



Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S
Finlandsgade 14
8200 Aarhus N

e-mail: ab@feas.dk

25. august 2022
Side 1 af 18

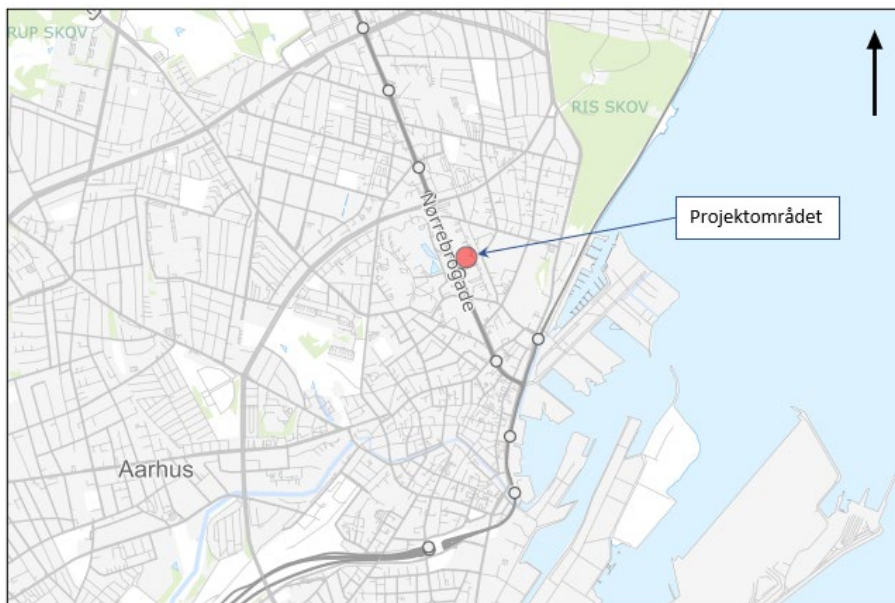
Afgørelse om at projekt for sænkning og afledning af grundvand ifm. etablering af bygning 1816 på matr.nr. 1529a, Aarhus Bygrunde, ikke er omfattet krav om miljøvurdering og tilladelse efter miljøvurderingsloven

TEKNIK OG MILJØ
Plan, Byggeri og Miljø
Aarhus Kommune

NIRAS a/s har på vegne af Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S søgt om tilladelse til sænkning og afledning af grundvand ifm. etablering af bygning 1816 på matr.nr. 1529a, Aarhus Bygrunde.

Team VVM
Karen Blixens Boulevard 7
8220 Brabrand

På nedenstående oversigtskort er projektet placering markeret med pil.



Direkte telefon: 41 85 42 35

Direkte e-mail:
azrb@aarhus.dk

Sag: GEO-2022-500793
Sagsbehandler:
Azad R. Besso

Figur 1 oversigtskort med markering af projektområde

Beskrivelse af projektet (fra ansøger)

Det er planlagt for etablering af 5 nye bygninger (1790, 1791, 1810, 1816 og 1830) ved det tidligere Aarhus Kommunehospital ved Universitetsbyen 51, 41, 31 og 33, 8000 Aarhus C.

Iht. geotekniske undersøgelser eksisterer der overordnet i området 1 til 2 m fyld umiddelbart under terræn. Fyldlagene er generelt lerede, men der optræder også indslag af mere sandede fyldaflejringer. Under fyldlagene er



25. august 2022
Side 2 af 18

truffet lavpermeabelt moræneler af varierende mægtigheder. Herunder ses skiftende aflejringer af kvarteret sand, moræneler og plastisk ler. I hele området ses under de kvartære aflejringer fedt tertiært ler. I den vestlige del af projektområdet optræder en glaciale flage af tertiært ler. I den østlige del af projektområdet er der truffet en sandfyldt erosionsdal som udgør et spændt magasin, med trykniveau nær terræn. Sandmagasinet har en omtrent nord syd gående orientering.

Vandspejlet i moræneleret og fyldlagene er sæson- og nedbørsbetinget, men ses generelt omkring 1 til 2,6 m under terræn (kote +36,1 til +37,1). Vandspejlet i det vandførende sandlag under moræneleret ses fra 0,6 til 3,2 m under terræn (Kote +35,9 til +37,2).

Bygning 1816:

Under dele af bygning 1816 er der truffet en erosionsdal bestående af sand med et spændt vandspejl. Dette spændte vandspejl giver et vandtryk på ca. 15 kPa på bygningen.

Udgravning til bygning 1816 kan ikke udføres uden en midlertidig grundvandssænkning. Der vil etableres 3-4 aflastningsboringer til at sikre et vandtryk under kote +34,5.

Arbejdet forventes at vare 4-6 måneder og forløbe over sommeren og efteråret 2022.

Boringerne sløjfes igen, jf. boringsbekendtgørelsen, når grundvandssænkningen ikke længere er nødvendig, dvs. når fundamentet er etableret.

I byggefasen aflastes trykket i grundvandsmagasinet under bygningen. Her forventes oppumpet og bortledt op til 8 m³/t. Mængden vil være størst i starten og falde i løbet af projektperioden til omkring 0,5 m³/t. Der forventes maksimalt oppumpet og bortledt 34.560 m³.

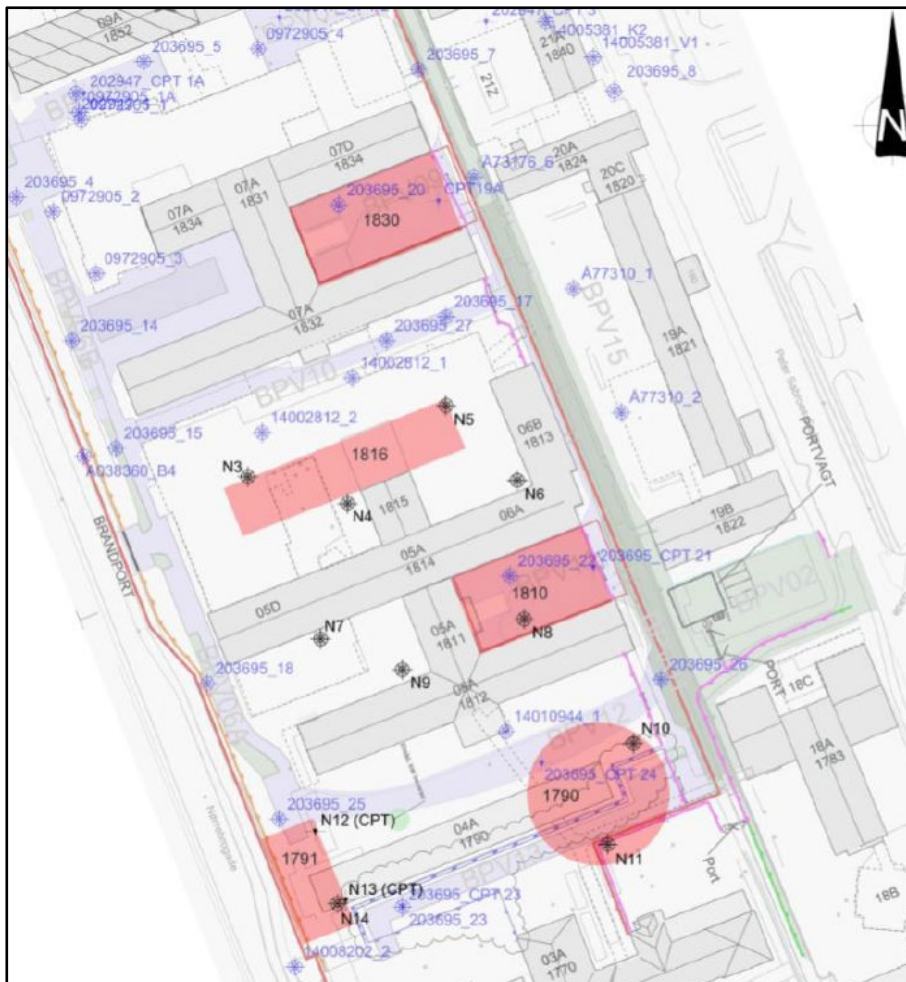
I permanent tilstand, skal der etableres omfangsdræn omkring bygning og stikdræn under bygningen med dobbelt-pumper i alternerende drift (løfte vand fra kælder niveau til ca. 1 m under terræn). I denne fase vil trykniveauet i sandlaget stabilisere omkring det nuværende niveau og udstrømning til dræne vil være styret af, hvor meget vand der dræner gennem moræneleret. Det vurderes at udstrømningen til dræne vil være mellem 0,4 og 2 m³ pr. døgn.



Efterfølgende dræning omkring bygningen vil medføre en mindre sænkning af vandspejlet i moræneleret tæt på bygningen. Der vil ikke ske ændring af trykniveauet i sandlaget under bygningen.

25. august 2022
Side 3 af 18

Bortledning af oppumpet grundvand samt overfladevand og nedbør dertil strømmer byggegruben forventes bortledt til Aarhus Vands regnvandsledning, der løber gennem Universitetsbyen. Inden afledning til regnvandsbrønd indhentes accept samt evt. anvisning af afledningspunkt fra Aarhus Vand.



Figur 2 Projektarealer for 5 nye bygninger, bygning 1790, 1791, 1810, 1816 og 1830



25. august 2022
Side 4 af 18

Miljøvurderingsloven

Aarhus Kommune vurderer, at det ansøgte projekt om grundvandssænkning er omfattet af følgende punkter i miljøvurderingslovens¹ bilag 2:

- 10 m) *Arbejder i forbindelse med indvinding af grundvand og kunstig tilførsel af grundvand, som ikke er omfattet af bilag 1.*

Aarhus Kommune skal som kompetent myndighed i henhold til lovens § 17, stk. 1, vurdere, om projektet er omfattet om krav om miljøvurdering og tilladelse.

Afgørelse

Aarhus Kommune finder, at det ansøgte projekt **ikke** er omfattet af krav om miljøvurdering og tilladelse jf. miljøvurderingslovens § 21. Projektet kan således gennemføres uden udarbejdelse af en miljøkonsekvensrapport og uden kommunens tilladelse jf. lovens § 15.

Aarhus Kommunes vurdering er foretaget på baggrund af ansøgers oplysninger i det indsendte ansøgningsskema samt ansøgers eventuelt supplerende oplysninger om projektet.

Afgørelsen om, at projektet ikke skal miljøkonsekvensvurderes, begrundes med, at projektet efter en vurdering af kriterierne i lovens bilag 6 ikke antages at kunne påvirke miljøet væsentligt, herunder ikke i væsentligt omfang at kunne medføre forurening, støjgener, eller påvirke landskabelige, kulturhistoriske og naturmæssige værdier.

Aarhus Kommune har lagt særlig vægt på, at projektet:

- Kun har en lokal indvirkning.
- Kan opnå de nødvendige tilladelser til udledning af drænvand.
- Har begrænset indvirkningsradius og ikke antages at mobilisere nærmeste kortlagte forureninger.
- Ikke påvirker habitatområder, naturområder, vandforekomster, havmiljø, dyr eller mennesker.

Aarhus Kommunes uddybende bemærkninger til vurderingen fremgår af vedlagte screeningsnotat.

¹ Lovbekendtgørelse nr. 1976 af 27/10/2021 om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM)



Afgørelsen bortfalder, hvis den ikke er udnyttet, inden tre år efter den er meddelt, eller ikke har været udnyttet i tre på hinanden følgende år, jf. miljøvurderingslovens § 39.

25. august 2022
Side 5 af 18

Høring af berørte myndigheder og parter

Aarhus Kommune har i forbindelse med den aktuelle sag udpeget og hørt berørte parter, jf. miljøvurderingslovens § 35, stk. 1, nr. 1, der efter kommunens vurdering kan have en væsentlig, individuel interesse i sagens udfald:

- Aarhus Letbane ift. letbanen vest for projektarealet.
- Bygherre og grundejer Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S
- Ansøger NIRAS a/s
- Aarhus Vand ift. tilslutning til regnvandsledning.

Aarhus Kommune har modtaget høringssvar fra Aarhus Vand, der bemærkes, at Aarhus Vand kan acceptere en afledning af vand, ifm. den midlertidige grundvandssænkning, på maksimalt 1,5 l/s til spildevandsledningen, og på maksimalt 4,5 l/s til regnvandsledningen, og at såfremt afledningen fra de to steder (bygning 1816 og 1790) sker i samme tidsrum, er det den samlede mængde der ikke må overskride de oplyste mængder.

Aarhus Kommune bemærker, at der er ansøgt om udledning af 8 m³/time vand, svarende til 2,22 l/s, til regnvandsledningen, og at evt. ændringer kan forventes på baggrund af analyseresultater af indsamlede vandprøver ifm. ansøgningen.

Det er Aarhus Kommunes vurdering, at bortledning af vandet kan håndteres i en tilslutningstilladelse uden at medføre væsentlig påvirkning.

Endvidere har Aarhus Kommune modtaget følgende høringssvar fra Aarhus Letbane:

*” Aarhus Letbane har **ingen bemærkninger** til VVM-screeningen.*

I forhold til udførelse:

Når projektet kommer til planlægning af udførelse, vil det af Aarhus Letbane betegnes som et 3. partsprojekt. Således skal det vurderes om projektet er en ”ændring” i Aarhus Letbanes infrastruktur, og om projektet ”påvirker letbanesikkerheden”. Dette gøres ved at udfylde et screeningsnotat hvorefter det skal godkendes hos Aarhus Letbane. Processen er yderligere beskrevet her:



25. august 2022
Side 6 af 18

[Tredjepartsprojekt - Aarhus Letbane \(letbanen.dk\)](https://www.letbanen.dk)

Hvis konklusionen i screeningen er, at der er tale om en ændring, eller at letbanesikkerheden påvirkes af projektet, skal projektet have tilknyttet en CSM-assessor som skal risikovurdere projektet. Derefter skal der søges om ibrugtagningstilladelse hos Trafikstyrelsen. Processen med assessor og Trafikstyrelsen kan erfaringsmæssigt gennemføres på ikke mindre end 3 måneder.

Umiddelbart vurderes, at der alene kan være tale om en risiko for sætninger af sporet. Det skal bemærkes, at sporet på lokationen er slab track, der er væsentligt mere følsomt for sætninger end ballasteret spor.

Projektet skal således tage kontakt til Aarhus Letbane i forbindelse med planlægningen af udførelsen af arbejdet. Kontakten skal ske som anført i ovenstående link.”

Aarhus Kommune har ingen bemærkninger ift. høringsvaret fra Aarhus Letbane.

Bidragene fra Aarhus Vand og Aarhus Letbane giver ikke anledning til ændringer i afgørelsen i øvrigt.

Anden lovgivning mv.

Aarhus Kommune gør opmærksom på, at der med afgørelsen om at der ikke er krav om miljøvurdering og tilladelse, ikke er taget stilling til evt. andre nødvendige tilladelser, som eksempelvis tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven og planloven.

Klagevejledning

Denne afgørelse kan for så vidt angår retlige spørgsmål påklages til Miljø- og Fødevareklagenævnet af enhver med retlig interesse i sagens udfald samt af landsdækkende foreninger og organisationer, der repræsenterer mindst 100 medlemmer og har beskyttelsen af natur og miljø eller varetagelsen af væsentlige brugerinteresser inden for arealanvendelse som hovedformål. Afgørelsen kan desuden påklages af Miljø- og Fødevareministeren.

Hvis du ønsker at klage, skal du indsende din klage via Klageportalen. Disse link fører dig til klageportalen: www.naevneneshus.dk, www.borger.dk og www.virk.dk. Du logger med NEM-ID. En klage er indgivet, når den er tilgængelig for myndigheden i Klageportalen.



Klagen skal være modtaget af Aarhus Kommune via klageportalen inden 4 uger efter, at du har modtaget afgørelsen. Er afgørelsen offentligt bekendtgjort, regnes klagefristen fra annoncens dato.

25. august 2022
Side 7 af 18

Det er en betingelse for nævnets behandling af klagen, at der indbetales et gebyr som fremgår af klagenævnets hjemmeside www.naevneneshus.dk

Miljø og Fødevareklagenævnet skal som udgangspunkt afvise en klage, der kommer uden om Klageportalen, hvis der ikke er særlige grunde til det. Hvis du ønsker at blive fritaget for at bruge Klageportalen, skal du sende en begrundet anmodning til Aarhus Kommune, Teknik og Miljø, Karen Blixens Boulevard 7, 8220 Brabrand, mail: pbm@mtm.aarhus.dk, der herefter videresender anmodningen til Miljø og Fødevareklagenævnet, som træffer afgørelse om, hvorvidt din anmodning kan imødekommes.

Hvis et spørgsmål ønskes prøvet ved domstolene, skal sag anlægges inden 6 måneder efter, at du modtager dette brev. For afgørelser, der er offentligt bekendtgjort, regnes fristen fra annoncens dato.

Klagen har ikke opsættende virkning, men udnyttelsen af afgørelsen sker på eget ansvar.

Miljø og Fødevareklagenævnet kan tillægge klagen opsættende virkning, herunder kræve igangsat arbejde standset, og ændre afgørelsen.

Afgørelsen bliver annonceret på Aarhus Kommunes hjemmeside www.aarhus.dk/annoncer.

Med venlig hilsen

Azad R. Besso
Geolog

Dette brev er sendt til:

- Bygherre og grundejer Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S, ab@feas.dk
- Ansøger NIRAS a/s, twje@niras.dk
- Aarhus Vand, Thorsten.Gram@aarhusvand.dk
- Aarhus Letbane, mmo@aarhusletbane.dk
- Aarhus Kommune, Fagkontorer, klimaogvand@mtm.aarhus.dk, byggesag@mtm.aarhus.dk



Screeningsnotat

25. august 2022
Side 8 af 18

I dette notat redegøres for Aarhus Kommunes vurdering af om projektet er omfattet af krav om miljøvurdering og tilladelse. Vurderingen er foretaget på baggrund af ansøgers oplysninger i det indsendte ansøgningskema samt eventuelt supplerende oplysninger om projektet.

Vurderingen er foretaget med udgangspunkt i lovens bilag 6 (Kriterier til bestemmelse af, hvorvidt projekter omfattet af lovens bilag 2 skal underkastes en miljøkonsekvensvurdering).

Oplysninger og bemærkninger

Kriterierne i miljøvurderingslovens bilag 6 omfatter følgende punkter:

1. Projektets karakteristika
2. Projektets placering
3. Arten af og kendetegn ved den potentielle indvirkning på miljøet

I nedenstående skemaer refereres til ansøgers oplysninger om det ansøgte projekt, som det er beskrevet i ansøgningsmaterialet samt i eventuelt yderligere materiale fra ansøger. Skemaerne indeholder herudover Aarhus Kommunes bemærkninger til de enkelte screeningskriterier.

| 1. Projektets karakteristika, jf. bilag 6, punkt 1 | | |
|---|--|--|
| Kriterier/emner | Ansøgers evt. oplysninger | Aarhus Kommunes evt. bemærkninger |
| Hele projektets dimensioner og udformning | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 1, 2, 3 og 5 | Denne VVM-screening vedrører grundvandsarbejderne ifm. opførelse af bygning 1816. Arbejderne ifm. opførelse af bygning 1790 sker indenfor vandtæt spuns og som Aarhus Kommune betragter tørpumpning af vandtætte byggegruber ikke som omfattet af kravet om screening efter miljøvurderingsloven. |



25. august 2022
Side 9 af 18

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Ang. bygning 1791: Bygningen etableres med udgravningskote i +30,9 og funderingsniveau i +31,0. Der er således ikke behov for sænkning af trykniveauet i sandlagt, men bygningen etableres under vandspejlet (kote +32,9) i moræneleret, hvorfor der kan være behov for lænse det vand der siver ud af moræneleret. Mængden vil primært afhænge af nedbør i perioden og vurderes at være under 2 m³ pr. døgn i gennemsnit.</p> <p>Da moræneleret er meget lavpermeabelt, vurderer Aarhus Kommune erfaringsmæssigt, at denne lænsning medfører kun lokal og ikke væsentlig indvirkning.</p> <p>Bygningen tørholdes, i den permanente situation, ved fundament med traditionelt omfangsdræn samt stikdræn med dobbeltpumper i alternerede drift. Da der ikke er et spændt sandlag under bygningen, vil udstrømning til dræne udelukkende være styret af det vand der frigives fra overliggende moræneler. Fluxen vil være</p> |
|--|--|---|



25. august 2022
Side 10 af 18

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>væsentlig mindre end ved bygning 1816.</p> <p>Bygning 1830 og 1810 etableres uden kælder med gulvniveau i terræn.</p> |
| <p>Kumulation med andre eksisterende og/eller godkendte projekter</p> | <p>Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 40</p> | <p>Ift. grundvandssænkning:</p> <p>Der findes ikke projekter eller planlagte projekter i nærheden, der forventes at kunne medføre kumulative effekter.</p> <p>Bygning 1790 opføres inden for tæt spuns, hvorfor ingen kumulativ effekt forventes. Bygning 1791 opføres i lavpermeabelt moræneler, hvorfor ingen væsentlig kumulativ effekt forventes.</p> <p>Ift. bortledning af oppumpet vand:</p> <p>Der bortledes 1.545 m³ vand ifm. etablering af bygning 1790. Mængden vurderes som beskeden ift. de 34.560 m³ ifm. opførelse af bygning 1816.</p> <p>Det vurderes, at kumulationen ikke er væsentlig.</p> |
| <p>Brugen af naturressourcer, særlig jordarealer, jordbund, vand og biodiversitet</p> | <p>Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 2-5 og 7</p> | <p>Udgravning til bygning 1816 og midlertidig grundvandssænkning i byggefasen via 3-4 aflastningsboringer til at sikre et vandtryk under kote +34,5 (sænkning af vandstanden op til 2,5 m i</p> |



25. august 2022
Side 11 af 18

| | | |
|---------------------|--|--|
| | | <p>sandlaget lokalt under moræneleret).</p> <p>Der kan være behov for at lænse det vand der siver ud af moræneleret.</p> <p>I permanent tilstand, vil der etableres omfangsdræn omkring bygning og stikdræn under bygningen med dobbelt-pumper i alternerende drift (løfte vand fra kælder niveau til ca. 1 m under terræn). Formålet er tørholdelse af byggegruben.</p> |
| Affaldsproduktion | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 6 | <p>Der forventes maksimalt oppumpet og bortledt 34.560m³ grundvand ifm. opførelse af bygning 1816 med en maksimal time ydelse på 8m³/t i byggefasen.</p> <p>Det vurderes at udstrømningen til drænene i den permanente situation, vil være mellem 0,4 og 2 m³ pr. døgn.</p> <p>Bortledning af vandet bliver håndteret i tilslutningstilladelse.</p> |
| Forurening og gener | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 8-22, 35, 37 og 40 | <p>Der er ingen kortlagte forureningen inden for projektarealet.</p> <p>Projektarealet er omfattet af områdeklassificering. Der må derfor forventes evt. krav om analyser af jord myndighed ved</p> |



25. august 2022
Side 12 af 18

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>håndtering af overskudjord.</p> <p>Nærmeste V1 kortlagte lokaliteter ligger ca. 100 m øst for samt 80 m vest for byggegrube 1816.</p> <p>Aarhus Kommune vurderer, at de ansøgte sænkninger ikke påvirker V1 kortlagte lokaliteter væsentligt da den midlertidige sænkingsudbredelse under byggegrube 1816 sker i sandlaget, som er afgrænset af et lerlag i østlig og vestlig retning.</p> <p>Nærmeste V2 kortlagte lokaliteter ligger ca. 110 m nord for samt 150 m syd for byggegrube 1816.</p> <p>Ansøger har indhentet nærmere oplysninger om de to V2 kortlagte lokaliteter fra Region Midt og fortaget en risikovurdering for mobilisering af forureningerne, (se ansøgning, grundvandssænkning og udledning af oppumpet grundvand. BSS, Aarhus universitet)</p> <p>Aarhus Kommune vurderer, på baggrund af risikovurderingen af sækningsudbredelsen samt afstanden til de V2</p> |
|--|--|--|



25. august 2022
Side 13 af 18

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>kortlagte arealer, at de ansøgte grundvandssænkninger ikke påvirker de V2 kortlagte lokaliteter væsentligt.</p> <p>Det vurderes, at etablering af omfangsdræner i den permanente fase, ikke påvirker de kortlagte V1 og V2 lokaliteter pga. afstanden fra byggegruberne som etableres i lav permeabelt moræneler og pga. sænkningstørrelse.</p> <p>Grundvandet blev, ifm. ansøgningen, analyseret for metaller, aromatiske kulbrinter, kulbrinter (pentan-ekstraherbare), PAH-forbindelser samt halogenerede alifatiske kulbrinter.</p> <p>I vandprøven blev der fundet små mængder Trichlorethen (0.36 ug/l), cis-1,2-dichlorethen (0.024 ug/l, BTEX (0,034 ug/l) samt Kulbrinter (14ug/l). De målte koncentrationer af metaller er generelt lave. Dog ses et øget indhold af Zink (60 ug/l), hvilket er over kvalitetskravet for ferskvand.</p> <p>Aarhus Kommune vurderer, at bortledning af vandet kan håndteres i en</p> |
|--|--|--|



25. august 2022
Side 14 af 18

| | | |
|--|--|--|
| | | tilslutningstilladelse uden at medføre væsentlig påvirkning. |
| Risikoen for større ulykker og/eller katastrofer, som er relevante for det pågældende projekt, herunder sådanne som forårsages af klimaændringer, i overensstemmelse med videnskabelig viden | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 23, 38 og 39 | Ansøger har fortaget en risikovurdering for bygninger og infrastruktur i området. Sænkningerne, iht. risikovurderingen, vil være afgrænset til et mindre område omkring bygningen. |
| Risikoen for menneskers sundhed (f.eks. som følge af vand- eller luftforurening) | | Bortledning af vandet bliver håndteret i tilslutningstilladelse. |

| 2. Projektets placering, jf. bilag 6, punkt 2 | | |
|--|--|---|
| Kriterier/emner | Ansøgers oplysninger | Aarhus Kommunes evt. bemærkninger |
| Den eksisterende og godkendte arealanvendelse | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 24, 25 og 26 | Det ansøgte areal er omfattet af lokalplanen 1078, Byintegreret universitetsformål herunder boliger og erhverv ved Nørrebrogade, det tidligere Kommunehospital. - PlanID - 3964613 |
| Naturressourcernes (herunder jordbund, jordarealer, vand og biodiversitet) relative rigdom, forekomst, kvalitet og regenereringskapacitet i området og dettes undergrund | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 27 og 36 | Projektarealet ligger uden for områder med: <ul style="list-style-type: none"> • Drikkevandsinteresse, sårbare områder og indvindingsopland til vandværker. • Naturarealer. |



25. august 2022
Side 15 af 18

| | | |
|--|--|--|
| Det naturlige miljøes bæreevne med særlig opmærksomhed på følgende områder: | | |
| i) vådområder, områder langs bredder, flodmundinger | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 35 | Der findes ikke vådområder, områder langs bredder, flodmundinger inden for projektarealet eller i nærområdet. |
| ii) kystområder og havmiljøet | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 28 og 35 | Projektarealet ligger indenfor kystnærhedszone. Der er mere end 750 m fra kysten/Aarhus Bugten. Aarhus Kommune har ingen bemærkninger ift. ovenstående på baggrund af afstand og projektets karakteristika. |
| iii) bjerg- og skovområder | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 29 | Der findes ikke bjerg- og skovområder i nærområdet. |
| iv) naturreservater og -parker | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 34 | Nærmeste naturreservat er Norsminde fjord som ligger 16 km syd for projektarealet. |
| v) områder, der er registreret eller fredet ved national lovgivning; Natura 2000-områder udpeget af medlemsstater i henhold til direktiv 92/43/EØF og direktiv 2009/147/EF | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 25, 30, 31, 32, 33 og 34 | Nærmeste Natura 2000 område er Brabrand Sø med omgivelser, som ligger ca. 5 km fra projektarealet. Udpegningsgrundlaget for området er fem naturtyper: Næringsrig søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks, rigkær, bøgeskov på muldbund, elle- og askeskov ved vandløb, søer og væld, samt egeskov og blandskove på mere eller mindre rig jordbund og tre arter: stor vandsalamander, damflagermus og odder. På grund af afstanden samt projektets karakter |



25. august 2022
Side 16 af 18

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>vurderes det konkrete projekt ikke at kunne påvirke udpegningsgrundlaget i Natura 2000 området væsentligt.</p> <p>Nærmeste beskyttet natur er en sø, som ligger 135 m vest for projektarealet.</p> <p>Det vurderes at grundvandssænkningen og bortledning af vandet ikke vil påvirke beskyttede naturtyper.</p> |
| vi) områder, hvor det ikke er lykkedes — eller med hensyn til hvilke det menes, at det ikke er lykkedes — at opfylde de miljøkvalitetsnormer, der er fastsat i EU-lovgivningen, og som er relevante for projektet | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 37 | Projektet vurderes ikke at hindre målopfyldelse i Aarhus Bugt. |
| vii) tæt befolkede områder | | Ikke relevant, da grundvandssænkningen sker inden for et område der er byggeplads. |
| viii) landskaber og lokaliteter af historisk, kulturel eller arkæologisk betydning | Se ansøgers oplysninger i ansøgningskemaet, herunder pkt. 28 og 33 | Ikke relevant ift. det ansøgte projekt. |

3. Kendetegn ved den potentielle miljøpåvirkning, jf. bilag 6, punkt 3

| | | |
|-----------------|---------------------------|--|
| Kriterier/emner | Aarhus Kommunes vurdering | Aarhus Kommunes bemærkninger til vurdering |
|-----------------|---------------------------|--|



25. august 2022
Side 17 af 18

| | Uvæsentlig/neutral påvirkning | Væsentlig påvirkning (pos./neg.) | |
|--|-------------------------------|----------------------------------|---|
| Indvirkningernes størrelsesorden og rumlige udstrækning (f.eks. geografisk område og antallet af personer, der forventes berørt) | x | | <p>Det er Aarhus Kommunes vurdering, at den midlertidige grundvandssænkning samt den permanente håndtering og udledning af grundvandet ikke medfører væsentlige indvirkninger på miljøet, da det sker inden for et begrænset geografisk område.</p> <p>Der ligger en letbane 40 m vest for byggegrube 1816. Det ansøgte projekt vurderes ikke at påvirke letbanen da sandlagets udbredelse, hvor grundvandet sænkes, er afgrænset således ikke eksisterer under letbanestrækningen.</p> |
| Indvirkningens art | x | | Indvirkningen vurderes at have en lokal og ikke have en væsentlig betydning. |
| Indvirkningens grænseoverskridende karakter | x | | Indvirkningen har ikke en grænseoverskridende karakter. |
| Indvirkningens intensitet og -kompleksitet | x | | Vurderes at være uden væsentlig kompleksitet. |
| Indvirkningens sandsynlighed | x | | Indvirkningens sandsynlighed |



25. august 2022
Side 18 af 18

| | | | |
|---|---|--|---|
| | | | vurderes at være minimal da projektet kun har lokal indvirkning. |
| Indvirkningens forventede indtræden, varighed, hyppighed og reversibilitet | x | | Den midlertidige grundvandssænkning ifm. byggegrube 1816 forventes at vare 4-6 måneder og forløbe over efteråret 2022. I den permanente fase vil trykniveauet i sandlaget stabiliserer omkring det nuværende niveau. Indvirkningerne ifm. den permanente bortledning via omfangsdræn kan ændres ved evt. ændring af nuværende arealanvendelse. |
| Kumulationen af projektets indvirkninger med indvirkningerne af andre eksisterende og/eller godkendte projekter | x | | Det vurderes, at kumulationen ift. omfangsdræn ved bygning 1816, samt ved andre eksisterende og planlagte bygninger i den permanente fase, medfører ikke væsentlig indvirkning på baggrund af lav permeabilitet af moræneleret og drænvands mængder. |
| Muligheden for reelt at begrænse indvirkningerne | x | | Indvirkning af bortledte vand bliver håndteret/reguleret i tilslutningstilladelse. |

Ansøgning, Grundvandssænkning og udledning af oppumpet grundvand. BSS, Aarhus universitet

Indhold

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Indledning | 2 |
| 2 | Baggrund | 3 |
| 2.1 | Geologi og grundvand | 4 |
| 2.1.1 | Geotekniske undersøgelser | 4 |
| 2.1.2 | Pumpeforsøg | 4 |
| 2.1.3 | Vandprøver | 4 |
| 2.1.4 | Redegørelse for grundvandsforhold | 4 |
| 3 | Projektbeskrivelse | 6 |
| 3.1 | Bygning 1790..... | 6 |
| 3.2 | Bygning 1816 | 8 |
| 3.3 | Bygning 1791 | 9 |
| 4 | Risikovurderinger | 10 |
| 4.1 | Risiko for bygninger og infrastruktur..... | 10 |
| 4.2 | Risiko for mobilisering af forurening..... | 10 |
| 4.3 | Påvirkning af eksisterende indvindinger og drikkevandsinteresser | 11 |
| 4.4 | Påvirkning af Natur og miljø | 11 |
| 5 | Sammenfatning | 13 |
| Bilag 1 | VVM Screening | |
| Bilag 2 | Geoteknisk rapport | |
| Bilag 3 | Prøvepumpningsforsøg | |
| Bilag 4 | Vandprøver | |
| Bilag 5 | Grundvandsredegørelse | |

1 Indledning

NIRAS er rådgiver for A. Enggard A/S i forbindelse med etablering af nye bygninger ved det tidligere Aarhus Kommunehospital (Universitetsbyen 51, 41, 31 og 33). I forbindelse med etablering af de nye bygninger, er der i anlægsfasen behov for udførelse af midlertidig grundvandssænkning samt tørholdelse af byggegrubber. NIRAS har udført en række undersøgelser med henblik på at vurdere vandmængder samt grundvandskvalitet.

På baggrund af NIRAS's undersøgelser vurderes det at den samlede vandmængde der skal oppumpes ikke overstiger 100.000m³, og at der således ikke kræves særskilt tilladelse efter vandforsyningsloven. Der er udarbejdet VVM Screeningsskema jf. miljøvurderingslovens som er vedlagt denne ansøgning Bilag 1.

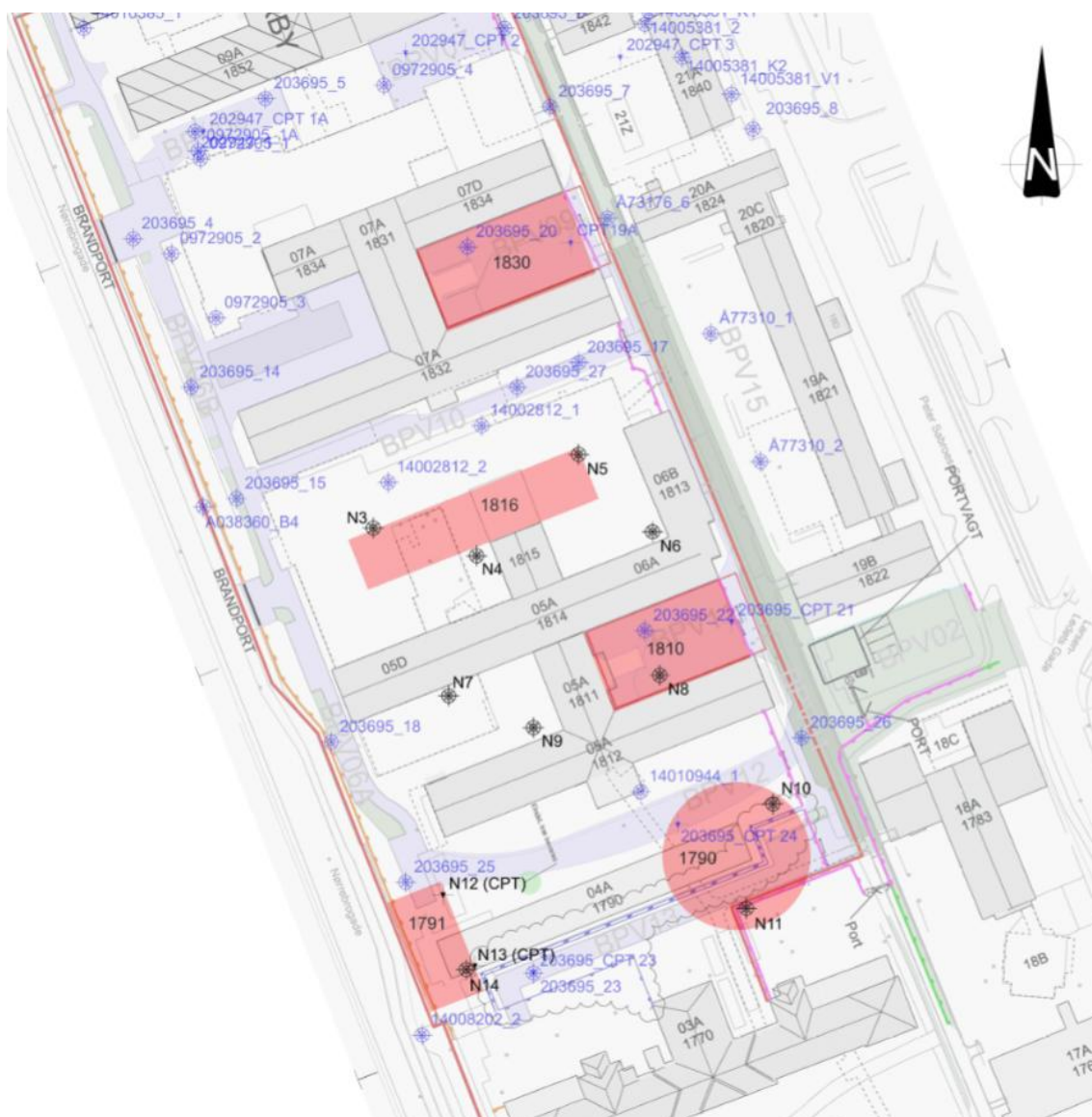
Bortledning af oppumpet grundvand samt overfladevand og nedbør der til strømmer byggegrubberne forventes bortledt til Århus Vands regnvandsledning, der løber gennem Universitetsbyen. Inden afledning til regnvandsbrønd indhentes accept samt evt. anvisning af afledningspunkt fra Aarhus Vand. Aarhus Kommune bedes meddele tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven til at afledningen kan ske til regnvandssystemet.

Nærværende dokument beskriver de nærmere vandmængder, tidsplan grundvandskemiske forhold, risikovurderinger mv.

2 Baggrund

Der er planlagt etablering af 5 nye bygninger, Bygning 1790, 1791, 1810, 1816, 1830. Bygning 1830 og 1810 etableres uden kælder med gulvniveau i terræn. Bygning 1790, 1816 og 1791 forventes etableres med udgravningsniveau under grundvandsspejlet. Bygning 1791 etableres i moræneler, uden risiko for bundbrud, og det vil ikke være nødvendigt med grundvands-senkning her. Ved Bygning 1790, etableres en tæt spuns således at sænkning af grundvandsspejlet kun vil ske indenfor byggegruben. Ved 1816 er der behov for at etablere midlertidig sænkning af trykniveau i underliggende sandlag, for at sikre mod bundbrud samt tørholdelse af byggegruben.

Oversigtskort fremgår af Figur 2-1.



Figur 2-1: Oversigtskort placering bygninger og geotekniske borer.

2.1 Geologi og grundvand

2.1.1 Geotekniske undersøgelser

Der er udført geotekniske undersøgelser som er vedlagt i bilag 2. Geotekniske borer viser at der overordnet eksisterer 1 til 2 m fyld umiddelbart under terræn. Fyldlagene er generelt lerede, men der optræder også indslag af mere sandede fyldaflejringer. I den nordlige del af projektområdet er terrænkoten ved de udførte undersøgelsespunkter +39,7 og i den sydlige del er den +34,7. Under fyldlagene er truffet lavpermeabel moræneler af varierende mægtigheder. Herunder ses skiftende aflejringer af kvarteret sand, moræneler og plastisk ler. I hele området ses under de kvartære aflejringer fedt tertiært ler. I den vestlige del af projektområdet optræder en glacielle flage af tertiært ler. I den østlige del af projektområdet er der truffet en sandfyldt erosionsdal som udgør et spændt magasin, med trykniveau nær terræn. Sandmagasinet har en omtrent nord syd gående orientering som vist på Figur 2-2.

Vandspejlet i moræneleret og fyldlagene er sæson- og nedbørsbetinget, men ses generelt omkring 1 til 2,6 m under terræn (kote +36,1 til +37,1). Vandspejlet i det vandførende sandlag under moræneleret ses fra 0,6 til 3,2 m under terræn (Kote +35,9 til +37,2).

2.1.2 Pumpeforsøg

For at vurdere de grundvandsmæssige forhold nærmere, udførte NIRAS i januar 2022 et pumpeforsøg på en ny boring placeret nær bygning 1790, og filtersat i sandlaget under moræneleret. Pumpeforsøget blev udført med samtidig monitorering af vandspejlet i to nye monitoringsboringer placeret henholdsvis syd for bygning 1790, samt mellem bygning 1810 og 1816. Pumpeforsøget blev udført med 3,14 m³/t. over godt 2 døgn. Pumpeforsøget viste sænkninger af trykniveauet i sandlaget på 1,82m og 1,37m ved de to pejleboringer (henholdsvis ca. 30m og 65m fra pumpeboringen). På baggrund af de indsamlede pejle data blev der beregnet en hydraulisk transmissivitet for sandmagasinet på mellem 2x10⁻⁴ og 3x10⁻⁴ m²/s, svarende til en ledningsevne på omkring 2,46x10⁻⁵ m/s. Prøvepumpningsrapport er vedlagt i bilag 3

2.1.3 Vandprøver

I forbindelse med pumpeforsøget blev der indsamlet vandprøver. Der blev analyseret for metaller, aromatiske kulbrinter, kulbrinter (pentan-ekstraherbare), PAH-forbindelser samt halogenerede alifatiske kulbrinter.

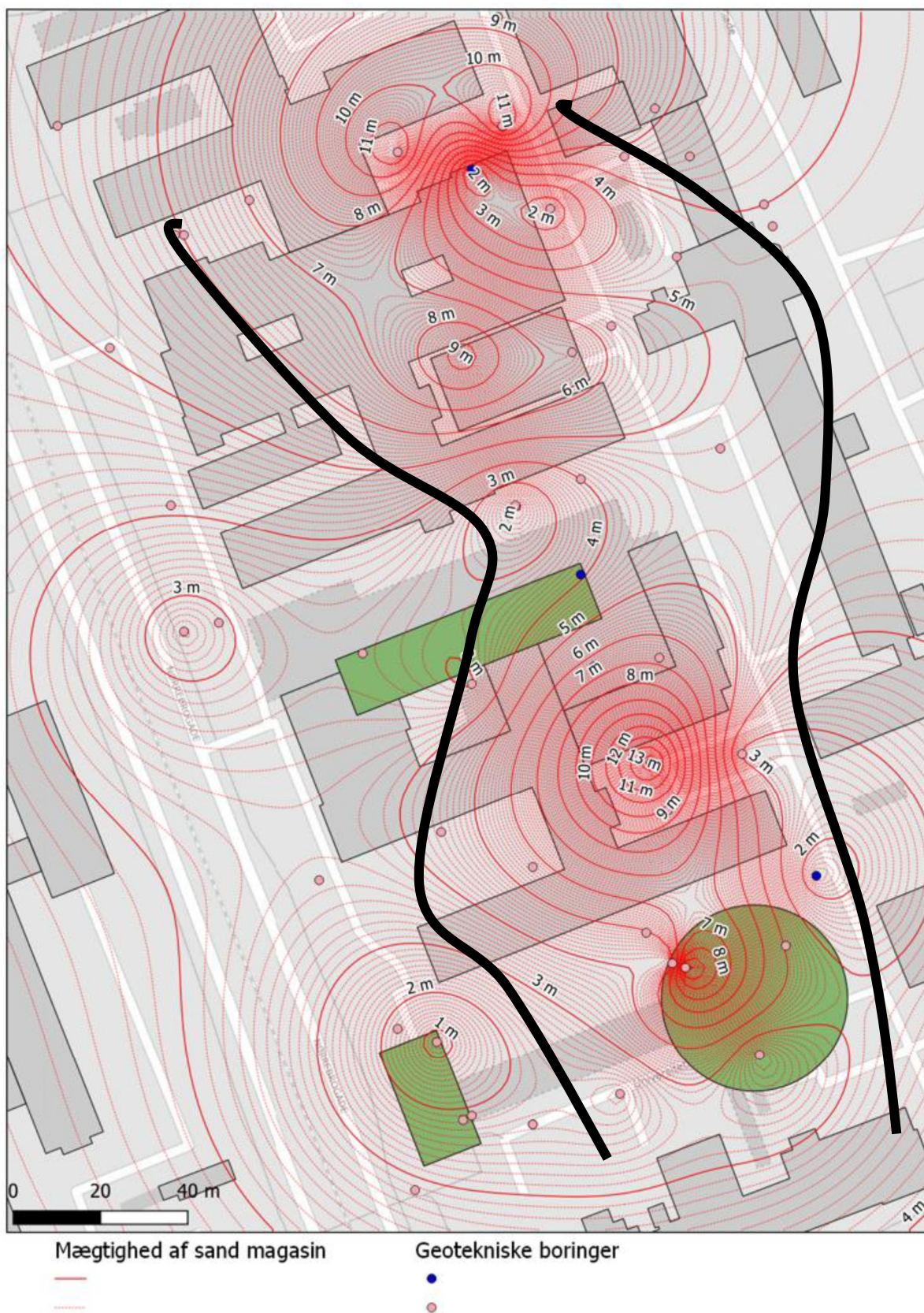
I vandprøven blev der fundet små mængder Trichlorethen (0.36 ug/l), cis-1,2-dichlorethen (0.024) ug/l, BTEX (0,034 ug/l) samt Kulbrinter (14ug/l). De målte koncentrationer af metaller er generelt lave. Dog ses et øget indhold af Zink (60 ug/l), hvilket er over kvalitetskravet for ferskvand. Analyseresultater er vedlagt i bilag 4.

2.1.4 Redegørelse for grundvandsforhold

I forbindelse med de indledende geotekniske undersøgelser har NIRAS foretaget en nærmere redegørelse for grundvandsforholdene i området og givet forslag til, hvordan grundvandsproblematikken eventuelt kan håndteres (vedlagt bilag 5). I den forbindelse er der også foretaget beregninger i forhold til en permanent sænkning af grundvandsspejlet i sandmagasinet. Resultatet heraf viser at strømmingen i sandmagasinet er mellem 5 og 15 m³/døgn.

Man skal se den beregnede fluks som den vandmængde, der strømmer naturligt i sandlaget på baggrund af gradient og permeabilitet, og skal tolkes som tilstrømning når der er kommet en ligevægt ved en evt. permanent grundvands-sænkning.

Da der ikke forekommer områder med artesiske tryk, men at det hydrauliske potentiale i sandlaget i det store følger terræn, så tyder dette på at der allerede foregår en dræning af sandmagasinet. Denne dræning kan ske til eksisterende omfangsdræn, dræn under eksisterende bygninger eller i nedgravninger til infrastruktur.



Figur 2-2: Mægtigheden af sandmagasinet, med angivelse af omtrentlig placering af flankerne for den begravede dalstruktur (sorte streger).

3 Projektbeskrivelse

3.1 Bygning 1790

Under hele bygning 1790 er der truffet en erosionsdal bestående af sand med et spændt vandspejl. Dette spændevandspejl giver et vandtryk på ca. 80 kPa. på bygningen, hvilket bygningen ikke dimensioneres til at modstå. I stedet planlægges bygningen etableres med permanent tæt spuns.

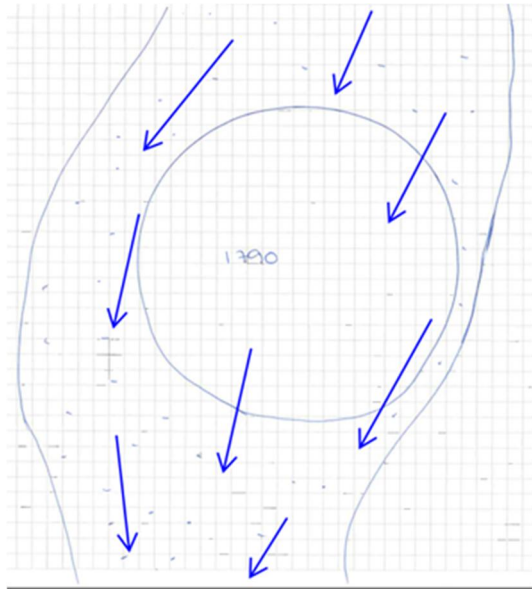
Omkring bygning 1790 etableres en permanent byggegrube.
 Arbejdet forventes at vare 4-6 måneder og forløbe over sommeren og efteråret 2022.
 Byggegruben etableres med AZ spunsjern med Larssen lås fra ArcelorMittal.

Hensigten med byggegruben er:

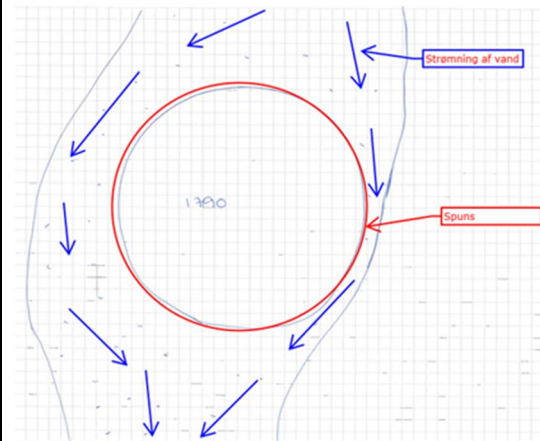
- Midlertidig fase; terrænforskel på 5-7 m
- Permanent tilstand: fjerne vandtrykket under bygningen (indenfor spunsen)

| | Uden byggegrube | Med byggegrube |
|------|--|--|
| Snit | <p>Pejlerør etableret i sandlaget viser et vandtryk til kote +36,5 (spændt magasin)</p> <p>Sandlaget er placeret ca. 1 -1,5 m under bygningens fundamenter</p> <p>Pejlerør i moræneleret viser et vandspejl i kote +34,5</p> <p>Bygning 1790 funderes i kote +29,8</p> | <p>Ved etablering af byggegrube med spuns til kote +7,0 vil sandlaget skæres af.</p> <p>Spunsen vil holde vandet væk fra gruben. Der vil komme jord/ler i låsene som vil stoppe gennemsvivningen i samlingerne</p> |

Vandet strømmer frit under bygning 1790 med et vandtryk til kote +36,5.



Ved etablering af byggegruben tæt på midten af sandlaget, vil vandet strømme på begge sider af byggegruben. Det vurderes at etablering af byggegrube ikke vil medføre en ændring af vandtrykket i sandlaget.



Som nævnt, etableres byggegruben med AZ spunsjern med Larssen lås fra ArcelorMittal, som vil holde vandet udenfor spunsen. Ved etablering af spunsjernene, vil der komme ler i låsene.

Når spunsen er etableret, vil der installeres 4 aflastingsboringer i byggegruben til at sænke vandstanden i sandlaget indenfor byggegruben. Sænkningen af vandstanden vil kun ske i byggegruben og vil ikke påvirke nabokonstruktionerne. Når vandstanden er sænket vil udgravning til funderingsniveau udføres og bygningen etableres.

For permanent tørholdelse af bygningen skal der etableres omfangsdræn samt stikdræn med dobbeltpumper i alternerende drift.

Ved en byggegrube med en diameter på 40,5 m svarende til et areal på 1.288m² som planlagt, forventes det at der skal bortpumpes omkring 1.545 m³ for at tømme byggegruben.

3.2 Bygning 1816

Under dele af bygning 1816 er der truffet en erosionsdal bestående af sand med et spændt vandspejl. Dette spændevandspejl giver et vandtryk på ca. 15 kPa på bygningen.

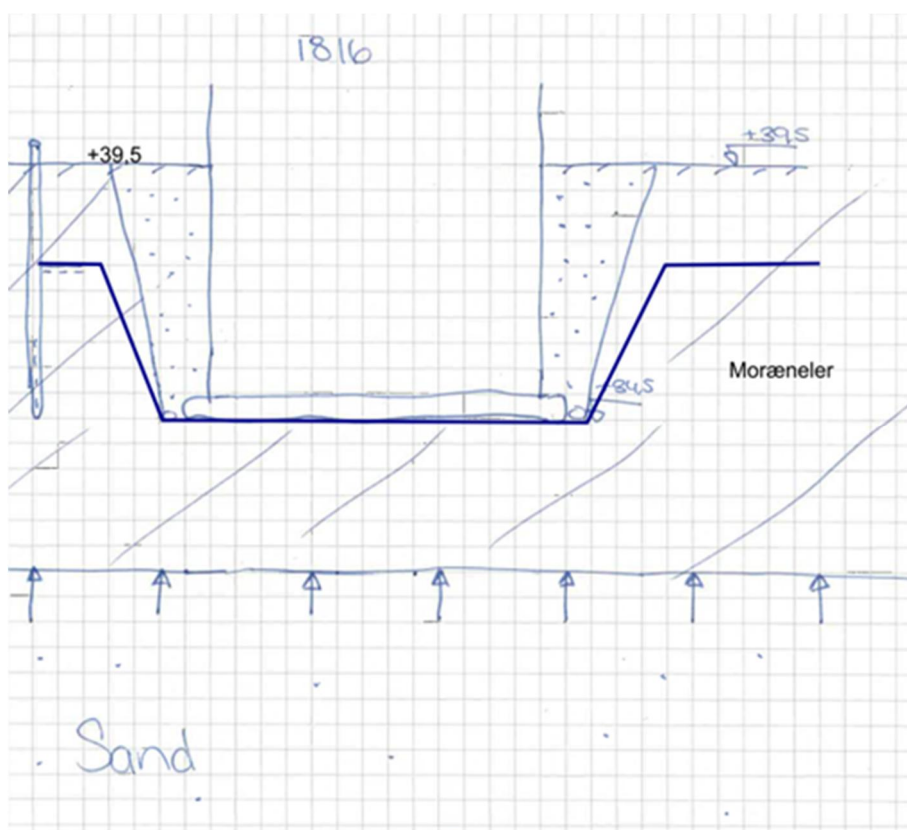
Udgravning til bygning 1816 kan ikke udføres uden en midlertidig grundvandssænkning.

Der vil etableres 3-4 aflastningsboringer til at sikre et vandtryk under kote +34,5.

Arbejdet forventes at vare 4-6 måneder og forløbe over sommeren og efteråret 2022.

I permanent tilstand, vil der etableres omfangsdræn omkring bygning og stikdræn under bygningen med dobbelt-pumper i alternerende drift (løfte vand fra kælder niveau til ca. 1 m under terræn).

Bygningen etableres i moræneler, som er lavpermeabelt. Lokalt omkring bygningen vil vandspejlet sænkes i moræneleret. Vandspejlet omkring nabokonstruktioner vil dog være uforandret.



Den midlertidige grundvandssænkning omkring bygning 1816 vil sænke vandstanden i sandlaget lokalt under moræneleret.

Det vurderes at resultaterne fra det udførte prøvepumpningsforsøg, også kan anvendes til at estimerer forventede vandmængder mv. ved bygning 1816. Ved bygning 1816 forventes dog kun en sænkning af grundvandsspejlet på op til 2,5 m.

Der er beregnet en maksimal strømning i sandlaget på op til ca. 15 m³/dag. Dette vil være den maksimale mængde der kan fjernes i en permanent situation. For at sænke grundvandsstanden, til det ønskede niveau må der dog pumpes mere, da der skal fjerne mere vand end der tilstrømmer, for at nå det ønskede sænkingsniveau indenfor en acceptabel tidsperiode.

Under prøvepumpningen ses der en sænkning på ca. 1,5 til 2 m ved ca. 3 m³/t, i en afstand på 30 til 65m. For at sænke vandstanden under hele byggegruppen forventes der således oppumpet 6 til 8 m³/t fra 3-4 aflastningsbrønde placeret omkring bygningen. Mængden vil falde i løbet af projektfasen og nærme sig "base flow", som er vurderet til maksimalt 14 m³/døgn, svarende til ca. 0.5 m³/t.

Der forventes maksimalt oppumpet og bortledt 34.560 m³ med en maksimal time ydelse på 8 m³/t

Ved en sænkning i op mod 4-6 måneder, vurderes det at sænkningerne vil sprede sig i nordlig og sydlig retning. Sænkningerne vil være afgrænset mod øst og vest, på grund af sandlagets begrænsede udbredelse i disse retninger.

Det vurderes at det overliggende moræneler ikke vil udtørre og deformere. Der vurderes at nabokonstruktioner og -bygninger ikke vil sætte sig i forbindelse med en midlertidig grundvandssænkning.

I den permanente fase hvor der etableres dræn omkring bygningen, vil trykniveauet i sandlaget stabiliserer omkring det nuværende niveau og udstrømning til dræne vil være styret af, hvor meget vand der dræner gennem moræneleret. I bilag 5 er der regnet på dette. Det vurderes at udstrømningen til dræne vil være mellem 0,4 og 2 m³ pr. døgn.

3.3 Bygning 1791

Bygningen funderes på moræneler, som er lav permeabelt.

Her vil der ikke udføres en midlertidig grundvandssænkning.

Bygning 1791 tørholdes ved fundament med traditionelt omfangsdræn samt stikdræn med dobbeltpumper i alternerede drift.

Lokalt omkring bygningen vil vandspejlet sænkes i moræneleret. Vandspejlet omkring nabokonstruktioner vil være uforandret.

Da der ikke er et spændt sandlag under bygningen, vil udstrømning til dræne udelukkende være styret af det vand der frigives fra overliggende moræneler. Fluxen vil være væsentlig mindre end ved bygning 1816.

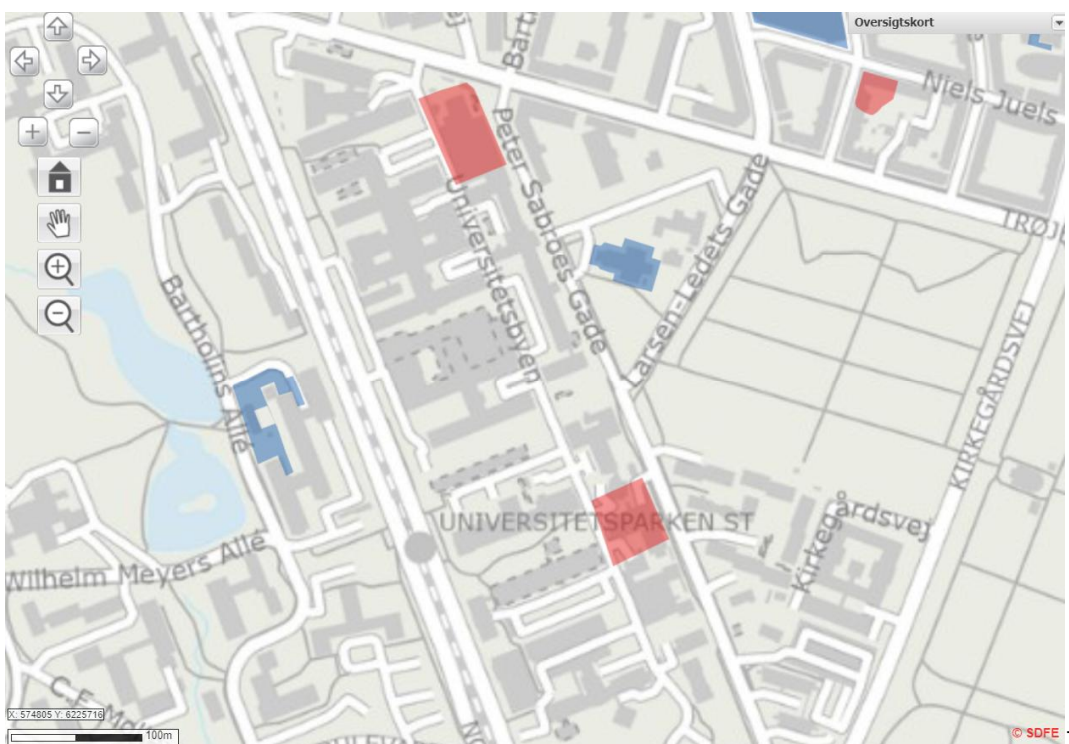
4 Risikovurderinger

4.1 Risiko for bygninger og infrastruktur

Sænkningerne vil være afgrænset til et mindre område omkring universitetsbyen. Bygningerne her er alle funderet på/i moræneler. Der er ikke observeret sætningsgivende aflejringer, som er følsomme overfor ændringer af grundvandsspejlet. Den midlertidige sænkning af trykniveauet i sandlagt under moræneleret vil ikke medfører øget udtørring af moræneleret.

4.2 Risiko for mobilisering af forurening

Der er ingen kortlagte forureningen inden for det aktive projektområde. Der er dog to nærliggende V2 kortlagte lokaliteter, som kan have betydning i forhold til vandhåndteringen i forbindelse med byggeprojektet, her under specielt i forbindelse med grundvandssænkningen og vandhåndtering i byggefasen og delvis også forbindelse med efterfølgende tørholdelse af bygningerne. Oversigt over kortlagte forureningslokaliteter fremgår af Figur 4-1.



Figur 4-1: Kortlagte forureninger (rød, V2 og blå, V1).

NIRAS har indhentet nærmere oplysninger om de to lokaliteter fra Region Midt. Der er udført miljøhistorisk redegørelse samt indledende forureningsundersøgelser for hele Aarhus Kommunehospital, Nørrebrogade 44 m.fl. Der er konstateret forurening med kulbrinter under den tidligere varmecentral (den nordlige markering på Figur 4-1) og der fundet forhøjede indhold af nikkel og kviksølv ved det tidligere apotek (den sydlige markering på Figur 4-1). Det kommenteres dog at det høje nikkelindhold kan skyldes naturlig forekomst i moræneleret. Endvidere er der konstateret diffus forurening langs kloakker med kulbrinter og klørede opløsningsmidler. I regionens redegørelse er det dog vurderet at forureningen ikke udgør en risiko for grundvand og recipienter.

Vandprøver som blev udtaget i forbindelse med prøvepumpningen viser i overensstemmelse med regionens redegørelse at der findes forurening med olie og klørede stoffer, men at koncentrationerne i grundvandet er lave.

Grundvandsstrømningen i området er fra nord mod syd, og forurening som når sandlaget under moræneleret vil naturligt blive transporteret med grundvandsstrømmen.

Det vurderes at de planlagte grundvandssænkning ikke vil medføre yderligere mobilisering af forurenende stoffer. Kviksvovlsforureningen som ses ved det tidligere apotek vurderes at være immobil og vil ikke blive påvirket af grundvandssænkningen. Oliestoffer som ses ved den tidligere varmecentral er generelt immobil og de mere vandopløselige komponenter der kan mobilisere i grundvandet, bevæge sig naturligt med grundvandstrømmen mod syd. Det samme gælder den diffuse forurening med klorerede stoffer, som er observeret flere steder langs kloakkerne. Grundvandssænkningen vil ikke medføre øget mobilisering eller ændre den naturlige spredningsretning.

4.3 Påvirkning af eksisterende indvindinger og drikkevandsinteresser

Der er ingen aktiv indvinding i området. Området ligger udenfor områder med drikkevandsinteresse. Sandlaget hvorfra der skal pumpes er afgrænset i østlig og vestlig retning og det vurderes at vand der naturligt strømmer i sandlagt afdræner til eksisterende dræn/kloakker mv. i området.

4.4 Påvirkning af Natur og miljø

Områder der påvirkes er begrænset på grund af sandlaget afgrænsning. Hele området ligger inden for bymæssig bebyggelse uden væsentlig naturmæssige interesse.

Nærmeste beskyttet natur, er søerne i universitetsparken ca. 200m mod vest (Figur 4-2). Da sandlaget hvorfra der skal oppumpes er afgrænset mod vest og øst vil sænkningerne også være afgrænset i disse retninger. Det vurderes at grundvandssænkningen ikke vil påvirke beskyttede naturområdet.



Figur 4-2: Beskyttet Natur

Nærmeste Habitatområde er Brabrand sø og Aarslev Eng sø beliggende ca. 5 km mod vest. Grundvandssænkningen vil ikke påvirke habitatområderne (Figur 4-3).

Nærmeste Ramsar område er Stavns Fjord og tilgrænsende farvand samt Horsens Fjord og Endelave (Figur 4-3). Grundvandssænkningen og afledning vil ikke påvirke Ramsarområderne.



Figur 4-3: Habitatområder (grøn) og Ramsarområder (gul).

Afledning fra grundvandssænkningen og tørholdelse af byggegruber samt den fremtidige dræning, forventes bortledt til regnvandsledning, som afvander til kysten nær Aarhus havn (ultimativt til aarhusbugten). Der forventes et indhold af kemiske stoffer svarende til resultaterne af vandprøven udtaget i forbindelse med prøvepumpningen (se afsnit 2.1.3). Det forventes at oppumpet vand ikke eller kun i begrænset fald overskrider kvalitetskravene for havvand. Da der afledes via regnvandssystemet forventes det at der vil ske en væsentlig opblanding inden afløbet til lysten. Det forventes således at afledning kan ske uden renseforanstaltninger.

For at sikre at et eventuelt udledningskrav kan overholdes, kan der udtages en ny vandprøve inden den egentlige grundvandssænkning igangsættes.

5 Sammenfatning

På vegne af A. Enggaard ansøger NIRAS om tilladelse til udførelse af grundvandssænkning samt tørholdelse af bygninger som beskrevet i nærværende dokument. Samtidig ansøges om tilladelse til bortledning af oppumpet vand via eksisterende regnvandsledning.

Bygning 1790.

Bygningen etableres med spuns. Da spunsen i udgangspunktet vurderes som tæt forventes det at der ikke påkræves udført VVM screening.

Oppumpning og afledning i forbindelse med tørlægning af byggegruben ved Bygning 1816 forventes være i størrelsesorden omkring 1.545 m³.

Tørholdelse af byggegruben vil ikke medføre nogen påvirkning af grundvandsspejlet udenfor spunsen.

Bygning 1816

I byggefasen aflastes trykket i grundvandsmagasinet under bygningen. Her forventes oppumpet og bortledt op til 8 m³/t. Mængden vil være størst i starten og falde i løbet af projektperioden til omkring 0,5 m³/t.

Efterfølgende dræning omkring bygningen vil medfører en mindre sænkning af vandspejlet i moræneleret tæt på bygningen og det vurderes at udstrømningen til drænene vil være mellem 0,4 og 2 m³ pr. døgn. Der vil ikke ske ændring af trykniveauet i sandlaget under bygningen.

Hverken de midlertidige grundvandssænkning eller den efterfølgende dræning i moræneleret vil medfører negative påvirkninger på natur og miljø, der er ikke risiko for påvirkning af bygninger og infrastruktur eller eksisterende indvindinger og drikkevandsinteresser. Der vil ikke ske en øget mobilisering af forureninger, men det må forventes at der kan være forurening med olie, klorerede stoffer, samt zink i det oppumpede grundvand.

Bygning 1791

Det forventes ikke at ske grundvandssænkning i forbindelse med etablering af denne bygning og bygningen forventes at kunne etableres uden at påvirkning grundvandsspejlet udenfor byggegruben.

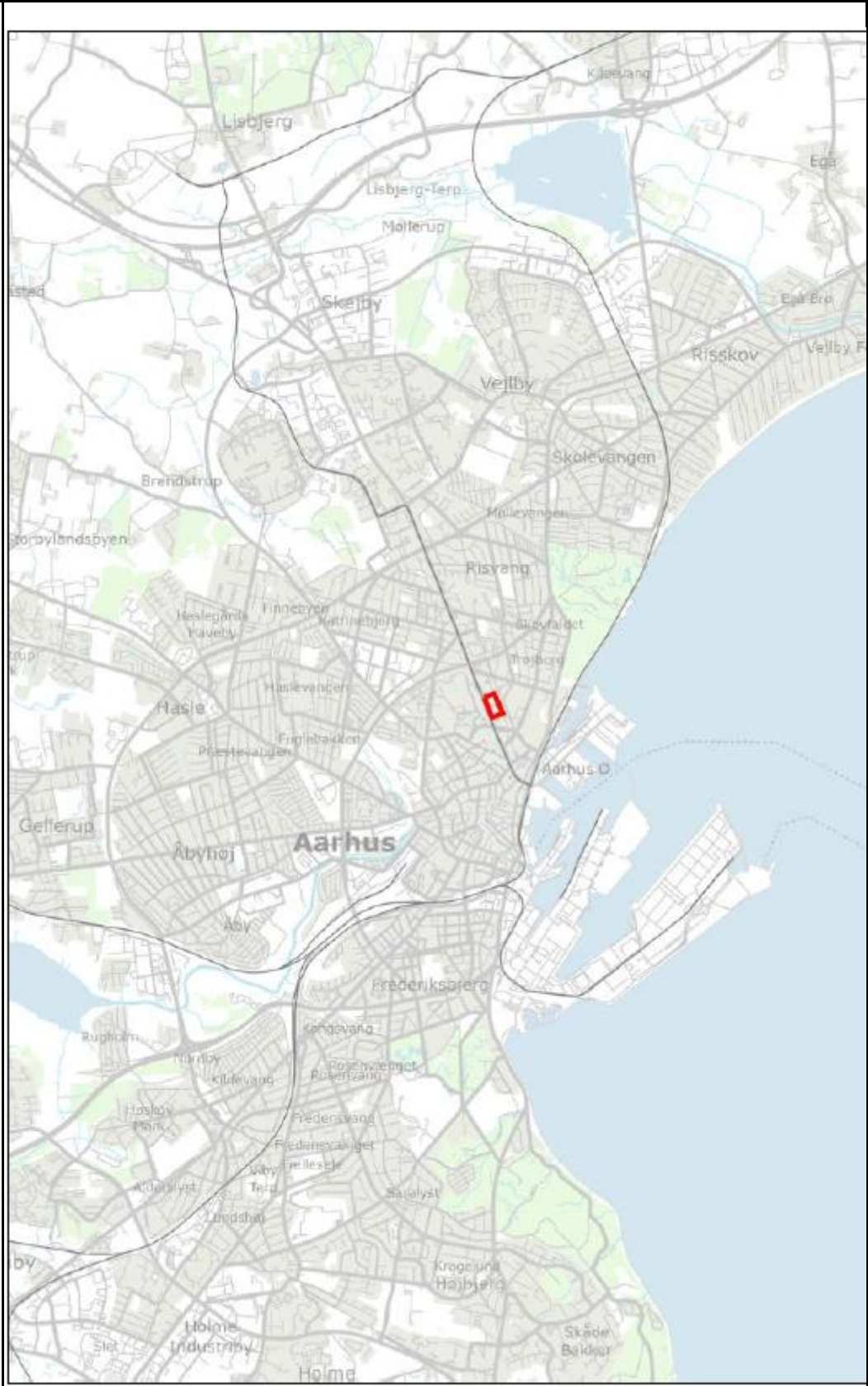
Ansøgningskema

Nedenstående skema angiver de oplysninger, som skal indgives til myndighederne ved ansøgning af projekter, der er omfattet af lovens bilag 2, jf. lovens § 21. Bygherren skal, hvor det er relevant for ansøgningen om det konkrete projekt, tage hensyn til kriterierne i lovens bilag 6, når skemaet udfyldes. Såfremt der allerede foreligger oplysninger om de indvirkninger, projektet kan forventes at få på miljøet, medsendes disse oplysninger. Skemaet finder ikke anvendelse for sager, der behandles af Naturstyrelsen og Energistyrelsen. Skemaets oplysningskrav er vejledende og fastsat under hensyntagen til kriterierne i lovens bilag 5.

| Basisoplysninger | Tekst |
|--|--|
| Projektbeskrivelse (kan vedlægges) | <p>I forbindelse med etablering af de nye bygninger, er der i anlægsfasen behov for udførelse af midlertidig grundvandssænkning samt tørholdelse af byggegrubber.</p> <p>Nærværende VVS-Screening vedrører kun Grundvandssænkning og vandhåndtering. VVM screening for hovedprojektet er tidligere udført og fremsendt.</p> <p>Der er planlagt etablering af 5 nye bygninger, Bygning 1790, 1791, 1810, 1816, 1830. Bygning 1830 og 1810 etableres uden kælder med gulvniveau i terræn. Bygning 1790, 1816 og 1791 forventes etableres med udgravningsniveau under grundvandsspejlet. Bygning 1791 etableres i moræneler, uden risiko for bundbrud, og det vil ikke være nødvendigt med grundvandssænkning her. Ved Bygning 1790, 1816 er der behov for at etablere midlertidig grundvandssænkning, for at sikre mod bundbrud samt tørholdelse af byggegrubberne.</p> <p>Bygning 1790 etableres dog med tæt spuns, hvorfor grundvandssænkningen her vurderes at være undtaget fra reglerne i miljøvurderingsloven.</p> <p>En nærmere projektbeskrivelse samt redegørelse for projektet, herunder risikovurderinger er vedlagt.</p> |
| Navn, adresse, telefonnr. og e-mail på bygherre | <p>Anita Bentzen <i>Projektleder</i> ab@feas.dk / D 8715 3672 / M 2529 9199</p> <hr/> <p>FEAS FORSKNINGSFONDENS EJENDOMSSKAB A/S</p> <p>Forskningsfondens Ejendomsselskab A/S Finlandsgade 14 / DK-8200 Aarhus N feas.dk</p> |
| Navn, adresse, telefonnr. og e-mail på kontaktperson | <p>Thue Weel Jensen, NIRAS a/s, Ceresalle 3 800 Aarhus C, twje@niras.dk, 21756641</p> |
| Projektets adresse, matr. nr. og ejerlav. For havbrug angives anlæggets geografiske placering angivet ved koordinater for havbrugets 4 | <p>Universitetsbyen 51, 41, 31 og 33, 8000 Aarhus C</p> |

| | |
|---|----------------|
| hjørneafmærkninger i bredde/længde (WGS-84 datum). | |
| Projektet berører følgende kommune eller kommuner (omfatter såvel den eller de kommuner, som projektet er placeret i, som den eller de kommuner, hvis miljø kan tænkes påvirket af projektet) | Aarhus Kommune |

Oversigtskort i målestok eks. 1:50.000 – Målestok angives. For havbrug angives anlæggets placering på et søkort.



Kortbilag i målestok 1:10.000 eller 1:5.000 med indtegning af anlægget og projektet (vedlægges dog ikke for strækingsanlæg).



| | | | |
|--|--------------------|-----|--|
| Forholdet til VVM reglerne | Ja | Nej | |
| Er projektet opført på bilag 1 til lov om miljøvurdering af planer og programmer og konkrete projekter (VVM). | | X | Hvis ja, er der obligatorisk VVM-pligtigt. Angiv punktet på bilag 1: |
| Er projektet opført på bilag 2 til lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM). | X | | Hvis ja, angiv punktet på bilag 2: 10b |
| Projektets karakteristika | Tekst | | |
| 1. Hvis bygherren ikke er ejer af de arealer, som projektet omfatter angives navn og adresse på de eller | Aarhus Universitet | | |

| | |
|---|---|
| den pågældende ejer, matr. nr. og ejerlav | |
| 2. Arealanvendelse efter projektets realisering. Det fremtidige samlede bebyggede areal i m ² Det fremtidige samlede befæstede areal i m ² Nye arealer, som befæstes ved projektet i m ² | VVM screening er udført for hovedprojektet, |
| 3. Projektets areal og volumenmæssige udformning Er der behov for grundvandssænkning i forbindelse med projektet og i givet fald hvor meget i m Projektets samlede grundareal angivet i ha eller m ² Projektets bebyggede areal i m ² Projektets nye befæstede areal i m ² Projektets samlede bygningsmasse i m ³ Projektets maksimale bygningshøjde i m Beskrivelse af omfanget af eventuelle nedrivningsarbejder i forbindelse med projektet | Der er behov for grundvandssænkning, op til 2,5m for bygning 1816. Ved bygning 1790 etableres tæt spuns, med 6m sænkning af grundvandsspejlet indenfor spunsen. |
| 4. Projektets behov for råstoffer i anlægsperioden Råstofforbrug i anlægsperioden på type og mængde: Vandmængde i anlægsperioden Affaldstype og mængder i anlægsperioden Spildevand til renseanlæg i anlægsperioden Spildevand med direkte udledning til vandløb, søer, hav i anlægsperioden Håndtering af regnvand i anlægsperioden Anlægsperioden angivet som mm/åå – mm/åå | Bygning 1816: Der forventes maksimalt oppumpet og bortledt 34.560m ³ med en maksimal time ydelse på 8m ³ /t Bygning 1790: Der forventes maksimalt oppumpet og bortledt 2.548m ³ med en maksimal time ydelse på 8m ³ /d. Oppumpet vand bortledes via regnvandsledning med udløb til kysten Regnvand opsamles i byggegruber og bortledes via regnvandsledning med udløb til kysten Juni 2022 til December 2022, op til 6 måneder |
| Projektets karakteristika | Tekst |

| | | | |
|---|--|-----|--|
| 5. Projektets kapacitet for så vidt angår flow ind og ud samt angivelse af placering og opbevaring på kortbilag af råstoffet/produktet i driftsfasen: Råstoffer – type og mængde i driftsfasen Mellemprodukter – type og mængde i driftsfasen Færdigvarer – type og mængde i driftsfasen Vandmængde i driftsfasen | Samlet oppumpet vandmængde maksimal 37.548m ³ | | |
| 6. Affaldstype og årlige mængder, som følge af projektet i driftsfasen: Farligt affald: Andet affald: Spildevand til renselanlæg: Spildevand med direkte udledning til vandløb, sø, hav: Håndtering af regnvand: | Samlet afledt vandmængde maksimal 37.548m ³ | | |
| Projektets karakteristika | Ja | Nej | Tekst |
| 7. Forudsætter projektet etablering af selvstændig vandforsyning? | | X | |
| 8. Er projektet eller dele af projektet omfattet af standardvilkår eller en branchebekendtgørelse? | | X | Hvis »ja« angiv hvilke. Hvis »nej« gå til punkt 10 |
| 9. Vil projektet kunne overholde alle de angivne standardvilkår eller krav i branchebekendtgørelsen? | | | Hvis »nej« angives og begrundes hvilke vilkår, der ikke vil kunne overholdes. |
| 10. Er projektet eller dele af projektet omfattet af BREF-dokumenter? | | X | Hvis »ja« angiv hvilke. Hvis »nej« gå til pkt. 12. |
| 11. Vil projektet kunne overholde de angivne BREF-dokumenter? | | | Hvis »nej« angives og begrundes hvilke BREF-dokumenter, der ikke vil kunne overholdes. |
| 12. Er projektet eller dele af projektet omfattet af BAT-konklusioner? | | X | Hvis »ja« angiv hvilke. Hvis »nej« gå til punkt 14. |
| Projektets karakteristika | Ja | Nej | Tekst |

| | | | |
|---|----|-----|--|
| 13. Vil projektet kunne overholde de angivne BAT-konklusioner? | | | Hvis »nej« angives og begrundes hvilke BAT-konklusioner, der ikke vil kunne overholdes. |
| 14. Er projektet omfattet af en eller flere af Miljøstyrelsens vejledninger eller bekendtgørelser om støj eller eventuelt lokalt fastsatte støjgrænser? | | X | Hvis »ja« angives navn og nr. på den eller de pågældende vejledninger eller bekendtgørelser. Hvis »nej« gå til pkt. 17. |
| 15. Vil anlægsarbejdet kunne overholde de eventuelt lokalt fastsatte vejledende grænseværdier for støj og vibrationer? | X | | Hvis »nej« angives overskridelsens omfang og begrundelse for overskridelsen |
| 16. Vil det samlede projekt, når anlægsarbejdet er udført, kunne overholde de vejledende grænseværdier for støj og vibrationer? | X | | Hvis »nej« angives overskridelsens omfang og begrundelse for overskridelsen |
| 17. Er projektet omfattet Miljøstyrelsens vejledninger, regler og bekendtgørelser om luftforurening? | | X | Hvis »ja« angives navn og nr. på den eller de pågældende vejledninger, regler eller bekendtgørelser. Hvis »nej« gå til pkt. 20. |
| 18. Vil anlægsarbejdet kunne overholde de vejledende grænseværdier for luftforurening? | | | Hvis »Nej« angives overskridelsens omfang og begrundelse for overskridelsen. |
| 19. Vil det samlede projekt, når anlægsarbejdet er udført, kunne overholde de vejledende grænseværdier for luftforurening? | | | Hvis »Nej« angives overskridelsens omfang og begrundelse for overskridelsen. |
| 20. Vil projektet give anledning til støvgener eller øgede støvgener I anlægsperioden? I driftsfasen? | | X | Hvis »ja« angives omfang og forventet udbredelse. |
| Projektets karakteristika | Ja | Nej | Tekst |
| 21. Vil projektet give anledning til lugtgener eller øgede lugtgener I anlægsperioden? I driftsfasen? | | X | Hvis »ja« angives omfang og forventet udbredelse. |
| 22. Vil anlægget som følge af projektet have behov for belysning som i aften og nattetimer vil kunne | | X | Hvis »ja« angives og begrundes omfanget. |

| | | | |
|--|----|-----|---|
| oplyse naboarealer og omgivelserne i anlægsperioden? I driftsfasen? | | | |
| 23. Er anlægget omfattet af risikobekendtgørelsen, jf. bekendtgørelse om kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer nr. 372 af 25. april 2016? | | X | |
| Projektets placering | Ja | Nej | Tekst |
| 24. Kan projektet rummes inden for lokalplanens generelle formål? | X | | Hvis »nej«, angiv hvorfor: |
| 25. Forudsætter projektet dispensation fra gældende bygge- og beskyttelseslinjer? | | X | Hvis »ja« angiv hvilke: |
| 26. Indebærer projektet behov for at begrænse anvendelsen af naboarealer? | | X | |
| 27. Vil projektet kunne udgøre en hindring for anvendelsen af udlagte råstofområder? | | X | |
| 28. Er projektet tænkt placeret indenfor kystnærhedszonen? | | X | |
| Projektets placering | Ja | Nej | Tekst |
| 29. Forudsætter projektet rydning af skov? (skov er et bevokset areal med træer, som danner eller indenfor et rimeligt tidsrum ville danne sluttet skov af højstammede træer, og arealet er større end ½ ha og mere end 20 m bredt.) | | X | |
| 30. Vil projektet være i strid med eller til hinder for realiseringen af en rejst fredningssag? | | X | |
| 31. Afstanden fra projektet i luftlinje til nærmeste beskyttede naturtype i henhold til naturbeskyttelseslovens § 3. | | | Sørne ved universitetsparken 200m |
| 32. Er der forekomst af beskyttede arter og i givet fald hvilke? | | | Ukendt, men projektet vil ikke berøre området |

| | | | |
|--|----|-----|--|
| 33. Afstanden fra projektet i luftlinje til nærmeste fredede område. | | | Mere end 5 km |
| 34. Afstanden fra projektet i luftlinje til nærmeste internationale naturbeskyttelsesområde (Natura 2000-områder, habitatområder, fuglebeskyttelsesområder og Ramsarområder). | | | Mere end 5 km |
| 35. Vil projektet medføre påvirkninger af overfladevand eller grundvand, f.eks. i form af udledninger til eller fysiske ændringer af vandområder eller grundvandsforekomster? | X | | Hvis »ja« angives hvilken påvirkning, der er tale om. Grundvandssænkningen vil påvirke trykniveauer i grundvandsmagasinet |
| 36. Er projektet placeret i et område med særlige drikkevandinteresser? | | X | |
| 37. Er projektet placeret i et område med registreret jordforurening? | X | | Der er kendt forurening i området der påvirkes af grundvandssænkningen, men projektet vil ikke medfører yderligere mobilisering af stoffer |
| 38. Er projektet placeret i et område, der i kommuneplanen er udpeget som område med risiko for oversvømmelse. | | X | |
| 39. Er projektet placeret i et område, der, jf. oversvømmelsesloven, er udpeget som risikoområde for oversvømmelse? | | X | |
| Projektets placering | Ja | Nej | Tekst |
| 40. Er der andre lignende anlæg eller aktiviteter i området, der sammen med det ansøgte må forventes at kunne medføre en øget samlet påvirkning af miljøet (Kumulative forhold)? | | X | |
| 41. Vil den forventede miljøpåvirkning kunne berøre nabolande? | | X | |
| 42. En beskrivelse af de tilpasninger, ansøger har foretaget af projektet inden | | | Omkring Bygning 1790 etableres tæt Spuns for at mindske behovet for grundvandssænkning. |

ansøgningen blev
indsendt og de
påtænkte
foranstaltninger med
henblik på at undgå,
forebygge, begrænse
eller kompensere for
væsentlige skadelige
virkninger for miljøet?

43. Undertegnede erklærer herved på tro og love rigtigheden af ovenstående oplysninger.

Dato: __20/5__ Bygherre/anmelder: John Wed Jensen

Vejledning

Skemaet udfyldes af bygherren eller dennes rådgiver baseret på bygherrens viden om eget projekt sammenholdt med de oplysninger og vejledninger, der henvises til i skemaet. Det forudsættes således, at bygherren eller dennes rådgiver er fortrolig med den miljølovgivning, som projektet omfattes af. Bygherren skal ikke gennem præcise beregninger angive projektets forventede påvirkninger men alene tage stilling til overholdelsen af vejledende grænseværdier og angivne miljøforhold baseret på de oplysninger, der kan hentes på offentlige hjemmesider.

Farverne »rød/gul/grøn« angiver, hvorvidt det pågældende tema kan antages at kunne medføre, at projektet vurderes at kunne påvirke miljøet væsentligt og dermed være VVM-pligtigt. »Rød« angiver en stor sandsynlighed for VVM-pligt og »grøn« en minimal sandsynlighed for VVM-pligt. Hvis feltet er sort, kan spørgsmålet ikke besvares med ja eller nej. VVM-pligten afgøres dog af VVM-myndigheden. I de fleste tilfælde vil kommunen være VVM-myndighed.

Bygherres eller dennes rådgivers udfyldelse af skemaet er omfattet af straffelovens § 161 om strafansvar ved afgivelse af urigtige oplysninger til en offentlig myndighed.

Aarhus BSS

Geoteknisk parameterundersøgelse

A. Enggaard A/S

Dato: 22. september 2021

| Rev.nr. | Dato | Beskrivelse | Udarbejdet af | Kontrolleret af | Godkendt af |
|----------------|-------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 0 | 22-09-2021 | Geoteknisk parameterrapport | ELMY | AKR | NIAD |

Indhold

| | | |
|----------|-------------------------------------|-----------|
| 1 | Indledning..... | 5 |
| 1.1 | Projektbeskrivelse..... | 5 |
| 1.2 | Formål..... | 6 |
| 2 | Undersøgelsens omfang..... | 6 |
| 2.1 | Eksisterende undersøgelser..... | 6 |
| 2.2 | Geoteknisk arkivøgning..... | 7 |
| 2.3 | Feltundersøgelse..... | 7 |
| 2.4 | Laboratorieundersøgelse..... | 7 |
| 3 | Resultater..... | 8 |
| 3.1 | Terrænforhold..... | 8 |
| 3.2 | Jordbundsforhold..... | 8 |
| 3.2.1 | Generelt..... | 8 |
| 3.2.2 | Bygning 1816..... | 8 |
| 3.2.3 | Bygning 1810..... | 9 |
| 3.2.4 | Bygning 1790 (auditorium)..... | 9 |
| 3.2.5 | Bygning 1791 (tårn)..... | 9 |
| 3.3 | Grundvandsforhold..... | 9 |
| 3.4 | Plasticitets og kalkindhold..... | 10 |
| 3.5 | Svelle og konsolideringsforsøg..... | 10 |
| 4 | Vurderinger..... | 10 |
| 4.1 | Funderingsforhold..... | 10 |
| 4.1.1 | Bygning 1790 og 1791..... | 11 |
| 4.1.2 | Bygningskompleks 181X..... | 11 |
| 4.1.3 | Bygningskompleks 183X..... | 11 |
| 4.2 | Projektering..... | 11 |
| 4.2.1 | Designgrundlag..... | 11 |
| 4.2.1.1 | Styrkeparametre..... | 13 |
| 4.2.1.2 | Stivhedsparametre..... | 14 |
| 4.2.2 | Direkte fundering..... | 14 |
| 4.2.3 | Pælefundering..... | 15 |
| 4.2.3.1 | Deformationer..... | 16 |
| 4.2.4 | Kælder..... | 16 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 4.2.5 | Permanent tørholdelse | 17 |
| 4.2.6 | Fremtidige sætninger | 17 |
| 4.2.7 | Projekteringsrapport..... | 17 |
| 5 | Udførelse..... | 17 |
| 5.1 | Midlertidig tørholdelse..... | 17 |
| 5.2 | Eksisterende forhold | 18 |
| 5.3 | Udgravningsforhold..... | 18 |
| 5.4 | Tilfyldning..... | 18 |
| 5.5 | Midlertidig afstivning | 18 |
| 5.6 | Naboforhold | 19 |
| 5.6.1 | Pæleramning | 19 |
| 5.6.2 | Letbanen | 19 |
| 5.6.3 | Prøveramning og PDA-måling..... | 19 |
| 5.7 | Eksisterende fundamenter | 20 |
| 5.8 | Arbejds miljø | 20 |
| 5.9 | Tilsyn, kontrol og overvågning | 20 |
| 6 | Afsluttende bemærkninger | 20 |
| 7 | Referencer..... | 20 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| Bilag 1 | Boreprofiler og CPT-profiler | 22 |
| Bilag 2 | Kalkindholds forsøg, plasticitets forsøg, svelle forsøg | 23 |
| Bilag 3 | Eksisterende boreprofiler og CPT-profiler..... | 24 |
| Bilag A | Signaturforklaring og definition for boreprofiler..... | 25 |
| Bilag B | Signaturforklaring og definition for CPT-profiler..... | 26 |
| Bilag S | Placering af geotekniske undersøgelses punkter | 27 |

1 Indledning

1.1 Projektbeskrivelse

Aarhus BSS (Aarhus University, School og Business and Social Sciences) har planer om at etablere en ny del af universitet langs Nørrebrogade i Aarhus, jf. Figur 1.



Figur 1: Oversigtskort. Markeret område med rødt fremgår projektlokaliteten. Kortet er nordvendt.

Projektet består i nedrivning af gamle konstruktioner, anlæg og bygninger, renovering af eksisterende bygninger og opførelse af 5 nye bygninger. På bilag S fremgår de nye bygninger samt nummerering af de nye bygninger og de eksisterende bygninger. I Tabel 1 fremgår bygningsinformationer for hver bygning.

| Bygning | Eksisterende/Ny bygning | Funderingsniveau Kote | Etager | Note |
|------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1831 | Eksisterende bygning | +37,6* | Kælder og 4 etager | Renoveres |
| 1832 | Eksisterende bygning | +38,4* | Kælder og 4 etager | Renoveres |
| 1834 (07A) | Eksisterende bygning | +38,7* | Kælder og 3 etager | Renoveres |
| 1834 (07D) | Eksisterende bygning | | 3 etager | Renoveres |
| 1830 | Ny bygning | +40,7 +40,3 ved eks. bygning | Gårdrum i stueetage og 2 etager | |
| 1816 | Ny bygning | +34,7 | Kælder, 5 etager og tagterrasse | Indfatningsvæg mod eks. Bygning 1815 |
| 1815 | Eksisterende bygning | +33,9 - +34,1** | 3 etager | Renoveres |
| 1814 | Eksisterende bygning | +37,9 - +38,1** | 4 etager | Renoveres |
| 1813 | Eksisterende bygning | +37,9 - +38,1** | 4 etager | Renoveres |
| 1812 | Eksisterende bygning | +34,9* á +35,9* | Kælder og 3 etager | Renoveres |

| | | | | |
|-------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1811 | Eksisterende bygning | +34,9* | Kælder og 3 etager | Renoveres |
| 1810 | Ny bygning | +37,9 +37,5 ved eks. bygning | Gårdrum i stuetage og 1 etager | |
| 1790 (auditorium) | Ny bygning | Ca. +30,5 | Kælder og 4 etager | Oplyst at fri udgravning kan udføres |
| 1791 (Tårn) | Ny bygning | Ca. +30,9 | Kælder og 7-8 etager | Parterre Byggegrube |

Tabel 1: Information om hver bygning.

* Overside kældergulv er oplyst, hvor der er antaget funderingskote 1,0 dybere ned

**skønnet funderingskote

Byggeriet er under projektering, hvorfor der ikke foreligger et endeligt fundamentsprojekt – herunder laster.

Generelt ligger kælderen for bygning 1791 (tårn) ca. 3 m under oprindelig terræn og der forventes en nettoaflastning på 70 kN/m².

For bygningerne 1816 og 1791 (tårn) skal der etableres en indfatningsvægge/spunsgrube forud for udgravning til udgravningsniveau.

1.2 Formål

Undersøgelsen er udført som en geoteknisk parameterundersøgelse i henhold til Eurocode 7, DS/EN1997-1 og kan således danne grundlag for projektering af det aktuelle byggeprojekt. Resultaterne af parameterundersøgelsen fremgår af denne geotekniske undersøgelsesrapport.

Formålet med den udførte geotekniske undersøgelse er at tilvejebringe et grundlag for:

- Vurdering af jordbunds- og grundvandsforhold forud for projekteringen
- Valg af funderingsmetode for bygninger
- Opstilling af projekteringsgrundlag for nye bygninger og eksisterende bygninger
- Vurdering af behovet for og eventuelt omfang af særlige udførelsesmæssige metoder

Denne geotekniske undersøgelsesrapport kan danne grundlag for den geotekniske projekteringsrapport.

2 Undersøgelsens omfang

2.1 Eksisterende undersøgelser

Geo, COWI og Rambøll har tidligere udført geotekniske undersøgelser for projektområdet, resultater fra disse, heraf boreprofiler og CPT-profiler er indeholdt i denne rapport.

Eksisterende undersøgelser:

- *Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C*, udført af Geo, dateret juni 2019 med sagsnr. 203695
- *Aarhus. Hospitalsgade*, udført af Geo, dateret oktober 2018 med sagsnr. 202947
- *Århus Kommunehospital*, udført af Geo, dateret juni 1973 med sagsnr. Å73176
- *Århus Kommunehospital*, udført af Geo, dateret september 1977 med sagsnr. Å77310
- *Århus. Finsensgade*, udført af Geo, dateret juni 1991 med sagsnr. 14005381 og 14006781

- *Århus. Nørrebrogade*, udført af Geo, dateret maj 1995 med sagsnr. 14010944
- *Århus. Nørrebrogade*, udført af Geo, dateret december 1994 med sagsnr. 14010385
- *Århus. Randersvej 650*, udført af Geo, dateret januar 1993 med sagsnr. 14008202
- *Tunneler under Nørrebrogade, Aarhus*, udført af COWI, dateret februar 2014 med sagsnr. A038360-004
- *Århus Universitetshospital, Fase 0-13 Fame*, udført af Rambøll, dateret februar 2009 med sagsnr. 0972905
- *Århus Nørrebrogade*, udført af Geoteknisk Institut, dateret maj 1987 med sagsnr. 14002812

2.2 Geoteknisk arkivsøgning

Ifølge de historiske kort, så var bygningskompleks 183X og 181X etableret tilbage i 1954, hvor der allerede var Aarhus Universitets hospital.

2.3 Feltundersøgelse

Med GEOboringer ApS som boreentreprenør blev der d. 9.-19. august 2021 udført 10 geotekniske boringer og 2 CPTu-sonderinger i forbindelse med parameterundersøgelse. De geotekniske boringer er ført til mellem 5 og 30 m under terræn og CPTu tryksonderingerne er ført til mellem 22 og 26 m under terræn. Tryksonderingerne var planlagte at presses til 30 m under terræn, men pga. stor friktion på stængerne blev forsøgene stoppet før ønsket dybde.

Undersøgelsespunkternes placering og terrænkote er indmålt med DGPS af NIRAS og fremgår af situationsplanen i bilag S. Koordinater og koter til undersøgelsespunkterne er angivet på bore- og CPT-profilerne i henholdsvis UTM32EURF89 og DVR90. Angivne koter i rapporten, referer de til DVR90.

Boringerne er udført som geotekniske boringer, i henhold til retningslinjerne i DGF Bulletin no. 14, Felthåndbogen, og der er foretaget følgende i forbindelse med borearbejdet:

- Laggrænser er registreret
- Udtaget omrørte prøver fra 0,2 m under terræn og efterfølgende pr. 0,5 meter i boringernes fulde dybde, dog minimum én prøve pr. lag
- Vingeforsøg i kohæsive aflejringer til vurdering af den udrænedede forskydningsstyrke, cfv.
- SPT for vurdering af lejringstæthed, ID, og indirekte jordens plane, karakteristiske friktionsvinkel, $\varphi_{p,k}$.
- I udvalgte boringer er der udtaget A-prøver og B-prøver der opbevares hos NIRAS
- Installeret pejlerør i dimensionerne $\varnothing 25$ mm til bestemmelse af vandspejlets beliggenhed
- Pejlerørene er beskyttet i terræn af et betonrør med dæksel for boringer N3-N5, N8, N11 og N14. Pejlerørene i boring N6, N7, N9 og N10 stikker op over terræn.

CPTu-tryksonderingerne er udført i henhold til DS/EN ISO 22476-1 og der er under nedpresningen af sonden registreret følgende:

- Spidsmodstand, q_c
- Poretryk, u
- Kappemodstand, f_s

2.4 Laboratorieundersøgelse

NIRAS har udført laboratorieundersøgelser og har foretaget følgende:

- Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse i henhold til DGF-bulletin 1, rev. 3. februar 2009.
- Bestemt det naturlige vandindhold, w (%)
- Bestemt naturlig rumvægt på udtagne intaktprøver (B-rør)

- Bestemt plasticitetsindeks på udvalgte prøver
- På et udvalgt A-rør er der udført konsolideringsforsøg samt svelforsøg

Kalkindholdet er skønnet på alle prøver ved tilsætning af fortyndet saltsyre. Såfremt der ikke forekommer kalk i prøven, angives dette ikke på boreprofilen. Geo har bestemt kalkindholdet på udvalgte prøver og de er udført iht. ASTM D4373-02.

Geo har udført forsøg til bestemmelse af plasticitetsindekset på udvalgte prøver fra boring 14. Forsøgene er udført iht. DS/CEN ISO/TS 17892-12: 2004.

Resultaterne af felt- og laboratoriearbejdet er optegnet på et geoteknisk boreprofil og CPT-profil, der er vedlagt som Bilag 1. Hvor der både er udført CPT og boring, fremgår spidsmodstanden og det beregnede friktionsforhold ligeledes af det geotekniske boreprofil. Signaturer og definitioner fremgår af Bilag A og for CPT-profilerne af Bilag B. Forsøgsrapport for kalkindholdsforsøg, plasticitetsforsøg, konsoliderings- og svelforsøg er udarbejdet af GEO, og er vedlagt som bilag 2.

3 Resultater

3.1 Terrænforhold

Projektområdet ligger i hældende terræn mod syd. I den nordlige del af projektområdet er terrænkoten ved de udførte undersøgelsespunkter +39,7 og i den sydlige del er den +34,7. Nedrivningsprojektet var opstartet i forbindelse med udførelse af de geotekniske undersøgelser, hvorfor de registrerede terrænkoter muligvis ikke er repræsentative for omgivende terræn.

3.2 Jordbundsforhold

3.2.1 Generelt

De udførte og eksisterende undersøgelser giver det indtryk, at den glacielle lagserie er meget forstyrret af gletsjernes fremfart og det muligvis i en grad, at der er forekomst af foldede og skrånstillede lag. Konsekvensen heraf er at de enkelte boringer og sonderinger formentlig ikke er repræsentative for jordbundsforholdene inden for en særlig stor afstand, ref./1/-ref./4/.

Da lokaliteten er beliggende i bymæssig bebyggelse må der forventes vekslende mægtigheder af fyld som undersøgelserne viser evt. med indhold af beton, tegl, asfalt og lign., obstruktioner som brønde, ledninger m.m., som skal håndteres i forbindelse med jordarbejdet.

3.2.2 Bygning 1816

Under forskellige fyldmægtigheder træffes i boringerne N3, N4 og N5 intakt bæredygtig moræneler i kote +35,6 á +37,7 underlejret af glacial flage bestående af Viborg ler og Søvindmergel i boring N3, samt smeltevandssand, smeltevandsler og moræneler i boring N4 og N5. Den glacielle flage, består af meget fedt ler og der er truffet med glideflader.

I de eksisterende boringer 14002812/1 og 14002812/2 viser fyldmægtigheder til omtrentligt kote +39, hvorefter ret fedt til fedt ler træffes som er underlejret af morænesand og moræneler til boringerens bund.

3.2.3 Bygning 1810

Under fylden træffes i boring N8 intakte bæredygtige aflejringer i kote +35,6 bestående af moræneler til boringens bund.

I de eksisterende undersøgelser træffes der under fylden, moræneler/morænesand, som underlejres af sand, ler og silt. Boring 22 og CPT 21 i Ref. /4/.

3.2.4 Bygning 1790 (auditorium)

Under fylden træffes intakte bæredygtige aflejringer. I boring N11 træffes i kote +35,2 et tyndt lag fed smeltevandsler underlejret af moræneler og i N10 træffes moræneler i kote +35,6. Hvorefter der træffes vekselvist smeltevandssand, smeltevandsler og moræneler til boringernes bund.

3.2.5 Bygning 1791 (tårn)

Under fylden, bestående bl.a. af ret fedt til fedt ler, træffes intakte bæredygtige aflejringer i kote +31,6 bestående af moræneler. I moræneleret træffes glaciale flager af meget fedt ler som er enten af oligocænt eller eocænt oprindelse samt Søvind's Mergel flage. Herefter træffes meget fedt ler (Lillebælt'sler) som boringen stopper i. Det meget fedt ler er truffet med glideflader og kan være en flage. I den eksisterende boring 203695_25 som er udført ca. 25 m nordvest for boring 14, CPT13 og CPT14, hvor den glaciale flage træffes, er der truffet hovedsageligt moræneler med indslag af to glaciale flager i til boringens bund.

3.3 Grundvandsforhold

Boringerne er pejlet umiddelbart efter end borearbejde samt igen d. 2. september 2021 svarende til ca. 2 uger efter borearbejdets afslutning. Resultater af pejlerrunden d. 2 september fremgår af Tabel 2.

| Boring | Terrænkote (DVR90) | Pejling d. 2 september | |
|--------------------|--------------------|------------------------|--------------|
| | | m under terræn | Kote (DVR90) |
| N3, øvre magasin | +39,6 | 2,9 | +36,7 |
| N3, nedre magasin | | 3,0 | +36,6 |
| N4, øvre magasin | +39,5 | 2,6 | +36,9 |
| N4, nedre magasin | | 3,0 | +36,5 |
| N5, øvre magasin | +39,7 | 2,5 | +37,2 |
| N5, nedre magasin | | 3,2 | +36,5 |
| N6 | +39,5 | 2,4 | +37,1 |
| N7 | +38,7 | 2,6 | +36,1 |
| N8 | +38,7 | Tør | |
| N9 | +38,4 | 2,1 | +36,3 |
| N10 | +37,2 | 1,1 | +36,1 |
| N11, øvre magasin | +36,5 | 2,3 | +34,2 |
| N11, nedre magasin | | 0,6 | +35,9 |
| N14, øvre magasin | +34,8 | 1,9 | +32,9 |
| N14, nedre magasin | | 26,6 | +8,2 |

Tabel 2: resultat af pejlerrunde d. 2 september

Der må i de øvre jordlag samt over lavpermeable aflejringer (som ler) forventes årstids- og nedbørsafhængige, sekundære grundvandsspejl eller nedsivningshorisonter, hvorfor der må forventes højere liggende og sekundære vandspejl. Vandspejlene er indtegnede på boreprofilerne i bilag 1.

3.4 Plasticitets og kalkindhold

Plasticitetsindeks og kalkindholdet på de udvalgte prøver fremgår i Tabel 3.

| Boring/prøve | Dybde/kote m under terræn/DVR90 | Plasticitetsindeks % | Kalkindhold % |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|------------------|
| N14/70 | 8,3/+27,5 | 50,9 | 58,19 |
| N14/72 | 14,3/+21,5 | 61,4 | 7,69 |
| N14/73 | 17,3/+18,5 | 67,2 | 10,94 |

Tabel 3: Resultater af plasticitetsindeks og kalkindhold

3.5 Svelle og konsolideringsforsøg

Svelleforsøgene er udført på prøver fra 8,3 hhv. 14,3 m under terræn.

På prøven (Lab70) fra boring N14 fra 8,3 m under terræn, er et svelletryk på 110-120 kN/m² bestemt.

På prøven (Lab72) fra boring N14 fra 14,3 m u. t. er et svelletryk på 255 kN/m² bestemt.

Forsøgene er ikke færdiggjort endnu, så de endelige resultater præsenteres i en opdateret version af rapporten.

4 Vurderinger

4.1 Funderingsforhold

De trufne overside bæredygtigt lag for de udførte boringer er angivet i Tabel 4 Tabel 1.

| Boring | Terrænkote (DVR90) | Overside bæredygtigt lag | |
|--------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| | | m under terræn | Kote (DVR90) |
| N3 | +39,6 | 3,7 | +35,9 |
| N4 | +39,5 | 1,8 | +37,7 |
| N5 | +39,7 | 4,1 | +35,6 |
| N6 | +39,5 | 0,6 | +38,9 |
| N7 | +38,7 | 1,7 | +36,9 |
| N8 | +38,7 | 3,1 | +35,6 |
| N9 | +38,4 | 0,6 | +37,8 |
| N10 | +37,2 | 1,6 | +35,6 |
| N11 | +36,5 | 1,3 | +35,2 |
| N14 | +34,8 | 3,1 | +31,7 |

Tabel 4: De trufne overside bæredygtigt lag for de udførte boringer

De trufne overside bæredygtigt lag i de enkelte boringer varierer meget, og at dette skyldes stærkt varierende tykkelser af fyldlag efter at området har været bebygget og nogle bygninger er revet ned. Det betyder også at der lokalt kan være store fyldvariationer mellem boringerne.

Eksisterende nedlagte, ledninger og fundamenter m.v. skal fjernes i nødvendigt omfang før etablering af sandpudefundering og/eller fundamenter.

4.1.1 Bygning 1790 og 1791

For bygning 1790 vurderes der, at funderingen kan udføres som direkte fundering på moræneler. Dog kan der forventes afvigelser i overside bæredygtigt lag grundet nedrivning af eksisterende bygning, hvorfor der lokalt kan blive aktuelt med fundering på indbygget sandfyld (såkaldte sandpude) eller dybe fundamenter.

For bygning 1791 vurderes der, at byggeriets kompleksitet og store fundamentslaster sammenholdt med bundforholdene er så ugunstig, at det vurderes mest hensigtsmæssigt at udføre funderingen som pælefundering på rammede jernbetonpæle.

4.1.2 Bygningskompleks 181X

For bygningskomplekset 181X, som består af bygningerne 1816, 1815, 1814, 1813, 1812, 1811 og 1810, er der truffet vekslende jordbundsforhold med morænesand og moræneler i funderingsniveau.

For bygning 1810 vurderes der, at funderingen kan gennemføres som direkte fundering på sandet moræneler. Der er ved boring N8 truffet fyld til kote +35,6 hvorefter der er moræneler. Her kan funderingen enten udføres på indbygget sand (såkaldte sandpude) eller dybe fundamenter.

For bygning 1816, skal det undersøges, om det fede ler bliver aflastet i forbindelse med det nye byggeri. Såfremt leret bliver aflastet og der er risiko for svelning, skal bygningen pælefunderes. Ellers vurderes der, at fundamenter kan direkte funderes på sandet moræneler.

4.1.3 Bygningskompleks 183X

For bygningskomplekset 183X, som består af bygningerne 1831, 1832, 1834 (07A), 1834 (07D) og 1830 er der ikke udført geotekniske boringer for denne undersøgelse. Idet at grundlaget for jordbundsforholdene er dækkende af de eksisterende boringer. I de eksisterende geotekniske boringer er der truffet overjord og fyld i varierende dybder, herunder træffes generelt moræneler med indslag af morænesand, smeltevandssand og fedt smeltevandssler. Her skal der bemærkes, at der i sydøstlige del af bygning 1832 samt for 1830 er truffet fedt og meget fedt ler i funderingsniveau.

For bygning 1830 vurderes der, at funderingen kan gennemføres som enten direkte fundering på fedt ler eller som en dyb fundering, hvor det fede ler fjernes. Den dybe fundering kan enten udføres som en sandpude eller med dybe fundamenter på moræneler eller morænesand.

4.2 Projektering

Projektering af geotekniske konstruktioner skal ske iht. Eurocode 7 DS/EN 1997-1:2007 samt tilhørende DK:NA 2021.

Eftersom de tertiære leraflejringer er så højtliggende, vurderes det, at alle bygninger skal behandles i geoteknisk kategori 3.

4.2.1 Designgrundlag

Fastsættelse af designparametre er dels fremkommet ved tolkning af direkte målinger (vingeforsøg), dels ved tolkning ud fra konsolideringsforsøg, plasticitetsforsøg, CPT og dels ud fra erfaringsregler.

Anbefalede designparametre, rumvægt og konsolideringsmoduller for bygning 1790, 1810, 1816 og 1830 er angivet i Tabel 5.

| Aflejrning | γ/γ' kN/m ³ | $c_{u,k}$ kPa | c'_{k} kPa | φ'_{k} grader | E_{oed} MPa |
|--|---------------------------------------|------------------|---|--------------------------|---|
| Moræneler, sandet. For bygningskompleks 181X, 1834 (07A) | 21/11 | 100 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 32 | 25 |
| Moræneler, sandet. For bygning 1790 | 21/11 | 120 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 32 | 25 |
| Moræneler, sandet. For bygning 1830, 1831, 1832, 1834 (07D) | 21/11 | 200 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 32 | 50 |
| Moræneler, ret fedt. For bygningskompleks 181X, 1834 (07A) | 21/11 | 100 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 24 | 20 |
| Moræneler, ret fedt. For bygning 1790 | 21/11 | 120 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 24 | 20 |
| Sand, Sm Gc | 18/10 | - | - | 35-37 | 40-60 |
| Ler, Sm Gc | 19/9 | 350 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 24 | 45 |
| Ler, ret fedt, Sm Gc | 19/9 | 100 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 25 | 15 |
| Ler, fedt, Sm Gc | 19/9 | 100 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 23 | 15 |
| Morænesand | 21/11 | - | - | 35 | 40 |
| Ler, meget fedt Sm Gc | 19/9 | 200 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 20 | 25 |
| Moræneler, ret fedt | 21/11 | 100 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ | 28 | 25 |
| Meget fedt ler, glacial flage bestående af Søvindmergel. Over kote +24 | 19/9 | 150 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ dog maks. 20 MPa * | 17* | $0,15\sigma'_{A}+4$ dog maks. 50 MPa**** |
| Meget fedt ler, glacial flage bestående af Lillebæltssler. Under kote +24 | 19/9 | 150 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ dog maks. 30 MPa * | 20* | $0,85\sigma'_{A}+4$ dog maks. 50 MPa**** |

Tabel 5: Anbefalede designparametre til direkte fundering

* ref. /4/

**værdien forventes at blive revideret når resultaterne fra det sidste oedometerforsøg modtages

I boring N3 er der truffet slappere moræneler på hhv. 55 kPa og 80 kPa i hhv. kote +31,8 og kote +32,8 hvorfor fundamentene skal kontrolleres for gennemlokning.

For bygninger som funderes på moræneaflejringer som er vurderet til at være sandet moræneler, anbefales der, at undersøge både for udrænet tilfælde med udrænedede forskydningsstyrker som angivet i Tabel 5 og drænet tilfælde med $\varphi'_{k} = 38$ grader og $c'_{k} = 0$ kPa.

Anbefalede designparametre, rumvægt og konsolideringsmoduller til pælefundering for bygning 1791 er angivet i Tabel 6.

| Aflejrning | γ/γ' kN/m ³ | $c_{u,k}$ kPa | φ'_{k} grader |
|--|---------------------------------------|------------------|--------------------------|
| Moræneler, sandet. Over kote +27 | 21/11 | 100 | - |
| Moræneler, ret fedt, over kote +27 | 21/11 | 100 | - |
| Moræneler, sandet. Under kote +27 | 21/11 | 500 | - |
| Moræneler, meget fedt | 21/11 | 300 | - |
| Meget fedt ler, glacial flage. Over kote +24 | 18/8 | 250* | - |

| | | | |
|--|------|----------|---|
| Meget fedt ler, glaciale flage. Under kote +24 | 19/9 | 250-700* | - |
|--|------|----------|---|

Tabel 6: Designparametre for pælefundering for bygning 1791

* $c_{u,k}$ kan benyttes til overflademodstanden. Ved benyttelse af spidsbæreevne skal den reduceres til $1/3c_v$.

Til brug ved dimensionering af midlertidig afstivning ved bygning 1791 og 1816 kan der generelt anvendes styrkeparametrene som angivet i Tabel 7.

| Aflejring | γ/γ' kN/m ³ | Udrænede | Drænede | |
|--|---------------------------------------|------------------|---------------------|--|
| | | $c_{u,k}$ kPa | ϕ'_k grader | c'_k kPa |
| Fyld | 20/10 | - | 25 | 0 |
| Moræneler, sandet. Over kote +27 | 21/11 | 100 | 32 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ |
| Moræneler, ret fedt, over kote +27 | 21/11 | 100 | 24 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ |
| Moræneler, sandet. Under kote +27 | 21/11 | 500 | 32 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ |
| Moræneler, meget fedt | 21/11 | 300 | 19 | $0,1 \cdot c_{u,k}$ |
| Sand, Sm Gc | 18/10 | - | 37 | - |
| Meget fedt ler, glaciale flage. Over kote +24 | 18/8 | 250* | 17** | $0,1 \cdot c_{u,k}$ ** maksimalt 20 kPa |
| Meget fedt ler, glaciale flage. Under kote +24 | 19/9 | 250-700* | 20** | $0,1 \cdot c_{u,k}$ ** maksimalt 30 kPa |

Tabel 7: Styrkeparametre til design af midlertidig afstivning ved bygning 1791

*. Ved benyttelse af passivt og aktivt jordtryk skal den reduceres som angivet i afsnit 4.2.1.1

** ref. /4/

Ved dimensionering af midlertidige afstivninger skal der tages hensyn til last fra opfyldning, trafiklast, materialeoplæg, kraner, eksisterende fundamenter og andre laster af betydning for afstivningen. Ved aflastning og aktivt jordtryk sættes $c' = 0$ kPa.

Der henvises til boreprofilerne for mere detaljerede parametre samt i de efterfølgende afsnit.

4.2.1.1 Styrkeparametre

Der er målt vingestykker ved traditionelle vingeforsøg i de udførte geotekniske borer.

De målte vingestykker c_{fv} kan anvendes til udledning af den udrænede forskydningsstyrke c_u i kohæsive aflejringer vha. formlen $c_u = \mu \cdot c_{fv}$. Den generelle erfaringsgrundlag foreslås anvendt $\mu \approx 1,0$ for moræneler og smeltevandsler, mens der for glaciale flager af meget fedt Palæogent ler, jf. ref. /1/-/4/ afhængig af den betragtede grænsetilstand:

- Direkte fundering, jordtryk mm
 - $c_u = c_{fv}$ for $c_{fv} < 40$ kN/m²
 - $c_u = 40$ kN/m² for $40 < c_{fv} < 120$ kN/m²
 - $c_u = 1/3 c_{fv}$ for $c_{fv} \geq 120$ kN/m²
- Overflademodstand på pæle
 - $c_u = c_{fv}$, dog maksimalt 500 kPa

Den udrænede forskydningsstyrke kan også udledes af CPT-sonderingerne. Med baggrund i kalibrering mellem vingeforsøg og tilhørende målt spidsmodstand. I CPT-sonderinger, foreslås for omregning af spidsmodstanden til vingestykker, c_{fv} , anvendt følgende formel:

$$c_{fv} = \frac{q_c}{N_k}$$

Hvor q_c er den målte spidsmodstand
 N_k er en korrelationsfaktor

Ved tolkning af CPT-sonderingerne sammenholdt med de udførte vingeforsøg i borerne foreslår NIRAS anvendt følgende N_k -værdier til fastlæggelse af vingestyrken c_{fv} :

$N_k \approx 7$ for glaciale flage.

$N_k \approx 10$ for moræneler

Ved tolkning af N_k -værdien ud fra CPT13 er den for moræneleret registreret med en værdi på 8. Dog skal ovenstående N_k -værdier benyttes med forsigtighed og sandsynligt kun for CPT13 og CPT12, idet Geo har udledt anderledes N_k -værdier på hhv. 10 for moræneler og 6 for det palæogene ler for området, se ref./4/.

Gældende for beregning af overflademodstand på pæle er $c_u = c_{fv}$ – dog maksimalt 500 kN/m².

For CPT'er i sand den effektive friktionsvinkel φ' vurderet ud fra den målte spidsmodstand med korrelation DS/EN 1997-2 annek D2:

- $\varphi'_k = 13,5 \cdot \log(q_c) + 23$

For leraflejring er den effektive friktionsvinkel φ' vurderet ud fra målte plasticitetsindeks og vurderede plasticitetsindeks afhængigt af lerets bedømte fedhed: Moræneler og ler:

- $\varphi'_k = 45 - 15 \log(I_p)$

4.2.1.2 Stivhedsparametre

For CPT'er i sand er deformationsparametre udledt i henhold til nedenstående, gældende for normalt konsoliderede aflejringer;

- $E_{oed} = 4 \cdot q_c$ MPa, for $q_c < 10$ MPa
- $E_{oed} = 2 \cdot q_c + 20$ MPa, for $10 \text{ MPa} > q_c < 50$ MPa
- $E_{oed} = 120$ MPa, for $q_c > 50$ MPa

Iht. ref./4/ foreslås der for Søvindmergel foreslås forudsat $E_{oed} \sim 0,150 \sigma'_A + 4$ – dog maks. $E_{oed} = 50$ MPa, hvor σ'_A er den mindste aflastningsspænding,

For moræne- og smeltevandsler foreslås foreløbig udledt konsolideringsmodul ud fra udtrykket: $E_{oed} = 4000 \cdot c_{fv} / w$

4.2.2 Direkte fundering

For bygning 1830 og 1810 er der ikke på dette tidspunkt ved skrivning af denne rapport, kendskab til funderingsniveau af de eksisterende fundamenter. Såfremt de nye fundamenter udføres i et højere end eksisterende fundamenter, skal det kontrolleres at eksisterende kældervæggene kan modstå trykket fra de nye fundamenter. Alternativ kan de nye fundamenter føres dybere. Der henvises til SBI 231, afsnit 3.1.1.

Såfremt der funderes dybere end eksisterende fundering, skal det vurderes, hvorvidt der skal foretages understøbning, afstivning eller anden foranstaltning for at sikre at ikke underminere eksisterende fundamenter. Såfremt de eksisterende fundamenter skal forstærkes, kan dette tilvejebringes ved hjælp af f.eks. påstøbning og/eller understøbning af eksisterende fundamenter eller lignende. Udgravningen til understøbning af eksisterende fundamenter skal ske i henhold til SBI 231 afsnit 8.2.2.

Undersøgelsen for gennemlokning skal gennemføres ved en antagelse af trykspredning 1:4 fra fundamentsunderkant, og samtidig skal det sikres, at de beregnede sætninger ikke overstiger det acceptable. Såfremt gennemlokning forekommer foretages en udskiftning af de bløde aflejringer til fornøden dybde, der erstattes med velkomprimeret rent sand i et omfang som beskrevet under afsnit 4.1.1. Alternativt kan fundamentet gøres større.

Hvor der er truffet bæredygtige aflejringer under funderingsniveau skal det udskiftes i et omfang bestemt af flader hældende 1:1,5 vandret fra fundaments underkant til skæring med udskiftningsniveau. Herefter indbygges sandfyld, som kontrolleres fra overside bæredygtigt lag til underside af terrændæk/gulv. Det anbefales at udføre komprimeringskontrol på det først udlagte lag til fastlæggelse af maksimal tykkelse, antal overkørsler samt komprimeringsmateriel. Sandet til sandpuden skal være fri for organisk indhold (glødetab < 1 %) samt ler og silt, idet der højst bør være 9 % med kornstørrelse mindre end 0,063 mm. Det anbefales at sandet udlægges i lag af højst 30 cm tykkelse, dog afhængig af komprimeringsmaterialet, og komprimeres omhyggeligt efter fornøden vanding i tørre perioder.. Der henvises til SBI 231, afsnit 7.4. Hvor der funderes i intakte sandaflejringer/indbygget sandpude, vurderes det at fundamenter kan projekteres for en karakteristisk plan friktionsvinkel på $\varphi_{p,k} = 37^\circ$. Jordparametre for tilkørt sand er dog leverandørafhængigt.

Fundering på fedt og meget fedt ler skal ske under hensyntagen til udtøringsikker dybde samt bevoksning og der kan derfor være tale om ekstrarundering. Det fundne fede ler vurderes udtøringsfølsomt, hvorfor det anbefales at øge funderingsdybden til 1,2 m u. t. De nederste 0,3 m støbes direkte mod intakt jord og herover ilægges fundamentet 0,2 % gennemgående armering foroven og forneden. Planum for gulve afdækkes med damp tæt folie. Der henvises i øvrigt til SBI Byg-Erfa blad 94 09 13: Sætningsskader forårsaget af træer. Ovennævnte anbefalinger er stærkt afhængig af bevoksning nær fundamenter samt lerets plasticitetsindeks, Ip.

4.2.3 Pælefundering

Pælefundering skal undersøges i brudgrænsetilstanden (ULS) såvel som i anvendelsesgrænsetilstanden (SLS).

Med de trufne bundforhold vil pælene være overfladebærende, såkaldte adhæsiionspæle, og bæreevnen kan derfor fastsættes ved geostatisk beregning baseret på jordparametre. Retningslinjer for geostatisk beregning findes i DS/EN 1997-1, DK/NA:2021, annek L.

Fastlæggelse af pæles bæreevne skal ske under hensyntagen til gruppevirkning ved tætstående pæle. Der kan regnes med den fulde bæreevne af den enkelte pæl i tryk, såfremt summen af de enkelte pæles omkreds i en pælegruppe er mindre end den samlede omkreds af pælegruppen. Gruppevirkning i træk afhænger af forankringskapaciteten for jordlegemet omkring pælene, og kræver en konkret vurdering for funderingsprojektet.

For en lodret, 18 m lang rammet 30 x 30 cm², uasfalteret jernbetonpæl fås ved indledende geostatisk beregning regningsmæssige pælebæreevner i brudgrænsetilstanden (ULS), iht. DS/EN 1997-1:2007 DK:NA 2021, annek L, kan overslagsmæssigt opnå en trykbæreevne på 1200 kN og trækbæreevne 600 kN.

Det skal sikres, at de benyttede pæles indre bæreevne er tilstrækkelig.

De anviste pælebæreevner skal reduceres såfremt der etableres tiltag for at reducere overflademodstanden og dermed minimere svellekræfter overført til pælen. En reduktion af svellekræfter kan ske ved asfaltering af den tilsvarende svellezone på pælene, hvilket vil mindske trykbæreevnen, men øge trækbæreevnen.

Svullekræfter på pælene i anvendelsesgrænsetilstanden kan bestemmes som den mindste værdi af (1) den øvre karakteristisk værdi af overflademodstanden i svellezonen eller (2) det totale svulletryk i udgravningen fordelt på pælene sådan, at trækkræfterne regnes proportional med afstanden, a , til nabopæle. Dvs. svullekraften for kvadratisk placerede pæle kan bestemmes som: svulletrykket $\times a^2$. Svullekræfter på den enkelte pæl kan således også reduceres ved at ramme flere pæle, til at fordele svullekraften.

Såfremt de nedadrettede laster er mindre end svullekræfterne, skal trækkræfterne optages som overflademodstand i jordlagene under svellezonen.

Når et endeligt projekt er fastlagt, kan der foretages nærmere vurdering af pælebæreevner vha. geostatisk beregning, hvor der kan anvendes de i Tabel 6 angivne parametre, ligesom der henvises til de respektive boreprofiler og CPT-sonderinger.

Bæreevnen af pælene kan øges såfremt der udføres pælebelastningsforsøg eller stødbølgemålinger på pælene, da der vil ske en reduktion af korrelationsfaktoren, ξ , jf. afsnit 5.6.3 i EC7/NA 2021.

4.2.3.1 Deformationer

Undersøgelse af anvendelsesgrænsen (SLS) skal ske ved detaljerede deformationsanalyser under hensyntagen til hævnings (svulning af leret) samt sætninger (opfyldning over nuværende terræn samt bygningslast).

Svulning af leret medfører, at der overføres en opadrettet kraft (træk) til pælene, svarende svulletrykket, jf. afsnit 3.5.3.5 Svulning og konsolideringsforsøg. Dette kan resultere i, at pælelængden skal forlænges i fornøden omfang under svellezonen i forhold til de beregnede bæreevnen i brudgrænsen (ULS).

Udgravning til kælderen medfører aflastning og svulning af leret, hvilket vil resultere i hævnings af betonstensbelægningen i p-kælderen. Hvor kælderen er med en traditionel betongulvløsning vil der forekomme svulletryk på betonpladen som skal kunne optages og fordeles ud til pælene som trækkræfter. Alternativt kan gulvkonstruktionen etableres fritspændende (med hulrum) mellem pælefunderede fundamentsbjælker. Isolering, ledninger m.m. ophænges.

Der skal undersøges, om svulletrykket kan optages i konstruktionen ved tilstrækkelig egenvægt eller trækcapacitet i pælene.

4.2.4 Kælder

Jordtrykspåvirkede konstruktioner skal dimensioneres i såvel brudgrænsen som i anvendelsesgrænsen og ved betragtning af både den midlertidige og permanente situation.

I brudgrænsen (ULS) forslås der anvendt aktivt jordtryk, mod at der kan accepteres bevægelser iht. DS/EN 1997-1, anneks C. Alternativt skal der anvendes værdier af jordtryk mellem aktiv/passiv jord samt hviletryk, der bestemmes ved interpolation iht. DS/EN 1997-1, anneks C. Konservativt kan der anvendes hviletryk.

I anvendelsesgrænsen (SLS) forslås jordtryk bestemt ved betragtning af hviletryk, da konstruktionen betragtes som ueftergivelig med deformationer mindre end 0,5‰ af konstruktionens højde, jf. DS/EN 1997-1, afsnit 9.5.2. Hviletrykkoefficienten, K_0 , kan for friktionsjord med vandret jordoverflade bestemmes som:

$$K_0 \approx 1 - \sin\left(\frac{\varphi_k}{1,1}\right)$$

Projektering af jordtrykspåvirkede konstruktioner skal foretages under hensyn til komprimering af opfyldning, ophobning af vandtryk, trafiklast eller anden last af betydning for konstruktionen.

4.2.5 Permanent tørholdelse

Det registrerede vandspejl er beliggende over kældergulvsniveau for bygning 1790 og 1791, hvorfor den permanente tørholdelse af kælderen vurderes sikret ved at udføre som en vandtæt konstruktion. Dette kan eventuelt udføres til en given dybde under terræn, hvor der etableres maksimaldræn med et drænende lag i hele væghøjden.

For bygningerne 1810, 1816 og 1830 er de registrerede vandspejl er generelt beliggende under fundamentsniveau, hvorfor den permanente tørholdelse, anbefales sikret ved under gulve at etablere et flade-/netdræn, som forbindes med omfangsdræn langs ydre vægge der forbindes til kloak.

Der henvises til retningslinjer for projektering i *Norm for dræning af bygværker mv., DS436:1993*.

Erfaringer med vandtilstrømning/afsækning i den midlertidige situation kan evt. inddrages til projektering af drænsystemet.

Ved ekstreme regnhændelser, hvor vandspejlet er højerestående, må der forventes etableret en nødløsning for at tørholde kælderen.

4.2.6 Fremtidige sætninger

Ved direkte fundering på de trufne intakte aflejringer eller på indbygget sandpude, skal fremtidige sætninger vurderes for byggeriets/anlæggets funktion.

4.2.7 Projekteringsrapport

Jævnfør DS/EN 1997-1, afsnit 2.8 skal der udarbejdes en projekteringsrapport, med bl.a. forudsætninger, anvendte parametre og geotekniske beregninger, hvortil denne rapport kan være et bilag.

5 Udførelse

5.1 Midlertidig tørholdelse

For udgravning ved bygning 1816 vurderes der, at det vil komme tilstrømmende vand fra højere beliggende niveau til de permeable øvre magasiner er tømte på vand. Såfremt tidsplaner tillader det, kan vandhåndteringen ske successivt med pumpe-sumpe i forbindelse med udgravningen samt suppleres med drænslange i skrånningen. Ellers skal der etableres sugespids som er tilkoblet vacuumanlæg forud udgravningen. Sugespidsene skal etableres omkring

udgravningen og køre i 1-2 uger før opstart af udgravningen. I bunden af gravningen skal der forventes, at eventuel tilstrømmende vand kan fjernes ved direkte lænsning.

Forud udgravning til bygning 1790, skal der etableres aflastningsboringer som er tilknyttet underliggende sandlagene, for at undgå grundbrud. Ligesom ved udgravning til bygning 1816, forventes der, at der kan komme tilstrømmende vand fra permeable øvre magasiner. Her skal der ligeså, fastlægges hvis der i tidsplanen kan accepteres ventetider på at lænse vandet i forbindelse med udgravningen eller der skal etableres sugespidsanlæg forud udgravningen.

For bygning 1791, skal der etableres afskærende midlertidig afstivning forud udgravning. Tilstrømmende vand forventes håndteres via drænrender forbundet til pumpe-sumpe fra udgravningsbunden.

For bygning 1810 og 1830 skal der graves ud over registreret vandspejl i lavpermeable aflejringer. Her forventes der, ikke blive udfordrende med tilstrømmende vand. Tilstrømmende vand kan efter al sandsynlighed bortledes via drænrender forbundet til pumpe-sumpe.

Ved udgravning i fedt og meget fedt ler, skal det leret beskyttes mod overfladevand. Her anbefales der, at udgravningen tildækkes hurtigst muligt.

Generelt må der, specielt i våde perioder, forventes at være sekundære vandspejl i og over moræneleret. Sekundære vandspejl og tilstrømmende vand kan efter al sandsynlighed bortledes vha. et rallag i bunden af udgravningen, hvori der kan foretages en direkte lænsning.

5.2 Eksisterende forhold

Ved udgravning til bygning 1830 og 1810 vil udgravningen ske lige op mod eksisterende bygninger. Udgravningen må ikke underminere eksisterende fundamenter. Det skal desuden sikres at udgravninger eller etablering af vægge ikke forårsager utilladelige deformationer af eksisterende bygninger.

5.3 Udgravningsforhold

Ved kortvarige udgravninger over vandspejl og uden belastning, vurderes det at skråningsanlæg kan stå stejlt (anlæg <1), så længe kravene iht. arbejdsmiljølovgivningen er overholdt. Der henvises i øvrigt til SBI 231, afsnit 8.1.

Ved skråninger over og under vandspejl, belastede eller permanente skråninger, skal udgravningsanlæg projekteres således, at der er sikkerhed mod brud iht. Eurocode 7: Geoteknik (DS/EN 1997-1:2007). Der skal tages højde for, fedt og meget fedt ler tæt på overfladen.

Bortskaffelsen af overskudsjord skal anmeldes til Aarhus Kommune. Ren jord og forurennet jord skal bortskaffes til godkendt jordmodtager.

5.4 Tilfyldning

Der må ikke indbygges frosne materialer eller tilfyldes på frossen jord.

5.5 Midlertidig afstivning

Såfremt plads- eller stabilitetsforholdene ikke tillader en fri udgravning mod naboejendomme, eksisterende fundamenter, konstruktioner, bygværker, anlæg, ledninger eller lign, skal der etableres midlertidig afstivning.

Afstivningen kan f.eks. udføres som gravekasse, københavneræg eller spunsvæg. (Ved særlige dybe udgravninger i

nærheden af eksisterende ejendomme skal der anvendes særlig stive afstivninger for at hindre deformation, f.eks. kan forankret spuns eller boret sekantpælevæg anvendes.)

5.6 Naboforhold

Grundvandssænkning, komprimering, pæleramning, spunsning m.v. kan indebære en vis risiko for beskadigelse af nærliggende bygninger og anlæg. Dette kan forstærkes af dårlig/mangelfuld fundering af nabobygninger.

Anlægsarbejdet skal derfor mindst 14 dage før arbejdets opstart varsles iht. Byggelovens § 12.

Det anbefales derfor, at der foretages en besigtigelse, evt. suppleret med en fotoregistrering, for at klarlægge nærliggende konstruktioners tilstand og funderingsforhold, hvorved der kan foretages de nødvendige foranstaltninger.

5.6.1 Pæleramning

Pæleramningen kan forårsage støj og vibrationer og skal udføres under hensyntagen til eksisterende byggeri.

Der skal tages hensyn til, at der kan forventes volumenfortrængning af jorden i forbindelse med pæleramning, hvilket kan forårsage opskydning af jorden omkring og i nærheden af pælene. Hævningerne kan forventes at have en udbredelse udenfor udgravningen og det anbefales derfor, inden opstart på pæleramning, at foretage indmåling af nærmeste ejendomme. Det anbefales desuden at supplere med nivellement under og umiddelbart efter pæleramning.

5.6.2 Letbanen

Projektområdets beliggenhed er tæt på Letbanen, hvorfor letbanens regler ift. arbejde skal overholdes.

Totalentreprenøren skal sørge for, at de udførende af byggegrube og pæle har udarbejdet en risikovurdering og evt. CSM-vurdering. Der anbefales, at der tidligt indledes en dialog med Aarhus Letbane og afklare hvordan de ønsker det skal håndteres.

5.6.3 Prøveramning og PDA-måling

Der skal foretages prøveramning af et antal prøvepæle. Det anbefales at prøveramme ca. 10 % af det samlede antal pæle. Prøvepælene fordeles jævnt over hele byggefeltet, hvoraf det anbefales at placere en prøvepæl tæt ved hver af de udførte boringer og CPT-sonderinger.

Der anbefales fuld rammejournal for prøvepæle.

Indramningsresultaterne for prøvepælene kan give udtryk for en variation i jordbundsforholdene. Ved prøveramningen kan det ligeledes konstateres, om der er væsentlig rammemodstand, som kan besværliggøre og forhindre ramning.

For de aktuelle jordbundsforhold vil indramningsresultaterne efter al sandsynlighed ikke kunne give de forventede pælebæreevner, som er fremkommet ved de indledende geostatistiske beregninger. Bæreevnen i ler, og særligt i fed ler, vil i forbindelse med ramning og de første dage herefter være lav, og der kan efterfølgende forventes væsentlig regeneration af bæreevnen. Prøveramningen anbefales derfor planlagt således, at der kan foretages PDA-målinger på udvalgte pæle, som kan anvendes til projektering og valg af pælelængder. Alle PDA-målinger suppleres med CAPWAP-analyser.

PDA-målinger bør udføres tidligst 4 dage og med fordel gerne 14 dage efter ramning, så regenerationen kan registreres. Der kan foretages fremskrivning af regenerationen, såfremt der også foretages PDA-måling umiddelbart efter ramning, hvorefter der suppleres med PDA-måling f.eks. 30 dage efter.

5.7 Eksisterende fundamenter

I forbindelse med renovering af de eksisterende bygninger bør en undersøgelse planlægges, hvor de eksisterende forhold ved de eksisterende fundamenter belyses. De eksisterende forhold bør dokumenteres via håndboringer med vingeforsøg og/eller rammesonderinger, og resultaterne indgå i renoveringsprojektet..

5.8 Arbejdsmiljø

I forbindelse med anlægsprojektet skal der foretages udgravninger tæt på nabobygninger, håndtering og udgravning tæt på eksisterende ledninger, anlæg og Letbane samt ramning af pæle og spuns. Disse emner skal som minimum indgå i kortlægning af arbejdsmiljøforholdene samt håndteres i Plan for Sikkerhed og Sundhed (PSS).

5.9 Tilsyn, kontrol og overvågning

Jævnfør DS/EN 1997-1, 2.8, (4)P skal projekteringsrapporten indeholde en plan for geoteknisk tilsyn, så det kan eftervises, at de geotekniske forudsætninger er opfyldt. Der skal ligeledes foretages nødvendig overvågning/monitoring og eventuelle kontrolundersøgelser.

Det anbefales at der foretages følgende:

- Forud for anlægsarbejde (pæleramning m.m.) foretages fotoregistrering af naboejendomme og registrering af skader på eksisterende bygninger
- Opsætning af vibrationsmålere på nærmeste bygninger.
- Kontrol af pælenes bæreevne, se afsnit 5.6.1

6 Afsluttende bemærkninger

I det omfang det ønskes, står NIRAS selvsagt til rådighed for videre drøftelse af geotekniske/funderingsmæssige eller miljømæssige spørgsmål i sagen. NIRAS kan for eksempelvis være behjælpelig med:

- Geoteknisk projektering
- Geoteknisk udgravningskontrol
- Geoteknisk tilsyn

Såfremt bygning 1816 skal pælefunderes, er der behov for udførelse af supplerende og længere boringer

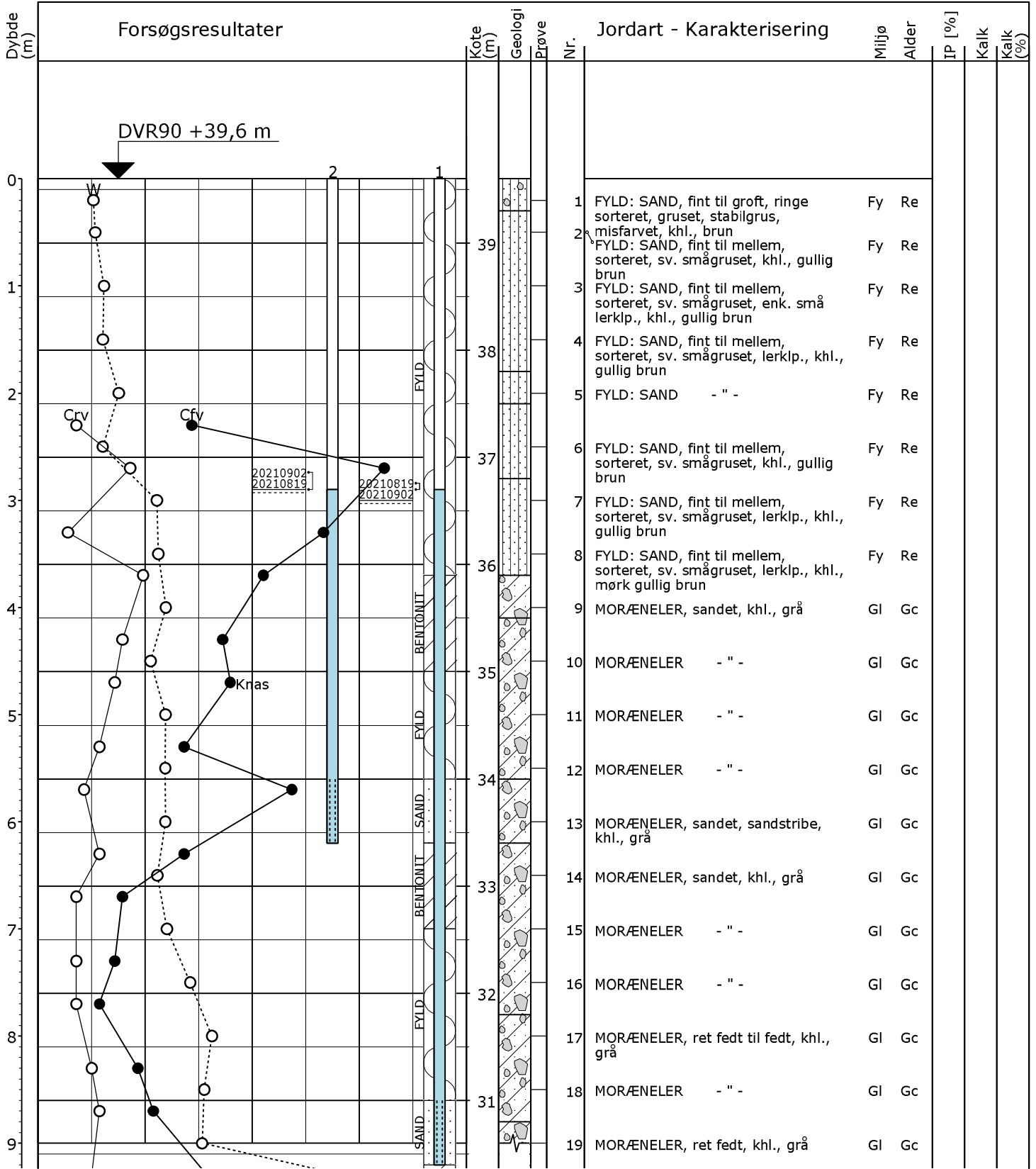
7 Referencer

- /1/ *Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C – P-kælder B1*, udført af Geo, dateret januar 2020 med sagsnr. 203695. Rapport 2, rev 3.
- /2/ *Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C – Forsyningsledninger og byggegruber*, udført af Geo, dateret januar 2020 med sagsnr. 203695. Rapport 3, rev 3.
- /3/ *Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C – Midterste passage*, udført af Geo, dateret februar 2020 med sagsnr. 203695. Rapport 4, rev 2.
- /4/ *Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C – Auditorier*, udført af Geo, dateret februar 2020 med sagsnr. 203695. Rapport 5, rev 2.

- /5/ Aarhus. Hospitalsgade, udført af Geo, dateret oktober 2018 med sagsnr. 202947
- /6/ Århus Kommunehospital, udført af Geo, dateret juni 1973 med sagsnr. Å73176
- /7/ Århus Kommunehospital, udført af Geo, dateret september 1977 med sagsnr. Å77310
- /8/ Århus. Finsensgade, udført af Geo, dateret juni 1991 med sagsnr. 14005381
- /9/ Århus. Nørrebrogade, udført af Geo, dateret maj 1995 med sagsnr. 14010944
- /10/ Århus. Nørrebrogade, udført af Geo, dateret december 1994 med sagsnr. 14010385
- /11/ Århus. Randersvej 650, udført af Geo, dateret januar 1993 med sagsnr. 14008202
- /12/ Tunneler under Nørrebrogade, Aarhus, udført af COWI, dateret februar 2014 med sagsnr. A038360-004
- /13/ Århus Universitetshospital, Fase 0-13 Fame, udført af Rambøll, dateret februar 2009 med sagsnr. 0972905
- /14/ Århus Nørrebrogade, udført af Geoteknisk Institut, dateret maj 1987 med sagsnr. 14002812

Bilag 1

Boreprofiler og CPT-profiler



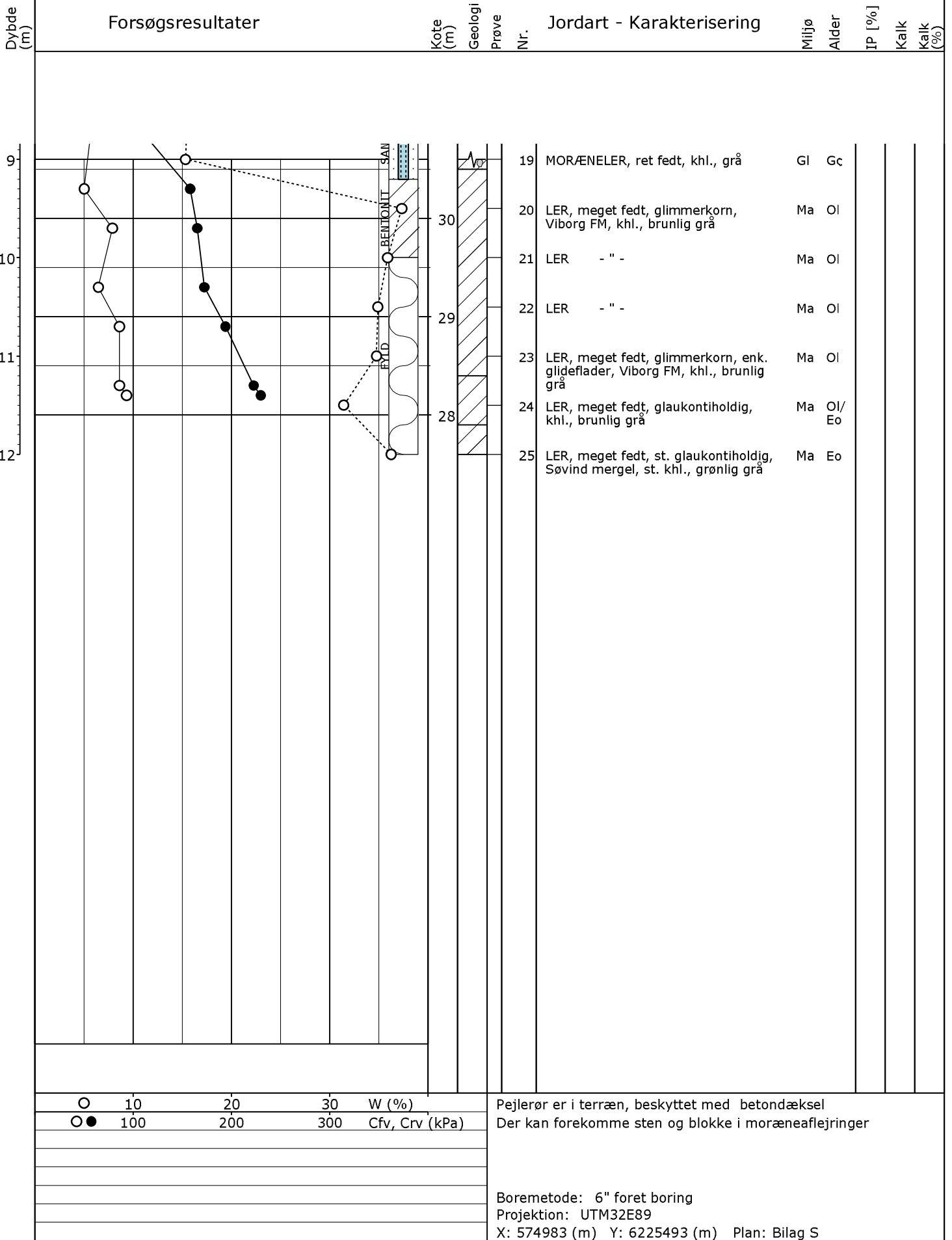
| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|----------------|---|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) | |
| Boremetode: 6" foret boring Projektion: UTM32E89 X: 574983 (m) Y: 6225493 (m) Plan: Bilag S | | | | | |

Sag: 10412040 BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.09 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N3

Udarb. af: ELMY Kontrol: PHN/KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.1 S. 1/2

GeoGIS2020 20.02.96 PSTG 17-09-2021 04:38:28



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.09 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N3

Udarb. af: ELMY

Kontrol: PHN/KHO Godkendt: ELMY

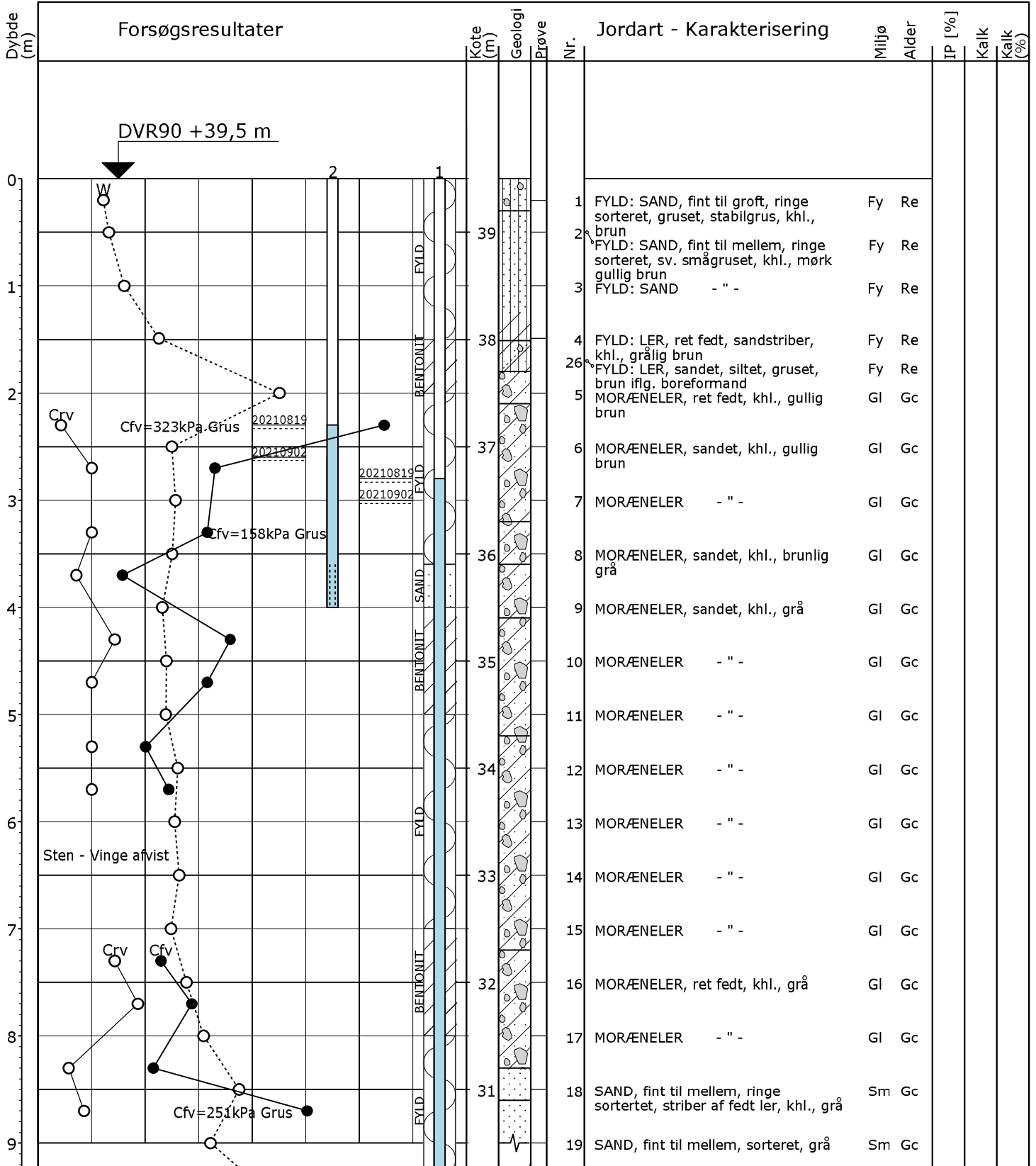
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.1

S. 2/2

NIRAS

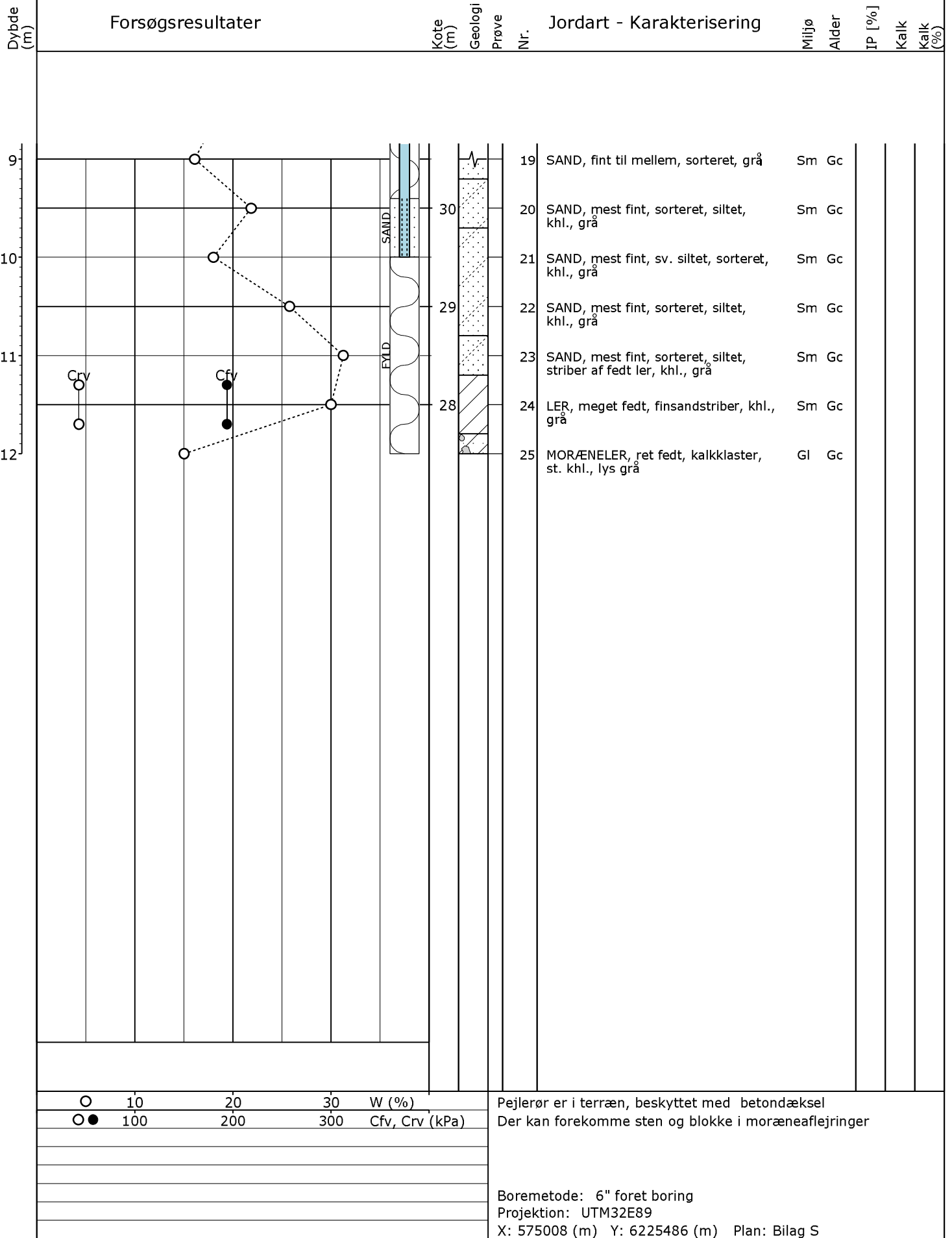
Boreprofil



| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|----------------|---|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) | |
| Boremetode: 6" foret boring Projektion: UTM32E89 X: 575008 (m) Y: 6225486 (m) Plan: Bilag S | | | | | |

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.10 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N4
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.2 S. 1/2

GeoGIS2020 20.02.96 PSTG 17-09-2021 04:38:34



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.10 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N4

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

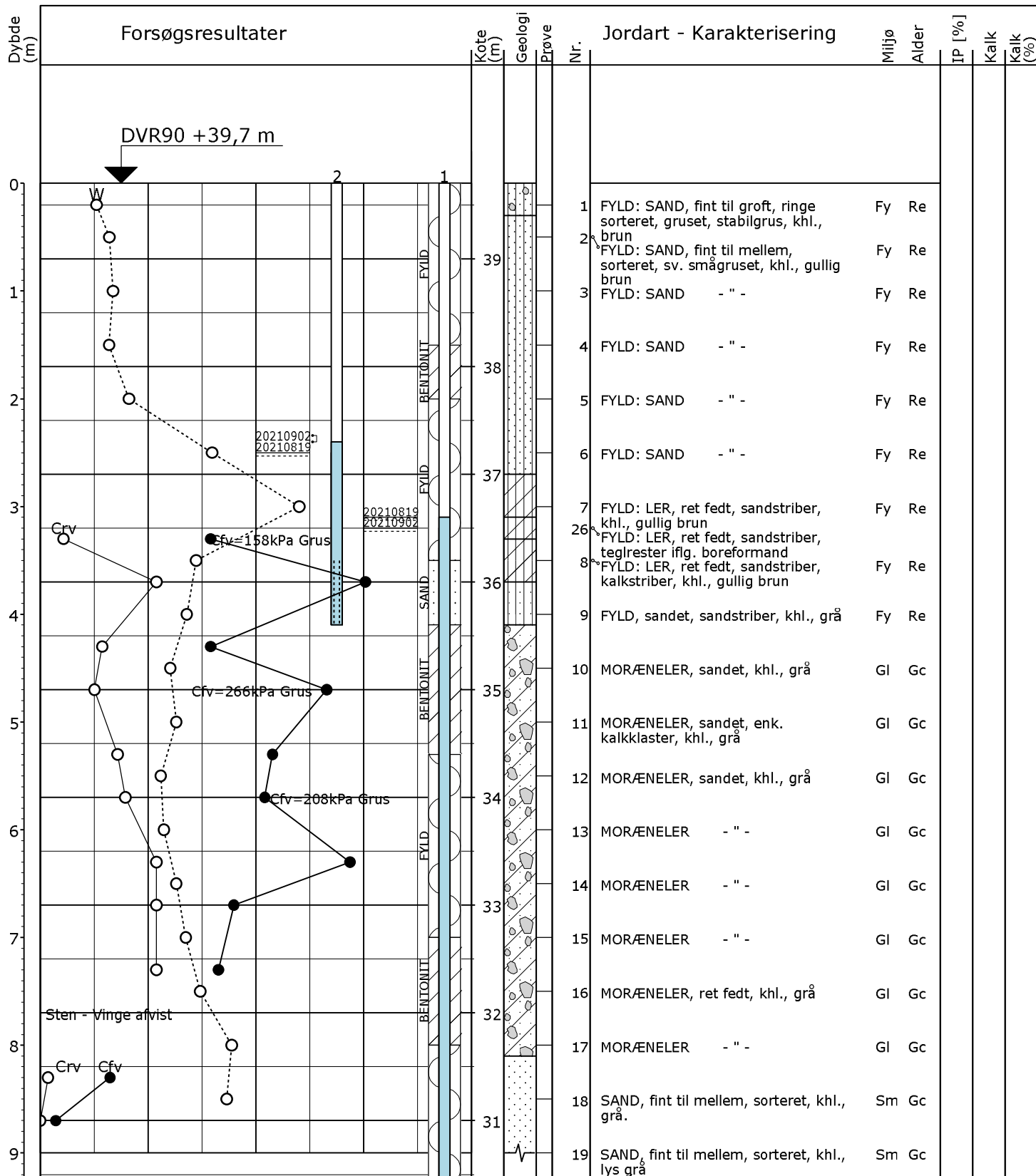
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.2

S. 2/2

NIRAS

Boreprofil

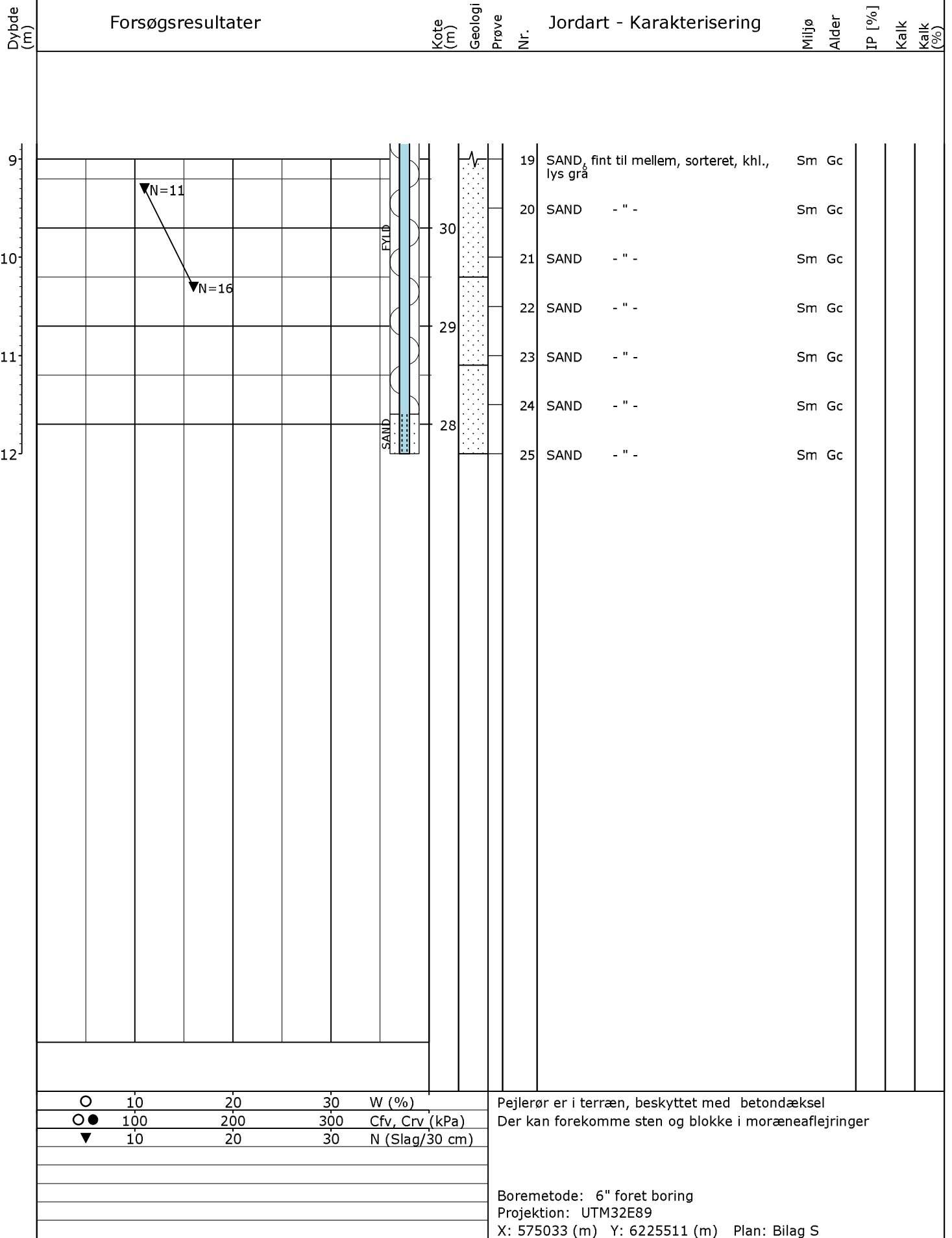


| | | | | |
|----|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▼ | 10 | 20 | 30 | N (Slag/30 cm) |

Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel
 Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575033 (m) Y: 6225511 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.11 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N5
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.3 S. 1/2



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.11 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N5

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO

Godkendt: ELMY

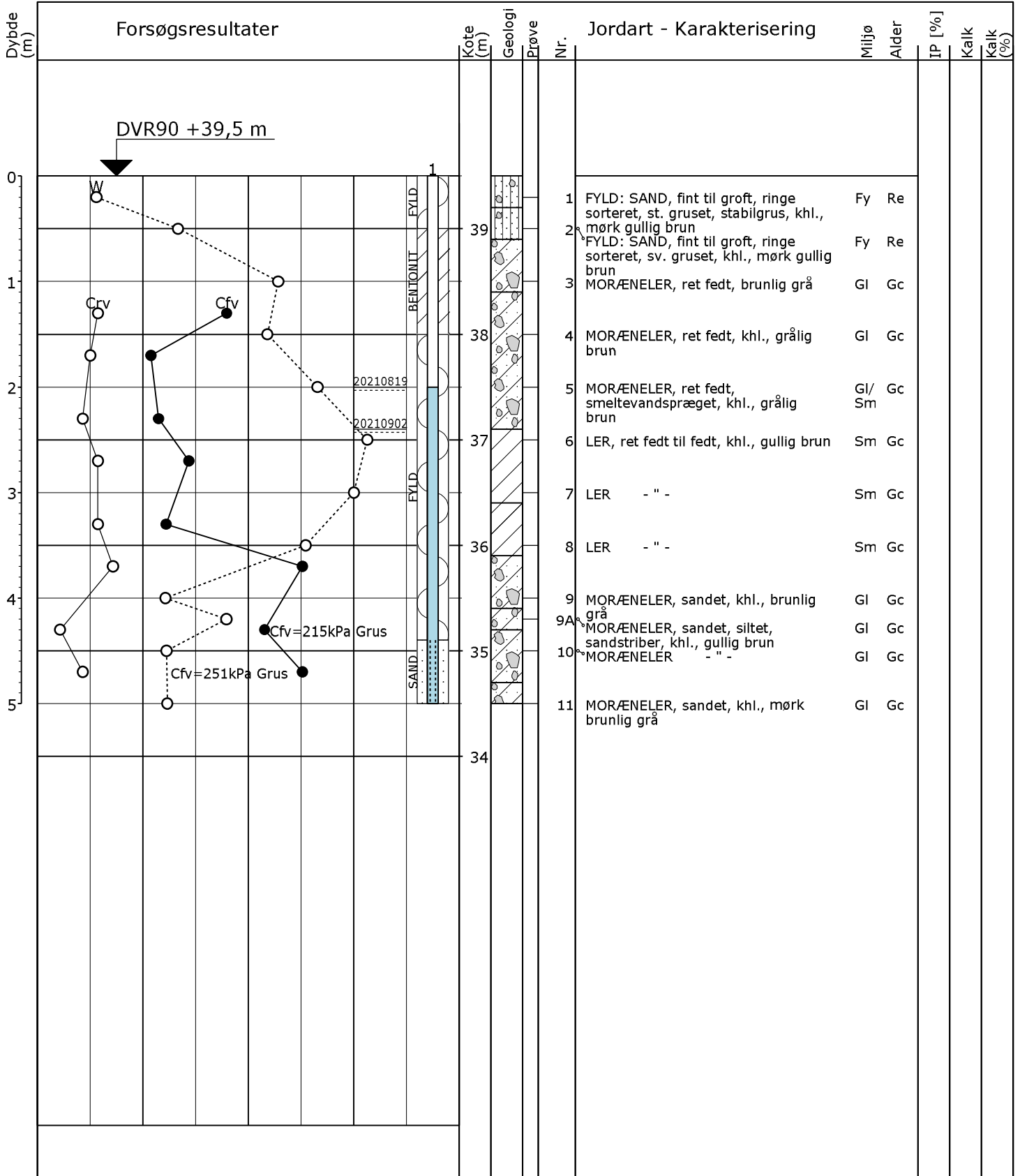
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.3

S. 2/2

NIRAS

Boreprofil



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

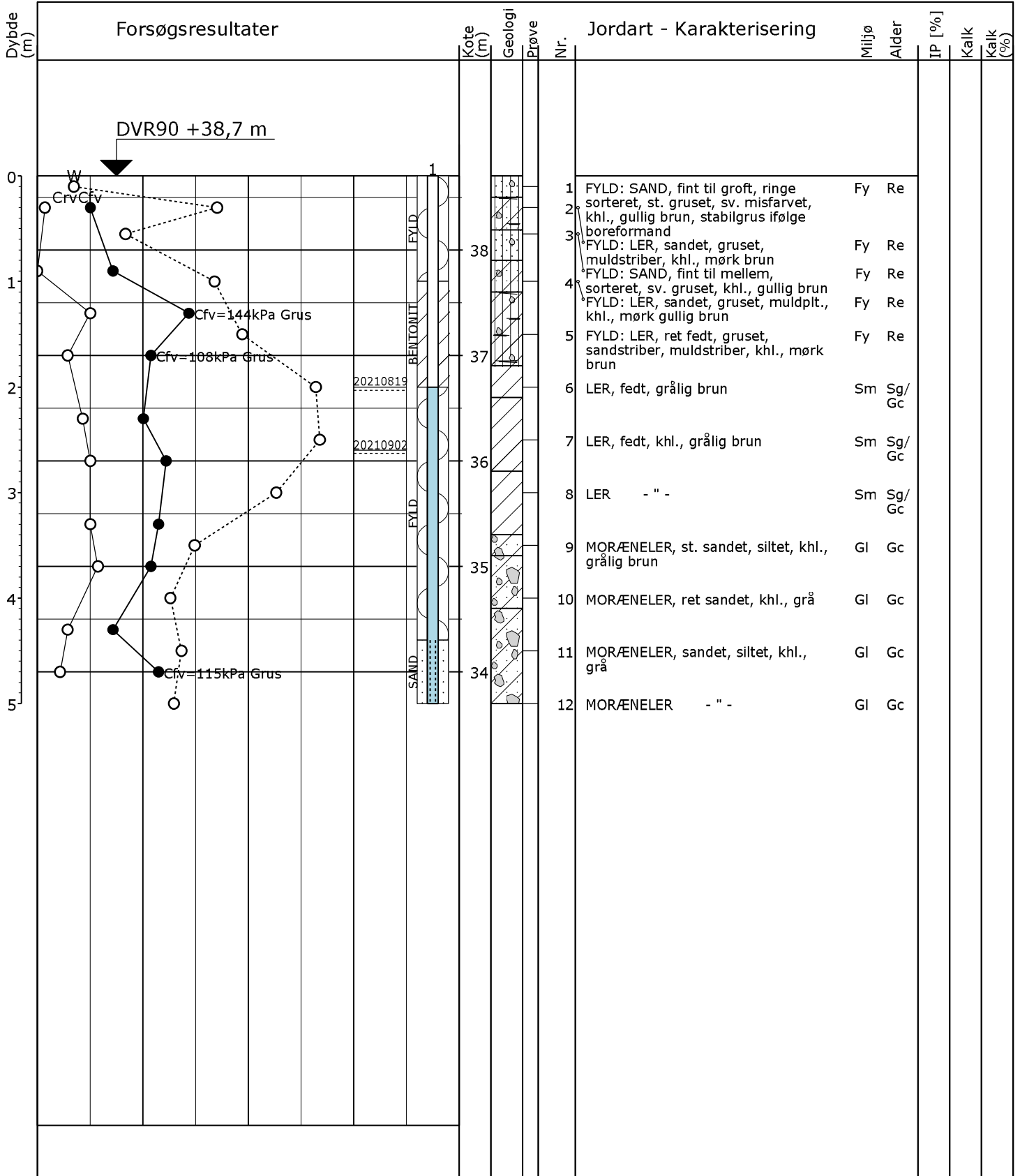
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575051 (m) Y: 6225492 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.19 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N6
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.4 S. 1/1



Boreprofil



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

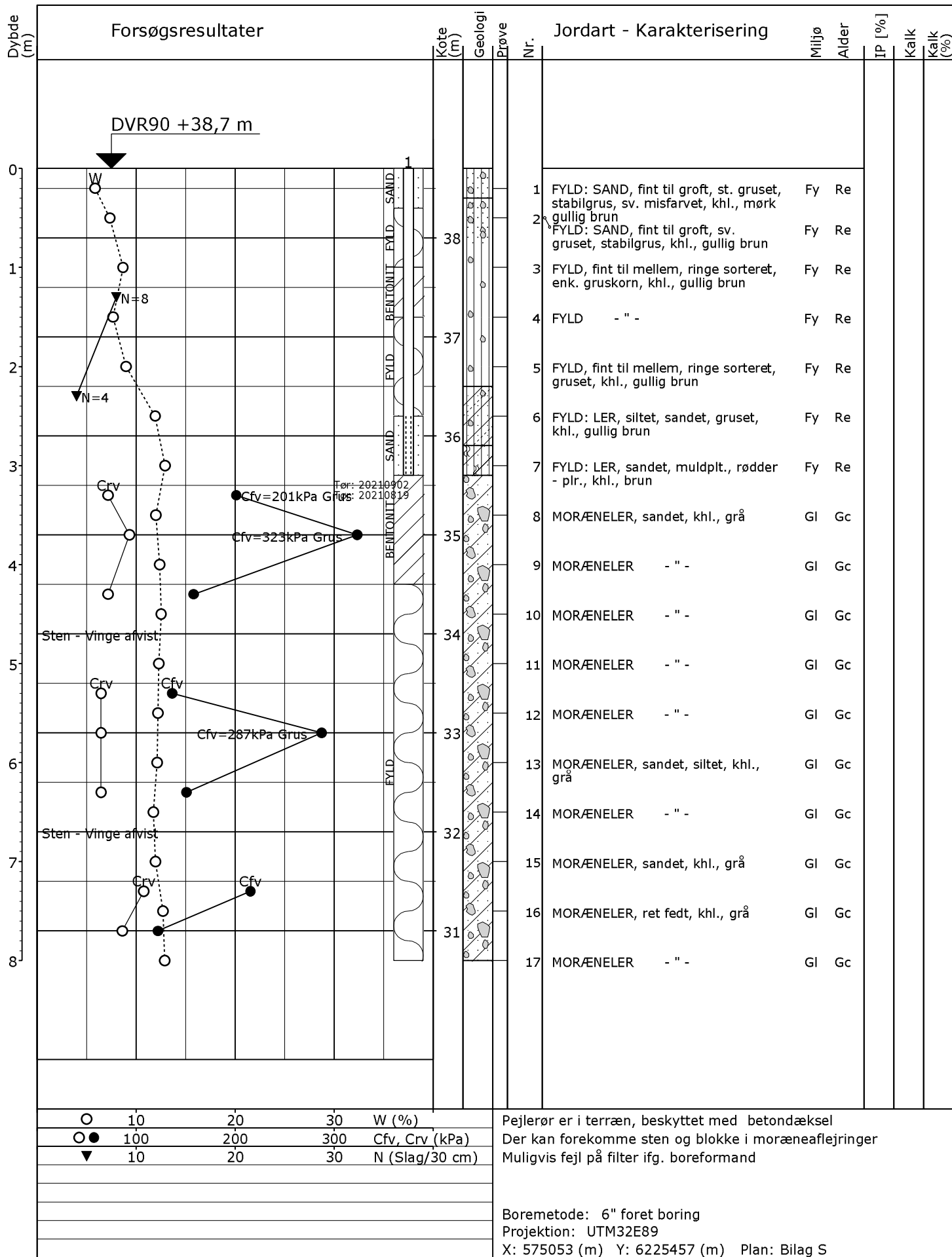
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575001 (m) Y: 6225452 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.13 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N7
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.5 S. 1/1



Boreprofil



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.19 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N8

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

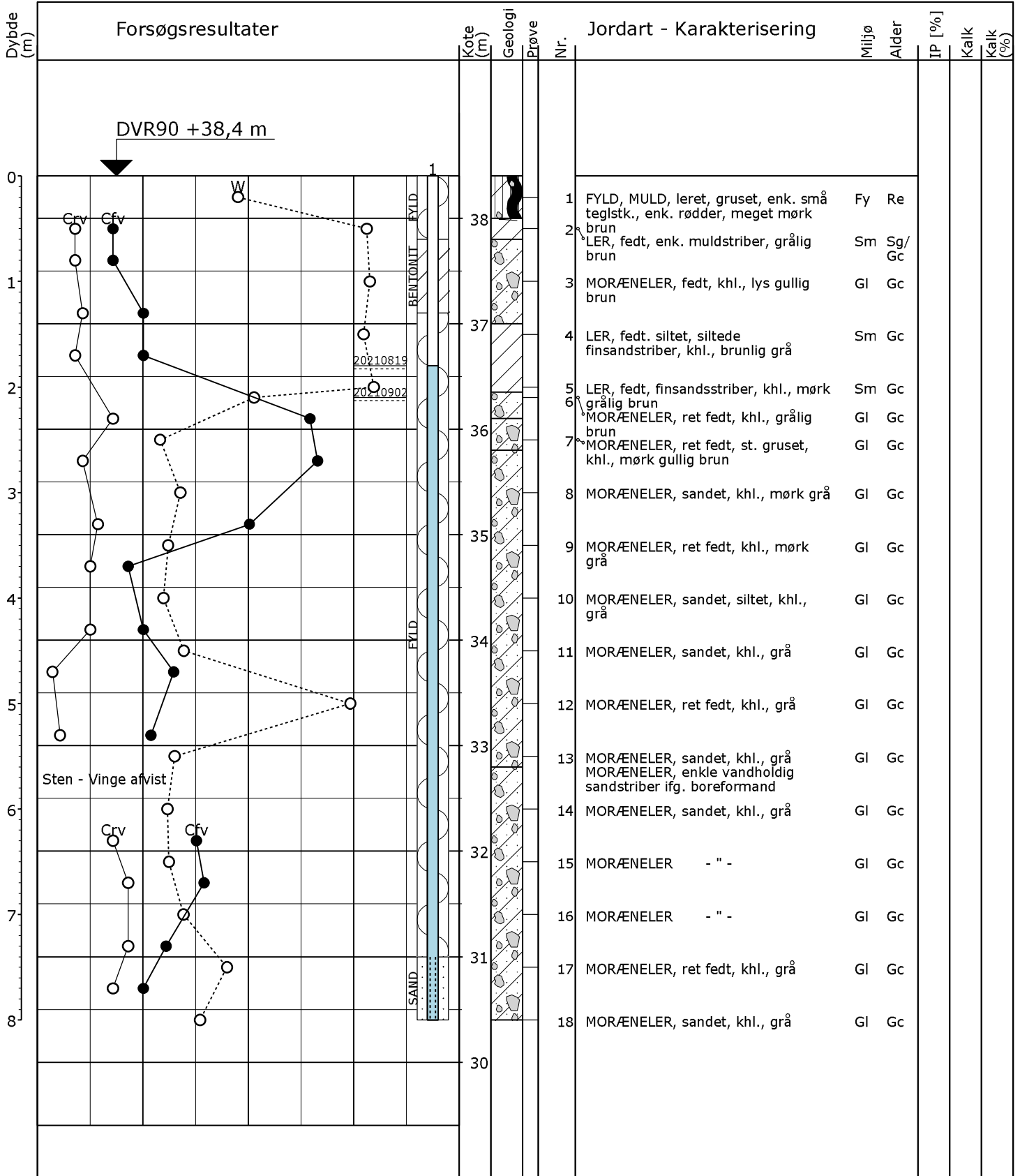
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.6

S. 1/1



Boreprofil



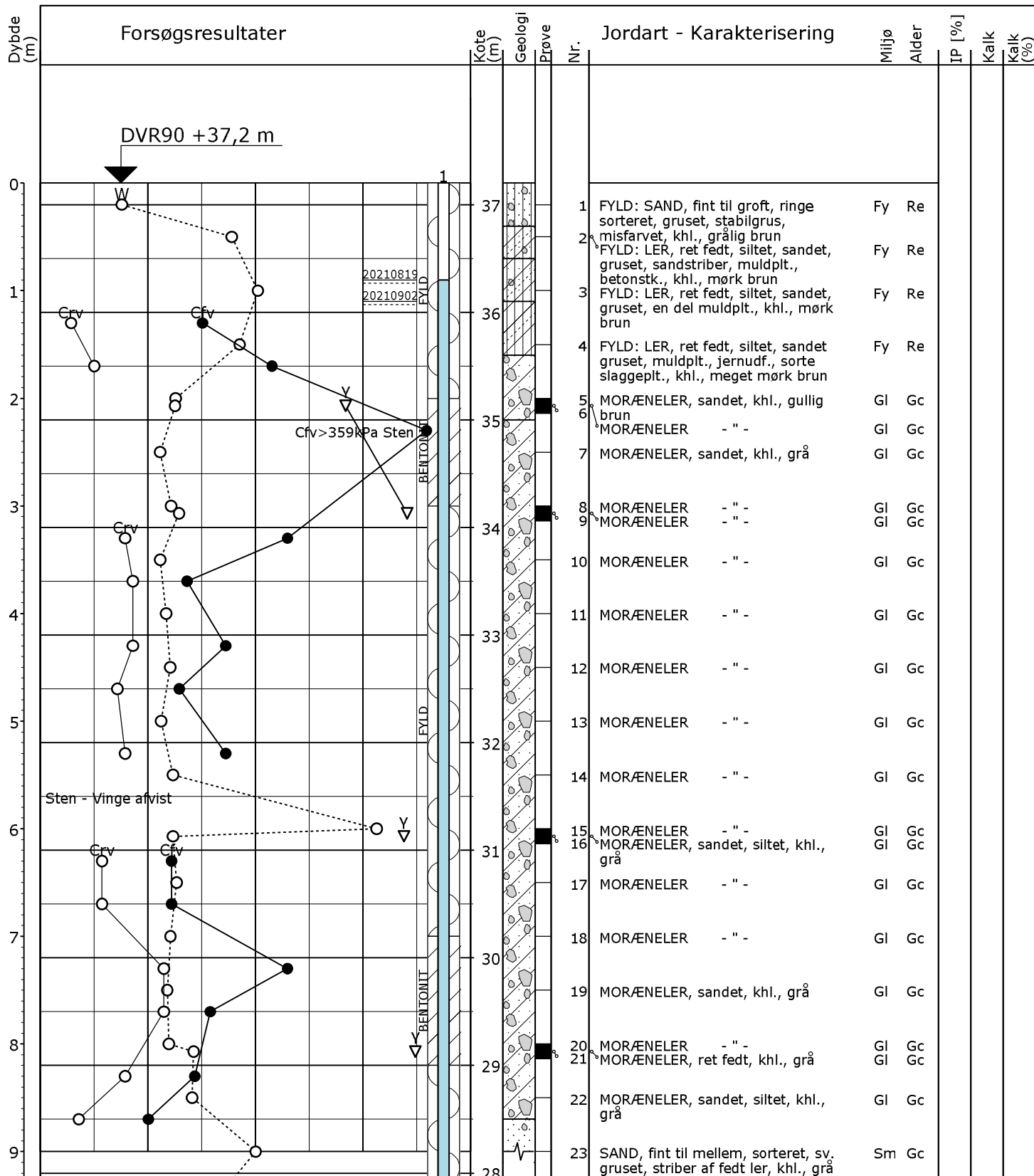
○ 10 20 30 W (%)
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575022 (m) Y: 6225444 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.12 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N9
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.7 S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.96 PSTG 17-09-2021 04:38:51



| | | | | |
|----|-----|-----|-----|------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▼ | 10 | 20 | 30 | N (Slag/30 cm) |

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575080 (m) Y: 6225426 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.12 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N10

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO

Godkendt: ELMY

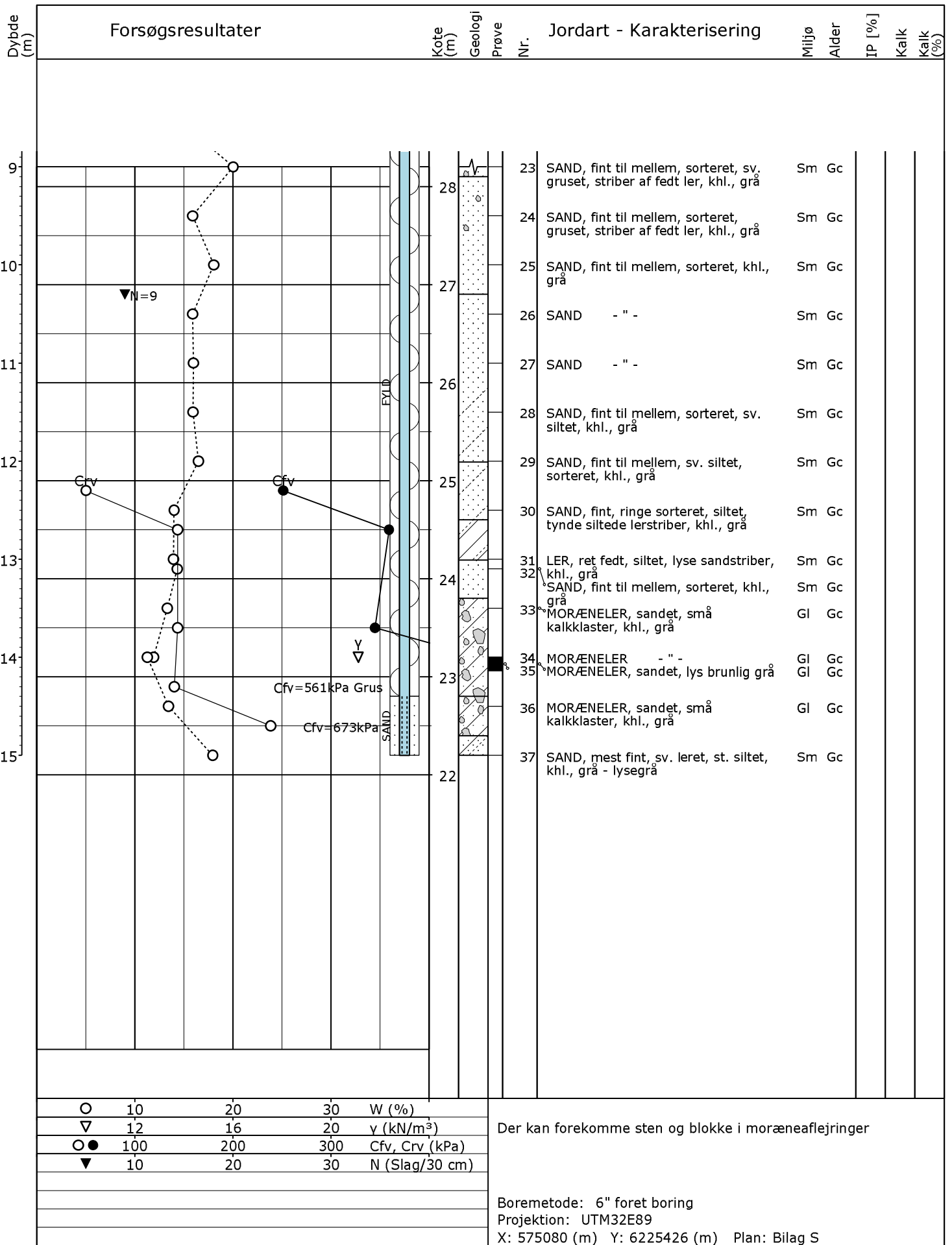
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.8

S. 1/2

NIRAS

Boreprofil



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.12 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N10

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

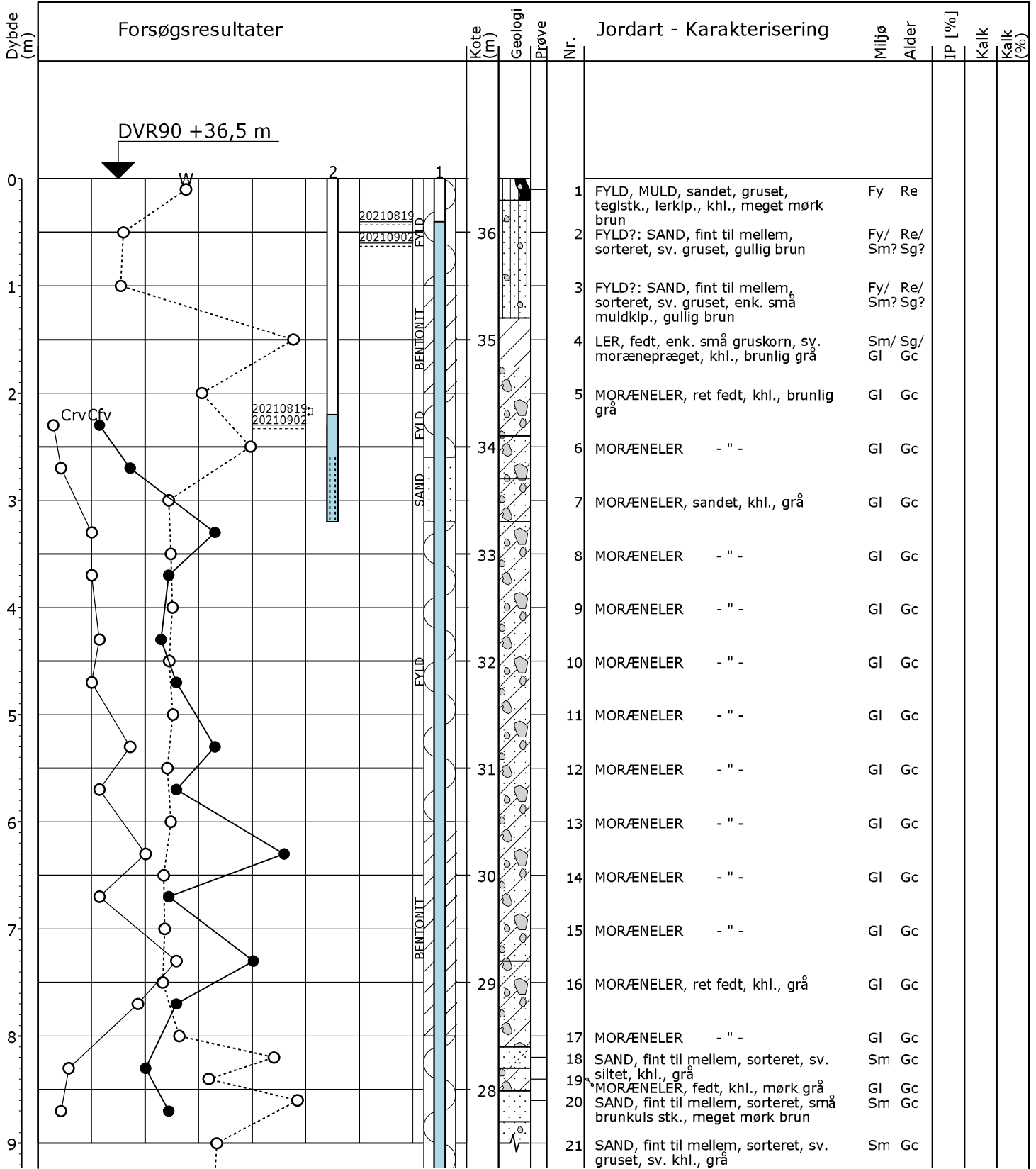
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.8

S. 2/2

NIRAS

Boreprofil



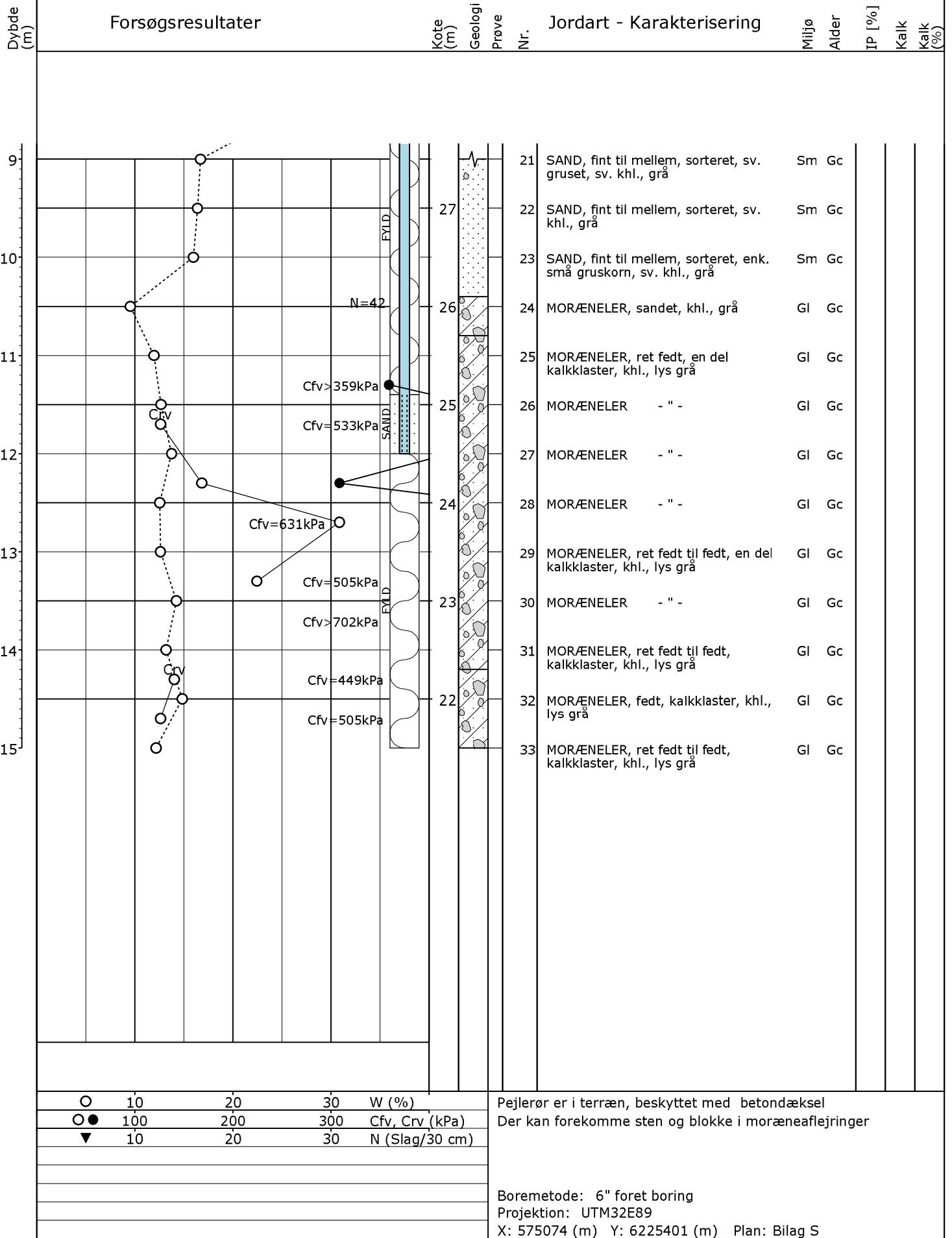
| | | | | |
|----|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| ▼ | 10 | 20 | 30 | N (Slag/30 cm) |

Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel
 Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575074 (m) Y: 6225401 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N11
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.9 S. 1/2

GeoGIS2020 20.02.96 PSTG 17-09-2021 04:38:58



Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.16 Bedømt af: SBT

DGU Nr.:

Boring: N11

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

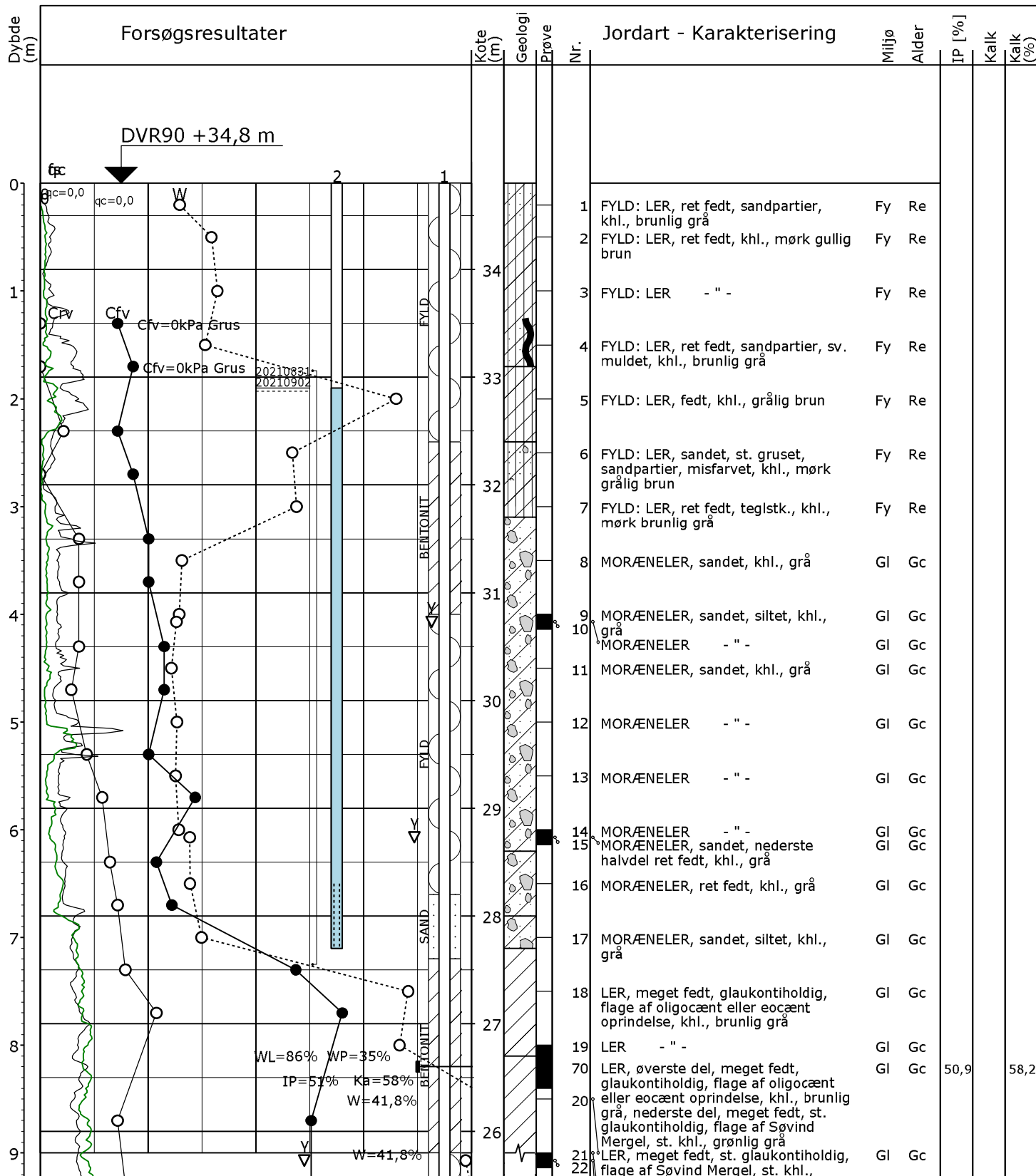
Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.9

S. 2/2

NIRAS

Boreprofil



| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | C_{fv} , C_{rv} (kPa) |
| ➔ | 5 | 10 | 15 | q_c (MPa) |
| ➔ | 0,2 | 0,4 | 0,6 | f_s (MPa) |

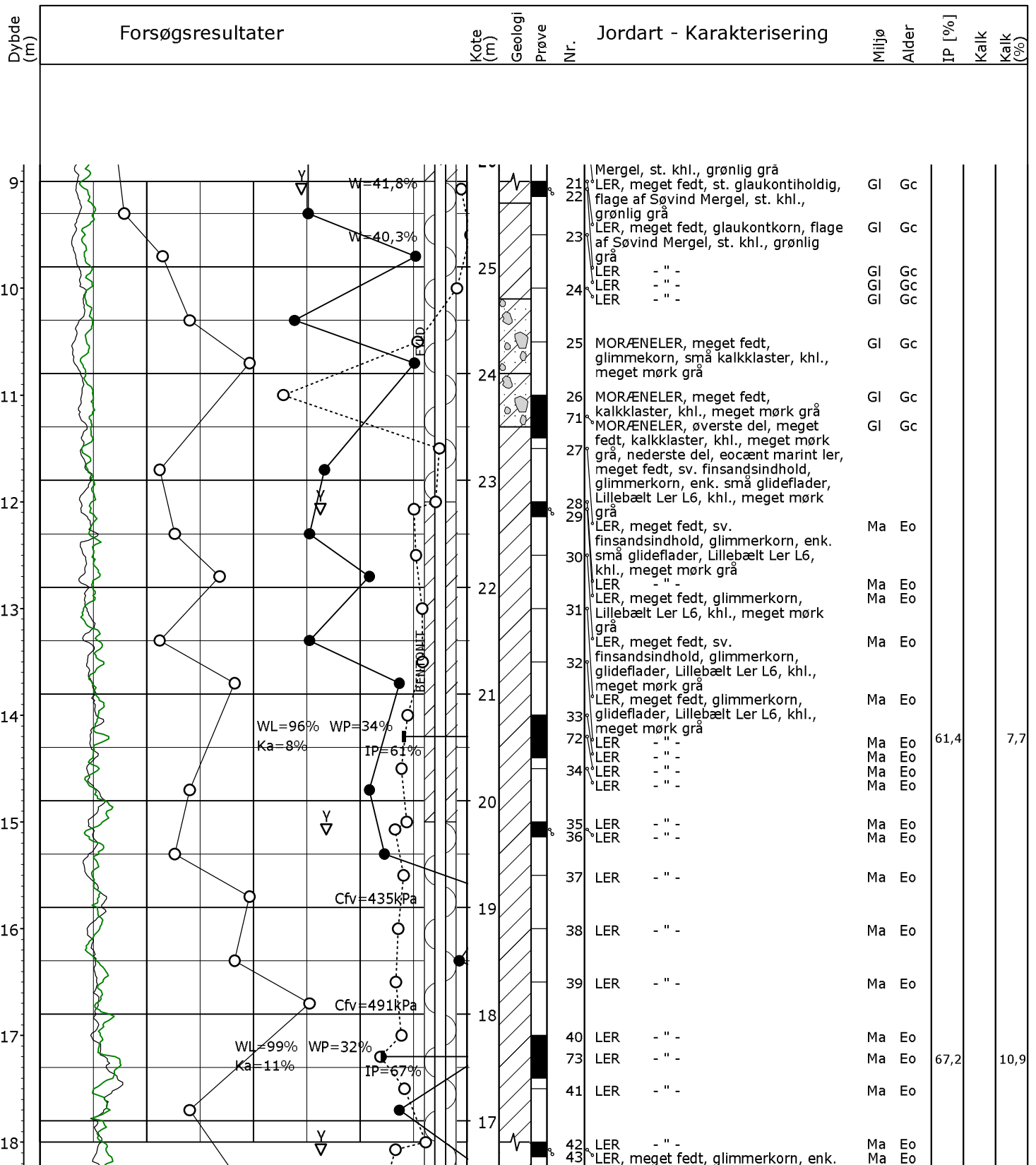
Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel
 Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer
 Prøve 18-24 er af Oligocænt og/eller Eocænt oprindelse

Boremethode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575006 (m) Y: 6225386 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N14
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.12 S. 1/4



Boreprofil

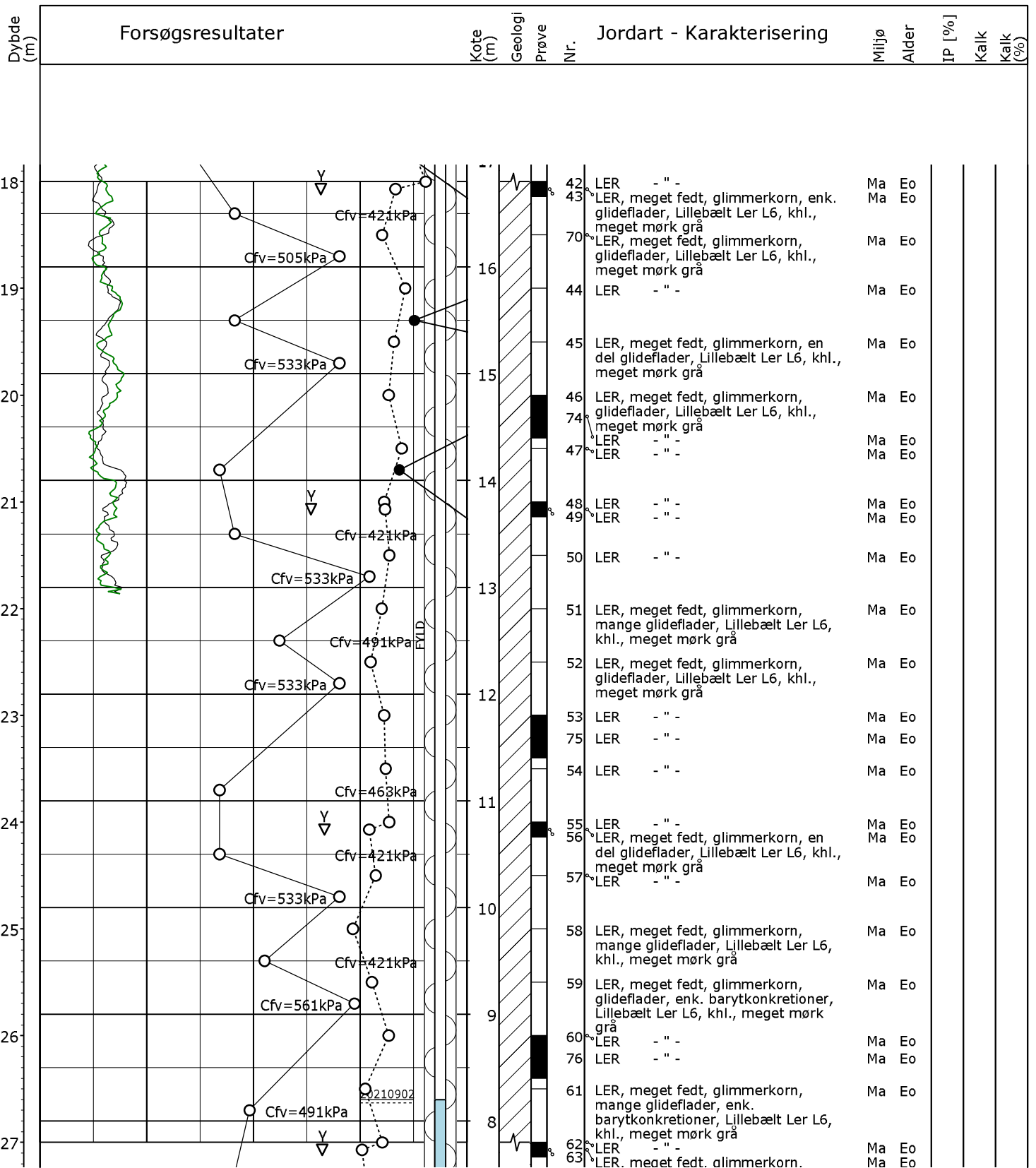


| | | | | |
|----|-----|-----|-----|----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| → | 5 | 10 | 15 | qc (MPa) |
| → | 0,2 | 0,4 | 0,6 | fs (MPa) |

Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel
 Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer
 Prøve 18-24 er af Oligocænt og/eller Eocænt oprindelse

Boremetode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575006 (m) Y: 6225386 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus
 Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N14
 Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.12 S. 2/4



| | | | | |
|----|-----|-----|-----|------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○● | 100 | 200 | 300 | Cfv, Crv (kPa) |
| → | 5 | 10 | 15 | qc (MPa) |
| → | 0,2 | 0,4 | 0,6 | fs (MPa) |

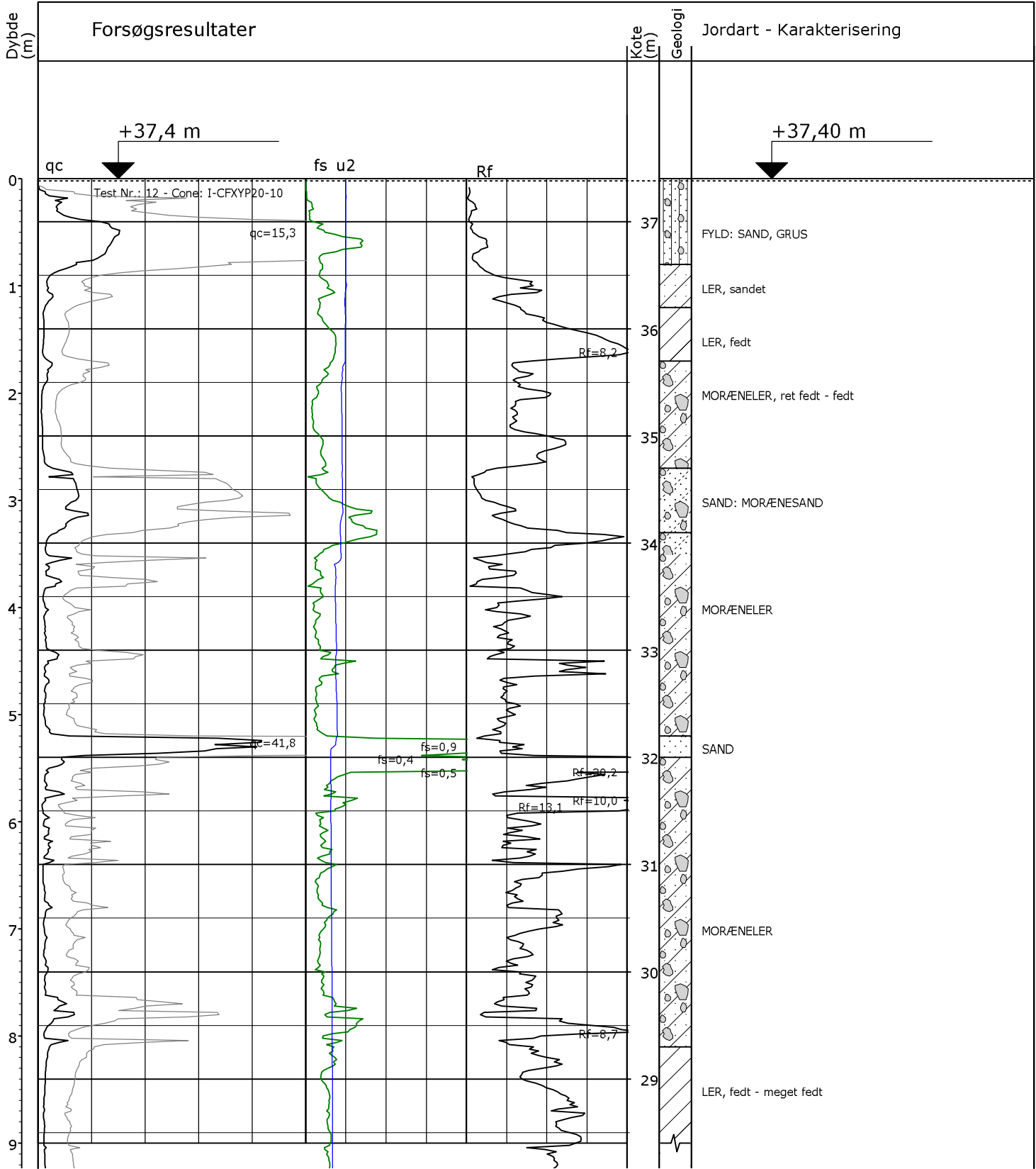
Pejlerør er i terræn, beskyttet med betondæksel
 Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer
 Prøve 18-24 er af Oligocænt og/eller Eocænt oprindelse

Boremethode: 6" foret boring
 Projektion: UTM32E89
 X: 575006 (m) Y: 6225386 (m) Plan: Bilag S

Sag: 10412040 BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: SBT DGU Nr.: Boring: N14

Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.12 S. 3/4



| | | | | | | | | | |
|------|----|----|----------|-------|-----|----------|-----|---|--------|
| → 2 | 4 | 6 | qc (MPa) | → 0,1 | 0,2 | fs (MPa) | → 2 | 4 | Rf (%) |
| → 10 | 20 | 30 | qc (MPa) | → 0 | 0,2 | u2 (MPa) | | | |

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode: UTM32E89
 Projektion: UTM32E89 X: 575000 (m)
 Plan: Bilag S Y: 6225404 (m)

Sag: 10412040 BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: ELMY DGU Nr.: Boring: N12

Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.10 S. 1/3

GeoGIS2020 20.02.96 PSTCPT2 22-09-2021 05:16:21

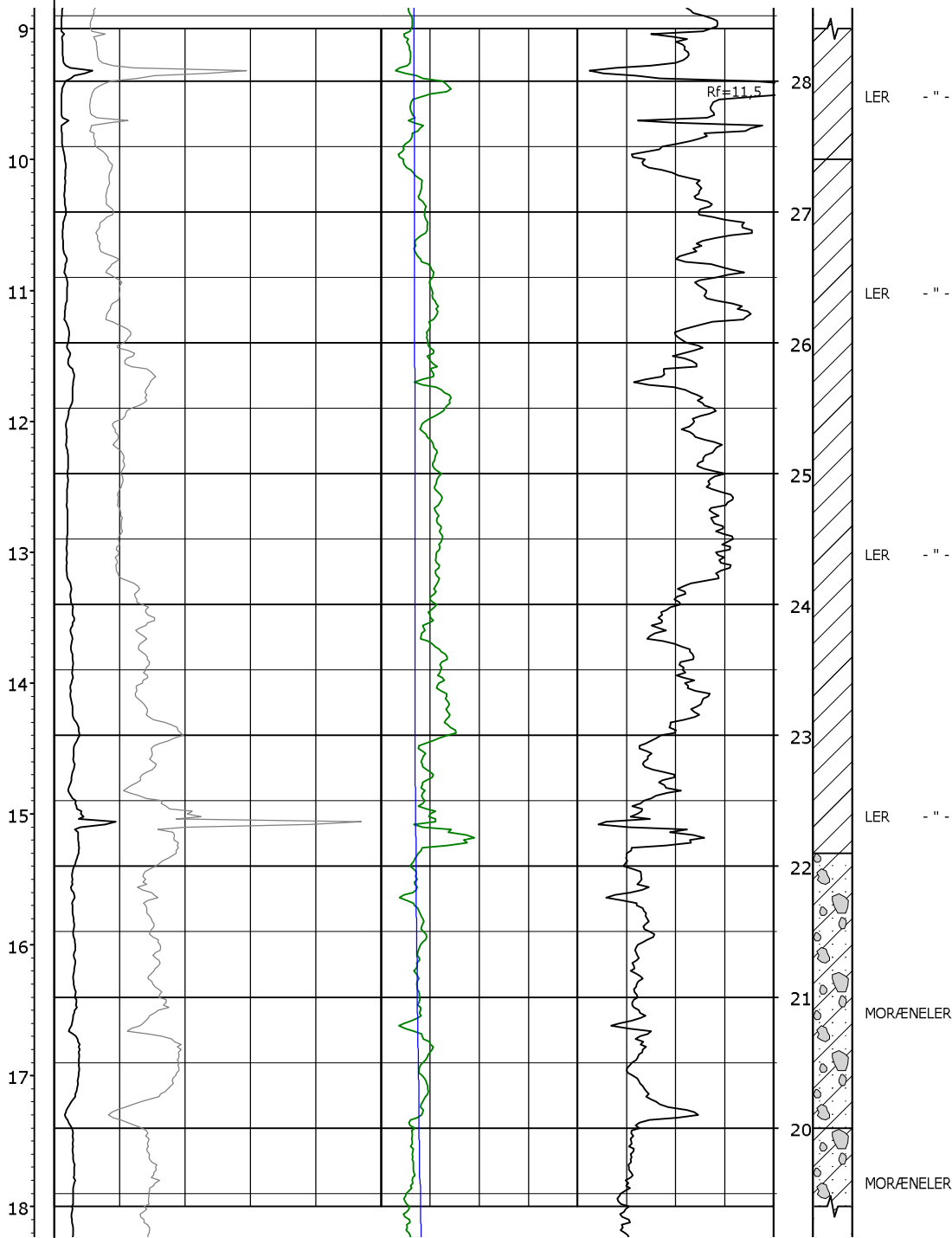
Dybde (m)

Forsøgsresultater

Kote (m)

Geologi

Jordart - Karakterisering



→ 2 4 6 qc (MPa) → 0,1 0,2 fs (MPa) → 2 4 Rf (%)
 → 10 20 30 qc (MPa) → 0 0,2 u2 (MPa)

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode:

Projektion: UTM32E89

Plan: Bilag S

X: 575000 (m)

Y: 6225404 (m)

Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.16 Bedømt af: ELMY

DGU Nr.:

Boring: N12

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.10 S. 2/3



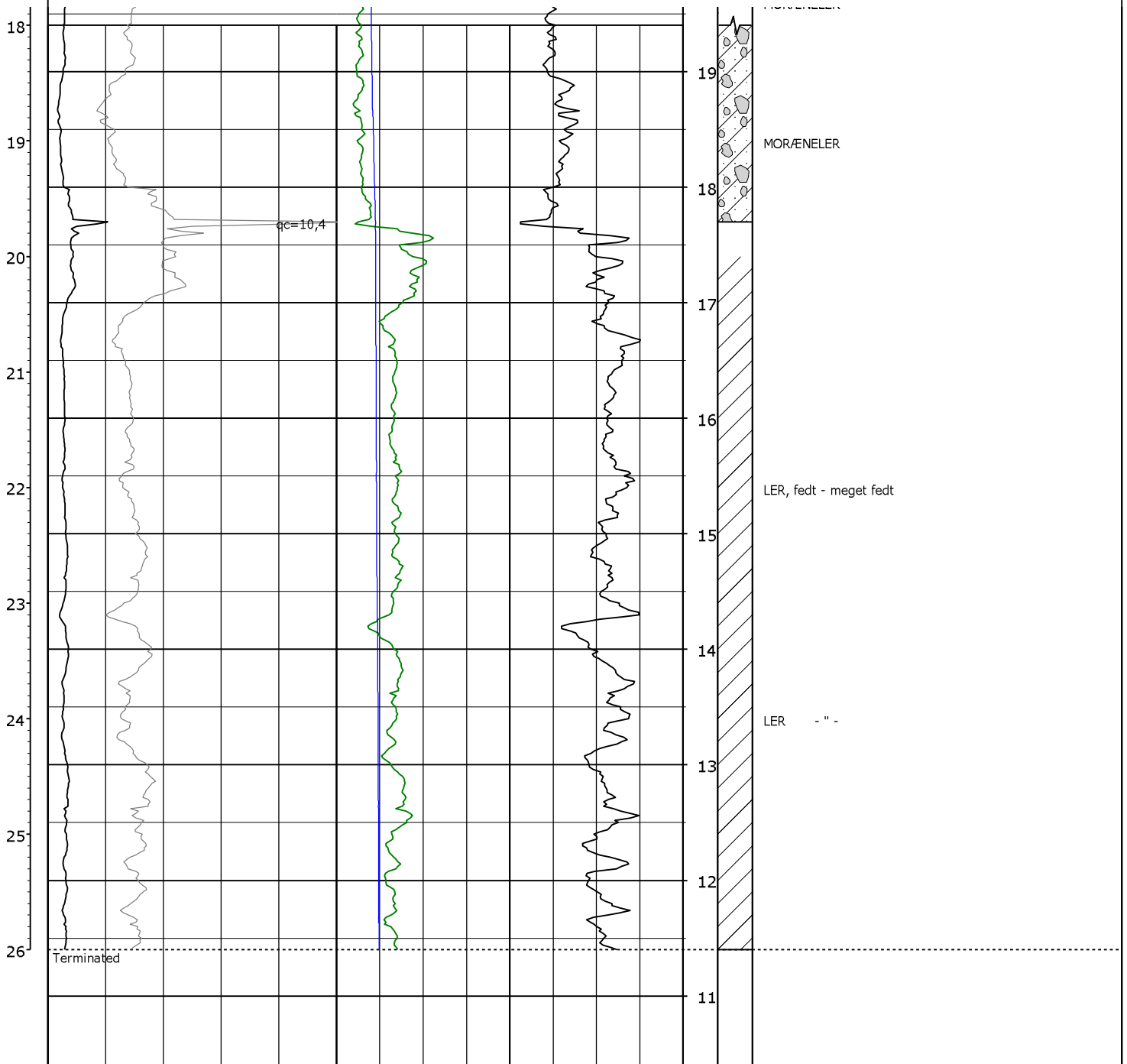
CPT Profil

Dybde (m)

Forsøgsresultater

Kote (m)
Geologi

Jordart - Karakterisering



→ 2 4 6 qc (MPa) → 0,1 0,2 fs (MPa) → 2 4 Rf (%)
 → 10 20 30 qc (MPa) → 0 0,2 u2 (MPa)

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode:

Projektion: UTM32E89

Plan: Bilag S

X: 575000 (m)

Y: 6225404 (m)

Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.16 Bedømt af: ELMY

DGU Nr.:

Boring: N12

Udarb. af: ELMY

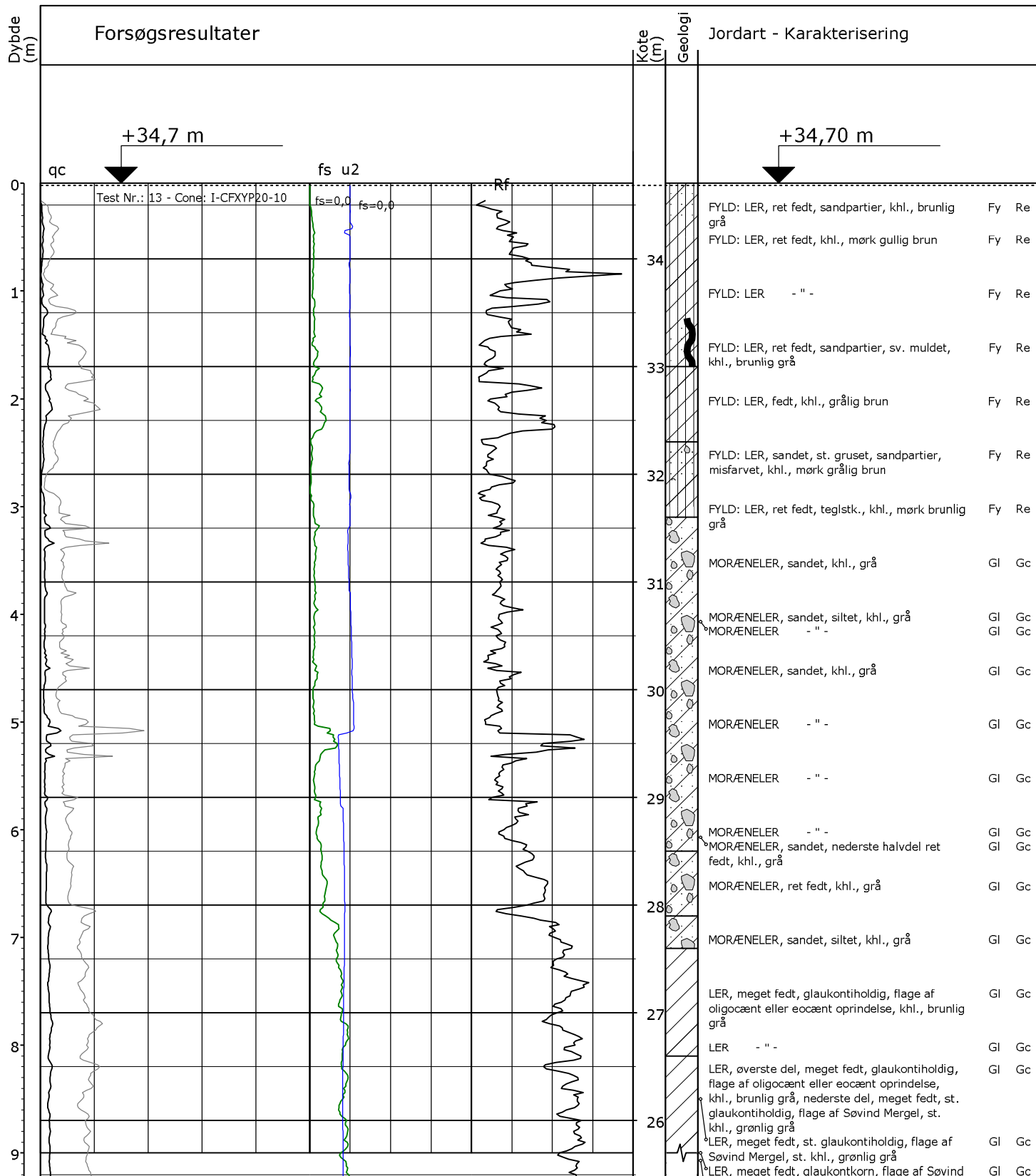
Kontrol: KHO Godkendt: ELMY

Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.10 S. 3/3



CPT Profil



| | | | | | | | | | |
|------|----|----|----------|-------|-----|----------|-----|---|--------|
| → 2 | 4 | 6 | qc (MPa) | → 0,1 | 0,2 | fs (MPa) | → 2 | 4 | Rf (%) |
| → 10 | 20 | 30 | qc (MPa) | → 0 | 0,2 | u2 (MPa) | | | |

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

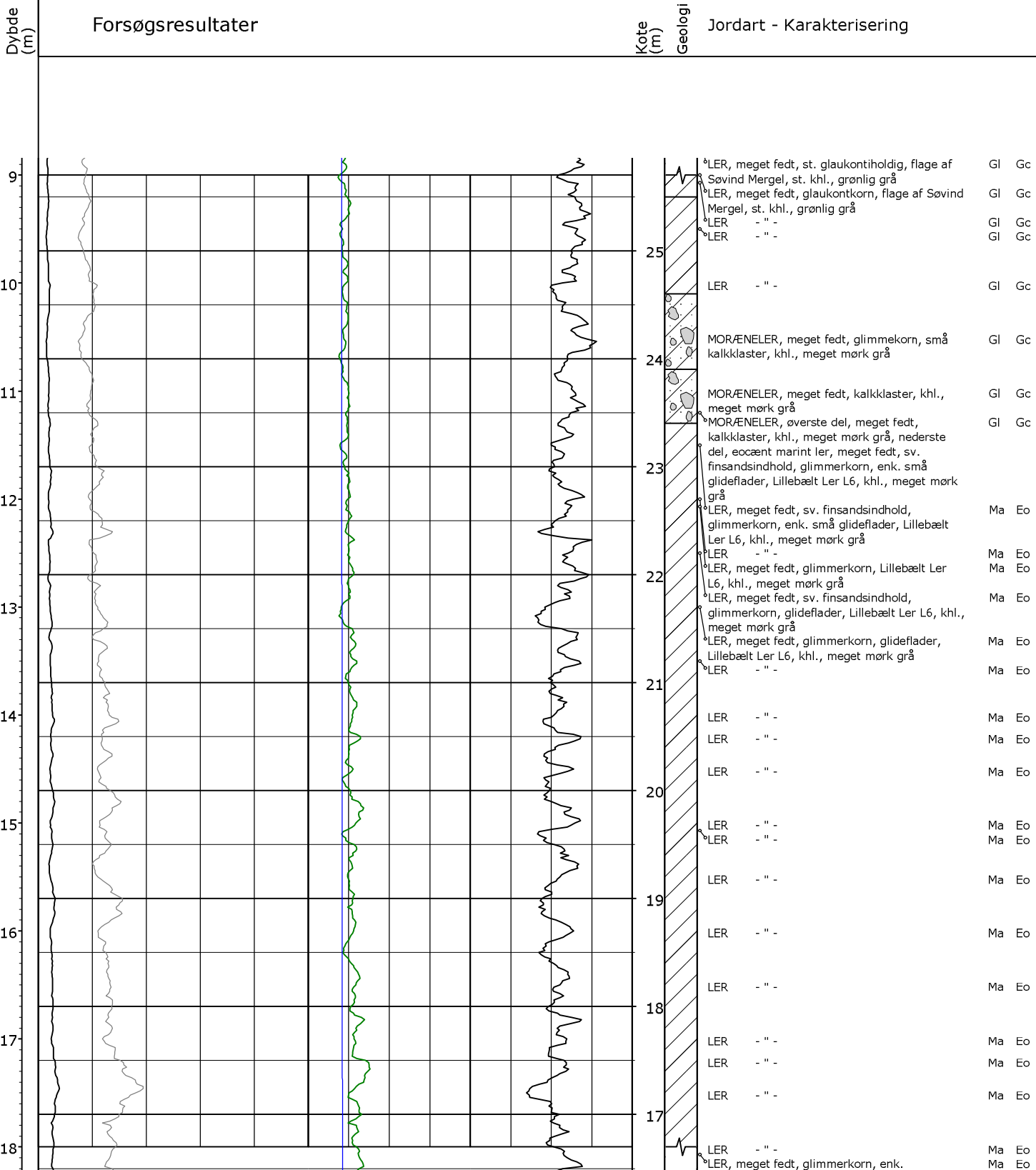
Boremethode: UTM32E89
 Projektion: UTM32E89 X: 575008 (m)
 Plan: Bilag S Y: 6225387 (m)

Sag: 10412040 BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: ELMY DGU Nr.: Boring: N13

Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.11 S. 1/4

GeoGIS2020 20.02.96 PSTCPT2 22-09-2021 05:16:27



| | | | | | | | | | |
|------|----|----|----------|-------|-----|----------|-----|---|--------|
| → 2 | 4 | 6 | qc (MPa) | → 0,1 | 0,2 | fs (MPa) | → 2 | 4 | Rf (%) |
| → 10 | 20 | 30 | qc (MPa) | → 0 | 0,2 | u2 (MPa) | | | |

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode:
 Projektion: UTM32E89 X: 575008 (m)
 Plan: Bilag S Y: 6225387 (m)

Sag: 10412040 BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer Dato: 2021.08.16 Bedømt af: ELMY DGU Nr.: Boring: N13

Udarb. af: ELMY Kontrol: KHO Godkendt: ELMY Dato: 2021.09.06 Bilag: 1.11 S. 2/4

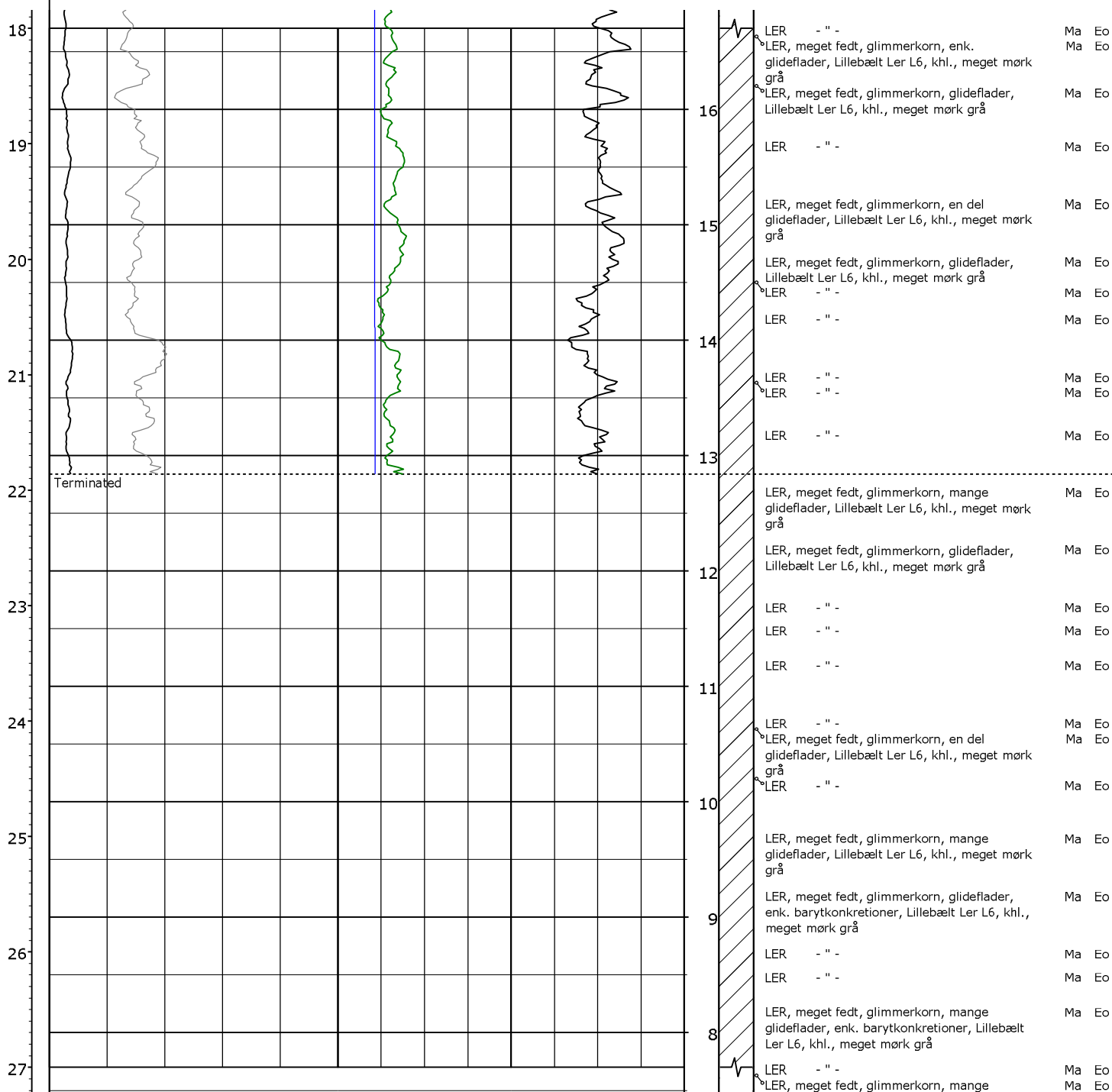
GeoGIS2020 20.02.96 PSTCPT2 22-09-2021 05:16:27

Dybde (m)

Forsøgsresultater

Kote (m)
Geologi

Jordart - Karakterisering



| | | | | | | | | | |
|------|----|----|----------|-------|-----|----------|-----|---|--------|
| → 2 | 4 | 6 | qc (MPa) | → 0,1 | 0,2 | fs (MPa) | → 2 | 4 | Rf (%) |
| → 10 | 20 | 30 | qc (MPa) | → 0 | 0,2 | u2 (MPa) | | | |

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer

Boremethode:

Projektion: UTM32E89

Plan: Bilag S

X: 575008 (m)

Y: 6225387 (m)

Sag: 10412040

BSS Aarhus

Boret af: GEOboringer

Dato: 2021.08.16

Bedømt af: ELMY

DGU Nr.:

Boring: N13

Udarb. af: ELMY

Kontrol: KHO

Godkendt: ELMY

Dato: 2021.09.06

Bilag: 1.11 S. 3/4

CPT Profil

Bilag 2

Kalkindholdsforøg, plasticitetsforsøg, konsoliderings- og svelleforsøg

| Kalkindhold | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| Boring nr. | N14 | N14 | N14 | | | | | |
| Prøve nr. | 70 | 72 | 73 | | | | | |
| Kolbe nr. | 22 | 5 | 25 | | | | | |
| Tør prøve g | 5,138 | 5,269 | 5,258 | | | | | |
| HCL (1,0) mL | 100 | 100 | 100 | | | | | |
| NaOH (1,0) mL | 40,2 | 91,9 | 88,5 | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Kalkindhold % | 58,19 | 7,69 | 10,94 | | | | | |

| Kalkindhold | | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Boring nr. | | | | | | | | |
| Prøve nr. | | | | | | | | |
| Kolbe nr. | | | | | | | | |
| Tør prøve g | | | | | | | | |
| HCL (1,0) mL | | | | | | | | |
| NaOH (1,0) mL | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Kalkindhold % | | | | | | | | |

| Kalkindhold | | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Boring nr. | | | | | | | | |
| Prøve nr. | | | | | | | | |
| Kolbe nr. | | | | | | | | |
| Tør prøve g | | | | | | | | |
| HCL (1,0) mL | | | | | | | | |
| NaOH (1,0) mL | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Kalkindhold % | | | | | | | | |

Forsøg udført i henhold til.: DGF Bulletin 15

Kommentar:

Projekt : 205728 Aarhus. Universitetsparken

Udført : NJO Dato : 2021-09-10

Kontrolleret : NJO Dato : 2021-09-10

Godkendt : JDO Dato : 2021-09-10

Rapport : 1

Bilag : 1.7

Side 1 / 1



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

Kalkindhold

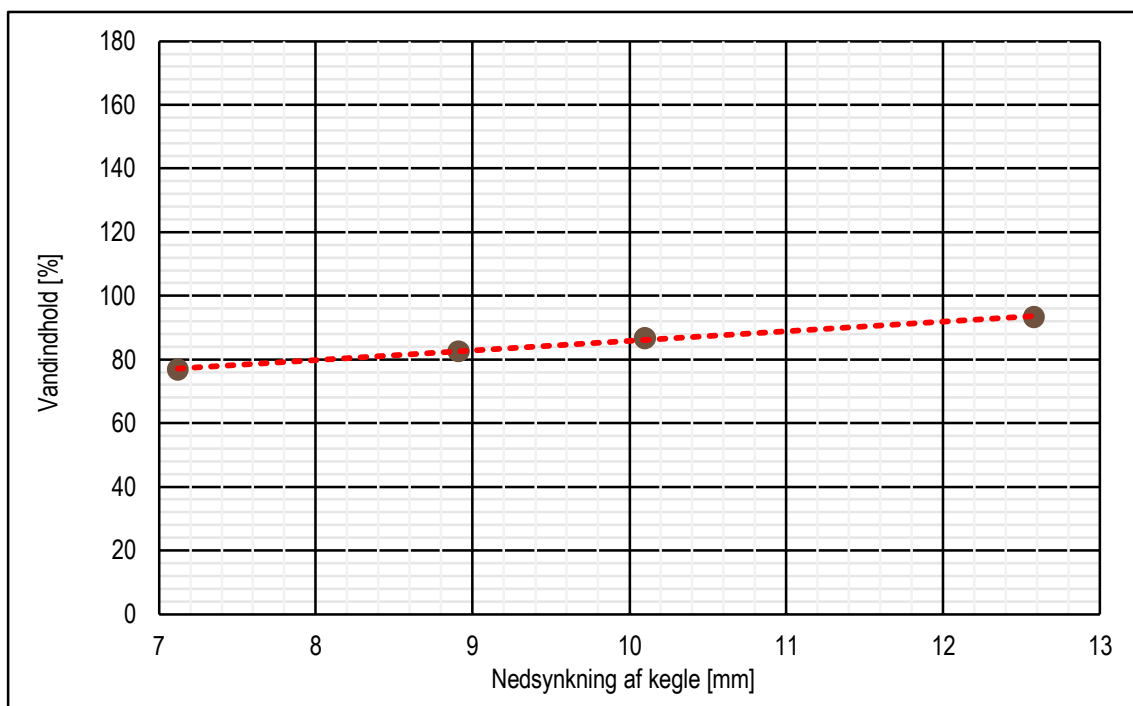
Flydegrænse, Plasticitetsgrænse og Plasticitetsindeks - Faldkegle Metode

Identifikation

| | |
|------------|-----|
| Boringsnr. | N14 |
| Prøvenr. | 70 |
| Dybde [m] | 8,3 |

Geologisk beskrivelse

LER, meget fedt, brokket, m. glaukonitkorn, flage af Søvindmergel, stærkt kalkholdigt, lys gråt



Resultater

| | | | |
|------------------------|-----------|-----|------|
| Vandindhold før forsøg | $w_{før}$ | [%] | 39,1 |
| Flydegrænse | w_L | [%] | 85,8 |
| Plasticitetsgrænse | w_P | [%] | 35,0 |
| Plasticitetsindeks | I_P | [%] | 50,9 |
| Materiale >0.425 mm | - | [%] | 0,0 |

Noter

Standard

Forsøget er udført i henhold til DS/CEN ISO/TS 17892-12:2018 - Faldkegle Metode.

| | | | | | | |
|----------------|-----|-------|------------|-----------|----------------------------|----------------|
| Udført : | NJO | Dato: | 2021-09-09 | Projekt : | Aarhus. Universitetsparken | |
| Kontrolleret : | NJO | Dato: | 2021-09-10 | Rapport: | 1 | Bilagsnr.: 1.4 |
| Godkendt : | JDO | Dato: | 2021-09-10 | Emne: | Plasticitetsindeks | |



Geo Copenhagen +45 4588 4444
Geo Aarhus +45 8627 3111

Rev: 0
Page 1/1

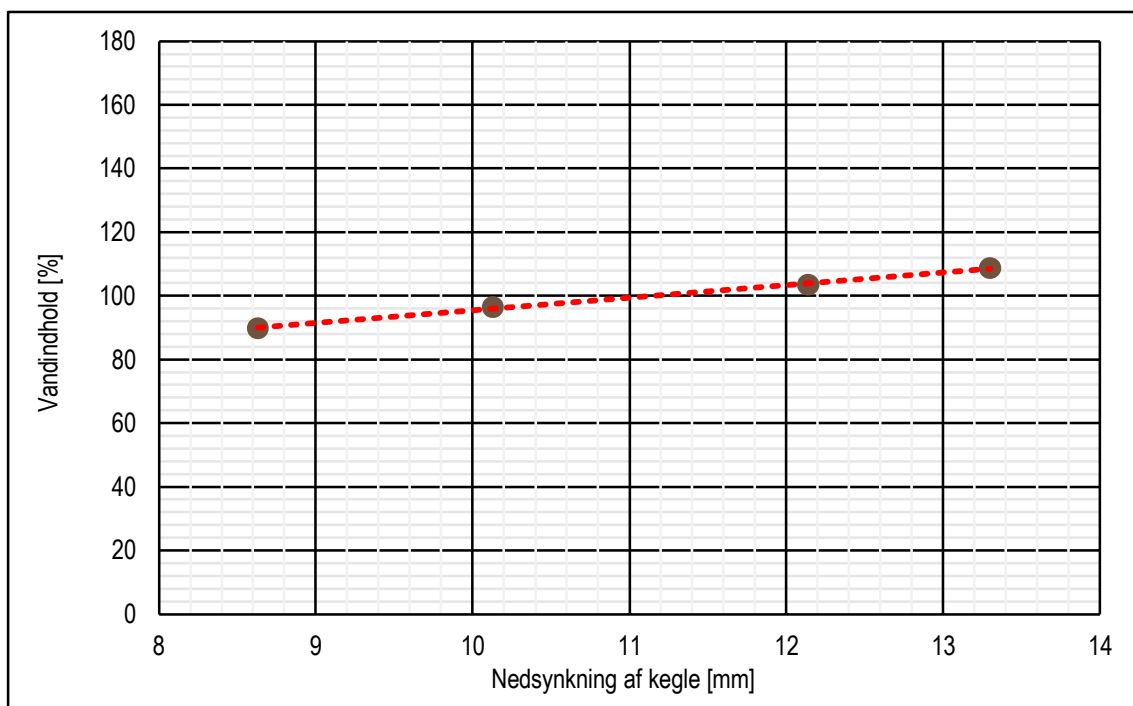
Flydegrænse, Plasticitetsgrænse og Plasticitetsindeks - Faldkegle Metode

Identifikation

| | |
|------------|------|
| Boringsnr. | N14 |
| Prøvenr. | 72 |
| Dybde [m] | 14,3 |

Geologisk beskrivelse

LER, meget fedt, glimmerholdigt, svagt kalkholdigt, m. enk. blanke glideflader, mørk gråt



Resultater

| | | | |
|------------------------|-----------|-----|------|
| Vandindhold før forsøg | $w_{før}$ | [%] | 33,1 |
| Flydegrænse | w_L | [%] | 95,5 |
| Plasticitetsgrænse | w_P | [%] | 34,1 |
| Plasticitetsindeks | I_P | [%] | 61,4 |
| Materiale >0.425 mm | - | [%] | 0,0 |

Noter

Standard

Forsøget er udført i henhold til DS/CEN ISO/TS 17892-12:2018 - Faldkegle Metode.

| | | | |
|--------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|
| Udført : NJO | Dato: 2021-09-09 | Projekt : Aarhus. Universitetsparken | |
| Kontrolleret : NJO | Dato: 2021-09-10 | Rapport: 1 | Bilagsnr.: 1.5 |
| Godkendt : JDO | Dato: 2021-09-10 | Emne: Plasticitetsindeks | |



Geo Copenhagen +45 4588 4444
Geo Aarhus +45 8627 3111

Rev: 0
Page 1/1

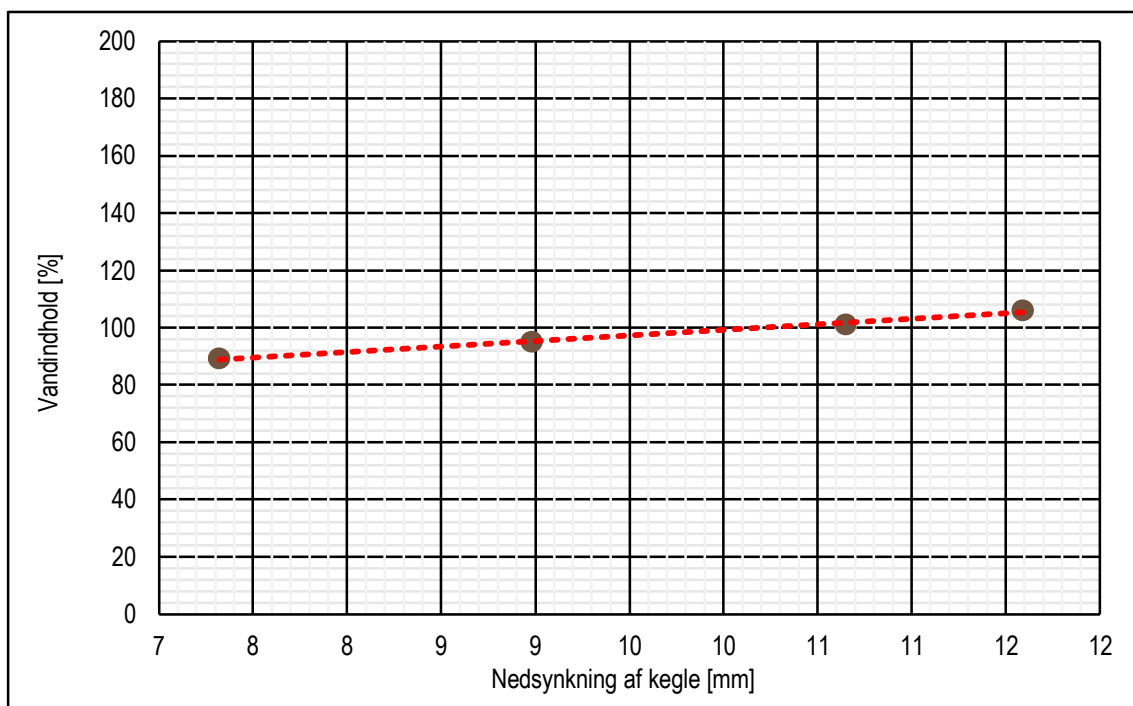
Flydegrænse, Plasticitetsgrænse og Plasticitetsindeks - Faldkegle Metode

Identifikation

| | |
|------------|------|
| Boringsnr. | N14 |
| Prøvenr. | 73 |
| Dybde [m] | 17,3 |

Geologisk beskrivelse

LER, meget fedt, glimmerholdigt, kalkholdigt, m. enk. blanke glideflader, mørk gråt



Resultater

| | | | |
|------------------------|-----------|-----|------|
| Vandindhold før forsøg | $w_{før}$ | [%] | 31,9 |
| Flydegrænse | w_L | [%] | 99,3 |
| Plasticitetsgrænse | w_P | [%] | 32,1 |
| Plasticitetsindeks | I_P | [%] | 67,2 |
| Materiale >0.425 mm | - | [%] | 0,0 |

Noter

Standard

Forsøget er udført i henhold til DS/CEN ISO/TS 17892-12:2004 - Faldkegle Metode.

| | | | | | | |
|----------------|-----|-------|------------|-----------|----------------------------|----------------|
| Udført : | NJO | Dato: | 2021-09-08 | Projekt : | Aarhus. Universitetsparken | |
| Kontrolleret : | NJO | Dato: | 2021-09-09 | Rapport: | 1 | Bilagsnr.: 1.6 |
| Godkendt : | JDO | Dato: | 2021-09-10 | Emne: | Plasticitetsindeks | |

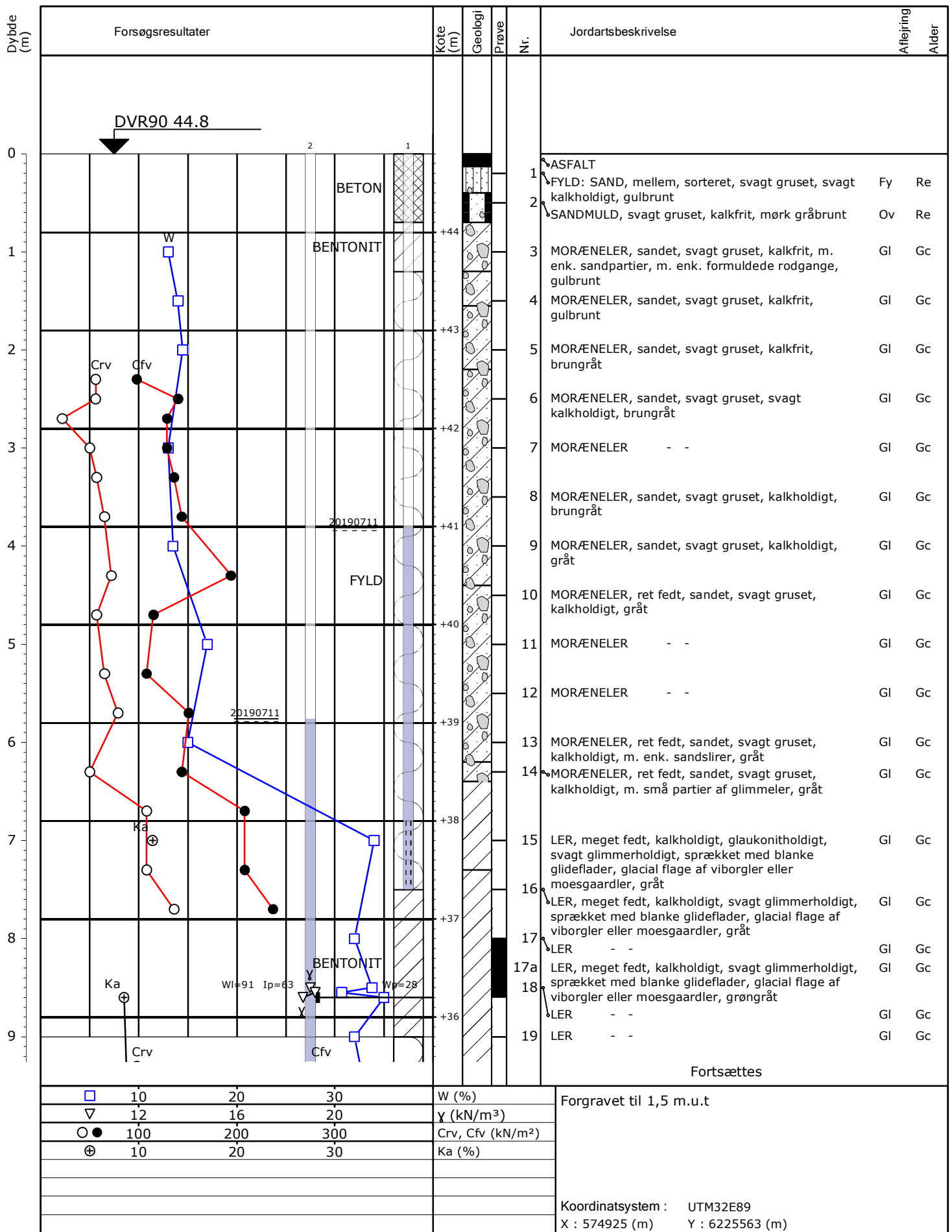


Geo Copenhagen +45 4588 4444
Geo Aarhus +45 8627 3111

Rev: 0
Page 1/1

Bilag 3

Eksisterende boreprofiler og CPT-profiler



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-03

Geologi : NIO

Boring : 4

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

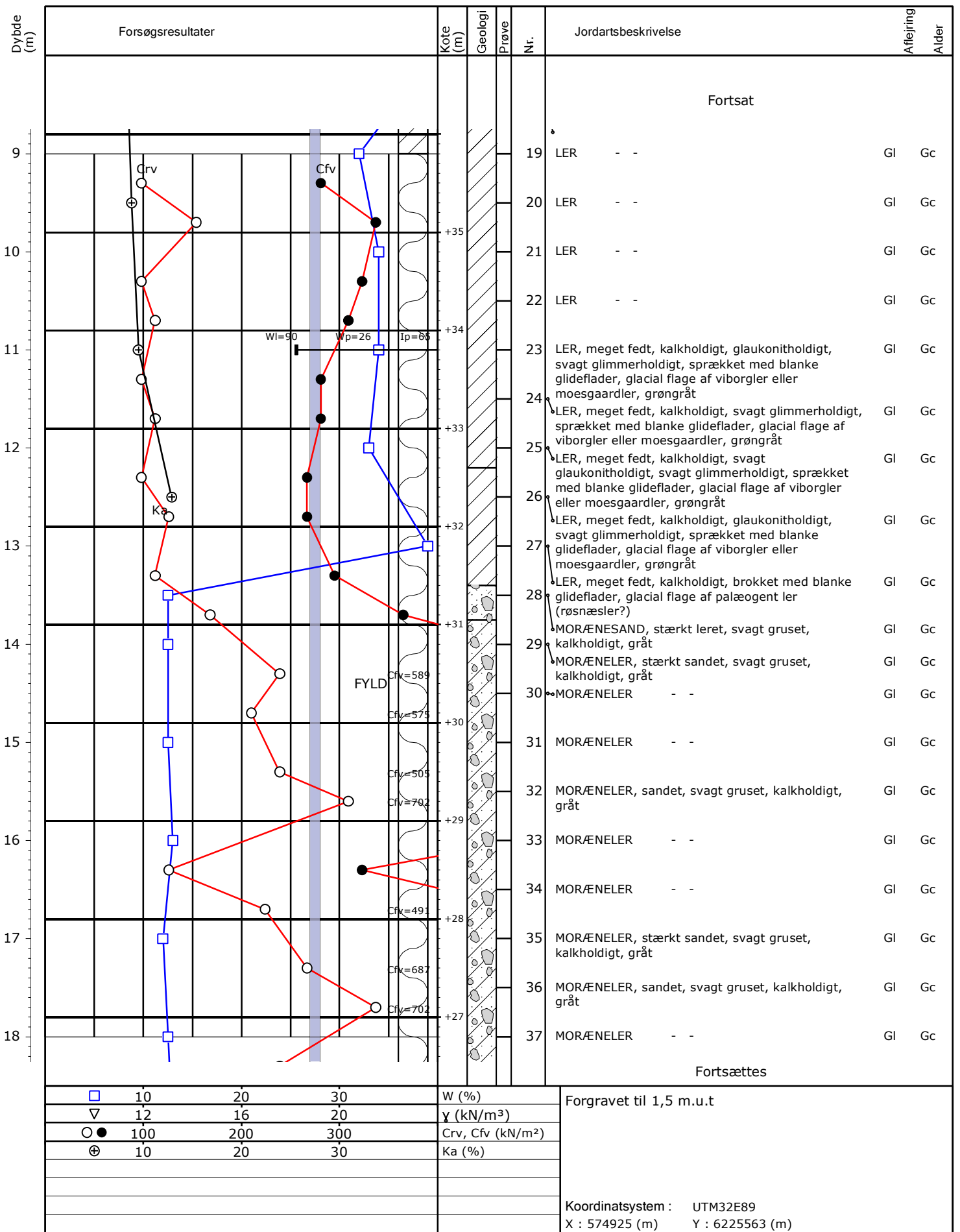
Bilag : 6.1.1

Rev.: 0 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB

NIO

Dato: 2019-07-03

Geologi : NIO

Boring : 4

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

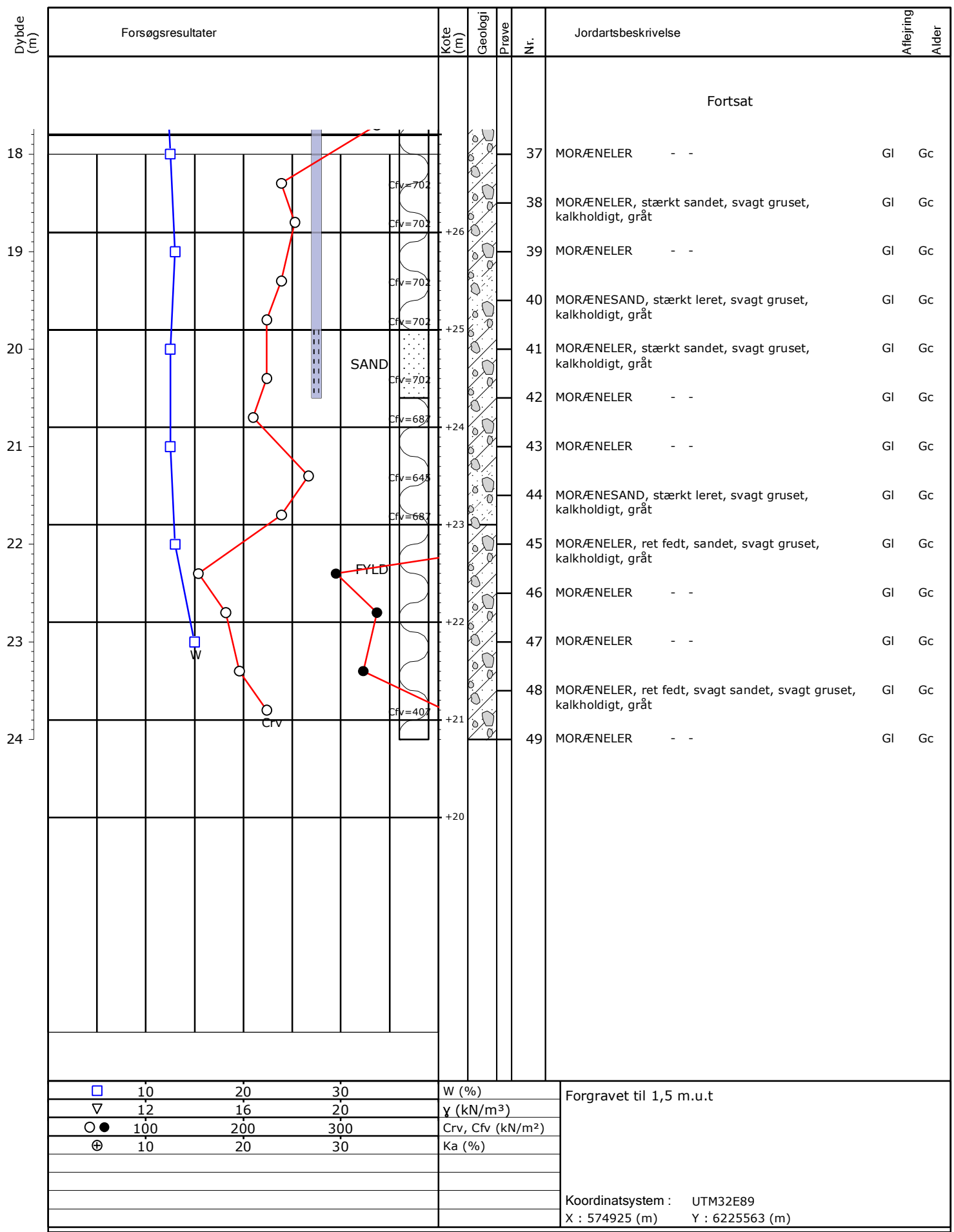
Bilag : 6.1.1

Rev.: 0 S. 2/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

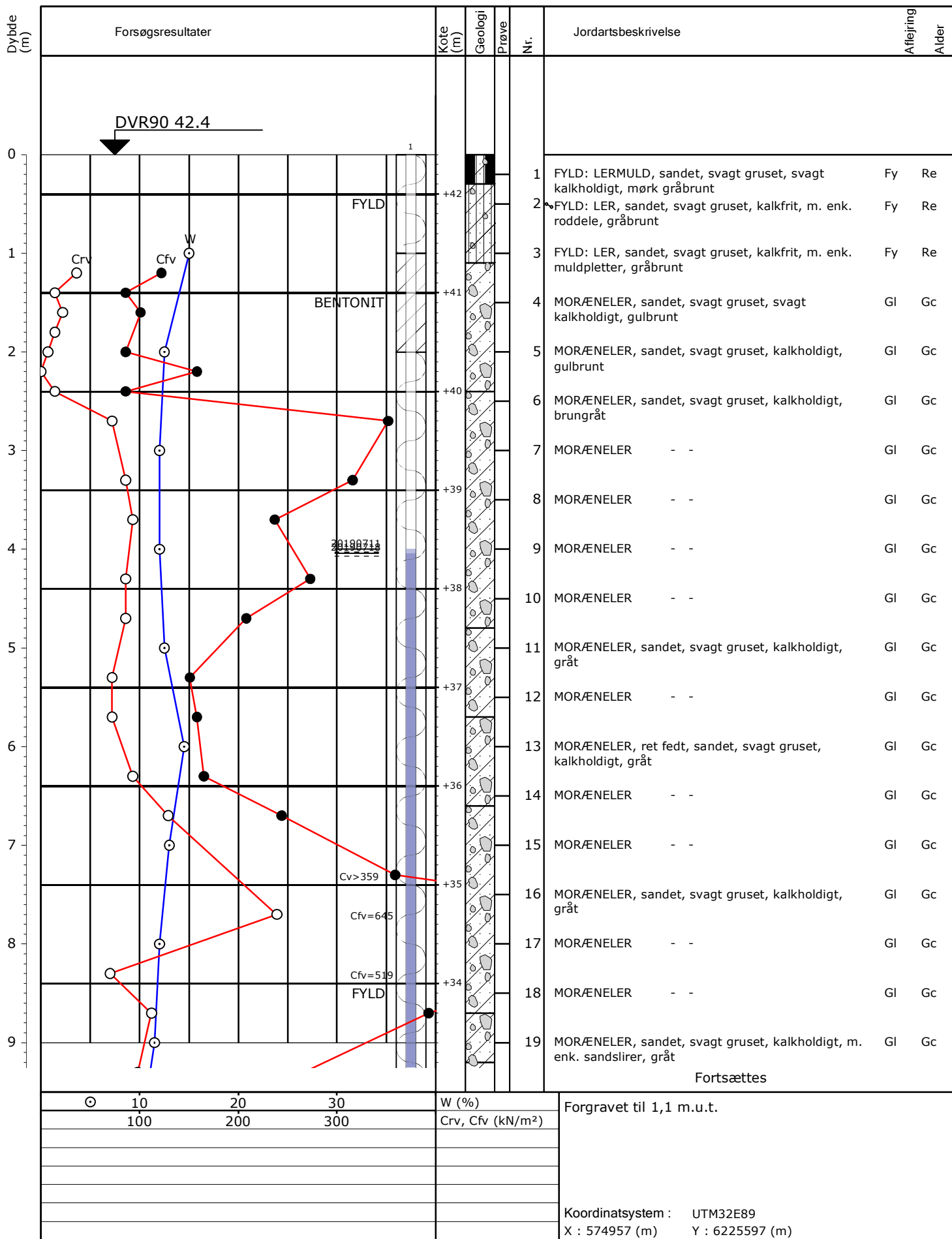
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-07-03 Geologi : NIO Boring : 4
 Boremetode: Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.1 Rev.: 0 S. 3/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-11

Geologi: NIO

Boring: 5

Boremetode: Foret tørboring 6"

DGU-nr:

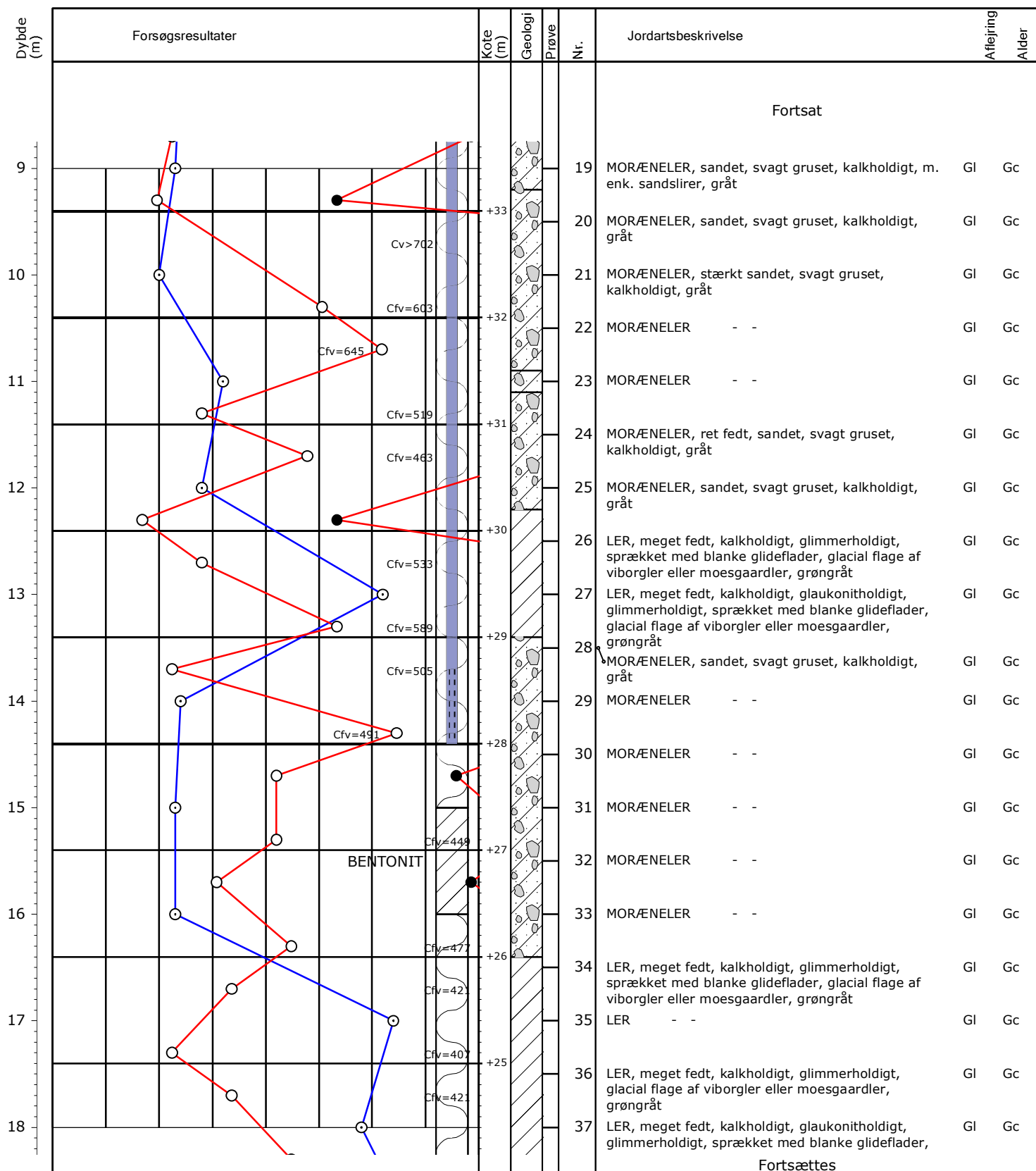
Bilag: 6.1.2

Rev.: 0 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

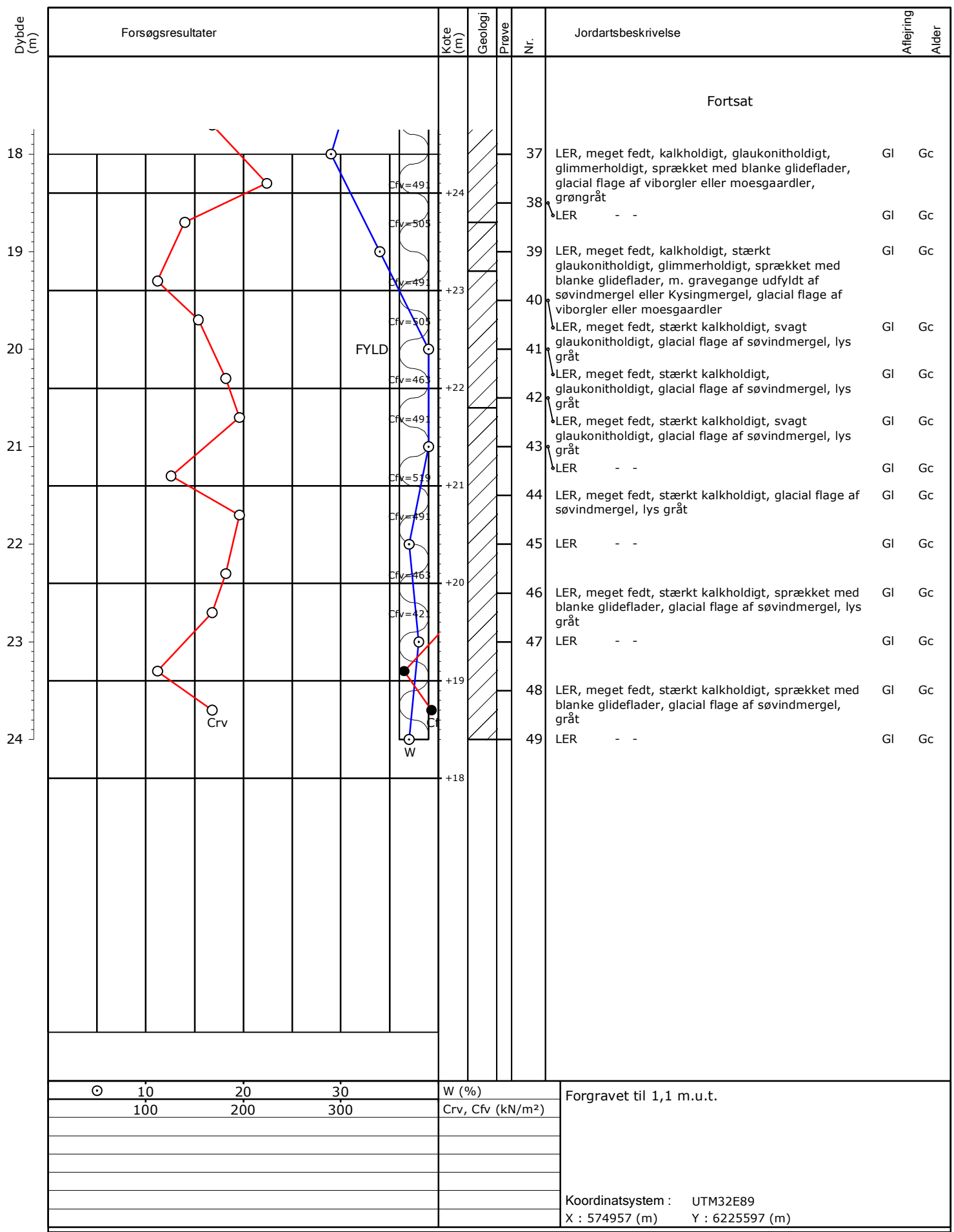
Boreprofil



| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-------------------------------|--------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Forgravet til 1,1 m.u.t. |
| | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Koordinatsystem : UTM32E89 | |
| | | | | X : 574957 (m) | Y : 6225597 (m) |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-07-11 Geologi : NIO Boring : 5
 Boremetode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.2 Rev.: 0 S. 2/3

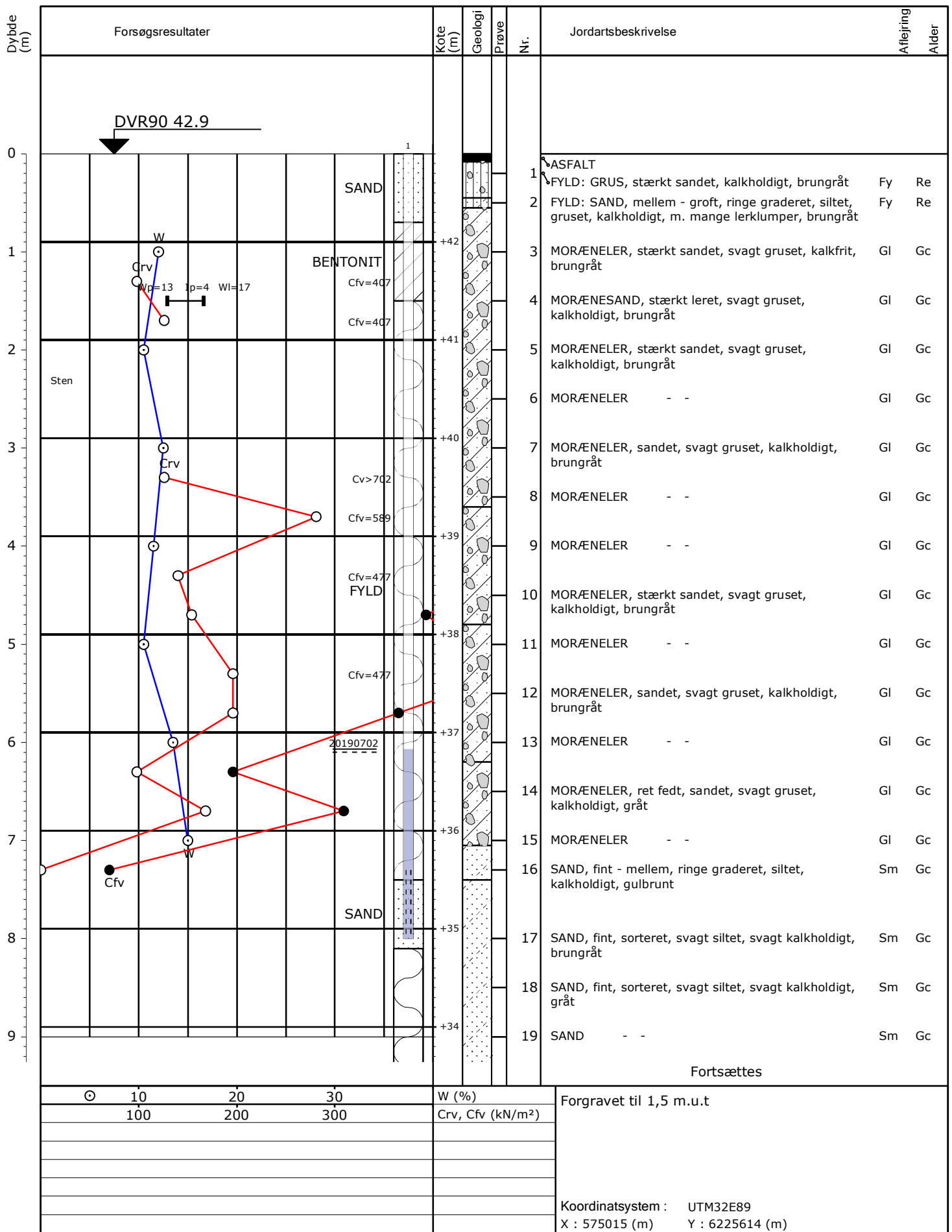
| | | | |
|--|----------------|----------------|---------------------|
| | Geo Copenhagen | + 45 4588 4444 | <h1>Boreprofil</h1> |
| | Geo Aarhus | + 45 8627 3111 | |



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-07-11 Geologi : NIO Boring : 5
 Boremetode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.2 Rev.: 0 S. 3/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB

NIO

Dato: 2019-06-26

Geologi : NIO

Boring : 6

Boremetode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

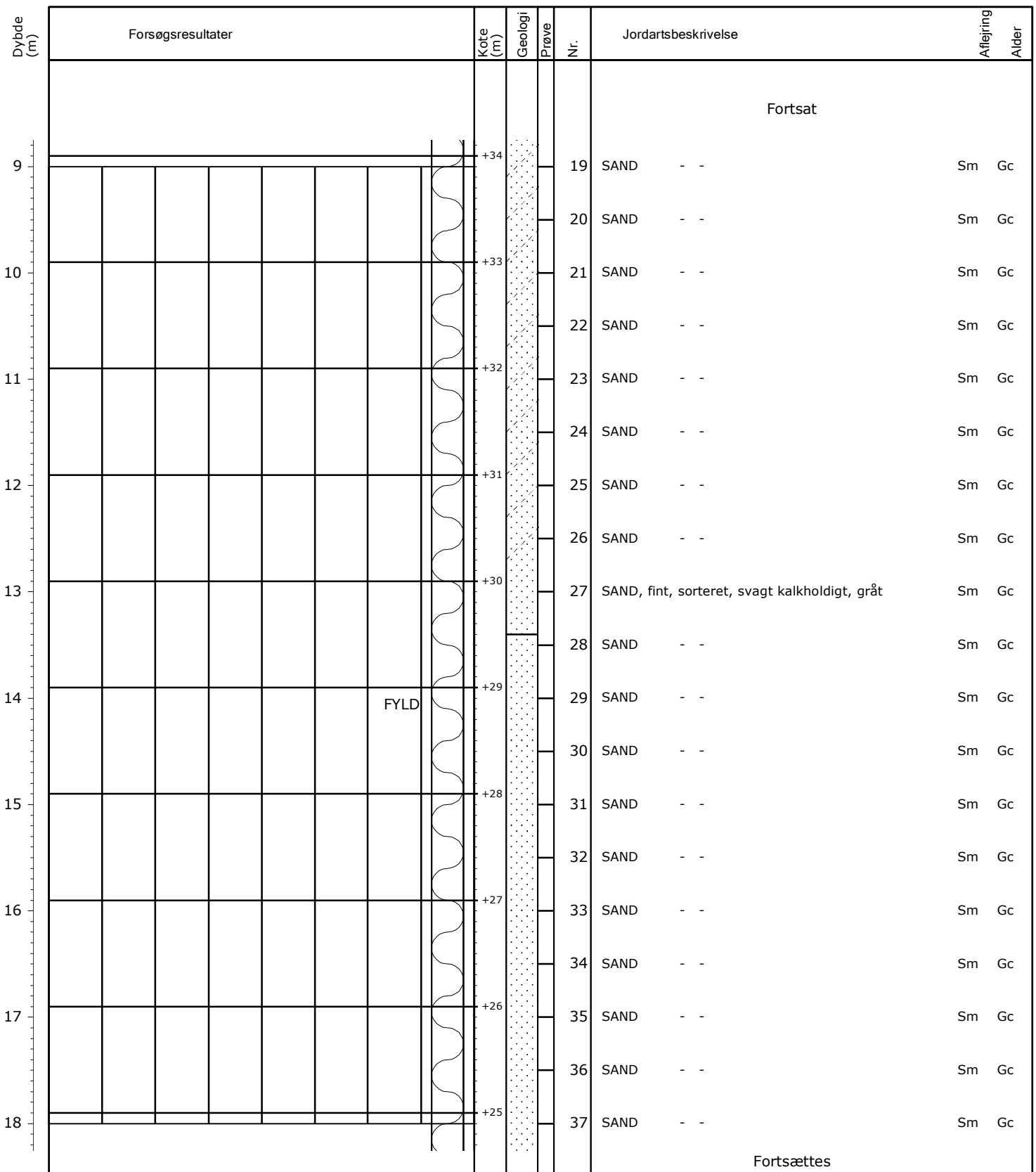
Bilag : 6.1.3

Rev.: 0 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-------------------------------|-------------------------|
| ⊙ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Forgravet til 1,5 m.u.t |
| | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Koordinatsystem : UTM32E89 | |
| | | | | X : 575015 (m) | Y : 6225614 (m) |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-06-26 Geologi : NIO Boring : 6
 Boremethode : Foret tøboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.3 Rev.: 0 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

| Dybde (m) | Forsøgsresultater | | | | | | Kote (m) | Geologi | Prøve | Nr. | Jordartsbeskrivelse | Afvejring | Alder |
|-----------|-------------------|--|--|--|--|--|----------|---------|-------|-----|--|-----------|-------|
| | 18 | | | | | | | +25 | | | 37 | SAND - - | Sm |
| | | | | | | | | | | 38 | SAND - - | Sm | Gc |
| 19 | | | | | | | +24 | | | 39 | SAND - - | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 40 | SAND, fint - mellem, sorteret, svagt siltet, svagt gruset, svagt kalkholdigt, gråt | Sm | Gc |
| 20 | | | | | | | +23 | | | 41 | SAND, fint, sorteret, svagt siltet, svagt kalkholdigt, gråt | Sm | Gc |
| | | | | | | | +22 | | | | | | |

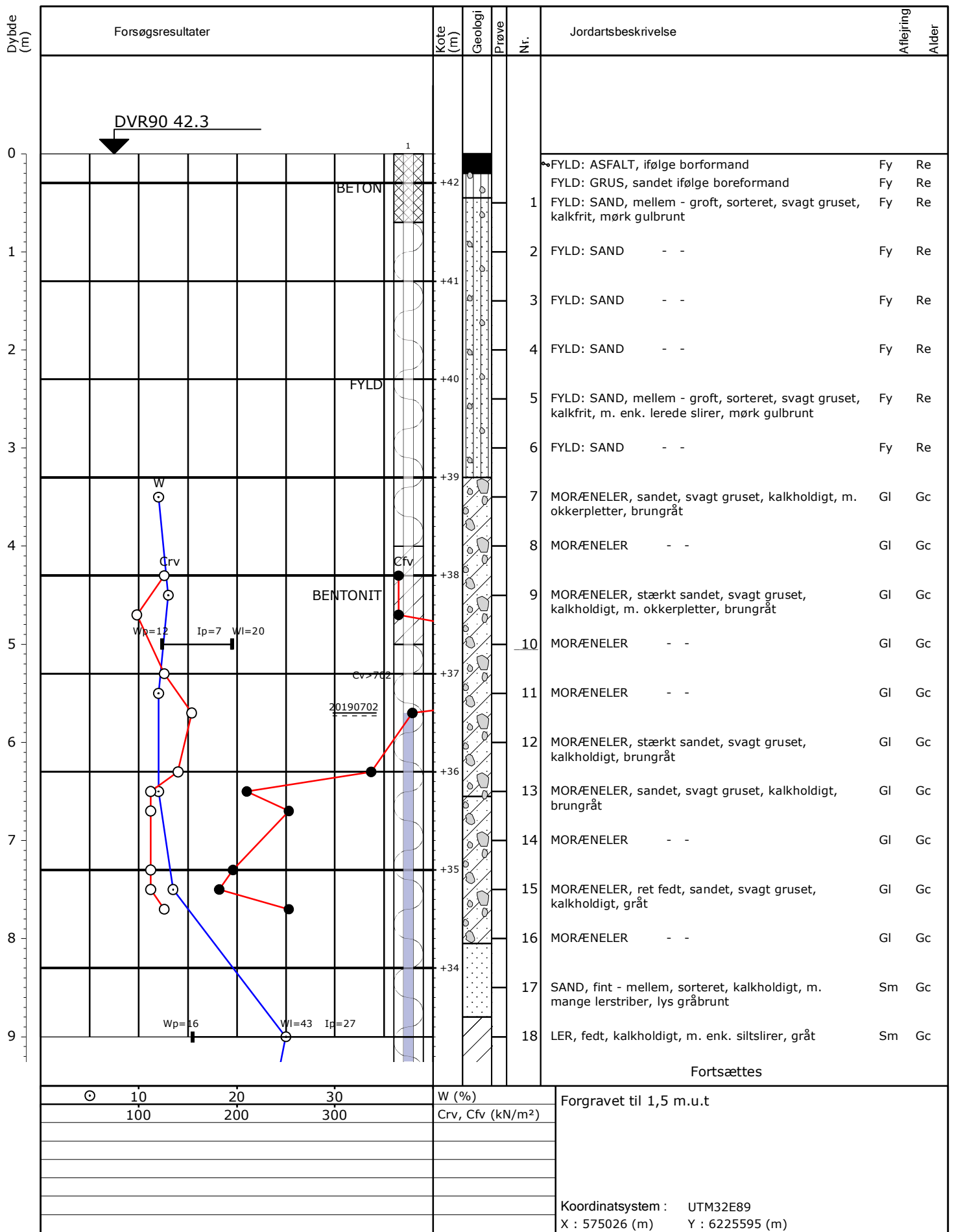
Fortsat

| | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|-------------------------|
| ⊙ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Forgravet til 1,5 m.u.t |
| | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Koordinatsystem : UTM32E89 | | | | | |
| X : 575015 (m) | | | | | Y : 6225614 (m) |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-06-26 Geologi : NIO Boring : 6
 Boremetode: Foret tørborring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.3 Rev.: 0 S. 3/3


 Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-06-28

Geologi: VIJ

Boring: 7

Boremethode: Foret tørboring 6"

DGU-nr:

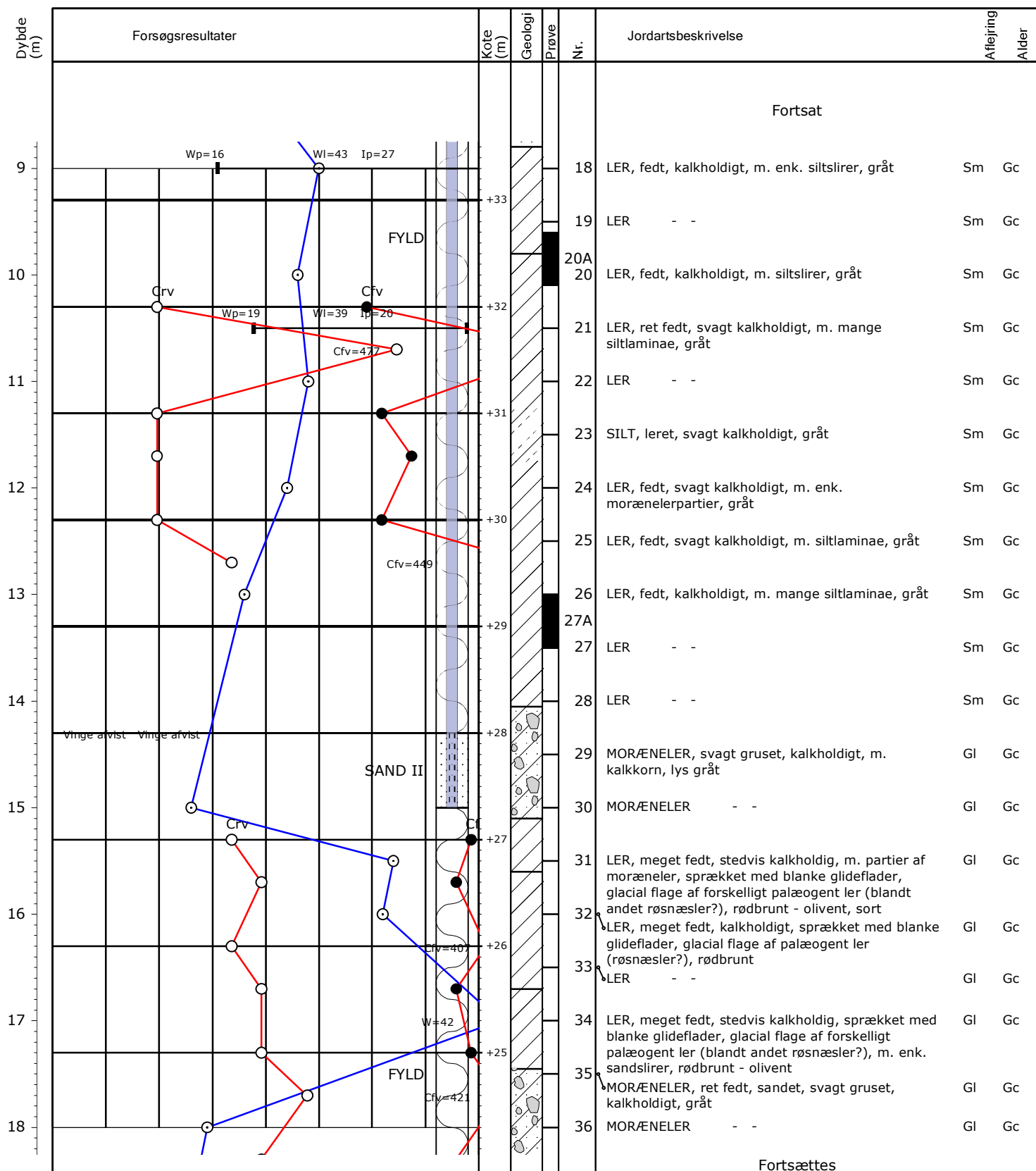
Bilag: 6.1.4

Rev.: 0 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Fortsættes

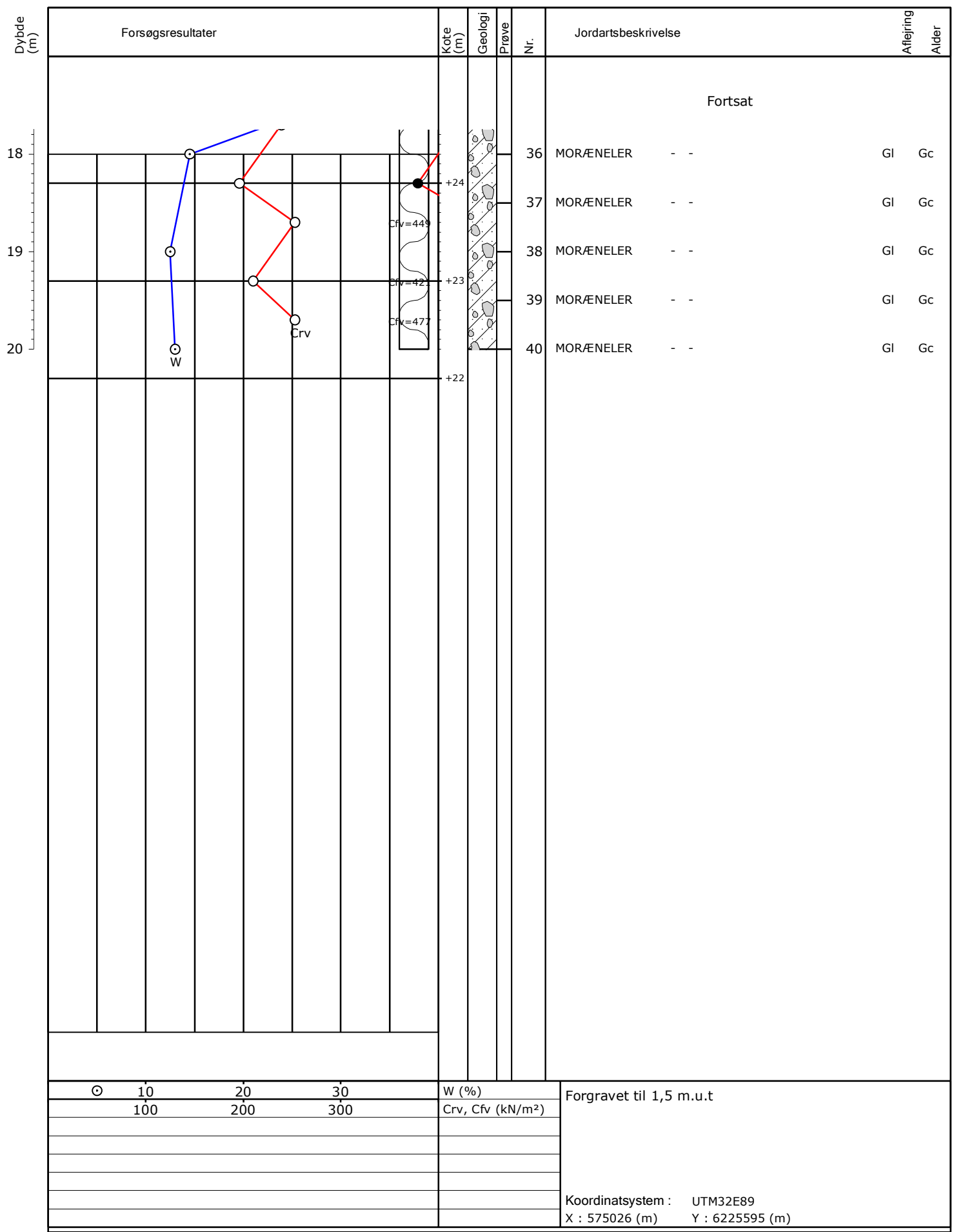
| | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|-------------------------|
| ⊙ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Forgravet til 1,5 m.u.t |
| | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Koordinatsystem : UTM32E89 | | | | | |
| X : 575026 (m) | | | | | Y : 6225595 (m) |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-06-28 Geologi: VIJ Boring: 7
 Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.4 Rev.: 0 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

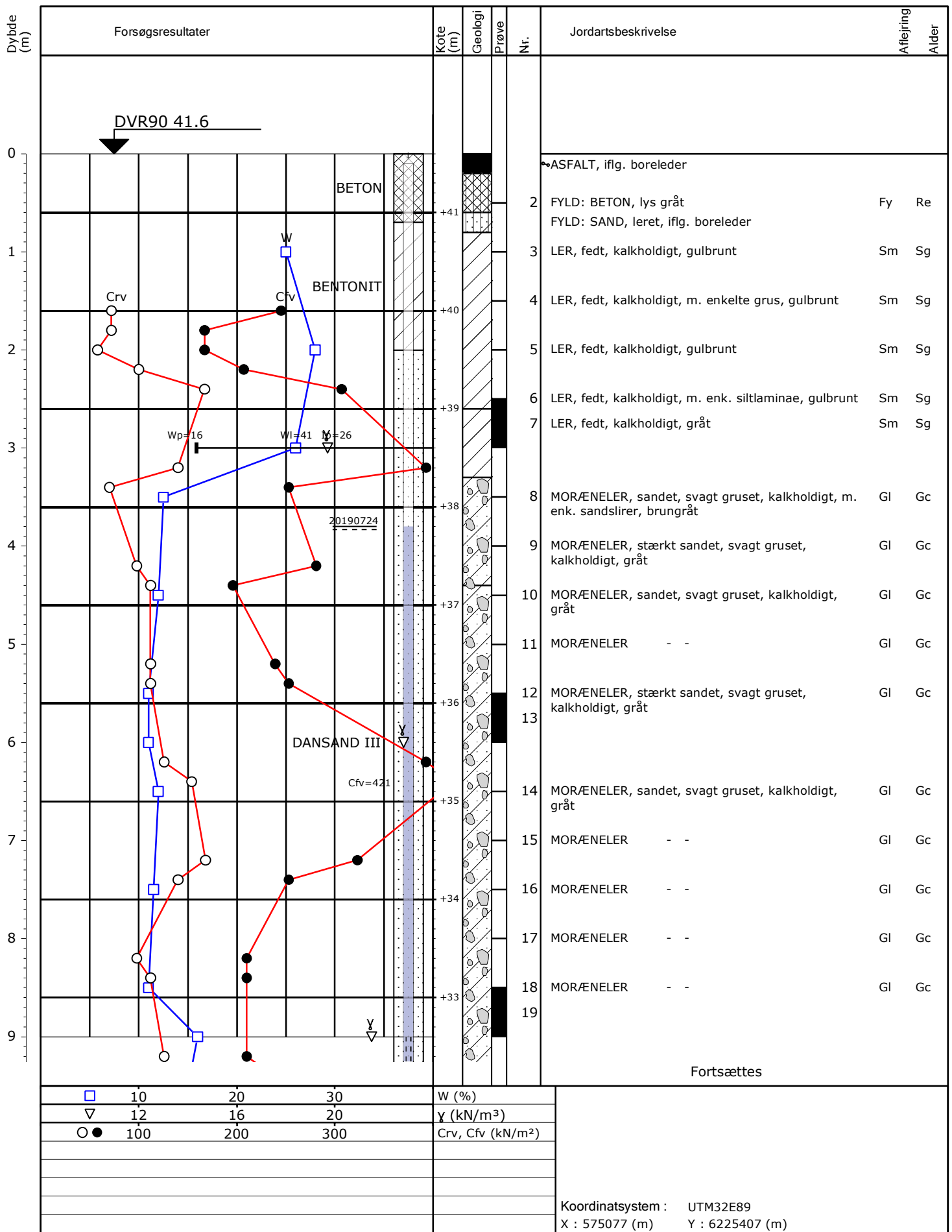
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-06-28 Geologi : VIJ Boring : 7
 Boremetode : Foret tørborning 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.4 Rev.: 0 S. 3/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo RJE/PBS Dato: 2019-07-13

Geologi : NIO

Boring : 8

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

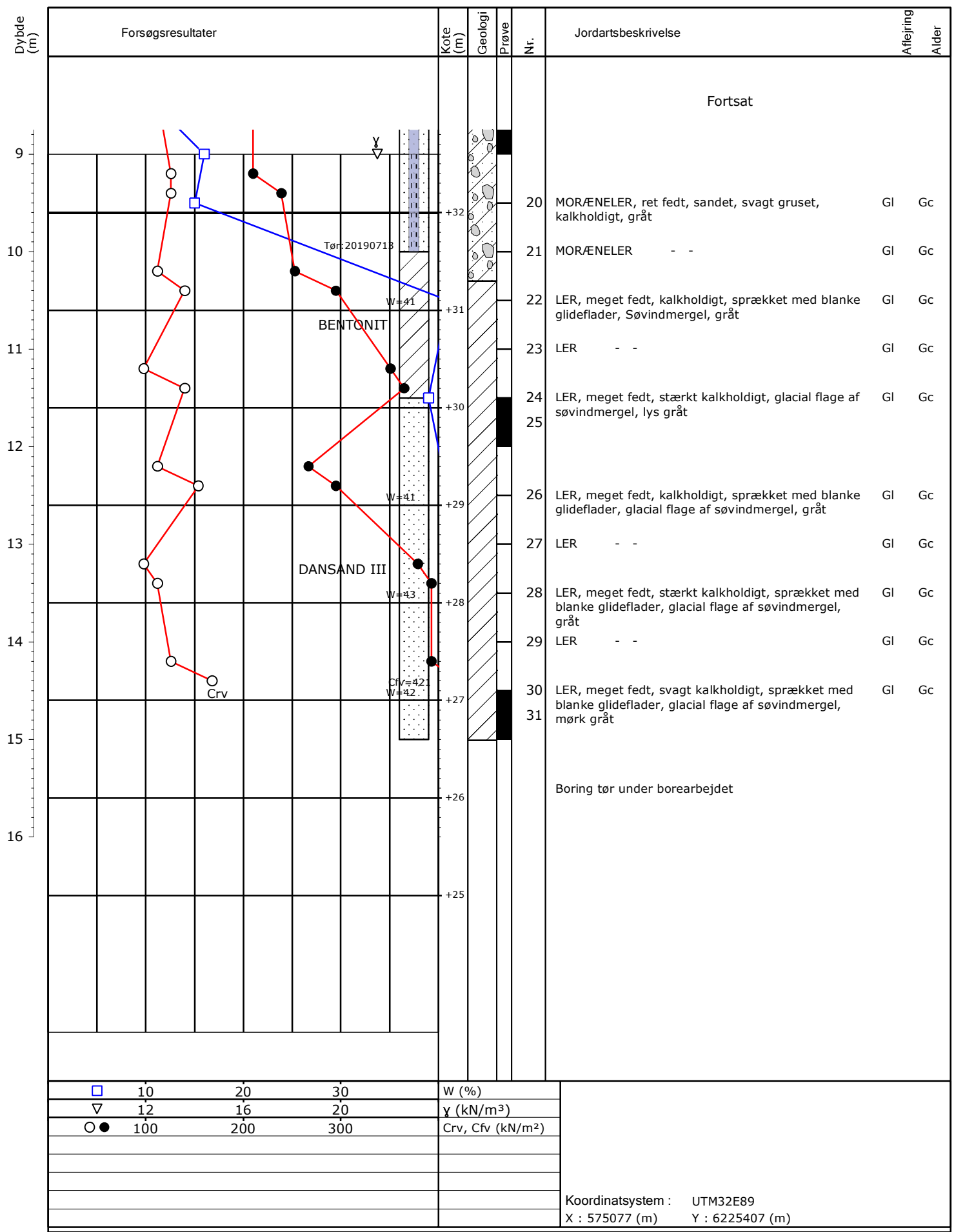
Bilag : 6.1.5

Rev.: 0 S. 1/2

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

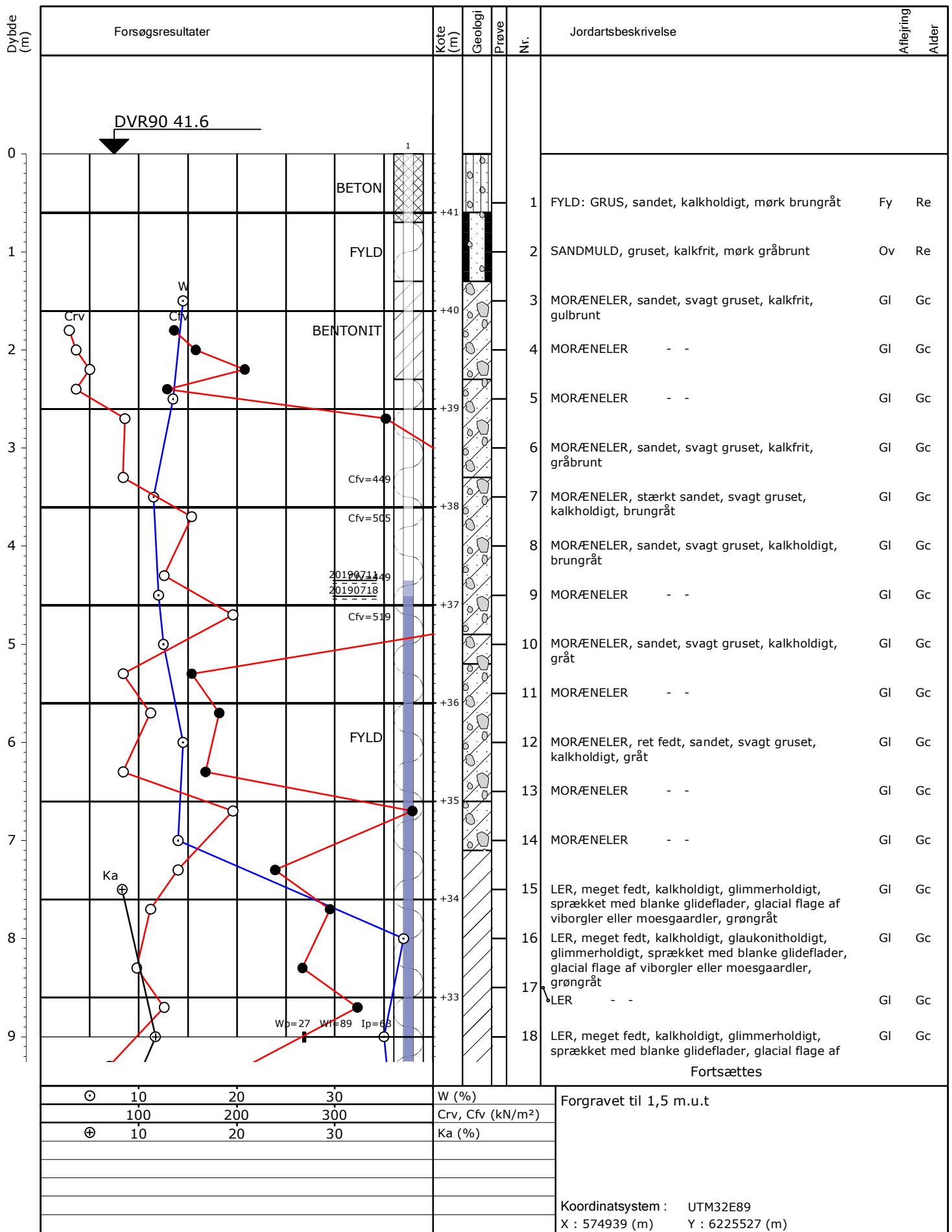
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: Geo RJE/PBS Dato: 2019-07-13 Geologi : NIO Boring : 8
 Boremetode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.5 Rev.: 0 S. 2/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

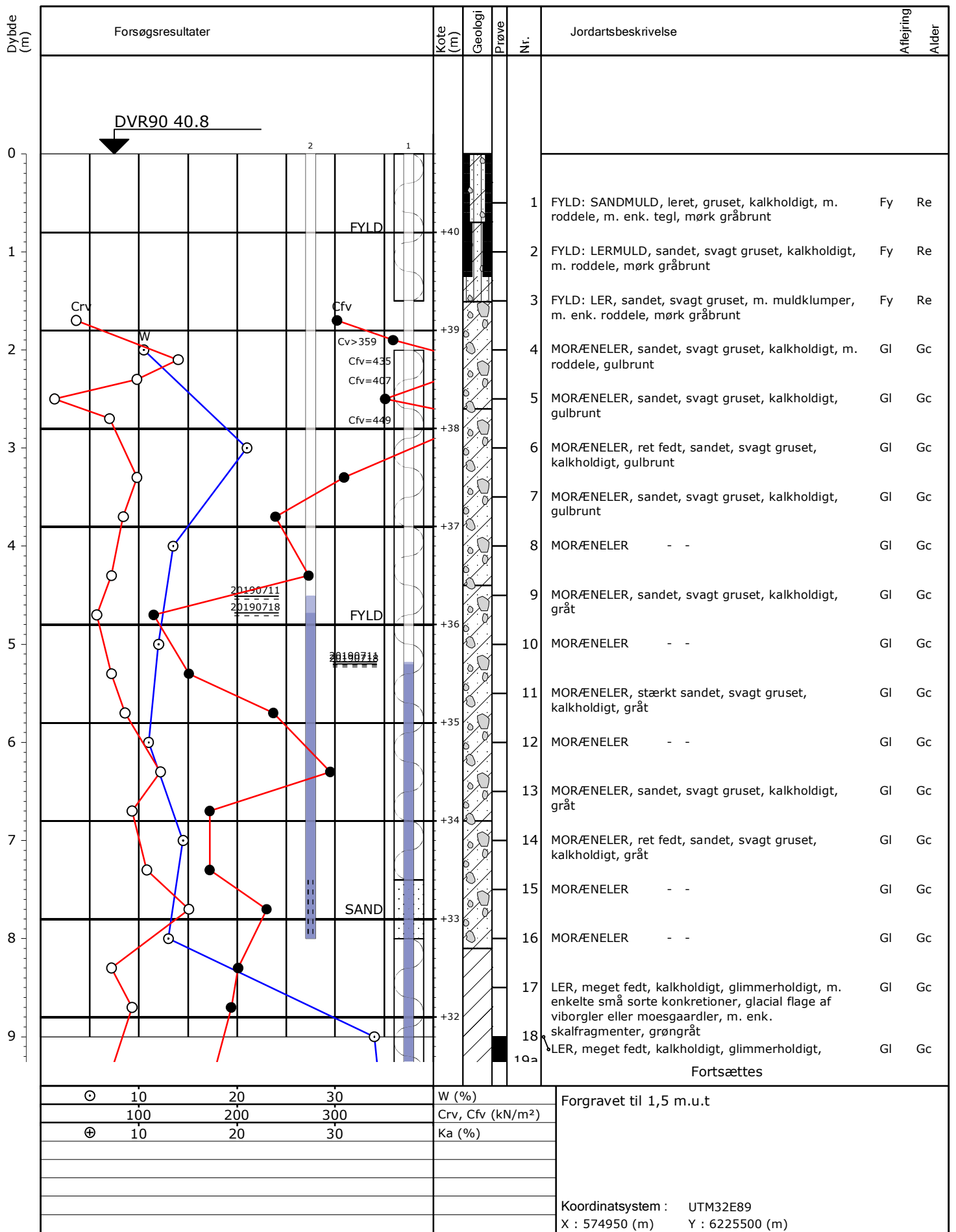


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-07-08 Geologi: NIO Boring: 14
 Boremetode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.11 Rev.: 0 S. 1/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB

NIO

Dato: 2019-07-09

Geologi : NIO

Boring : 15

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

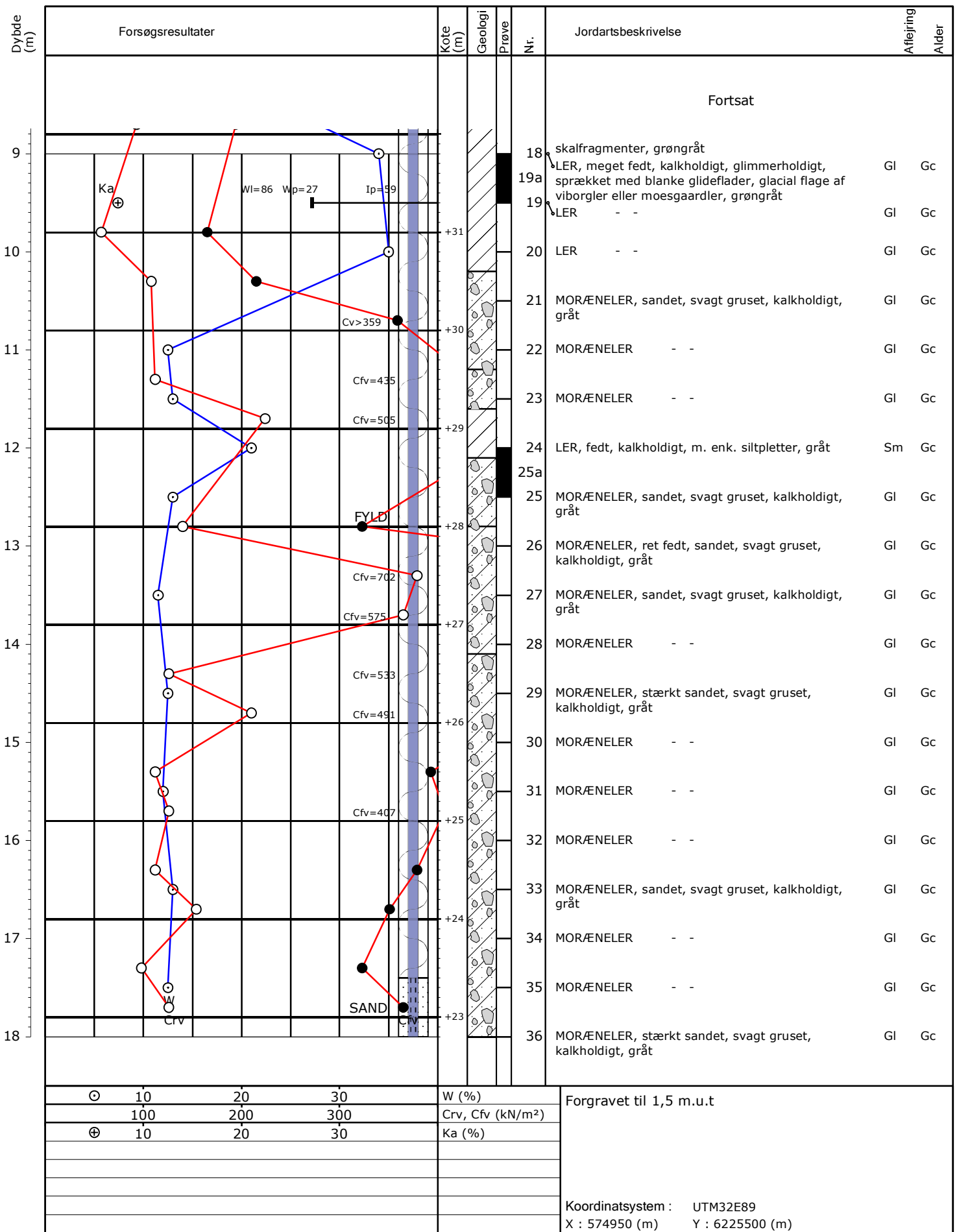
Bilag : 6.1.12

Rev.: 0 S. 1/2

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-09

Geologi : NIO

Boring : 15

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

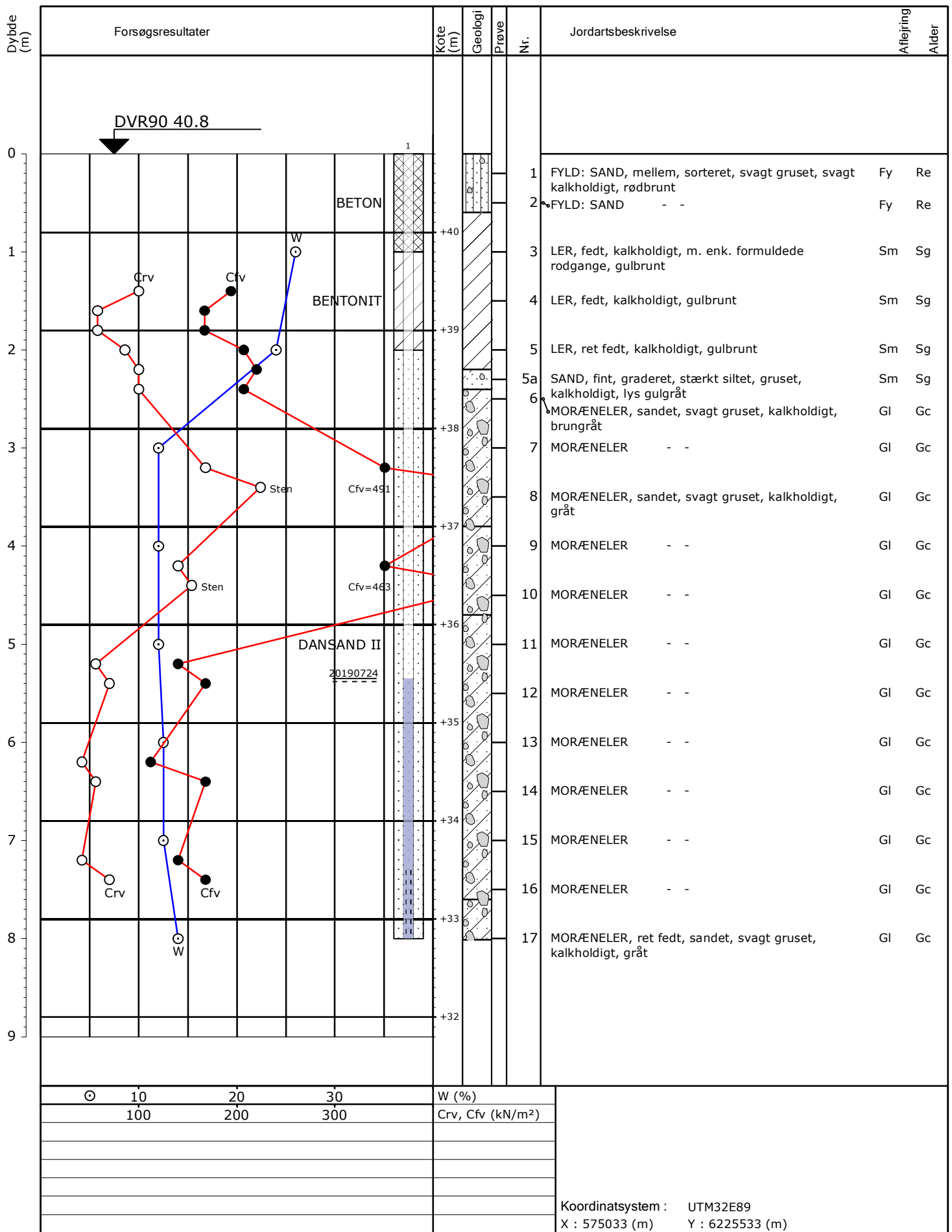
Bilag : 6.1.12

Rev.: 0 S. 2/2

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo

PBS

Dato: 2019-07-23

Geologi: NIO

Boring: 17

Boremetode: Foret tøboring 6"

DGU-nr:

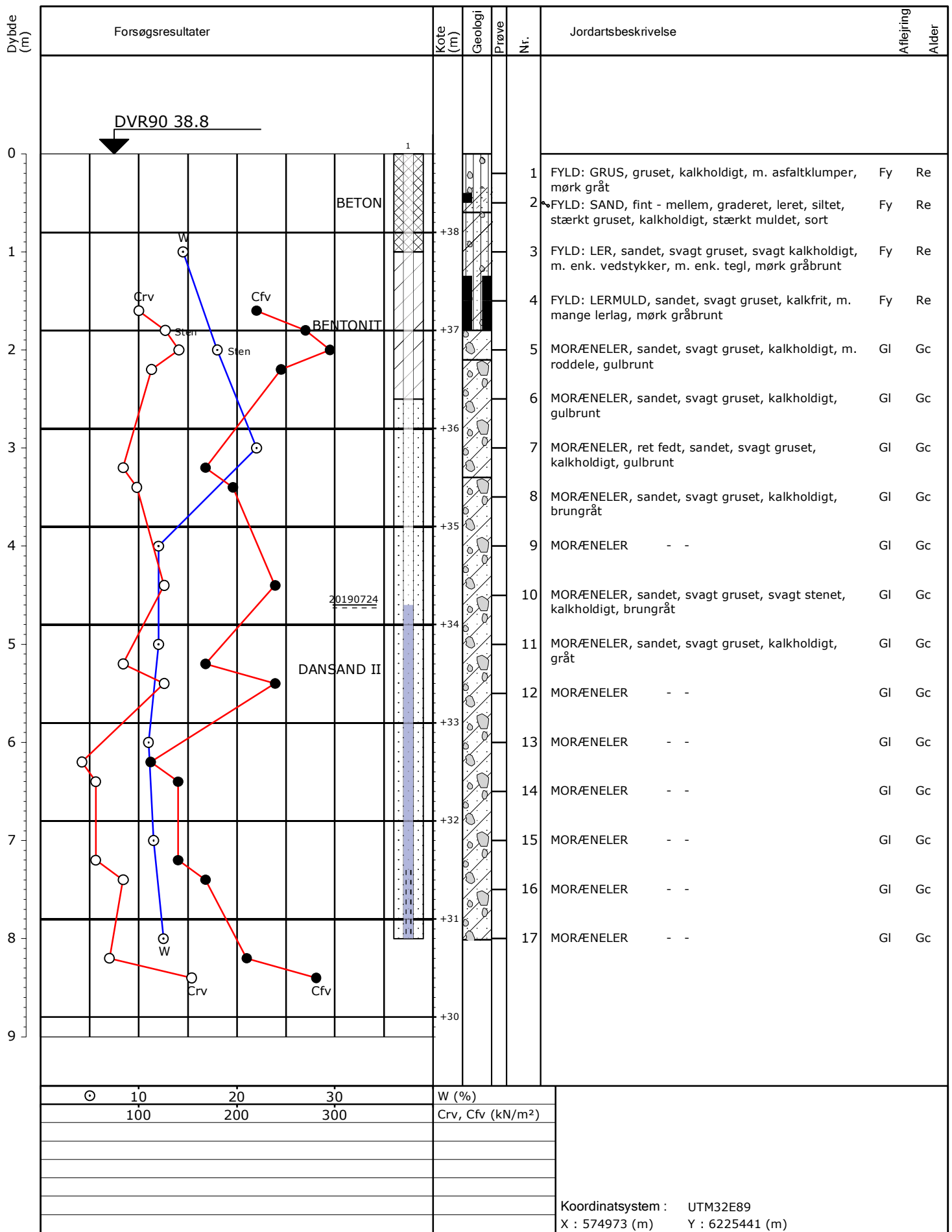
Bilag: 6.1.13

Rev.: 0 S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo PBS Dato: 2019-07-24

Geologi : NIO

Boring : 18

Boremethode : Foret tørboring 6"

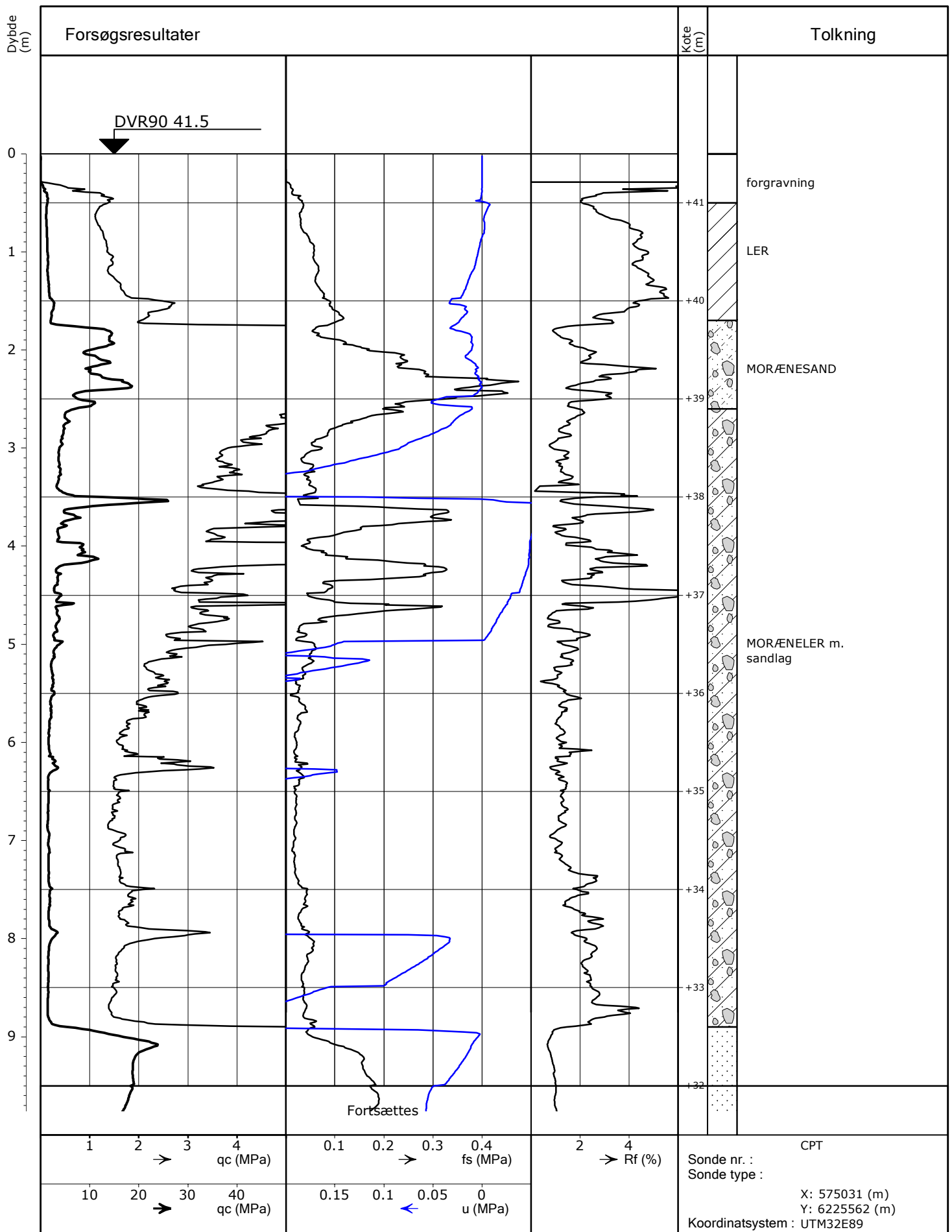
DGU-nr :

Bilag : 6.1.14 Rev.: 0 S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Aarhus Kommunehospital. Universitetsbyen.

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning :

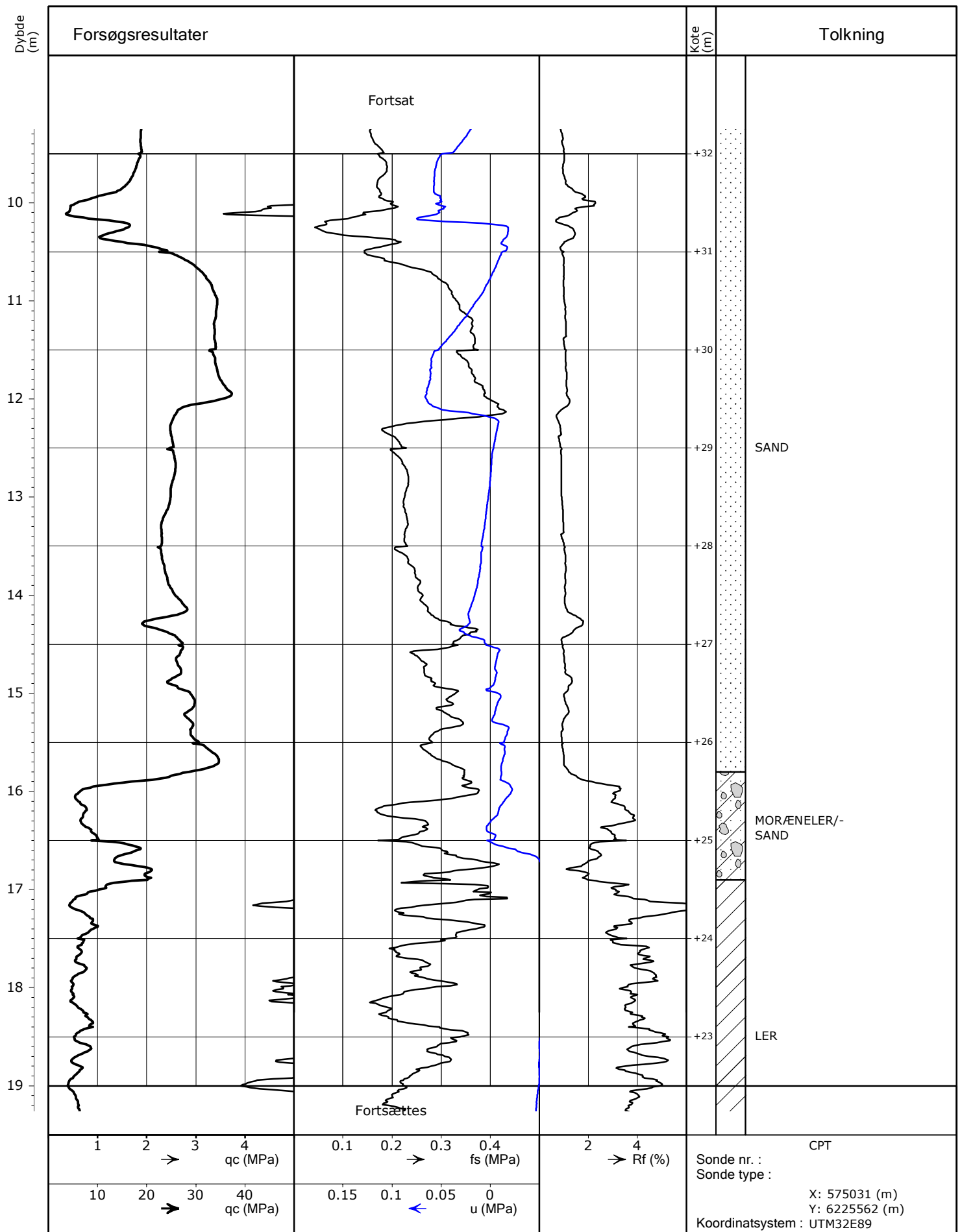
Punkt nr. : CPT19A

Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26

Bilag : 2.9 S. 1/3

Geo
Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 203695 Aarhus Kommunehospital. Universitetsbyen.

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning :

Punkt nr. : CPT19A

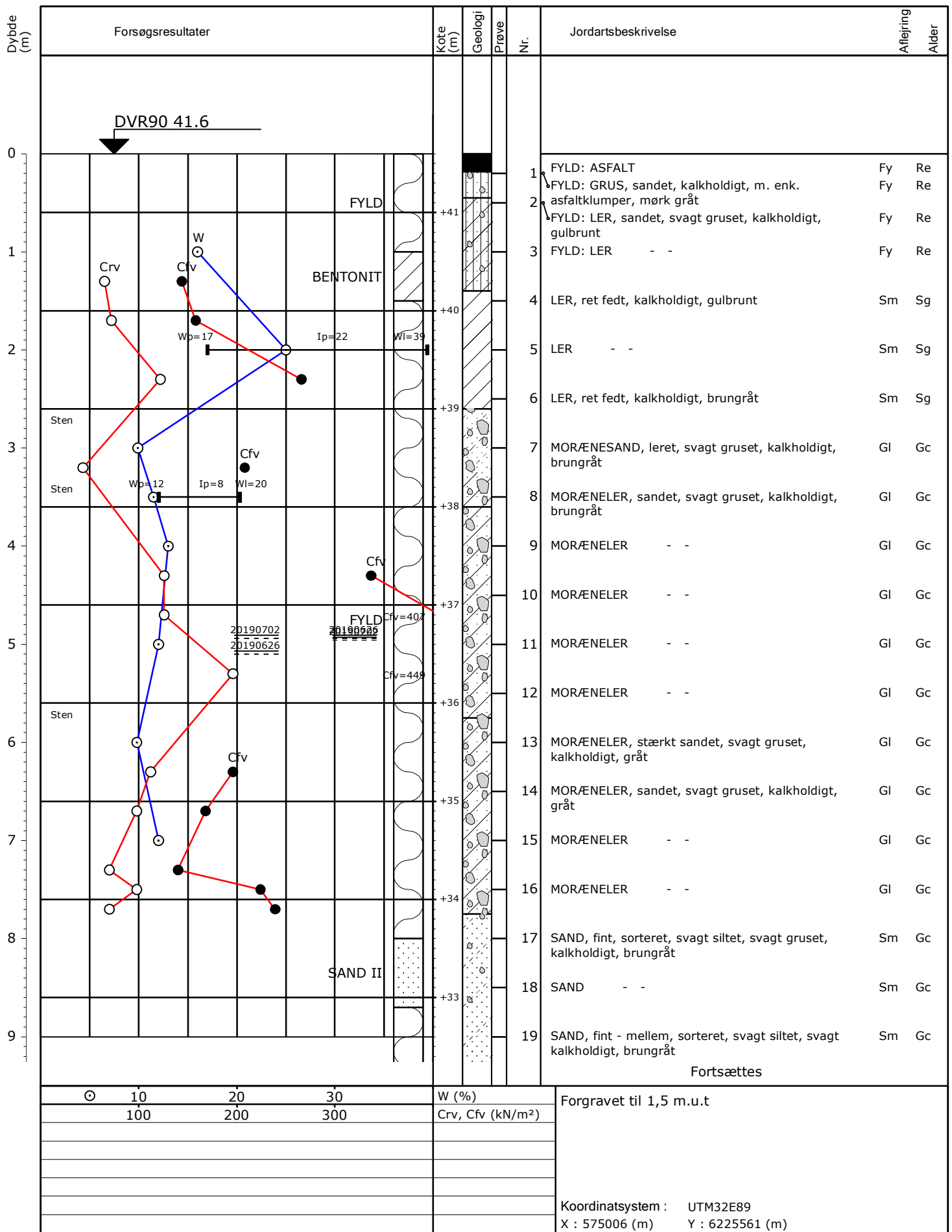
Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO

Dato : 2019-07-26

Bilag : 2.9 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-06-20

Geologi: NIO

Boring: 20

Boremethode: Foret tørboring 6"

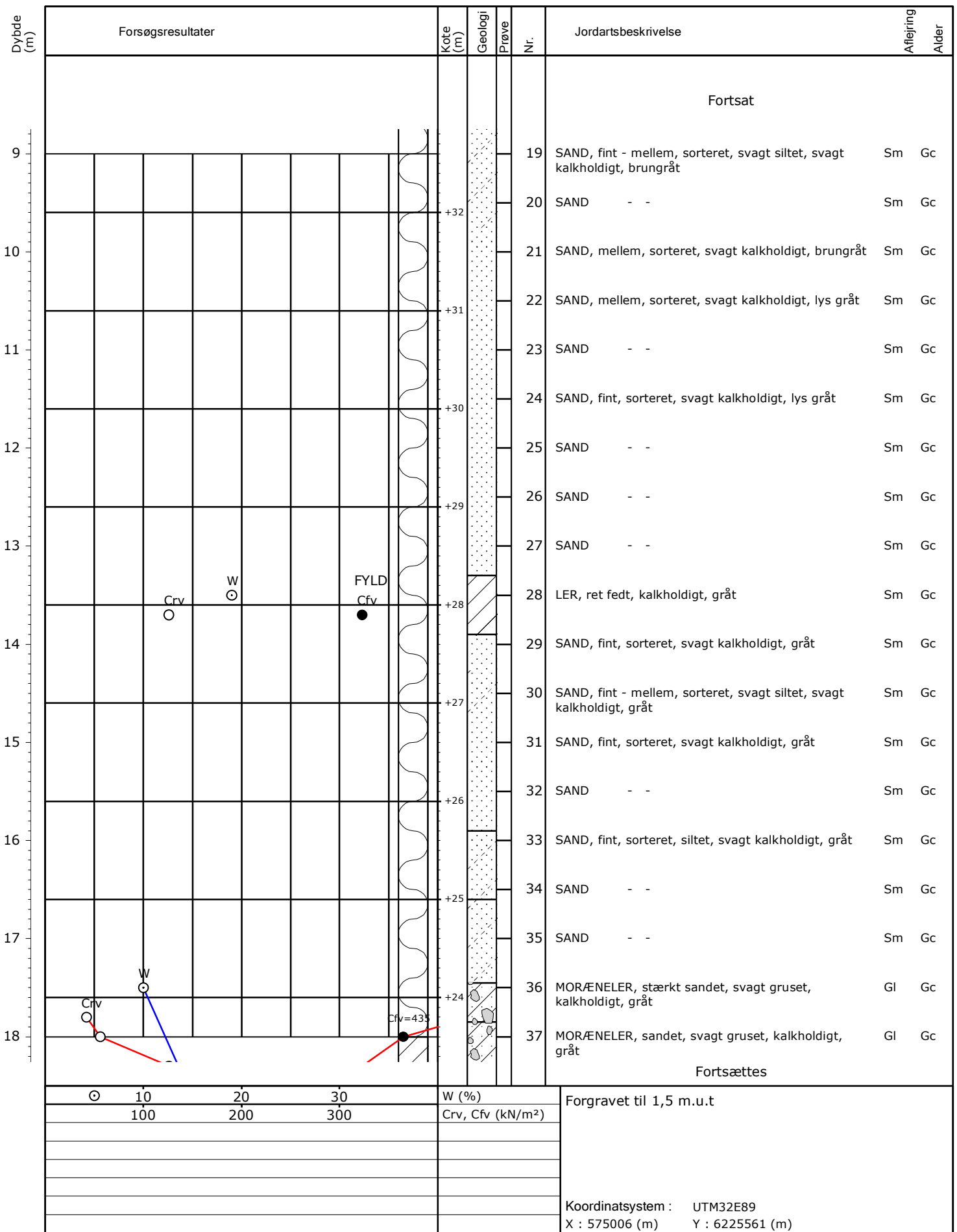
DGU-nr:

Bilag: 6.1.15 Rev.: 0 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

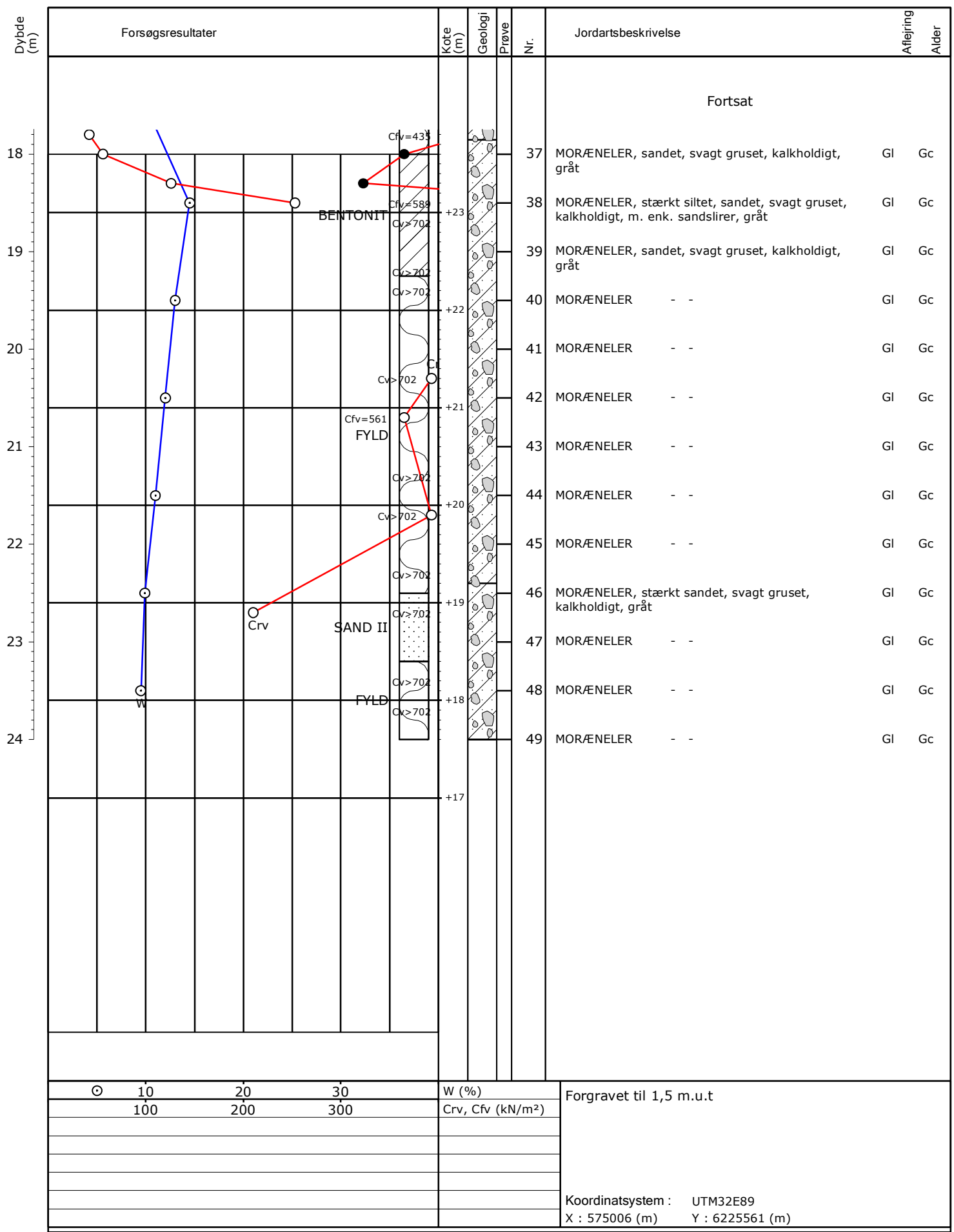


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-06-20 Geologi: NIO Boring: 20
 Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.15 Rev.: 0 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

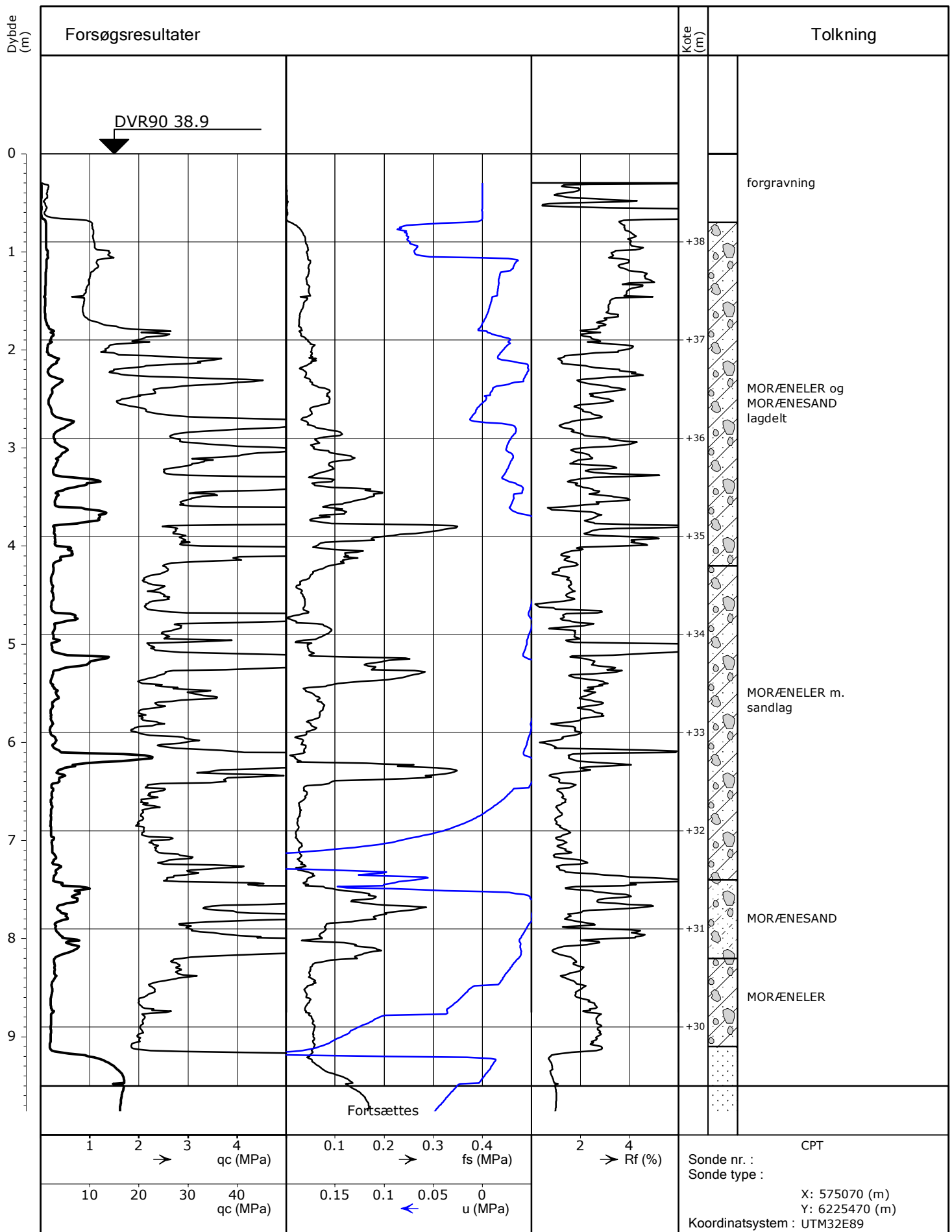
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-06-20 Geologi : NIO Boring : 20
 Boremetode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.15 Rev.: 0 S. 3/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

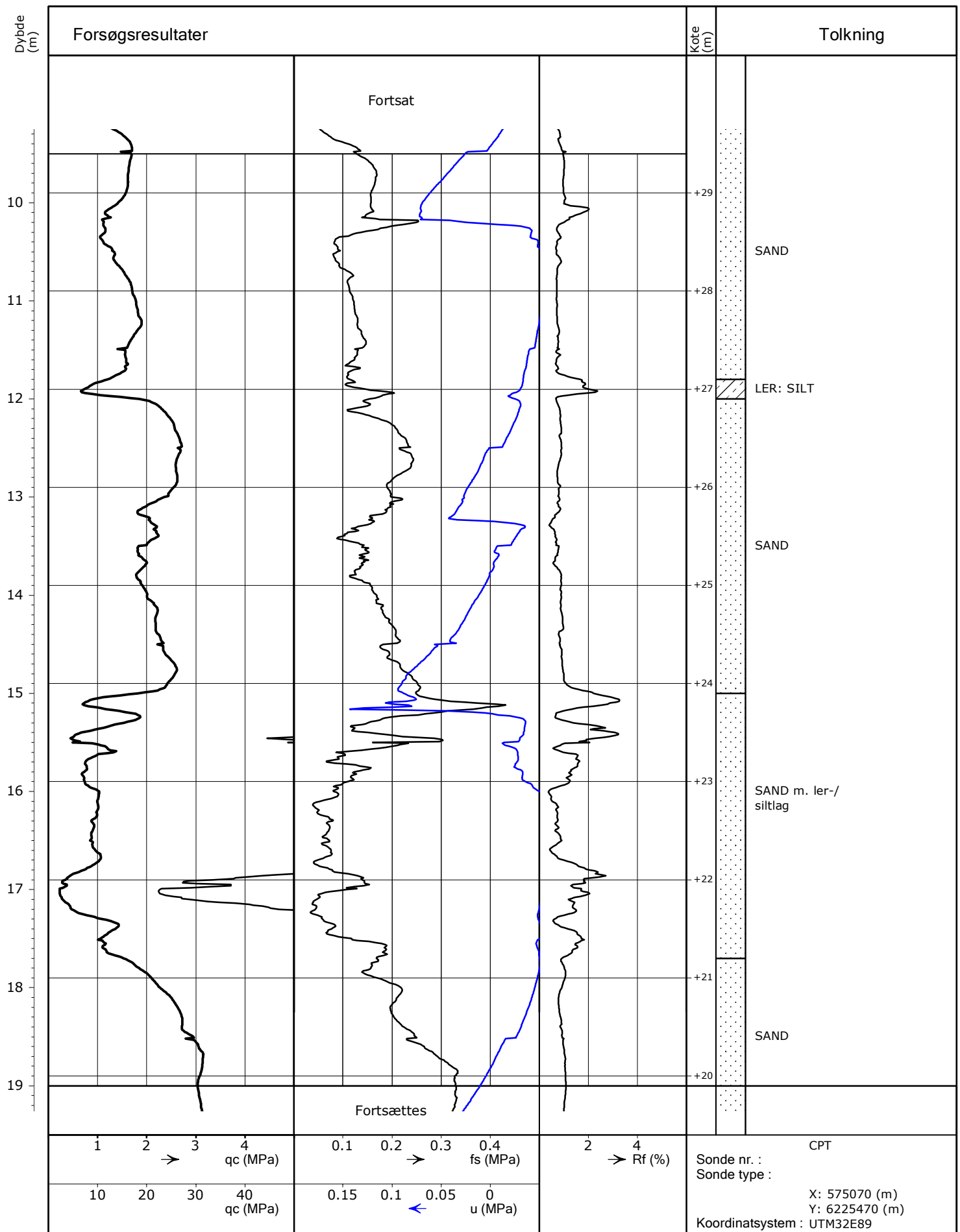


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 21
 Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.4 S. 1/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil

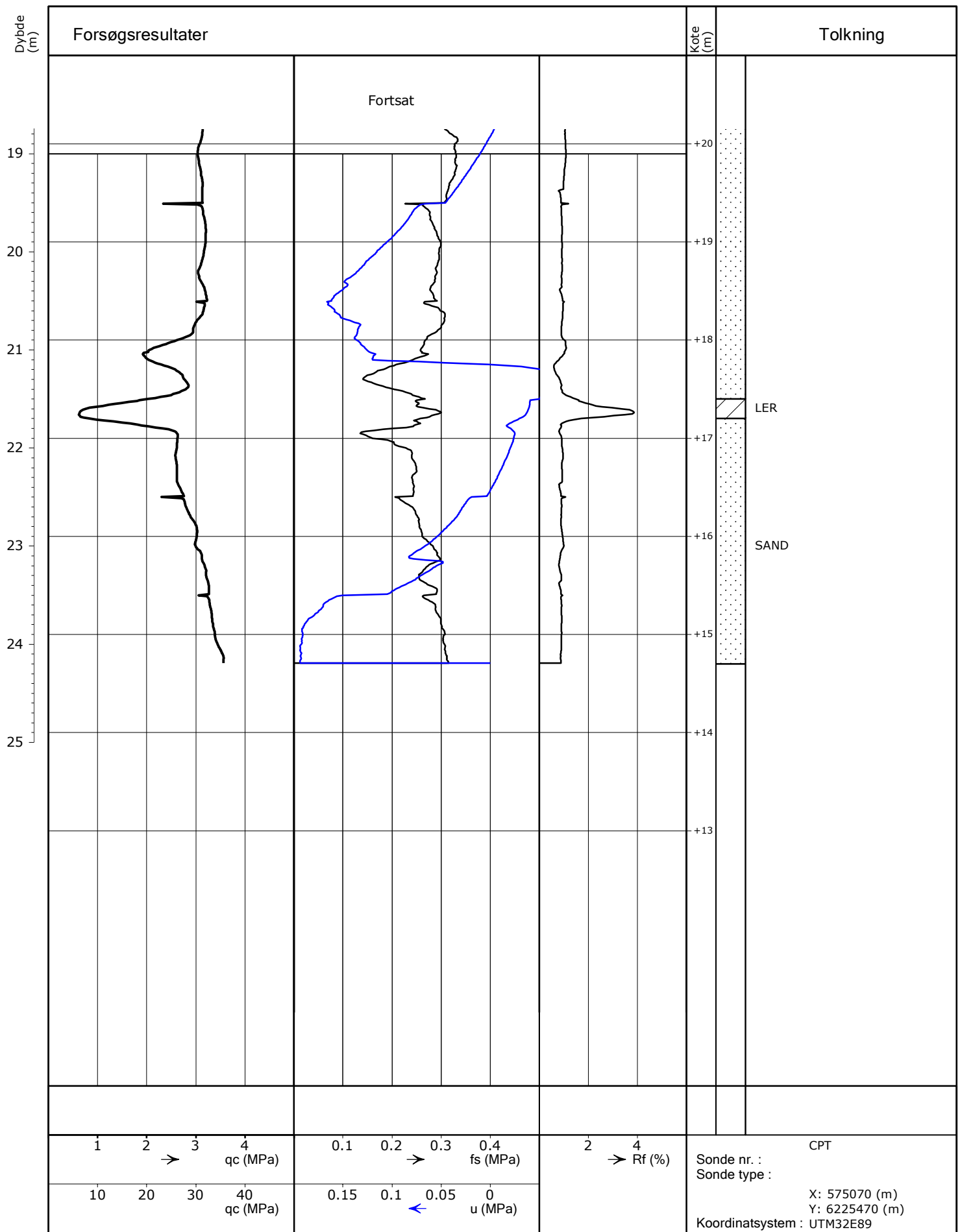


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 21
 Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.4 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil

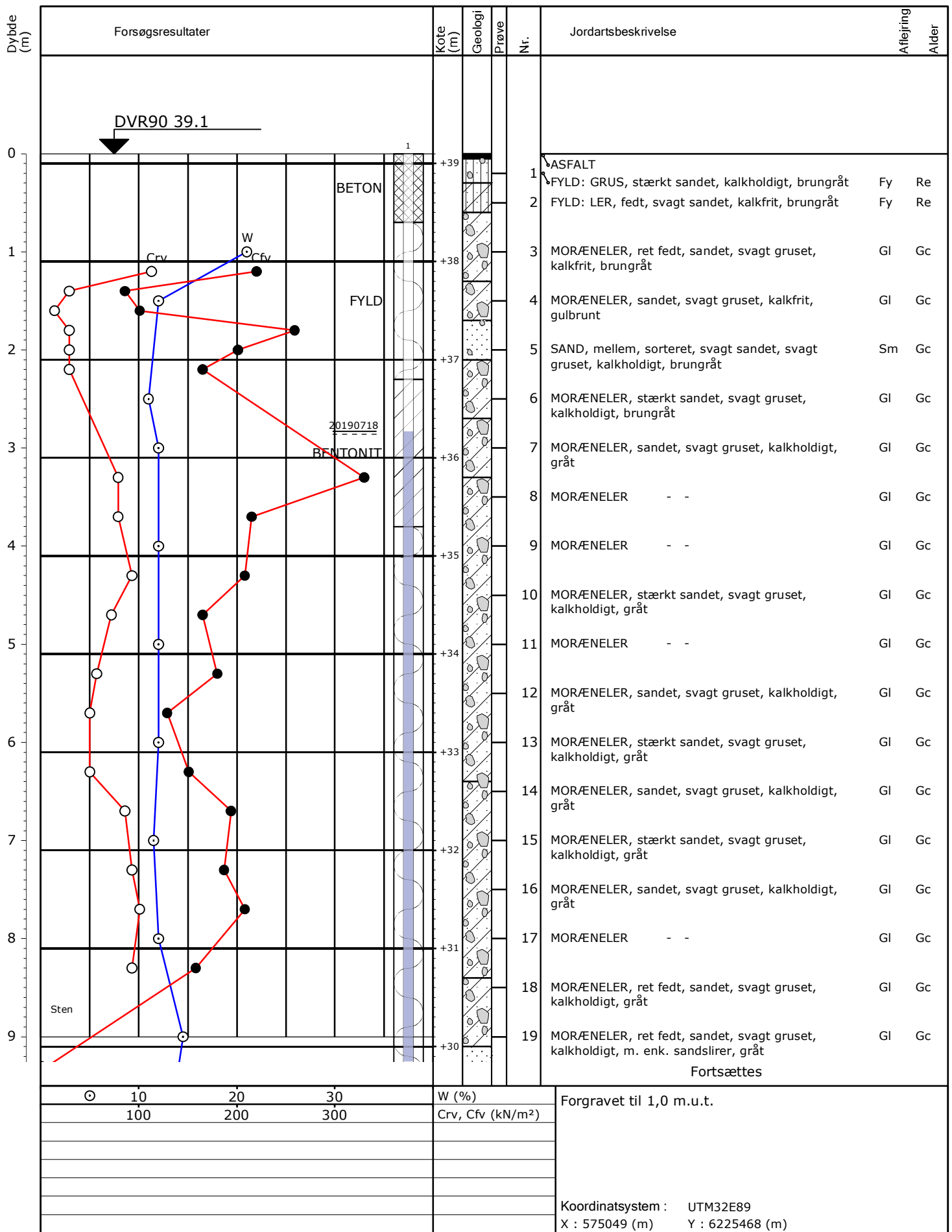


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 21
 Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.4 S. 3/3

Geo
 Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil

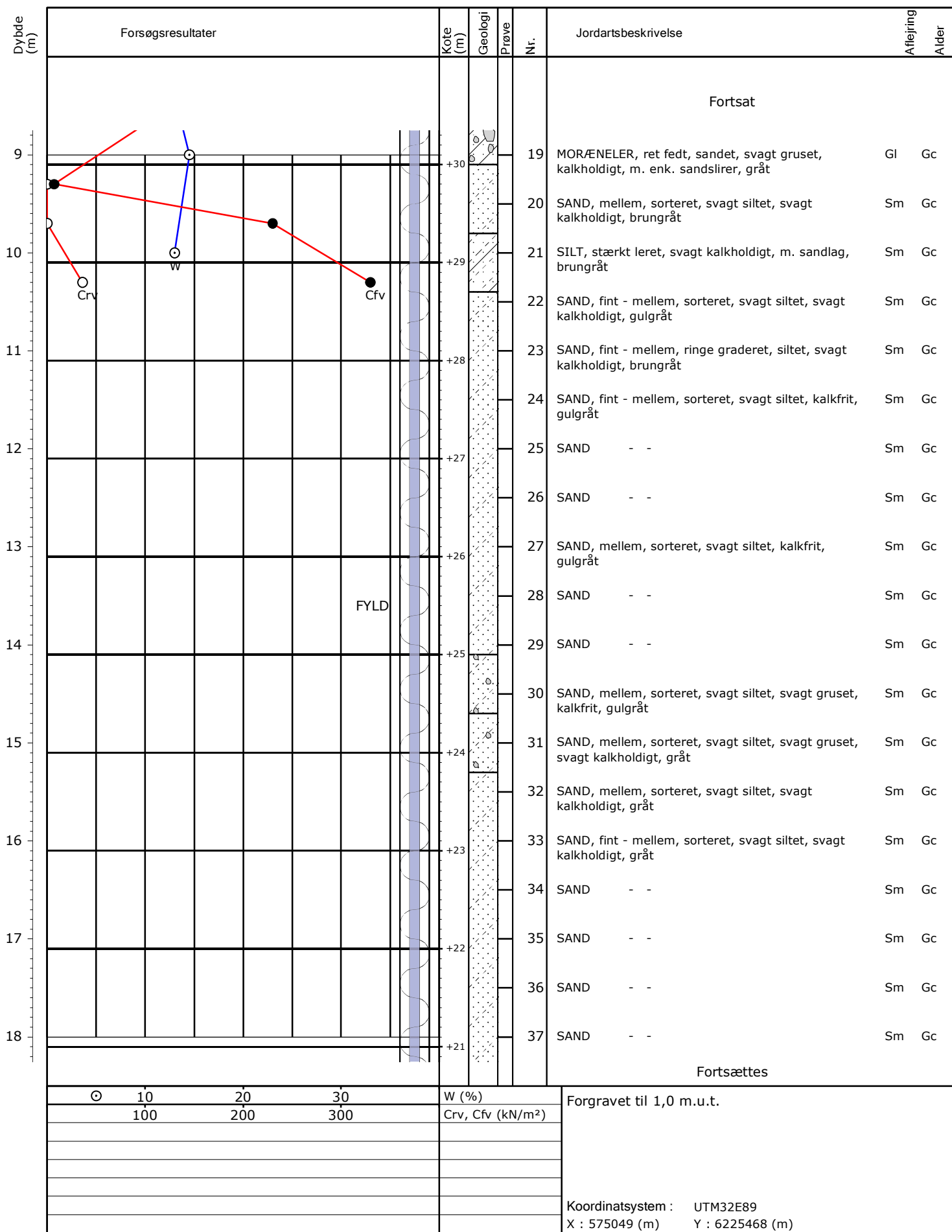


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-07-16 Geologi: NIO Boring: 22
Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.16 Rev.: 0 S. 1/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-07-16 Geologi: NIO Boring: 22
 Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.16 Rev.: 0 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

| Dybde (m) | Forsøgsresultater | | | | | | Kote (m) | Geologi | Prøve | Nr. | Jordartsbeskrivelse | Aflejring | Alder |
|-----------|-------------------|--|--|--|--|-------------|------------------|--|-------|-----|--|-----------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| Fortsat | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | +21 | | | 37 | SAND - - | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 38 | SAND - - | Sm | Gc |
| 19 | | | | | | | +20 | | | 39 | SAND - - | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 40 | SAND - - | Sm | Gc |
| 20 | | | | | | | +19 | | | 41 | SAND, fint - mellem, sorteret, svagt siltet, svagt kalkholdigt, brungråt | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 42 | SAND - - | Sm | Gc |
| 21 | | | | | | | +18 | | | 43 | SAND - - | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 44 | SAND - - | Sm | Gc |
| 22 | | | | | | | +17 | | | 45 | SAND, fint, sorteret, svagt siltet, svagt kalkholdigt, gråt | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 46 | SAND - - | Sm | Gc |
| 23 | | | | | | | +16 | | | 47 | SAND, fint - mellem, sorteret, svagt siltet, svagt kalkholdigt, brungråt | Sm | Gc |
| | | | | | | | | | | 48 | SAND - - | Sm | Gc |
| 24 | | | | | | DANSAND III | +15 | | | 49 | SAND, fint - mellem, sorteret, svagt siltet, svagt kalkholdigt, gråt | Sm | Gc |
| 25 | | | | | | | +14 | | | | | | |
| | | | | | | | W (%) | Forgravet til 1,0 m.u.t. | | | | | |
| | | | | | | | Crv, Cfv (kN/m²) | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Koordinatsystem : UTM32E89 X : 575049 (m) Y : 6225468 (m) | | | | | |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB

NIO

Dato: 2019-07-16

Geologi : NIO

Boring : 22

Boremetode: Foret tørborning 6"

DGU-nr :

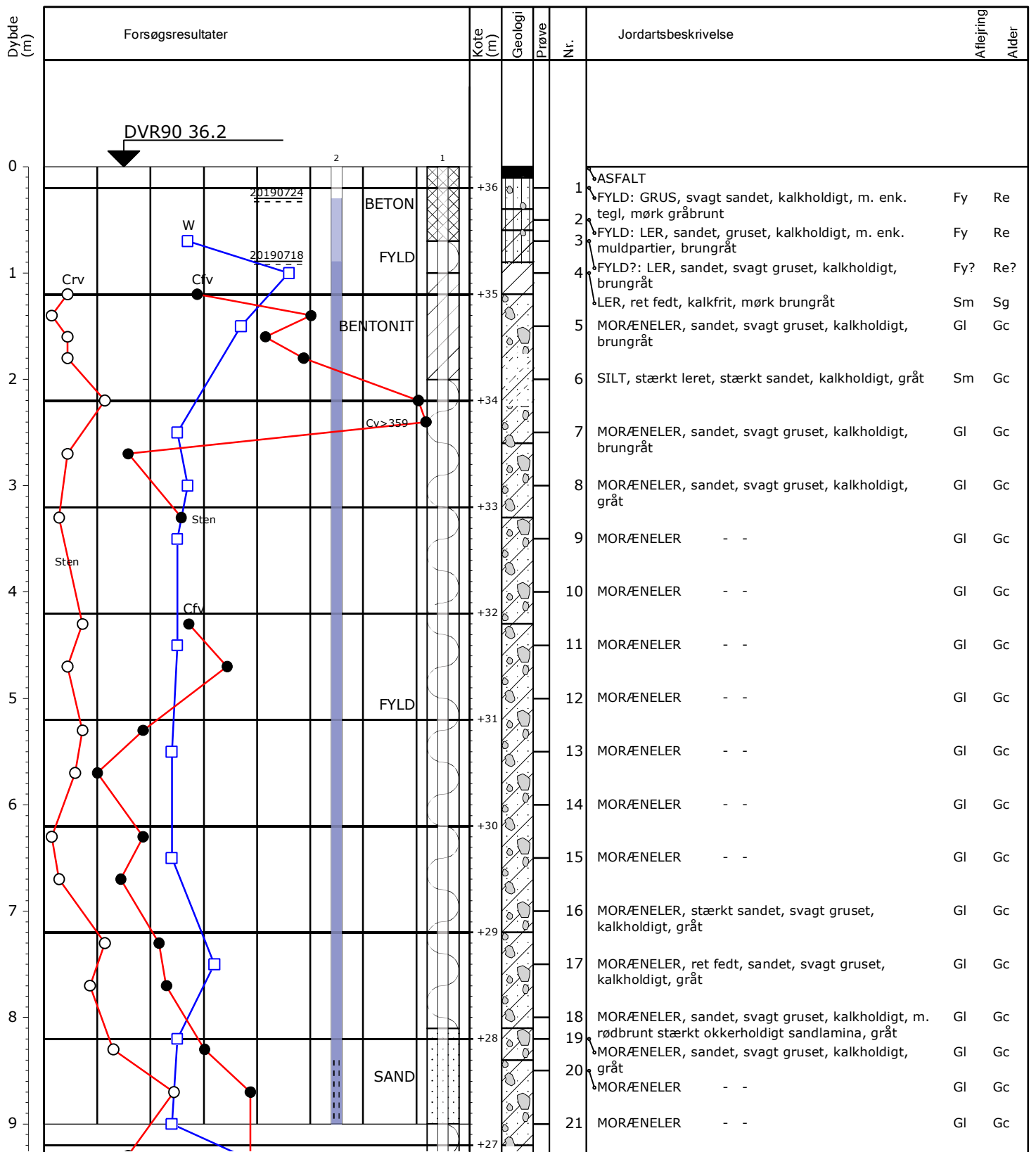
Bilag : 6.1.16

Rev.: 0 S. 3/3



Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Fortsættes

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| ⊕ | 10 | 20 | 30 | Ka (%) |

Forgravet til 1,2 m.u.t.

Koordinatsystem : UTM32E89
X : 575022 (m) Y : 6225385 (m)

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB

NIO

Dato: 2019-07-19

Geologi : NIO

Boring : 23

Boremetode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

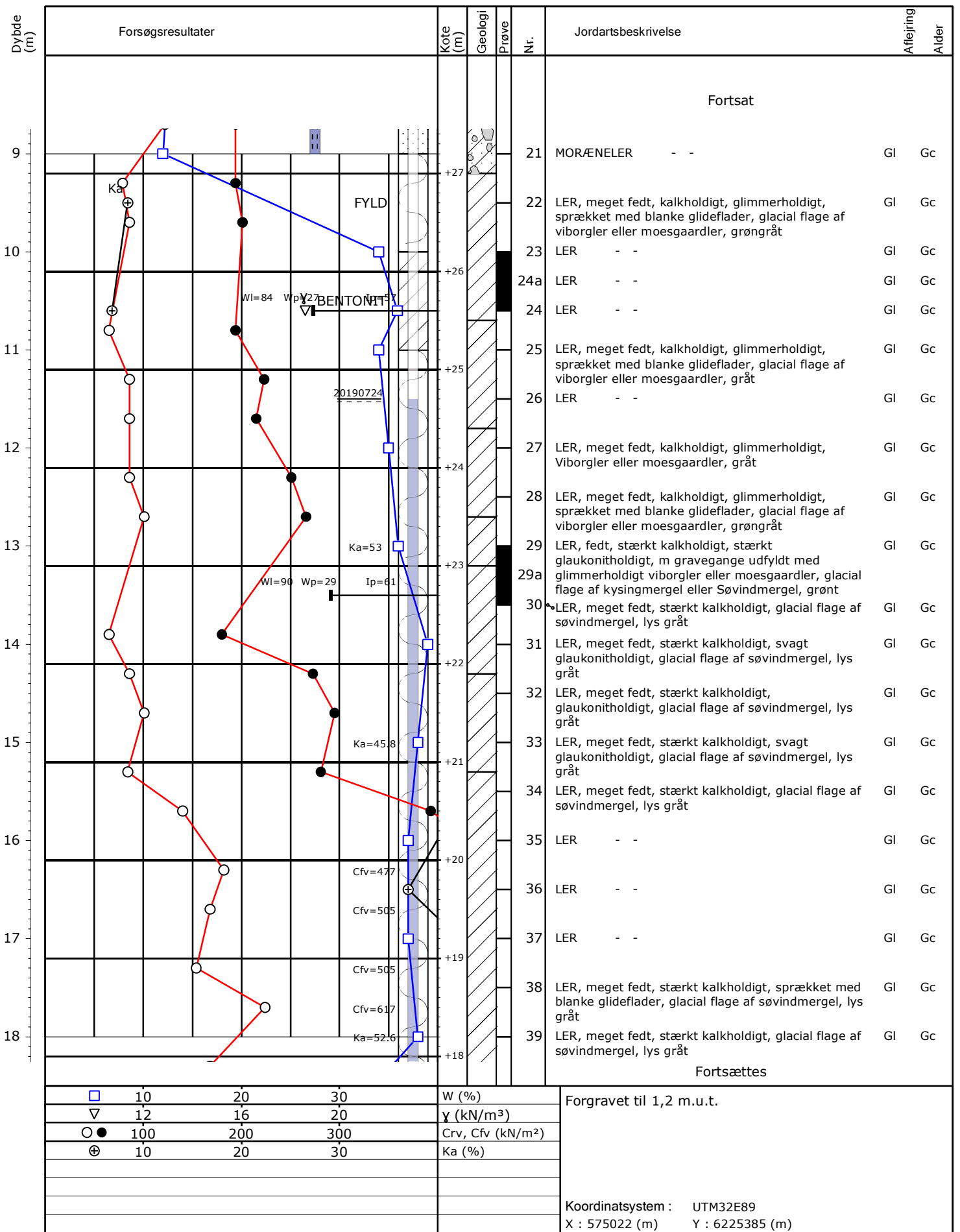
Bilag : 6.1.17

Rev.: 0 S. 1/4

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-19

Geologi: NIO

Boring: 23

Boremethode: Foret tørboring 6"

DGU-nr:

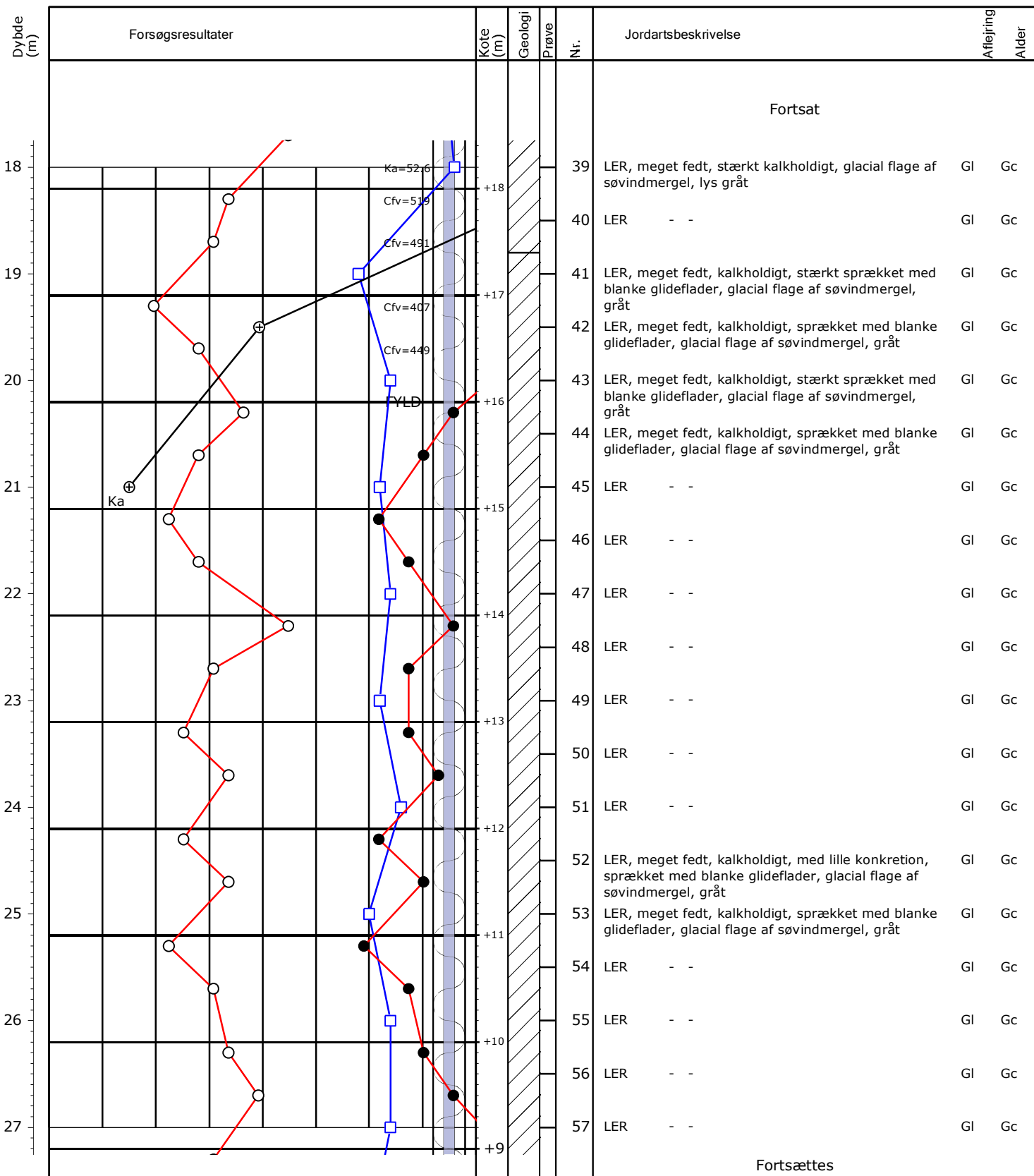
Bilag: 6.1.17

Rev.: 0 S. 2/4

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Fortsættes

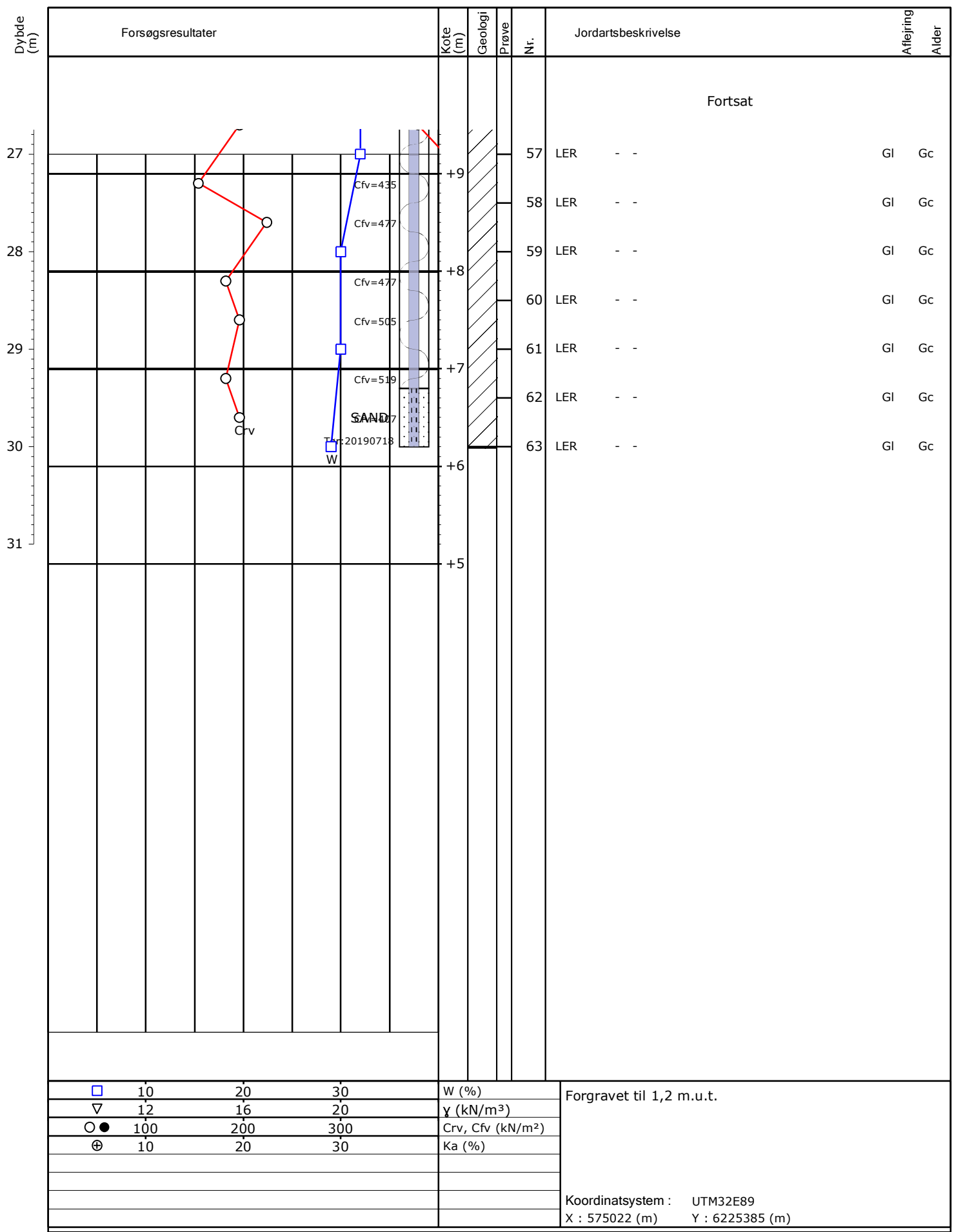
| | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|--------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) | Forgravet til 1,2 m.u.t. |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) | |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | |
| ⊕ | 10 | 20 | 30 | Ka (%) | |
| | | | | | |
| Koordinatsystem : UTM32E89 | | | | | |
| X : 575022 (m) Y : 6225385 (m) | | | | | |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO Dato: 2019-07-19 Geologi: NIO Boring: 23
 Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.17 Rev.: 0 S. 3/4

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

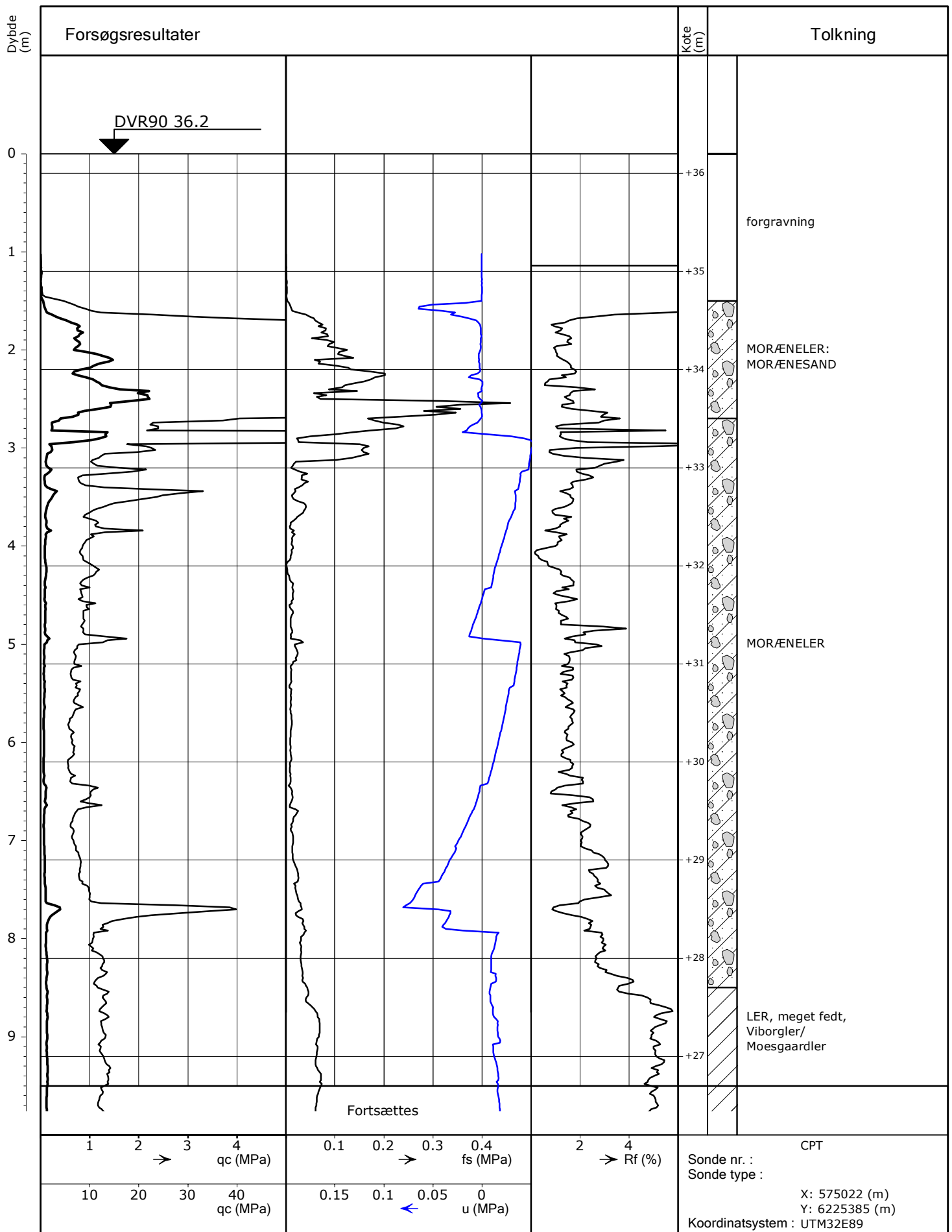
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-07-19 Geologi : NIO Boring : 23
 Boremetode: Foret tørborning 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.17 Rev.: 0 S. 4/4

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



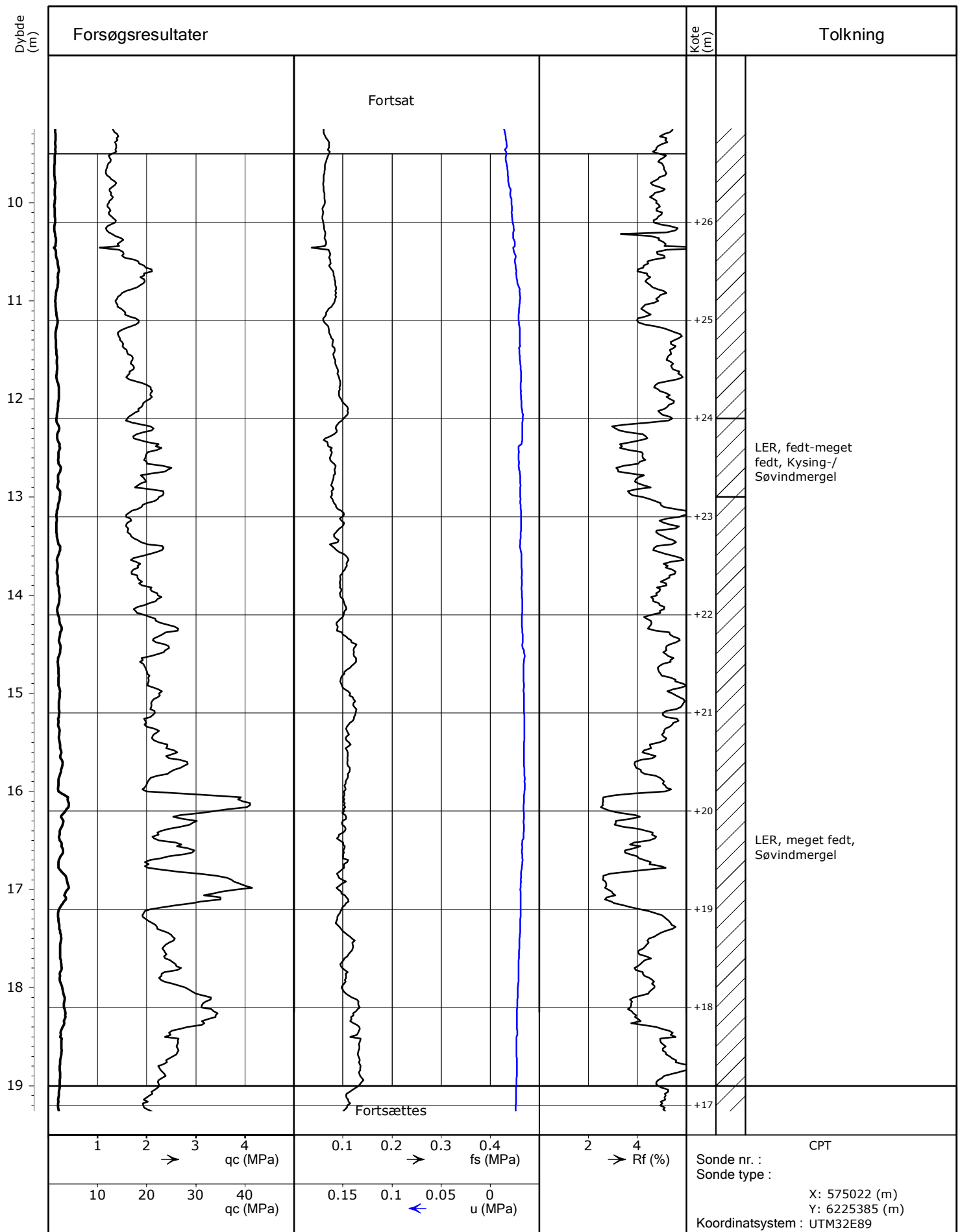
Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 23

Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.5 S. 1/3

Geo
Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil

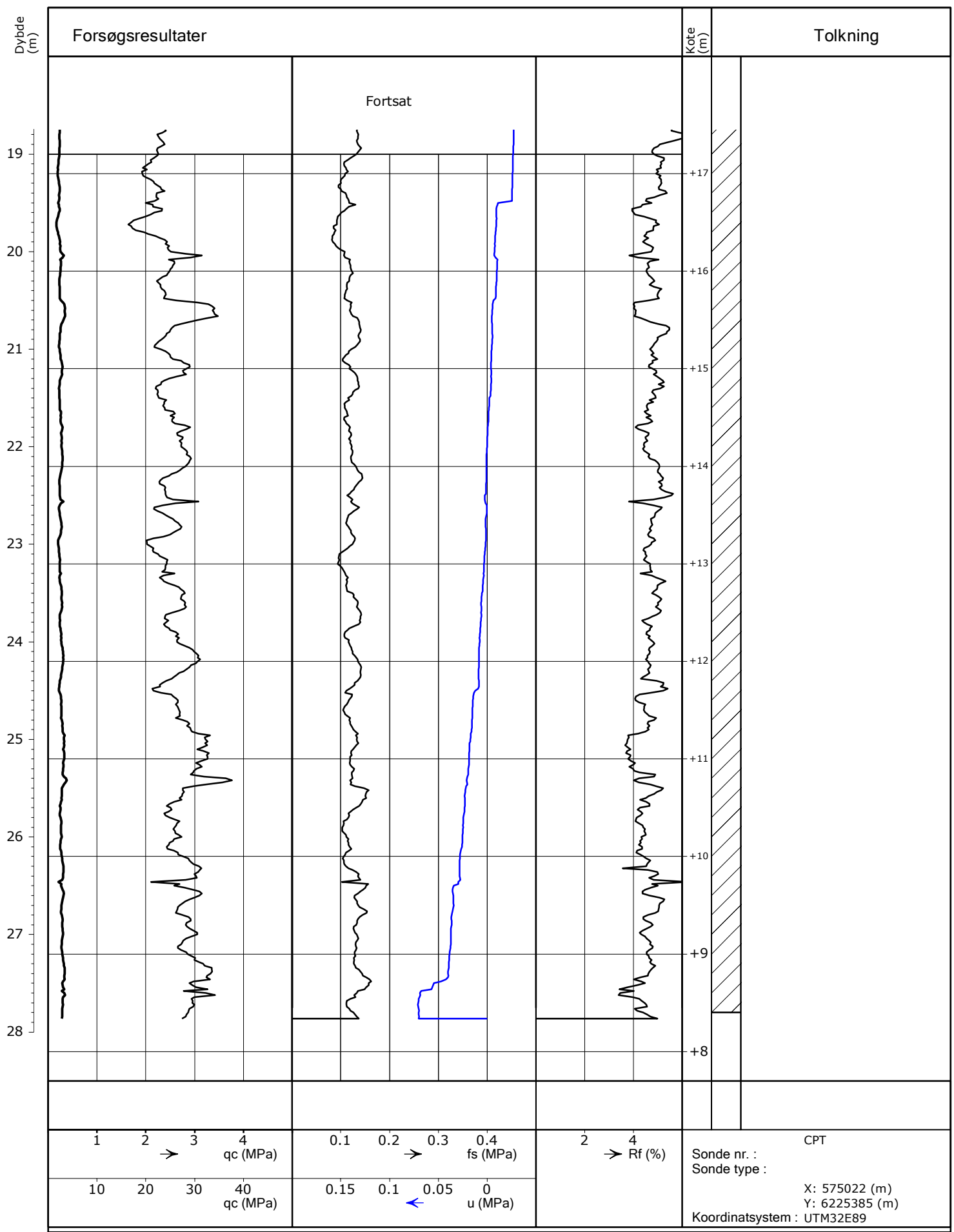


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 23
 Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.5 S. 2/3

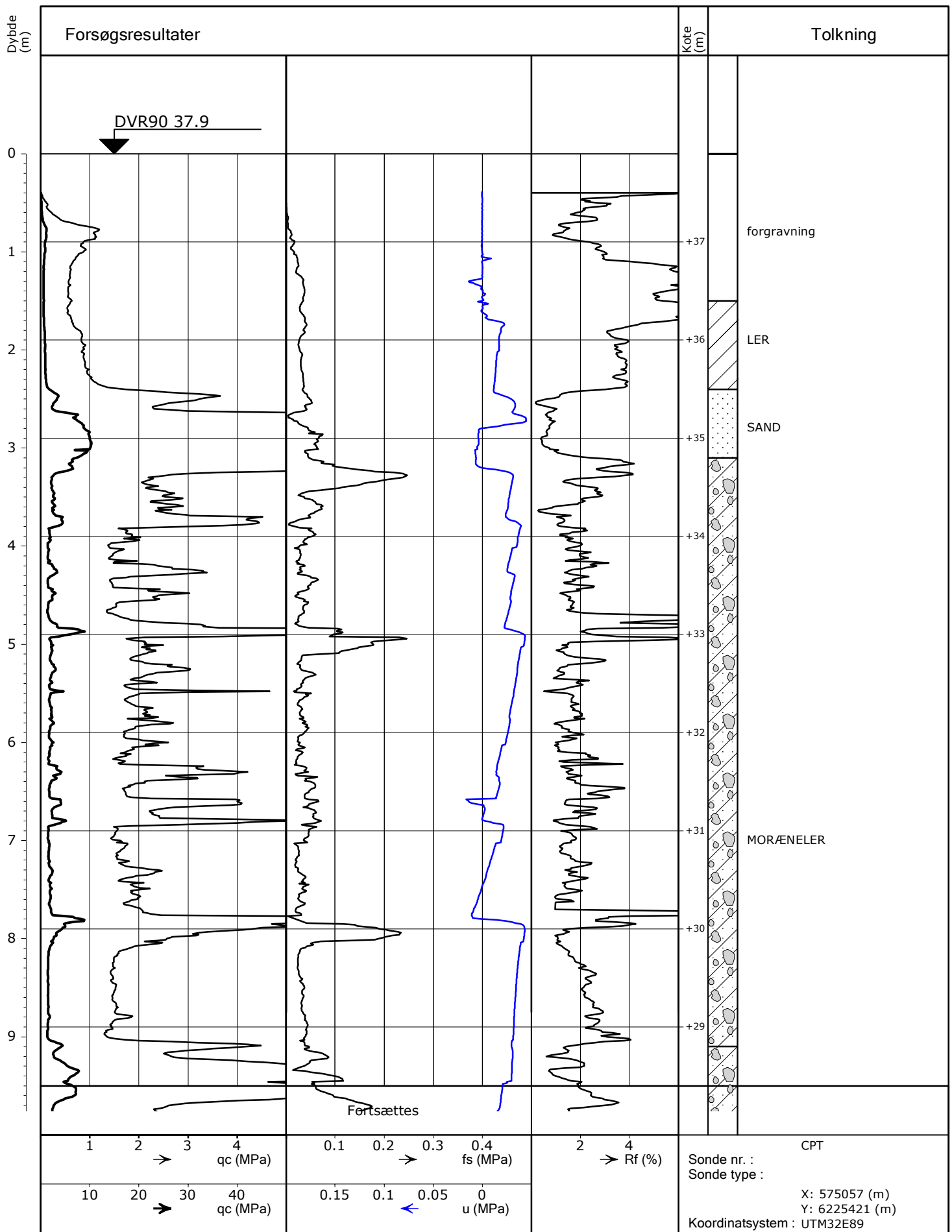
Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 23
 Udarb. af : LAB Kontrol : NIO Godkendt : NIO Dato : 2019-07-26 Bilag : 5.5 S. 3/3

| | | | |
|--|----------------|----------------|---------------------|
| | Geo Copenhagen | + 45 4588 4444 | <h2>CPT profil</h2> |
| | Geo Aarhus | + 45 8627 3111 | |



Projekt : 203695 Aarhus Kommunehospital. Universitetsbyen.

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning :

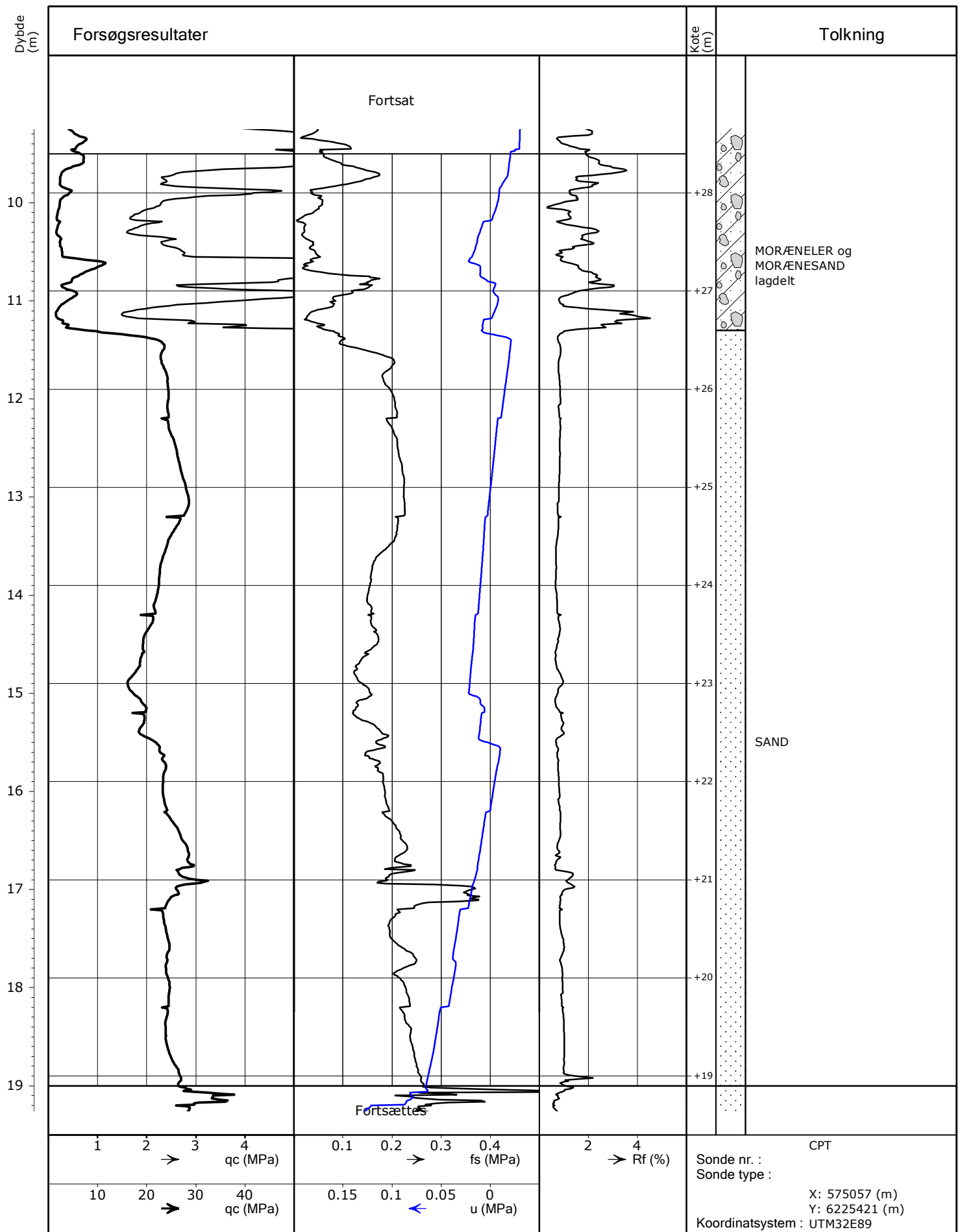
Punkt nr. : CPT 24

Udarb. af : LAB Kontrol : Godkendt : Dato :

Bilag : 3.7 S. 1/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil

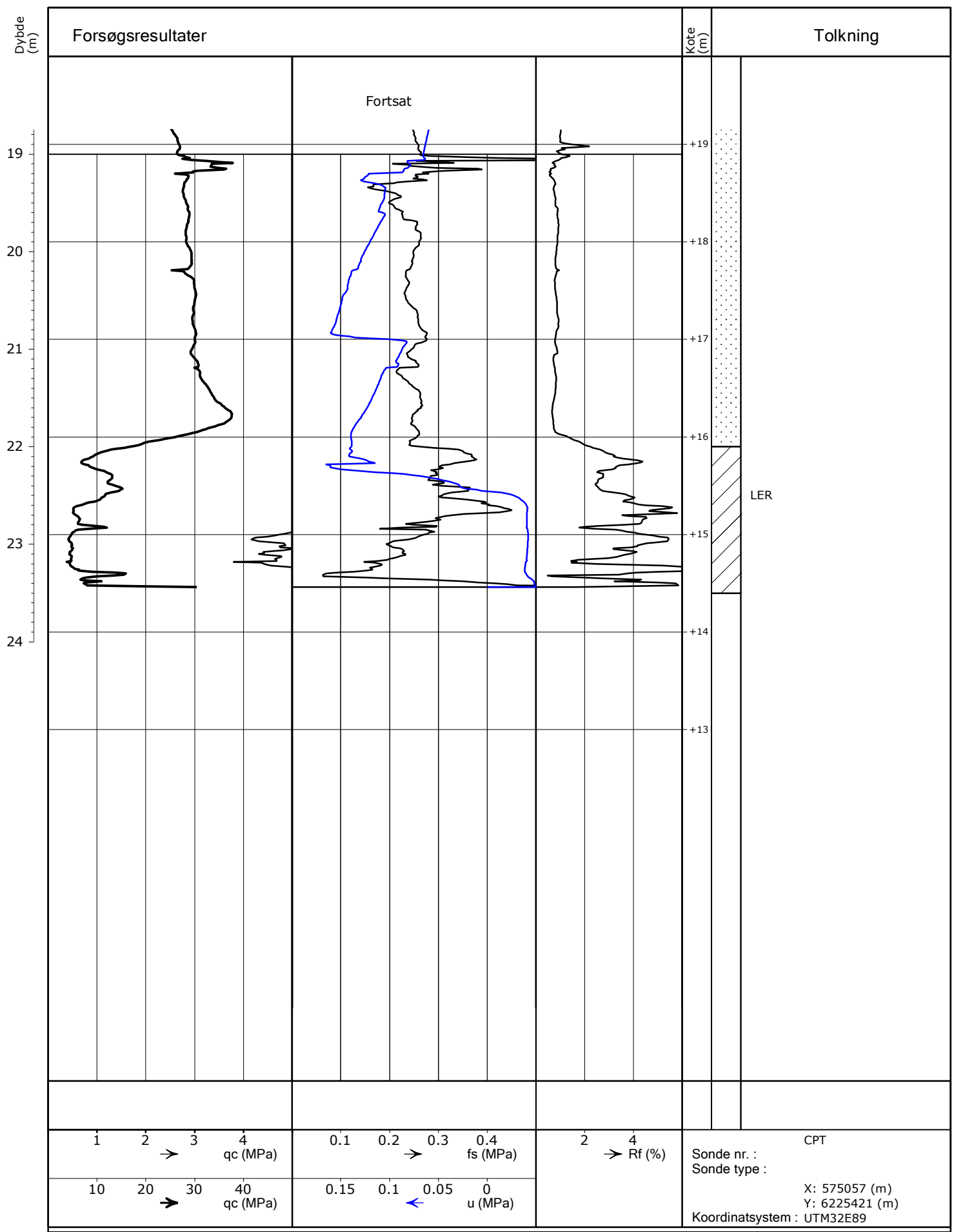


Projekt : 203695 Aarhus Kommunehospital. Universitetsbyen.

Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 24
 Udarb. af : LAB Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : 3.7 S. 2/3

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

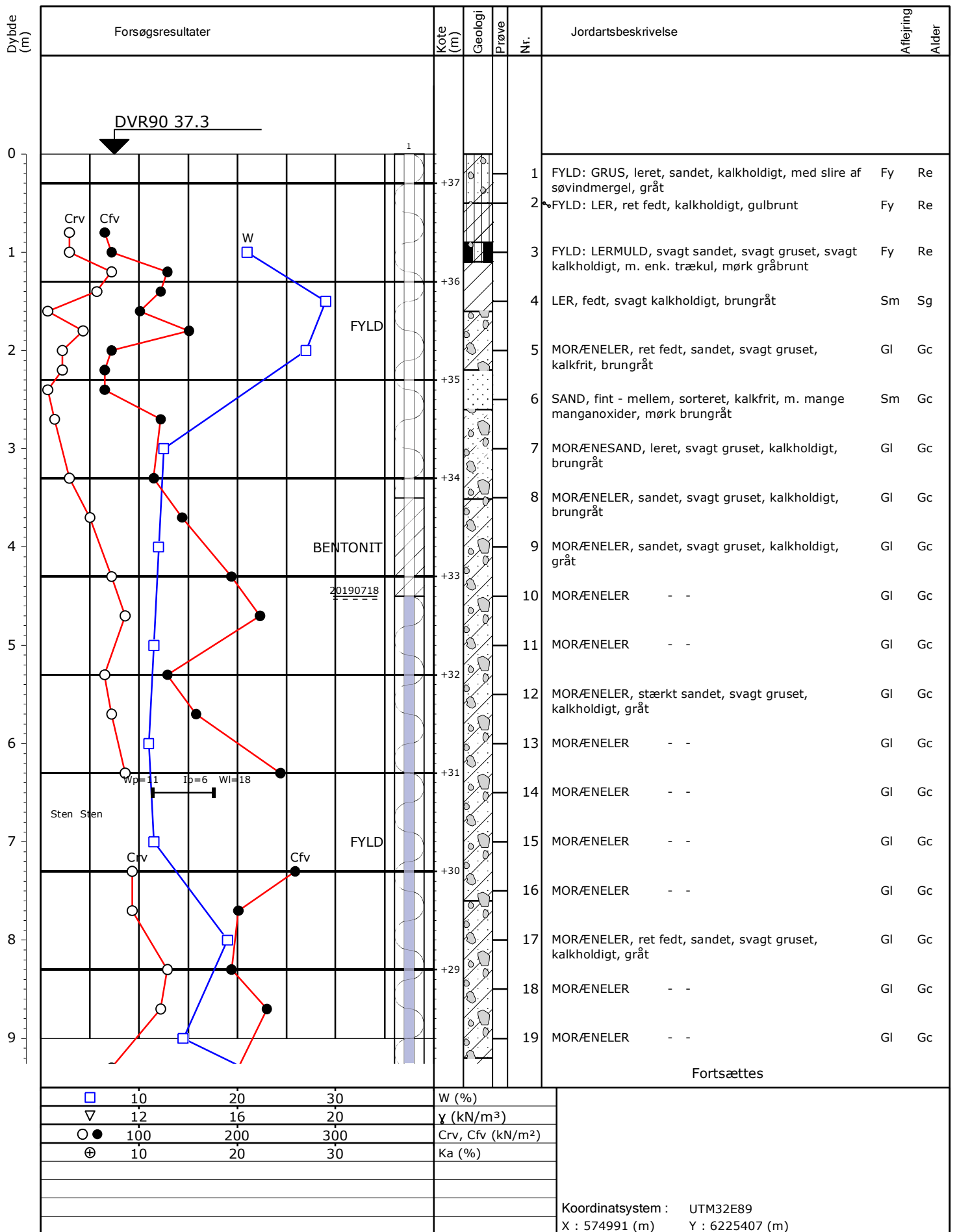
CPT profil



Projekt : 203695 Aarhus Kommunehospital. Universitetsbyen.
 Boret af : CHF Geo Dato : 2019-07-12 Tolkning : Punkt nr. : CPT 24
 Udarb. af : LAB Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : 3.7 S. 3/3

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-15

Geologi: NIO

Boring: 25

Boremethode: Foret tørboring 6"

DGU-nr:

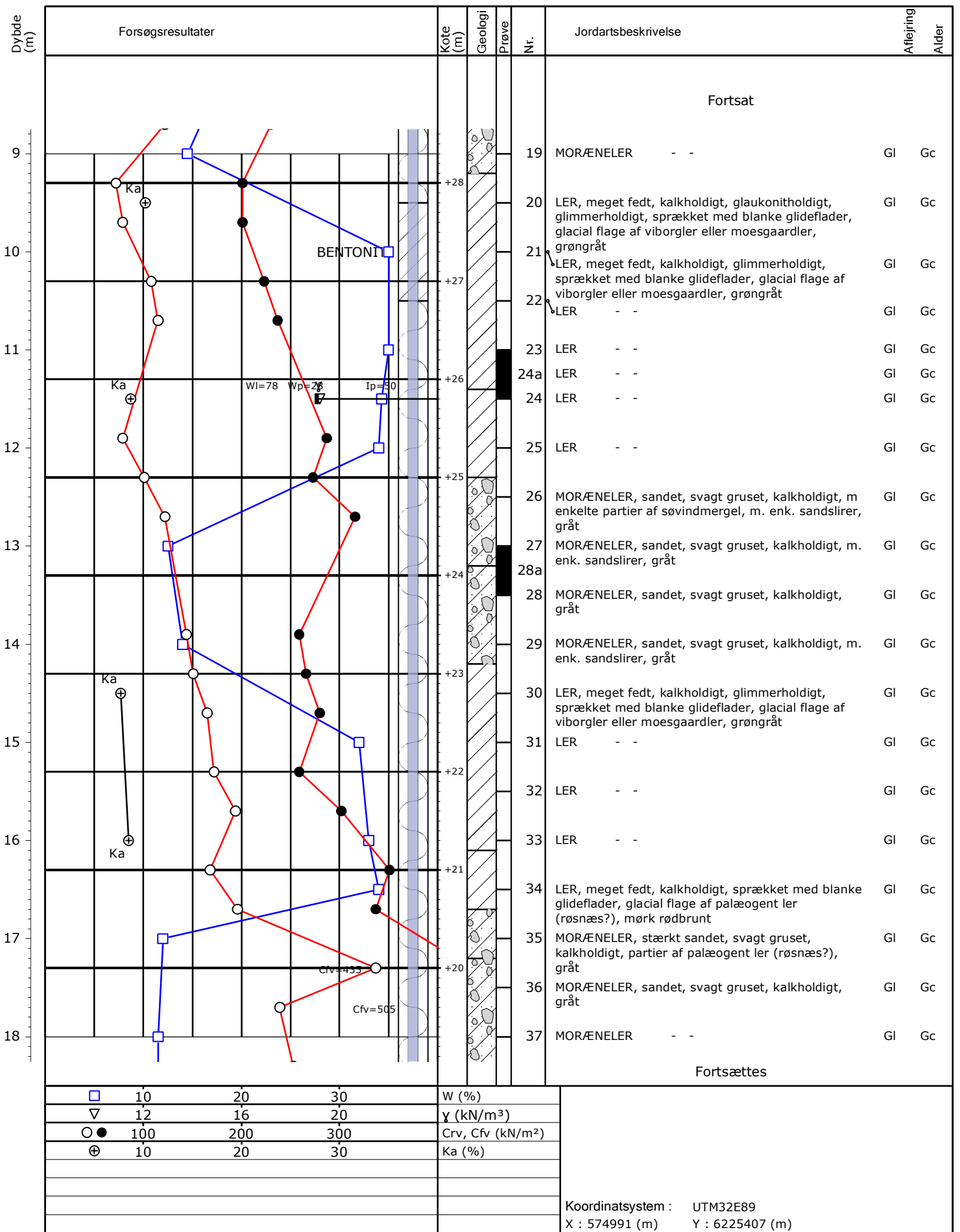
Bilag: 6.1.18

Rev.: 0 S. 1/4

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: GB NIO

Dato: 2019-07-15

Geologi : NIO

Boring : 25

Boremethode : Foret tørboring 6"

DGU-nr :

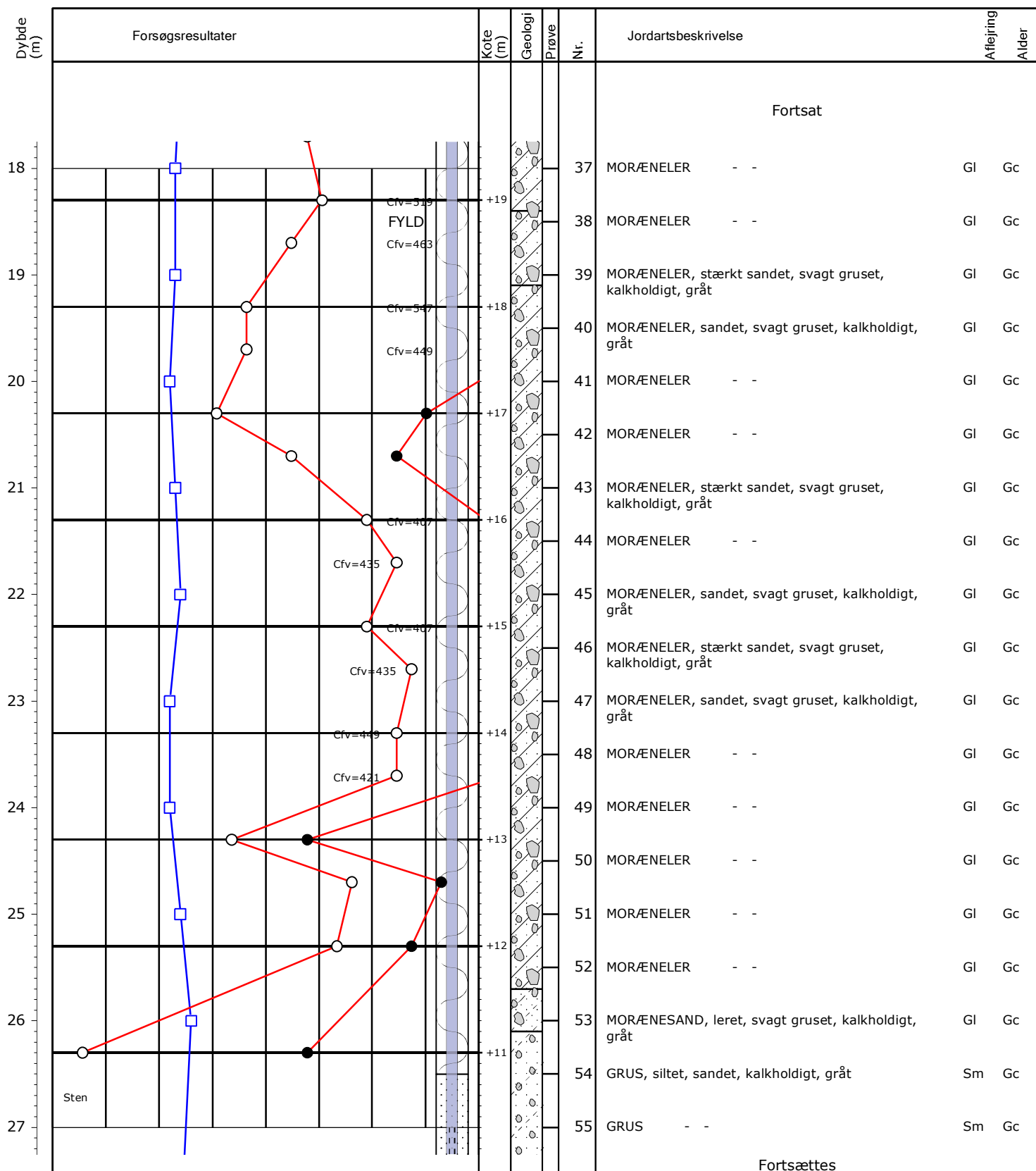
Bilag : 6.1.18

Rev.: 0 S. 2/4

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Fortsættes

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| ⊕ | 10 | 20 | 30 | Ka (%) |
| | | | | |
| | | | | |

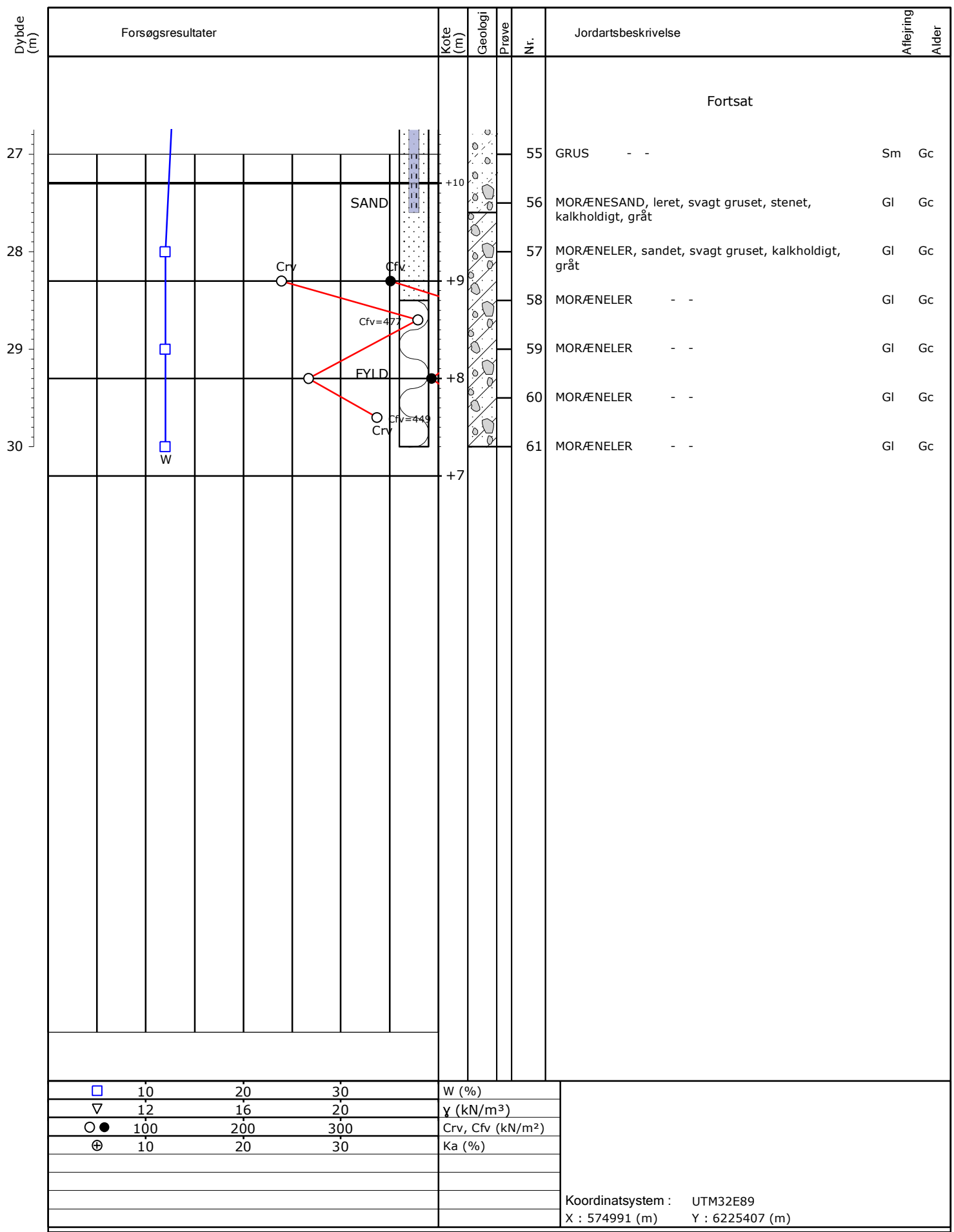
Koordinatsystem : UTM32E89
 X : 574991 (m) Y : 6225407 (m)

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C


Boret: GB NIO Dato: 2019-07-15 Geologi: NIO Boring: 25
 Boremetode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.18 Rev.: 0 S. 3/4

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

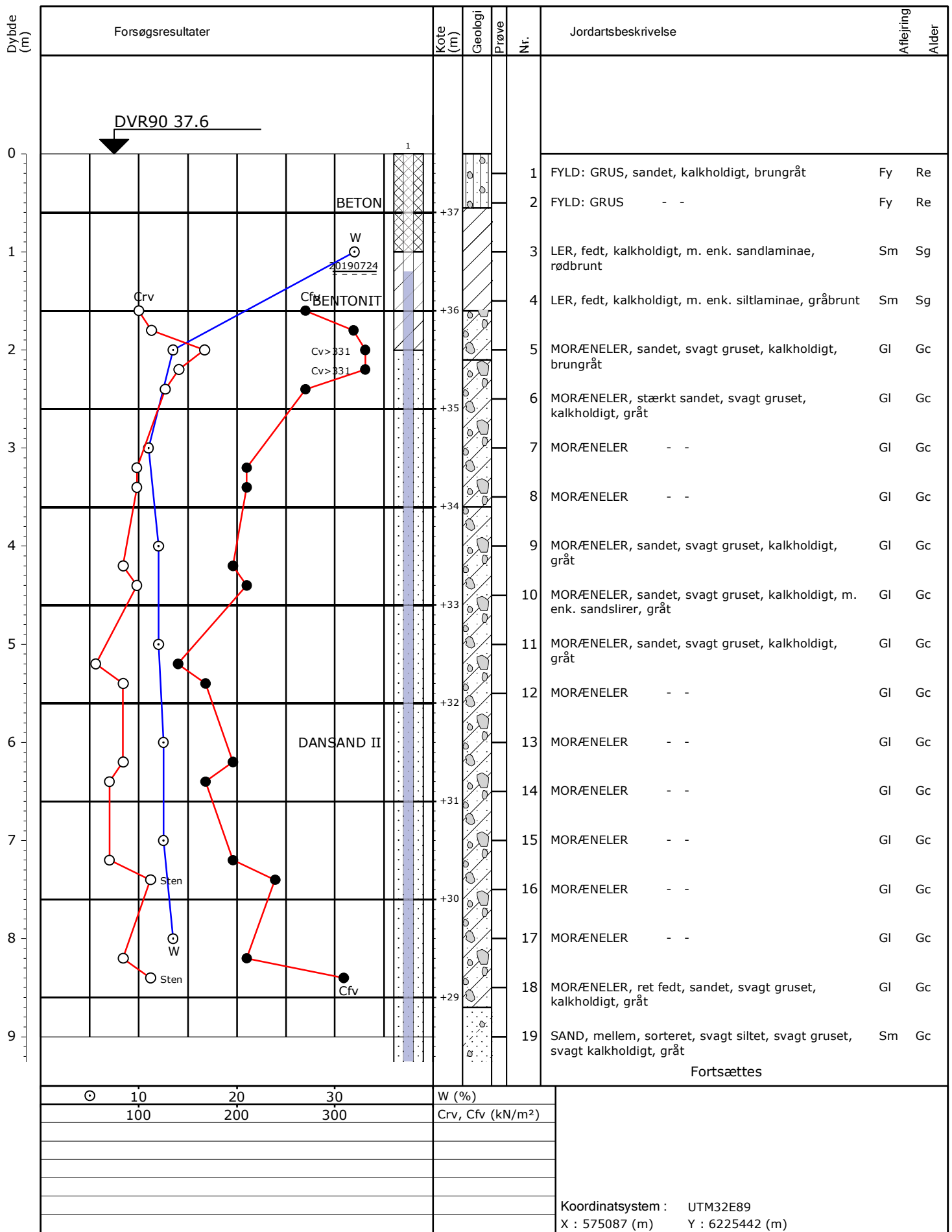
Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C
 Boret: GB NIO Dato: 2019-07-15 Geologi : NIO Boring : 25
 Boremethode : Foret tørborning 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.18 Rev.: 0 S. 4/4


 Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo PBS Dato: 2019-07-23 Geologi: NIO Boring: 26
Boremethode: Foret tørboring 6" DGU-nr: Bilag: 6.1.19 Rev.: 0 S. 1/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

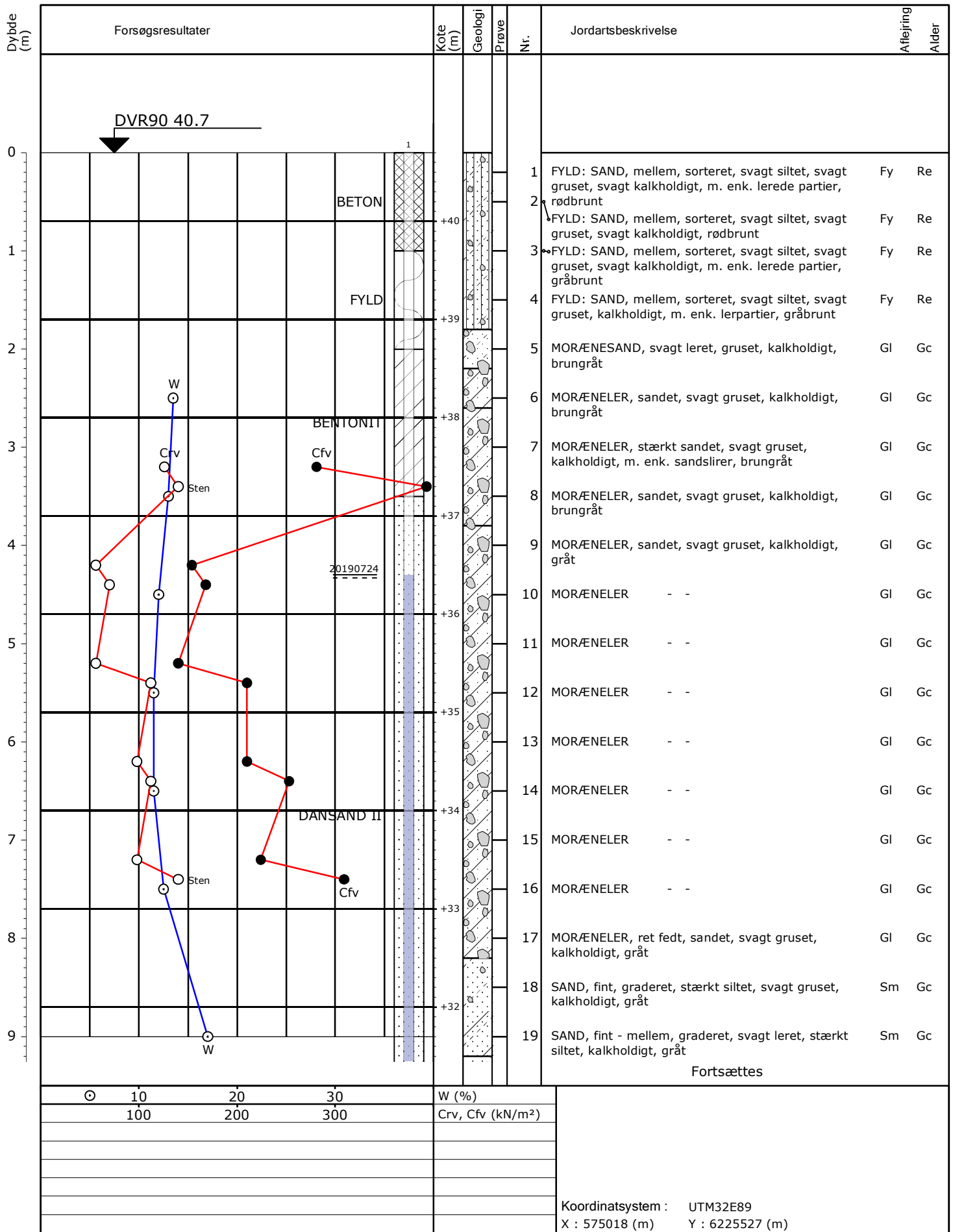
| Dybde (m) | Forsøgsresultater | | | | | | | Kote (m) | Geologi | Prøve | Nr. | Jordartsbeskrivelse | Aflejring | Alder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----|-----|-------------------------------|--|--|-----|-------------|---------|-------|----------|---|-----------|-------|----|-------|--|-----|-----|-----|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 9 | | | | | | | +28 | | | 19 | SAND, mellem, sorteret, svagt siltet, svagt gruset, svagt kalkholdigt, gråt | Sm | Gc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | +27 | | | 20 | SAND - - | Sm | Gc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | +26 | | | 21 | SAND - - | Sm | Gc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>⊙</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>W (%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>Crv, Cfv (kN/m²)</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> | | | | | | | | | | | | ⊙ | 10 | 20 | 30 | W (%) | | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Koordinatsystem : UTM32E89 X : 575087 (m) Y : 6225442 (m) | | |
| ⊙ | 10 | 20 | 30 | W (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo PBS Dato: 2019-07-23 Geologi : NIO Boring : 26
 Boremethode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.19 Rev.: 0 S. 2/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil

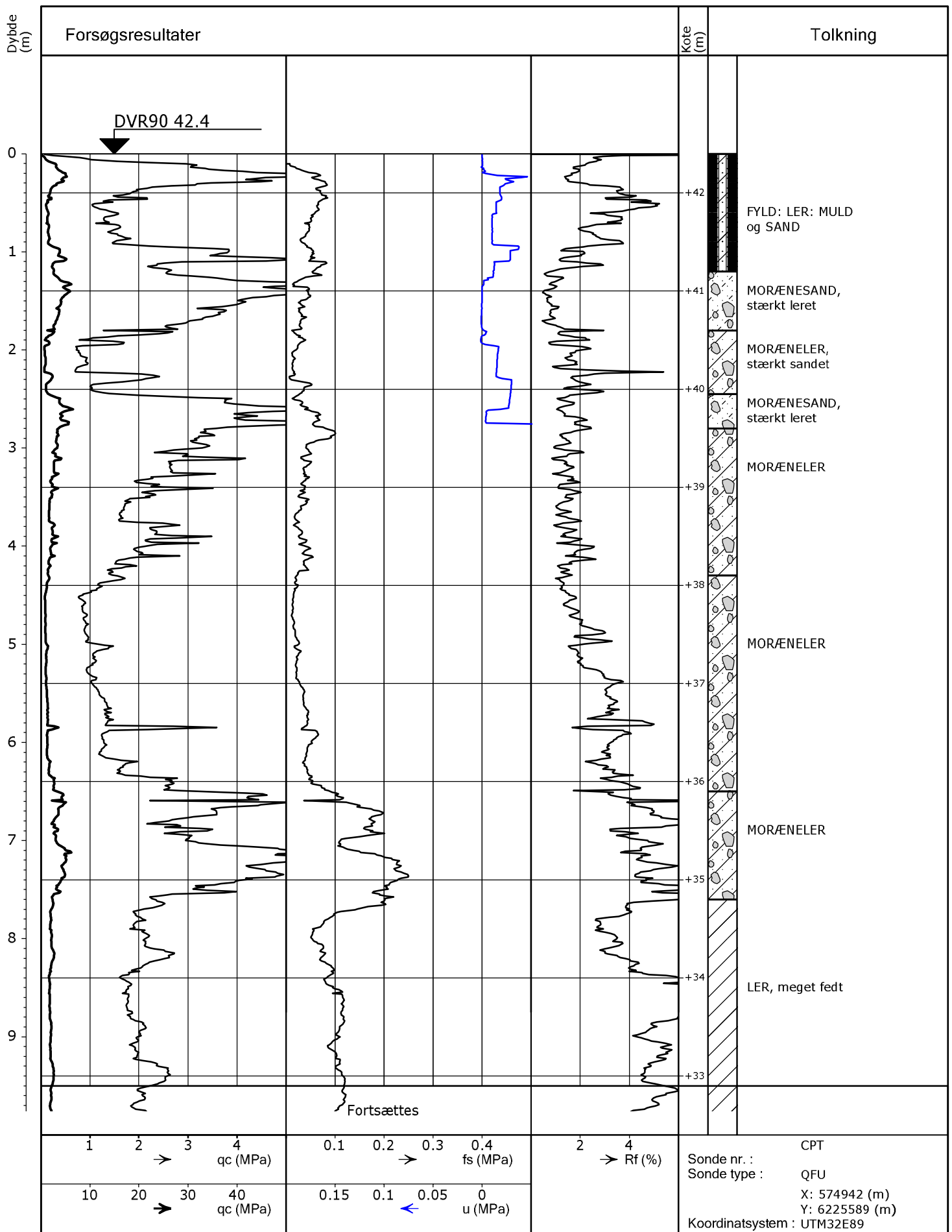


Projekt : 203695 Universitetsbyen, Nørrebrogade 44, 8000 Aarhus C

Boret: Geo PBS Dato: 2019-07-22 Geologi : NIO Boring : 27
 Boremetode : Foret tøboring 6" DGU-nr : Bilag : 6.1.20 Rev.: 0 S. 1/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade

Boret af : PKK Dato : 2018-10-05 Tolkning : JBA

Punkt nr. : CPT 1A

Udarb. af : JBA Kontrol : JBA Godkendt : NIO

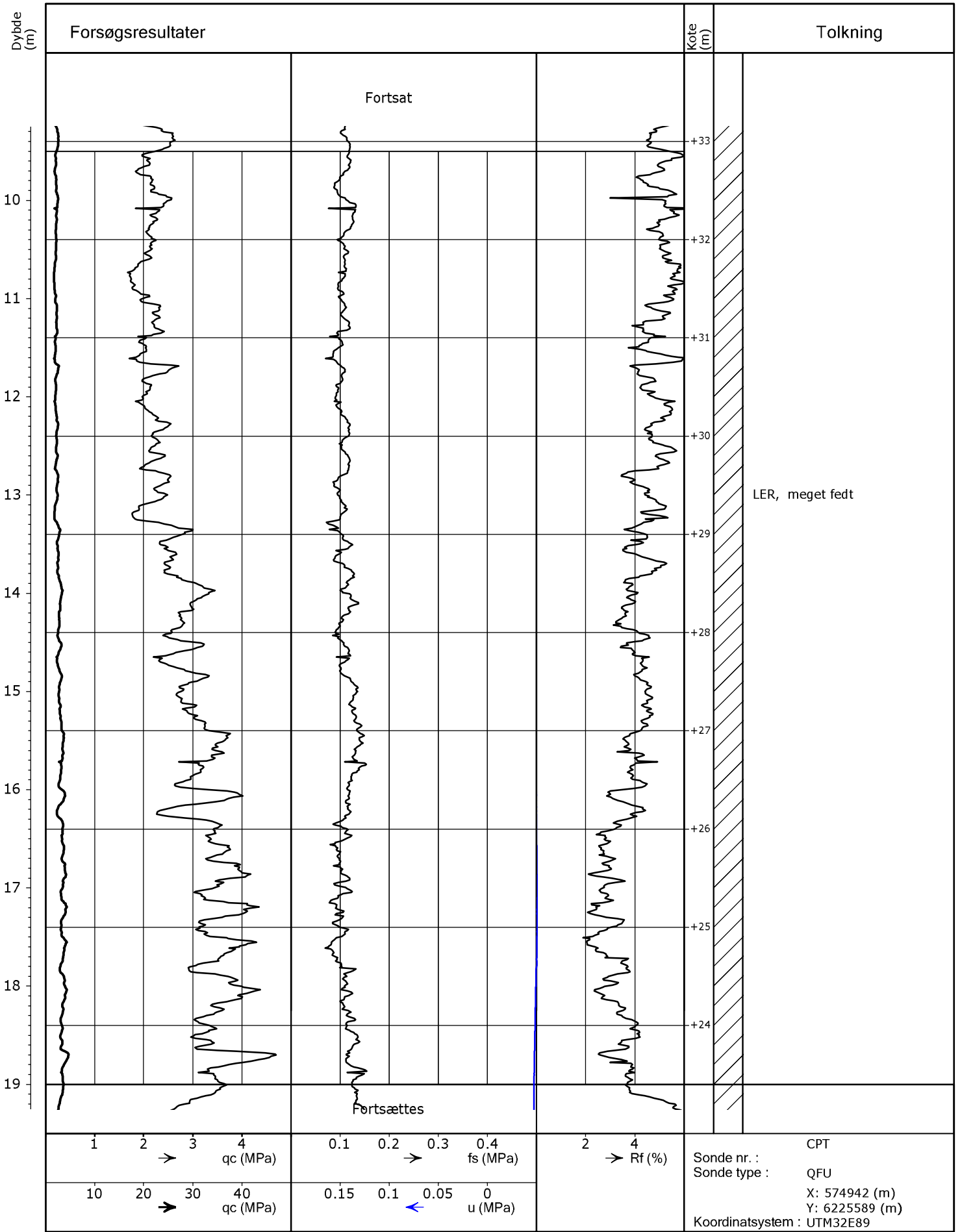
Dato : 2018-10-26

Bilag : 1.1 S. 1/3

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

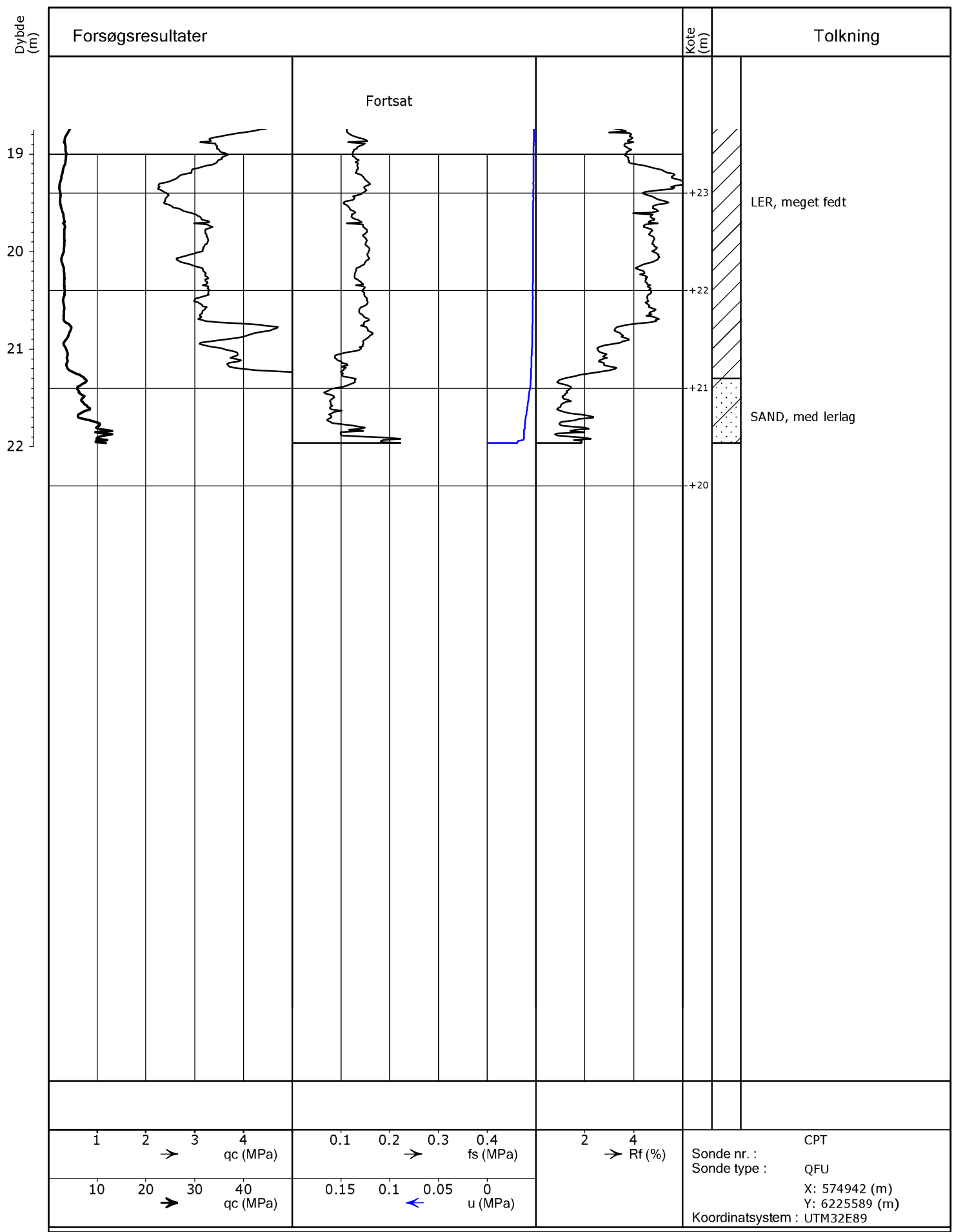
CPT profil



| | | | |
|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| Projekt : 202947 | Aarhus. Hospitalsgade | | |
| Boret af : PKK | Dato : 2018-10-05 | Tolkning : JBA | Punkt nr. : CPT 1A |
| Udarb. af : JBA | Kontrol : JBA | Godkendt : NIO | Dato : 2018-10-26 |
| | | | Bilag : 1.1 S. 2/3 |

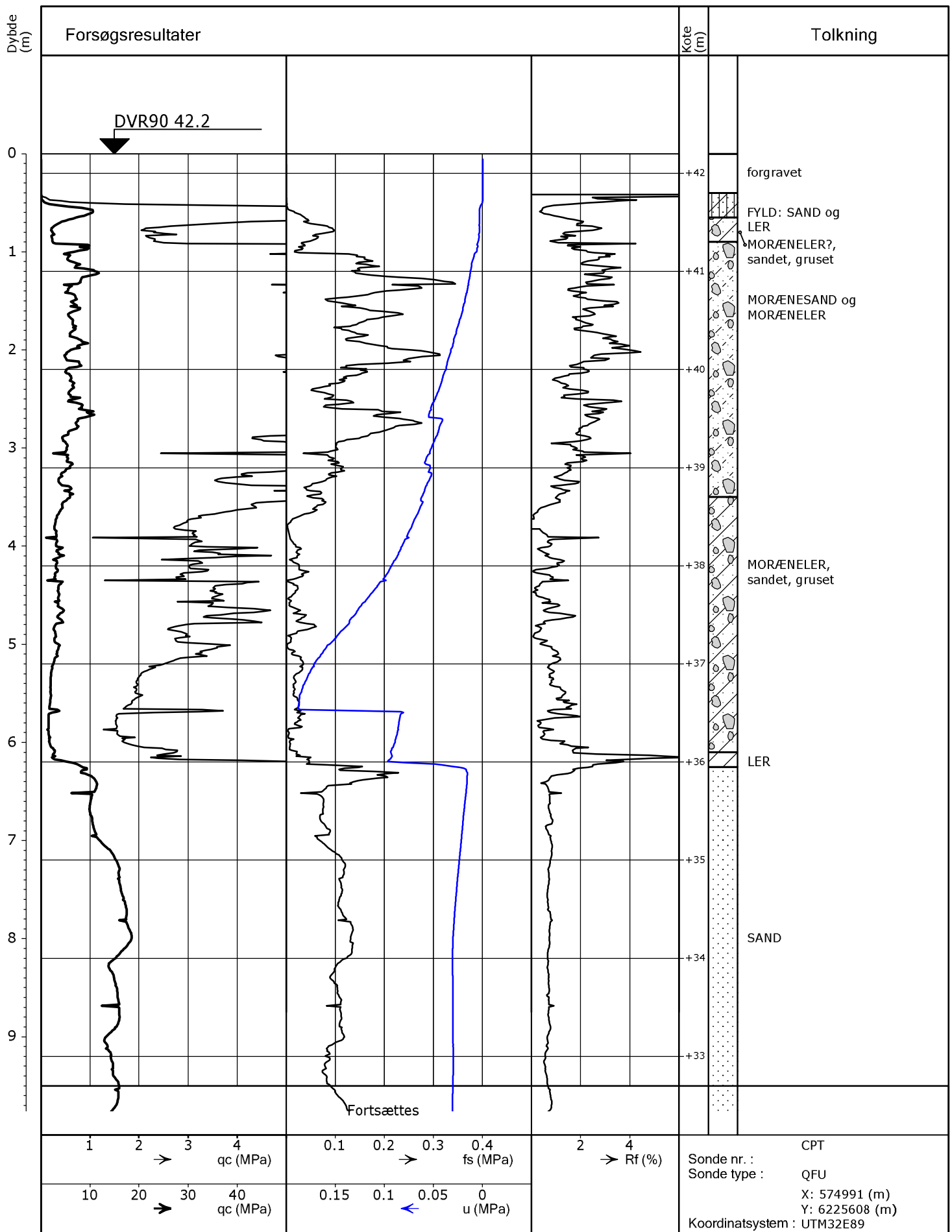
Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade
 Boret af : PKK Dato : 2018-10-05 Tolkning : JBA Punkt nr. : CPT 1A
 Udarb. af : JBA Kontrol : JBA Godkendt : NIO Dato : 2018-10-26 Bilag : 1.1 S. 3/3

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------|
|  | Geo Copenhagen + 45 4588 4444 | <h1>CPT profil</h1> |
| | Geo Aarhus + 45 8627 3111 | |



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade

Boret af : PKK

Dato : 2018-10-05

Tolkning :

Punkt nr. : CPT 2

Udarb. af : JBA

Kontrol : JBA

Godkendt : NIO

Dato : 2018-10-26

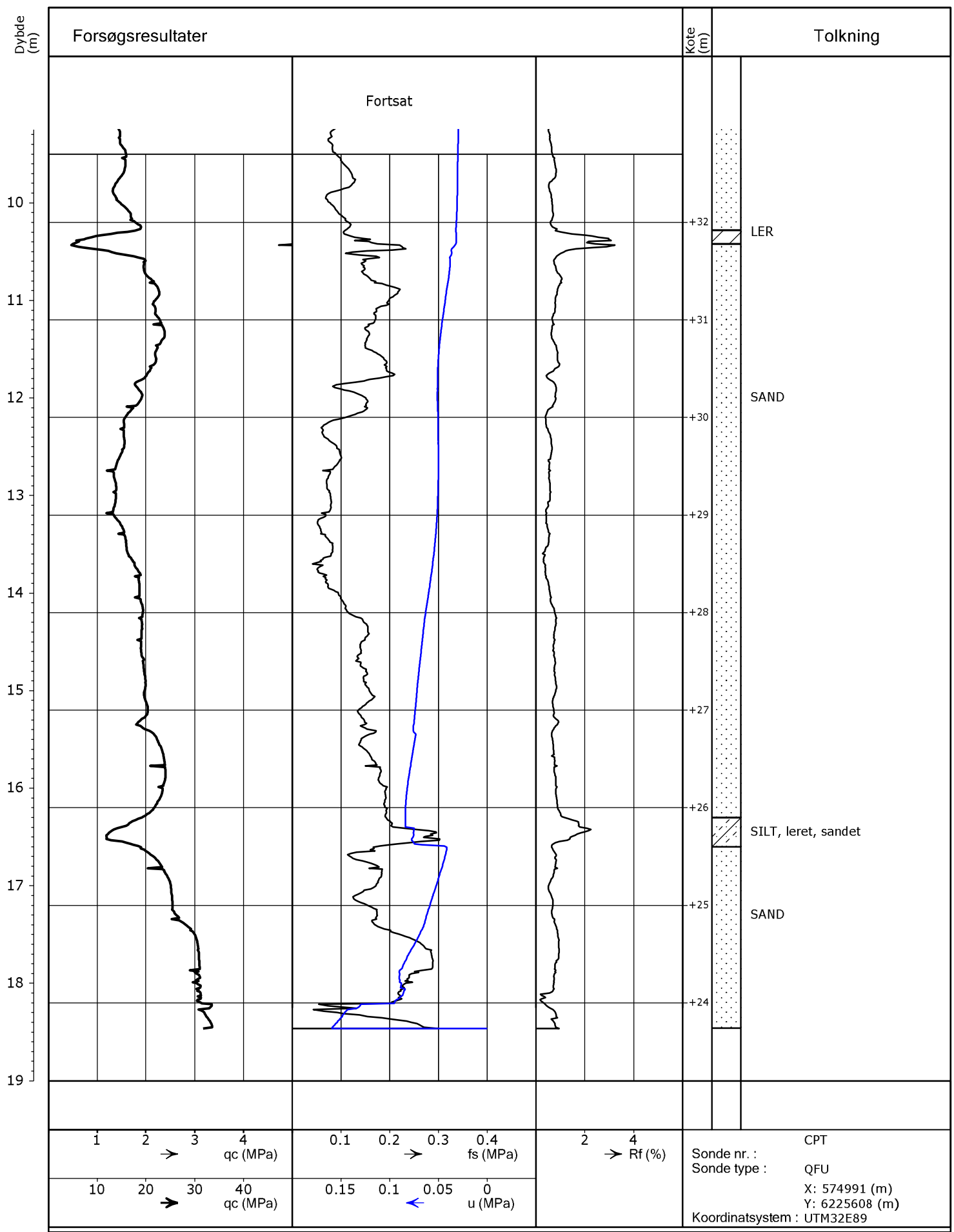
Bilag : 1.2

S. 1/2

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

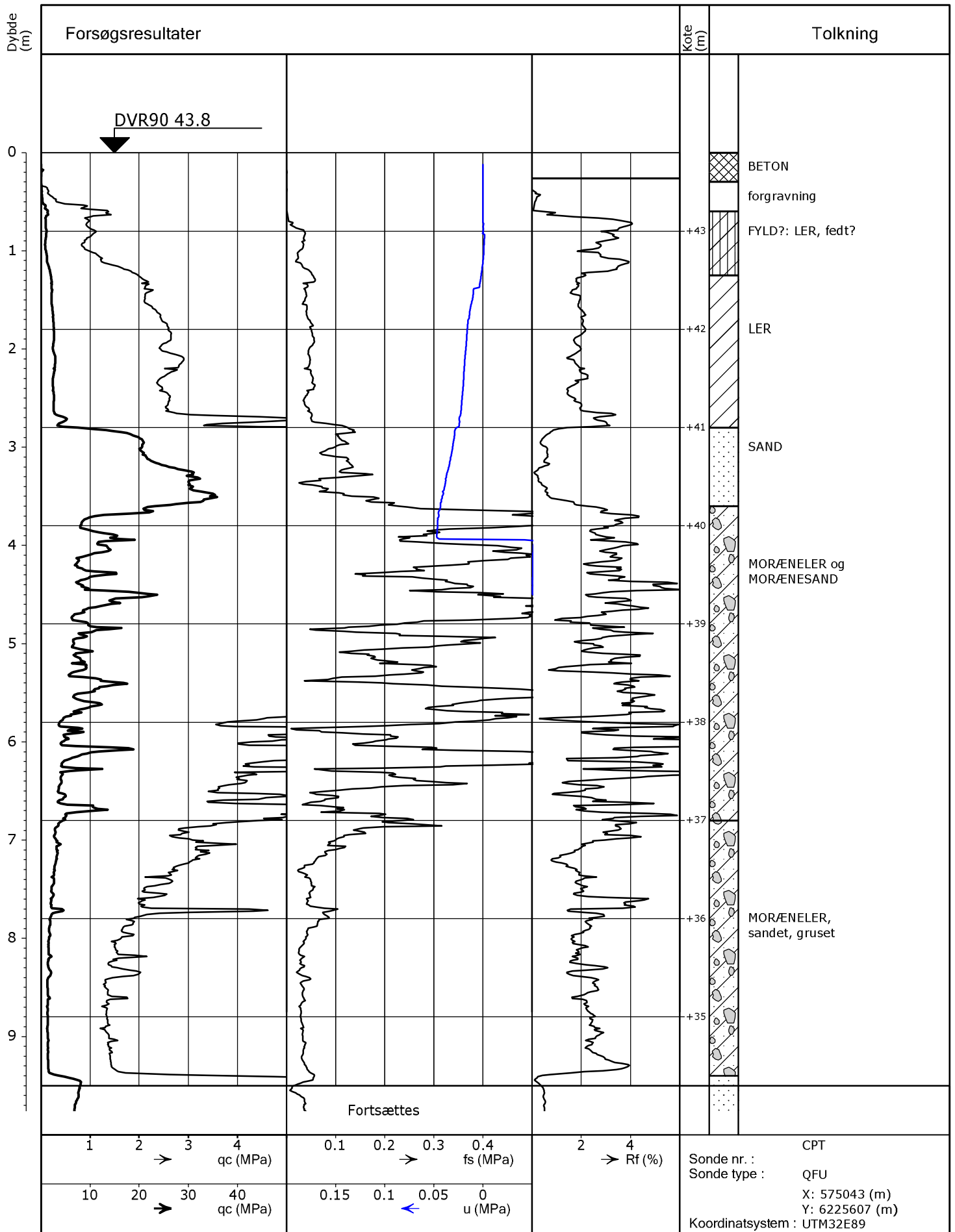
CPT profil



| | | | |
|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| Projekt : 202947 | Aarhus. Hospitalsgade | | |
| Boret af : PKK | Dato : 2018-10-05 | Tolkning : | Punkt nr. : CPT 2 |
| Udarb. af : JBA | Kontrol : JBA | Godkendt : NIO | Dato : 2018-10-26 |
| | | | Bilag : 1.2 S. 2/2 |

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade

Boret af : PKK

Dato : 2018-10-05

Tolkning :

Punkt nr. : CPT 3

Udarb. af : JBA

Kontrol : JBA

Godkendt : NIO

Dato : 2018-10-26

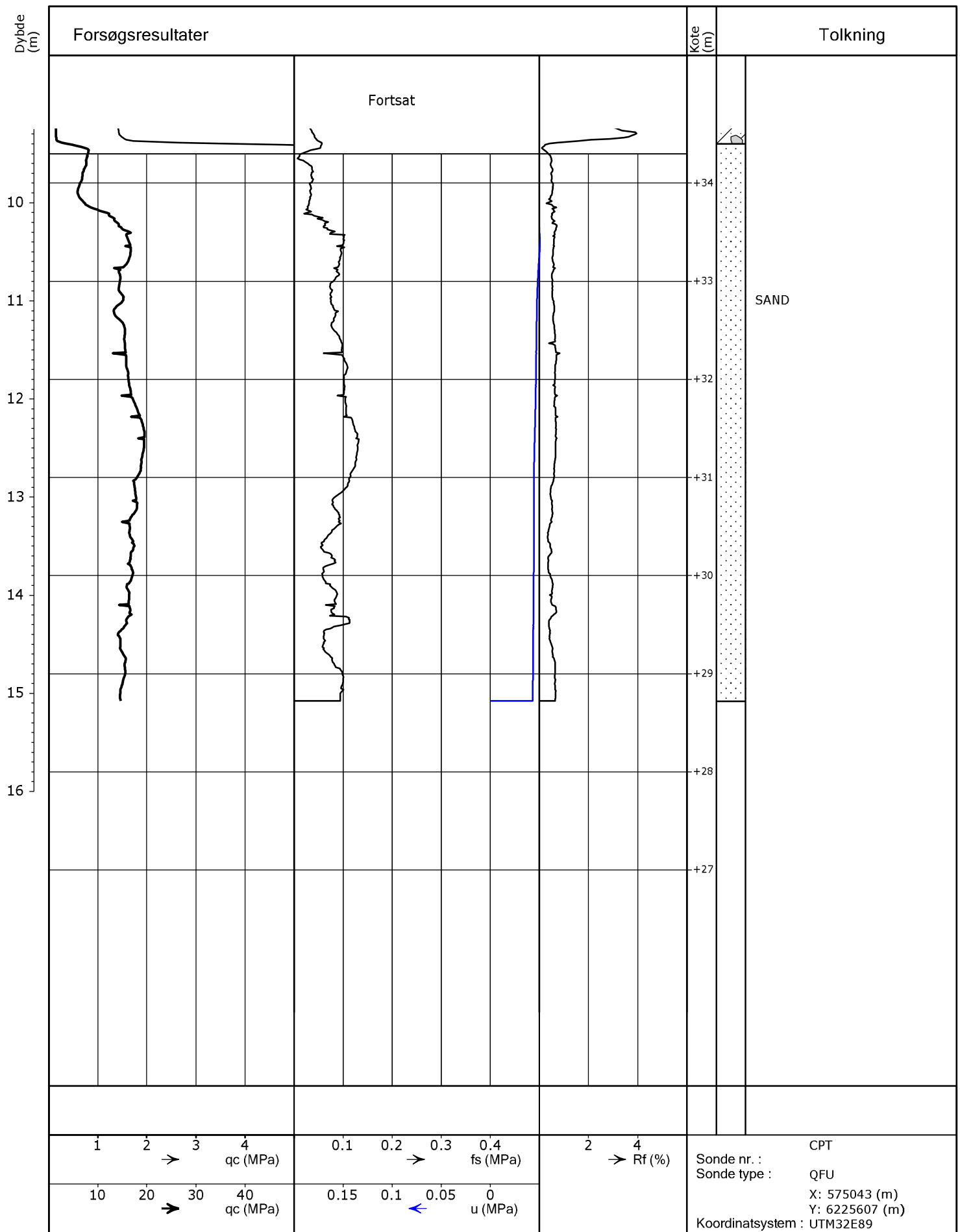
Bilag : 1.3

S. 1/2

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade

Boret af : PKK

Dato : 2018-10-05

Tolkning :

Punkt nr. : CPT 3

Udarb. af : JBA

Kontrol : JBA

Godkendt : NIO

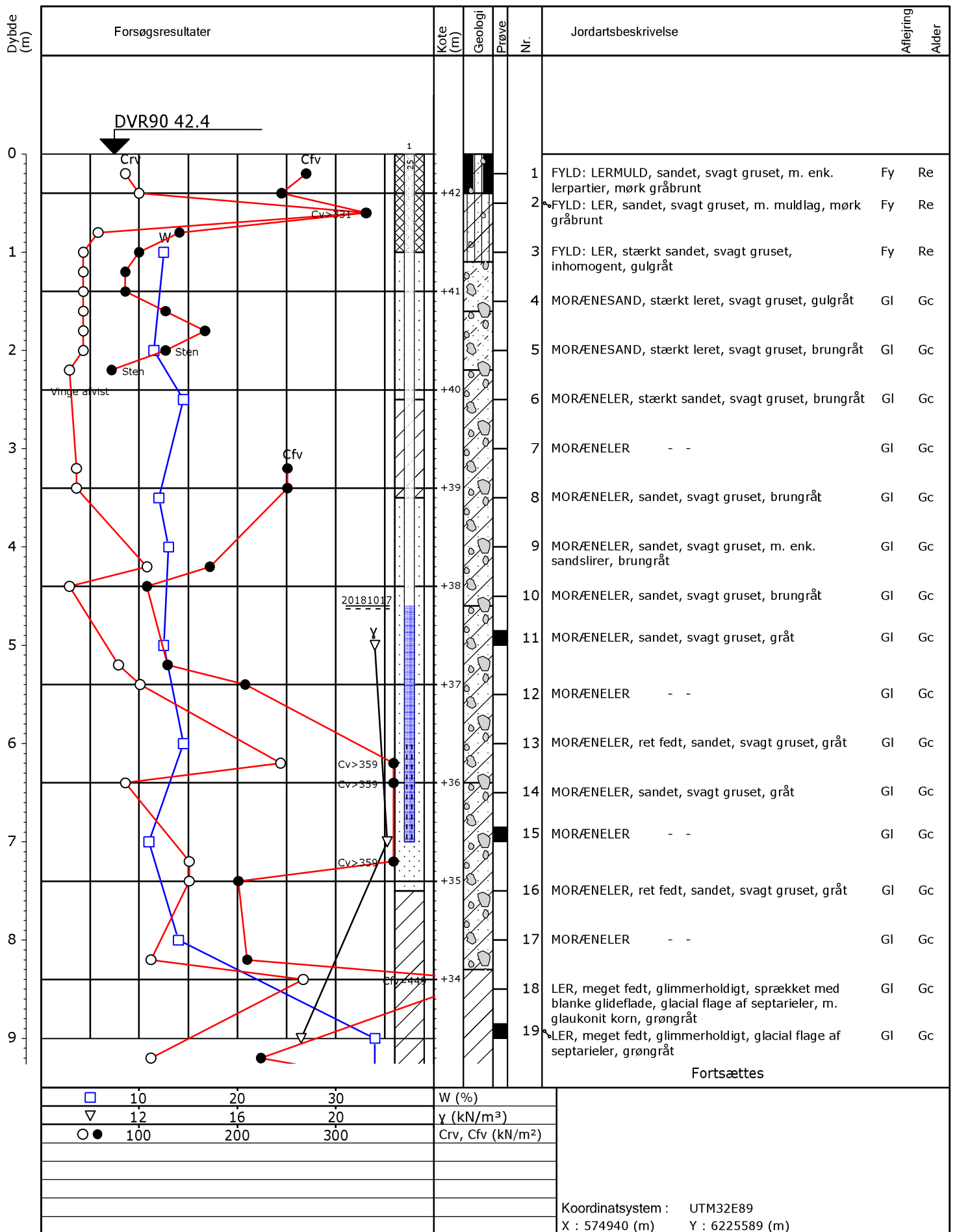
Dato : 2018-10-26

Bilag : 1.3 S. 2/2



Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

CPT profil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade

Boret: Geo MIH Dato: 2018-10-17 Geologi: NIO

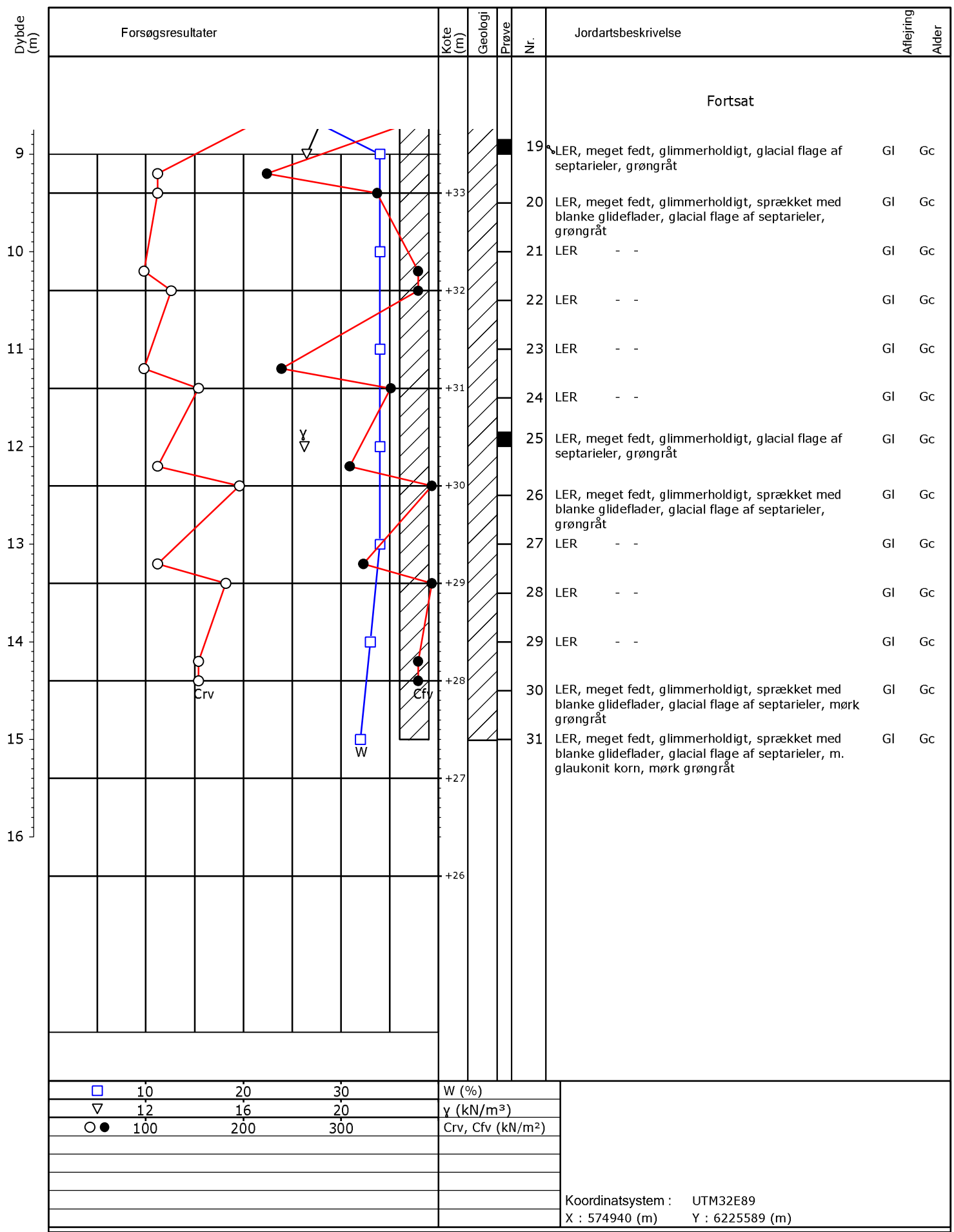
Boring : 1

Boremethode : Foret tørboring 6" DGU-nr :

Bilag : 1.4 Rev.: 0 S. 1/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

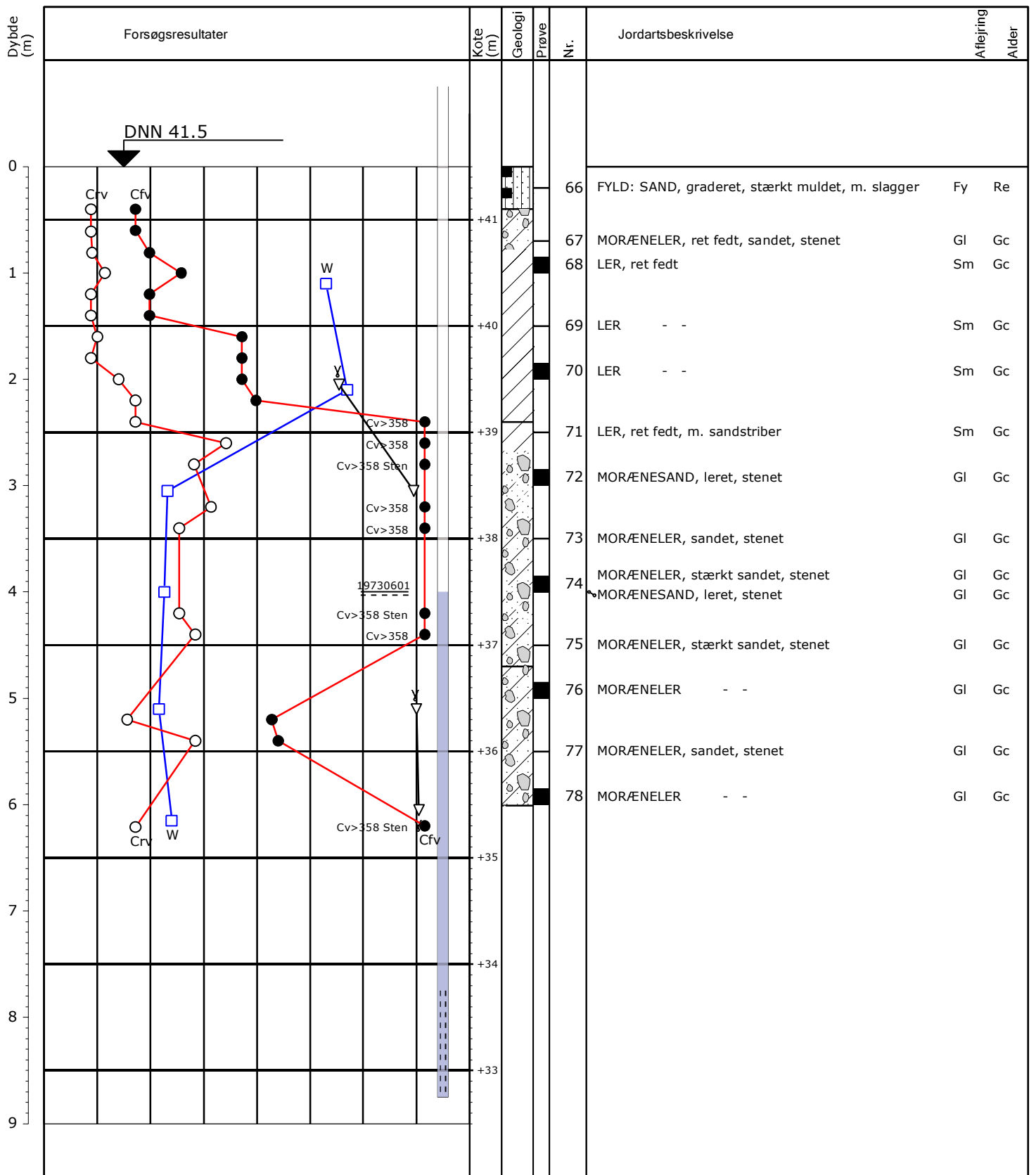
Boreprofil



Projekt : 202947 Aarhus. Hospitalsgade
 Boret: Geo MIH Dato: 2018-10-17 Geologi: NIO Boring : 1
 Boremethode : Foret tørboring 6" DGU-nr : Bilag : 1.4 Rev.: 0 S. 2/2

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| | | | | |
| | | | | |

Digitaliseret i GeoTizer

Koordinatsystem : UTM32E89
 X : 575040 (m) Y : 6225568 (m)

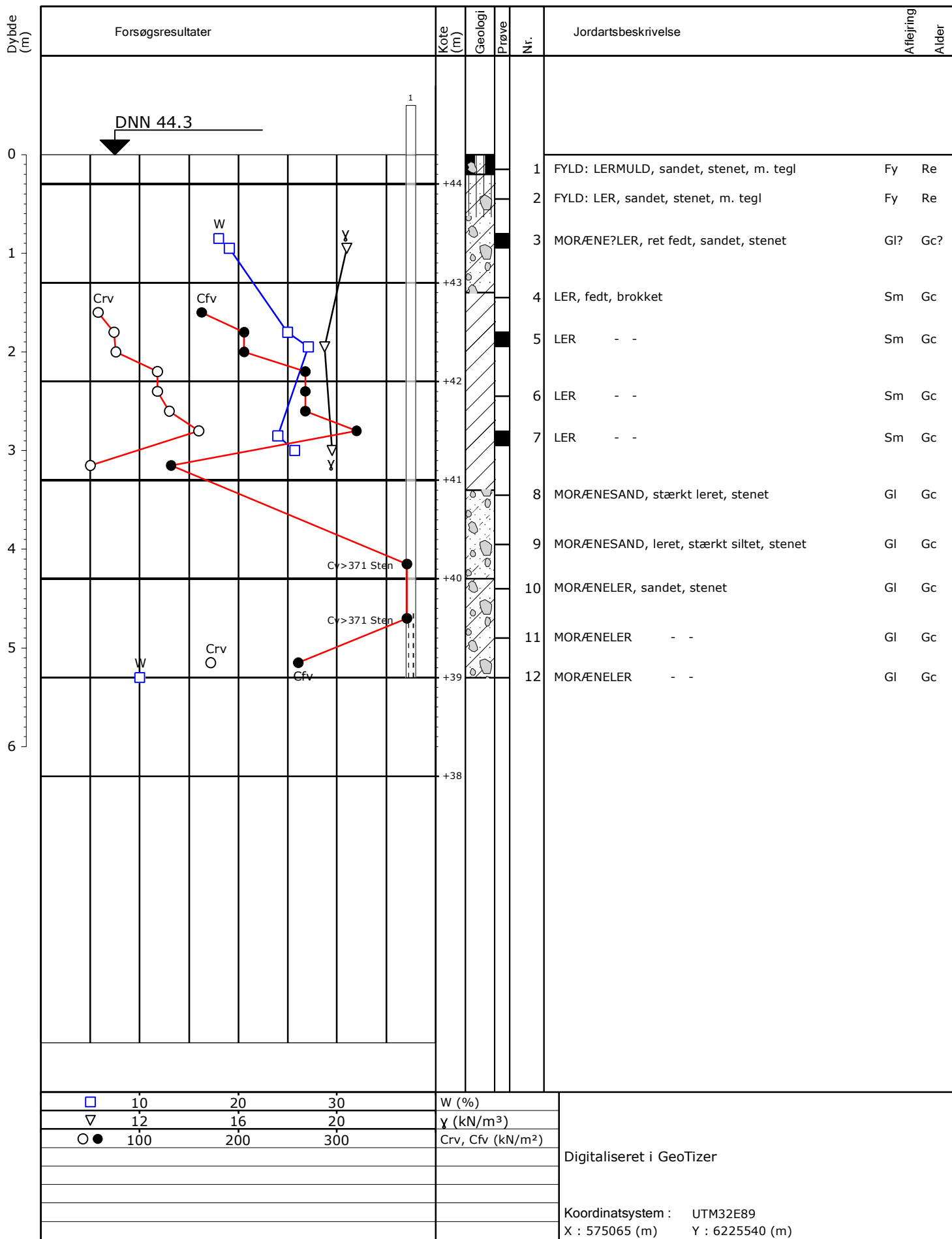
Projekt : Å73176 Århus Kommunehospital

Boret: Geoteknisk Institut Dato: 1973-06-01 Geologi: Boring: 6

Boremethode: Tørboring DGU-nr: Bilag: Rev.: S. 1/1

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
 Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : Å77310 Århus Kommunehospital

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1977-09-01

Geologi:

Boring: 1

Boremetode: Tørboring

DGU-nr:

Bilag:

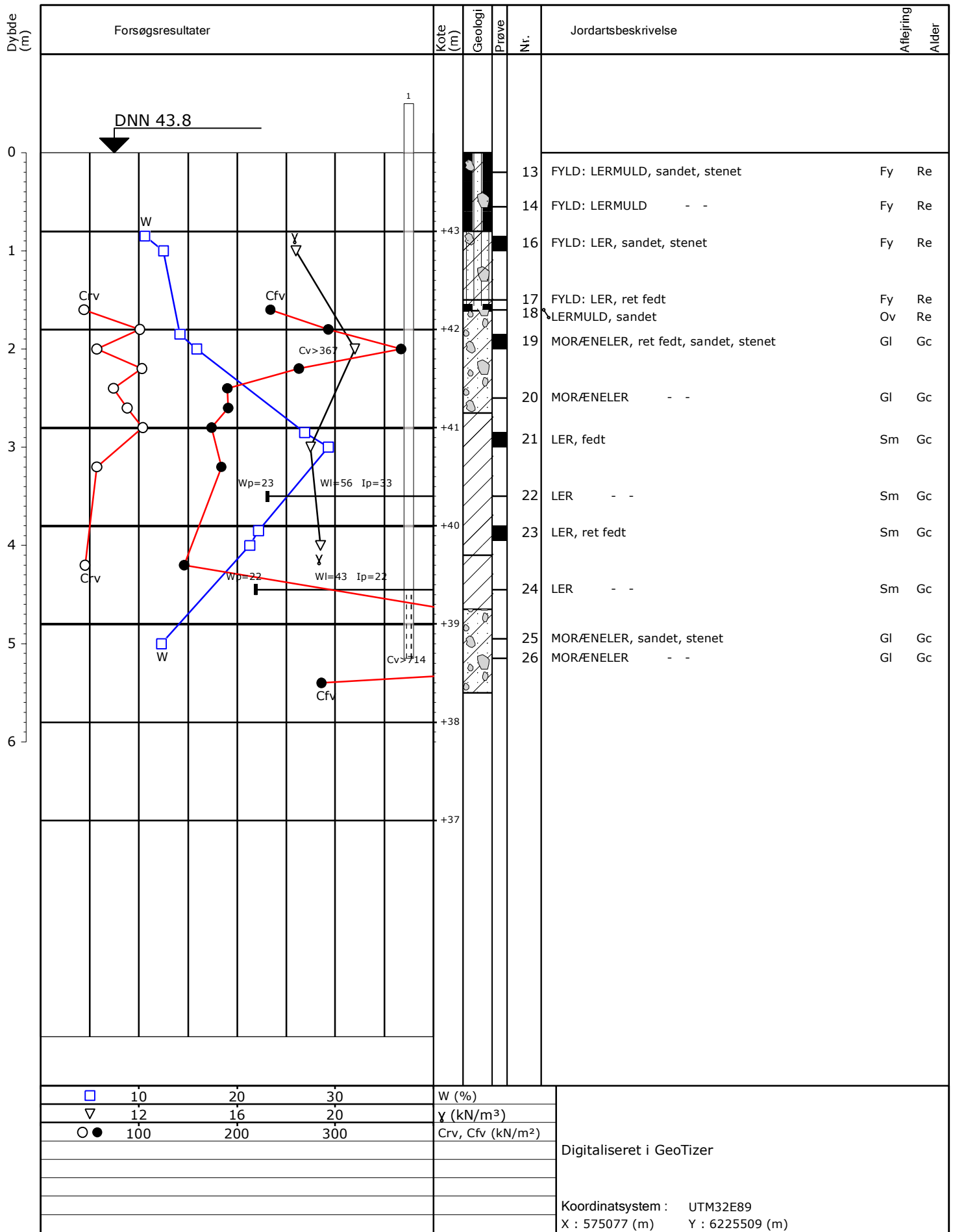
Rev.:

S. 1/1



Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : Å77310 Århus Kommunehospital

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1977-09-01

Geologi :

Boring : 2

Boremetode: Tørboring

DGU-nr :

Bilag :

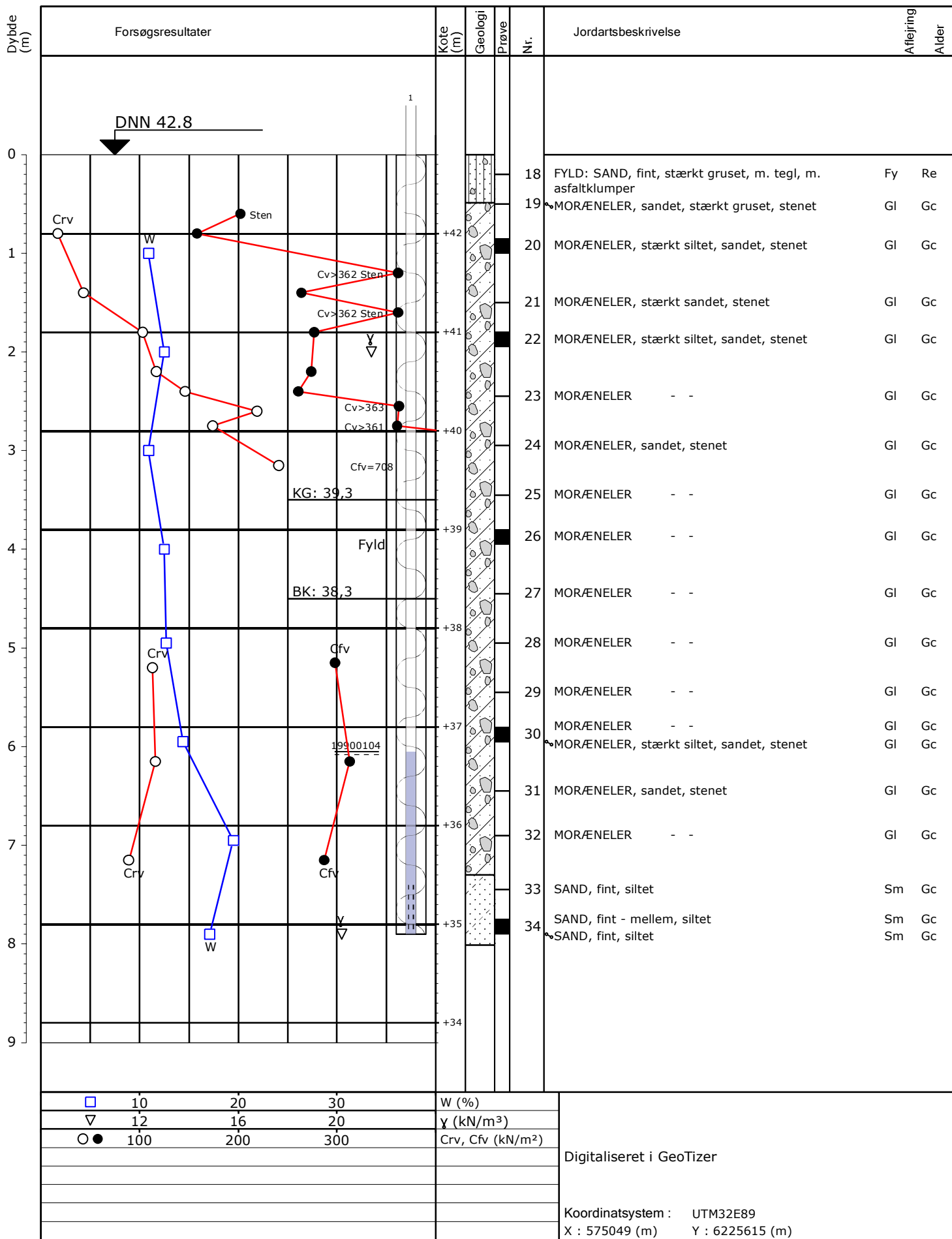
Rev.:

S. 1/1



Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 14005381 Århus. Finsensgade

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1990-01-03

Geologi:

Boring: 2

Boremetode: Tørboring

DGU-nr:

Bilag:

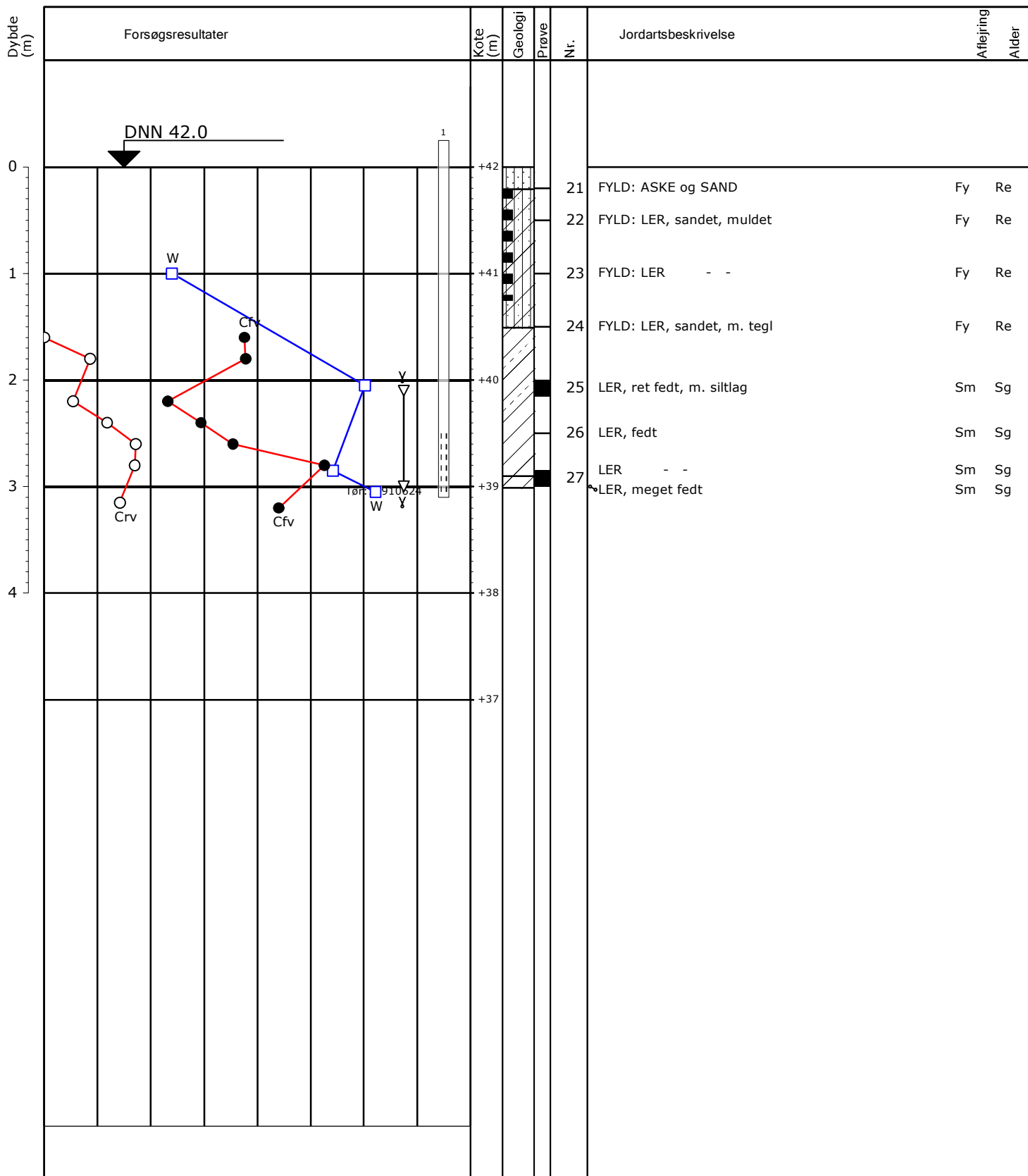
Rev.:

S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ▽ | 12 | 16 | 20 | γ (kN/m ³) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Digitaliseret i GeoTizer

Koordinatsystem : UTM32E89
X : 575070 (m) Y : 6225598 (m)

Projekt : 14006781 Århus. Finsensgade

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1991-06-25

Geologi:

Boring: V1

Boremetode: Håndboring

DGU-nr:

Bilag:

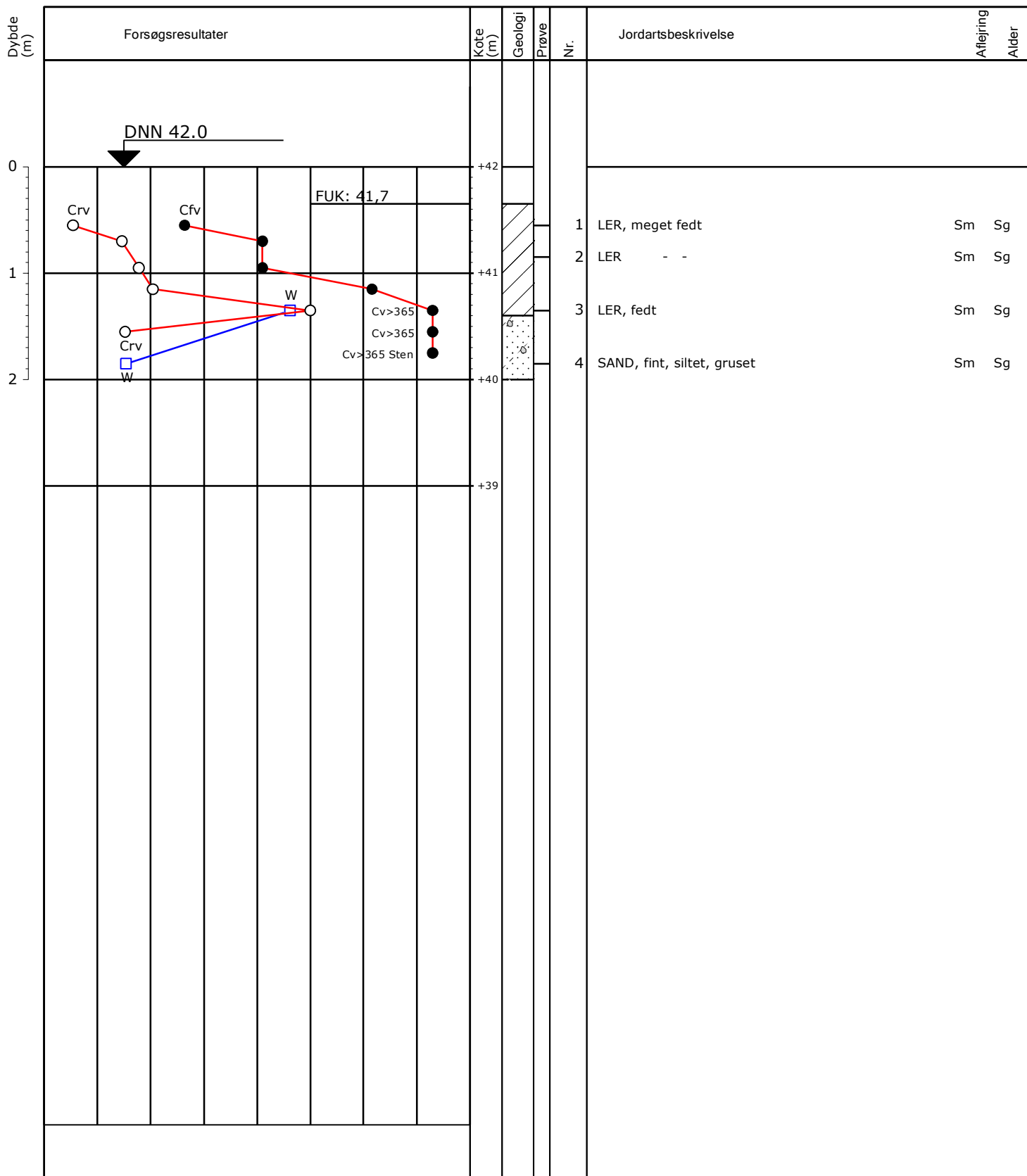
Rev.:

S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



| | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| Digitaliseret i GeoTizer | | | | |
| Koordinatsystem : UTM32E89 | | | | |
| X : 575050 (m) Y : 6225618 (m) | | | | |

Projekt : 14006781 Århus. Finsensgade

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1991-06-24

Geologi :

Boring : K1

Boremetode: Håndboring

DGU-nr :

Bilag :

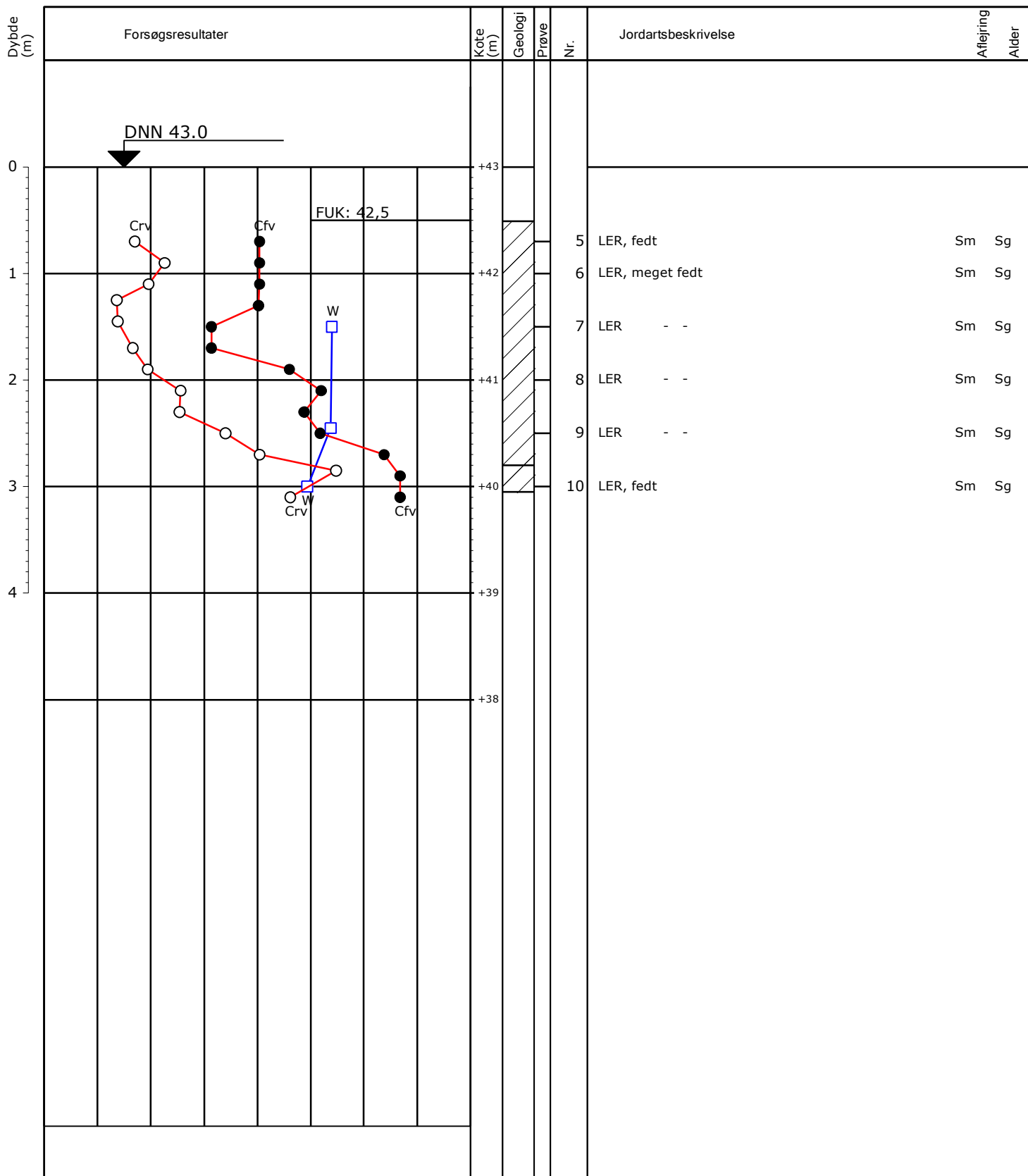
Rev.:

S. 1/1



Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

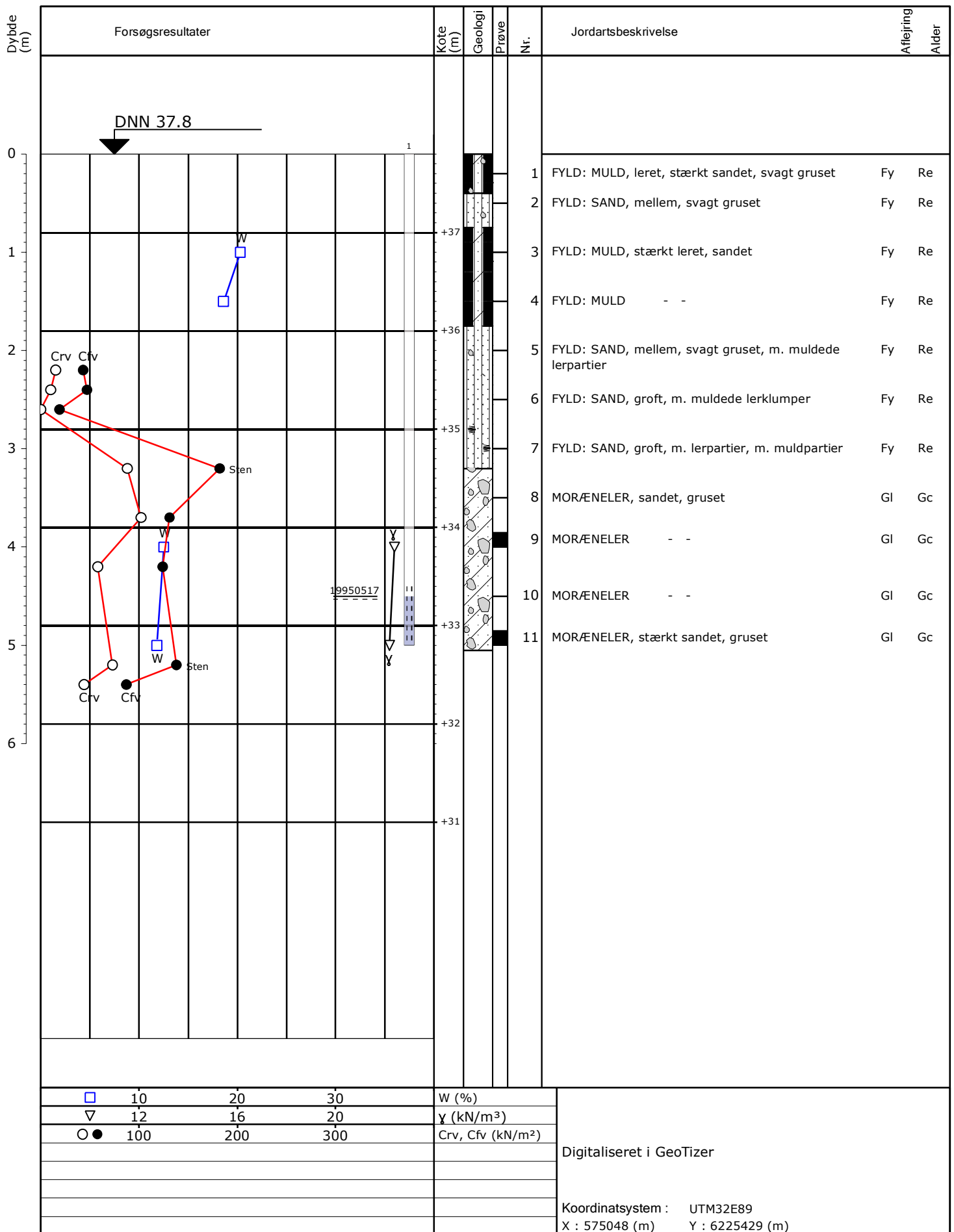
Boreprofil



| | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|
| □ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Crv, Cfv (kN/m ²) |
| Digitaliseret i GeoTizer | | | | |
| Koordinatsystem : UTM32E89 | | | | |
| X : 575058 (m) Y : 6225607 (m) | | | | |

Projekt : 14006781 Århus. Finsensgade
 Boret: Geoteknisk Institut Dato: 1991-06-24 Geologi : Boring : K2
 Boremetode: Håndboring DGU-nr : Bilag : Rev.: S. 1/1

| | | |
|--|-------------------------------|---------------------|
| | Geo Copenhagen + 45 4588 4444 | <h1>Boreprofil</h1> |
| | Geo Aarhus + 45 8627 3111 | |



Projekt : 14010944 Århus. Nørrebrogade

Boret: Geoteknisk Institut

Dato: 1995-05-17

Geologi :

Boring : 1

Boremetode :

DGU-nr :

Bilag :

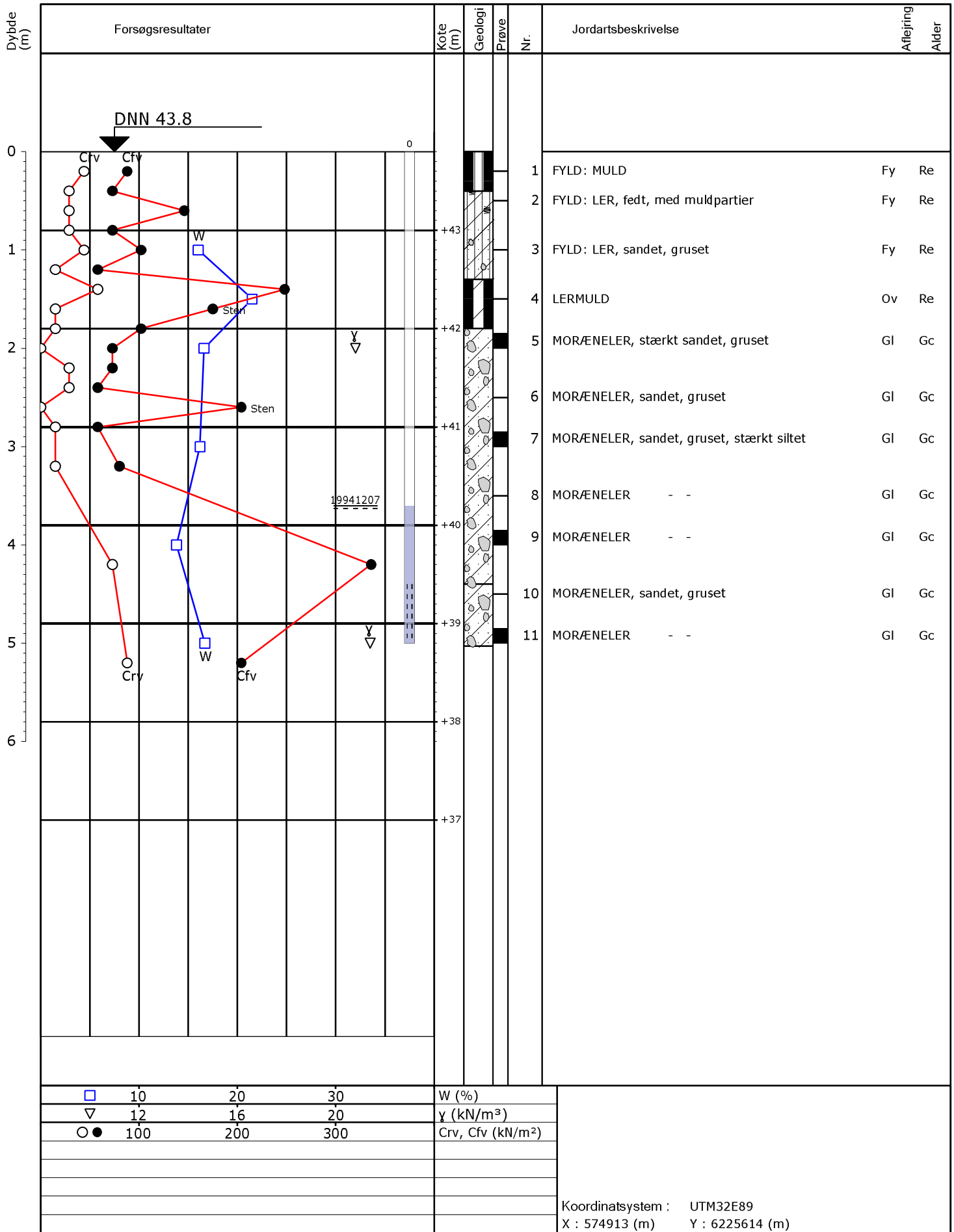
Rev.:

S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



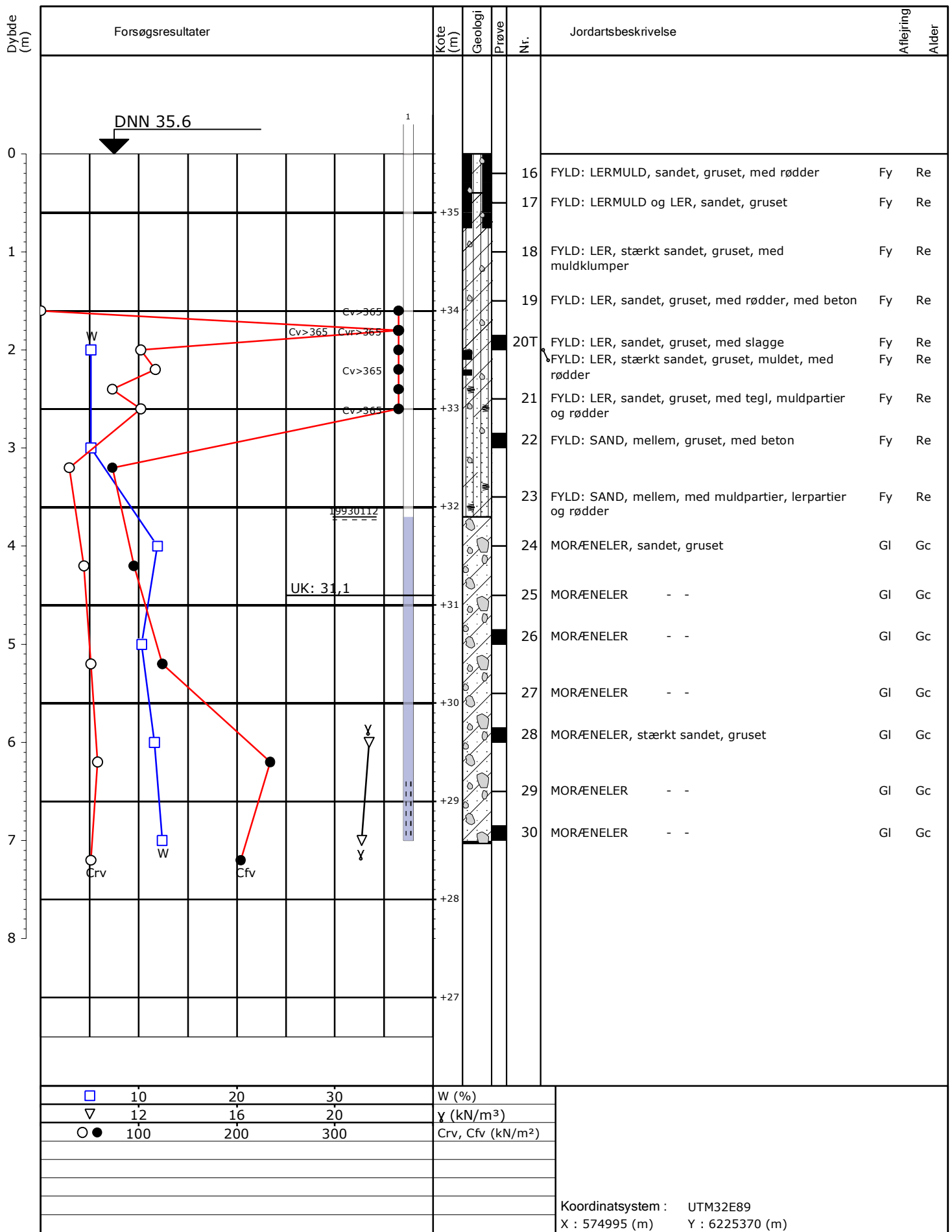
Projekt : 14010385 Århus, Nørrebrogade

Boret: GI KP Dato : 1994-12-06 Geologi : BK Boring : 1

Boremetode : DGU-nr : Bilag : Rev.: S. 1/1

Geo Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Projekt : 14008202 Århus, Randersvej 650

Boret: GI

MOG

Dato: 1993-01-08

Geologi : NIO

Boring : 2

Boremetode :

DGU-nr :

Bilag :

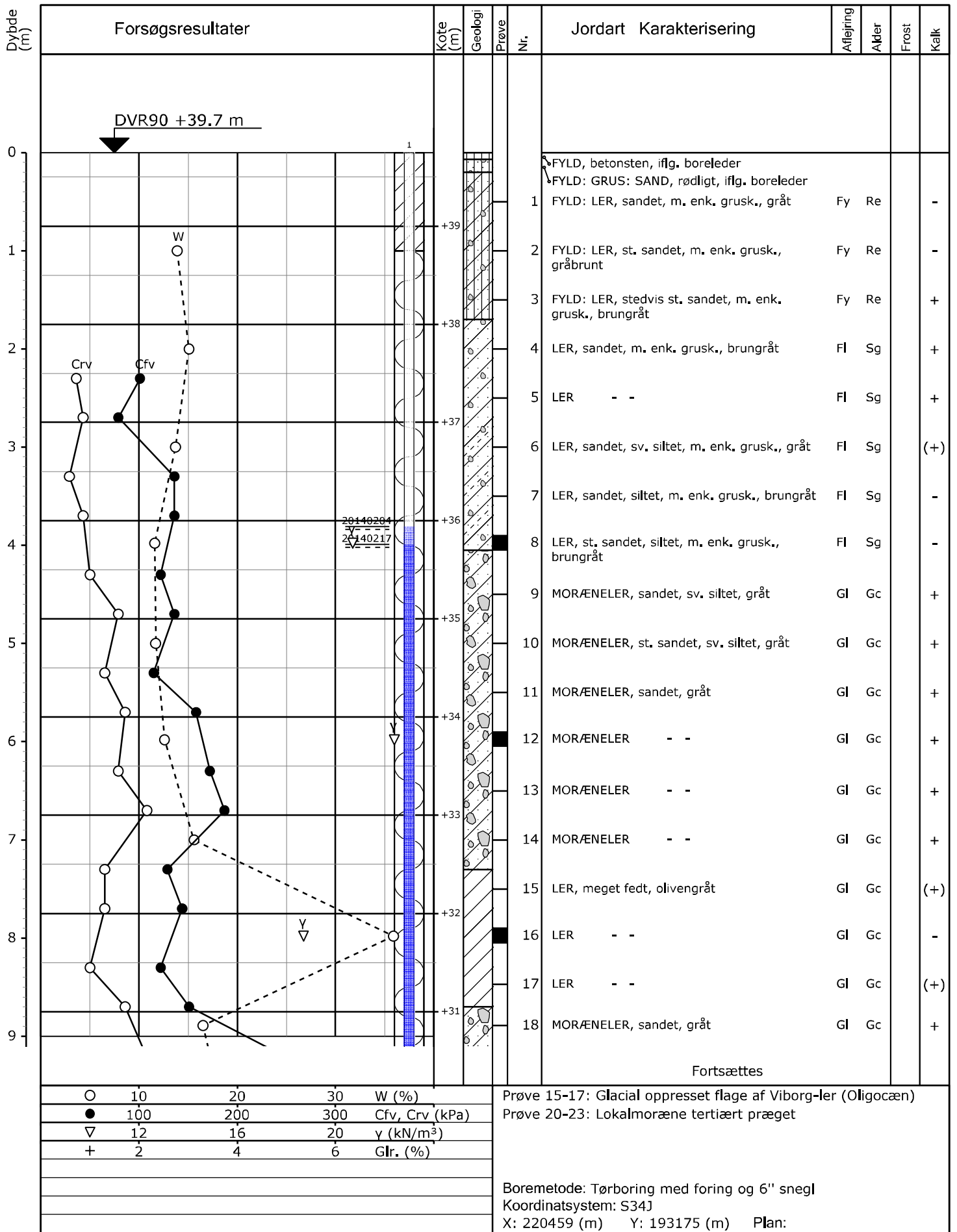
Rev.:

S. 1/1

Geo

Geo Copenhagen + 45 4588 4444
Geo Aarhus + 45 8627 3111

Boreprofil



Sag: A038360-004

Tunneler under Nørrebrogade, Aarhus

Boret af: MCSK

Dato: 2014.02.04

Bedømt af: LCX

DGU-Nr.:

Boring: B4

Udarb. af: LNJE

Kontrol: BIMR

Godkendt: BES

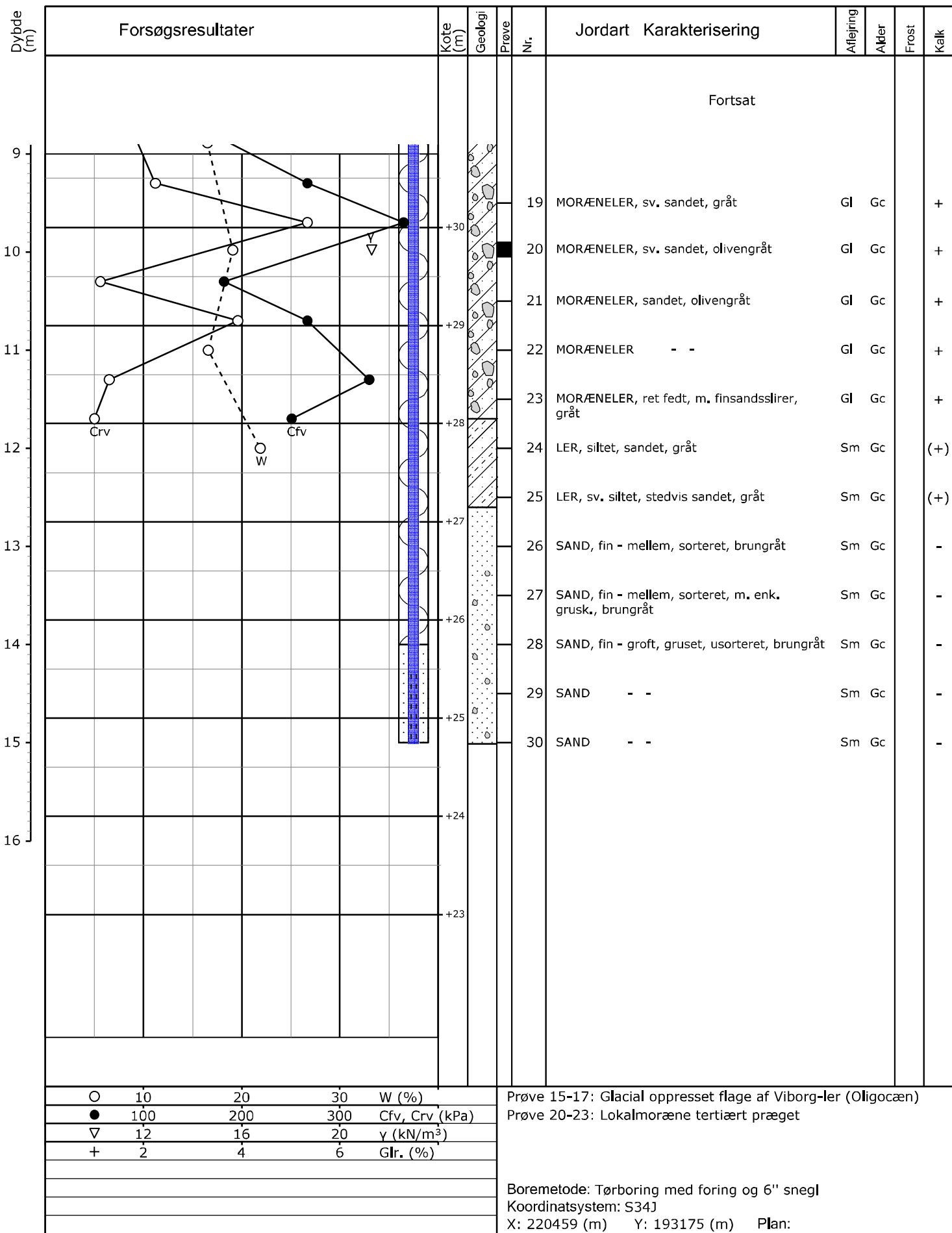
Dato: 2014.02.20

Bilag: 1.4

S. 1/2



Boreprofil



Sag: A038360-004

Tunneler under Nørrebrogade, Aarhus

Boret af: MCSK

Dato: 2014.02.04

Bedømt af: LCX

DGU-Nr.:

Boring: B4

Udarb. af: LNJE

Kontrol: BIMR

Godkendt: BES

Dato: 2014.02.20

Bilag: 1.4

S. 2/2

COWI

Boreprofil

Boring 1:

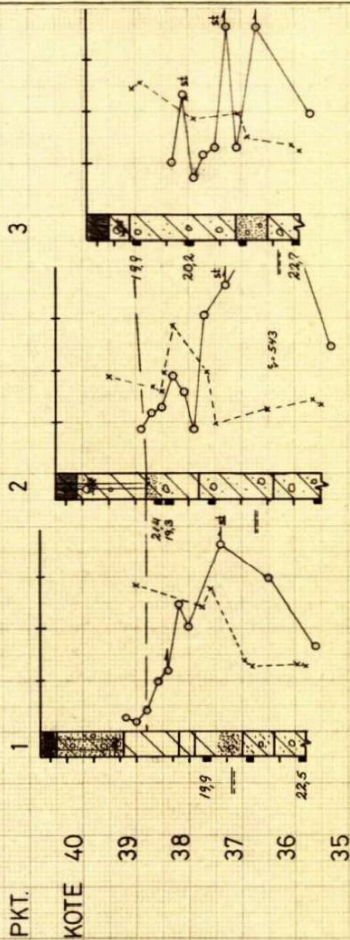
| Lab. nr. | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
|----------|------------------------|---------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------|------------|-----|-----|---|-------------------------------|-----------------|-----|
| | SANDMULD m. lerpartier | SAND, mellem, gr. m. lerpartier | " " " st. m. " | " " " m. lag af svagt muldet ler | LER, fedt | " ret fedt | " " | " " | MORÆNESAND, leret, st. m. lerrige partier | MORÆNELER, sd., st., siltrigt | " sandrigt, st. | " " |
| | Fy | " | " | " | S | " | " | " | G | " | " | " |

Boring 3:

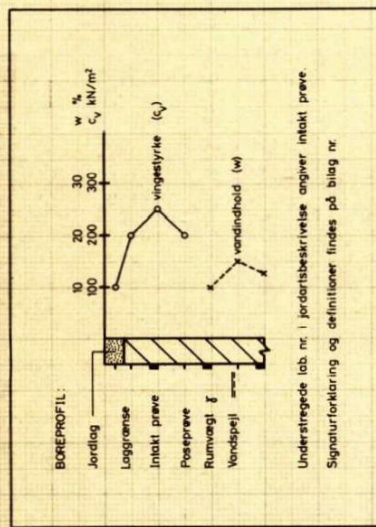
| Lab. nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|--------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| | LERMULD, sd. | LER, sd., st. m. muldpartier | MORÆNELER, sd., st., ret fedt | LER, fedt m. sandlag | " " m. sten | MORÆNELER, sd., st. | SAND, mellem, gr. | MORÆNELER, sandrigt, st. |
| | R | " | " | " | " | " | " | " |

Boring 2:

| Lab. nr. | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|----------|--------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|-----|------------|--------------------------|
| | LERMULD, gr. | LER, sd., st. m. muldpartier | LER, fedt m. grus | " " m. rødder og tegl | SAND, fint m. lerlag | MORÆNELER, sd., st. m. sandrigt lag | LER, ret fedt | MORÆNELER, sd., st. | " sandrigt, st. | " " | " sd., st. | " sand- og siltrigt, st. |
| | Fy | " | " | " | S | G | S | G | " | " | " | " |



--- angiver skønnet overside af bæredygtige aflejringer.



Understregede lab. nr. i jordårsbeskrivelse angiver intakt prøve. Signaturforklaring og definitioner findes på bilag nr.



Geoteknisk Institut

Sag: 140 02812 ÅRHUS, NØRREBROGADE

Udført : MOG/NSJ Dato: 87 05 05

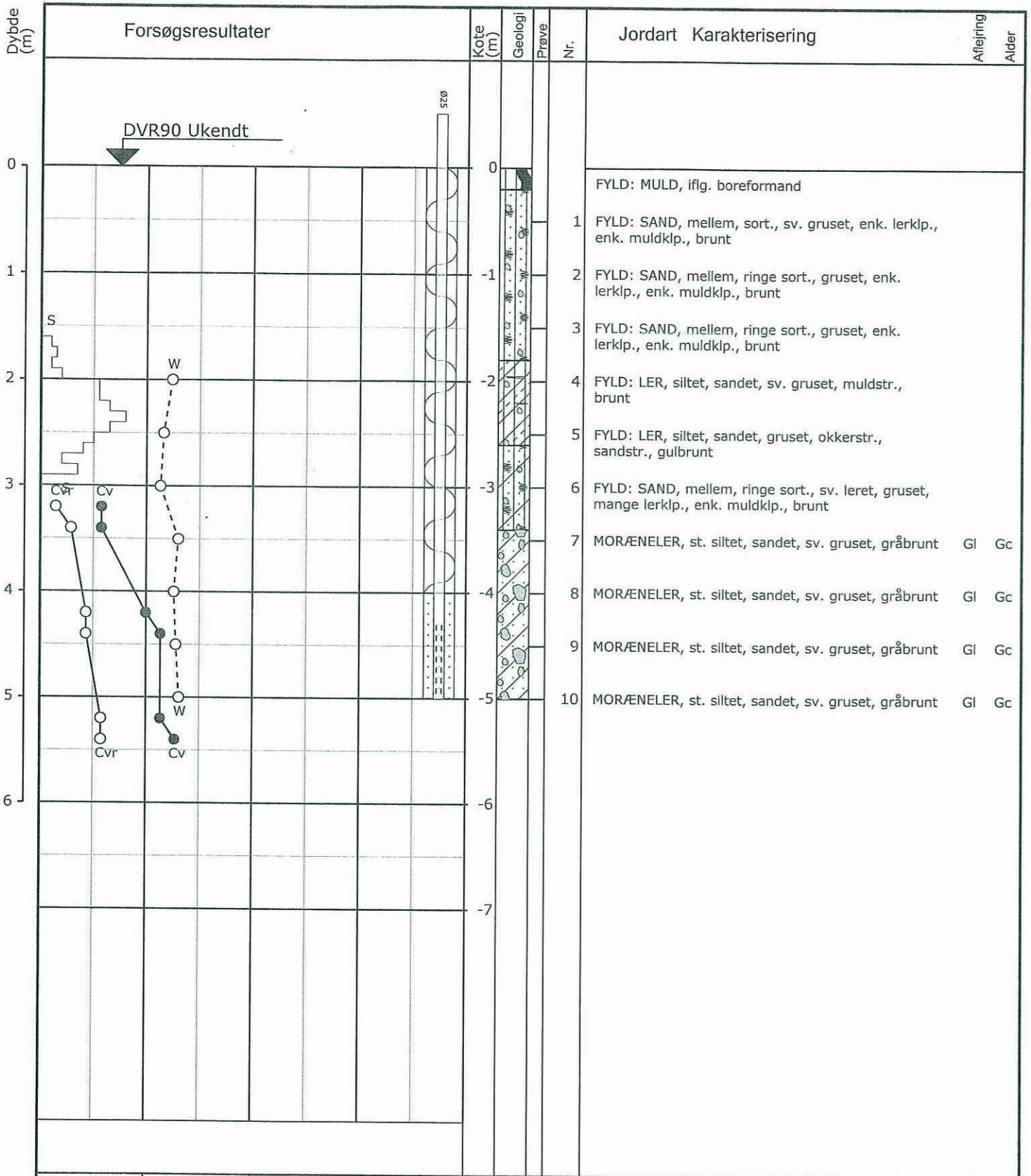
Emne: BOREPROFILER

Kontrol : *M* Dato:

Rapport nr. 1

Godkendt: Dato:

Bilag nr. 2



| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------------------------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| | 20 | 40 | 60 | S (Slag/10 cm) |
| ○ ● | 100 | 200 | 300 | Cvr, Cv (kN/m ²) |

Der må forventes sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode :
 Koordinatsystem : UTM#'

Plan :

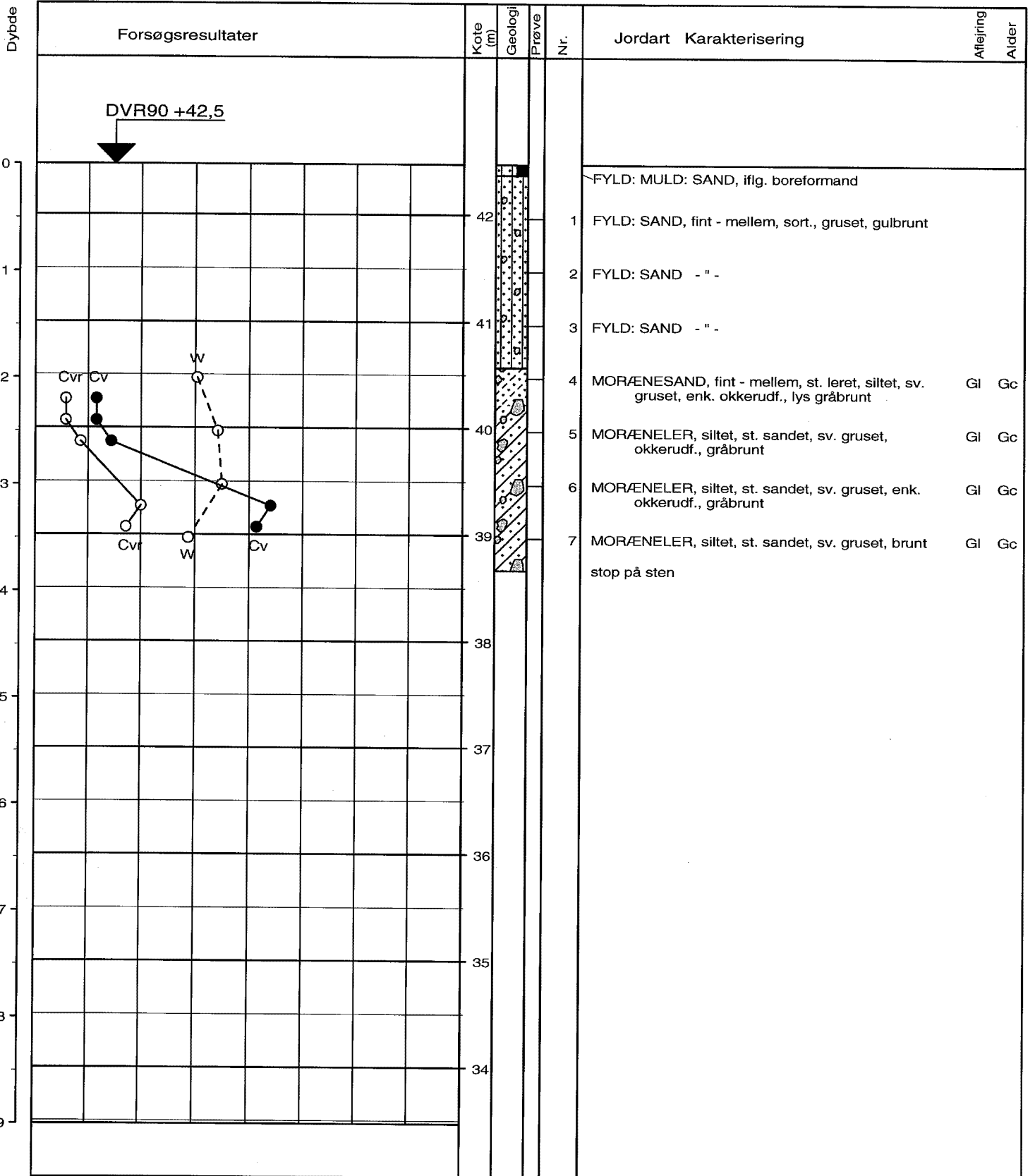
Sag: 0972905 ÅRHUS UNIVERSITETSHOSPITAL, FASE 0-13 FAME

Strækning : Boret af: JYSK Dato: 2010.06.08 Bedømt af: TCM Boring: 4

Udarb. af: IH Kontrol: *H18* Godkendt: *MW* Dato: 2010-06-21 Bilag: 2.2005 S. 1/1

RAMBOLL

Boreprofil



| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
|---|-----|-----|-----|-----------------|
| ● | 100 | 200 | 300 | Cv, Cvr (kN/m²) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Der må forventes sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode : Snegleboring

Plan :

Sag : 0972905 ÅRHUS UNIVERSITETSHOSPITAL, FASE 0-13 FAME

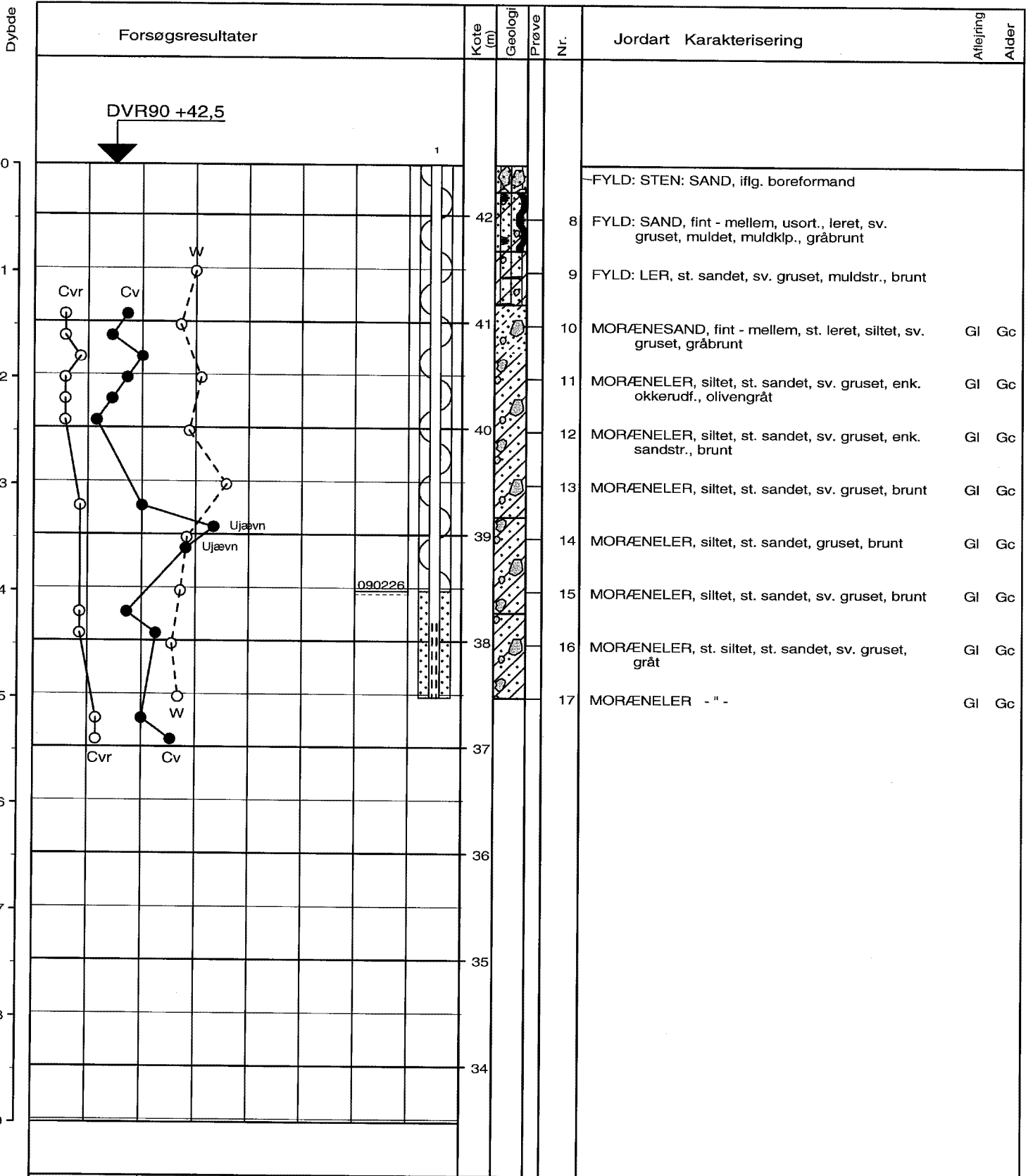
Strækning : Boret af : FRANCK Dato : 20090216 DGU-nr.: Boring : 1

Udarb. af : IH Kontrol : PETS Godkendt : PETS Dato : 4/3-09 Bilag : 2.2001 s. 1/1



Boreprofil

BRegister - PST@DK 2.0 - 04/03/2009 16:05:24



○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

Der må forventes sten og blokke i moræneaflejringer.

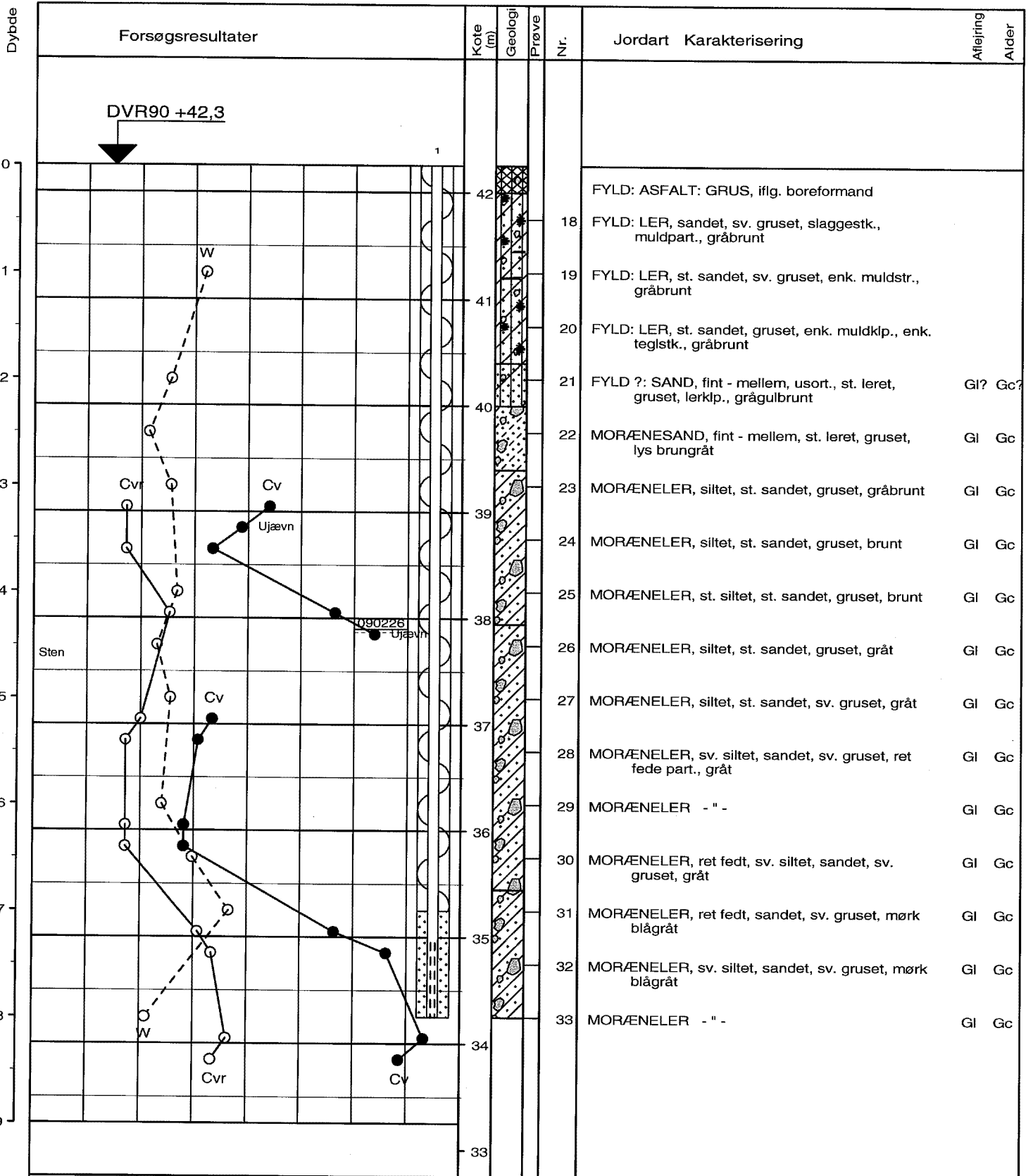
Boremetode : Snegleboring
 Plan :

Sag : 0972905 ÅRHUS UNIVERSITETSHOSPITAL, FASE 0-13 FAME
 Strækning : Boret af : FRANCK Dato : 20090218 DGU-nr.: Boring : 1A
 Udarb. af : IH Kontrol : PETS Godkendt : PETS Dato : 4/3-09 Bilag : 2.2002 s. 1/1



Boreprofil

BRegister - PSTGDK 2.0 - 04/03/2009 16:05:55



Der må forventes sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremethode : Snegleboring

Plan :

Sag : 0972905 ÅRHUS UNIVERSITETSHOSPITAL, FASE 0-13 FAME

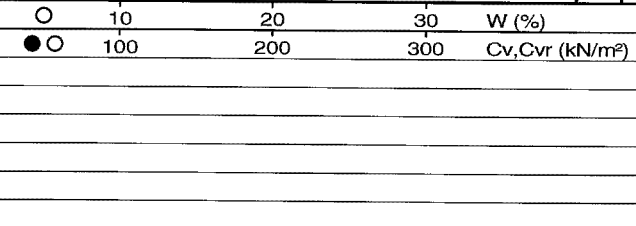
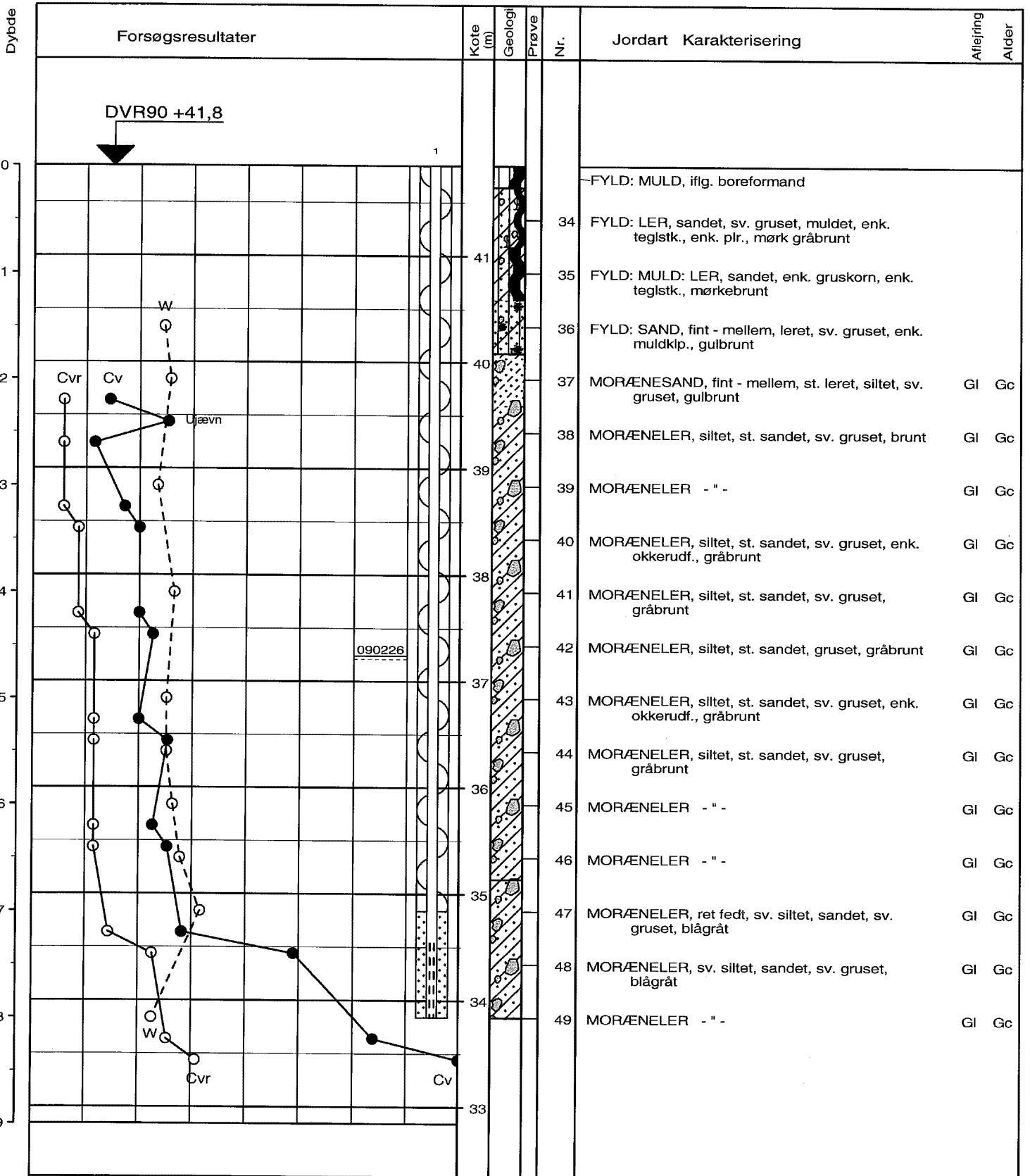
Strækning : Boret af : FRANCK Dato : 20090216 DGU-nr. : Boring : 2

Udarb. af : IH Kontrol : PETS Godkendt : PETS Dato : 4/3-09 Bilag : 2.2003 s. 1 / 1



Boreprofil

BR Register - PST/GDK 2.0 - 04/03/2009 16:05:44



Der må forventes sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode : Snegleboring

Plan :

Sag : 0972905 ÅRHUS UNIVERSITETSHOSPITAL, FASE 0-13 FAME

Strækning : Boret af : FRANCK Dato : 20090216 DGU-nr. : Boring : 3

Udarb. af : IH Kontrol : PETS Godkendt : PETS Dato : 4/3-09 Bilag : 2.2004 s. 1/1



Boreprofil

BRreglater - PSTGDK 2.0 - 04/03/2009 16:05:53

Bilag A

Signaturforklaring og definition for boreprofiler

Forsøgsresultater

Jordartssignatur

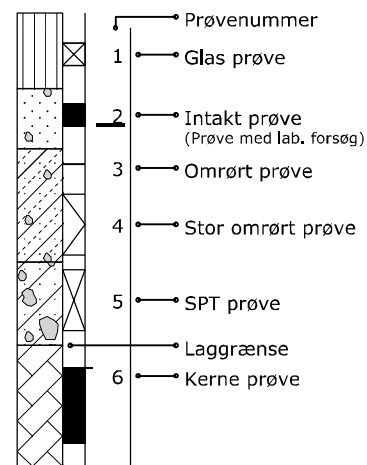
| | | | |
|--|-------------------|--|--------------|
| | FYLD | | MORÆNESAND |
| | MULD | | MORÆNESILT |
| | MULD, sandet | | MORÆNELER |
| | SAND, muldet | | KALK (KRIDT) |
| | SAND, muldpartier | | FLINT |
| | STEN | | KLIPE |
| | GRUS | | GYTJE |
| | SAND | | SKALLER |
| | SILT | | TØRV |
| | LER | | TØRVEDYND |
| | | | PLANTERESTER |

I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.

Situationsplan

| | |
|--|---------------------------------------|
| | Pumpeboring (BU) |
| | Pejleboring (BW) |
| | Miljøboring (BE) |
| | Boring uden prøver (B) |
| | Boring med prøvetagning (BS) |
| | Boring med prøver og vingeforsøg (BG) |
| | CPT forsøg (C) |
| | Sondering, rammesonde (F) |

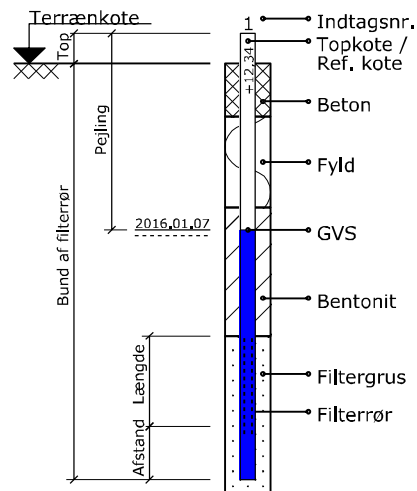
Boreprofil



Geologiske forkortelser

| Miljø | Alder |
|----------------|------------------|
| Br Brakvand | Pg Postglacial |
| Fe Ferskvand | Sg Senglacial |
| Fl Flydejord | Al Allerød |
| Gl Gletscher | Gc Glacial |
| Ma Marin | Ig Interglacial |
| Ne Neds skyl | Is Interstadial |
| O Overjord | Te Tertiær |
| Sk Skredjord | Ng Neogen |
| Sm Smeltevand | Pn Palæogen |
| Vi Vindaflejet | Pi Pliocæn |
| Vu Vulkansk | Mi Miocæn |
| | Oi Oligocæn |
| | Eo Eocæn |
| | Pl Palæocæn |
| | Sl Selandien |
| | Da Danien |
| | Kt Kridt |
| | Ms Maastrichtian |
| | Se Senon |
| | Re Recent |

Pejlerør



Definitioner

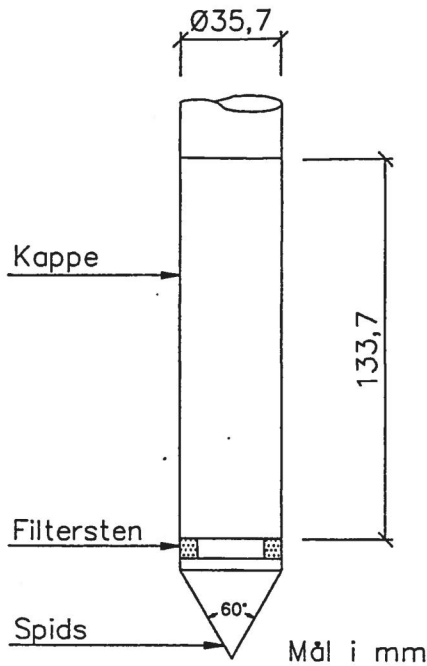
| Signatur | Emne | Fork. | Enhed | Beskrivelse |
|----------|--------------------------|-------|----------------------|--|
| | Vandindhold | W | [%] | Vand i % af tørstofvægt |
| | Flydegrænse | WL | [%] | Vandindhold ved flydegrænser |
| | Plasticitetsgrænser | WP | [%] | Vandindhold ved plasticitetsgrænse |
| | Plasticitetsgrænser | IP | [%] | IP = WL - WP |
| | Rumvægt | y | [kN/m ³] | Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen |
| | Poretal | e | | Forhold mellem porevolumen og kornvolumen |
| | 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: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt |
| | Frost | | | ++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme |
| | Hærdningsgrader | | | H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet |
| | Gradering | | | U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet |
| | Vingestykke, intakt | cfv | [kN/m ²] | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord |
| | Vingestykke, omrørt | crv | [kN/m ²] | Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord |
| | Sonderingsmodstand | | | vr. Vingeforsøg med defekt vingeforsøg |
| | - Belæstet spidsbør | 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 |

Bilag B

Signaturforklaring og definition for CPT-profiler

CPT-SONDE

Reference: International Reference Test Procedure, ISOPT-1, 1988



Specifikation for standard CPT-sonde:

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Tværsnitsareal | 1000 mm ² |
| Spidsens vinkel | 60° |
| Kappens overfladeareal | 15000 mm ² |
| Nedpresningshastighed | 20 mm/sek |

Målelige parametre:

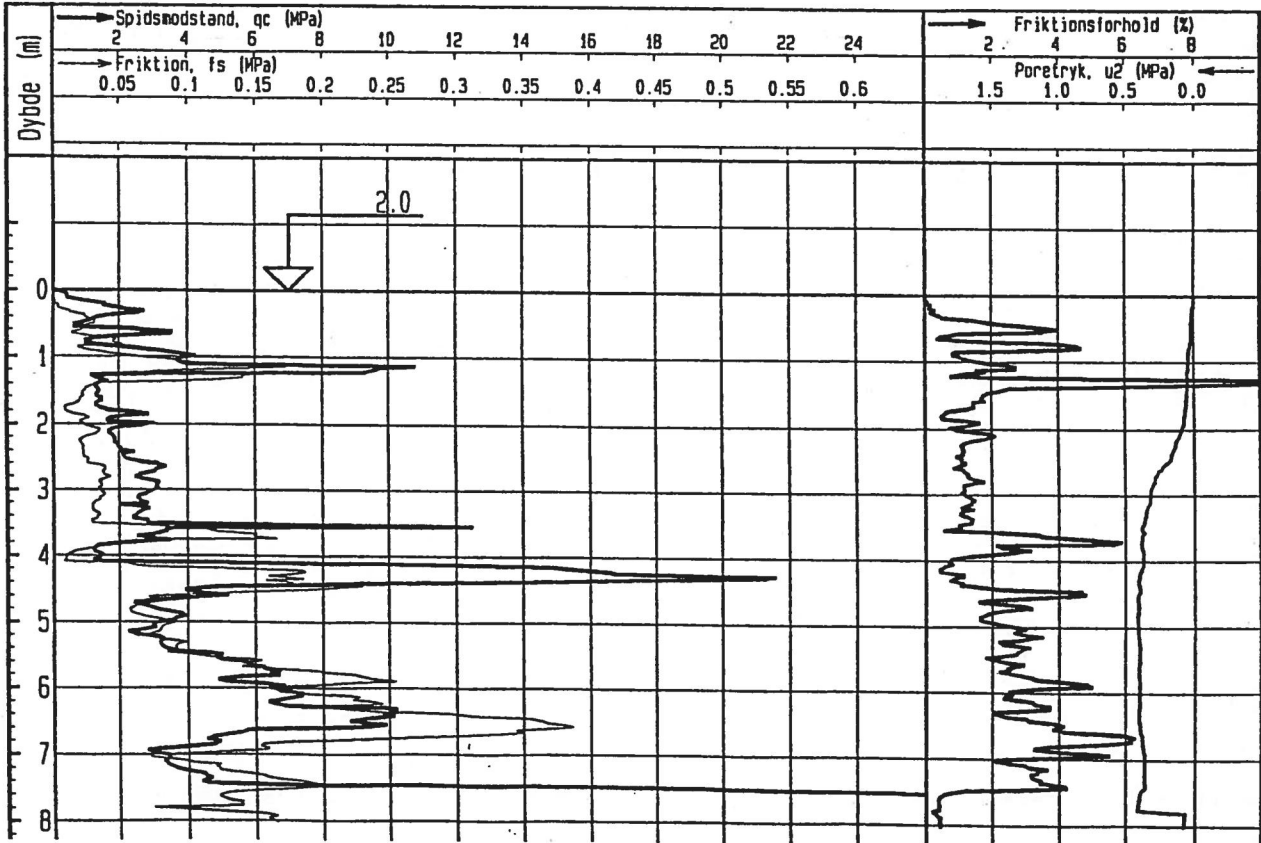
| | |
|------------------------|-------------|
| Spidsen: spidsmodstand | q_c (MPa) |
| Kappen: friktion | f_s (MPa) |
| Filtersten: poretryk | u (MPa) |

Beregningsstørrelse:

Friktionsforholdet $R_f = \frac{f_s}{q_c} \times 100\%$

CPT-PROFIL

Resultat af markforsøg



VEND

CPT-FORSØG (CONE PENETRATION TEST)

SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

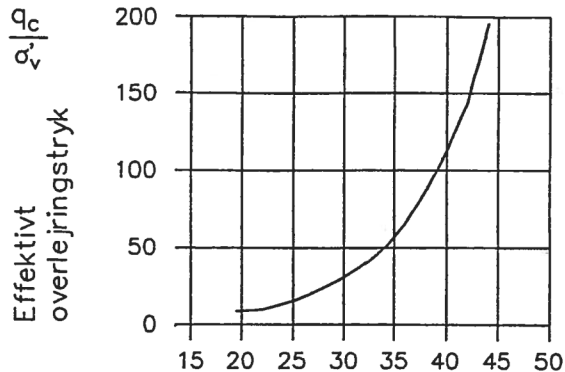
NIRAS
BILAG B

VURDERING AF STYRKEPARAMETRE UD FRA CPT-PROFILER

SAND

VURDERING AF PLAN FRIKTIONS-VINKEL, ϕ_{pl} , OG LEJRINGSTÆTHED, I_D

- Styrkemåling, generelt gældende



Karakteristisk plan friktionsvinkel, ϕ_{pl}

$$q_c = (1 + \sin \phi_{pl}) N_q \sigma'_v$$

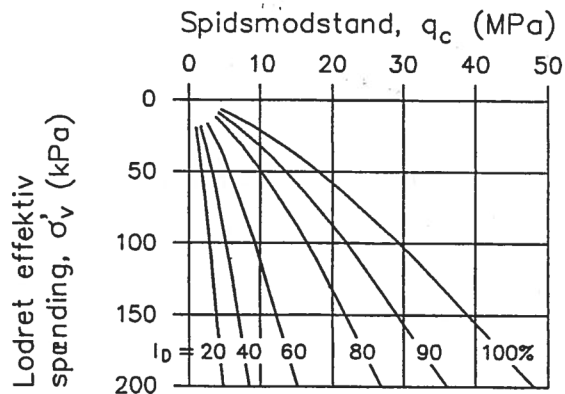
σ'_v er lodret effektiv in situ spænding

N_q er en bæreevnefaktor afhængig af ϕ_{pl}

- Skønnet generel sammenhæng mellem lejrings-tæthed og plan friktionsvinkel

| Lejrning | meget løst | løst | medium | fast | meget fast | |
|---|------------|------|--------|------|------------|-----|
| Lejrings-tæthed, I_D (%) | 0 | 15 | 35 | 65 | 85 | 100 |
| Karakteristisk, plan friktionsvinkel, ϕ_{pl} | | 29 | 30 | 36 | 40 | |

- Vurdering af lejrings-tæthed, gældende for recent sand



$$I_D = \frac{1}{2.91} \ln \left(\frac{q_c}{61 \sigma'_v} \right) 100\%$$

q_c og σ'_v i kPa

Ref.: NGI publikation nr. 156

LER

VURDERING AF UDRÆNET FORSKYDNINGSTYRKE, c_u

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_v}{N_k}$$

σ_v er den totale lodrette spænding

N_k er en kon-faktor

For dansk moræneler foreslås anvendt

$$c_u = \frac{q_c}{N_k} \quad \text{og} \quad N_k = 10$$






løvrigt fastlægges N_k ud fra korrelering mellem vingeforsøg og spidsmodstand

Bilag S

Placering af geoteknisk undersøgelsespunkter



SIGNATURER:

-  Geotekniske borer, NIRAS
-  CPT, NIRAS
-  Eksisterende boring
-  Eksisterende CPT
-  Omtrentlig placering af nye bygninger

BILAG S

BSS Nørrebrogade

Samlet oversigt over undersøgelsespunkter

Dato 2021.09.20 Målestok 1:1000 Sag nr.: 10412040



Ceres allé 3
8000 Aarhus

Telefon 8732 3232
Email niras@niras.dk

AU BSS

Prøvepumpning

Resultater

A. Enggaard A/S

5. januar 2022

Indhold

Projekt ID: 10412040-006
Dokument ID: 3TMDPCDFZZNN-
983823628-30600

Ændret: 17-03-2022 11:29
Revision: 1

Udarbejdet af: TWJE
Kontrolleret af: THW
Godkendt af: TWJE

| | | |
|-----|--------------------------------------|---|
| 1 | Indledning | 3 |
| 2 | Udførelse | 3 |
| 2.1 | Pumpeboring. | 3 |
| 2.2 | Pejleboringer | 3 |
| 2.3 | Prøvepumpning | 3 |
| 2.4 | Dataloggere og pejlinger | 5 |
| 2.5 | Vandprøve, prøvetagning | 5 |
| 3 | Tolkning af prøvepumpningsresultater | 5 |

| | |
|---------|----------------------------|
| Bilag 1 | Placering af boringer |
| Bilag 2 | Pejledataskemaer |
| Bilag 3 | Dataplot pejlinger |
| Bilag 4 | AquiferTest Rapporter |
| Bilag 5 | Analyseskemaer, vandprøver |

1 Indledning

I forbindelse med ombygning og renovering af det tidlige kommunehospital ved Aarhus universitet (AU BSS) planlægges afgravning under grundvandsspejlet. I området hvor der skal bygges og terrænreguleres, er der observeret et vandførende lag, med trykniveau tæt på terræn. Der er således risiko for at der kan opstå bundbrud med indtrængning af vand i udgravningerne til følge. For at vurdere mulighederne for midlertidig og/eller permanent grundvandssænkning, har NIRAS udført et prøvepumpningsforsøg til belysning af de hydrauliske forhold i området.

Nærværende dokument beskriver den gennemførte prøvepumpning samt de fremkomne resultater.

2 Udførelse

2.1 Pumpeboring.

Der er udført en ny filtersat boring (PB1) i dimensionen Ø160mm. Boringen blev placeret som angivet på Bilag 1.

Boringen blev udført som foret snegleboring og filtersat med 5m filter i intervallet 9 til 14 meter under terræn.

Borearbejde blev udført af underentreprenør Franch Geoteknik. NIRAS har ikke ført tilsyn under borearbejdet men har løbende være i dialog med entreprenøren.

2.2 Pejleboringer

Der blev udført 2 nye pejleboringer, da det ikke var muligt at installere dataloggere i de eksisterende geotekniske/miljøtekniske boringer. Pejleboringerne blev placeret henholdsvis nord og syd for pumpeboringen. Placering af pejleboringerne fremgår af Bilag 1.

Pejleboringerne blev etableret som foret snegleboringer og udført i Ø63mm. Boringerne blev ført til 7m under terræn og filtersat med 1m filter fra 6 til 7 meter under terræn.

Borearbejde blev udført af underentreprenør Franch Geoteknik. NIRAS har ikke ført tilsyn under borearbejdet men har løbende være i dialog med entreprenøren.

2.3 Prøvepumpning

Arbejdet med håndtering af pumpe og slanger mv. blev udført af NIRAS A/S.

Prøvepumpningen blev gennemført i perioden fra den 15/12 2021 kl. 08:16 til 17/12 2021 kl. 13:13, svarende til en periode på 2,21 døgn. Der blev oppumpet 166 m³ vand svarende til en gennemsnitlig pumpeydelse på 3,14 m³/t.

Oppumpet grundvand blev bortledt til regnvandsledning, i henhold til tilladelsen fra kommunen. Billeder af udledningsstedet og området omkring pumpeboringen fremgår af Figur 2-1 og Figur 2-2



Figur 2-1: Billeder af pumpeboring.



Figur 2-2: Billeder af pumpeboring.

2.4 Dataloggere og pejlinger

Håndtering af dataloggere og indsamling af pejledata blev udført af NIRAS. Automatiske dataloggere (DIVER's) blev installeret i alle 3 boreriger den 6/12 2021, og hjemtaget igen den 20/12 2021. Pejledata blev indsamlet med 1 min intervaller.

Der blev udført manuelle pejlinger ved installation af loggerene samt under og efter prøvepumpningen.

Relevante data, pejlinger, tidspunkter, pumpeydelse mv. fremgår af feltskemaer/bergningskemaer vedlagt i bilag 2.

De indsamlede loggerdata er processeret og omregnet til koter/relative ændringer. Lineære Plot af pejledata fremgår af bilag 3. Pejledata blev yderligere indlæst og tolket i AquiferTest (software for tolkning af prøvepumpningsdata). AquiferTest rapporter fremgår af bilag 4.

2.5 Vandprøve, prøvetagning

I henhold til udledningstilladelsen og kommunens anbefalinger blev der udtaget en vandprøve fra pumpeboringen inden prøvepumpningen blev startet.

Vandprøven er udtaget af NIRAS og analyseret ved Eurofins Laboratorie. Der blev analyseret for Halogenerede alifatiske kulbrinter, Total kulbrinter, BTEXN og 7 PAH, samt metaller (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg, As). Analyseresultater er vedlagt i bilag 5.

Resultaterne af den indsamlede vandprøve viser at Nikkel og zink ligger marginalt over miljækvalitetskravene. Øvrige parametre overskrider ikke miljøkravene.

Det blev vurderet at udledning fra prøvepumpningen ikke udgør en risiko for forurening af Århus Bugt da oppumpet vandmængde er meget begrænset og da udledningen er meget kortvarig. Det er uklart hvordan kommunen vil forholde sig ved udledning fra en permanent eller længerevarende grundvandssænkning.

I forbindelse med etablering af egentlig grundvandssænkning, må der derfor søges om ny tilladelse til udledning.

3 Tolkning af prøvepumpningsresultater

NIRAS har samlet og fortolket de indhentede data. Der er beregnet hydrauliske parametre for pumpeboringen og de påvirkede pejleboringer. Resultaterne er angivet herunder og anvendes i modelleringen af forventede vandmængder ved gennemførelse af den fremtidige grundvandssænkning.

Betragter man de lineære pejleplot, Bilag 3, ser man påvirkninger i alle borerigerne.

Den største sænkning ses selvfølgelig i pumpeboringen, hvor vandstanden falder med 2,44 m efter en time. Ved pumpestop, efter godt 2 døgn (53 timer), er vandstanden faldet med 3,48m. Tilsvarende ses nogenlunde samme værdier for stigning efter pumpestop. I observationsboringerne ses den største påvirkning ses i B2 nærmest pumpeboringen, her falder vandstanden med 0,74 m i løbet af den første time efter pumpestart, og efter godt 2 døgn (53 timer) er vandstanden faldet med 1,82 m. Tilsvarende værdier ses for stigningsperioden. Ved B1, ses en sænkning på 0,39 cm efter en time, og 1,37 cm. efter 53 timer. Generelt for alle borerigerne er ro vandstanden små 10 cm

højere efter pumpestop, end ved pumpeforsøgets start. Dette kan skyldes naturlige fluktuationer i trykniveauet, men kan også skyldes påvirkning fra andre aktive op-pumpninger. Af pejletidsserierne Bilag 3 ses der flere udsving i trykniveauet i perioden op til pumpeforsøget. Specielt ses der fra den 13/12 en tydelig sænkningen, der med stor sandsynlighed skyldes oppumpning fra magasinet. Dette er ikke en del af nærværende pumpeforsøg. Det er uklart hvor denne pumpning foregår fra, men det er nærliggende at der kan være andre aktive grundvandssænkninger i området, der påvirker trykniveauet i magasinet.

Betragter man de logaritmiske plot i bilag 4 ses det, at alle sænkingsstigningskurverne har et karakteristisk "S" formet forløb, som er typisk for sænkingsdata fra frie magasiner. Da alle borerne i området viser at der er et tykt lag af moræneler over magasinet, og at magasinet dermed er spændt, er det dog mere sandsynligt at det karakteristiske forløb skyldes varierende magasinudbredelse, sandsynligvis kombineret med lækage.

Alle pejledata er indlæst i AquiferTest og data er tolket med Cooper-Jacob (data fra pumpeboringen) og Hantush (data fra observationsboringerne).

Beregnete hydrauliske parametre fremgår af Tabel 3.1.

| Boring | T-sænkning | T-stigning | S-sænkning | S-stigning |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| PB1 | $2,09 \times 10^{-4}$ | $2,10 \times 10^{-4}$ | | |
| B1 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,80 \times 10^{-4}$ | $1,20 \times 10^{-4}$ | $1,35 \times 10^{-4}$ |
| B2 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,80 \times 10^{-4}$ | $1,80 \times 10^{-4}$ | $2,00 \times 10^{-4}$ |

Tabel 3.1: Hydrauliske parametre.

De beregnede hydrauliske parametre viser en T værdi der ligger mellem 2×10^{-4} og $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Tykkelsen af sand magasinet varierer noget i området, hvilket påvirker transmissiviteten, men med antagelse af en magasin tykkelse på i gennemsnit 8 m kan man således regne med en hydraulisk ledningsevne på omkring $2,46 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

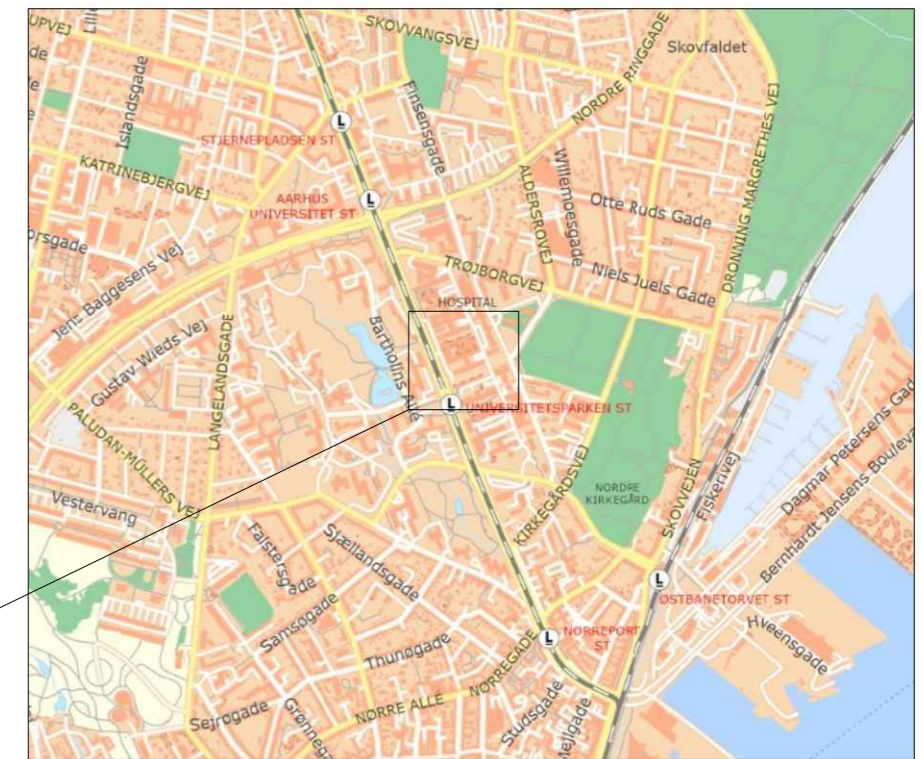
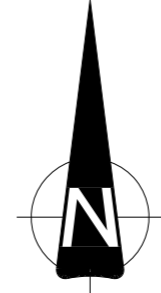
Magasintallet ligger i gennemsnit på omkring $1,6 \times 10^{-4}$, hvilket er i overensstemmelse med antagelsen om at magasinet er spændt.

For alle datakurverne ses det at kurverne flader ud mod slutningen for forsøget. Dette kan skyldes to forhold, enten at magasinet åbner op (tykkelsen og eller ledningsevnen bliver større), eller at der skes tilstrømning af vand til magasinet via reinfiltration eller lækage. Ved ændring af magasinudbredelsen ses påvirkningen på sænkingskurven dog typisk som et skarpt knæk, medens påvirkning fra lækage sker mere gradvist. De indsamlede data syntes dermed i større grad af være påvirket af lækage frem for en åbning af magasinet. Data tilpasses også fornuftigt med en Hantush typekurve.

Antager man at den udfladning af sænkingskurverne der sker mod slutningen af pumpeforsøget skyldes lækage til magasinet, kan der beregnes en lækagefaktor på omkring 4,3 m og en hydraulisk modstand på ca. 1×10^{-9} .

Bilag 1






Placering af boringer



NOTE:

Koter er i m angivet i kotesystem DVR90.
Koordinatsystem er i UTM32EREF89.

SIGNATURER:

-  N3 Geoteknisk boring, udført af NIRAS
-  N12 (CPT) Tryksondering (CPT), udført af NIRAS
-  N3 Eksisterende geoteknisk boring
-  N12 (CPT) Eksisterende tryksondering (CPT),
-  Omtrentlig placering af fremtidige bygninger

BILAG 1

Aarhus BSS
Placering af geotekniske boringer

Dato 2021. 12. 03 Målestok 1:1000 Sag nr.: 10412040

Bilag 2

Pejledataskemaer

Datalogger feltskema



Obs-boring Pumpe-boring

| | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|------|--------------------------|------------------------|----------------------------|----------|
| Projekt, nr. | 10412040-006 | | | Station nr. | B1 | | |
| Projekt, navn | BSS - Ekstraarbejder medgået tid | | | Placering | BSS, kommunehostitalet | | |
| Logger fil-navn | DIVER_B1 | | | UTMY | UTMX | Målemetode XY | Metode Z |
| Logger nr. (DIVER nr.) | AG753 | Transducer nr. | - | 575.035,90 | 6.225.490,21 | DGPS | DGPS |
| Logging stops at: | 25/1 2022 | Sample interval | 1min | | | | |
| Fikspunkt (fix) | Top forerør | | | | | | |
| Målepunkt (MP) | Top forerør | | | | | | |
| Kote (terræn) [m] | 39,49 | BFP o/terræn [m] | 0,94 | | | | |
| Kote (BFP) [m] | 40,43 | BFP o/PP [m] | 0,00 | | | | |
| Kote (PP) [m] | 40,43 | Kabellængde [m] | | | | | |
| Logger opsat [d/m-å t:m] | 06 / 12 2021 12 : 30 | Pejling [m] | 3,75 | | | | |
| Logger nedtaget [d/m-å t:m] | 20 / 12 2021 17 : 40 | Pejling [m] | 3,87 | | | | |
| Start pumpe [d/m-å t:m] | 15 / 12 2021 08 : 16 | Pejling [m] | | Vandur [m ³] | | Ydelse [m ³ /t] | |
| Stop pumpe [d/m-å t:m] | 17 / 12 2021 13 : 13 | Pejling [m] | | Vandur [m ³] | | Ydelse [m ³ /t] | |

Kontrol målinger (skal minimum indføres 2 pejlinger i skemaet her under)

| Dato tidspunkt [dd/mm-åå tt:mm] | Pejling [m] | Ydelse [m ³ /t] | Vandur [m ³] | Data dumpet ja/nej | Logger kapas. [døgn] | Bemærkninger |
|------------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
| 06 / 12 2021 12 : 30 | 3,75 | | | | | |
| 6 / 12 2021 14 : 24 | 4,00 | | | | | |
| 20 / 12 2021 17 : 40 | 3,87 | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |

Baro opsat ved Pumpeboring (DGU 73.1420)

| | | | |
|--------------------------------------|-----|-------------------|----|
| Filter top (mut) | 32 | Filter bund (mut) | 44 |
| Magasintykkelse [m] | >45 | | |
| Filter diameter [mm] | 200 | | |
| Borehul diameter [mm] | 273 | | |
| Afstand aquitard til bund filter [m] | 22 | | |

| | | | |
|-------|-------------|-----------|------|
| Dato. | 27 / 3 2020 | Ansvarlig | TWJE |
|-------|-------------|-----------|------|

Datalogger feltskema



Obs-boring * Pumpe-boring

| | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|----------|
| Projekt, nr. | 10412040-006 | | | Station nr. | B2 | | |
| Projekt, navn | BSS - Ekstraarbejder medgået tid | | | Placering | BSS, komunehostitalet | | |
| Logger fil-navn | DIVER_B2 | | | UTMY | UTMX | Målemetode XY | Metode Z |
| Logger nr. (DIVER nr.) | AL230 | Transducer nr. | - | 575.042,17 | 6.225.391,70 | DGPS | DGPS |
| Logging stops at: | 25/1 2022 | Sample interval | 1 | | | | |
| Fikspunkt (fix) | Top forerør | | | | | | |
| Målepunkt (MP) | Top forerør | | | | | | |
| Kote (terræn) [m] | 36,39 | BFP o/terræn [m] | 0,78 | | | | |
| Kote (BFP) [m] | 37,17 | BFP o/PP [m] | 0,00 | | | | |
| Kote (PP) [m] | 37,17 | Kabellængde [m] | | | | | |
| Logger opsat [d/m-å t:m] | 06 / 12 2021 12 : 10 | Pejling [m] | 0,85 | | | | |
| Logger nedtaget [d/m-å t:m] | 10 / 12 2021 17 : 35 | Pejling [m] | 0,97 | | | | |
| Start pumpe [d/m-å t:m] | 15 / 12 2021 08 : 16 | Pejling [m] | | Vandur [m ³] | | Ydelse [m ³ /t] | |
| Stop pumpe [d/m-å t:m] | 17 / 12 2021 13 : 13 | Pejling [m] | | Vandur [m ³] | | Ydelse [m ³ /t] | |

Kontrol målinger (skal minimum indføres 2 pejlinger i skemaet her under)

| Dato tidspunkt [dd/mm-åå tt:mm] | Pejling [m] | Ydelse [m ³ /t] | Vandur [m ³] | Data dumpet ja/nej | Logger kapas. [døgn] | Bemærkninger |
|------------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
| 06 / 12 2021 12 : 10 | 3,85 | | | | | |
| 6 / 12 2021 14 : 18 | 1,31 | | | | | |
| 20 / 12 2021 17 : 35 | 0,97 | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |
| / 2020 : | | | | | | |

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|-------------------|-----------|------|
| Baro opsat ved Pumpeboring (DGU 73.1420) | Filter top (mut) | | Filter bund (mut) | | |
| | Magasintykkelse [m] | | | | |
| | Filter diameter [mm] | | | | |
| | Borehul diameter [mm] | | | | |
| | Afstand aquitard til bund filter [m] | | | | |
| Dato. | 6 / 12 2021 | | | Ansvarlig | TWJE |

Datalogger feltskema



Obs-boring Pumpe-boring *

| | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|-------|-------------|------------------------|---------------|----------|
| Projekt, nr. | 10412040-006 | | | Station nr. | PB1 | | |
| Projekt, navn | BSS - Ekstraarbejder medgået tid | | | Placering | BSS, kommunehostitalet | | |
| Logger fil-navn | DIVER_PB1 | | | UTMY | UTMX | Målemetode XY | Metode Z |
| Logger nr. (DIVER nr.) | AG748 | Transducer nr. | - | 575.053,37 | 6.225.421,54 | DGPS | DGPS |
| Logging stops at: | 25/1 2012 | Sample interval | 1 min | | | | |
| Fikspunkt (fix) | Top forerør | | | | | | |
| Målepunkt (MP) | Top forerør | | | | | | |
| Kote (terræn) [m] | 37,51 | BFP o/terræn [m] | 0,79 | | | | |
| Kote (BFP) [m] | 38,30 | BFP o/PP [m] | 0,00 | | | | |
| Kote (PP) [m] | 38,30 | Kabellængde [m] | | | | | |
| Logger opsat [d/m-å t:m] | 06 / 12 2021 12 : 05 | Pejling [m] | 1,85 | | | | |
| Logger nedtaget [d/m-å t:m] | 20 / 12 2021 17 : 00 | Pejling [m] | 1,97 | | | | |
| Start pumpe [d/m-å t:m] | 15 / 12 2021 08 : 16 | Pejling [m] | 2,01 | Vandur [m³] | 130479 | Ydelse [m³/t] | 3,27 |
| Stop pumpe [d/m-å t:m] | 17 / 12 2021 13 : 13 | Pejling [m] | | Vandur [m³] | 130645 | Ydelse [m³/t] | 3,14 |

Kontrol målinger (skal minimum indføres 2 pejlinger i skemaet her under)

| Dato tidspunkt [dd/mm-åå tt:mm] | Pejling [m] | Ydelse [m³/t] | Vandur [m³] | Data dumpet ja/nej | Logger kapas. [døgn] | Bemærkninger |
|------------------------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| 06 / 12 2021 12 : 05 | 1,85 | | | | | |
| 6 / 12 2021 12 : 39 | 1,85 | | | | | |
| 6 / 12 2021 13 : 30 | 1,92 | | | | | pumpe start, 2m3/t |
| 6 / 12 2021 13 : 45 | 3,12 | | | | | |
| 6 / 12 2021 14 : 06 | 3,27 | | | | | vandprøve |
| 15 / 12 2021 08 : 10 | 2,01 | | | | | |
| 15 / 12 2021 08 : 25 | 3,98 | | | | | |
| 15 / 12 2021 14 : 20 | 5,04 | 3,13 | | | | |
| 20 / 12 2021 16 : 50 | 1,97 | | | | | |
| / 2021 : | | | | | | |

Baro opsat ved Pumpeboring (DGU 73.1420)

| | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|--|
| Filter top (mut) | | Filter bund (mut) | |
| Magasintykkelse [m] | | | |
| Filter diameter [mm] | | | |
| Borehul diameter [mm] | | | |
| Afstand aquitard til bund filter [m] | | | |

| | | | |
|-------|-------------|-----------|------|
| Dato. | 6 / 12 2021 | Ansvarlig | TWJE |
|-------|-------------|-----------|------|

Bilag 3

Dataplot pejlinger

Pejletidsserier

Producent: **NIRAS**
 Projekt nr.: 10412040-006
 Projekt navn: PumpTest
 Rekvisitent:
 Datafil: Pejletidsserie_side1.grf

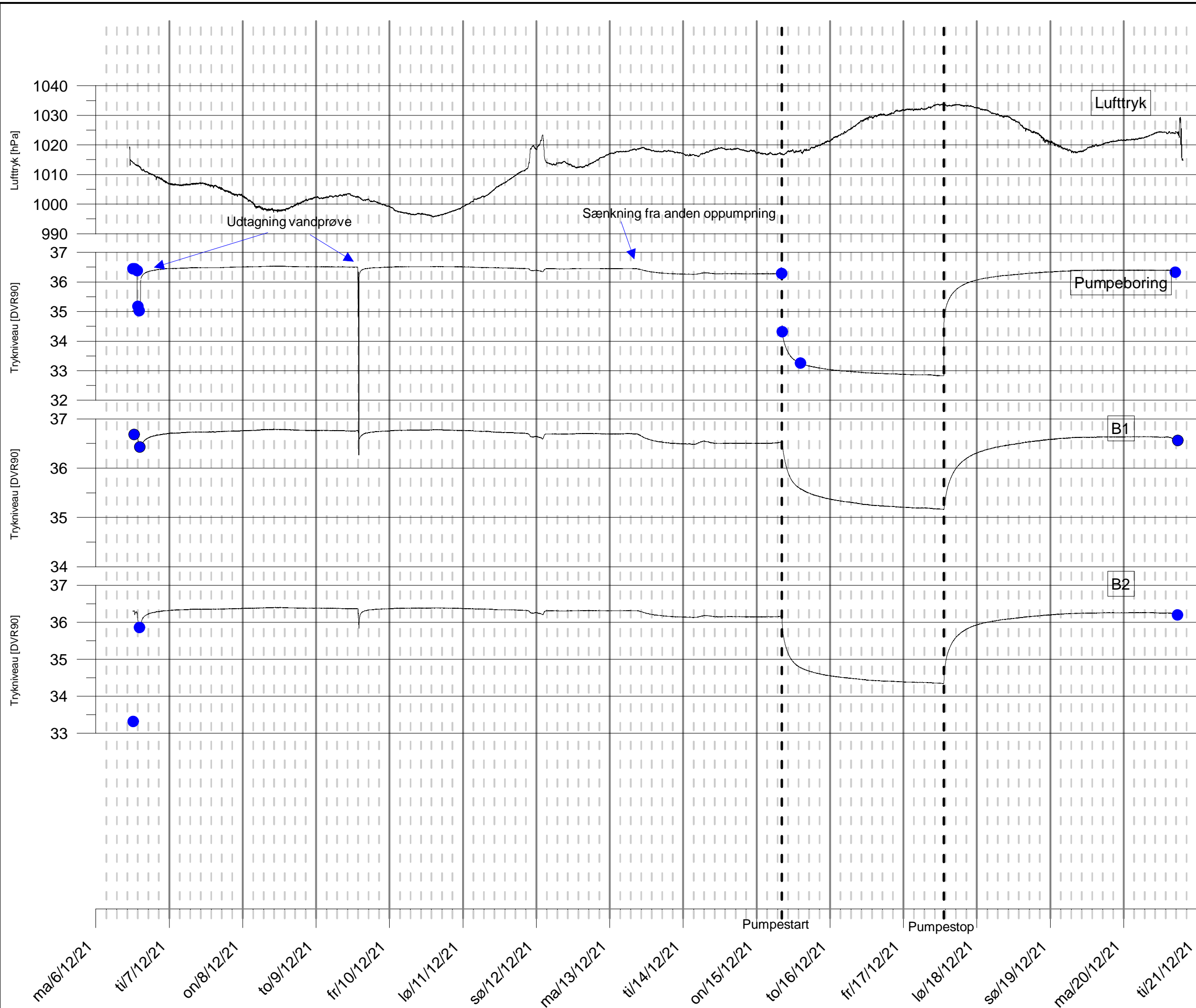
Udført af: twje
 Dato: 07/12 2021
 Ks udført af:

Signaturforklaring:

Atmosfærisk tryk og vandstand for pumpeboring og observationsboringer ved prøvepumpning AU BSS.

Blå prikker markerer manuelle pejlinger

Bemærkninger



Bilag 4

AquiferTest Rapport

| | |
|--|-------------------------------|
| | Site Plan |
| | Project: Prøvepumpning AU BSS |
| | Number: 10412040-006 |
| | Client: Engaard |

| | | |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Scale 1:500 | Map Origin [m] X: 575000 Y: 6225380 |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|



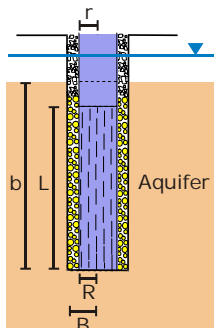
Wells

Project: Prøvepumpning AU BSS

Number: 10412040-006

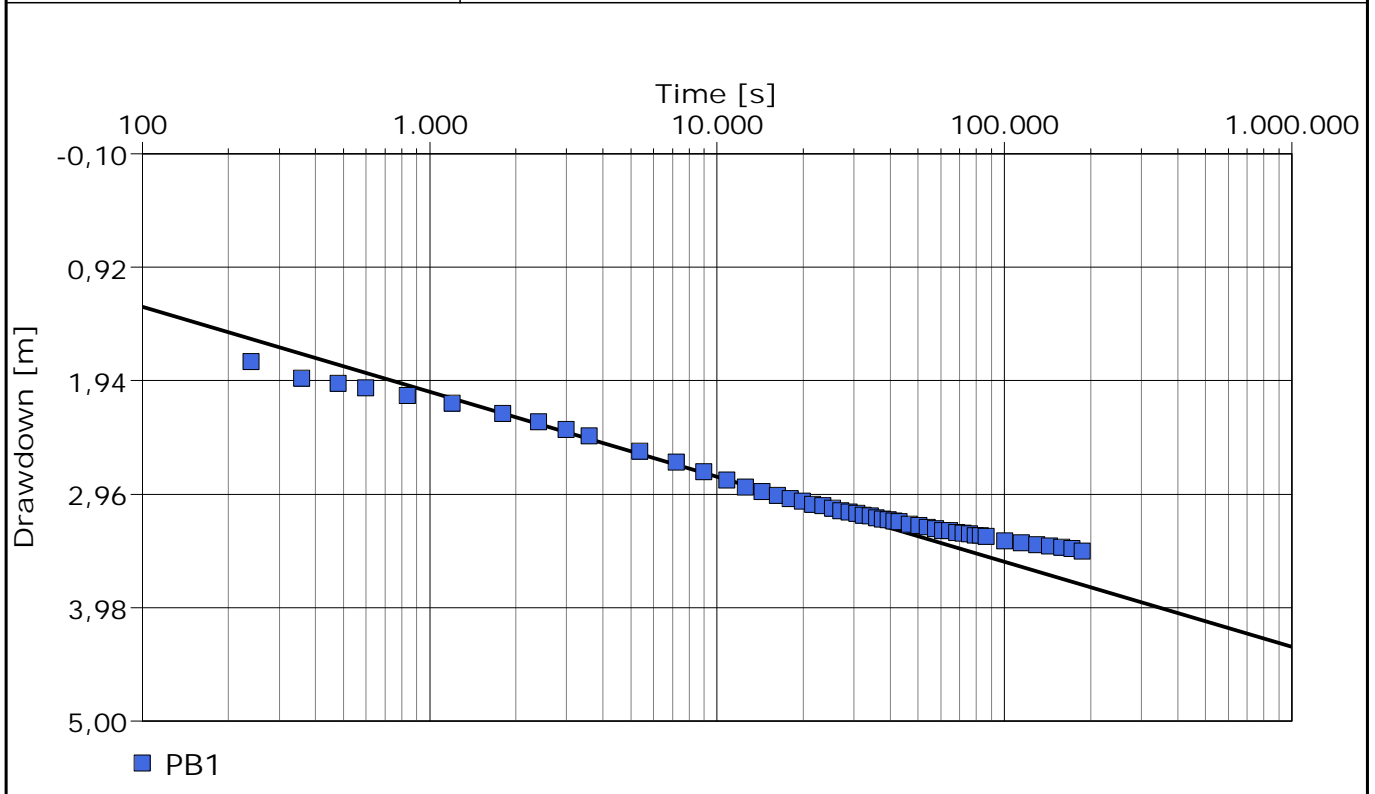
Client: Engaard

Location: BSS, komnehostitalet



| | Name | X [m] | Y [m] | Elevation (amsl) [m] | Benchmark [m] | Penetration | L [m] | B [m] |
|---|------|-----------|------------|----------------------|---------------|-------------|-------|-------|
| 1 | PB1 | 575053,37 | 6225421,54 | 37,51 | | Fully | 5 | 0,1 |
| 2 | B1 | 575035,9 | 6225490,21 | 39,49 | | Fully | 1 | 0,1 |
| 3 | B2 | 575042,17 | 6225391,7 | 36,39 | | Fully | 1 | 0,1 |

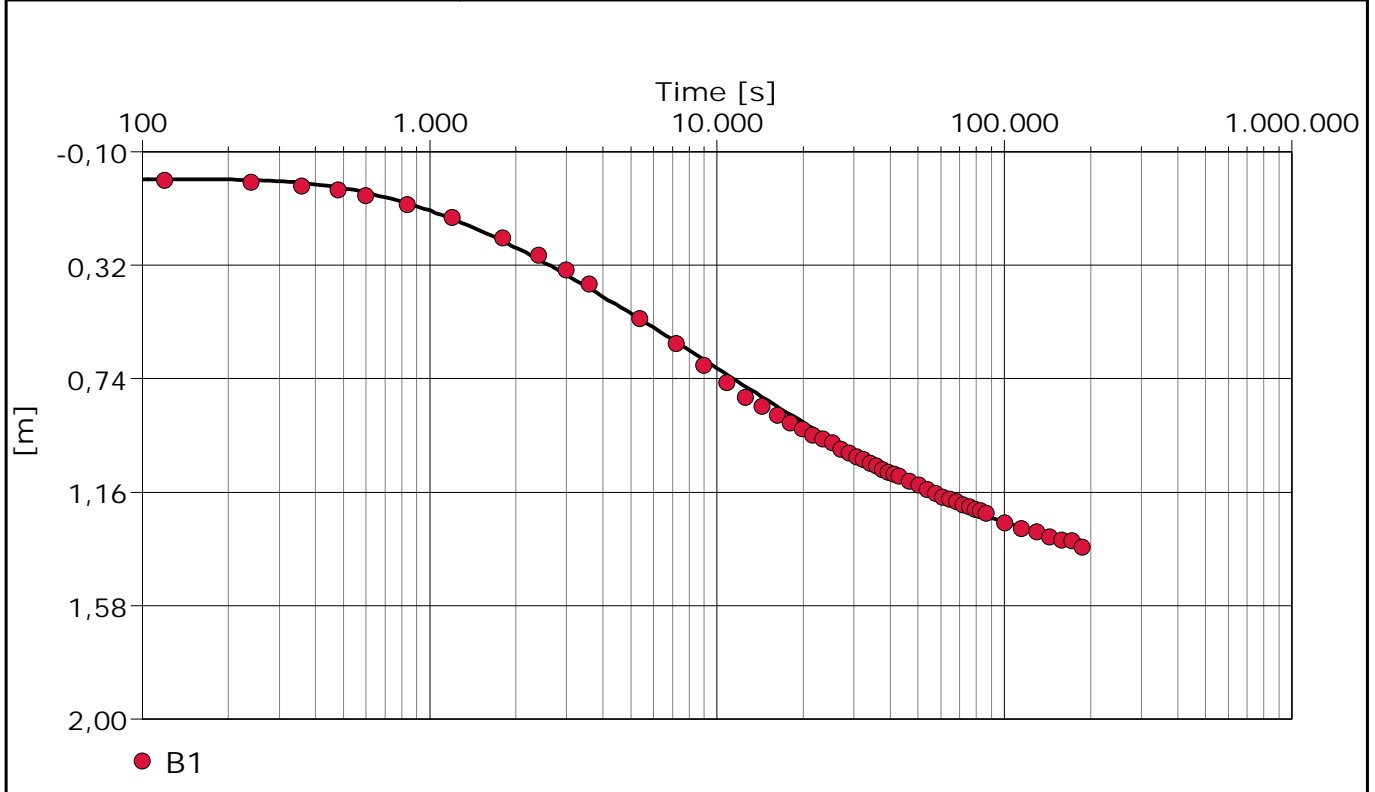
| | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| | | | Pumping Test Analysis Report | | |
| | | | Project: Prøvepumpning AU BSS | | |
| | | | Number: 10412040-006 | | |
| | | | Client: Engaard | | |
| Location: BSS, komunehostitalet | | Pumping Test: Test 1_Sænkning | | Pumping Well: PB1 | |
| Test Conducted by: TWJE | | | | Test Date: 2021-12-06 | |
| Analysis Performed by: TWJE | | PB1_Sænkning | | Analysis Date: 2021-12-08 | |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | | | |



| | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| Calculation using COOPER & JACOB | | | | | |
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Radial Distance to PW [m] | |
| PB1 | $2,09 \times 10^{-4}$ | $2,61 \times 10^{-5}$ | | | |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|
| | | Pumping Test Analysis Report | |
| | | Project: Prøvepumpning AU BSS | |
| | | Number: 10412040-006 | |
| | | Client: Engaard | |

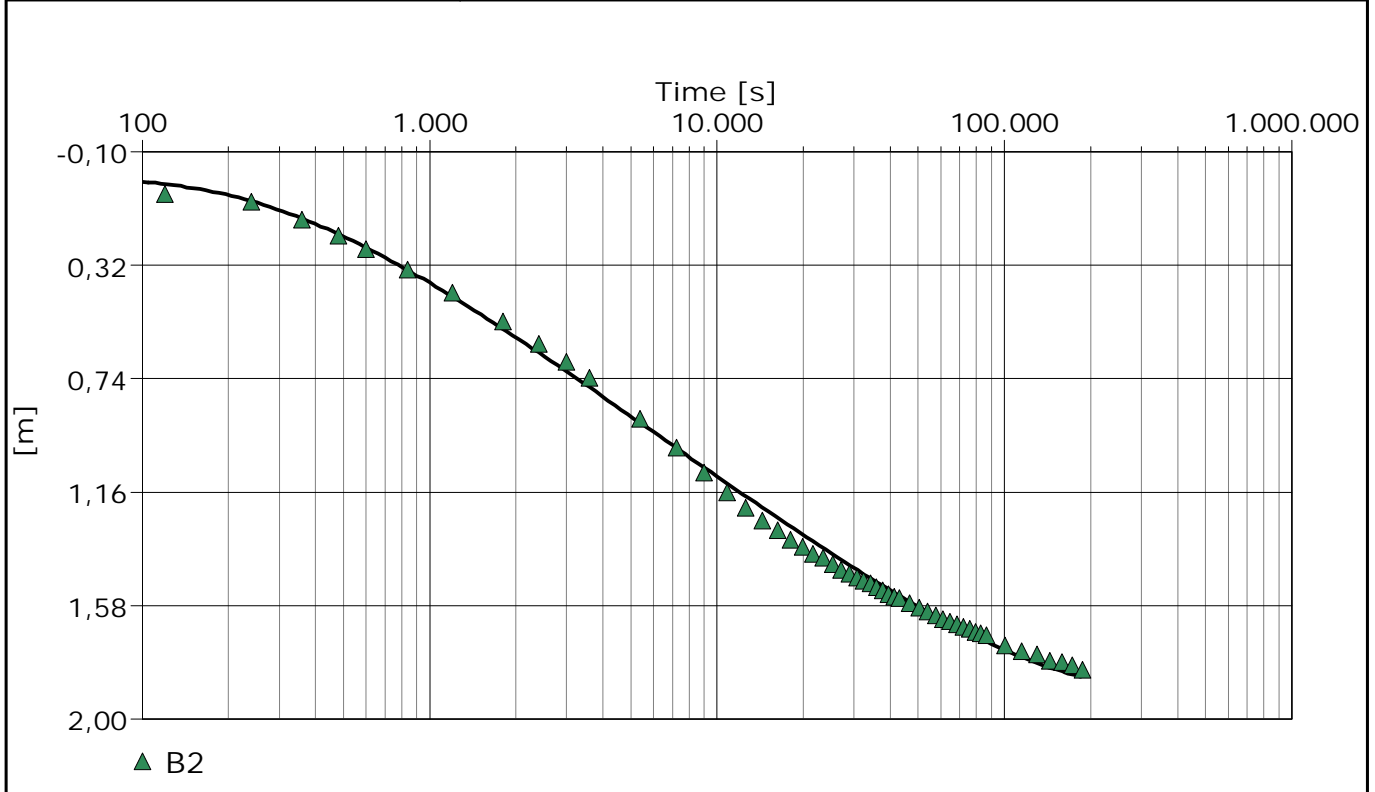
| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Pumping Test: Test 1_Sænkning | Pumping Well: PB1 |
| Test Conducted by: TWJE | | Test Date: 2021-12-06 |
| Analysis Performed by: TWJE | B1_Sænkning | Analysis Date: 2021-12-08 |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | |



| Calculation using Hantush | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Hydr. resistance [s] | Leakage factor [m] | Radial Distance to PW [m] |
| B1 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,50 \times 10^{-5}$ | $1,20 \times 10^{-4}$ | $1,00 \times 10^9$ | $4,47 \times 10^2$ | 70,86 |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|
| | | Pumping Test Analysis Report | |
| | | Project: Prøvepumpning AU BSS | |
| | | Number: 10412040-006 | |
| | | Client: Engaard | |

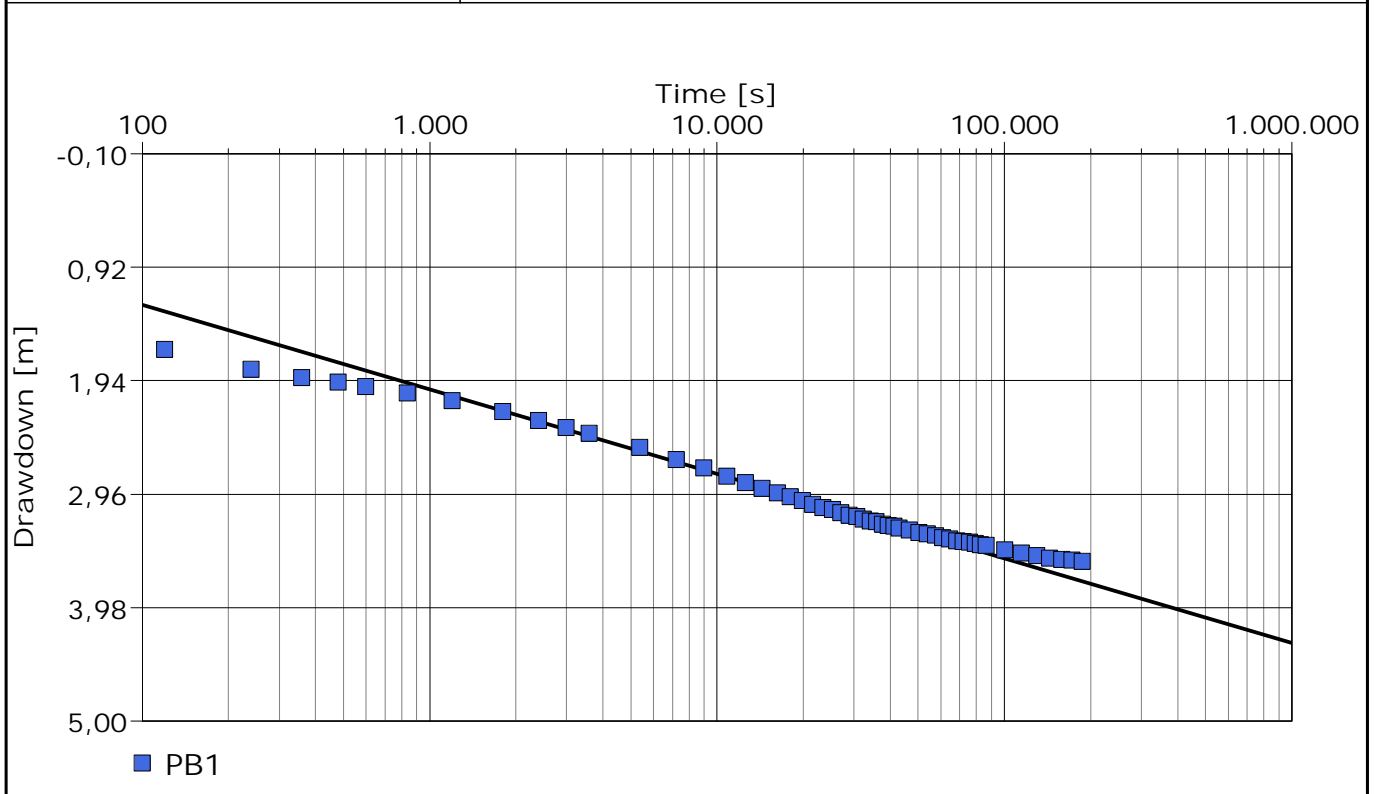
| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Pumping Test: Test 1_Sænkning | Pumping Well: PB1 |
| Test Conducted by: TWJE | | Test Date: 2021-12-06 |
| Analysis Performed by: TWJE | B2_Sænkning | Analysis Date: 2021-12-08 |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | |



| Calculation using Hantush | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Hydr. resistance [s] | Leakage factor [m] | Radial Distance to PW [m] |
| B2 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,50 \times 10^{-5}$ | $1,80 \times 10^{-4}$ | $1,00 \times 10^9$ | $4,47 \times 10^2$ | 31,87 |

| | | | | | Pumping Test Analysis Report | | | |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | Project: Prøvepumpning AU BSS | | | |
| | | | | | Number: 10412040-006 | | | |
| | | | | | Client: Engaard | | | |
| Location: BSS, komunehostitalet | | | Pumping Test: Test 1_Sænkning | | Pumping Well: PB1 | | | |
| Test Conducted by: TWJE | | | | | Test Date: 2021-12-06 | | | |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | | | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | | | | | |
| | Analysis Name | Analysis Performed by | Analysis Date | Method name | Well | T [m²/s] | K [m/s] | S |
| 1 | PB1_Sænkning | TWJE | 2021-12-08 | Cooper & Jacob I | PB1 | $2,09 \times 10^{-4}$ | $2,61 \times 10^{-5}$ | |
| 2 | B1_Sænkning | TWJE | 2021-12-08 | Hantush | B1 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,50 \times 10^{-5}$ | $1,20 \times 10^{-4}$ |
| 3 | B2_Sænkning | TWJE | 2021-12-08 | Hantush | B2 | $2,00 \times 10^{-4}$ | $2,50 \times 10^{-5}$ | $1,80 \times 10^{-4}$ |
| Average | | | | | | $2,03 \times 10^{-4}$ | $2,54 \times 10^{-5}$ | $1,50 \times 10^{-4}$ |
| | | | | | | | | |

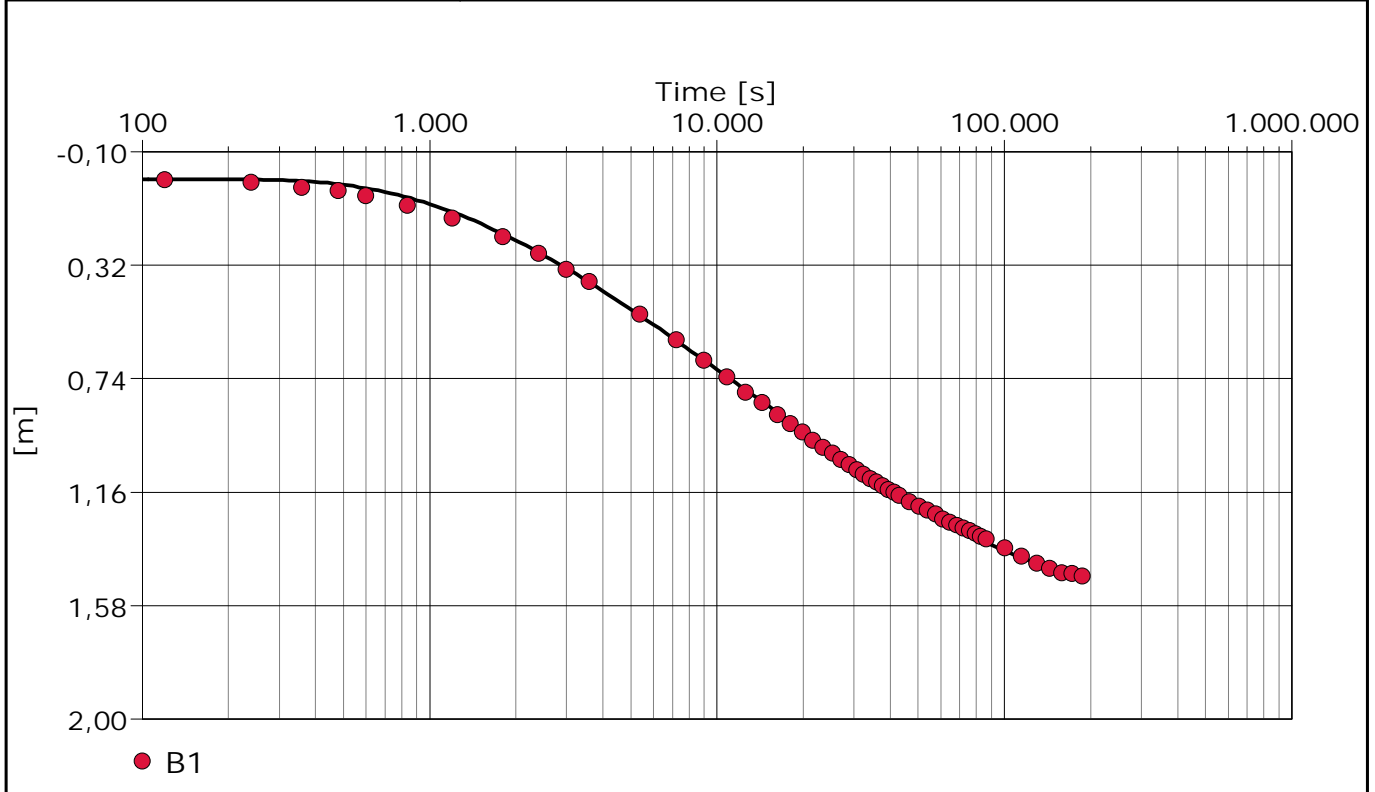
| | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| | | | Pumping Test Analysis Report | | |
| | | | Project: Prøvepumpning AU BSS | | |
| | | | Number: 10412040-006 | | |
| | | | Client: Engaard | | |
| Location: BSS, komunehostitalet | | Pumping Test: Test 2_Stigning | | Pumping Well: PB1 | |
| Test Conducted by: TWJE | | | | Test Date: 2021-12-22 | |
| Analysis Performed by: TWJE | | PB1_Stigning | | Analysis Date: 2021-12-22 | |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | | | |



| | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| Calculation using COOPER & JACOB | | | | | |
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Radial Distance to PW [m] | |
| PB1 | $2,10 \times 10^{-4}$ | $2,62 \times 10^{-5}$ | | | |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|
| | | Pumping Test Analysis Report | |
| | | Project: Prøvepumpning AU BSS | |
| | | Number: 10412040-006 | |
| | | Client: Engaard | |

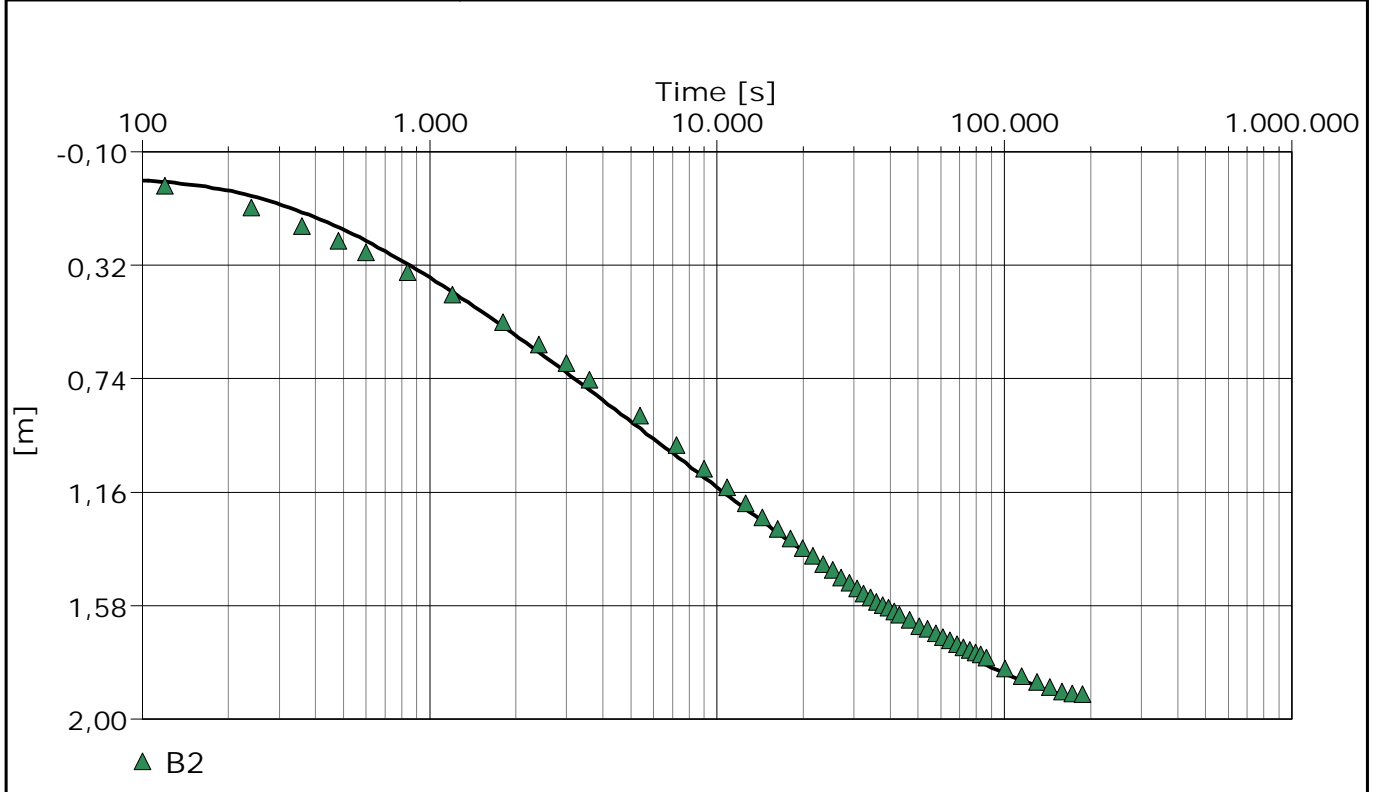
| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Pumping Test: Test 2_Stigning | Pumping Well: PB1 |
| Test Conducted by: TWJE | | Test Date: 2021-12-22 |
| Analysis Performed by: TWJE | B1_Stigning | Analysis Date: 2021-12-22 |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | |



| Calculation using Hantush | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Hydr. resistance [s] | Leakage factor [m] | Radial Distance to PW [m] |
| B1 | $1,80 \times 10^{-4}$ | $2,25 \times 10^{-5}$ | $1,35 \times 10^{-4}$ | $1,15 \times 10^9$ | $4,55 \times 10^2$ | 70,86 |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|
| | | Pumping Test Analysis Report | |
| | | Project: Prøvepumpning AU BSS | |
| | | Number: 10412040-006 | |
| | | Client: Engaard | |

| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Pumping Test: Test 2_Stigning | Pumping Well: PB1 |
| Test Conducted by: TWJE | | Test Date: 2021-12-22 |
| Analysis Performed by: TWJE | B2_Stigning | Analysis Date: 2021-12-22 |
| Aquifer Thickness: 8,00 m | Discharge Rate: 3,14 [m³/h] | |



| Calculation using Hantush | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Observation Well | Transmissivity [m²/s] | Hydraulic Conductivity [m/s] | Storage coefficient | Hydr. resistance [s] | Leakage factor [m] | Radial Distance to PW [m] |
| B2 | $1,80 \times 10^{-4}$ | $2,25 \times 10^{-5}$ | $2,00 \times 10^{-4}$ | $7,70 \times 10^8$ | $3,72 \times 10^2$ | 31,87 |

| | |
|--|-------------------------------------|
| | Pumping Test Analysis Report |
| | Project: Prøvepumpning AU BSS |
| | Number: 10412040-006 |
| | Client: Engaard |

| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Location: BSS, komunehostitalet | Pumping Test: Test 2_Stigning | Pumping Well: PB1 |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Test Conducted by: TWJE | Test Date: 2021-12-22 |
|-------------------------|-----------------------|

| | |
|---------------------------|--|
| Aquifer Thickness: 8,00 m | Discharge Rate: 3,14 [m ³ /h] |
|---------------------------|--|

| | Analysis Name | Analysis Performed by | Analysis Date | Method name | Well | T [m ² /s] | K [m/s] | S |
|---------|---------------|-----------------------|---------------|------------------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | PB1_Stigning | TWJE | 2021-12-22 | Cooper & Jacob I | PB1 | $2,10 \times 10^{-4}$ | $2,62 \times 10^{-5}$ | |
| 2 | B1_Stigning | TWJE | 2021-12-22 | Hantush | B1 | $1,80 \times 10^{-4}$ | $2,25 \times 10^{-5}$ | $1,35 \times 10^{-4}$ |
| 3 | B2_Stigning | TWJE | 2021-12-22 | Hantush | B2 | $1,80 \times 10^{-4}$ | $2,25 \times 10^{-5}$ | $2,00 \times 10^{-4}$ |
| Average | | | | | | $1,90 \times 10^{-4}$ | $2,37 \times 10^{-5}$ | $1,68 \times 10^{-4}$ |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Empty content area for the report | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|

Bilag 5

Analyseskemaer, vandprøver

NIRAS A/S
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C
Att.: Thue Weel Jensen (twje)

Rapportnr.: AR-21-CA-21143827-01
Batchnr.: EUDKVE-21143827
Kundenr.: CA0000188
Modt. dato: 07.12.2021

Analyserapport

Sagsnr.: 10412040-006
Sagsnavn: BSS - Ekstraarbejde med
Prøvetype: Grundvand
Prøvetager: Rekvirenten TWJE
Prøveudtagning: 06.12.2021
Analyseperiode: 07.12.2021 - 10.12.2021

Prøvemærke: PB1

| Lab prøvenr: | 835-2021-14382701 | Enhed | DL | Metode | Urel (%) |
|--|-------------------|-------|-------|-----------------------------|----------|
| Aromatiske kulbrinter | | | | | |
| Benzen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 20 |
| Toluen | 0.034 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Ethylbenzen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 20 |
| m+p-Xylen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| o-Xylen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Sum af xylener | # | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | |
| BTEX (sum) | 0.034 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | |
| Naphthalen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Kulbrinter (pentan-ekstraherbare) | | | | | |
| C6H6-C10 | 14 | µg/l | 2 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 40 |
| C10-C25 | < 8 | µg/l | 8 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 50 |
| C25-C35 | < 9 | µg/l | 9 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 50 |
| Sum (C6H6-C35) | 14 | µg/l | 9 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 30 |
| PAH-forbindelser | | | | | |
| Fluoranthen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Benzo(b+j+k)fluoranthen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Benzo(a)pyren | < 0.005 | µg/l | 0.005 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Dibenz(a,h)anthracen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Sum af 7 PAH'er (efter MST) | # | µg/l | | M 0250 GC-MS | |

835-2021-14382701 Prøvekommentar:

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse. Sum af xylener er summen af resultaterne for Ethylbenzen, m+p-Xylen og o-Xylen. Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede letkogende komponenter.

10.12.2021

Kundecenter
Tlf: 72187272
G30@eurofins.dk


Hanne Jensen
Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

*): Ikke omfattet af akkrediteringen

i.p.: ikke påvist

i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.

°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

NIRAS A/S
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C
Att.: Thue Weel Jensen (twje)

Rapportnr.: AR-21-CA-21146079-01
Batchnr.: EUDKVE-21146079
Kundenr.: CA0000188
Modt. dato: 09.12.2021

Analyserapport


Sagsnr.: 10412040-006
Sagsnavn: BSS - Ekstraarbejder medgået tid
Prøvetype: Grundvand
Prøvetager: Rekvirenten TWJE
Prøveudtagning: 09.12.2021
Analyseperiode: 09.12.2021 - 14.12.2021

Prøvemærke: PB1

| Lab prøvenr: | 835-2021-14607901 | Enhed | DL | Metode | Urel (%) |
|-----------------|-------------------|-------|-------|------------------------------|----------|
| Metaller | | | | | |
| Bly (Pb) | 0.68 | µg/l | 0.025 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Cadmium (Cd) | 0.053 | µg/l | 0.003 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Chrom (Cr) | 0.95 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Kobber (Cu) | 1.6 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Kviksølv (Hg) | < 0.05 | µg/l | 0.05 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Nikkel (Ni) | 12 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Zink (Zn) | 60 | µg/l | 0.3 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |

14.12.2021

Kundecenter
 Tlf: 72187272
 G30@eurofins.dk


 Hanne Jensen
 Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end
 >: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

*): Ikke omfattet af akkrediteringen

i.p.: ikke påvist

i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.

°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

NIRAS A/S
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C
Att.: Thue Weel Jensen (twje)

Rapportnr.: AR-21-CA-21143827-01
Batchnr.: EUDKVE-21143827
Kundenr.: CA0000188
Modt. dato: 07.12.2021

Analyserapport

Sagsnr.: 10412040-006
Sagsnavn: BSS - Ekstraarbejde med
Prøvetype: Grundvand
Prøvetager: Rekvirenten TWJE
Prøveudtagning: 06.12.2021
Analyseperiode: 07.12.2021 - 10.12.2021

Prøvemærke: PB1

| Lab prøvenr: | 835-2021-14382701 | Enhed | DL | Metode | Urel (%) |
|--|-------------------|-------|-------|-----------------------------|----------|
| Aromatiske kulbrinter | | | | | |
| Benzen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 20 |
| Toluen | 0.034 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Ethylbenzen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 20 |
| m+p-Xylen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| o-Xylen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Sum af xylener | # | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | |
| BTEX (sum) | 0.034 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | |
| Naphthalen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 11423-2:1997 mod. GC-MS | 15 |
| Kulbrinter (pentan-ekstraherbare) | | | | | |
| C6H6-C10 | 14 | µg/l | 2 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 40 |
| C10-C25 | < 8 | µg/l | 8 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 50 |
| C25-C35 | < 9 | µg/l | 9 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 50 |
| Sum (C6H6-C35) | 14 | µg/l | 9 | ISO 9377-2 mod. GC-FID | 30 |
| PAH-forbindelser | | | | | |
| Fluoranthen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Benzo(b+j+k)fluoranthen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Benzo(a)pyren | < 0.005 | µg/l | 0.005 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Dibenz(a,h)anthracen | < 0.01 | µg/l | 0.01 | M 0250 GC-MS | 30 |
| Sum af 7 PAH'er (efter MST) | # | µg/l | | M 0250 GC-MS | |

835-2021-14382701 Prøvekommentar:

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse. Sum af xylener er summen af resultaterne for Ethylbenzen, m+p-Xylen og o-Xylen. Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede letkogende komponenter.

10.12.2021

Kundecenter
Tlf: 72187272
G30@eurofins.dk


Hanne Jensen
Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

*) Ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative målesikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.
°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

NIRAS A/S
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C
Att.: Thue Weel Jensen (twje)

Rapportnr.: AR-21-CA-21146079-01
Batchnr.: EUDKVE-21146079
Kundenr.: CA0000188
Modt. dato: 09.12.2021

Analyserapport

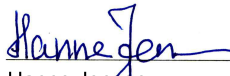
Sagsnr.: 10412040-006
Sagsnavn: BSS - Ekstraarbejder medgået tid
Prøvetype: Grundvand
Prøvetager: Rekvirenten TWJE
Prøveudtagning: 09.12.2021
Analyseperiode: 09.12.2021 - 14.12.2021

Prøvemærke: PB1

| Lab prøvenr: | 835-2021-14607901 | Enhed | DL | Metode | Urel (%) |
|-----------------|-------------------|-------|-------|------------------------------|----------|
| Metaller | | | | | |
| Bly (Pb) | 0.68 | µg/l | 0.025 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Cadmium (Cd) | 0.053 | µg/l | 0.003 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Chrom (Cr) | 0.95 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Kobber (Cu) | 1.6 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Kviksølv (Hg) | < 0.05 | µg/l | 0.05 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Nikkel (Ni) | 12 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Zink (Zn) | 60 | µg/l | 0.3 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |

14.12.2021

Kundecenter
 Tlf: 72187272
 G30@eurofins.dk


 Hanne Jensen
 Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

*): Ikke omfattet af akkrediteringen

i.p.: ikke påvist

i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.

°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

NIRAS A/S
Ceres Allé 3
8000 Aarhus C
Att.: Thue Weel Jensen (twje)

Rapportnr.: AR-22-CA-22027552-01
Batchnr.: EUDKVE-22027552
Kundenr.: CA0000188
Modt. dato: 11.03.2022

Analyserapport

Sagsnr.: 10412040
Sagsnavn: Aarhus BSS
Prøvetype: Grundvand
Prøvetager: Rekvirenten TWJE
Prøveudtagning: 10.03.2022
Analyseperiode: 11.03.2022 - 16.03.2022

Prøvemærke: PB1

| Lab prøvenr: | 835-2022-02755201 | Enhed | DL | Metode | Urel (%) |
|---|-------------------|-------|------|------------------------------|----------|
| Metaller | | | | | |
| Arsen (As) | 0.33 | µg/l | 0.03 | DS/EN ISO 17294m:2016 ICP-MS | 20 |
| Halogenerede alifatiske kulbrinter | | | | | |
| Trichlormethan (Chloroform) | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| 1,1,1-trichlorethan | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| Tetrachlormethan | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| Trichlorethen | 0.36 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| Tetrachlorethen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| Chlorethan | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| 1,1-dichlorethen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| trans-1,2-dichlorethen | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| cis-1,2-dichlorethen | 0.024 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| 1,1-dichlorethan | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 20 |
| Vinylchlorid | < 0.02 | µg/l | 0.02 | ISO 15680 P&T-GC-MS | 30 |

16.03.2022

Kundecenter
Tlf: 72187272
G30@eurofins.dk


Hanne Jensen
Kunderådgiver

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

*): Ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke målelig

Urel (%): Ekspanderede relative måleusikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænseniveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.
°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

BSS Grundvand

Redegørelse for Grundvandsforhold

Dato: 27. april 2022

Indhold

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Baggrund | 1 |
| 2 | Hydrologisk beskrivelse | 1 |
| 3 | Prøvepumpning | 10 |
| 3.1 | Tolkning..... | 10 |
| 4 | Vurderinger | 10 |
| 4.1 | Vurdering af permanent sænkning af grundvandsspejlet | 10 |
| 4.2 | Vurdering af midlertidig sænkning af grundvandspotentiallet ved boring PB1 | 12 |
| 4.3 | Bundbrudsvurdering ved permanent terrænregulering..... | 12 |
| 5 | Diskussion, konklusion og anbefalinger | 14 |
| 5.1 | Byggefase | 14 |
| 5.2 | Midlertidig grundvandssænkning og vandkvalitet..... | 14 |
| 5.3 | Spunsning | 15 |
| 5.4 | Permanent sænkning | 15 |

1 Baggrund

I forbindelse med nybyggeri og dertil terrænregulering ved BSS på den gamle grund ved kommunehospitalet, øst for Nørrebrogade i Aarhus, skal der foretages en hydrologisk analyse.

De geotekniske borer i området viser at der under fyldlag og moræneler er et udbredt sandlag. Dette sandlag overligger palæogent ler og sandlaget har en varierende udbredelse.

Der er risiko for at sandlaget er særdeles vandførende og at trykket i sandlaget kan være svært at sænke. Herved kan der forekomme bundbrud i forbindelse med byggeriets udgravning og terrænregulering.

Der foretages i dette notat en analyse af den lokale hydrogeologi for at afgrænse sandlagets udbredelse, samt analyse for risiko for bundbrud. Analysen benyttes også til planlægning af prøvepumpningsundersøgelsen, hvor der er placeres en pumpeboring og to supplerende pejleboringer.

2 Hydrologisk beskrivelse

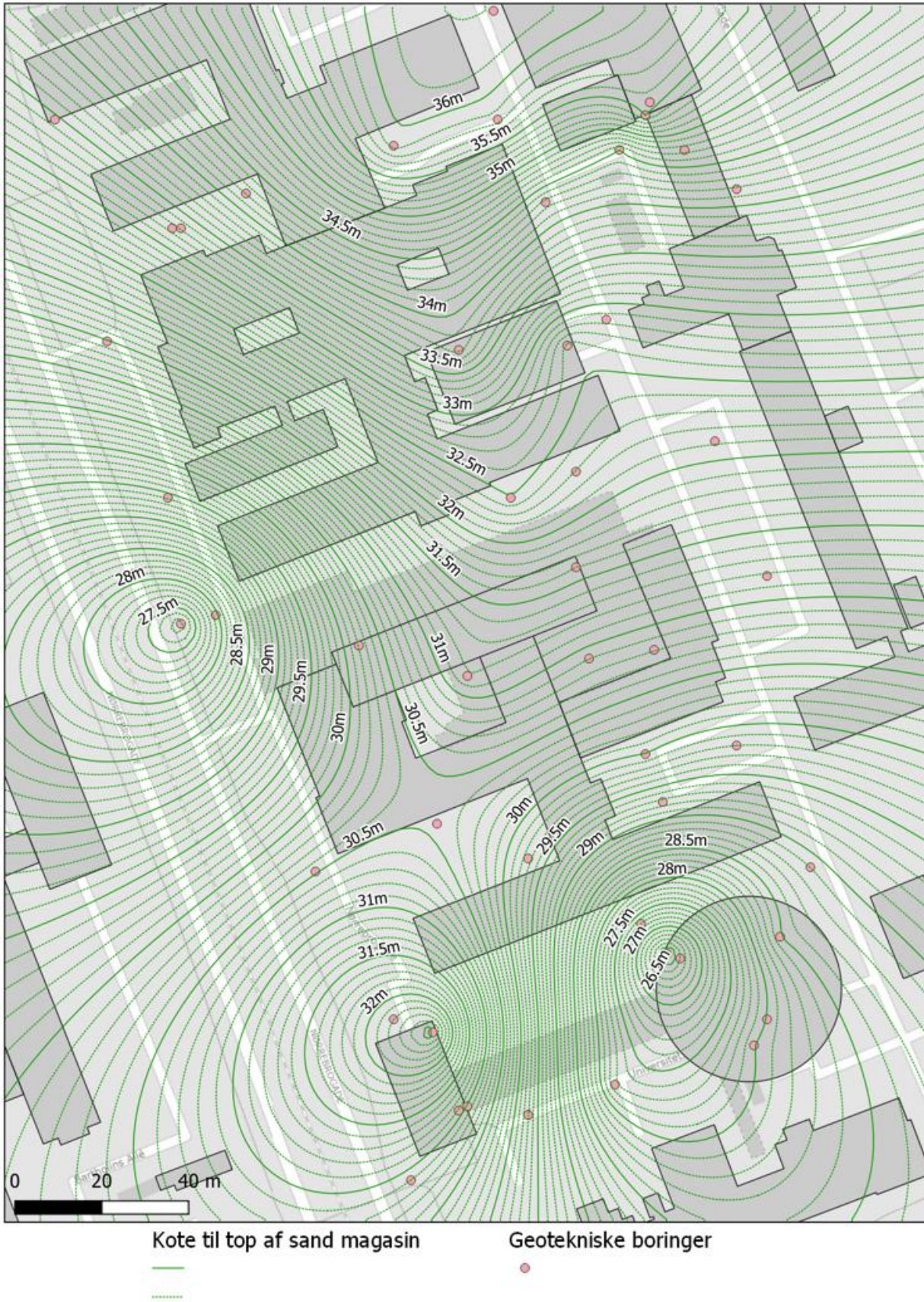
Baseret på eksisterende geotekniske rapporter, er der blevet lavet 4 kort der viser hhv. koten til sandmagasinet, mægtigheden af sandmagasinet, vandspejlskoten og koten til det øvre fed lerlag. Se Figur 2.3, Figur 2.2, Figur 2.1 og Figur 2.4. For Figur 2.4 er der inkluderet tre borer fra COWI til interpolationen, der ikke er benyttet i de 3 andre

interpolationer. Punkterne ses ikke på kortet, da de ligger udenfor det valgte område, men de er inkluderet i varigrammet brugt til interpolationen.

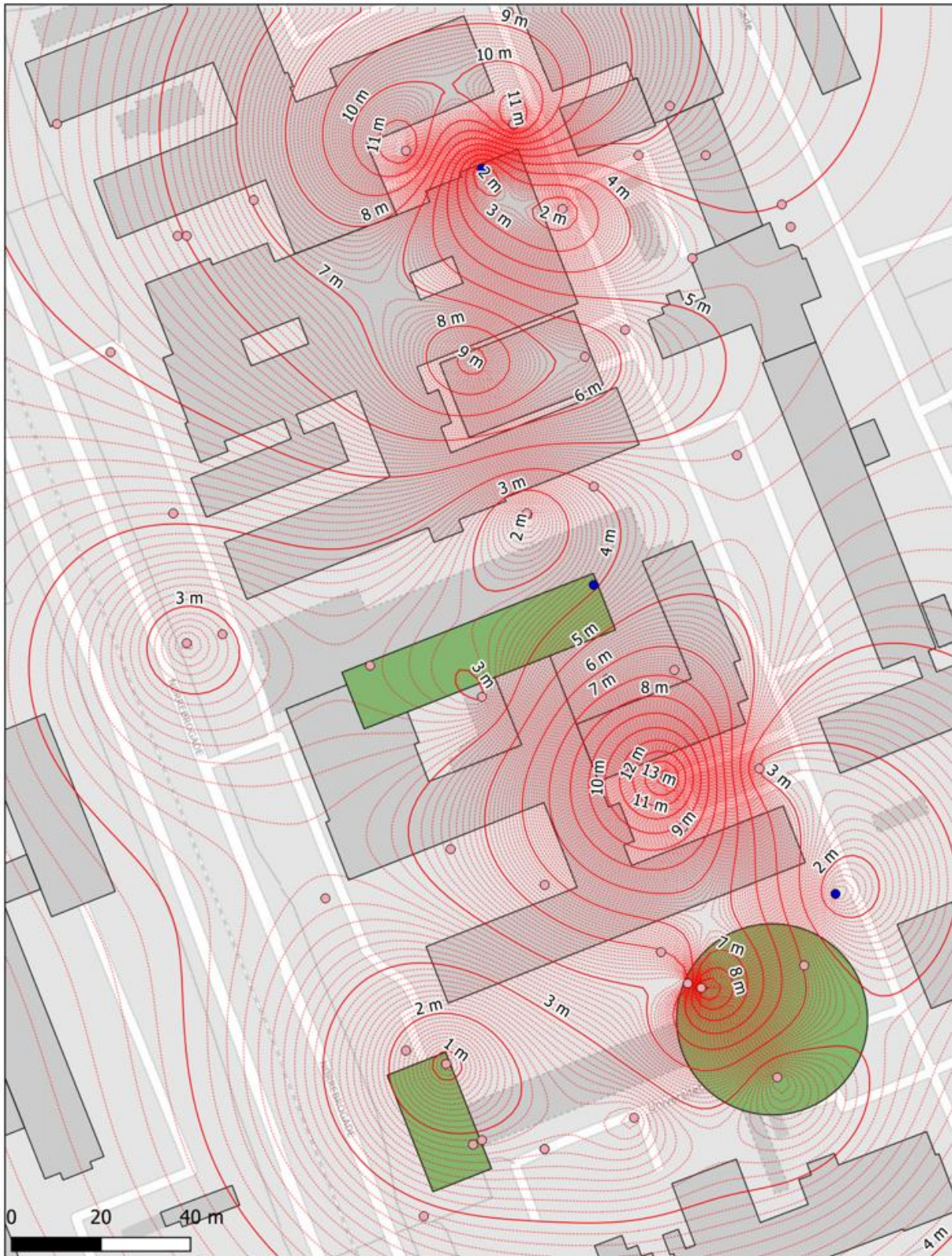
Mægtigheden af sandlaget varierer meget. Centralt i området ser man mægtigheder over 10 m, mens man i den vestlige og den østlige del ikke ser sandlaget. Toppen af sandlaget er relativt fladt og følger terræn.

Dette tolkes som at sandlaget udgøres af en erosionskløft, som er fyldt ud med sand. Da toppen er flad er den muligvis delvis eroderet i forbindelse med at det overliggende moræneler er afsat.

Den udfyldte dals bredde er i størrelsesorden 40 – 50 m og fremstår med stejle sider. Det betyder der reelt set kan være langt ned til det tætte palæogene ler eller lavpermeable overliggende moræneler. Hertil skal der suppleres med yderligere geotekniske borer. Der kan være tale om afgrænsede sandlegemer, men prøvepumpningen viser hydraulisk kontakt med området nord for området, og genopfyldningshastigheden viser at der nok nærmere er tale om et sammenhængende sandlag med hydraulisk forbindelse til større vandgivende områder mod nord.



Figur 2.1: Koten til toppen af sand magasinet. Kortet er nordvendt.



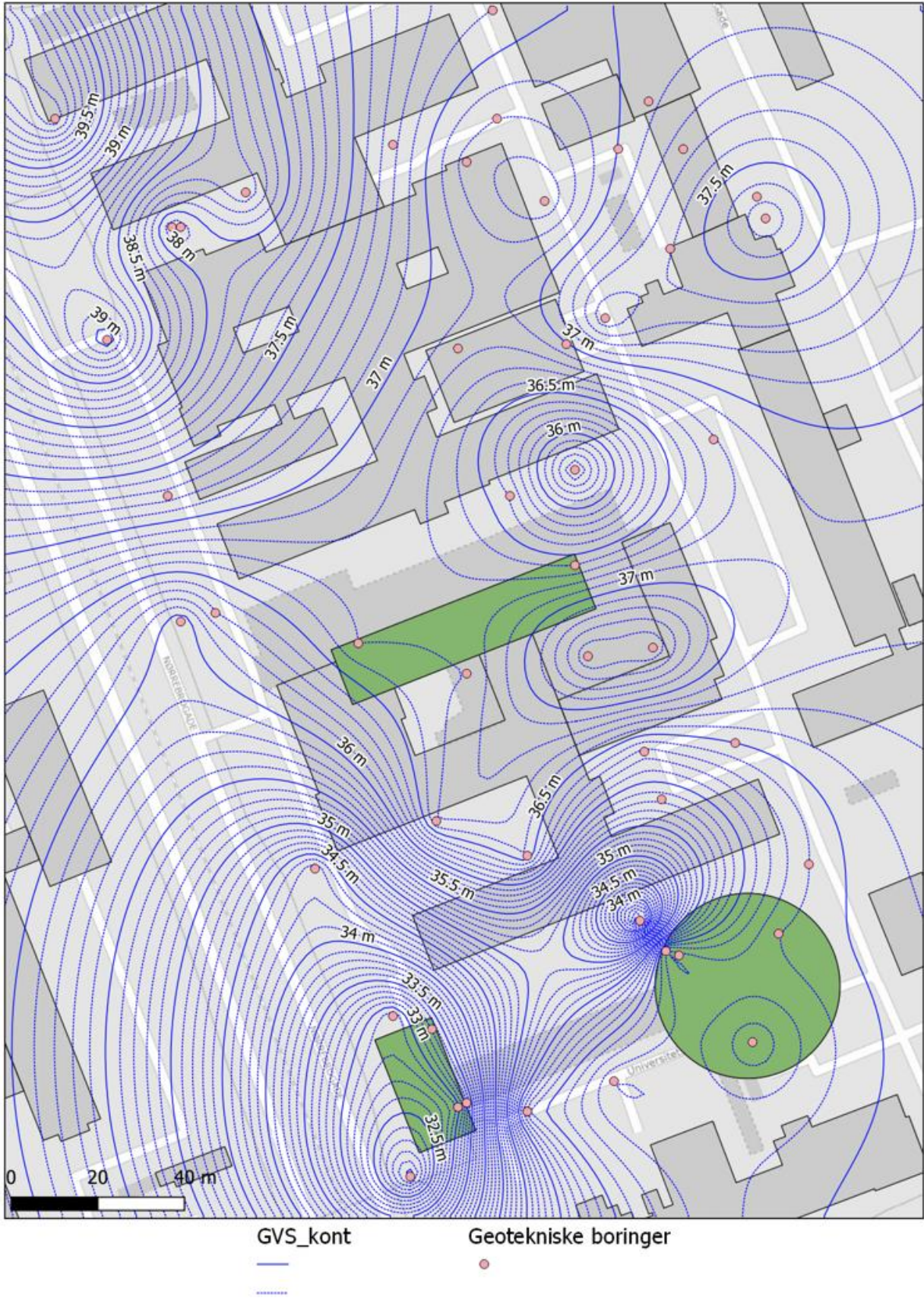
Mægtighed af sand magasin



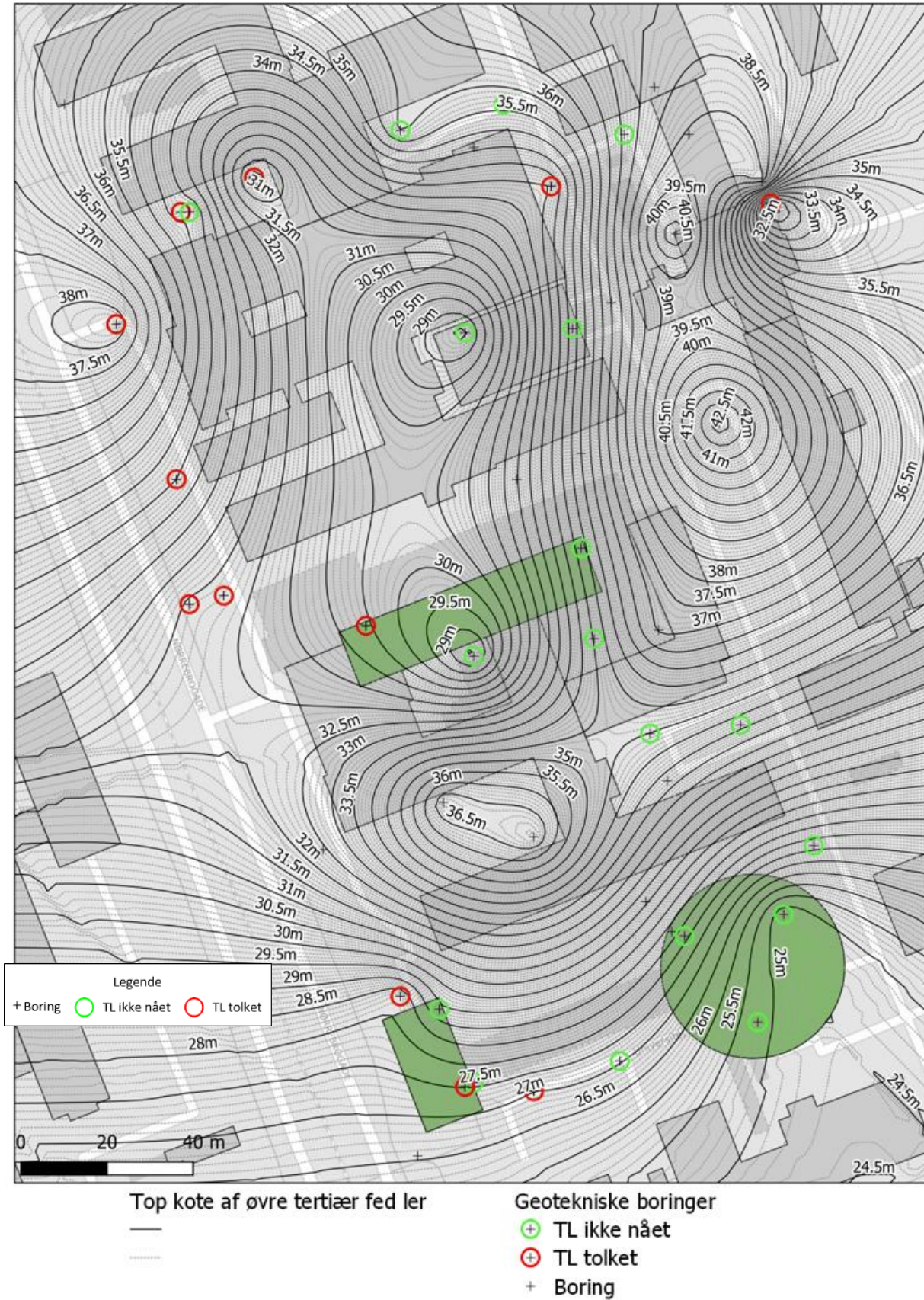
Geotekniske borinaer

- Borinaen slutter før bund af magasin
- Fuld dybde af magasin

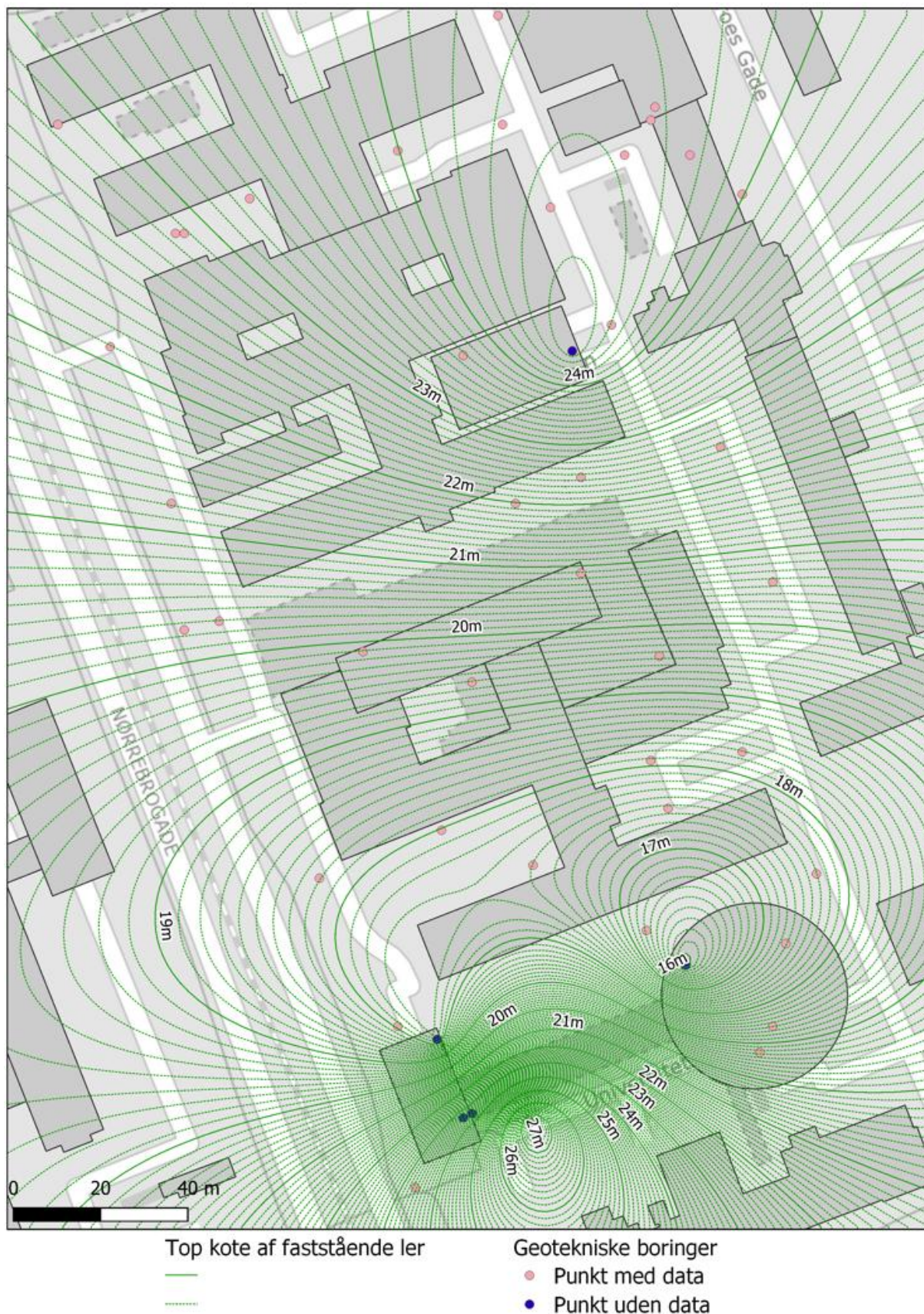
Figur 2.2: Mægtigheden af sandmagasinet. Kortet er nordvendt.



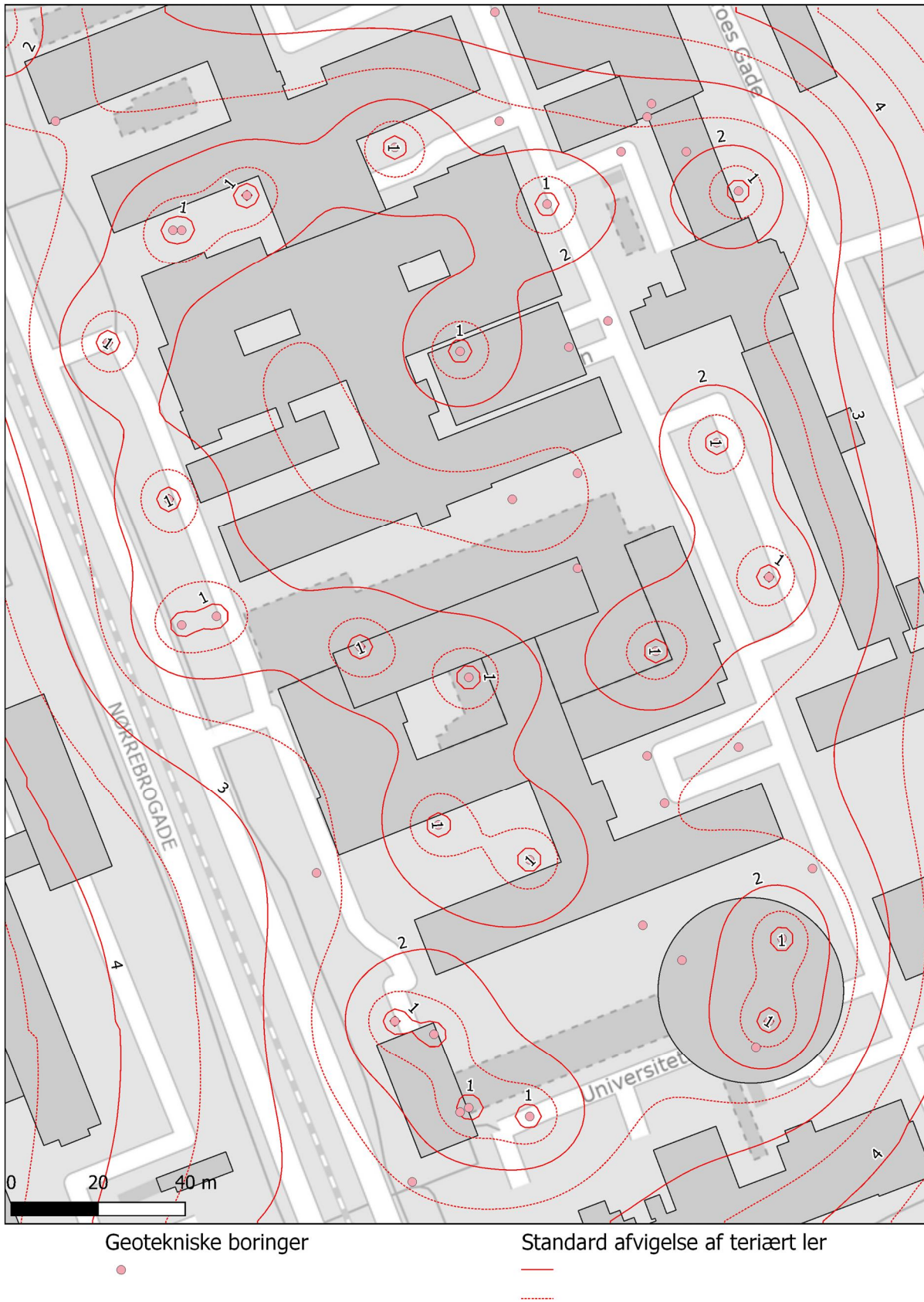
Figur 2.3: Koten til grundvandsspejlet. Kortet er nordvendt.



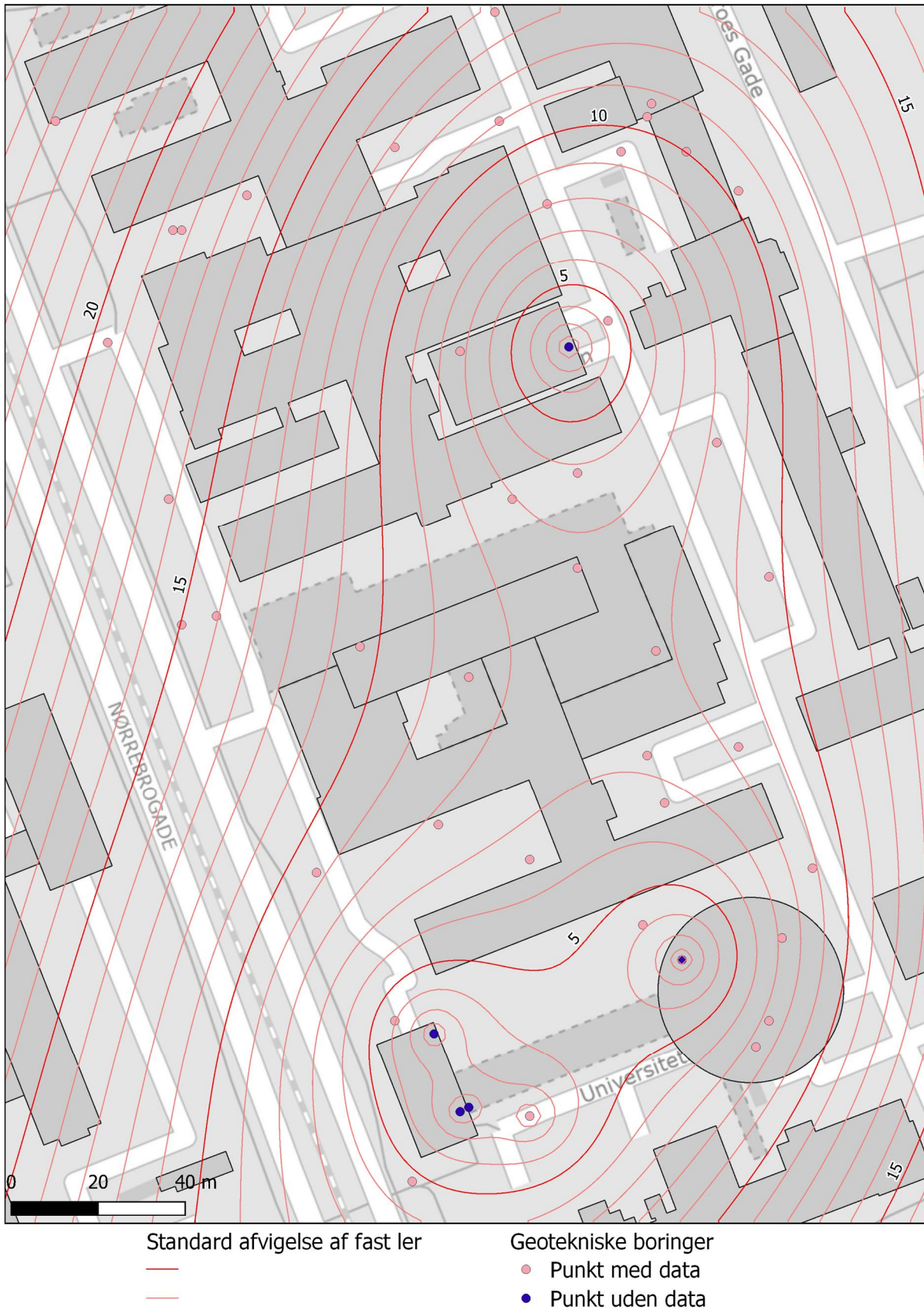
Figur 2.4: Koten til det øvre palæogent fed ler.



Figur 2.5: Koten til toppen af det faststående ler. Der er kun 7 punkter med data omkring det faststående ler.



Figur 2.6: Standard afvigelsen af top koten til det palæogene ler.



Figur 2.7: Standard afvigelsen af koten til toppen af det faste ler. Inkluderet pga. de få punkter.

3 Prøvepumpning

Der er udført et prøvepumpningsforsøg til belysning af de hydrauliske forhold i området. En nærmere beskrivelse af forsøget, samt de fremkomne resultater er vedlagt i bilag 1.

De væsentligste resultater er dog gengivet herunder.

3.1 Tolkning

Der ses ikke et forøget dyk i sænkningen over tid og dette tyder på at der ikke forekommer en hydraulisk barriere. Efter ca. 1000 sekunder støder man på antageligt på flankerne, idet der ses et mindre dyk i sænkningsskurverne, men sænkningerne aftager dog mod slutningen af forsøget.

Prøvepumpningen viser at sandmagasinet antageligt har en større udbredelse mod nord. Man ser at kurven for prøvepumpningen flader ud, hvilket enten kan tolkes som at man under prøvepumpningen støder på et område med større transmissivitet, hvilket kan tolkes som grovere sedimenter eller større magasin. Det kan også tolkes som lækage fra over og underliggende lerlag, hvilket nok er det mest sandsynlige.

Udfladningen i sænkningsskurven giver en lækagekoefficient på 10^{-9} s^{-1} .

Der er beregnet en transmissivitet på $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Med en effektiv middel tykkelse af sandlaget på 8 m svarer til en hydraulisk ledningsevne på $2,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

4 Vurderinger

4.1 Vurdering af permanent sænkning af grundvandsspejlet

Ved en permanent sænkning af grundvandsspejlet vil der være en ny situation, hvor vand strømmer til og hvor der skal fjernes vand. Her tænkes at der vil være en ny hydraulisk gradient mod området, hvor dræningen foregår

Vandtilstrømning til området kan beregnes via ved Darcy's lov, $Q = b T i$,

Hvor Q er vandfluks, b er bredden, T er transmissiviten og i er den hydrauliske gradient.

Vandtilstrømningen ses som passiv tilstrømning i et uforstyrrede system. Den beregnede vandmængde er mindre end den som fremtvinges ved at pumpe vand væk, idet der her skabes en større gradient mod boringen, hvorefter det oppumpede vand erstattes. Man skal derfor se den beregnede fluks som den vandmængde, der strømmer naturligt i sandlaget på baggrund af gradient og permeabilitet, og skal tolkes som tilstrømning når der er kommet en ligevægt ved en evt. permanent grundvandssænkning.

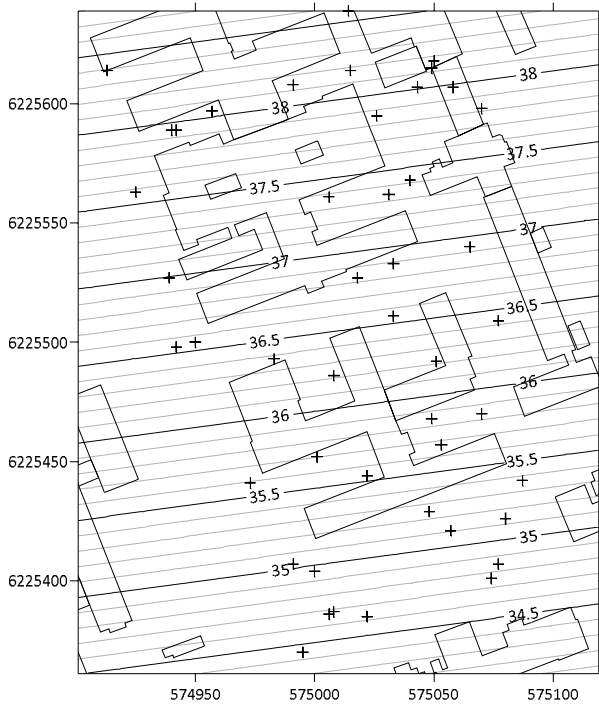
Sandmagasinet er ca. 50 m bredt (Figur 4.2). Det tynder ud i siderne (flankerne) og herved er det effektive strømningsareal mindre.

Transmissivitet er ca. $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

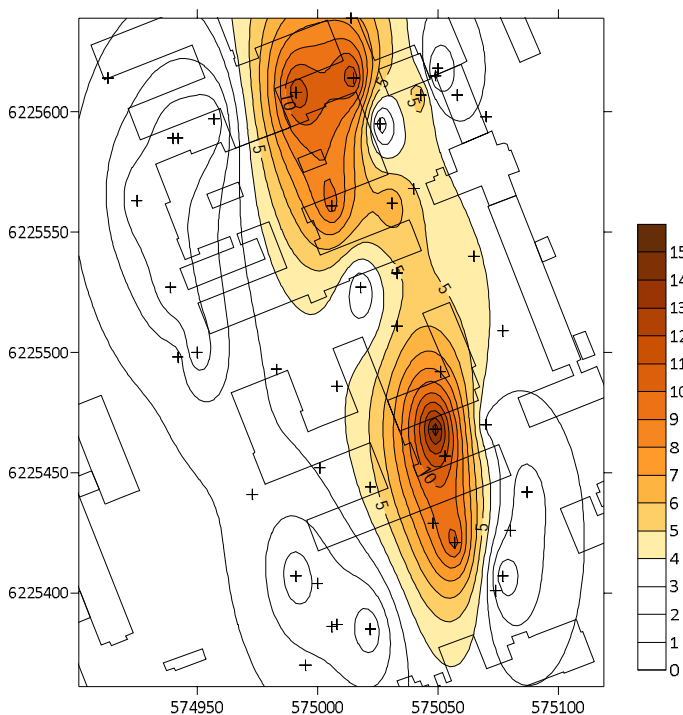
Gradienten er lidt sværere at bestemme. Prøvepumpens vandspejl er i kote 36.2 m og vandspejlet i B1 er i kote 36.5. Dette svarer til en gradient på 30 cm. Der er 71 m mellem boringerne. Dvs $i = 0.00423$.

Herved beregnes Q til at være $4,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Dette svarer til $0.15 \text{ m}^3/\text{t}$ eller op til $3.6 \text{ m}^3/\text{dag}$.

Hvis man ser på den generelle gradient over alle pejlinger i sandmagasinet (Figur 4.1), så får man en gradient på 0.016. Dette svarer til en strømning på ca. $0.6 \text{ m}^3/\text{time}$ eller ca. $14 \text{ m}^3/\text{dag}$.



Figur 4.1: Plan udspændt over pejleobservationer af grundvandspotentialet i sandlaget, for at finde den generelle gradient af vandspejlet.



Figur 4.2: Den interpolerede mægtighed af sandlaget, vist med farver, hvor det overstiger 4 meter. Angivelsen viser, hvor erosionsdalen vurderes at være.

Når man laver grundvandssænkning vil man kunstigt lave en større gradient, og herved forøge tilstrømningen. Forøgelsen afhænger af de opstrøms hydrogeologiske forhold.

Herved vurderes strømningen i sandmagasinet at være mellem 5 og 15 m³/ dag.

Set ifht. prøvepumpningen, hvor der sænkes med en ydelse på 3,14 m³/time, og her opnås ved pumpeboringen en sænkning på 3,5 meter, så er estimeret mindre end det under prøvepumpningen. Sænkningen er dog med eventuelt filtertab og lige uden for gruskastningen er den sandsynligvis mindre.

Da der ikke forekommer områder med artesiske tryk, men at det hydrauliske potentiale i sandlaget i det store følger terrænet, så tyder dette på at der allerede foregår en vis dræning. Denne dræning kan ske til eksisterende omfangsdræn, dræn under bygninger eller i nedgravninger til infrastruktur.

Denne vandvolumen svarer i stor stil til den beregnede mængde, idet det er den kapacitet som sandlaget kan yde med eksisterende gradient. Så konklusionen er at den mængde vand man ønsker at fjerne for at opnå en grundvandssænkning i sandlaget allerede tilløber og dræner et andet sted i nærheden. Derfor vil man i den samlede afledningen ikke få en forøget afstrømning. Man skal dog være opmærksom på at en permanent sænkning kan give en sænkningstragt som kan være kritisk ifht. eksisterende infrastruktur. Men så lang tid at denne infrastruktur ligger i det overliggende moræneler, som er permanent fugtig, så vil ændringer i grundvandspotentialet i sandlaget antageligt ikke være kritisk.

4.2 Vurdering af midlertidig sænkning af grundvandspotentialet ved boring PB1

Der er beregnet en sænkningstragts udbredelse ved en sænkning på 7 m i 3 måneder. Beregning af sænkningens udbredelse beregnes med en Theis' løsning (dvs. uden lækage), og det antages at magasinet er uendeligt udbredt og isotopt.

Den manglende lækage betyder at sænkningstragts udbredelse er større end den reelt set vil blive. Den begrænsede udbredelse betyder også at den beregnede ydelse er overestimeret. Der estimeres en ydelse på ca. 25 m³/time (højest initialt) og en samlet ydelse på ca. 2000 m³ over de tre måneder.

| Sænkning [cm] | Afstand [m] |
|---------------|-------------|
| 10 | 156 |
| 25 | 111 |
| 50 | 72 |
| 100 | 34 |

Sænkningens udbredelse sker i sandlaget, og der vil antageligt ikke blive nogen større påvirkning af vandstanden/mætningen i fyldlaget/grundvandsspejlet.

4.3 Bundbrudsvurdering ved permanent terrænregulering

Figur 2.1 viser områder, hvor man skal være opmærksom på bundbrud.

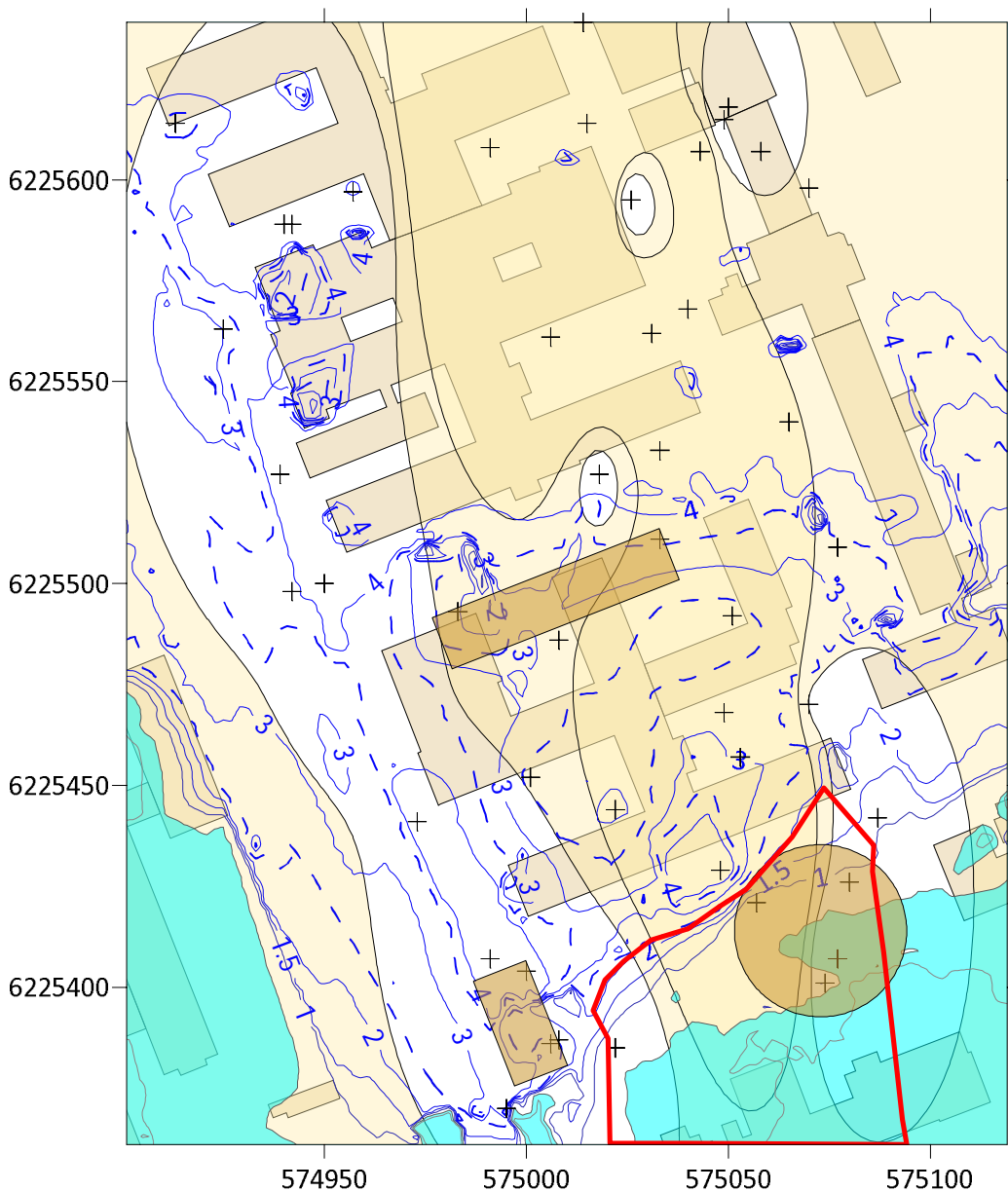
Dybden til grundvandsspejlet er på figuren fundet fra den digitale terrænmodel fra Dataforsyningen (0.4 m- reinterpoleret til 2 m) og fra denne er den interpolerede flade fra grundvandspotentialet i sandmagasinet fratrukket. Fladen viser herved hvor meget topjorden reelt set kan fjerne inden der vil være risiko for bundbrud.

Med rød farve er markeret et område, hvor 1) den interpolerede mægtighed af Sandmagasinet under moræneleret har en anseelig mægtighed (> 3 m), 2) Hvor dybden til grundvandsspejlet er under 2 meter. Der er herved her forøget risiko for at trykket kan overstige vægten af moræneler. Der er de forbehold at grundvandspotentialet og

mægtigheden af sandlaget er fundet ved interpolation på baggrund af de geotekniske borer og der er herved nogen usikkerhed.

I den nordlige del af området (nord for UTMy 6225500 m) er der ikke problemer med vandtryk nedefra.

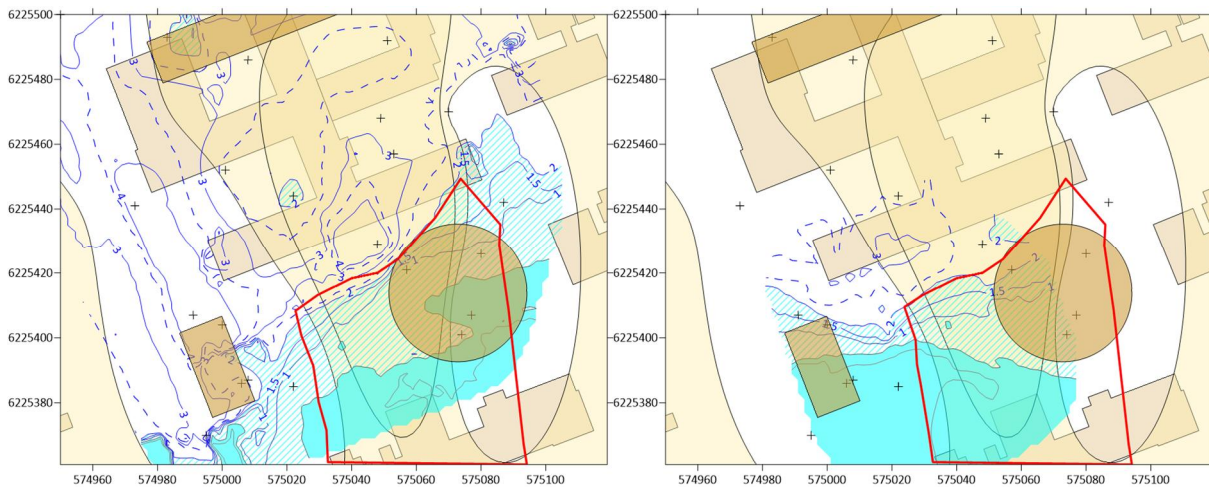
De blå områder i den sydlige og vestlige del af kortet skal ignoreres. Her er man uden for interpolations dataområde.



Figur 4.3: Kort over område i fokus mht. bundbrud. På kortet er med lys brun farve vist udbredelsen af sandmagasin > 3 m. Dybden til grundvands-potentialet er vist med blå konturlinjer. Inden for det røde område er der risiko for at vandtrykket i sandformationen overstiger bæreevnen af det overliggende moræneler.

Figur 4.4 viser forskellen mellem terrænkote og vandtrykket i sandmagasinet. Det ses at de lysblå område som indikerer områder, med risiko for bundbrud forøges ved terrænregulering. Den vestlige del af den røde afgrænsning er

usikker da man ikke kender den eksakte afgrænsning af det begravede sandmagasin, kun at den ikke eksisterer ved den projekterede bygning umiddelbart vest herfor.



Figur 4.4: Forskel mellem terrænkote og grundvandspotentiale i sandmagasinet ved nuværende terræn (venstre) og efter foreslåede terrænregulering (højre). Det ses at

5 Diskussion, konklusion og anbefalinger

5.1 Byggefase

Spunsning til den fede ler forhindrer tilstrømning af vand og hvis man sætter bunden af spunsen en meter nede i moræneler vil der forekomme lidt tilstrømningen, dog reduceret betydeligt.

Dræning inden for spunsen kan ske ved underkanten af sokkel / under bygning. Aflastning af sandlaget kan ske ved at lave nogle steder, hvor der skabes hydraulisk kontakt mellem sandlag og omfangsdræn. Spunsen skal tilstrækkeligt ned i ler. Netdræn under bygning for at sikre god dræning.

5.2 Midlertidig grundvandssænkning og vandkvalitet.

En midlertidig grundvandssænkning kan antageligt relativt nemt indhentes hos myndigheder. Her skal man sikre at der ikke er miljøfremmede stoffer i vandet. I forbindelse med prøvepumpningen er der foretaget nogen analyser. Disse bør suppleres med Arsen, DMS og Chlorerede opløsningsmidler pga. V2 kortlagte grunde i forbindelse med hospitalets renseri og den tidligere Barnov Træimpregnering ved Ringgaden. Hvis der er miljøfremmede stoffer over grænseværdien skal vandet renses inden afledning. Afledning af vand kan ske til regnvandsafledning, som også blev benyttet under prøvepumpningen.

5.3 Reinjektion

Hydraulisk kontrol med reinjektion vil betyde at man sænker grundvandet ved byggegruppen og herefter skaber en hydraulisk barriere ved at nedpumpe vandet omkring gruppen. Herved kan man undgå behovet for at aflede større mængder af vand, samtidig med at man kan forhindre en større udbredelse af sænkningstragten, og herved også forstyrrelse af grundvandets strømning. Når man nedpumper vandet i sandmagasinet, vil man forøge trykket betydeligt og der skal benyttes flere borer til nedpumpning. Hvis man har en behov for en sænkning på 6 m vil en enkelt boring til reinjektion forøge trykket med det samme, og så introducerer man en unødvendig forøget risiko for bundbrud. Man skal derfor være varsom med at benytte reinjektion og hvis denne vej vælges bør man nok lave detallegninger af designet.

5.4 Spunsning

Mens en spunsning omkring bygningen ned i det palæogene ler i stor udstrækning vil stoppe vandgennemtrængningen pga. den meget lave permeabilitet, så vil en spunsning ned i moræneleret give en mindre gennemstrømning. Ved et spunset areal på 2000 m² 1 meter ned i moræneler med en hydraulisk ledningsevne på 10⁻⁸ m/s vil der sker en gennemstrømning på ca. 0,07 m³ / time for hver m sænkning. Dvs en grundvandssænkning på 6 m vil have en gennemstrømning på ca. 0,43 m³ / time.

Spunsning ned i moræneleret kan ikke garantere at der er mindre sandlegemer indlejret i moræneleret og dette vil forøge gennemstrømningen. Omvendt forventes det at den palæogene ler er ca. 10 gange mindre permeable ($K = 10^{-9}$ m/s), så her vil gennemstrømningen være 10 gange mindre end i moræneler.

5.5 Permanent sænkning

En permanent sænkning betyder at der løbende skal fjernes vand fra sandmagasinet. Hvis man ser bort fra lækage kan sandmagasinet med en transmissivitet fra prøvepumpningen og en bredde på 40 m og en hydraulisk gradient som svarer til terrænhældningen flytte op til 15 m³/dag. Hertil kommer lidt ekstra vand som frigives fra leret samt at man initialt skal fjernes en del vand. Fluksen af vand eksisterer allerede i dag og tænkes at løbe til eksisterende netdræn under bygninger, gravekasser til rørlægninger, omfangsdræn og lign.

En permanent sænkning vil kræve en afledningstilladelse fra myndigheder og en aftager. Her skal vandkvaliteten være uden miljøfremmede stoffer over grænseværdien og Aarhus Vand er ikke forpligtet til at modtage vandet.

6 Dimensionering af pumper til permanent dræning

6.1 Dræning af Bygning 1710

Denne bygning er indrammet af spuns projekteret til at stoppe under det vandførende sandlag. Indramningen betyder at der vil være en reduceret indstrømningen af vand i sandmagasinet.

En konservativ beregning af fluksen af vand gennem moræneleret er beregnet vha. Darcy's lov.

$$Q = A \cdot dh \cdot k / L$$

Hvor A er arealet af det indrammede område, dh er trykforskellen mellem vandspejlet i det vandførende sandlag og drænkoten, L er mægtigheden af ler som vandet skal igennem og k er den vertikale hydrauliske ledningsevne.

$$A = \sim 1200 \text{ m}^2$$

dh er sat til at være 3 m (fundering i 30,5 m og ro vsp i sandlag på 36,5).

L er vurderet til at være 1,0 m, og k sættes til en typisk værdi for moræneler, 2×10^{-8} m/s

Herved beregnes Q til at være ca. 6,2 m³/dag

Denne værdi vurderes til at være konservativt sat. Hvis spunsvæggen er tæt vil Q blive mindre. Og hvis den vandstandsede moræneler har en lavere hydraulisk ledningsevne bliver Q ligeledes mindre.

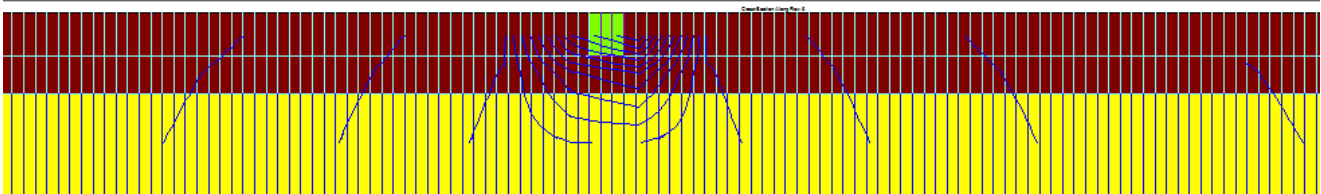
6.2 Dræning af bygning 1816

Tilstrømning af vand sker i sandmagasinet og vandet kommer nordfra. Der er beregnet en maksimal strømning på op til ca. 15 m³/dag. Funderingen er sat til at være i kote 34,5 m, vandspejlet i sandlaget er sat til at være i kote 37,5 m og koten til bunden af moræneleret er vurderet til at være i kote 31,0 m.

Dette betyder at der initialt er en trykforskel på 3,0 meter gennem 3,5 m moræneler.

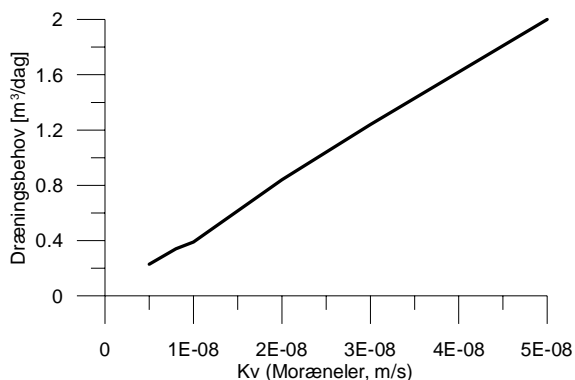
Det er ukendt, hvor meget vand der frigives ekstra fra overliggende moræneler, når trykket falder under bygning 1816. Ligeledes kan sænkningen af grundvandsspejlet reducere dræningen under andre bygninger, og herved forøges dræningsbehovet lidt som trykket falder.

En simpel numerisk modelberegning er benyttet til at estimere vandmængden ved permanent dræning på 3 m gennem 3,5 m moræneler med hydrauliske parametre i sandlaget fra prøvepumpningen (10 m magasin med K_h på 10^{-5} m/s). Dræningen er foretaget i et rektangulært magasin med 50 m bredde og 1000 m. Bygningen er sat til at være ca. fylde det meste af det begravede sandlags bredde (50 m) og 15 m i bredde. Figur 6.1 viser en konceptuel illustration.



Figur 6.1: Konceptuel skitse af modelberegninger til vurdering af dræningsbehov for grundvandssænkning i moræneler under bygning 1816. Med brun farve vises moræneler og sand repræsenteres med gul farve. Cellestørrelsen er sat til at være 5 m.

Beregningen viser at ved en hydraulisk ledningsevne på 2×10^{-8} m/s for moræneler fås en ligevægtsdræning på ca. $1 \text{ m}^3/\text{time}$ og en sænkning af vandspejlet på ca. 10 cm. Fluksen er beregnet til at være omkring $1 \text{ m}^3/\text{dag}$. Ved en tættere moræneler, eksempelvis 8×10^{-9} m/s opnås et dræningsbehov på ca. $0,4 \text{ m}^3/\text{dag}$. Ved en høj lækage i moræneler eksempelvis 5×10^{-8} m/s opnås et dræningsbehov på ca. $2 \text{ m}^3/\text{dag}$. Figur 6.2



Figur 6.2: Beregnet dræningsbehov under bygning 1816 for forskellig tæthed af moræneler.