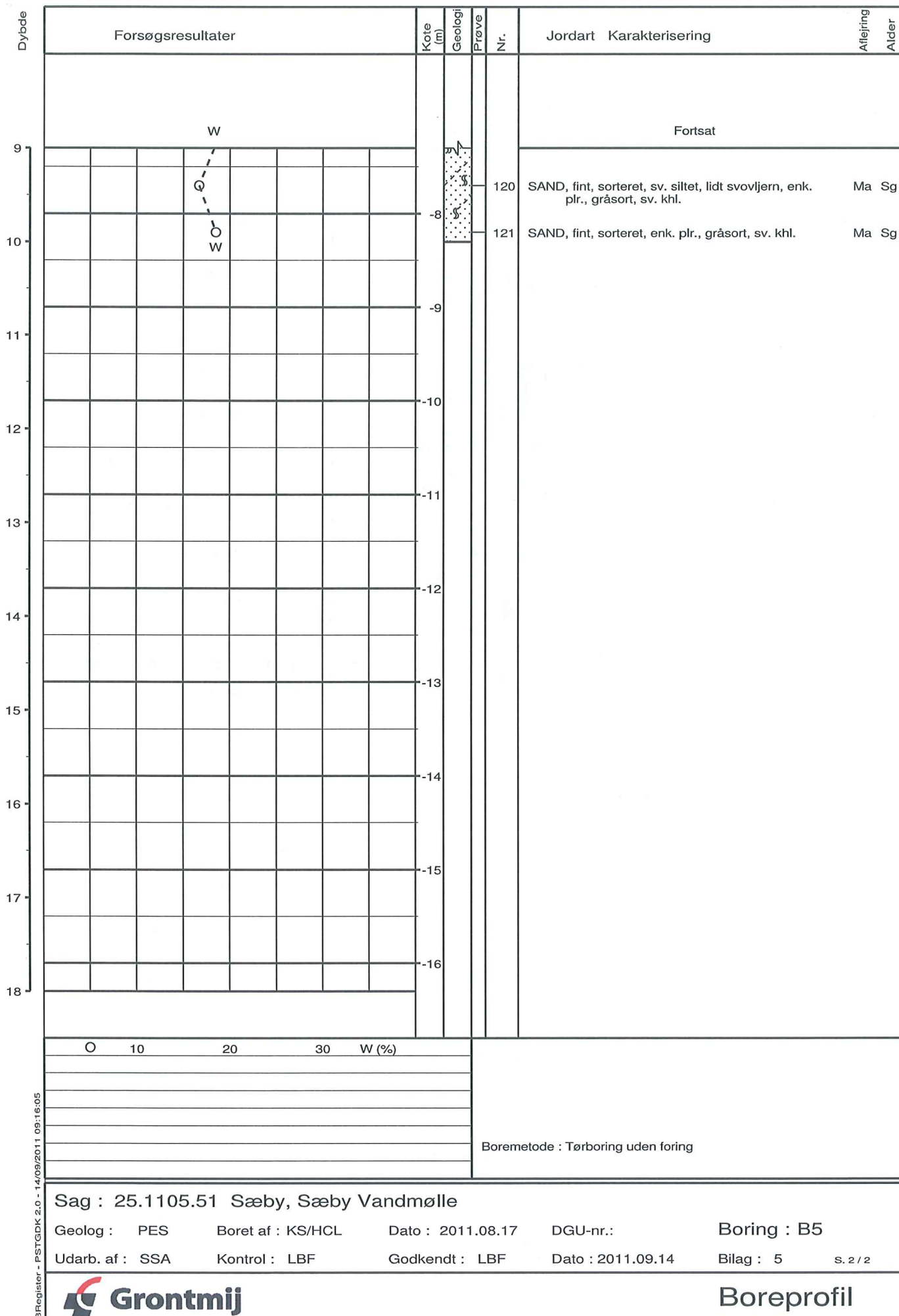
Boreprofil



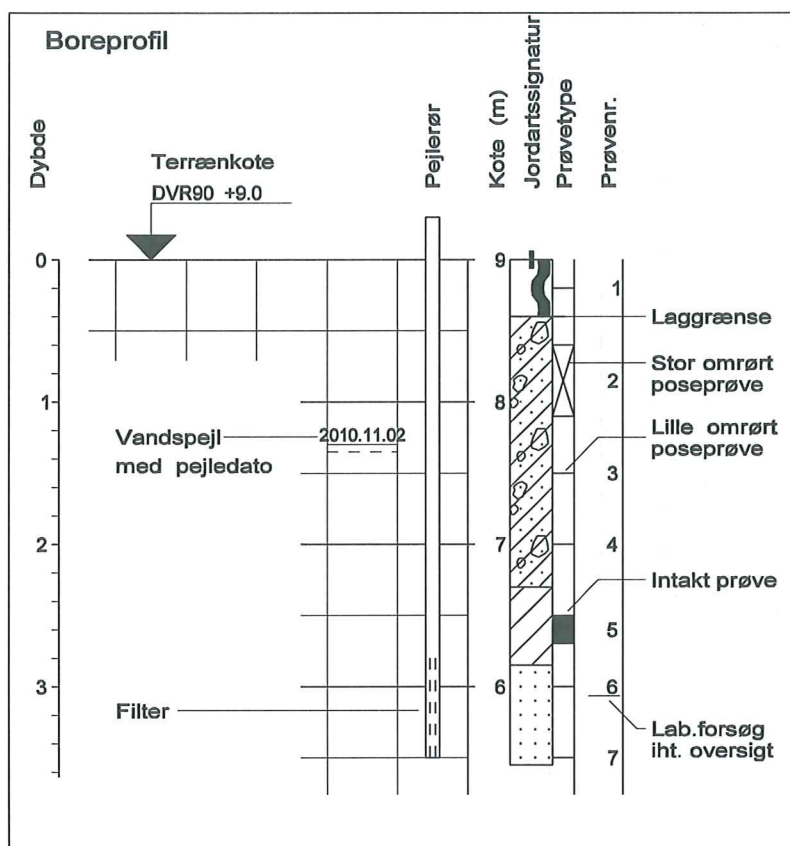








Grontmij - Geoteknik



Symboler på boreprofil

w	Vandindhold, w
γ	Rumvægt
G_{lr}	Glødetab
N	SPT-forsøg, N
c_v	Intakt vingestyrke, c_v
c_{vr}	Omrørt vingestyrke, c_{vr}
q_c	CPT, spidsmodstand
S	Rammesonde

Jordartssignatur på boreprofil

	STEN		FYLD
	GRUS		MULD
	SAND		TØRV
	SILT		TØRVEGYTJE
	LER		GYTJE
	KALK / KRIDT		SKALLER
	MORÆNESAND		PLANTERESTER
	MORÆNELER		

I morænale aflejringer må der forventes indhold af sten og blokke

Symboler på situationsplan

	Boring uden prøveoptagning
	Boring med prøveoptagning
	Gravning
	Gravning med prøveoptagning
	Drejesondering
	CPT / Tryksondering
	SPT / Rammesondering
	Vingeforsøg
	Belastningsforsøg
	Sætningsmåling
	Poretryksmåling

Signaturforklaring og definitioner

Bilag A

Geologiske betegnelser og forkortelser

Alder

Re: Recent	Mi: Miocæn
Pg: Postglacial	Ol: Oligocæn
Sg: Senglacial	Eo: Eocæn
Al: Allerød	Pl: Palæocæn
Gc: Glacial	Sl: Selandien
Ig: Interglacial	Da: Danien
Is: Interstadial	Kt: Kridt
Te: Tertiær	Se: Senon
Pl: Pliocæn	

Dannelsesmiljø

Br: Brakvand	Sk: Skredjord
Fe: Ferskvand	Sm: Smeltevand
Fl: Flydejord	Vi: Vindaflejret
Gl: Gletscher	Vu: Vulkansk
Ma: Marin	
Ne: Nedskyl	
O: Overjord	

Kornstørrelser

Fint	Finkornet
Mellem	Mellemkornet
Groft	Grovkornet

Sorteringsgrader

Usort.	Usorteret	$U > 7$
Ringe sort.	Ringe sorteret	$3.5 < U < 7$
Sort.	Sorteret	$2 < U < 3.5$
Velsort.	Velsorteret	$U < 2$

Hærtningsgrader

H1	Uhærdnet
H2	Svagt hærdnet
H3	Hærdnet
H4	Stærkt hærdnet
H5	Forkislet

Bikomponenter

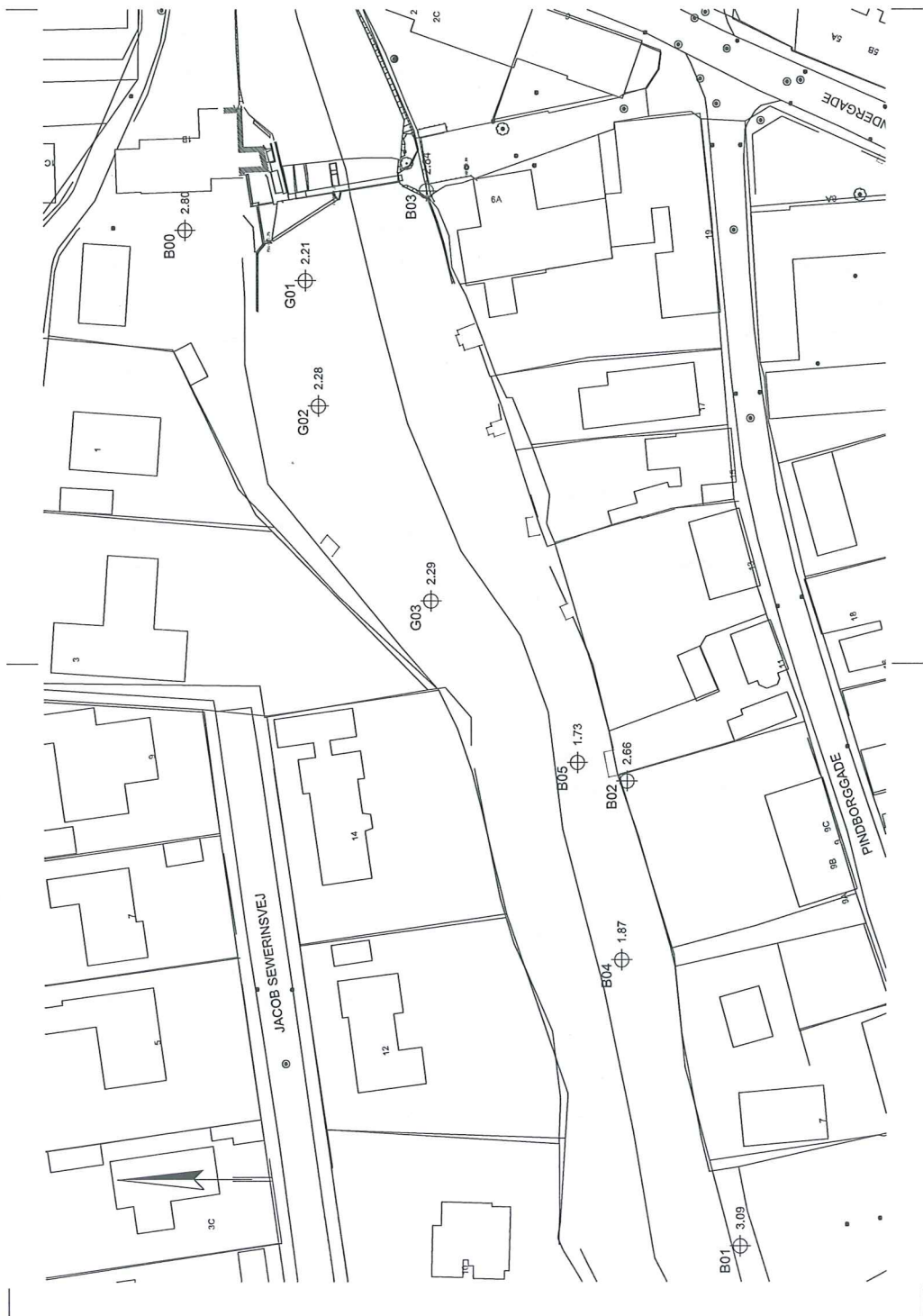
gytjeh.	Gytjeholdig	plr.	Planterester
kfr.	Kalkfri	rodgn.	Rodgange
khl.	Kalkholdig	rodtr.	Rodtrævler
muldstr.	Muldstriber	skalh.	Skalholding
organiskh.	Organiskholdig	tørveh.	Tørveholdig

Øvrige forkortelser

enk.	Enkelte	klp.	Klumper	part.	Partier	udb.	Udblødt
hom.	Homogent	m.	Med	sli.	Slirer	u.t.	Under terræn
indh.	Indhold	misf.	Misfarvet	stk.	Stykker	vs.	Vandspejl
inhom.	Inhomogent	omdan.	Omdannet	st.	Stærk(t)	veks.	Vekslende
k.	Korn	o.t.	Over terræn	sv.	Svag(t)	v.f.	Vandførende

Definitioner

Vandindhold	W	= Vandvægten i procent af tørstofvægten
Flydegrænse	W_L	= Vandindhold ved flydegrænsen
Plasticitetsgrænse	W_P	= Vandindhold ved plasticitetsgrænsen
Plasticitetsindeks	I_P	= $W_L - W_P$
Rumvægt	γ	= Forholdet mellem totalvægt ved naturligt vandindhold og totalvolumen
Kornrumvægt	γ_s	= Kornrumvægten
Poretal	e	= Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen
Løs/fast lejring	e_{max}/e_{min}	= Poretallet i løseste/fasteste standardlejring i laboratoriet
Lejringsstæthed	I_D	= Relativ lejringstæthed $(e_{max} - e)/(e_{max} - e_{min})$
Glødetab	gl_T	= Vægttab ved langvarig glødning i % af tørstof reduceret for kalkindhold
Kalkindhold	ka	= Vægten af $CaCO_3$ i procent af tørstof



NOTE:

Revision	Tekst	Udarbejdet	Kontrolleret	Godekendt	Dato



Sæbyvej 44 9200 Aalborg SV Telefon: 99 79 95 00 Telefax: 99 79 95 01					
MJ	Udarb./Tegn.	Kontrolleret	Godekendt	Dato	
1:500	SSA/AMK	LBF	LBF	2011.09.13	
Sag	Sag nr.				

Emne	Sæby, Sæby Vandmølle	Tegn. nr.
		30.8600.01