

JANUAR 2020

HOLSTEBRO KOMMUNE

HALGÅRD VEST 4. OG 5. ETAPE

GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT FOR BOLIGUDSTYKNING

RAPPORT NR. 1

JANUAR 2020

HOLSTEBRO KOMMUNE

HALGÅRD VEST 4. OG 5. ETAPE

GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT FOR BOLIGUDSTYKNING

RAPPORT NR. 1

PROJEKTNR.

A132364

DOKUMENTNR.

A132364-001.1

VERSION

1.0

UDGIVELSESdato

15.01.2020

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

HRMO

KONTROLLERET

SPN

GODKENDT

HRMO

INDHOLD

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Undersøgelsens formål | 5 |
| 2 | Tidligere undersøgelser | 5 |
| 3 | Mark- og laboratorieforsøg | 6 |
| 4 | Koter og koordinater | 6 |
| 5 | Jordbunds- og grundvandsforhold | 7 |
| 6 | Funderingsforhold | 9 |
| 6.1 | Generelt | 9 |
| 6.2 | Parcelhuse | 10 |
| 6.3 | Veje | 12 |
| 6.4 | Kloak | 12 |
| 7 | Midlertidig afstivning | 12 |
| 8 | Udførelse | 14 |
| 8.1 | Tørholdelse af udgravninger | 14 |
| 8.2 | Udgravning | 14 |
| 9 | Tilfyldning | 14 |
| 10 | Kontrol | 16 |
| 11 | Miljøtekniske forhold og jordhåndtering | 16 |
| 12 | Supplerende undersøgelser | 16 |
| 13 | Geoteknisk projekteringsrapport | 17 |
| 14 | Afsluttende bemærkninger | 17 |

BILAG

| | |
|--|------|
| Signaturer og definitioner | A-1 |
| Boreprofil, boring B 301 | 1.1 |
| Boreprofil, boring B 302 | 1.2 |
| Boreprofil, boring B 303 | 1.3 |
| Boreprofil, boring B 304 | 1.4 |
| Boreprofil, boring B 305 | 1.5 |
| Boreprofil, boring B 306 | 1.6 |
| Boreprofil, boring B 307 | 1.7 |
| Boreprofil, boring B 308 | 1.8 |
| Boreprofil, boring B 309 | 1.9 |
| Boreprofil, boring B 2 – sag A077150 | 1.10 |
| Boreprofil, boring B 5 – sag A077150 | 1.11 |
| Boreprofil, boring B 107 – sag A092740 | 1.12 |
| Boreprofil, boring B 108 – sag A092740 | 1.13 |
| Boreprofil, boring B 109 – sag A092740 | 1.14 |
| Boreprofil, boring B 201 – sag A104134 | 1.15 |
| Boreprofil, boring B 204 – sag A104134 | 1.16 |
| Situationsplan | 1.17 |

1 Undersøgelsens formål

For Holstebro Kommune er der i december 2019 udført en geoteknisk undersøgelse i forbindelse med byggemodningen af 4. og 5. etape af parcelhusudstyknings Halgård Vest ved Holstebro.

Etapen omfatter de resterende dele af vejene Under Bøgen, Under Hvidtjørnen, Under Avnbøgen, Under Hylden og Under Syrenen.

I forbindelse med byggemodningen etableres der regn- og spildevandsledninger i udstykningen.

Forventet placering af de kommende veje og parceller samt udlægningsdybder for regn- og spildevands ledninger fremgår af tegningen "Byggemodning Halgård Vest, Etape 3 og 4, Afvandrings- og bassinplan, Skitseprojekt" version 0.3, dateret den 10. august 2018, COWI A/S.

På baggrund af ovennævnte tegningsmateriale forventes regn- og spildevandsledninger forventes anlagt i cirka 1,9 – 3,8 m under terræn.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for området til brug i forbindelse med anlæggelsen af veje og kloakeringer i udstykningen.

Endvidere er det undersøgelsens formål at fremskaffe orienterende geologiske og geotekniske data for udstykningen i et sådant omfang, at grundkøbere kan vurdere de generelle forhold i området og mulige foranstaltninger - herunder supplerende undersøgelser - der måtte være nødvendige i forbindelse med opførelsen af et traditionelt enfamiliehus i højst 1½ etage og uden kælder.

2 Tidligere undersøgelser

COWI har i 2015, 2016 og 2017 udført geotekniske undersøgelser for henholdsvis 1., 2. og 3. etape af udstykningen Halgård Vest.

Den geotekniske undersøgelse for 1. etape er afrapporteret i rapport dateret den 18. december 2015, sag A077150, og omfatter 17 geotekniske borer (B 1 – B 17). Boring B 2 og B 5 fra den undersøgelse er fundet relevante for denne undersøgelse, og boreprofilerne er medtaget i nærværende rapport som bilag nr. 1.10 og 1.11.

Den geotekniske undersøgelse for 2. etape er afrapporteret i rapport dateret den 16. december 2016, sag A092740, og omfatter 9 geotekniske borer (B 101 – B 102). Boring B 107, B 108 og B 109 fra den undersøgelse er fundet relevante for denne undersøgelse, og boreprofilerne er medtaget i nærværende rapport som bilag nr. 1.12 – 1.14.

Den geotekniske undersøgelse for 3. etape er afrapporteret i rapport dateret den 16. november 2017, sag A104134, og omfatter 6 geotekniske borer (B 201 – B 206). Boring B 201 og B 204 fra den undersøgelse er fundet relevante for denne undersøgelse, og boreprofilerne er medtaget i nærværende rapport som bilag nr. 1.15 og 1.16.

Placeringer af de tidligere udførte borer fremgår af situationsplanen, bilag 1.17.

3 Mark- og laboratorieforsøg

I perioden fra den 4. til den 9. december 2019 er der udført 9 forede, Ø 150 mm, geotekniske borer, benævnt B 301 – B 309, som er afsluttet 4,0 – 8,0 m under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne er afsat med GPS og terrænkoterne til borestederne er indmålt med GPS i forbindelse med afsætningen.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen, bilag 1.17.

I borerne er der registreret laggrænser og udtaget omrørte jordprøver, samt udført vingeforsøg til bestemmelse af de kohæsive jordarters vingestyrke i intakt og omrørt tilstand, henholdsvis c_{fv} og c_{fvr} .

Der er installeret Ø 25 mm PVC-pejlerør med kvartfilter i borerne, så vandspejlsniveauet kan holdes under observation.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 9. december 2019 og igen den 6. januar 2020.

Jordprøverne er bedømt i overensstemmelse med Dansk Geoteknisk Forenings "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" af februar 2009.

Jordprøvernes kalkindhold er vurderet med en 10 % saltsyreopløsning.

Det naturlige vandindhold, w , er bestemt på udvalgte jordprøver.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne, bilag 1.01 - 1.09.

De i rapporten anvendte signaturer og definitioner fremgår af bilag A-1.

4 Koter og koordinater

Alle koter refererer til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90.

Terrænet ved borerne varierer mellem kote +36,2 m og +44,4 m, hvilket svarer til en højdeforskel på 8,2 m.

Alle koordinater refererer til System S34J.

Terrænkoter og koordinater til borerne fremgår af boreprofilerne.

5 Jordbunds- og grundvandsforhold

I boring B 301 – B 309 er der øverst truffet 0,3 á 0,4 m muld, som i boring B 302 og B 304 afløses af senglacialt sand til henholdsvis 0,7 og 0,6 m u. t. Herunder, samt under muldlaget i de øvrige borer, er der truffet senglacialt ler til 1,7 á 3,9 m u. t., hvor det afløses af glacialt moræneler til de borede dybder 4,0 á 8,0 m u. t.

I de tidligere udførte borer B 2 og B 5, B 107, B 108 og B 109 samt B 201 og B 204 er der øverst truffet muld og muldholdigt sand til 0,3 á 0,7 m u. t. Herunder er der i boring B 2, B 107 og B 109 truffet senglacialt sand til 1,1 á 1,3 m u. t., som i boring B 109 afløses af glacialt moræneler til boringens bund 5,0 m u. t. I de øvrige borer er der under muld- og sandlag truffet senglacialt ler til 1,4 á 4,0 m u. t., hvor det afløses af glacialt moræneler til borerens bund 4,0 á 7,0 m u. t.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør i boring B 301 – B 309 umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 9. december 2019 og igen den 6. januar 2020.

I de tidligere udførte borer B 2 og B 5 er der pejlet den 26. november 2015, og i de tidligere udførte borer B 107, B 108 og B 109 er der pejlet den 12. december 2016. I de tidligere udførte borer B 201 og B 204 er der pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 24. oktober 2017 og igen den 7. november 2017.

Samtlige målte vandspejl er anført i Tabel 1.

Tabel 1: Vandspejlsmålinger

| Boring Nr. | Terræn Kote (m) | Dato | Vandspejlsniveau | |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------------|-------------|
| | | | Dybde (m u. t.) | Kote (m) |
| B 301 | +43,0 | 9. dec. 2019 | 2,0 | +41,0 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,4 | +41,6 |
| B 302 | +42,2 | 9. dec. 2019 | >4,0 | <+38,2 |
| | | 6. jan. 2020 | >4,0 | <+38,2 |
| B 303 | +41,8 | 9. dec. 2019 | 0,4 | +41,4 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,2 | +40,6 |
| B 304 | +43,2 | 9. dec. 2019 | 0,2 | +43,0 |
| | | 6. jan. 2020 | 0,9 | +42,3 |

Tabel 1 (fortsat): Vandspejlsmålinger

| Boring Nr. | Terræn Kote (m) | Dato | Vandspejlsniveau | |
|---------------|-----------------------|---------------|--------------------|-------------|
| | | | Dybde (m u. t.) | Kote (m) |
| B 305 | +42,1 | 9. dec. 2019 | 4,4 | +37,7 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,6 | +40,5 |
| B 306 | +44,4 | 9. dec. 2019 | 0,8 | +43,6 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,3 | +43,1 |
| B 307 | +44,4 | 9. dec. 2019 | 0,5 | +43,9 |
| | | 6. jan. 2020 | 0,9 | +43,5 |
| B 308 | +44,1 | 9. dec. 2019 | 1,4 | +42,7 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,0 | +43,1 |
| B 309 | +44,1 | 9. dec. 2019 | 4,3 | +39,8 |
| | | 6. jan. 2020 | 1,4 | +42,7 |
| B 2 | +36,2 | 26. nov. 2015 | 4,2 | +32,0 |
| B 5 | +40,7 | 26. nov. 2015 | 4,9 | +35,8 |
| B 107 | +36,2 | 12. dec. 2016 | >6,0 | <+30,2 |
| B 108 | +36,6 | 12. dec. 2016 | >7,0 | <+29,6 |
| B 109 | +37,3 | 12. dec. 2016 | 3,0 | +34,3 |
| B 201 | +42,2 | 24. okt. 2017 | 2,7 | +39,5 |
| | | 7. okt. 2017 | 2,4 | +39,8 |
| B 204 | +44,1 | 24. okt. 2017 | 1,7 | +42,4 |
| | | 7. okt. 2017 | 1,6 | +42,5 |

Vandspejlets beliggenhed må påregnes være afhængigt af såvel årstid som nedbør.

Det anbefales at pejle regelmæssigt i boringerne, indtil udgravningsarbejdet begyndes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises der til boreprofilerne.

6 Funderingsforhold

6.1 Generelt

Funderingen skal dimensioneres og udføres i henhold til DS/EN 1997-1, Eurocode 7: Geoteknik - del 1: Generelle regler (EC 7, del 1), med tilhørende Nationalt annekst - Danmark, EN 1997-1 DK NA (DK-Annekst).

Der skal anvendes partialkoefficienter og korrelationsfaktorer, som anført i DK Annekst-A.

Den geotekniske undersøgelse viser, at projektet på det foreliggende grundlag kan behandles i Geoteknisk kategori 2, jf. EC 7, del 1, afsnit 2.1 og DK-Annekst K.

For det aktuelle projekt er der for de udførte borer i Tabel 2 angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, for fundamenter og brønde, samt afrømningsniveau, AFRN, for veje, kloakledninger og gulve.

Tabel 2: Overside bæredygtige lag OSBL, og afrømningsniveau, AFRN

| Boring Nr. | Terræn Kote (m) | OSBL/AFRN | |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | | Dybde (m u. t.) | Kote (m) |
| B 301 | +43,0 | 0,3 | +42,7 |
| B 302 | +42,2 | 0,3 | +41,9 |
| B 303 | +41,8 | 0,3 | +41,5 |
| B 304 | +43,2 | 0,3 | +42,9 |
| B 305 | +42,1 | 0,3 | +41,8 |
| B 306 | +44,4 | 0,3 | +44,1 |
| B 307 | +44,4 | 0,3 | +44,1 |
| B 308 | +44,1 | 0,4 | +43,7 |
| B 309 | +44,1 | 0,3 ^a | +43,8 ^a |
| B 2 | +36,2 | 0,4 ^a | +35,8 ^a |

Tabel 2(fortsat): Overside bæredygtige lag OSBL, og afrømningsniveau, AFRN

| Boring Nr. | Terræn Kote (m) | OSBL/AFRN | |
|---------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | | Dybde (m u. t.) | Kote (m) |
| B 5 | +40,7 | 0,3 ^a | +40,4 ^a |
| B 107 | +36,2 | 0,7 ^a | +35,5 ^a |
| B 108 | +36,6 | 0,3 ^a | +36,3 ^a |
| B 109 | +37,3 | 0,6 ^a | +36,7 ^a |
| B 201 | +42,2 | 0,3 | +41,9 |
| B 204 | +44,1 | 0,3 | +43,8 |

a) I borerne er der truffet senglacialt ler og glacialt moræneler med lave styrkeparametre under OSBL. Se tabel 3.

De anbefalede funderingsmetoder for parcelhuse, veje og kloak er beskrevet i afsnit 6.2 - 6.4.

6.2 Parcelhuse

Med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes den mest fordelagtige funderingsmetode for det aktuelle projekt at være en direkte fundering i aflejringer svarende til de under OSBL truffe.

Fundamentene skal overalt føres ned i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 0,9 m for almindeligt byggeri og 1,2 m for fritstående konstruktioner.

For aflejringer svarende til de under OSBL truffe kan der ved dimensionering af fundamenter anvendes de i Tabel 3 angivne rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

I Tabel 3 er angivet rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ'), plan friktionsvinkel (ϕ_k), udrænet forskydningsstyrke (c_{uk}), effektiv friktionsvinkel og kohæsion (ϕ'_k og c'_k) samt konsolideringsmodul (E_{oed}).

Værdierne er fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn.

Tabel 3: Rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre

| Jordart | γ/γ' (kN/m ³) | ϕ_k (°) | c_{uk} (kN/m ²) | ϕ'_k (°) | c'_k (kN/m ²) | E_{oed} (MN/m ²) |
|---------------|--|-----------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Sand, Sg | 18/10 | 34 | - | 34 | 0 | 25 |
| Ler, Sg | 19/9 | 0 | 80 ^b | 28 | 8 ^b | 16 ^b |
| Moræneler, Gc | 20/10 | 0 | 80 ^c | 28 | 8 ^c | 16 ^c |

b) I boring B 2, B 5, B 307 og B 308 er der truffet senglacialt, ler med lave styrkeparametre under kote OSBL, dvs. $c_{uk} = c_{fv} = 50$ á 80 kN/m² og $E_{oed} = 10$ á 16 MN/m².
Se boreprofil for den enkelte boringer for placering af lag med lave styrkeparametre.

c) I boring B 107, B 108, B 109, og B 309 er der truffet glacialt, moræneler med lave styrkeparametre under kote OSBL, dvs. $c_{uk} = c_{fv} = 40$ á 80 kN/m² og $E_{oed} = 8$ á 16 MN/m².
Se boreprofil for den enkelte boringer for placering af lag med lave styrkeparametre.

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og den skal omfatte undersøgelse af såvel korttids- som langtidstilstanden, jf. i EC 7, del 1, kapitel 2 og 6 samt DK-Anneks D.

I anvendelsesgrænsetilstanden kan der forudsættes trykspredning 2:1 (lodret:vandret) ned gennem jordlagene.

Ved fundering på vekslende aflejringer af ler og sand skal fundamentene dimensioneres for en fundering på hver af de 2 aflejringer. Den mindste bæreevne er dimensionsgivende. Ved fundering i indbygget sandfyld og hvor afstanden fra fundamentsundersiden til oversiden af de intakte aflejringer er mindre end fundamentsbredden, skal fundamentene ligeledes dimensioneres for både den indbyggede sandfyld og de underliggende, intakte aflejringer.

Det anbefales, at sribefundamentene armeres i over- og underside for at imødegå risikoen for eventuelle skadelige differenssætninger.

Armeringen bør bestå af ribbestål med armeringsareal på 0,2 % af sribefundamenternes samlede betontværsnitsareal, fordelt med halvdelen foroven og forneden.

Ved fundering i de trufne leraflejringer, anbefales det, at der etableres omfangsdræn. Omfangsdrænet placeres i niveau med fundamentsundersiden, og forbindes til kloak. Ved dimensioneringen kan der således forudsættes et vandspejl i niveau med omfangsdrænet.

Dræningen skal udføres i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Standards "Norm for dræning af bygværker m.v.", DS 436, gældende udgave.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte på intakte aflejringer svarende til de under AFRN trufne.

Efterfyldning under gulve foretages med sandfyld som beskrevet i kapitel 9.

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

6.3 Veje

For veje skal der generelt afgraves til oversiden af rene aflejringer. Det vil sige, at fyld, muld og muldholdige lag bortgraves inden eventuel påfyldning eller etablering af belægning.

Med de trufne jordbundsforhold forventes vejene primært anlagt på senglacialt ler, og lokalt på senglacialt sand.

Når afgravningerne er udført, kan belægningen etableres, eller der kan foretages den nødvendige påfyldning. Eventuel påfyldning skal udføres med velkomprimeret bundsikkeringssand og -grus, se kapitel 9.

Belægningstykkelsen skal, ud over trafikbelastning og jordart ved planum, dimensioneres under hensyntagen til frostsikker dybde. Overbygningen skal tørholdes ved dræning.

6.4 Kloak

Med de aktuelle jordbundsforhold kan der funderes direkte i de forventede lægningsdybder på senglacialt ler, glacielle moræneleraflejringer og senglacielle/glacielle sandaflejringer.

Kloakledninger og brønde skal sikres mod opdrift i overensstemmelse med EC 7, del 1, kapitel 10 og Anneks A4.

7 Midlertidig afstivning

Der skal under anlægsarbejdet træffes foranstaltninger til sikring af udgravningerne samt evt. omkringliggende bygninger og eksisterende vejes stabilitet. Derfor anbefales det, at udgravningen til de nye ledninger udføres i afstivede render. Afstivningen kan f.eks. udføres i form af gravekasser.

Gravekasser skal dimensioneres for jord- og vandtryk, som angivet i EC 7, del 1, kapitel 9.

Der skal i beregningerne tages hensyn til lastbidrag fra omkringliggende konstruktio-
ner, der er funderet i niveauer over udgravningsniveau og bidrag fra trafiklast samt
andre overfladelaster.

Jordtryk på gravekasser kan baseres på borerne samt de i Tabel 4 anførte paramet-
re.

I tabellen er angivet rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ') samt effektiv frikti-
onsvinkel og kohæsion (ϕ'_k og c'_k).

Værdierne er fastlagt på grundlag af erfaring og skøn.

Tabel 4: Rumvægte og karakteristiske styrkeparametre

| Jordart | γ/γ' (kN/m³) | c'_k (kN/m²) | ϕ'_k (°) |
|----------------|---|---|-------------------------------------|
| Muld, Re | 16/6 | 0 | 25 |
| Sand, Pg | 18/10 | 0 | 30 |
| Sand, Sg | 18/10 | 0 | 34 |
| Ler, Sg | 19/9 | 8 ^{d, e} | 28 |
| Moræneler, Gc | 20/10 | 8 ^{d, f} | 30 |

d) Ved aktivt jordtryk bør det antages, at de kohæsive jordlag har en karakteristisk, effektiv
forskydningsstyrke, $c'_k = 0$ kN/m².

e) I boring B 2, B 5, B 307 og B 308 er der truffet senglaciale, ler med lave styrkeparametre
under kote OSBL, dvs. $c'_k = 5$ á 8 kN/m². Se boreprofil for den enkelte boring for placering
af lag med lave styrkeparametre.

f) I boring B 107, B 108, B 109, B 301, B 303 og B 309 er der truffet glacialt, moræneler
med lave styrkeparametre under kote OSBL, dvs. $c'_k = 4$ á 8 kN/m². Se boreprofil for den
enkelte boring for placering af lag med lave styrkeparametre.

Hvis der er kohæsive aflejringer bag gravekassen, skal der forudsættes vandspejl i
terræn, jf. EC7, del 1, afsnit 9.6, og vandspejl i udgravningsniveau inde i gravekassen.

8 Udførelse

8.1 Tørholdelse af udgravninger

Med de trufne jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes udgravningerne om nødvendigt at kunne tørholdes ved almindelig lænsning via render i ler, som fører vandet til en pumpeump, hvorfra vandet pumpes bort.

I de trufne øvre sandaflejringer med begrænset mægtighed kan tørholdelsen ligeledes sikres ved opsamling af vandet i drænrender i ler, hvorfra det føres til pumpeump.

Afledning af grundvand i forbindelse med byggearbejder kan kræve myndighedsgodkendelse, jf. Vandforsyningslovens § 26.

8.2 Udgravning

I forbindelse med udgravning skal der etableres en tørholdelse som beskrevet i afsnit 8.1. Udgravningerne skal om nødvendigt afstives som beskrevet i kapitel 7.

Bæreevne og stabilitet af eksisterende veje skal sikres såvel under udførelsen som i den permanente tilstand.

Eventuel løsnat, oplødt eller frossen jord skal bortgraves, inden der etableres kloakledninger og brønde samt indbygges sandfyld.

9 Tilfyldning

Som tilfyldning under gulve foreslås der anvendt ren sandfyld, som kan være som bundsikringsand og -grus.

Omkring ledninger og brønde samt over ledninger under vejarealer bør der tilfyldes med bundsikringsand og -grus eller rene, opgravede sandaflejringer.

Opmærksomheden henledes på, at rystelser ved komprimering i ledningsgravene kan forplante sig til nærliggende huse.

Vejopbygningen anbefales udført med velkomprimeret bundsikringsand og -grus samt stabilt grus og asfalt eller belægningssten.

Bundsikringsand- og grus skal som minimum opfylde kravene til kvalitet II (BLII), og have et uensformighedstal, $U = D_{60}/D_{10}$, på mindst 2,5, et maksimalt finstofindhold (kornstørrelse $< 0,063$ mm) på 9 % og ingen korn større end 90 mm. Herudover må sandfylden ikke indeholde klumper af ler, silt eller organisk materiale.

Sandfylden indbygges med egnet komprimeringsudstyr i lag af maksimalt 30 cm.

Det anbefales at anvende de i tabel 5 anførte krav til komprimeringsgrader, som forudsætter, at der måles med isotopsonde.

Tabel 5: *Krav til komprimeringsgrader (isotopsonde) for sandfyldt over og under fundamentsunderkant, FUK og under veje*

| Niveau | Standard Proctor | | Vibrationsindstamping | |
|-------------------|------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | Middelværdi | Mindsteværdi | Middelværdi | Mindsteværdi |
| Over FUK | 96 % | 93 % | 93 % | 90 % |
| Under FUK og veje | 98 % | 95 % | 95 % | 92 % |

Middelværdien bestemmes som gennemsnittet af mindst 5 forsøg, og ingen enkeltværdi må være mindre end mindsteværdien.

Ved komprimeringen er det vigtigt, at sandfylden har et vandindhold omkring det optimale.

Bundsikrings sand og -grus indbygget efter ovenstående retningslinjer kan påregnes at have de i tabel 6 angivne rumvægte samt karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

I tabellen er angivet rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ'), plan friktionsvinkel (ϕ_k) og konsolideringsmodul (E_{oed}).

Værdierne er fastlagt på grundlag af erfaringer og skøn.

Tabel 6: *Rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre for indbygget bundsikrings sand og -grus over og under fundamentsunderkant, FUK og under veje*

| Niveau | γ/γ' (kN/m ³) | ϕ_k (°) | E_{oed} (MN/m ²) |
|-------------------|--|-----------------|-----------------------------------|
| Over FUK | 18/10 | 36 | 40 |
| Under FUK og veje | 18/10 | 38 | 50 |

Hvis der anvendes et andet materiale end bundsikrings sand og -grus, skal parametrene i tabel 6 revideres.

Stabilt grus skal opfylde kravene til kvalitet II, og skal komprimeres til en tæthed på mindst 95 % målt med isotopsonde, når den maksimale tørrumvægt i laboratoriet bestemmes ved vibrationsindstamping.

Kravet om mindst 95 % komprimering kan anses for opfyldt, når gennemsnittet af mindst 5 målinger er mindst 95 %, og ingen enkeltværdi er mindre end 92 %.

Ler og moræneler fra de opgravende strækninger kan anvendes som tilbagefyldning i områder, hvor der accepteres risiko for sætninger. De tilbagefyldte materialer skal i så fald indbygges med samme lagfølge og med samme tæthed som de intakte aflejringer. Dog er den opgravede overjord samt det senglaciale ler og glaciale moræneler uegnet som tilbagefyld omkring ledninger.

Det skal bemærkes, at det kan være vanskeligt, eller endda umuligt, uden særlige tiltag, at opnå den krævede komprimeringsgrad, såfremt leret har et naturligt vandindhold, w_{nat} , som er betydeligt højere end det optimale vandindhold, w_{opt} . Det vil i givet fald kræve en udtørring af leret.

10 Kontrol

I forbindelse med udgravnings- og funderingsarbejdet skal der udføres geotekniske kontrolundersøgelser, jf. EC 7, del 1, kapitel 4.

Kontrollen skal omfatte en besigtigelse af udgravningssider og -bund, eventuelt suppleret med håndboringer eller gravninger til kontrol af, at ledningerne og brønde fundes i overensstemmelse med de stillede krav.

Det skal ved kontrol sikres, at den indbyggede bundsikringssand og -grus samt stabilt grus opfylder kravene med hensyn til kvalitet og komprimering.

11 Miljøtekniske forhold og jordhåndtering

Under mark- og laboratoriearbejdet blev der ikke konstateret tegn på forurening (lugt eller misfarvning) i den opborede jord.

I henhold til Jordforureningslovens § 50 kan der blive stillet særlige krav til håndtering af eventuel forurennet jord, som deponeres udenfor matriklen.

Disse forhold kan have væsentlig indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor de anbefales afklaret så hurtigt som muligt, og inden anlægsarbejdet begyndes.

12 Supplerende undersøgelser

Når der foreligger et konkret projekt for et byggeri, veje og kloak skal omfanget af supplerende geotekniske undersøgelser vurderes, jf. EC 7, del 2 og DK-Anneks K2.

13 Geoteknisk projekteringsrapport

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som samler den geotekniske projektering - herunder forudsætninger, parametre, beregninger og resultater, jf. EC 7, del 1, afsnit 2.8.

Projekteringsrapporten skal endvidere indeholde en plan for kontrol, overvågning og vedligeholdelse.

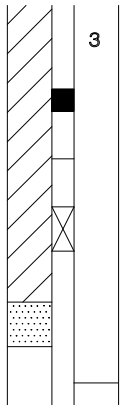
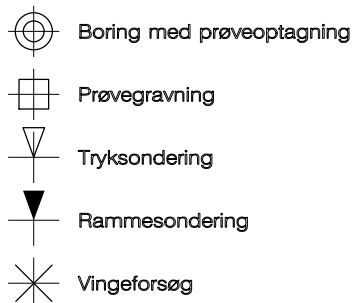
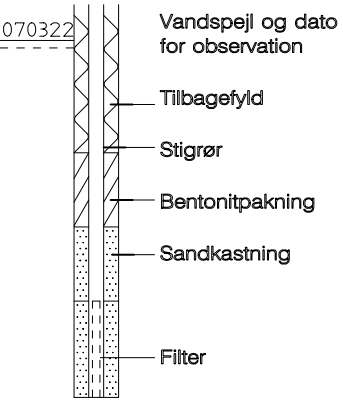
Nærværende geotekniske undersøgelsesrapport danner grundlag for den geotekniske projekteringsrapport.

14 Afsluttende bemærkninger

I det omfang det ønskes, står COWI til rådighed for videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

De udtagne jordprøver opbevares 2 uger fra dags dato, hvorefter de bortkastes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

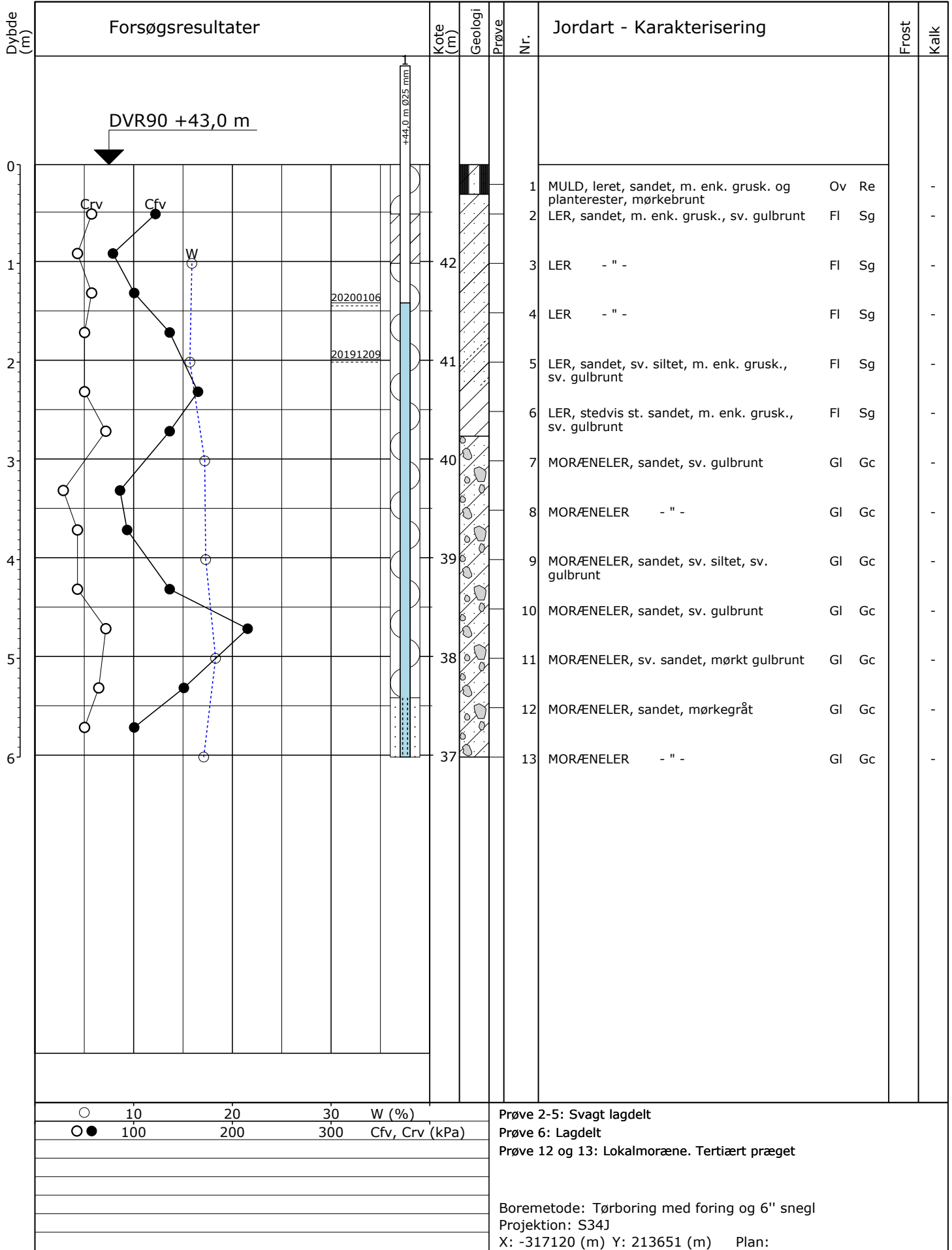
SIGNATURER

| Boreprofil | Jordart | Situationsplan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|----|--------|-----------------------|----|-------------|-----------|----|------------|-------------|----|--------------|----------|----|---------|-------------|----|--------------|-----------|----|---------|-------------------|----|-------|----------|
|  <p>3 Prøvenummer</p> <p>Intakt prøve</p> <p>Omrørt prøve</p> <p>Stor omrørt prøve eller SPT</p> <p>Laggrænse</p> <p>Laboratorieforsøg</p> | <p>Korndiameter, mm</p> <p>60 STEN</p> <p>2 GRUS</p> <p>0.06 SAND</p> <p>0.002 SILT</p> <p>LER</p> <p>MORÆNELER</p> <p>MORÆNESAND</p> <p>FYLD</p> <p>SKALLER</p> <p>PLANTERESTER</p> <p>MULD</p> <p>GYTJE</p> <p>TØRV</p> <p>KLIPPE, FLINT</p> <p>KALK</p> <p>Eksempler på kombinationer</p> <p>I moræneaflejringer må der forventes varierende indhold af sten og blokke, selv om det ikke fremgår af borerne.</p> |  <p>Geologiske forkortelser</p> <p>Aflejring:</p> <p>Br Brakvand</p> <p>Fe Ferskvandsaflejring</p> <p>Fl Flydejord</p> <p>Fy Fyld</p> <p>Gl Gletscheraflejring</p> <p>Ma Marin aflejring</p> <p>Ne Nedskylsaflejring</p> <p>Ov Overjord</p> <p>Sk Skredjord</p> <p>Sm Smeltevandsaflejring</p> <p>Vi Vindaflejring</p> <p>* Henvisning til rapport</p> <p>Alder:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Re</td> <td>Recent</td> <td>Tertiære aflejringer:</td> </tr> <tr> <td>Pg</td> <td>Postglacial</td> <td>Mi Miocæn</td> </tr> <tr> <td>Sg</td> <td>Senglacial</td> <td>OI Oligocæn</td> </tr> <tr> <td>Is</td> <td>Interstadial</td> <td>Eo Eocæn</td> </tr> <tr> <td>Gc</td> <td>Glacial</td> <td>PI Paleocæn</td> </tr> <tr> <td>Ig</td> <td>Interglacial</td> <td>Da Danien</td> </tr> <tr> <td>Te</td> <td>Tertiær</td> <td>Kridtaflejringer:</td> </tr> <tr> <td>Kt</td> <td>Kridt</td> <td>Se Senon</td> </tr> </table> | Re | Recent | Tertiære aflejringer: | Pg | Postglacial | Mi Miocæn | Sg | Senglacial | OI Oligocæn | Is | Interstadial | Eo Eocæn | Gc | Glacial | PI Paleocæn | Ig | Interglacial | Da Danien | Te | Tertiær | Kridtaflejringer: | Kt | Kridt | Se Senon |
| Re | Recent | Tertiære aflejringer: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pg | Postglacial | Mi Miocæn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sg | Senglacial | OI Oligocæn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Is | Interstadial | Eo Eocæn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gc | Glacial | PI Paleocæn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ig | Interglacial | Da Danien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Te | Tertiær | Kridtaflejringer: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kt | Kridt | Se Senon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Pejlerør</p>  <p>070322 Vandspejl og dato for observation</p> <p>Tilbagefyld</p> <p>Stigrør</p> <p>Bentonitpakning</p> <p>Sandkastning</p> <p>Filter</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

DEFINITIONER

| Signatur | Begreb | Forkort. | Enhed | Definition |
|-------------|--|-------------------------------------|------------------|---|
| ⊖ - - - - ⊖ | Vandindhold | w | % | Vandvægt i % af tørstofvægt |
| — | Flydegrænse | w _l | % | Vandindhold ved flydegrænse |
| — | Plasticitetsgrænse | w _p | % | Vandindhold ved plasticitetsgrænse |
| — | Plasticitetsindeks | I _p | % | w _l - w _p |
| Δ - - - - Δ | Rumvægt | γ | kNm ³ | Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen |
| + | Glødetab | gl | % | Vægttab ved glødning i % af tørstofvægt |
| + | Reduceret glødetab | gl _r | % | gl - ka |
| | Kalkindhold | ka | % | Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægt |
| -/(+)/+/++ | Kalkindhold | | | Reaktion m. saltsyre: - = kalkkrit; (+) = svagt kalkholdigt + = kalkholdigt, ++ = stærkt kalkholdigt |
| ⊙ — ⊙ | Photo Ionisation Detector | PID | | Poreluftmåling |
| ● — ● | Vingestykke, intakt | c _{fv} | kNm ² | Vingestykke i intakt jord |
| ⊙ — ⊙ | Vingestykke, omrørt | c _{vr} | kNm ² | Vingestykke i omrørt jord |
| | CPT | q _c , f _s , u | MPa | Spidsmodstand, overflademodstand, poretryk og |
| | Sonderingsmodstand, svensk rammesonde eller let rammesonde | f _r | % | frictionsforhold |
| | | R _{rs} | N ₂₀ | Antal slag pr. 20 cm nedsynkning |
| | Sonderingsmodstand, SPT, lukket/åben | SPT | N ₃₀ | Antal slag pr. 30 cm nedsynkning |

| | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| Udarbejdet: SORR | Kontrolleret: SPN | Godkendt: KTBR | Dato: 31.08.2017 | Side: 1 af 1 |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|



Sag: A132364-001

Halgård Vest. Etape 4 og 5

Boret af: Geoboringer / SNC

Dato: 2019.12.06 Bedømt af: Geob. / LC

DGU Nr.:

Boring: B301

Udarb. af: LNJE

Kontrol: SBNI

Godkendt: HRMO

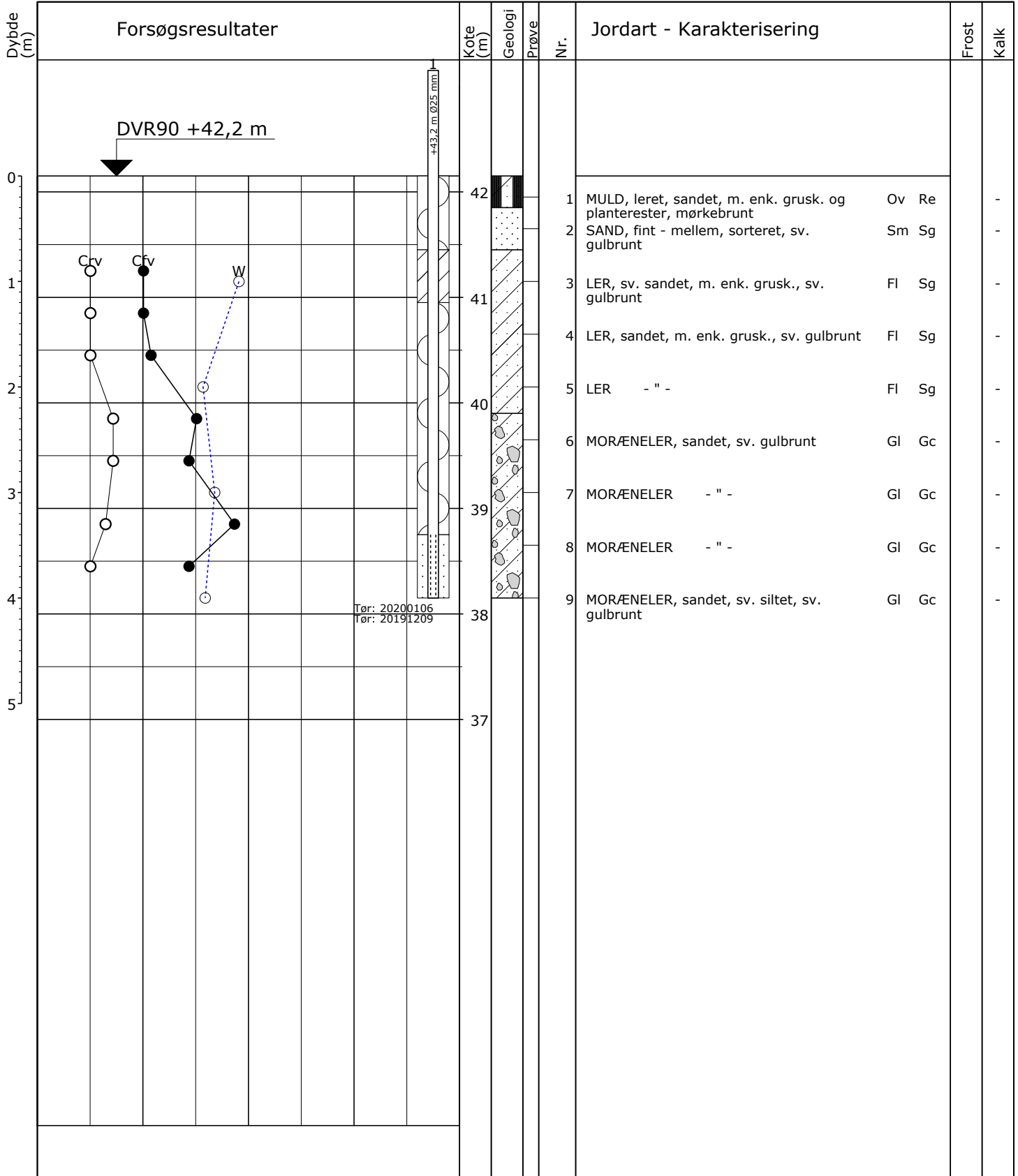
Dato: 2020.01.15

Bilag: 1.01

S. 1/1

COWI

Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)
● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Prøve 3 og 5: Svagt lagdelt
Prøve 4: Lagdelt

Boremetode: Tørboring med foring og 6" snegl
Projektion: S34J
X: -317033 (m) Y: 213613 (m) Plan:

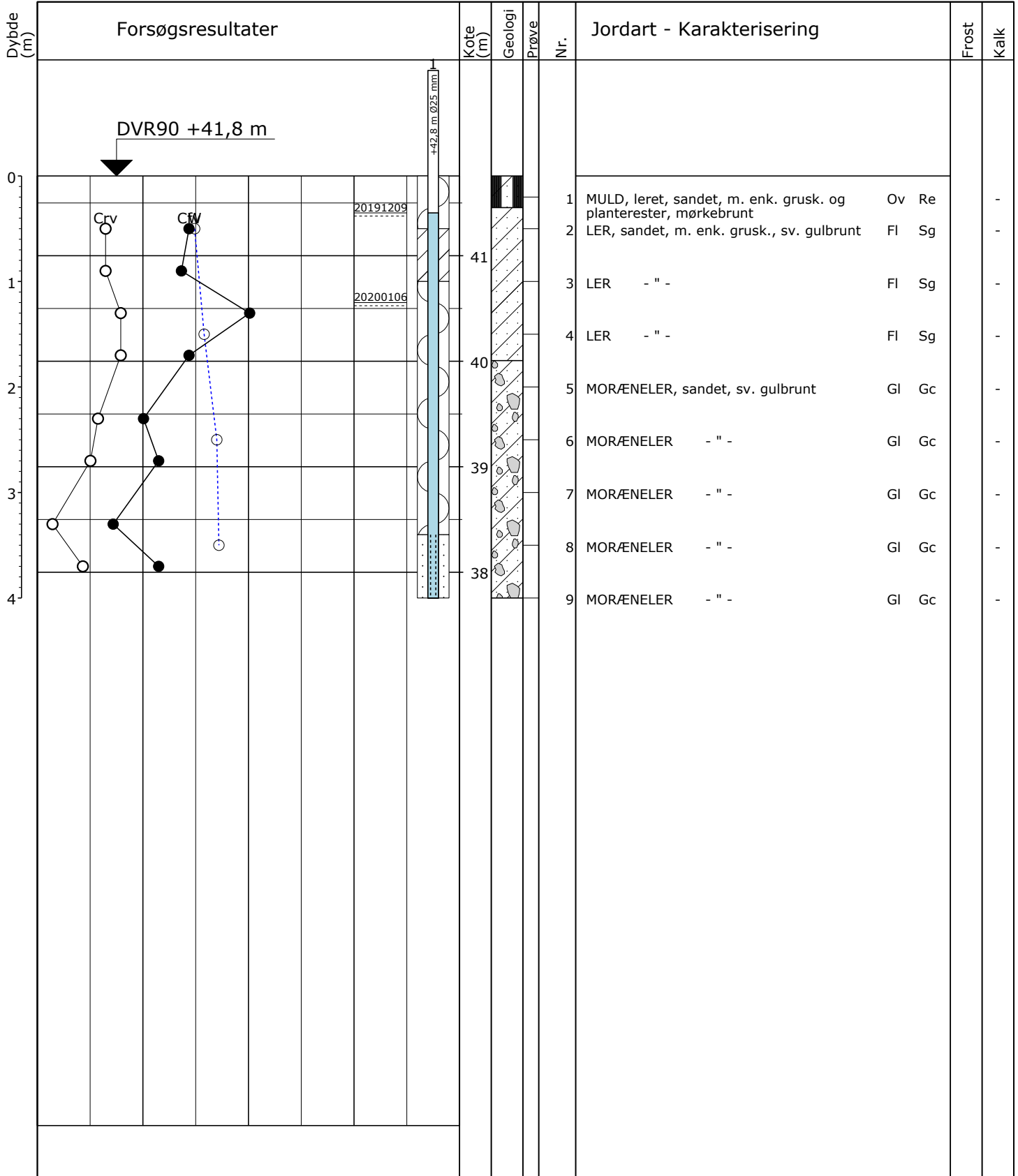
Sag: A132364-001 Halgård Vest. Etape 4 og 5

Boret af: Geoboringer / SNC Dato: 2019.12.05 Bedømt af: Geob. / LC DGU Nr.: Boring: B302

Udarb. af: LNJE Kontrol: SBNI Godkendt: HRMO Dato: 2020.01.15 Bilag: 1.02 S. 1/1



Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

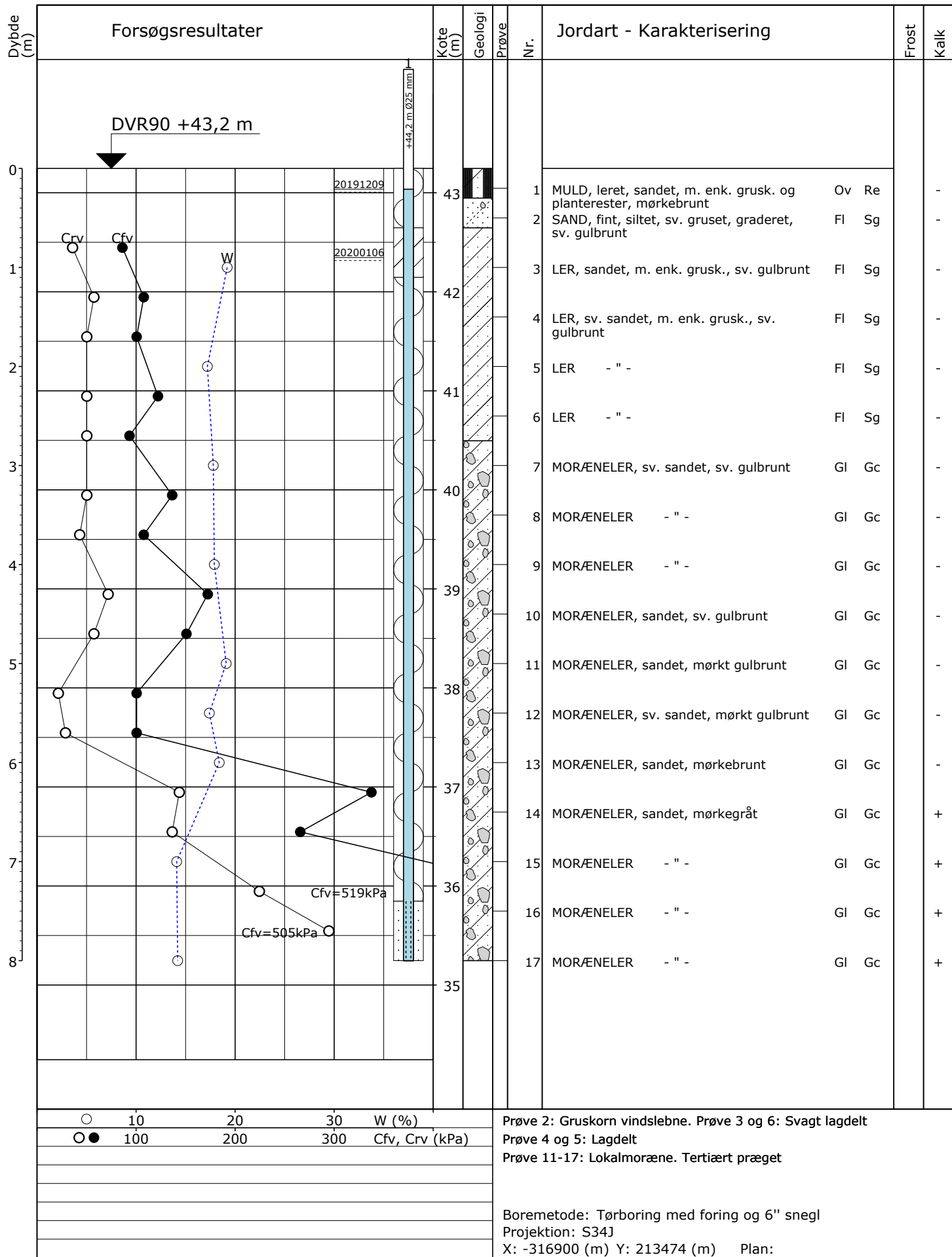
Prøve 2-4: Svagt lagdelt

Boremethode: Tørboring med foring og 6" snegl
 Projektion: S34J
 X: -316941 (m) Y: 213560 (m) Plan:

Sag: A132364-001 Halgård Vest. Etape 4 og 5
 Boret af: Geoboringer / SNC Dato: 2019.12.05 Bedømt af: Geob. / LC DGU Nr.: Boring: B303
 Udarb. af: LNJE Kontrol: SBNI Godkendt: HRMO Dato: 2020.01.15 Bilag: 1.03 S. 1/1



Boreprofil



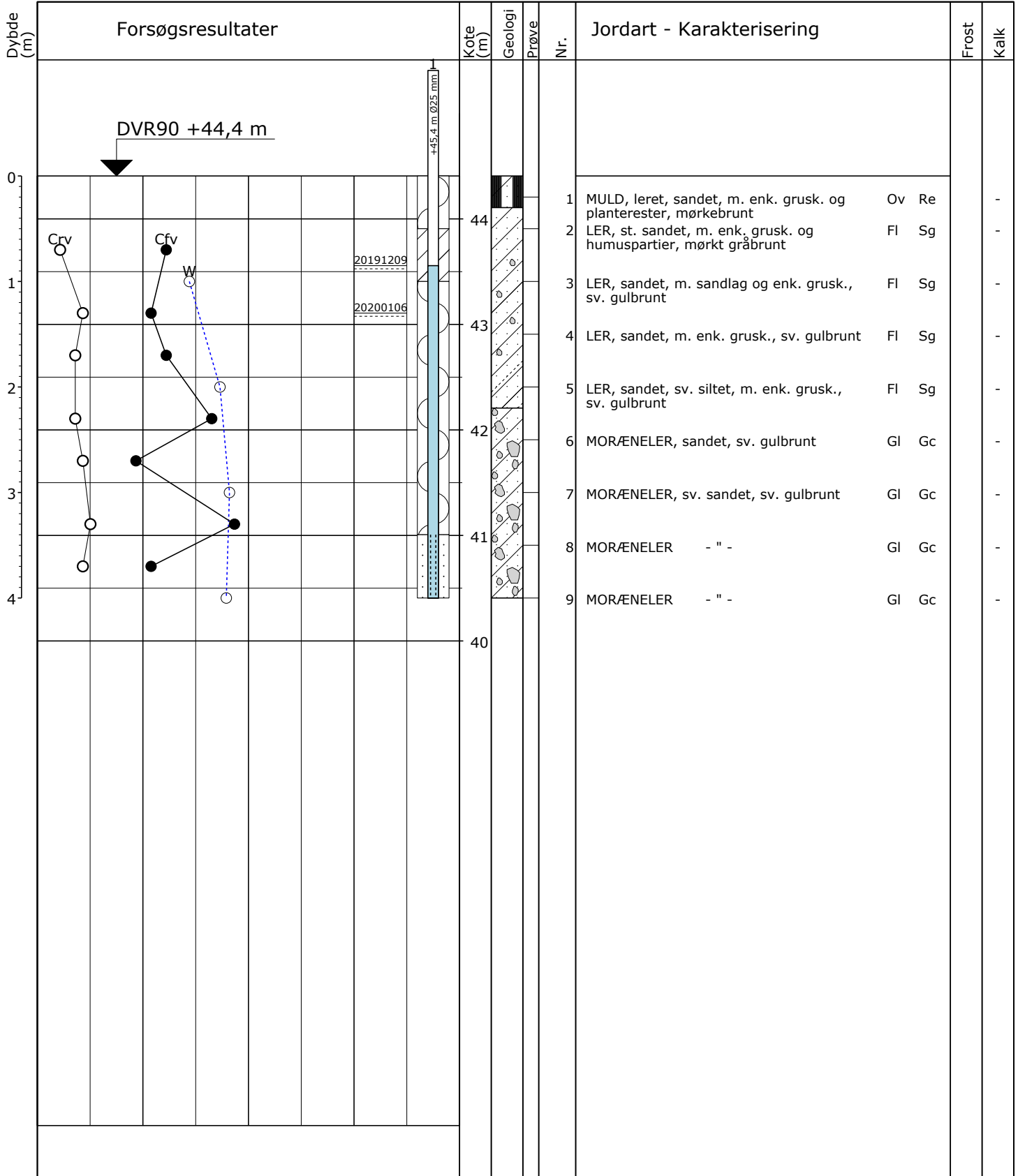
○ 10 20 30 W (%)
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Prøve 2: Gruskorn vindslebne. Prøve 3 og 6: Svagt lagdelt
 Prøve 4 og 5: Lagdelt
 Prøve 11-17: Lokalmoræne. Tertiært præget

Boremethode: Tørboring med foring og 6" snegl
 Projektion: S34J
 X: -316900 (m) Y: 213474 (m) Plan:

Sag: A132364-001 Halgård Vest. Etape 4 og 5
 Boret af: Geoboringer / SNC Dato: 2019.12.05 Bedømt af: Geob. / LC DGU Nr.: Boring: B304
 Udarb. af: LNJE Kontrol: SBNI Godkendt: HRMO Dato: 2020.01.15 Bilag: 1.04 S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.93B PSTR 15-01-2020 11:00:37



Sag: A132364-001

Halgård Vest. Etape 4 og 5

Boret af: Geoboringer / SNC

Dato: 2019.12.06

Bedømt af: Geob. / LC

DGU Nr.:

Boring: B306

Udarb. af: LNJE

Kontrol: SBNI

Godkendt: HRMO

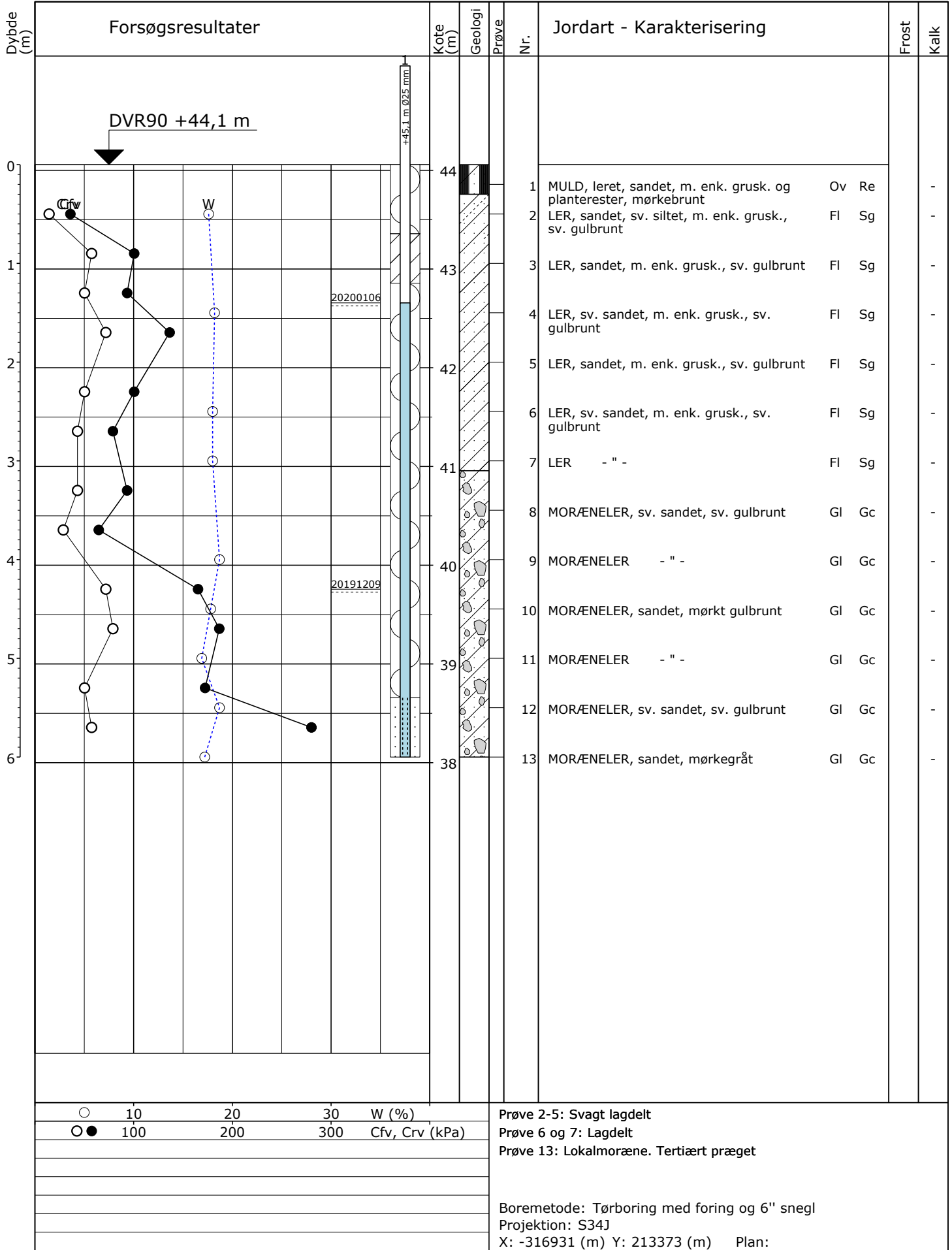
Dato: 2020.01.15

Bilag: 1.06

S. 1/1



Boreprofil



Sag: A132364-001

Halgård Vest. Etape 4 og 5

Boret af: Geoboringer / SNC

Dato: 2019.12.09 Bedømt af: Geob. / LC

DGU Nr.:

Boring: B309

Udarb. af: LNJE

Kontrol: SBNI

Godkendt: HRMO

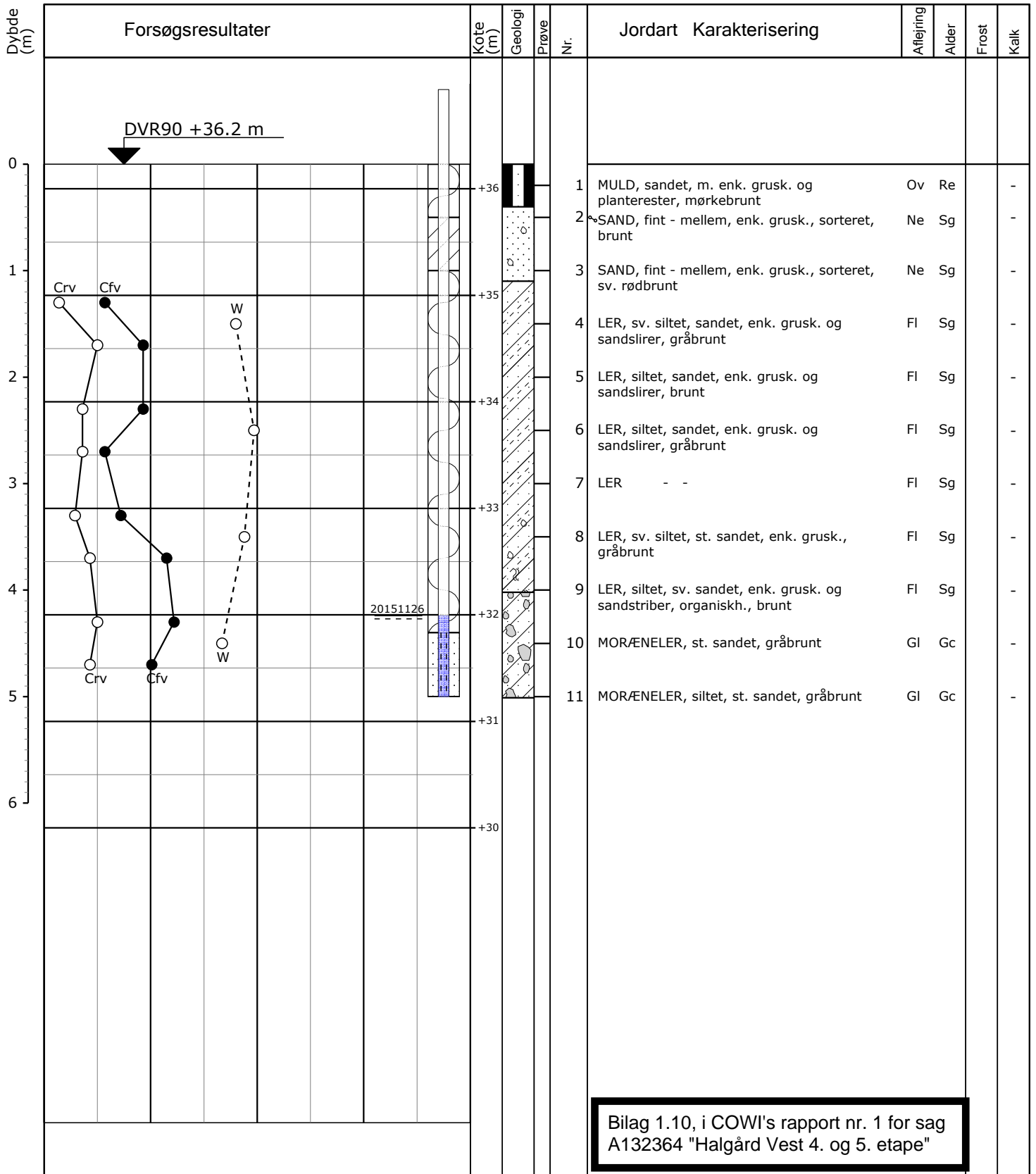
Dato: 2020.01.15

Bilag: 1.09

S. 1/1

COWI

Boreprofil



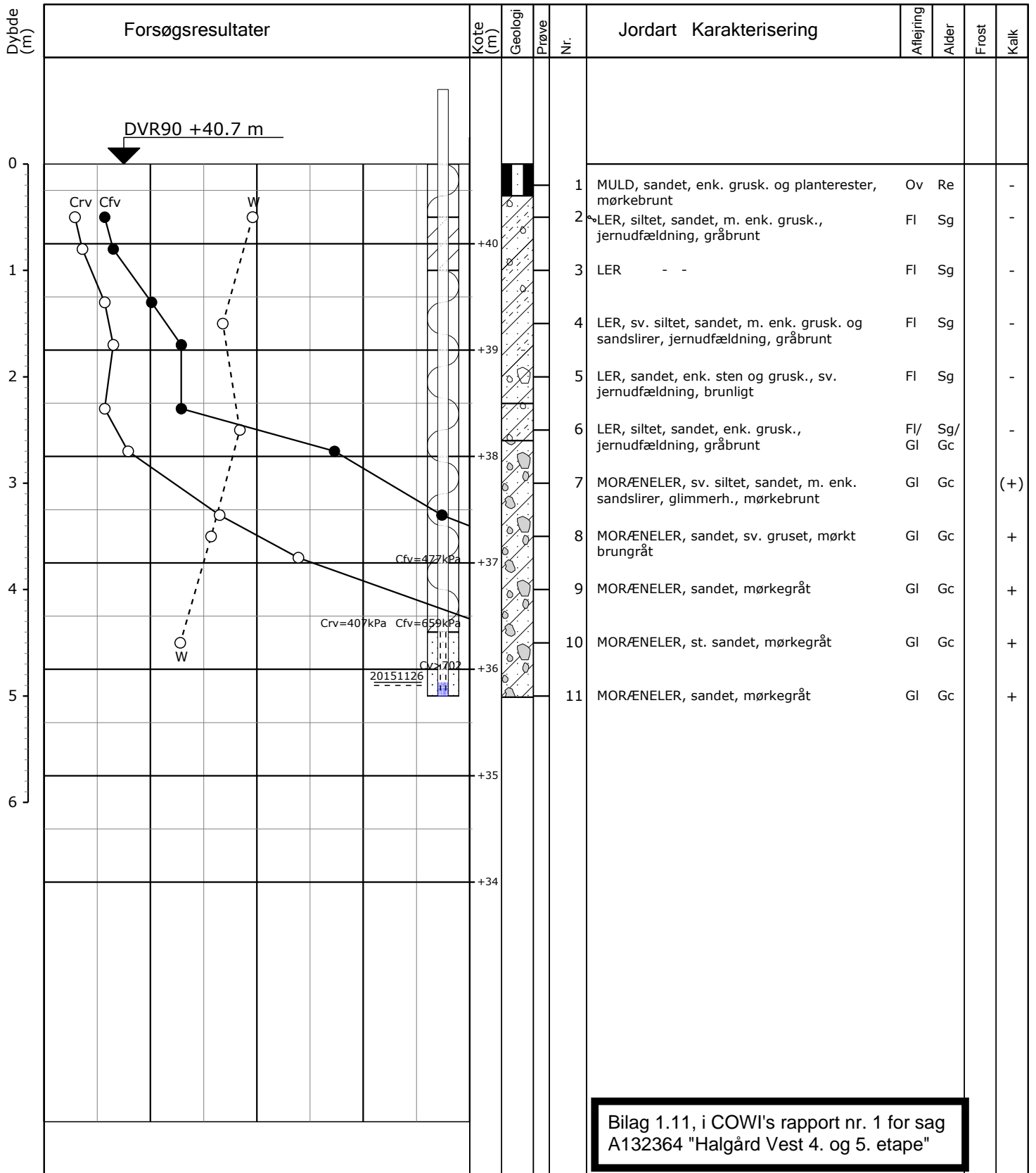
Bilag 1.10, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

| | | | | |
|---|-----|-----|-----|------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| + | 2 | 4 | 6 | Gl. (%) |

Prøve 4-7: Svagt lagdelt
 Prøve 4 og 9: Jernudfældning
 Prøve 6 og 7: Svag jernudfældning
 Boremethode: Tørboring med foring og 6" snegl
 Koordinatsystem: S34J
 X: 316810 (m) Y: 213617 (m) Plan:

Sag: A077150-001 Halgård Vest, 1. etape
 Boret af: SNC Dato: 2015.11.23 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B2
 Udarb. af: LNJE Kontrol: BIMR Godkendt: HRMO Dato: 2015.12.15 ~~Bilag 1.2~~ S. 1/1

GeoGIS2005 2.3.31 - GeoGISAalborg - PSTVDK1 - 2015-12-07 08:48:54



Bilag 1.11, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

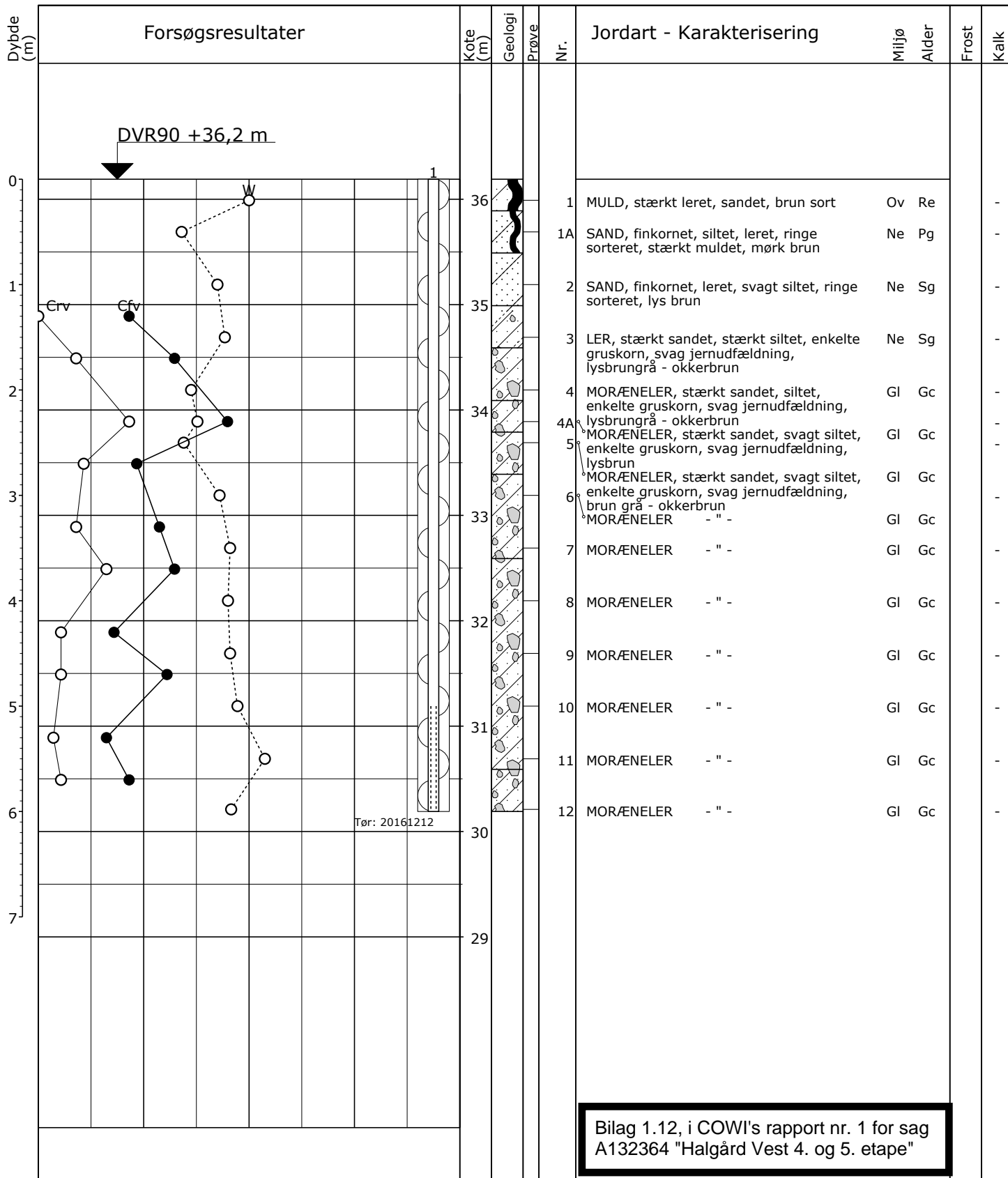
| | | | | |
|---|-----|-----|-----|------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| + | 2 | 4 | 6 | Gl. (%) |

Prøve 3-5: Svag lagdeling
Prøve 7: Tertiært præget

Boremethode: Tørboring med foring og 6" snegl
Koordinatsystem: S34J
X: 316802 (m) Y: 213525 (m) Plan:

Sag: A077150-001 Halgård Vest, 1. etape
Boret af: SNC Dato: 2015.11.23 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B5
Udarb. af: LNJE Kontrol: BIMR Godkendt: HRMO Dato: 2015.12.15 ~~Bilag 1.5~~ S. 1/1

GeoGIS2005 2.3.31 - GeoGISAalborg - PSTVDK1 - 2015-12-08 09:55:57



Bilag 1.12, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

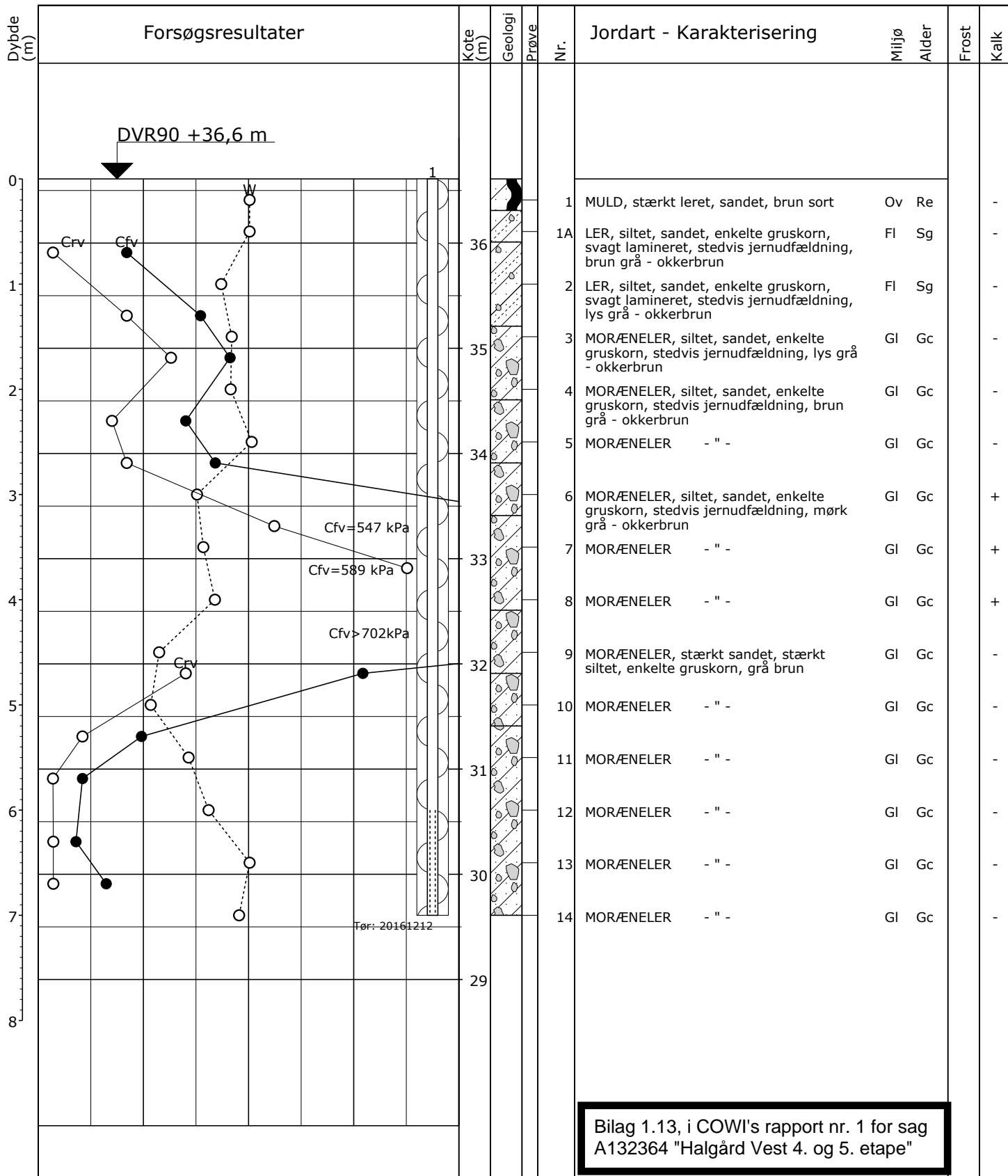
○ 10 20 30 W (%)
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1:
 Boremethode: Tørboring med foring
 Projektion: S34J
 X: 317072 (m) Y: 213737 (m) Plan:

Sag: A092740 HOLSTEBRO. Halgård Vest 2 etape
 Boret af: PBJ Dato: 2016.12.08 Bedømt af: FRCN DGU Nr.: Boring: B107
 Udarb. af: BKF/PJN Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2016.12.16 Bilag: 1.7 S. 1/1



Boreprofil



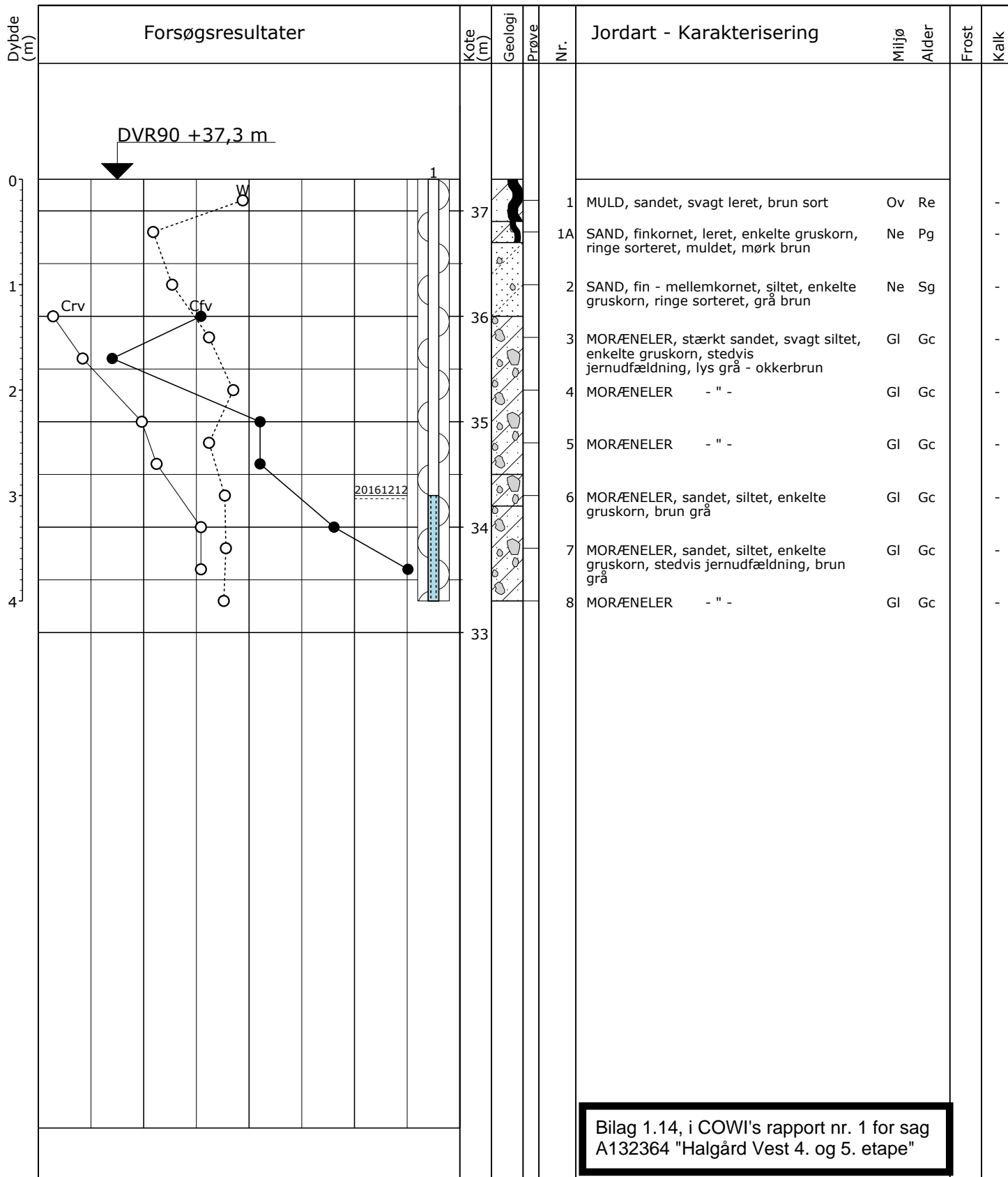
Bilag 1.13, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Pejlerør: 1:
 Boremethode: Tørboring med foring
 Projektion: S34J
 X: 316985 (m) Y: 213698 (m) Plan:

Sag: A092740 HOLSTEBRO. Halgård Vest 2 etape
 Boret af: PBJ Dato: 2016.12.08 Bedømt af: FRCN DGU Nr.: Boring: B108
 Udarb. af: BKF/PJN Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2016.12.16 Bilag: 1-0 S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.22B PSTG 20-12-2016 08:53:22



Bilag 1.14, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

○ 10 20 30 W (%)
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1:
 Boremethode: Tørboring med foring
 Projektion: S34J
 X: 316901 (m) Y: 213661 (m) Plan:

Sag: A092740

HOLSTEBRO. Halgård Vest 2 etape

Boret af: PBJ

Dato: 2016.12.08 Bedømt af: FRCN

DGU Nr.:

Boring: B109

Udarb. af: BKF/PJN

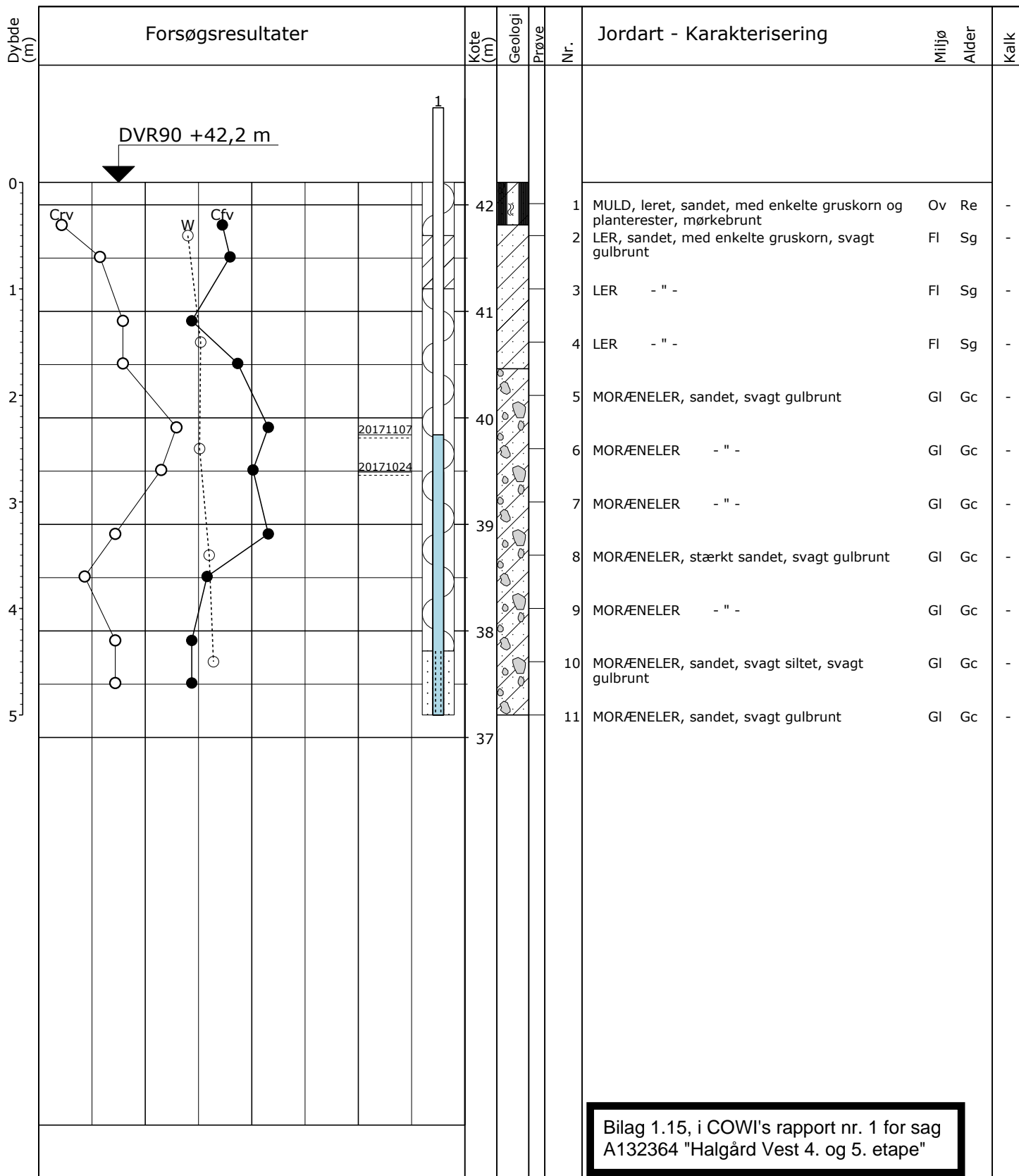
Kontrol: PESU Godkendt: HRMO

Dato: 2016.12.16

Bilag: 1.9 S. 1/1

COWI

Boreprofil



Bilag 1.15, i COWI's rapport nr. 1 for sag A132364 "Halgård Vest 4. og 5. etape"

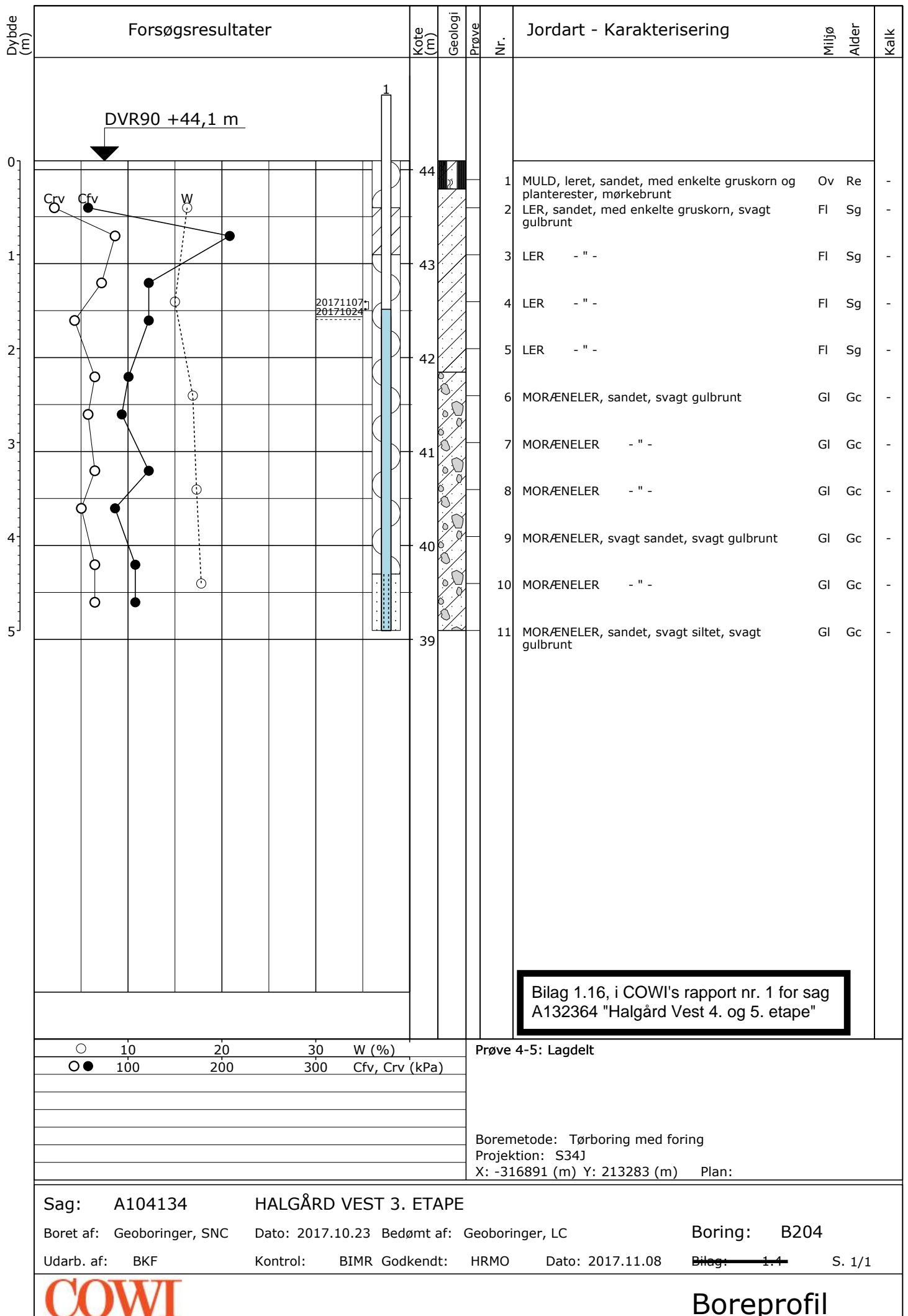
| | | | | |
|---|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

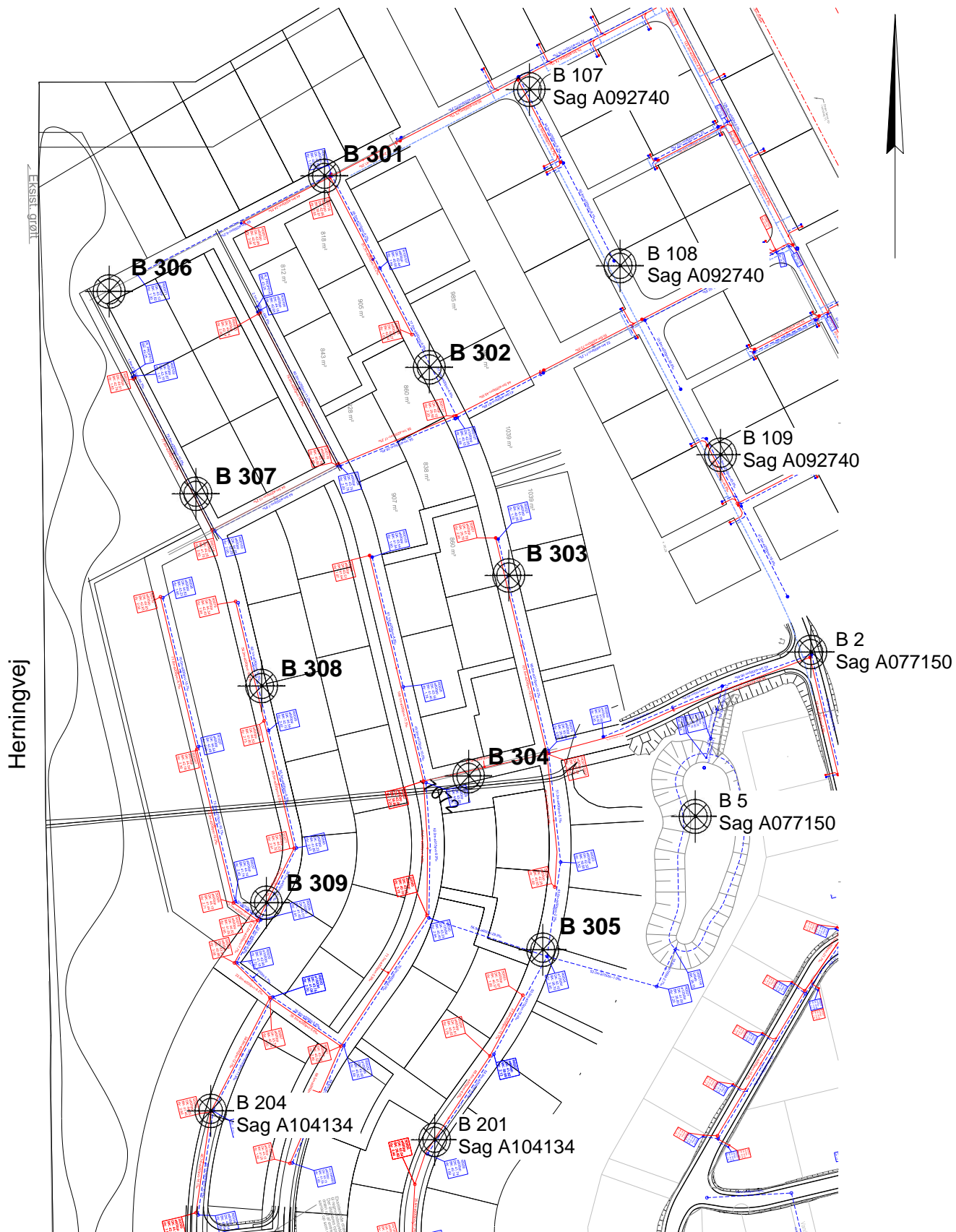
Prøve 2-3: Svagt lagdelt
 Prøve 4: Lagdelt

Boremethode: Tørboring med foring
 Projektion: S34J
 X: -316805 (m) Y: 213335 (m) Plan:

Sag: A104134 HALGÅRD VEST 3. ETAPE
 Boret af: Geoboringer, SNC Dato: 2017.10.23 Bedømt af: Geoboringer, LC Boring: B201
 Udarb. af: BKF Kontrol: BIMR Godkendt: HRMO Dato: 2017.11.08 Bilag: 1.1 S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.46 PSTR 16-11-2017 11:19:52





Holstebro Kommune
 Halgård Vest 4. og 5. etape
 Situationsplan

| | |
|-------------|-------------------|
| Udarb. HRMO | Proj.-nr. A132364 |
| Kontr. SPN | Mål 1:2500 |
| Godk. HRMO | Dato 15-01-2020 |

COWI
 COWI A/S
 Nupark 51
 7500 Holstebro

Telefon 56 40 00 00
 Telefax 56 40 99 99
 www.cowi.dk

| | |
|-----------|------|
| Bilag nr. | Rev. |
|-----------|------|

1.17

1.0