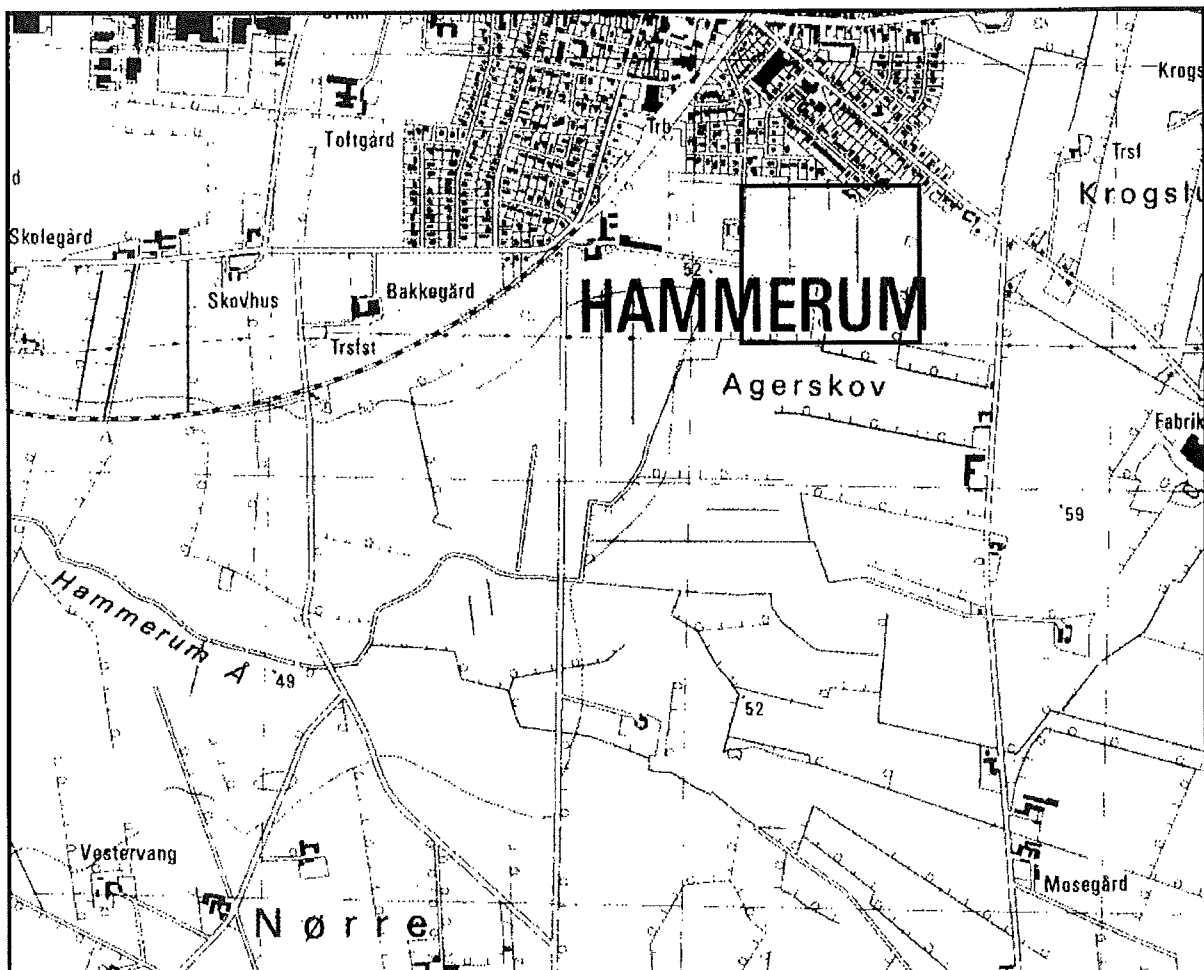


Hammerum Syd

Indledende/- orienterende jordbundsundersøgelse for
byggemodning, - udstykning og salg af boliggrunde for
parcelhusbebyggelser.



Dato: 30-11-2007
Sag nr.: 07.3166.02
REVISION 01

Hammerum Syd

Indledende/- orienterende jordbundsundersøgelse for byggemodning, udstykning og salg af boliggrunde for parcelhusbebyggelser.

Rekvirent:

Rambøll Danmark A/S
Poulsgade 8
7400 Herning

Klient:

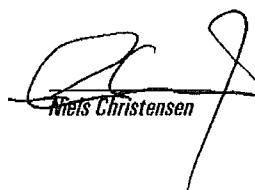
Rambøll Danmark A/S
Poulsgade 8
7400 Herning

Sagsingeniør:



Hans Henrik Hansen

Kontrolleret og godkendt af:



Nels Christensen

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|------------------------------------|
| Indholdsfortegnelse | 03 |
| Konklusion/-resume' | 04 |
| Sag | 05 |
| Formål..... | 05 |
| Areaklets historie | 05 |
| Markarbejder | 05 |
| Laboratoriearbejder | 05 |
| Jordbundsforhold | 05 |
| Vandspejlsforhold | 06 |
| Funderingsforhold..... | 07 |
| Funderingsklasse..... | 07 |
| Fundering | 07 |
| Materialeparametre | 09 |
| Gulve..... | 09 |
| Radon..... | 09 |
| Sætninger | 09 |
| Udgravnings/- anlægsforhold | 09 |
| Supplerende undersøgelser | 11 |
| Komprimeringskrav..... | 12 |
| | |
| Bilag nr. 1 | Situationsplan |
| Bilag nr. 2 – 11.. | Boreprofiler |
| Bilag nr. 12..... | Signaturforklaring og definitioner |
| Bilag nr. 13 | Vej-beregningseksempel nr. 1 |
| Bilag nr. 14 | Vej-beregningseksempel nr. 2 |
| Appendiks nr. 1 | Vandindholdsbestemmelser |
| <u>Kopi af siderne 100 – 103 fra SBI -anvisning nr. 181. Fundering af mindre bygninger. 1994.</u> | |

Konklusion / resume'

Idet der på delarealer er truffet ret fede til meget fede leraflejringer vurderes det at projekter bør gennemføres i skærpet funderingsklasse, - jævnfør DS 415:1998. Norm for fundering.

Undersøgelsen er indledende/- orienterende. Det anbefales ubetinget, jævnfør funderingsnormens krav til projektundersøgelse (DS415:1998 afsnit 2.2.2.), at der i forbindelse med projektering af fremtidige bebyggelser udføres detailundersøgelser på de enkelte parceller.

Undersøgelsen afslører at der, på delarealer, forekommer ret fede til meget fede leraflejringer - der vil fordrø tiltag til sikring mod svind/- og eventuelt kvældningsproblematik.

Tillige er der konstateret varierende bæreevneparametre boringerne imellem. På delareal (boring GB102) er der overvejende truffet sandaflejringer i funderingsniveau, - medens der for området som helhed primært er truffet leraflejringer der stedvist fremstår relativt slappe. - Dog overordnet med $C_{u,k} (C_v) \geq 50 \text{ kN/m}^2$ i funderingsniveau, der som udgangspunkt, ikke vurderes at give anledning til en øget fundamentbredde ved opførelsen af traditionelt parcelhusbyggeri i et plan (i forhold til et traditionelt centralt belastet sribefundament).

- Geotekniske detailundersøgelser som fundamentberegninger med aktuelle laster for fremtidige bebyggelser anses, på baggrund af ovenstående betragtninger, ubetinget for påkrævet ved hvert enkelt projekt. (Se tillige afsnittet funderingsforhold).

En midlertidig primær grundvandssænkning bliver ikke påkrævet i udgravningsfasen for såvel funderinger som ved ledningsarbejder, idet et frit primært grundvandspejl ikke vurderes* truffet i forbindelse med undersøgelsen.

*Note: Konstaterede vandspejlsniveauer, som beskrevet under afsnittet vandspejlsforhold vurderes at repræsentere sekundære vandspejl (nedbørsbetinget overfladevand/-infiltrationsvand i områdets ler/moræneler/aflejringer).

Sekundære vandsæknings/- dræningsarbejder kan blive påkrævet med områdets ler/- moræneler.

NB: Udgravningsarbejder under frit vandspejlsniveau kræver en midlertidig vandsænkning/- lænsning.

Såfremt en sekundær dræning/- vandsænkning i delområder med ler/- og moræneler bliver påkrævet i udgravningsfasen, anbefales det, at gennemføre vandsænkningen ved direkte lænsning. I praksis udført med afvandingsrender (grøfter) parallelt med bygge/-anlægfeltet til pumpesumpe med afløb.

Miljøtekniske forhold er ikke forsøgt belyst ved nærværende undersøgelse.

Af udleveret kortmateriale (skraveret felt på situationsplanen) fremgår det tillige at der er kendskab til ukontrolleret fyld på delareal af udstykningen.

- Ukontrolleret fyld der bortkøres/- deponeres udenfor matriklen skal som udgangspunkt håndteres som klasse 2 jord (lettere forurenede jord). - Eventuelt kulturaffald kan ved soldning bortskaffes separat, - gennemfald på 50 mm sigte vil kunne deponeres som klasse 1 jord ("ren jord") - forudsat dokumentation for indhold af kulbrinter, PAH'er og tungmetaller er under afskærende jordkriterier.

Sag

Hammerum Syd. Indledende/- orienterende jordbundsundersøgelse for byggemodning, udstykning og salg af boliggrunde for parcelhusbebyggelser.

Formål

Formålet med undersøgelsen er overordnet at belyse funderings- og grundvandsforholdene i forbindelse med byggemodningen/- udstykningen og salget af parcellerne.

Arealets historie

Området har hidtil været udlagt som landbrugsjord.

Markarbejder

Der den 14. – 17. september 2007 udført 10 undersøgelsesboringer (6"tør).

Boringerne er udført til 5 meter under terræn med prøveudtagning pr. halve meter (samt i mellemliggende afvigende jordlag). Alle boringer er afsluttet i glaciale moræneleraflejringer.

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, - bilag nr. 1.

Boringerne er afsat og nivelleret af Rambøll. Koordinater i system 34J fremgår af boreprofilerne.

Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

I forbindelse med markarbejdets udførelse er der udført in'situforsøg i form af vingeforsøg (HVA-vinge) samt rammesonderinger (Let-rammesonde) for bestemmelse af aflejringeres styrkeegenskaber.

Alle boringer er udbygget med et 25 mm PEL-pejlrør (med endt pejlrørskybde i niveauet 2 a' 5 m.u.t. boringerne imellem).

Laboratoriearbejder

Der er efterfølgende udført jordartsbeskrivelse på hjemtagne prøver, - ligesom der er udført vandindholdsbestemmelser på kohæsive aflejringer (jævnfør appendiks nr. 1).

Jordbundsforhold

Området er beliggende på *Skovbjerg Bakkeø*, et morænelandskab dannet under næstsidste istid.

Boring **GB100**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2,2 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag, vekslende mellem **ret fedt til fedt**. Nederst, 2,2 – 5,0 m.u.t. (endt boreddybde) er der truffet **ret fedt** samt grus/- og stenfattigt moræneler.

Boring **GB101**: Øverst er der konstateret et 0,4 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet ca. 2,4 m.u.t. primært truffet et flydejordsafsat sandet lerlag (stedvist flydejordpræget leret sand). Nederst, til endt boreddybde (5 m.u.t), er der truffet sandet moræneler.

Boring **GB102**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 1,8 m.u.t. konstateret sand. Nederst, til endt boreddybde (5 m.u.t), er der truffet moræneler.

Boring **GB103**: Øverst er der konstateret et **0,9 meter tykt muldlag**. Herunder er der til niveauet ca. 1,5 m.u.t. konstateret et flydejordpræget og **ret fedt** lerlag. Nederst, til endt boreddybde (5 m.u.t), er der truffet **ret fedt** moræneler.

Boring **GB104**: Øverst er der konstateret et **0,8 meter tykt muld/sandlag** (hvoraf den øvre del muligvis er påfyldt). Herunder er der til niveauet ca. 2,4 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag der partielt fremstår **ret fedt - fedt**. Nederst er der til endt boreddybde (5 m.u.t) truffet moræneler, hvoraf den øvre del fremstår **ret fedt**.

Jordbundsforhold (fortsat)

Boring **GB105**: Øverst er der konstateret et 0,6 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2,7 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag, - der i niveauet 0,6 – ca. 2,0 m.u.t. fremstår ret fedt – meget fedt. Nederst, til endt boreddybde (5 m.u.t.), er der truffet moræneler.

Boring **GB106**: Øverst er der konstateret et 0,4 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet ca. 3,0 m.u.t. konstateret fedt – meget fedt ler, hvoraf den øvre del fremstår flydejordpræget medens den nedre del fremstår smeltevandsaflejret. Nederst, ca. 3,0 – 5,0 m.u.t. (endt boreddybde), er der truffet moræneler.

Boring **GB107**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2,1 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag der stedvist fremstår ret fedt. Nederst, 2,1 – 5,0 m.u.t. (endt boreddybde), er der truffet moræneler.

Boring **GB108**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag der fremstår ret fedt - fedt. Nederst er der til endt boreddybde (5 m.u.t) truffet moræneler.

Boring **GB109**: Øverst er der konstateret et 0,4 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2,7 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag, - der fremstår ret fedt – meget fedt. Nederst, 2,7 – 5,0 m.u.t. (endt boreddybde), er der truffet moræneler.

For en detaljeret beskrivelse af påtrufne jordarter, henvises der til de optegnede boreprofiler, - bilagene 2 – 11.

Vandspejlsforhold

Der er konstateret et frit vandspejl i følgende niveauer:

| Boring nr.: | Terrænkote meter DVR90 | Efter endt borearbejde | | Genpejling den 09.11.2007 | |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| | | Vandspejlsniveau m. under terræn | Vandspejlskote meter DVR90 | Vandspejlsniveau m. under terræn | Vandspejlskote meter DVR90 |
| GB100 | +55,5 | 5,0 / TØR | +50,5 / TØR | 0,7 | +54,8 |
| GB101 | +52,4 | 3,1 | +49,3 | 0,3 | +52,1 |
| GB102 | +50,8 | 3,0 / TØR | +47,8 / TØR | 0,4 | +50,4 |
| GB103 | +51,4 | 4,0 / TØR | +47,4 / TØR | 0,1 over terræn | +51,5 / (over terræn) |
| GB104 | +53,1 | 2,7 / TØR | +50,4 / TØR | 1,0 | +52,1 |
| GB105 | +55,8 | 2,0 / TØR | +53,8 / TØR | 0,9 | +54,9 |
| GB106 | +54,2 | 4,0 / TØR | +50,2 / TØR | 0,3 | +53,9 |
| GB107 | +52,4 | 4,0 / TØR | +48,4 / TØR | 0,1 | +52,3 |
| GB108 | +53,9 | 4,0 / TØR | +49,9 / TØR | 0,1 | +53,8 |
| GB109 | +56,7 | 4,0 / TØR | +52,7 / TØR | 0,4 | +56,3 |

Konstaterede vandspejl vurderes værende af sekundær karakter (nedbørsbetinget overfladevand/-infiltrationsvand i områdets ler/moræneleraflejringer).

Med konstaterede vandspejlsforhold anbefales det (af tekniske såvel som brugsmæssige årsager), at hæve byggefelter minimum 0,3 a' 0,5 meter over det nuværende terræn. (se også afsnittene Funderingsforhold og Udgravnings-/anlægsforhold.

Funderingsforhold

Funderingsklasse:

Idet der på delarealer er truffet ret fede til meget fede leraflejringer vurderes det at projekter bør gennemføres i skærpet funderingsklasse, - jævnfør DS 415:1998. Norm for fundering.

Undersøgelsen er indledende/ orienterende. Det anbefales ubetinget, jævnfør funderingsnormens krav til projektundersøgelse (DS415:1998 afsnit 2.2.2.), at der i forbindelse med projektering af fremtidige bebyggelser udføres detailundersøgelser på de enkelte parceller.

Fundering

Undersøgelsen afslører, at der på delarealer, forekommer ret fede til meget fede leraflejringer - der vil fordrer tiltag til sikring mod svind/- og eventuelt kvædningsproblematik.

Tillige er der konstateret varierende bæreevneparametre borerne imellem. På delareal (boring GB102) er der overvejende truffet sandaflejringer i funderingsniveau, - medens der for området som helhed primært er truffet leraflejringer der stedvist fremstår relativt slappe. - Dog overordnet med $C_{u,k} (C_v) \geq 50 \text{ kN/m}^2$ i

funderingsniveau, der som udgangspunkt, ikke vurderes at give anledning til en øget fundamentbredde ved opførelsen af traditionelt parcelhusbyggeri i et plan (i forhold til et traditionelt centralt belastet stribefundament).

- Geotekniske detailundersøgelser som fundamentberegninger med aktuelle laster for fremtidige bebyggelser anses, på baggrund af ovenstående betragtninger, ubetinget for påkrævet ved hvert enkelt projekt.

- Som omtalt er der ved undersøgelsen på delarealer (og terrænnært) konstateret ret fedt – meget fedt ler. Terrænet skråner. Nuværende skrån timer er stabile. Bemærk at skrån timeres stabilitet skal sikres i forbindelse med eventuelle topografiske ændringer/- og udgravninger.

- Ligesom risikoen for det fede lerlags udkvældning som følge af eventuelle afgravninger (afkastning) skal medtages i projekteringer/- placeringer af bebyggelser. Som udgangspunkt er området overordnet, grundet konstaterede fede leraflejringer og deraf kvædningsproblematik, problematisk med henblik på udførelsen af kælderkonstruktioner. Eventuelle kælderkonstruktioner vil på delarealer i forbindelse med detailundersøgelser kræve supplerende undersøgelser i form af konsolideringsforsøg for bestemmelse af kvædningsrisikoen.

Resterende del af rapporten omhandler bebyggelser uden kældre.

Fundering på delarealer med fedt – meget fedt ler uden løvfældende bevoksning:

Såfremt der udføres restriktioner mod (*) løvfældende bevoksninger i umiddelbar nærhed af bebyggelser, - med et krav om at løvfældende træer fældes, når de har opnået en højde, der er 2/3 af deres afstand til funderinger, vil det være påkrævet at føre fundamentet mindst til 1,2* meter under fremtidigt terræn på delarealer med fedt ler og 1,5* meter under fremtidigt terræn på delarealer med **meget fedt ler.**

Omkring bebyggelsen placeres et omfangsdræn ved underkant fundament, - dog skal de nederste ca. 0,3 meter af fundamentet støbes direkte mod intakt jord.

- Tillige skal de fede leraflejringer under terrændækket afdækkes med en damp tæt folie.

Bemærk at løvfældende bevoksninger tillige skal overholde eventuelle restriktioner for nabobebyggelser.

Funderinger forstærkes med en armeringsmængde svarende til 0,2 % af fundamentarealet i både underside og overside, - armeringen føres med rundt om fundamentets hjørner og ender. (Som beskrevet i SBI-anvisning nr. 181. Fundering af mindre bygninger , - side 96).

Fundering (fortsat)

Fundering på delarealer med ret fedt – meget fedt ler med løvfældende bevoksning:

Hvis det ikke er muligt at undgå løvfældende bevoksninger, der overholder kravet om en mindste afstand $\geq 1,5$ gange bevoksningens højde til fundamentet, skal den udtørringssikre funderingsdybde (z) beregnes, - jævnfør SBI -anvisning nr. 181. Fundering af mindre bygninger. 1994. (Siderne 100 –103).

Eksempelvis vil udtørringssikker dybde med et 15 meter højt træ i en afstand af 5 meter til en bebyggelse og med et plasticitetsindeks på 50 % udgøre 3,6 meter (jævnfør SBI -anvisning nr. 181, - formel til bestemmelse af den udtørringssikre funderingsdybde - side 103).

Tillige er området vandlidende som følge af relativt impermeable leraflejringer der i forbindelse med nedbørsperioder, sammenholdt med områdets topografi, kan/- vil give anledning til vandmættet terræn på delarealer. Overordnet anbefales det at hæve byggefelter minimum 0,3 a' 0,5 meter over nuværende terræn, - ligesom der generelt må påregnes dræningsforanstaltninger som omfangsdræn og afskærende dræn mod højere beliggende terræn.

Højeste niveau for direkte fundering under hensynstagen til problematikken omkring de på delarealer fede til meget fede leraflejringer, - og med bæreevneparametre som beskrevet under afsnittet materialeparametre:

| Boring nr.: | Terrænkote | Højeste niveau for direkte fundering eller sandpudefundering (OSBL) | | Højeste afrømningsniveau for terrændæk og vejkasse (AFRN) | |
|-------------|------------|---|-------------|---|-------------|
| | | m.u.t. | meter DVR90 | m.u.t. | meter DVR90 |
| GB100 | +55,5 | (1,2)* | +55,2 | 0,3 | +55,2 |
| GB101 | +52,4 | 0,4 | +52,0 | 0,4 | +52,0 |
| GB102 | +50,8 | 0,3 | +50,5 | 0,3 | +50,5 |
| GB103 | +51,4 | 0,9 | +50,5 | 0,9 | +50,5 |
| GB104 | +53,1 | (1,2)* | +51,9 | 0,8 | +52,3 |
| GB105 | +55,8 | (1,5)* | +55,2 | 0,6 | +55,2 |
| GB106 | +54,2 | (1,5)* | +53,8 | 0,4 | +53,8 |
| GB107 | +52,4 | 0,3 | +52,1 | 0,3 | +52,1 |
| GB108 | +53,9 | (1,2)* | +53,6 | 0,3 | +53,6 |
| GB109 | +56,7 | (1,5)* | +56,3 | 0,4 | +56,3 |

Yderfundamenter føres overalt som minimum* til frostsikker dybde, - svarende til 0,90 meter under fremtidigt terræn for opvarmede bygninger og 1,2 m.u.t. for uopvarmede bygninger, - ligesom forhold/- grænseflader til eksisterende konstruktioner skal overholdes (jævnfør Norm for fundering DS 415 (4.1), afsnit 6.2.4 samt annek A).

***NOTE:** På delarealer hvor der forekommer fedt og/ eller meget fedt ler indenfor henholdsvis 1,2 og 1,5 meter under fremtidigt terræn øges funderingsdybden som minimum til henholdsvis 1,2 og 1,5 meter under fremtidigt terræn.

Fundamenter aftrappes ved spring i funderingsniveau. Aftrappingen kan for sribefundamenter ske med vandret underside i spring på maksimalt 0,6 meter og med en resulterende hældning som ikke stejlere end 1 : 1, - jævnfør SBI anvisning nr. 181, side 69.

Materialeparametre:

SAND, Fl./Sm., Sg.

$\gamma/\gamma' \approx 18 \text{ kN/m}^3$, over vandspejl.

$\gamma/\gamma' \approx 20 / 10 \text{ kN/m}^3$, under vandspejl.

$\varphi_{p,k} \geq 33^\circ$

LER, Fl., Sg. / MORÆNELER, Gl., Gc.

$c_{u,k} (C_v) \geq 50 \text{ kN/m}^2$

Fundamentberegninger udføres i henhold til **Norm for fundering, DS 415**.

Gulve

Med konstaterede vandspejlsforhold anbefales det (af tekniske såvel som brugsmæssige årsager), at hæve byggefelter minimum 0,3 a' 0,5 meter over det nuværende terræn. (se også afsnittene Funderingsforhold og Udgravnings/-anlægsforhold).

Gulve kan generelt udføres som terrændæk efter udskiftning af muld og eventuelt fyld.

Muld og eventuelt ukontrolleret fyld aftrækkes som minimum til angivne niveauer med en efterfølgende komprimering og indbygning af velegnet sandfyld til underside af det kapillarbrydende lag. – Kapillarbrydende lag udføres traditionelt og kan f.eks. bestå af et 150 mm tykt vasket lag ral eller singels med en mindste kornstørrelse på 4 mm, - jævnfør SBI-anvisning 178 (1993), side 75.

Omkring bebyggelser placeres et omfangsdræn, ved underkant fundament, - dog skal de nederste ca. 0,3 meter af fundamentet støbes direkte mod intakt jord, - såfremt der konstateres fedt ler eller meget fedt ler indenfor afstanden 1,2 m.u.t.

Radon

Bebyggelser skal, såfremt der ikke udføres detailundersøgelse der afkræfter risikoen for radon, sikres mod opsvingning af den radioaktive luftart radon, - jævnfør Bygningsreglement for småhuse, afsnit 6.5.2 Radon.

Sætninger

For korrekt dimensioneret og veludførte fundamenter skønnes der ikke at ville opstå sætninger/-differenssætninger af skadevoldende størrelse.

Udgravnings/- anlægsforhold

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af bygge/- og anlægsarbejder er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises.

Generelle forhold:

Konstaterede vandspejlsniveauer, som beskrevet under afsnittet vandspejlsforhold (side 6), vurderes at repræsentere sekundære vandspejl (nedbørsbetinget overfladevand/-infiltrationsvand i områdets ler/moræneleraflejringer).

Vandsænkings/- dræningsarbejder kan/- vil blive påkrævet med påtrufne forhold.

NB: Udgravningsarbejder under frit vandspejlsniveau kræver en midlertidig vandsækning/- lænsning.

Udgravnings/- anlægsforhold (fortsat)

En dræning/- vandsænkning i ler/- og moræneler, anbefales gennemført ved direkte lænsning. I praksis udført med afvandingsrender (grøfter) parallelt med bygge/-anlægfeltet til pumpe-sumpe med afløb på delarealer med sand (boring GB102) kombineret med sugespidsler, - hvor sugespidslerne, dels for funktionsduelighed – dels for sikring mod materialetransport, anbefales udført foret med filtersand.

Ved projektering af topografiske ændringer skal skråningers stabilitet til stadighed sikres under og efter anlægsarbejdet.

Som udgangspunkt i projekteringen anbefales det at skråningsanlægget med konstaterede **ret fede – meget fede ler** aflejringer projekteres med et anlæg $a \geq 5 \text{ a}' 10$.

Terrænet skal som minimum sikres et resulterende fald på 10 ‰ for jord (vi anbefaler 15 ‰) og 7 ‰ for belægninger bort fra bebyggelser, - til en afstand af mindst 3 meter (krav for en bebyggelse uden kælder, - jævnfør SBI-anvisning nr. 181 – side 90-91).

Såfremt dette ikke kan opnås ved topografiske ændringer af byggefeltet mod højere beliggende terræn, bør der etableres afskærende dræn (jævnfør SBI-anvisning 178 – bygningers fugtisolering, side 51 – figur 36).

Omkring bebyggelser placeres et omfangsdræn ved underkant fundament, - dog skal de nederste ca. 0,3 meter af fundamentet støbes direkte mod intakt jord, såfremt der konstateres fedt ler eller meget fedt ler indenfor afstanden 1,2 m.u.t.

For en udførlig beskrivelse af drænarrangementer henvises der til SBI-anvisning 178 (Bygningers fugtisolering), SBI-anvisning 181 (Fundering af mindre bygninger) samt DS 436 (Norm for dræning af bygværker mv).

Det anbefales at afgravning af råjordsplenium foretages med gravemaskine, dozer eller bagskovl rendegraver – kørsel med gummihjulsmaskiner ("gummiged") i råjordsplenium bør så vidt muligt undgås.

Byggemodning/-kloakering:

Opdrift: Med risiko for ugunstigt sekundært vandspejl i terræn, med områdets ler/-moræneler aflejringer, vil det generelt være påkrævet at sikre kloakeringskonstruktioner på delarealer mod opdrift.

Ved en genindbygning af områdets ler aflejringer, ved kloakeringsarbejder under gunstige vejrforhold, anbefales opgravet materiale genindbygget samme dag som optagningen foretages (for en bibeholdelse af det naturlige vandindhold).

Ved tilfyldning / opfyldning med friktionsjord i kohæsive aflejringer anbefaler vi, af hensyn til risiko for afdræning/-materialevandring af tilstødende kohæsionsjord, at der udføres "skot" / barriere af kohæsionsjord i henhold til DS430 - afsnit 5.2.2. og DS437 afsnit 5.2.1.

Vurderet minimum skråningsanlæg for den midlertidige udgravning i forbindelse med kloakering (ved udgravning af kortere varighed dvs. højst ½ - 1 måned (åbne udgravninger bør, for at mindske svind/-kvældningsrisikoen af områdets fede – meget fede ler aflejringer, lukkes hurtigst muligt):

Udgravnings/- anlægsforhold (fortsat)

Gravedybde indtil 1,5 meter:

Friktionsjord a = 0,5

Kohæsionsjord a = 0,7

Gravedybde indtil 2,5 meter:

Kohæsionsjord a = 1,5

Vejkasse:

Det vurderes, i forbindelse med et eventuelt sekundært vandspejl ved ler/-moræneleraflejringer at samlet overbygning af hensyn til risiko for opfrysning bør projekteres til minimum 0,7 meter (dvs. underside bundsikring som minimum projekteres til 0,7 meter under overside belægning).

Overflademodulet i råjordsplenium variere boringerne imellem.

Det vurderes på baggrund af udførte vingeforsøg, at overflademodulet i konstaterede leraflejringer vil variere mellem 7 - 25 MPa, - dog generelt ≥ 12 MPa i råjordsplenium umiddelbart under muldlaget .

Det vurderes således overordnet at overbygningen på leraflejringer kan dimensioneres efter et forventeligt overflademodul på 12 MPa i råjordsplenium.

Som overslag til bestemmelse af overflademodulet i råjordsplenium med ler kan følgende formel anvendes:

$$K = (4000 / w) * C_u \quad (\text{for } w \text{ i procent}).$$

(Eksempelvis medfører en vingestyrke på 60 kN/m² og et vandindhold på 20 % medføre et Konsolideringsmodul $K \approx 12$ Mpa).

Med en overbygning på 12 cm asfalt (GAB II), 25 cm stabilgrus og 40 cm bundsikringssand områdets Ler/-moræneleraflejringer, - jævnfør vedlagte beregningseksempel nr. 1, (vedlagt som bilag nr. 13 - skal betragtes som et overslag uden kendskab til forventet trafikintensitet), ved E_m råjord = 12 MPa forventes E_0 belægning ≈ 116 MPa.

Medens der i delområdet med sandaflejringer (boring GB102) kan påregnes et overflademodul i råjordsplenium i størrelsesordenen 30 MPa.

På delarealet ved (boring GB102) med sandaflejringer (sandaflejringer fri for silt og ler) i råjordsplenium (efter muldafrømning) til større dybde end 1,0 meter under overside belægning vurderes det, at tilført bundsikringssand kan udelades, under forudsætningen at plenum komprimeres efter muldafrømningen.

- Hvor der med en overbygning på 12 cm asfalt (GAB II) og 25 cm stabilgrus, - jævnfør vedlagte beregningseksempel nr. 2, (vedlagt som bilag nr. 13 - skal betragtes som et overslag uden kendskab til forventet trafikintensitet), ved E_m råjord = 30 MPa forventes E_0 belægning ≈ 174 MPa.

Råjordens overflademodul bør (skal) efterkontrolleres ved udførelsen af pladebelastningsforsøg (alternativt/ - eller i kombination med faldlodsmålinger (minifaldlod) og vingeforsøg)

Supplerende undersøgelser

Som omtalt (under afsnittet Funderingsforhold) er der på delarealer er truffet ret fede til meget fede leraflejringer hvorfor det vurderes at projekter bør gennemføres i skærpet funderingsklasse, - jævnfør DS 415:1998. Norm for fundering.

Supplerende undersøgelser (fortsat)

Det anbefales ubetinget, jævnfør funderingsnormens krav til projektundersøgelse (DS415:1998 afsnit 2.2.2.), at der i forbindelse med projektering af fremtidige bebyggelser udføres detailundersøgelser på de enkelte parceller.

Miljøtekniske forhold er ikke forsøgt belyst ved nærværende undersøgelse.

Af udleveret kortmateriale (skraveret felt på situationsplanen) fremgår det tillige at der er kendskab til ukontrolleret fyld på delareal af udstykningen.

- Ukontrolleret fyld der bortkøres/- deponeres udenfor matriklen skal som udgangspunkt håndteres som klasse 2 jord (lettere forurenede jord). – Eventuelt kulturaffald kan ved soldning bortskaffes separat, – gennemfald på 50 mm sigte vil kunne deponeres som klasse 1 jord ("ren jord") – forudsat dokumentation for indhold af kulbrinter, PAH'er og tungmetaller er under afskærende jordkriterier.

Sand- og grusmateriale anvendt til bundsikring, terrænregulering/-påfyldning og eventuelle sandpuddefunderinger bør være bundsikringsgrus/-sand med et uensformighedstal $U_{60/10} > 2,5$.

Stabilgrus under omkringliggende kørselsarealer/-vejkasse bør som minimum opfylde betingelserne for en stabilgrus kvalitet 2 som bør udbygges med et tillægskrav om at samtlige fraktioner skal indeholde knust eller delvist knuste partikler.

- I den del af materialet, der er større end 4 mm, skal mindst 30% af kornene have en eller flere brudflader.

Grus/-sandopfyldninger opbygges i lag a' 20 – 30 centimeter og sikres komprimeret til en komprimeringsgrad som beskrevet i nedenstående tabel.

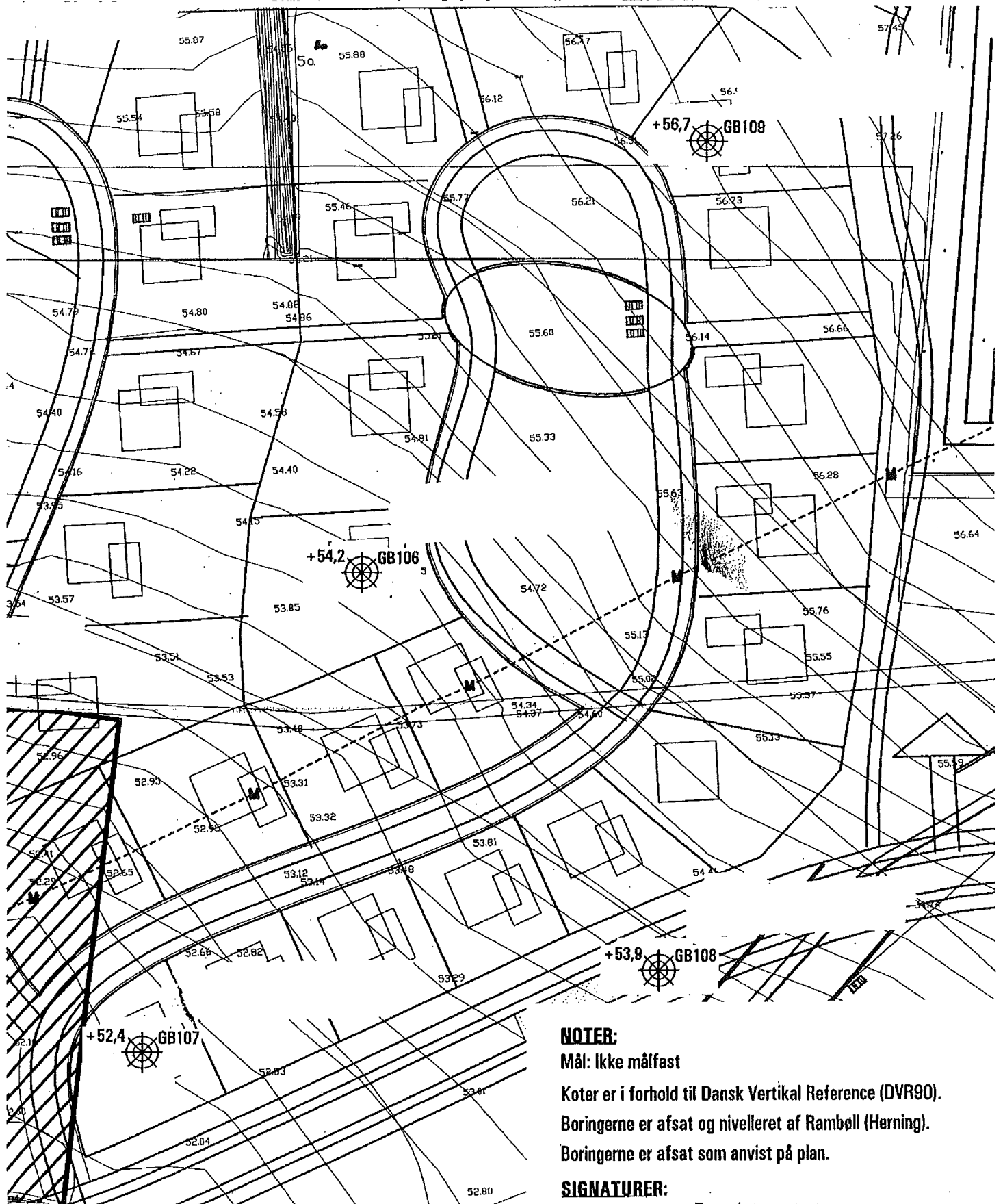
Anbefalede komprimeringskrav for Stabilt grus (SG), Bundsikring (BS) og genindbygget råjord (GR):

| Indhold af partikler over 16 mm % | Kontrolregel ved Gennemsnit/mindsteværdi | | | | Kontrol ved statistisk bedømmelse | |
|-----------------------------------|--|--------|-----------|--------|-----------------------------------|-----------|
| | St. proctor* | | Vibration | | St. Proctor* | Vibration |
| | Gnm. % | Min. % | Gnm. % | Min. % | K % | K % |
| GR < 10 | > 100 | 97 | > 95 | 92 | 97 | 92 |
| BS | | | > 95 | 92 | | 92 |
| SG | | | > 95 | 92 | | 92 |

*Uden korrektion for indhold af partikler over 16 mm.

- Standard Proctor bør (må) kun anvendes ved genindbygget råjord bestående af kohæsionsjord (silt og ler) med et indhold mindre end 10% af partikler over 16 mm.
- Som reference ved tilført friktionsmateriale (sand/- og grus og genindbygget sand) bør (skal) der anvendes vibrationsindstampning.

Markdensitet kun isotopsønde.



NOTER:


Mål: Ikke målfast

Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

Boringerne er afsat og nivelleret af Rambøll (Herning).

Boringerne er afsat som anvist på plan.

SIGNATURER:

Geoteknisk boring:  Boring nr.

Terrænkote: 

Sag: 07.3166.02. Byggemodning, Hammerum Syd

Boring: GB100 - GB109.

Boret af: BN/JA/HH

Dato: 14.- 17.09.2007

Udarb. af: KT

Kontrol: HH

Godkendt: NC

Dato: 31.10.2007

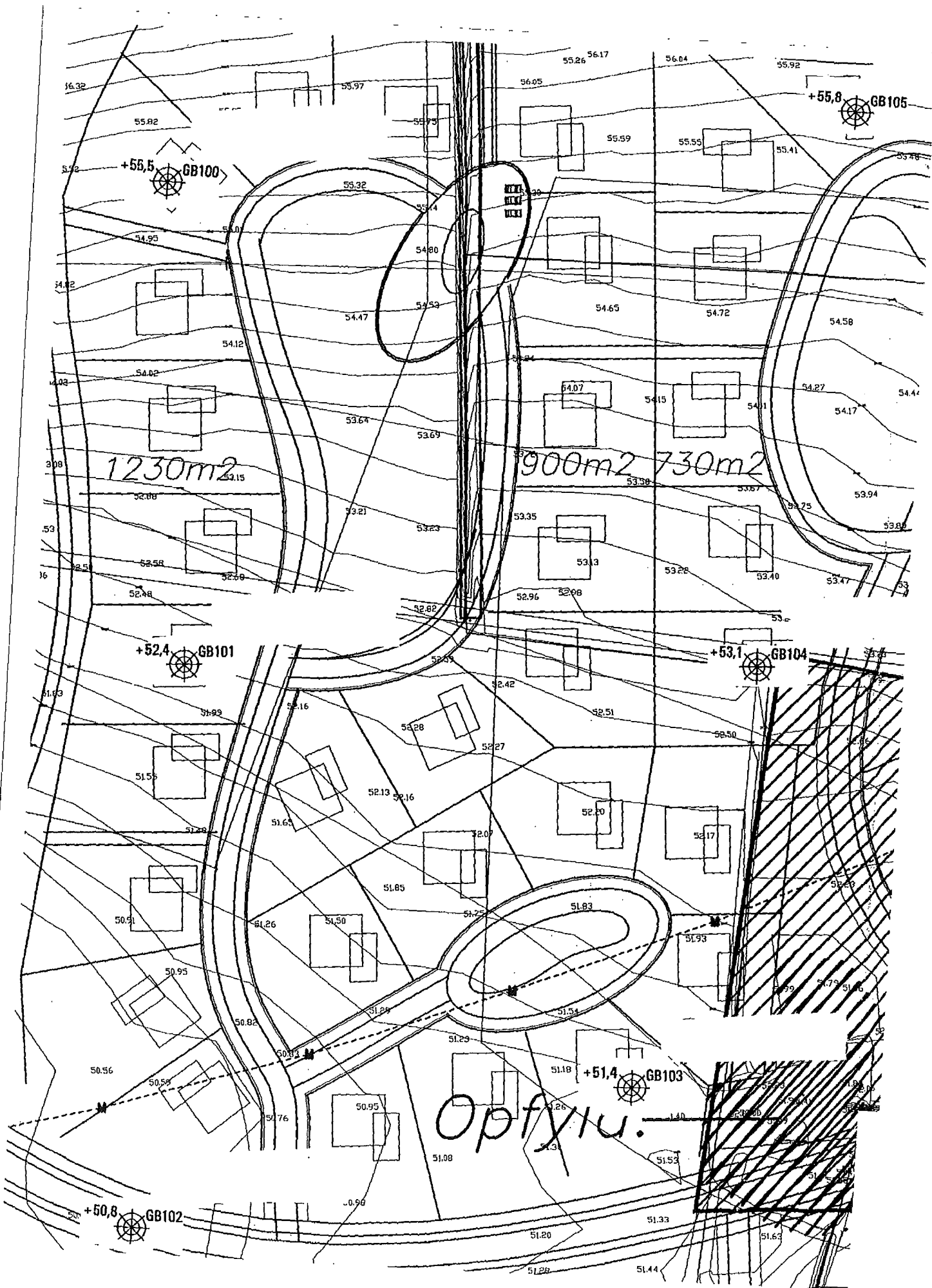
Bilag: 1 Side: 1/1.

JYSK GEOTEKNIK A/S

Sallingsundvej 4
6715 Esbjerg N.

Tlf.: 75143022
Fax: 75143023

SITUATIONSPLAN



1230m²

900m² 730m²

Орфийи.

+55,5 GB100

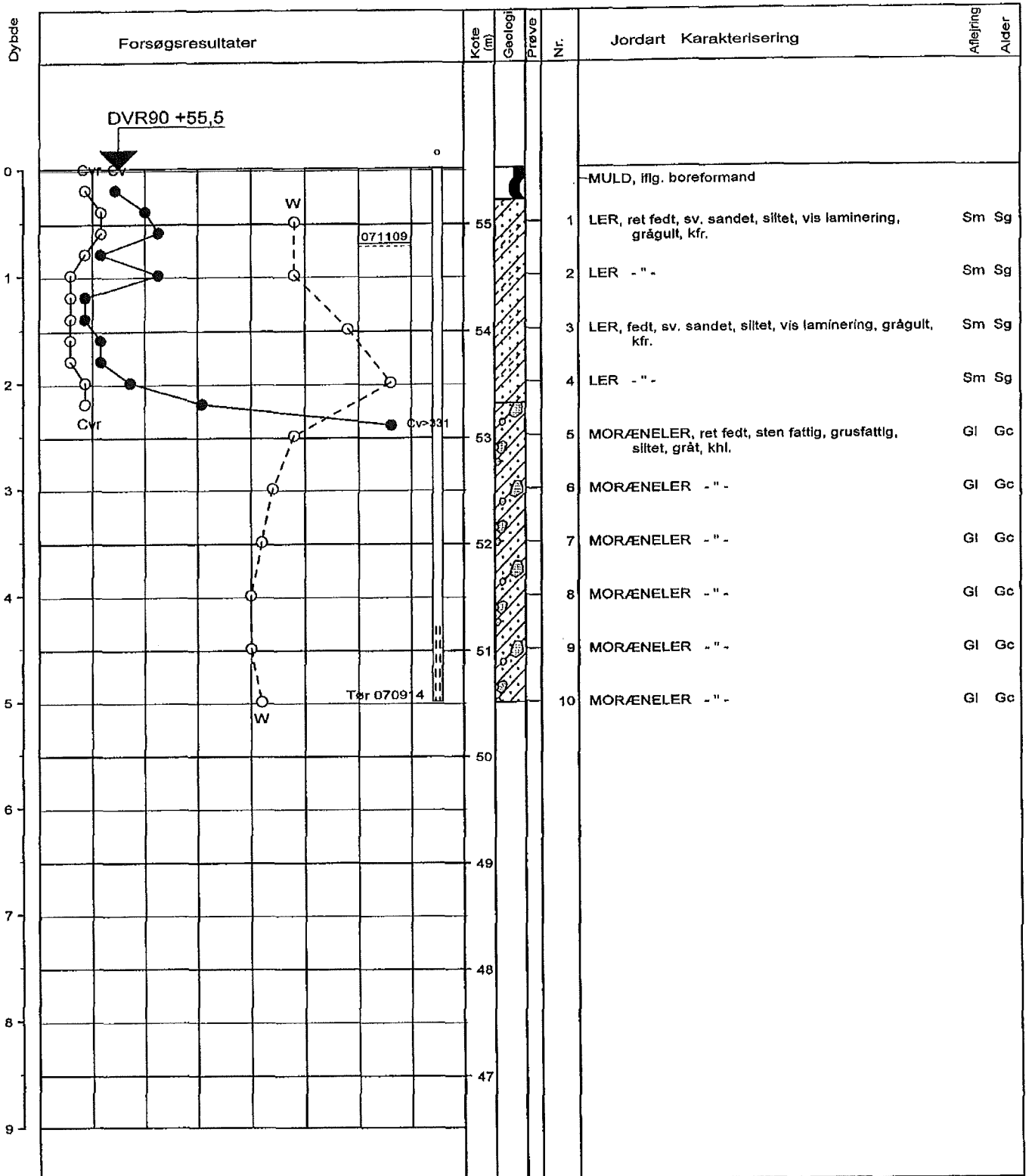
+55,8 GB105

+52,4 GB101

+53,1 GB104

+51,4 GB103

+50,8 GB102



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

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291434 (m) Y : 189491 (m) Plan :

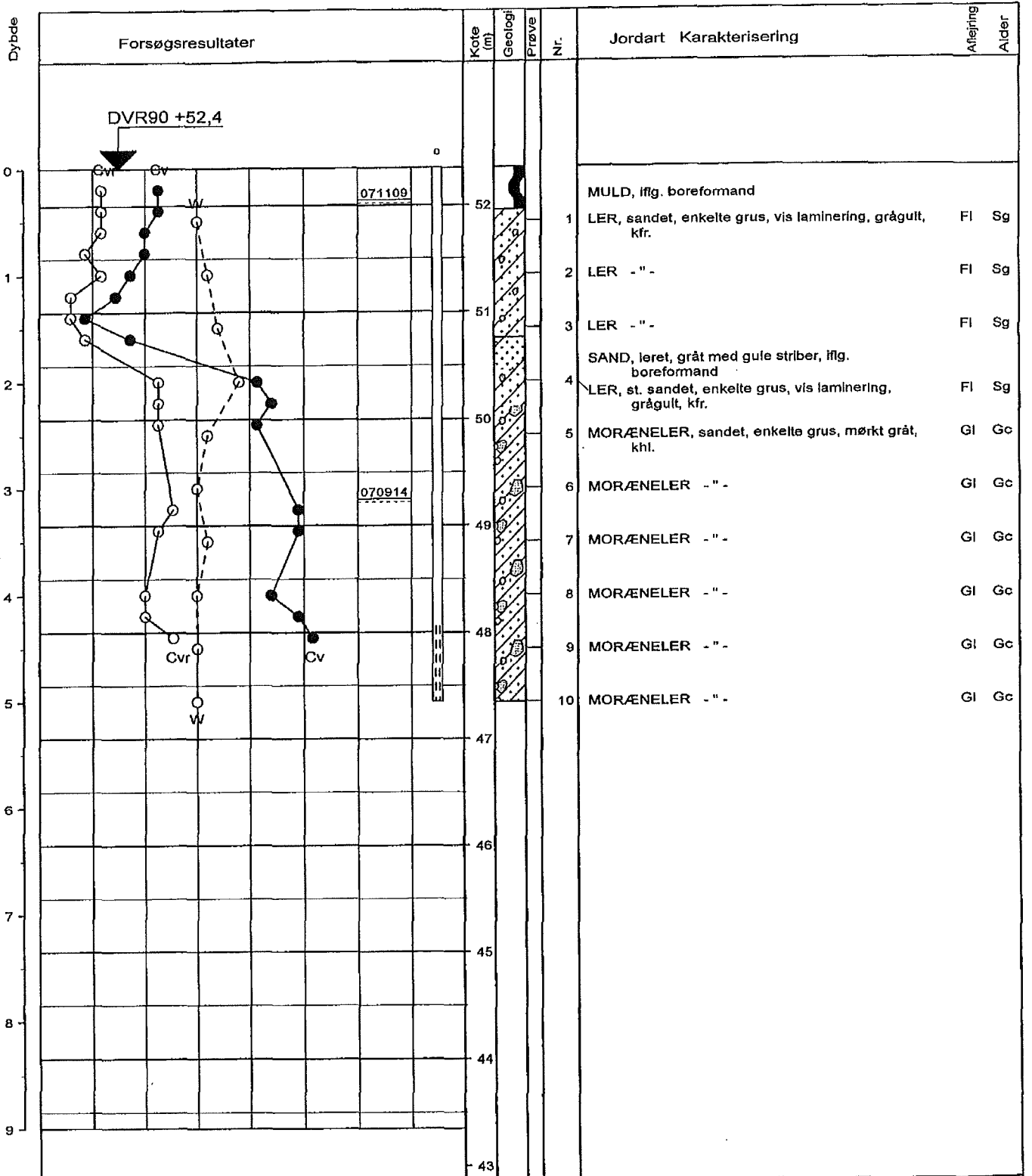
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JG/S BN/JA Dato : 20070914 DGU-nr.: Boring : GB100
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 2 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

BR-regulering - PST-GDK 2.0 - 09/11/2007 11:17:00



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

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl

X : -291430 (m) Y : 189378 (m) Plan :

Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JG/A/S BN/JA Dato : 20070914 DGU-nr.:

Boring : GB101

Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH

Godkendt : NC

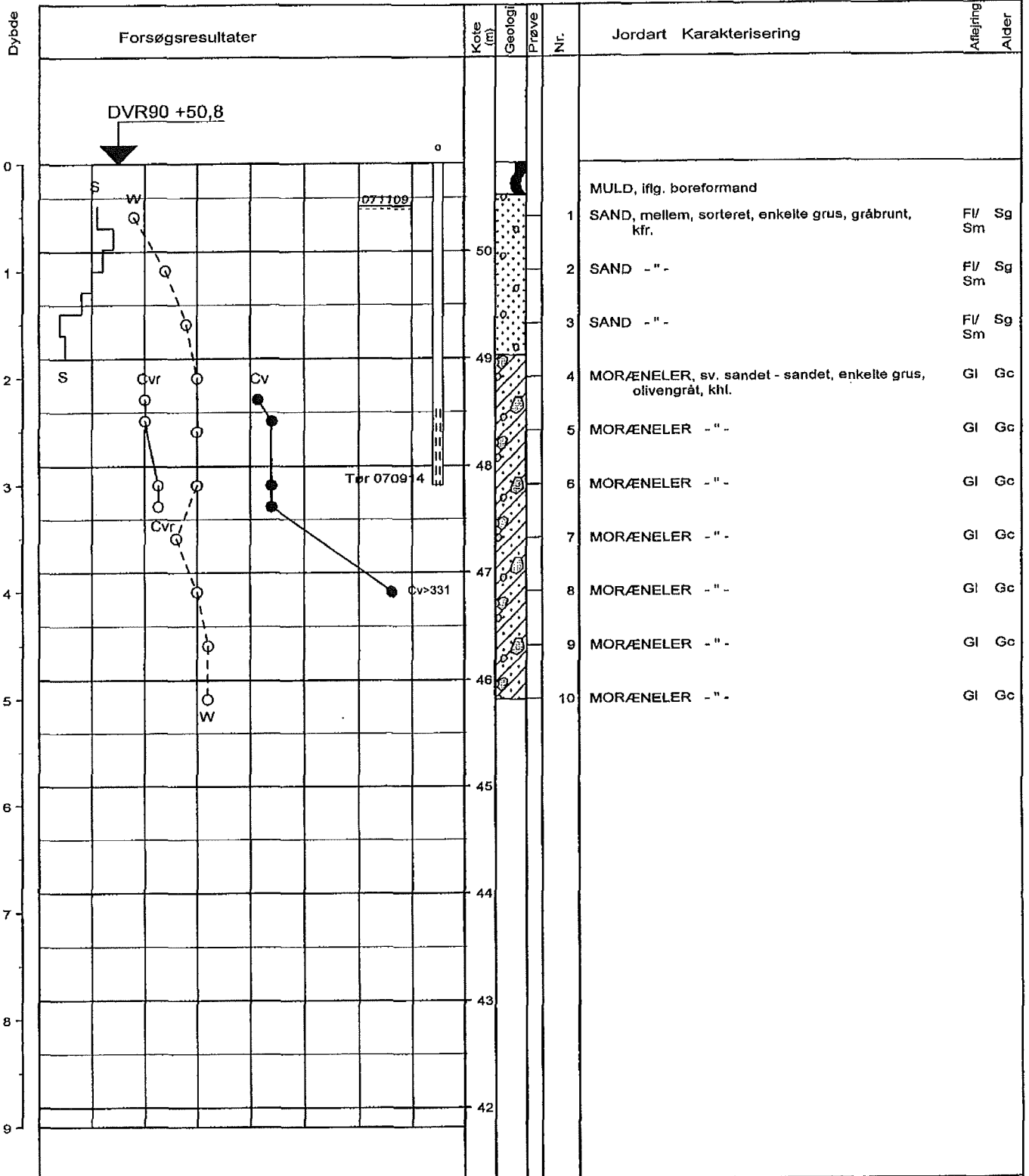
Dato : 20071109

Bilag : 3

s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



| | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----------------|
| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
| ● | 100 | 200 | 300 | Cv, Cvr (kN/m²) |
| | 20 | 40 | 60 | S (Slag/20 cm) |

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291442 (m) Y : 189247 (m) Plan :

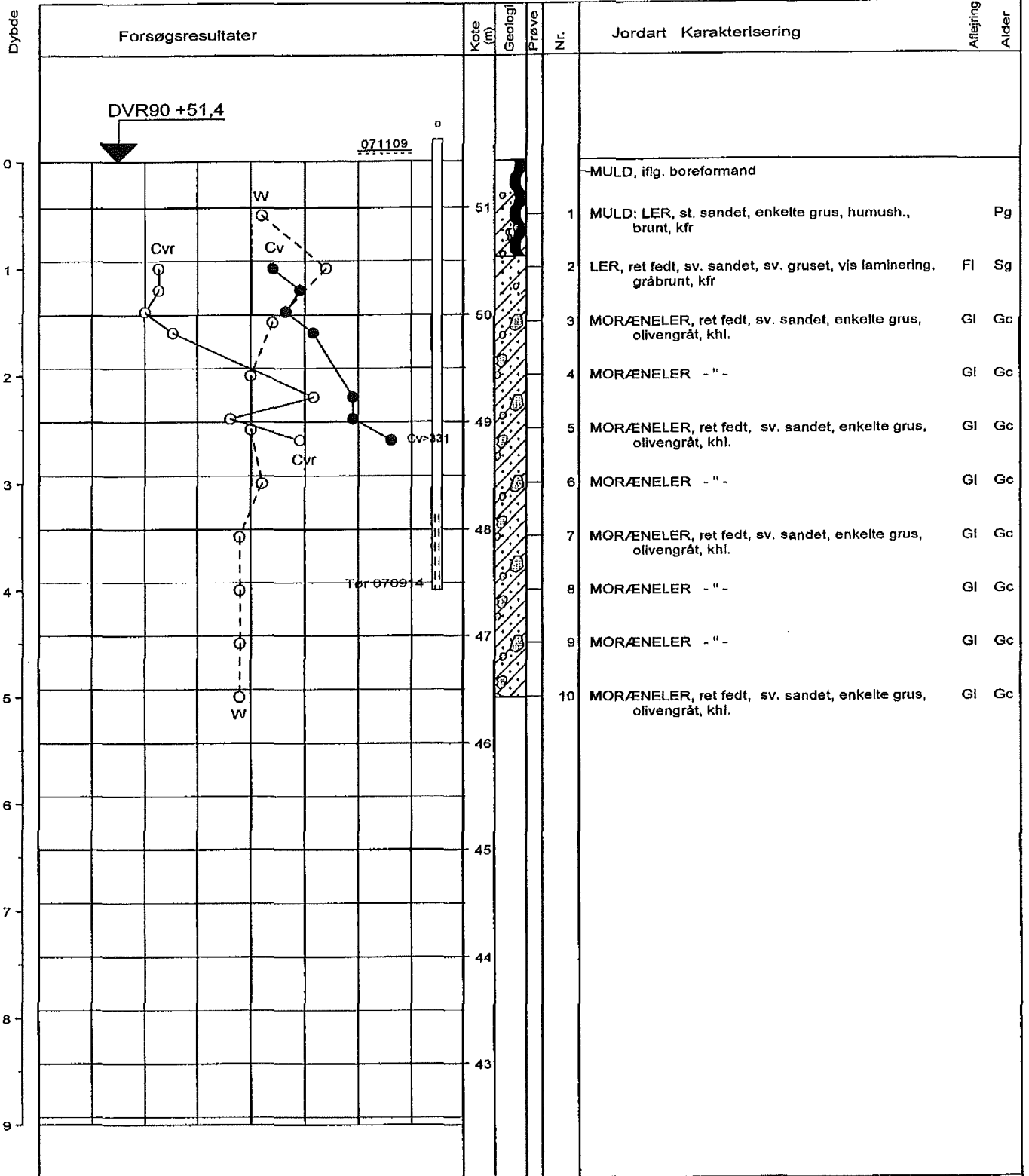
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S BN/JA Dato : 20070914 DGU-nr.: Boring : GB102
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 4 s. 1/1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

BR-registreret - PST-CODK 2.0 - 09/11/2007 11:17:34



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

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegi
 X : -291325 (m) Y : 189279 (m) Plan :

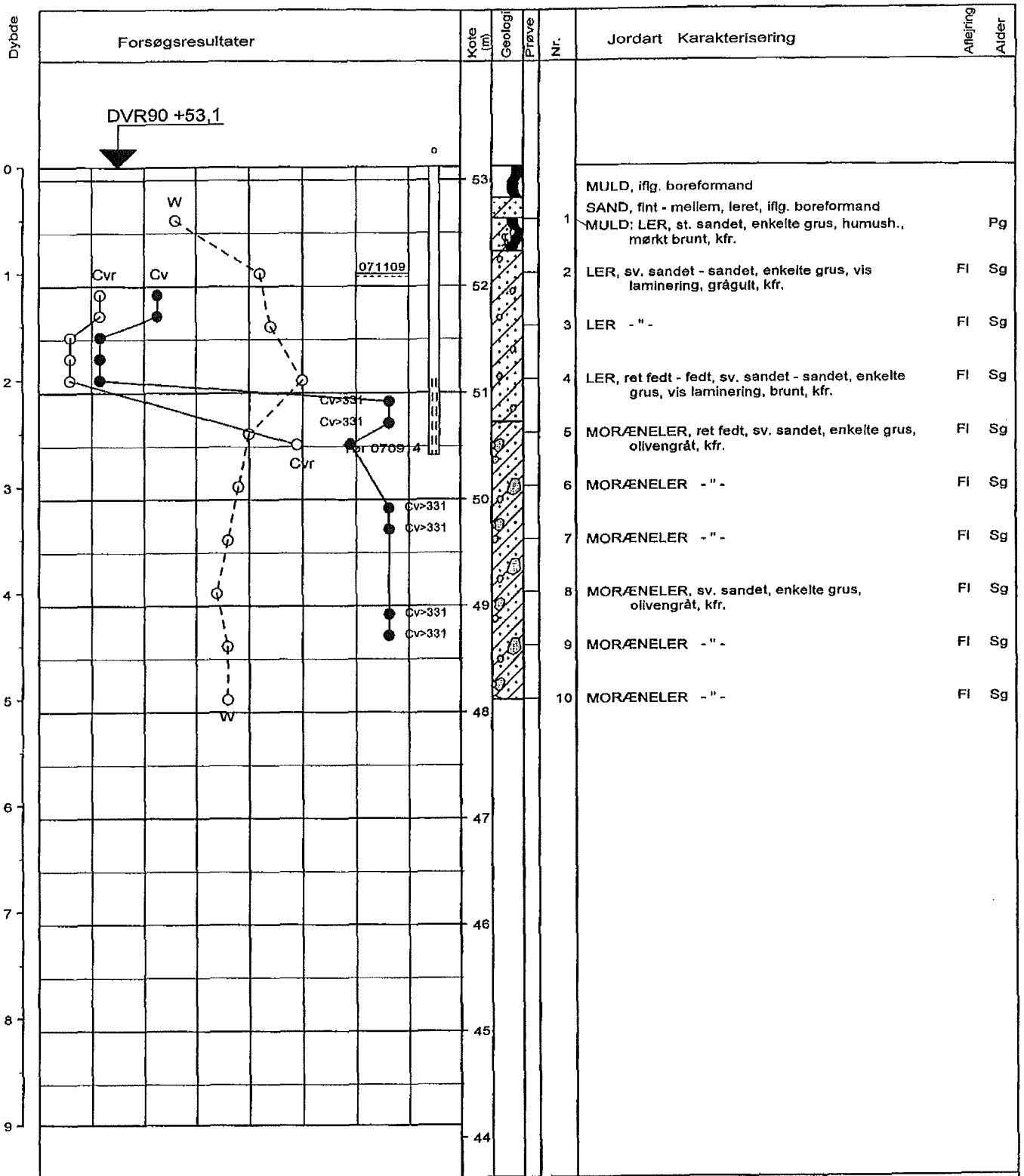
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S BN/JA Dato : 20070914 DGU-nr.: Boring : GB103
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 5 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

BR-registreret - PST/GDK 2.0 - 09/11/2007 11:17:47



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

Boremetode : Tør rotationsboring med føring og snegl
 X : -291296 (m) Y : 189377 (m) Plan :

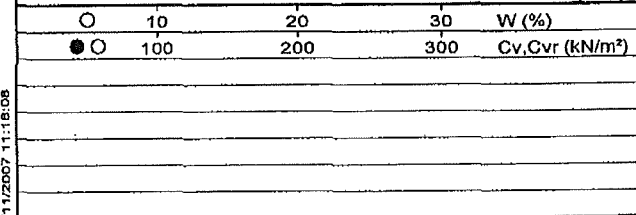
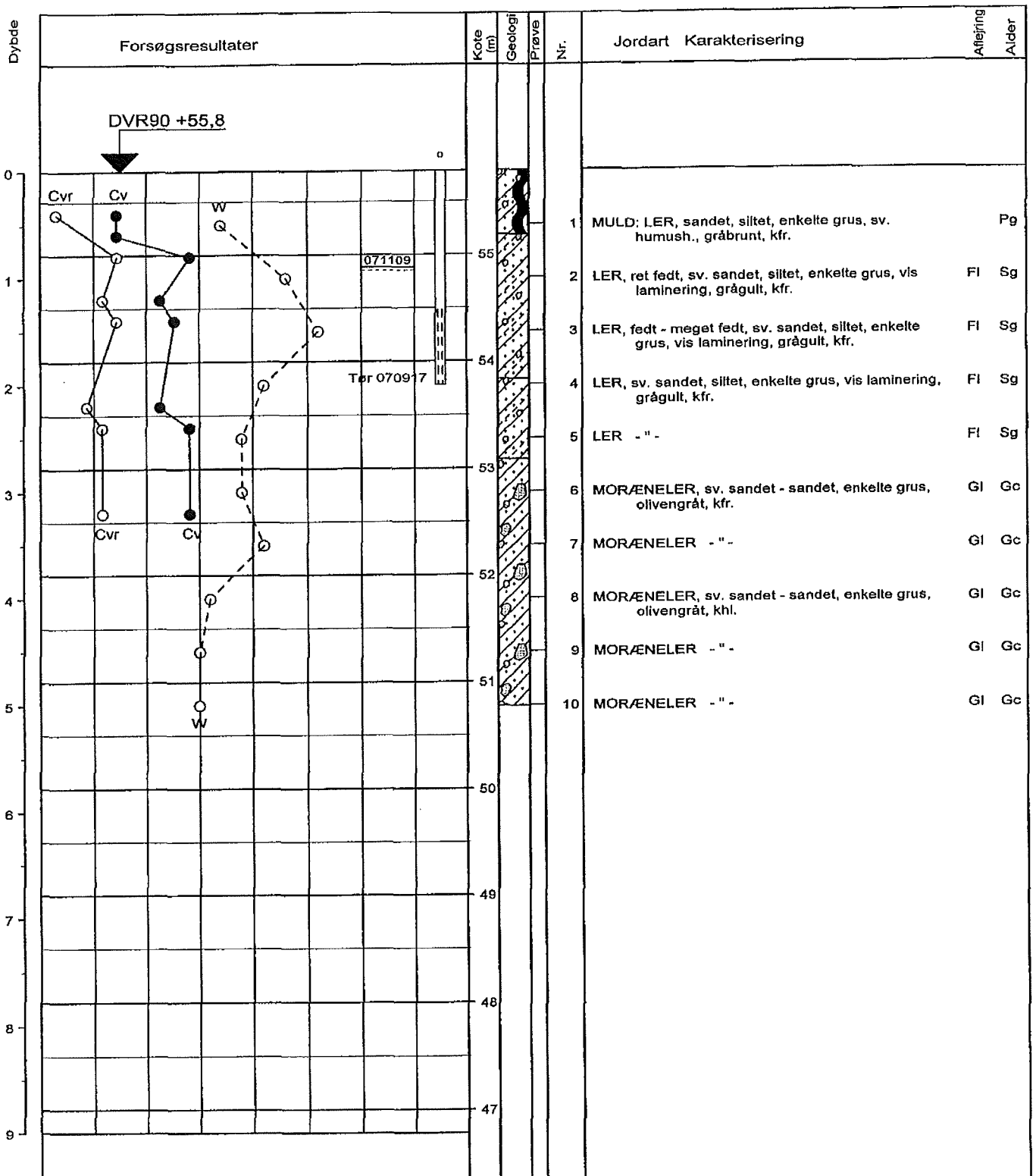
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S HN/JA Dato : 20070914 DGU-nr.: Boring : GB104
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 6 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

B.Reguler - PST-GDK 2.0 - 09/11/2007 11:20:31

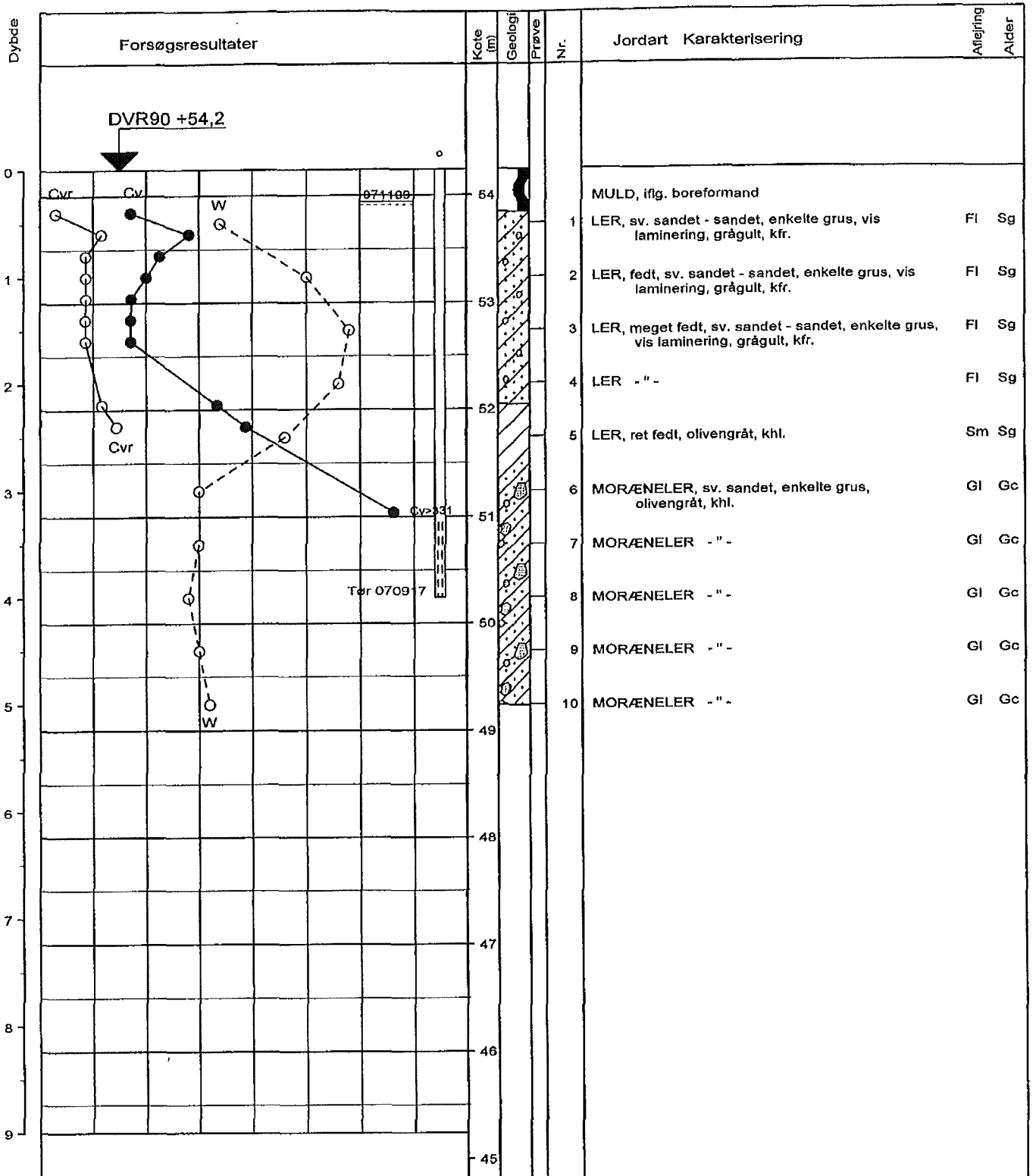


Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291273 (m) Y : 189508 (m) Plan :

Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : GB105
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 7 s. 1 / 1

BR-reguleret - PST/GDK 2.0 - 08/11/2007 11:18:08



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

Boremetode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291189 (m) Y : 189399 (m) Plan :

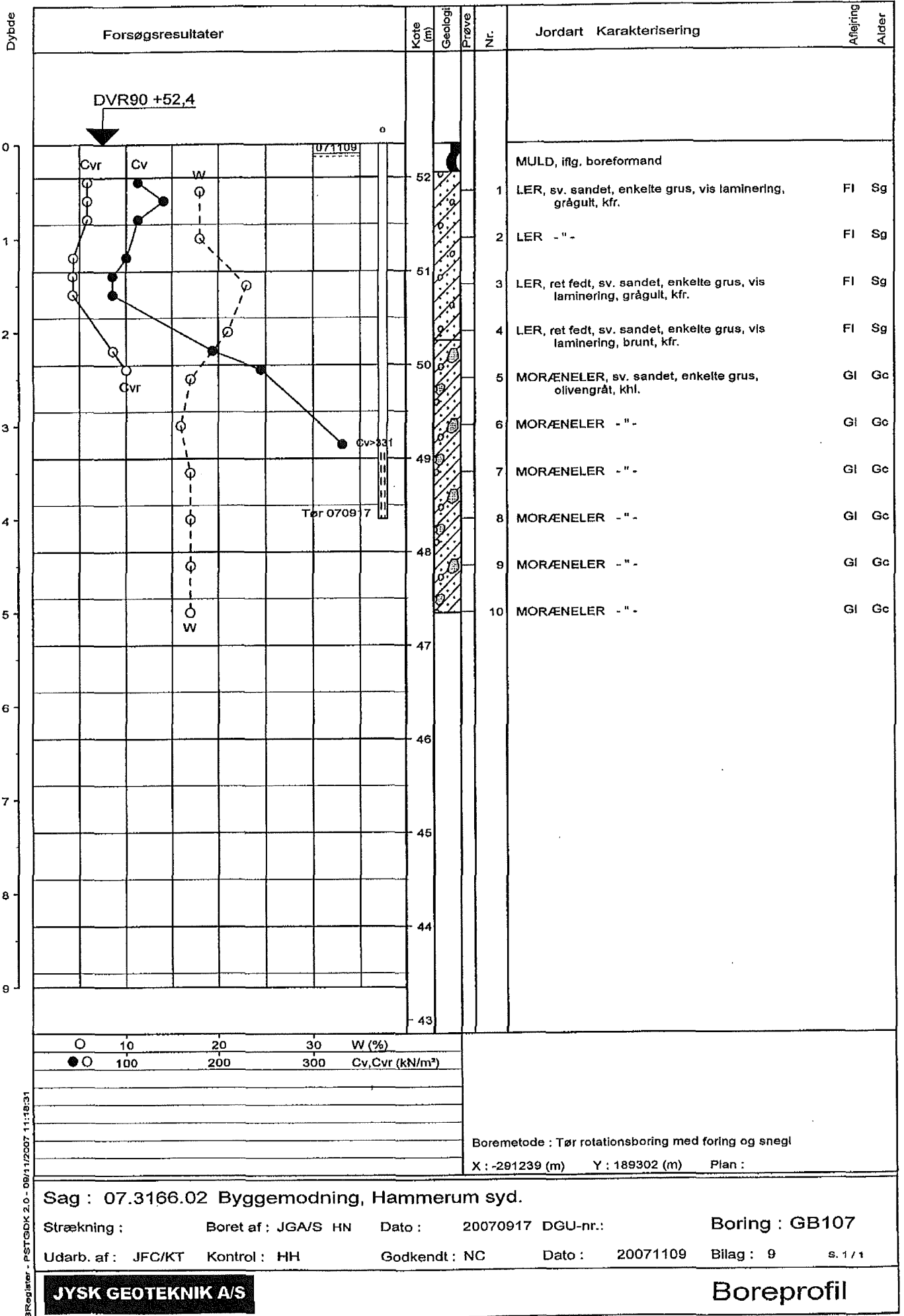
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : GB106
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 8 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

BR-register - PSTGDK 2.0 - 06/11/2007 11:18:18



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

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -281239 (m) Y : 189302 (m) Plan :

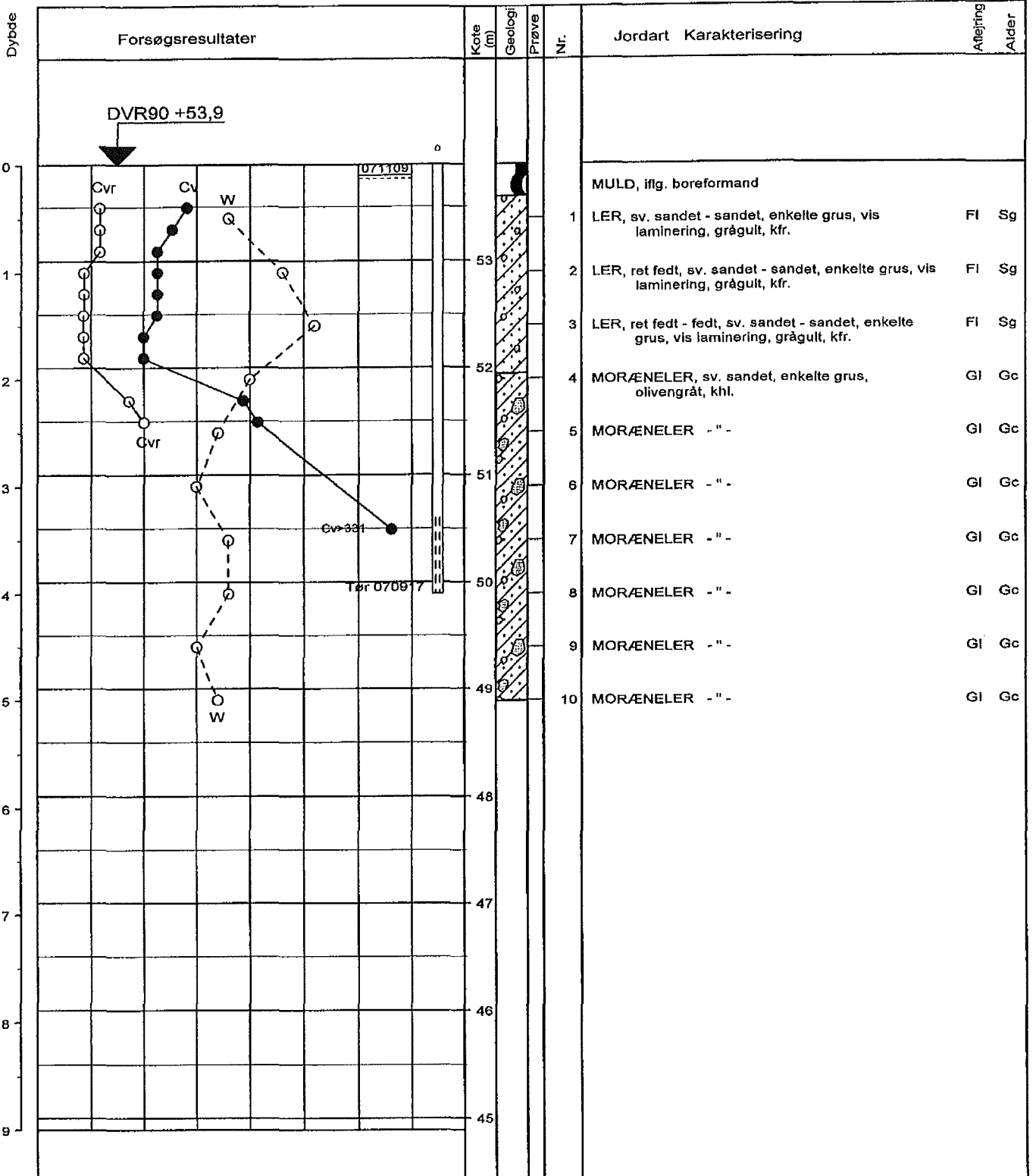
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hamnerum syd.

Strækning : Boret af : JG/A/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : GB107
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 9 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

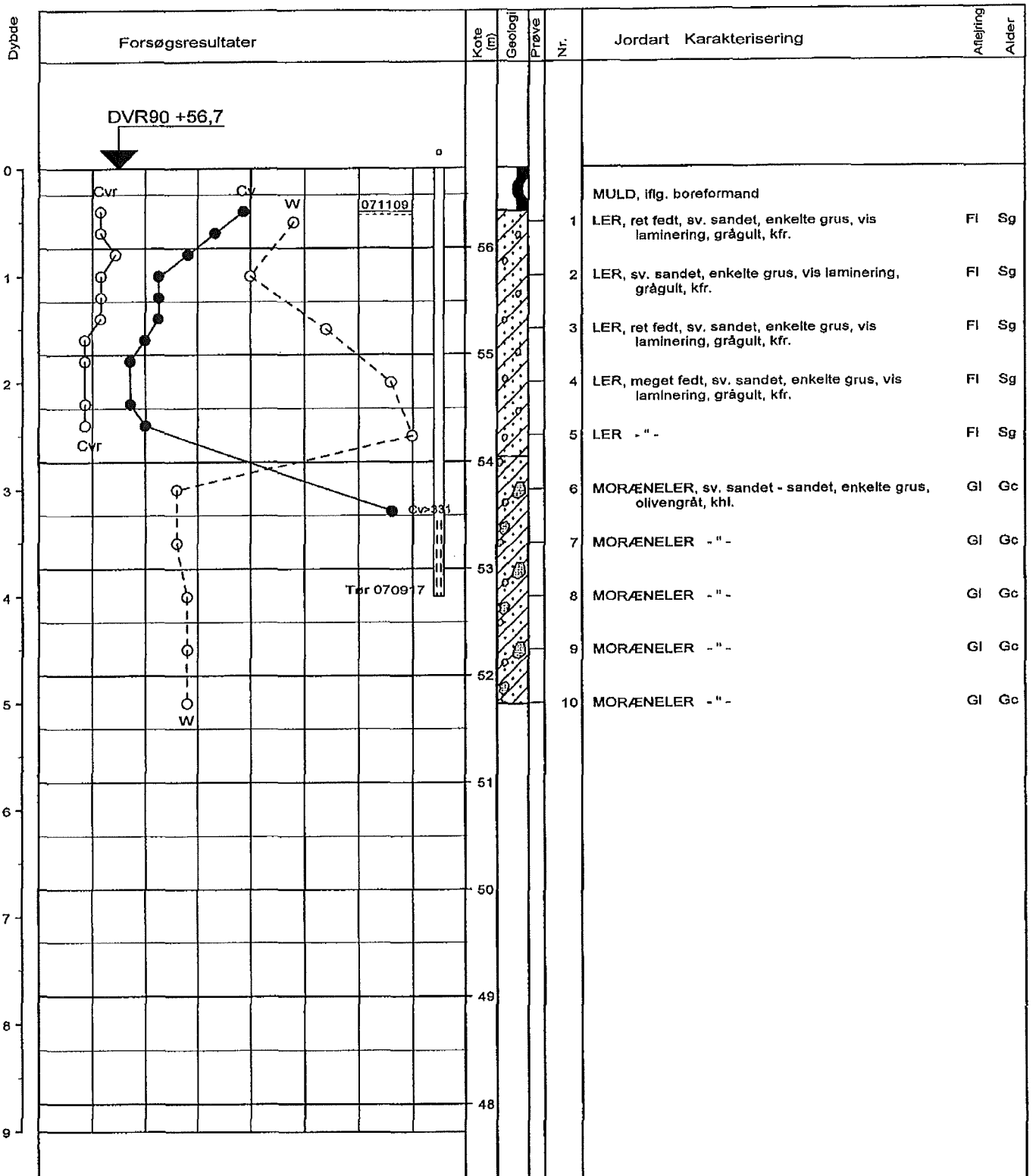
BR-register - PST/GDK 2.0 - 08/11/2007 11:18:31



Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291132 (m) Y : 189313 (m) Plan :

Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hammerum syd.
 Strækning : Boret af : JGAS HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : GB108
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 10 s. 1 / 1

BReguler - PST/GDK 2.0 - 09/11/2007 11:18:42



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

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291113 (m) Plan :

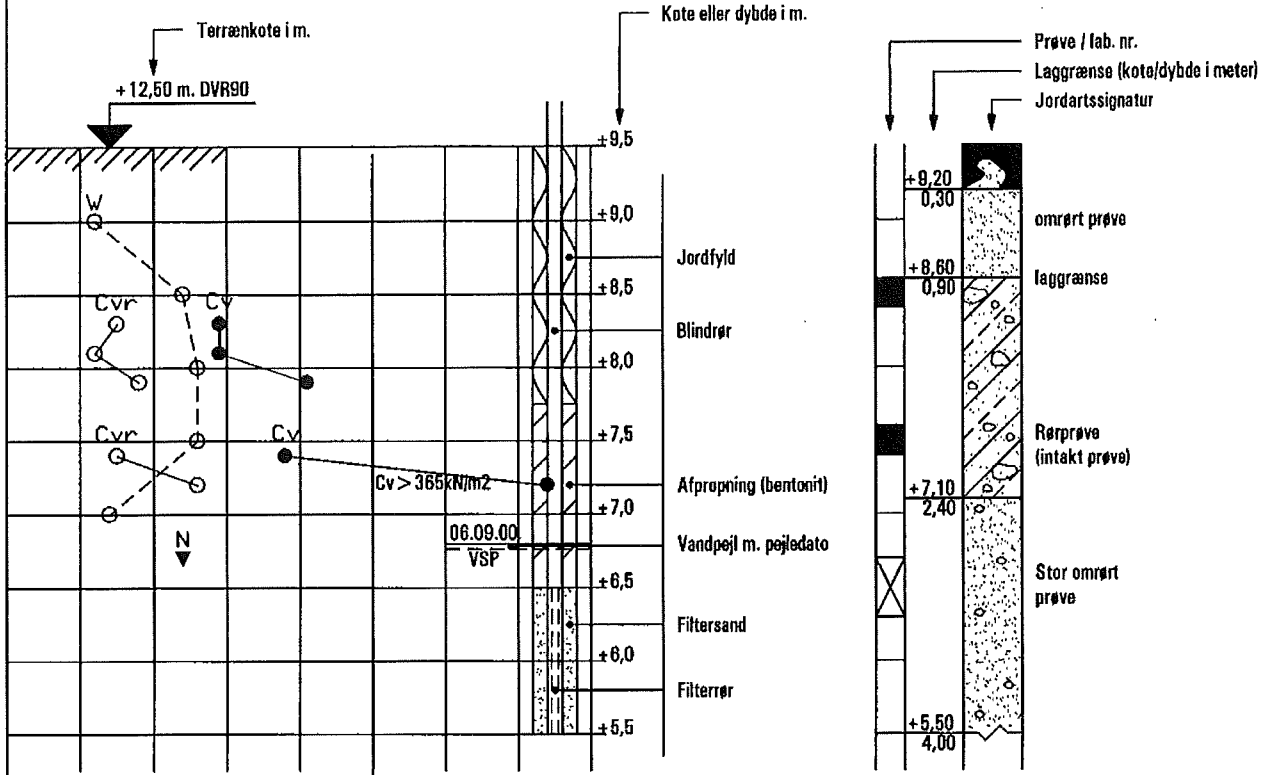
Sag : 07.3166.02 Byggemodning, Hamnerum syd.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : GB109
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071109 Bilag : 11 s. 1 / 1

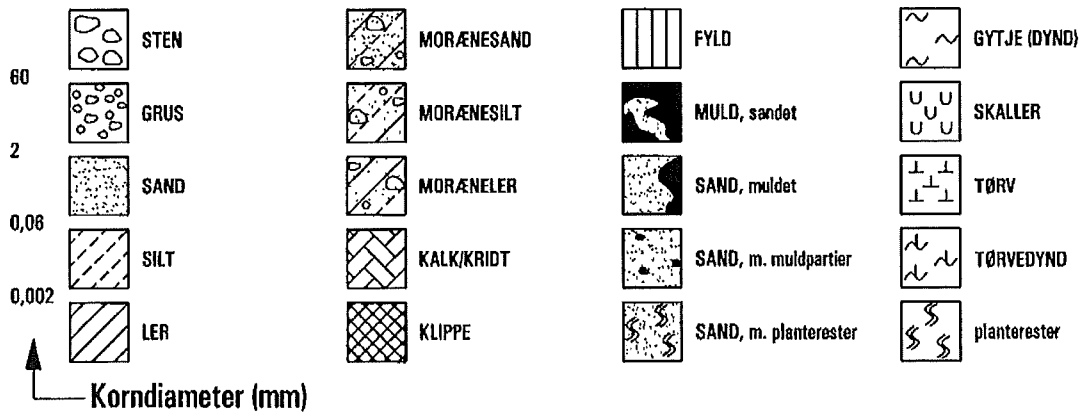
BRResultat - PSTGDK 2.0 - 09/11/2007 11:18:54

BOREPROFIL

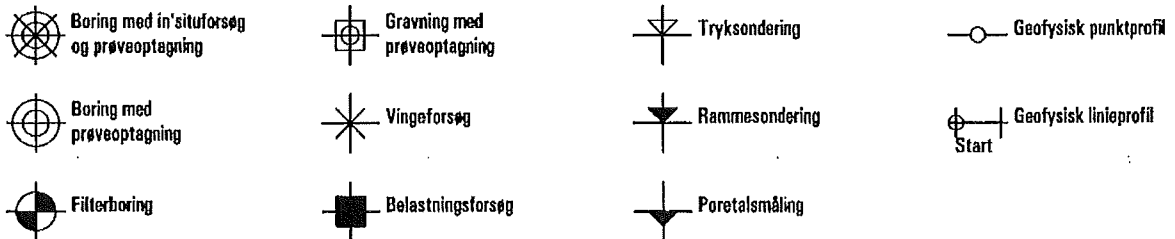
RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG



JORDARTSSIGNATURER



SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN



SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

JYSK GEOTEKNIK A/S

Sallingsundvej 4
6715 Esbjerg N.

Tlf.: 75143022
Fax: 75143023

VEND

GEOLOGISKE FORKORTELSER

DANNELSESMILJØ

| | |
|--------------|----------------|
| Br Brakvand | Sm Smeltevand |
| Fø Ferskvand | Vi Vindaflejet |
| Fl Flydejord | |
| Gl Gletscher | |
| Ma Marin | |
| Ne Nedskyl | |
| O Overjord | |
| Sk Skredjord | |

ALDER

| | | |
|-----------------|--------------|----------|
| Kv Kvartær | Te Tertiær | Kt Kridt |
| Pg Postglacial | Pi Pliocæn | Se Senon |
| Sg Senglacial | Mi Miocæn | |
| Al Allægød | Ol Oligocæn | |
| Gc Glacial | Eo Eocæn | |
| Ig Interglacial | Pl Palæocæn | |
| Is Interstadial | Sl Selandien | |
| | Da Danien | |

KORNSTØRRELSE

| |
|---------------------|
| fint Finkornet |
| Mellem Mellemkornet |
| Groft Groftkornet |

SORTERINGSGRADER

| | |
|----------------------------|---------------|
| usort. Usorteret | $U > 7$ |
| ringe sort. Ringe sorteret | $3,5 < U < 7$ |
| sort. Sorteret | $2 < U < 3,5$ |
| velsort. Velsorteret | $U < 2$ |

HÆRDNINGSGRADER

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

BIKOMponenter

| | |
|------------------------------|------------------------|
| gytjeh. Gytjeholdig(t) | plr. Planterester |
| kfr. Kalkfri | rodgn. Rodgange |
| kh. Kalkholdig(t) | rodtr. Rodtrævler |
| muldstr. Muldstriber | Skalh. Skalholdig(t) |
| Organiskh. Organiskholdig(t) | tørveh. Tørveholdig(t) |

ØVRIGE FORKORTELSER

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

DEFINITIONER

| | | |
|--------------------------|-------------------|--|
| Vandindhold (%) | w | = Vandvægten i procent af tørstofvægten |
| Flydegrænse (%) | w_L | = Vandindhold ved flydegrænsen |
| Plasticitetsgrænse (%) | w_p | = Vandindhold ved plasticitetsgrænsen |
| Plasticitetsindeks (%) | I_p | = $w_L - w_p$ |
| Rumvægt (kN/m^3) | γ | = Forholdet mellem totalvægten og totalvolumen |
| Kornrumvægt (kN/m^3) | γ | = Middelværdien af tørstoffets rumvægt |
| Poretal | e | = Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen |
| Løs/ fast lejrning | e_{max}/e_{min} | = Poretallet i løseste/fasteste standardlejrning i laboratoriet |
| Tæthedesindeks | I_D | = Relativ lejrningstæthed $(e_{max} \cdot e) / (e_{max} \cdot e_{min})$ |
| Reduceret glødetab (%) | gl | = Vægttabet ved langvarig glødning i procent af tørstofvægten (reduceret for eventuelt indhold af $CaCO_3$) |
| Kalkindhold (%) | ka | = Vægten af $CaCO_3$ i procent af tørstof |
| Vingestyrke (kN/m^2) | c_v | = Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord |
| Vingestyrke (kN/m^2) | c_{vr} | = Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg efter onvrøring (10 x 360 grader) |
| SPT-forsøg | N | = Antal slag pr. 300 mm nedsynkning ved standardpenetrationsforsøg |

HENVISNINGER

Fra boreprofiler til bilag med specielle laboratorieforsøg

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| S Kornkurve | MP Modifieret proctorforsøg | T_1 Simpelt trykforsøg | * Henvisning til rapport |
| SP Standard proctorforsøg | K Konsolideringsforsøg | T_3 Triaksialt trykforsøg | |

Beregning af forventet overlademodul - Hammerum Syd

Jysk Geoteknik A/S
 Sallingsundvej 4
 tlf 75 14 30 22
 fax 75 14 30 23

h1 := 120
 Tykkelse af belægning

h2 := 250
 Tykkelse af bærelag (stabilgrus, SGI)

h3 := 400
 Tykkelse af bundsikringslag (BS)

E1 := 3000
 E modul af belægning

E2 := 300
 E modul af bærelag

E3 := 70
 E modul af bundsikringslag

Em := 12
 E modul af bund

a := 150
 Radius i belastningscirkel

disse 2 værdier er uden betydning for værdi

kontakttryk på belægning af overlademodul

σzz0 := 0.7

$$s01 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{E_m} \cdot \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a}\right)^2}} \cdot \frac{E_m}{E1} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a}\right)^2} \cdot \frac{E_m}{E2} \dots \right]$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a}\right)^2\right)^2} \cdot \frac{E_m}{E3} \dots$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E_m}} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E_m}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a} \cdot \sqrt{\frac{E3}{E_m}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a}\right)^2\right)^2} \cdot \frac{E_m}{E_m} \dots$$

Nedsynkning af overflade belægning : s01 = 1.354

$$E0 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{s01}$$

Forventet overlademodul :

$$E0 = 116.345$$

Sag nr. 07.3166.02
 Beregningsseksempel 01

Belægninger
 Bilag nr. 13

Beregning af forventet overlademodul - Hammerum Syd

Jysk Geoteknik A/S
Sallingsundvej 4
tlf 75 14 30 22
fax 75 14 30 23

- h1 := 120 Tykkelse af belægning
h2 := 250 Tykkelse af bærelag (stabilgrus, SGI)
h3 := 0 Tykkelse af bundsikringslag (BS)
E1 := 3000 E modul af belægning
E2 := 300 E modul af bærelag
E3 := 70 E modul af bundsikringslag
Em := 30 E modul af bund
a := 150 Radius i belastningscirkel
σzz0 := 0.7 kontaktryk på belægning af overlademodul

disse 2 værdier er uden betydning for værdi

$$s01 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{E_m} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a}\right)^2}} \cdot \frac{E_m}{E1} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a}}\right)^2} \cdot \frac{E_m}{E2} \dots \right]$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E3} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left[0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a}\right)^2\right]^2} \cdot \frac{E_m}{E3} \dots \right]$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left[0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E_m} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E_m}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a} \cdot \sqrt{\frac{E3}{E_m}}\right)^2\right]^2}}$$

Nedsynkning af overflade belægning : s01 = 0.908

$$E0 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{s01}$$

Forventet overlademodul :

$$E0 = 173.528$$

Sag nr. 07.3166.02
Beregningseksempel 02

Belægninger
Bilag nr. 14

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

| Boring nr. / m.u.t. | Skål nr. | Tara g. | Skål + jord + vand g. | Skål + jord g. | Vand g. | Jord g. | W % |
|------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------|------------|------------|--------|
| GB100 / 0,5 | 536 | 4,5 | 196,2 | 159,6 | 36,6 | 155,1 | 24 |
| 1,0 | 537 | 4,5 | 277,4 | 225,2 | 52,2 | 220,7 | 24 |
| 1,5 | 538 | 4,5 | 261,8 | 204,2 | 57,6 | 199,7 | 29 |
| 2,0 | 539 | 4,5 | 307,8 | 233,2 | 74,6 | 228,7 | 33 |
| 2,5 | 540 | 4,5 | 269,1 | 217,9 | 51,2 | 213,4 | 24 |
| 3,0 | 541 | 4,5 | 266,0 | 218,3 | 47,7 | 213,8 | 22 |
| 3,5 | 542 | 4,5 | 226,7 | 188,8 | 37,9 | 184,3 | 21 |
| 4,0 | 543 | 4,5 | 192,3 | 160,5 | 31,8 | 156 | 20 |
| 4,5 | 544 | 4,5 | 199,9 | 166,9 | 33 | 162,4 | 20 |
| 5,0 | 545 | 4,5 | 213,4 | 177,6 | 35,8 | 173,1 | 21 |
| GB101 / 0,5 | 546 | 4,5 | 297,6 | 258,7 | 38,9 | 254,2 | 15 |
| 1,0 | 547 | 4,5 | 249,2 | 215,9 | 33,3 | 211,4 | 16 |
| 1,5 | 548 | 4,5 | 282,3 | 242,6 | 39,7 | 238,1 | 17 |
| 2,0 | 549 | 4,5 | 323,9 | 272,0 | 51,9 | 267,5 | 19 |
| 2,5 | 550 | 4,5 | 265,1 | 229,1 | 36 | 224,6 | 16 |
| 3,0 | 551 | 4,5 | 268,1 | 232,9 | 35,2 | 228,4 | 15 |
| 3,5 | 552 | 4,5 | 301,5 | 260,4 | 41,1 | 255,9 | 16 |
| 4,0 | 553 | 4,5 | 246,3 | 215,2 | 31,1 | 210,7 | 15 |
| 4,5 | 554 | 4,5 | 277,8 | 242,1 | 35,7 | 237,6 | 15 |
| 5,0 | 555 | 4,5 | 315,6 | 275,6 | 40 | 271,1 | 15 |
| GB102 / 0,5 | 556 | 4,5 | 245,7 | 225,1 | 20,6 | 220,6 | 9 |
| 1,0 | 557 | 4,5 | 221,2 | 198,4 | 22,8 | 193,9 | 12 |
| 1,5 | 558 | 4,5 | 320,9 | 282,1 | 38,8 | 277,6 | 14 |
| 2,0 | 559 | 4,5 | 371,4 | 322,2 | 49,2 | 317,7 | 15 |
| 2,5 | 560 | 4,5 | 251,0 | 218,4 | 32,6 | 213,9 | 15 |
| 3,0 | 561 | 4,5 | 321,9 | 279,4 | 42,5 | 274,9 | 15 |
| 3,5 | 562 | 4,5 | 339,4 | 299,6 | 39,8 | 295,1 | 13 |
| 4,0 | 563 | 4,5 | 298,0 | 258,7 | 39,3 | 254,2 | 15 |
| 4,5 | 564 | 4,5 | 300,8 | 259,2 | 41,6 | 254,7 | 16 |
| 5,0 | 565 | 4,5 | 258,8 | 222,9 | 35,9 | 218,4 | 16 |
| GB103 / 0,5 | 422 | 4,5 | 263,1 | 218,7 | 44,4 | 214,2 | 21 |
| 1,0 | 423 | 4,5 | 290,2 | 229,5 | 60,7 | 225 | 27 |
| 1,5 | 424 | 4,5 | 291,7 | 240,3 | 51,4 | 235,8 | 22 |
| 2,0 | 425 | 4,5 | 212,5 | 178,0 | 34,5 | 173,5 | 20 |
| 2,5 | 426 | 4,5 | 253,3 | 212,3 | 41 | 207,8 | 20 |
| 3,0 | 427 | 4,5 | 292,8 | 243,3 | 49,5 | 238,8 | 21 |
| 3,5 | 428 | 4,5 | 237,3 | 199,4 | 37,9 | 194,9 | 19 |
| 4,0 | 429 | 4,5 | 213,8 | 179,7 | 34,1 | 175,2 | 19 |
| 4,5 | 430 | 4,5 | 222,5 | 187,4 | 35,1 | 182,9 | 19 |
| 5,0 | 431 | 4,5 | 172,2 | 145,6 | 26,6 | 141,1 | 19 |

| | |
|----------------|---------------------------|
| Sag: | 07.3166.01. Hammerum Syd. |
| Dato: | 9. november 2007 |
| Appendiks nr.: | 1 - Side 1/3. |

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

| Boring nr. / m.u.t. | Skål nr. | Tara g. | Skål + jord + vand g. | Skål + jord g. | Vand g. | Jord g. | W % |
|------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------|------------|------------|-----------|
| GB104 / 0,5 | 432 | 4,5 | 245,0 | 218,1 | 26,9 | 213,6 | 13 |
| 1,0 | 433 | 4,5 | 228,8 | 189,3 | 39,5 | 184,8 | 21 |
| 1,5 | 434 | 4,5 | 272,8 | 225,1 | 47,7 | 220,6 | 22 |
| 2,0 | 435 | 4,5 | 304,6 | 243,9 | 60,7 | 239,4 | 25 |
| 2,5 | 436 | 4,5 | 279,4 | 234,1 | 45,3 | 229,6 | 20 |
| 3,0 | 437 | 4,5 | 296,8 | 249,5 | 47,3 | 245 | 19 |
| 3,5 | 438 | 4,5 | 248,8 | 211,7 | 37,1 | 207,2 | 18 |
| 4,0 | 439 | 4,5 | 253,9 | 217,0 | 36,9 | 212,5 | 17 |
| 4,5 | 440 | 4,5 | 222,7 | 189,5 | 33,2 | 185 | 18 |
| 5,0 | 441 | 4,5 | 286,9 | 243,7 | 43,2 | 239,2 | 18 |
| GB105 / 0,5 | 401 | 4,5 | 139,4 | 119,8 | 19,6 | 115,3 | 17 |
| 1,0 | 402 | 4,5 | 211,2 | 172,6 | 38,6 | 168,1 | 23 |
| 1,5 | 403 | 4,5 | 229,2 | 183,0 | 46,2 | 178,5 | 26 |
| 2,0 | 404 | 4,5 | 205,4 | 171,2 | 34,2 | 166,7 | 21 |
| 2,5 | 405 | 4,5 | 251,0 | 212,3 | 38,7 | 207,8 | 19 |
| 3,0 | 406 | 4,5 | 216,2 | 183,0 | 33,2 | 178,5 | 19 |
| 3,5 | 407 | 4,5 | 212,2 | 176,8 | 35,4 | 172,3 | 21 |
| 4,0 | 408 | 4,5 | 193,3 | 166,8 | 26,5 | 162,3 | 16 |
| 4,5 | 409 | 4,5 | 191,6 | 166,9 | 24,7 | 162,4 | 15 |
| 5,0 | 410 | 4,5 | 183,7 | 159,8 | 23,9 | 155,3 | 15 |
| GB106 / 0,5 | 411 | 4,5 | 203,4 | 174,1 | 29,3 | 169,6 | 17 |
| 1,0 | 412 | 4,5 | 279,6 | 225,2 | 54,4 | 220,7 | 25 |
| 1,5 | 413 | 4,5 | 236,6 | 184,6 | 52 | 180,1 | 29 |
| 2,0 | 414 | 4,5 | 212,4 | 166,7 | 45,7 | 162,2 | 28 |
| 2,5 | 415 | 4,5 | 208,9 | 170,2 | 38,7 | 165,7 | 23 |
| 3,0 | 416 | 4,5 | 213,9 | 186,6 | 27,3 | 182,1 | 15 |
| 3,5 | 417 | 4,5 | 154,5 | 135,4 | 19,1 | 130,9 | 15 |
| 4,0 | 418 | 4,5 | 281,8 | 248,6 | 33,2 | 244,1 | 14 |
| 4,5 | 419 | 4,5 | 269,8 | 234,4 | 35,4 | 229,9 | 15 |
| 5,0 | 420 | 4,5 | 265,9 | 229,7 | 36,2 | 225,2 | 16 |
| GB107 / 0,5 | 421 | 4,5 | 172,3 | 146,7 | 25,6 | 142,2 | 18 |
| 1,0 | 422 | 4,5 | 248,8 | 212,2 | 36,6 | 207,7 | 18 |
| 1,5 | 423 | 4,5 | 258,8 | 211,3 | 47,5 | 206,8 | 23 |
| 2,0 | 424 | 4,5 | 215,0 | 178,1 | 36,9 | 173,6 | 21 |
| 2,5 | 425 | 4,5 | 264,0 | 225,9 | 38,1 | 221,4 | 17 |
| 3,0 | 426 | 4,5 | 204,9 | 176,9 | 28 | 172,4 | 16 |
| 3,5 | 427 | 4,5 | 206,2 | 176,2 | 30 | 171,7 | 17 |
| 4,0 | 428 | 4,5 | 182,5 | 156,2 | 26,3 | 151,7 | 17 |
| 4,5 | 429 | 4,5 | 239,4 | 204,5 | 34,9 | 200 | 17 |
| 5,0 | 430 | 4,5 | 222,5 | 191,0 | 31,5 | 186,5 | 17 |

| | |
|----------------|--|
| Sag: | 07.3166.01. Prospektering, Hammerum Syd. |
| Dato: | 9. november 2007 |
| Appendiks nr.: | 1 - Side 2/3. |

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

| Boring nr. / m.u.t. | Skål nr. | Tara g. | Skål + jord + vand g. | Skål + jord g. | Vand g. | Jord g. | W % |
|------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------|------------|------------|--------|
| GB108 / 0,5 | 431 | 4,5 | 201,7 | 171,8 | 29,9 | 167,3 | 18 |
| 1,0 | 432 | 4,5 | 256,8 | 209,5 | 47,3 | 205 | 23 |
| 1,5 | 433 | 4,5 | 234,5 | 187,2 | 47,3 | 182,7 | 26 |
| 2,0 | 434 | 4,5 | 262,4 | 219,4 | 43 | 214,9 | 20 |
| 2,5 | 435 | 4,5 | 229,6 | 196,3 | 33,3 | 191,8 | 17 |
| 3,0 | 436 | 4,5 | 224,8 | 195,5 | 29,3 | 191 | 15 |
| 3,5 | 437 | 4,5 | 267,7 | 227,0 | 40,7 | 222,5 | 18 |
| 4,0 | 438 | 4,5 | 303,5 | 258,5 | 45 | 254 | 18 |
| 4,5 | 439 | 4,5 | 196,2 | 170,5 | 25,7 | 166 | 15 |
| 5,0 | 440 | 4,5 | 180,9 | 155,0 | 25,9 | 150,5 | 17 |
| GB109 / 0,5 | 441 | 4,5 | 187,5 | 152,3 | 35,2 | 147,8 | 24 |
| 1,0 | 442 | 4,5 | 223,6 | 187,2 | 36,4 | 182,7 | 20 |
| 1,5 | 443 | 4,5 | 199,6 | 157,8 | 41,8 | 153,3 | 27 |
| 2,0 | 444 | 4,5 | 208,8 | 158,1 | 50,7 | 153,6 | 33 |
| 2,5 | 445 | 4,5 | 186,0 | 139,1 | 46,9 | 134,6 | 35 |
| 3,0 | 446 | 4,5 | 182,8 | 162,3 | 20,5 | 157,8 | 13 |
| 3,5 | 447 | 4,5 | 272,3 | 241,5 | 30,8 | 237 | 13 |
| 4,0 | 448 | 4,5 | 293,7 | 258,1 | 35,6 | 253,6 | 14 |
| 4,5 | 473 | 4,5 | 259,5 | 227,4 | 32,1 | 222,9 | 14 |
| 5,0 | 474 | 4,5 | 247,0 | 217,5 | 29,5 | 213 | 14 |

| | |
|----------------|--|
| Sag: | 07.3166.01. Prospektering, Hammerum Syd. |
| Dato: | 9. november 2007 |
| Appendiks-nr.: | 1 - Side 3/3. |

Problemer ved fede lerarter

En fed ler er en jordart, som har et højt indhold af meget finkornede mineraler, der betinger, at leret optræder med stor plasticitet (formbarhed). Dette er især tilfældet for de tertiære lerarter, men også for glacialt eller senglacialt smeltevandsler. Som regel vil de i naturlig tilstand optræde med et vandindhold større end 25–30 pct.

Fundering på fedt ler

Fundering på denne lertype frembyder det særlige problem, at lerets volumen ændrer sig stærkt med vandindholdet. Således mindsker leret sit volumen meget ved udtørring om sommeren og forøger det tilsvarende, når vand igen tilføres om vinteren. Disse volumenændringer kan give anledning til fundamentsbevægelser, fortrinsvis i lodret retning, men også i vandret.

Skærpet funderingsklasse

Erfaringerne fra de meget tørre somre i 1975, 1976 og i flere tilfælde i tiåret 1983–93 samt fra placering af stærkt vandforbrugende (løvfældende) træer tæt ved bygninger har vist, at der er meget alvorlige problemer forbundet med disse funderinger.

Det er på denne baggrund naturligt, at funderingsnormen, se nærværende anvisnings side 25, stiller krav om behandling i skærpet funderingsklasse, når en fundering skal gennemføres på de fede lerarter af tertiær alder.

Funderingsdybden øges

Ændringerne i lerets vandindhold må begrænses mest muligt. Som vist på figur 34 sker dette for små huse uden kældre ved at forøge funderingsdybden til 1,2–1,5 m under fremtidigt terræn (for fedt henholdsvis meget fedt ler). Hvis der er løvfældende bevoksning i nærheden, skal den udtørringssikre funderingsdybde (z) beregnes, se nedenfor. Uanset at der i gulvkonstruktionen oftest indgår en fugtspærre, anses det endvidere for sikrest direkte at afdække leroverfladen under gulvet med damptæt folie. Omkring huset placeres et omfangsdræn ved underkant af fundament. Dog skal de nederste ca. 0,3 m af fundamentet støbes direkte mod intakt jord, som vist på figur 34. Dertil forstærkes fundamentet med armering som beskrevet på side 96 i fundamentets over- og underside. Hvor forholdene er særligt vanskelige, suppleres med et forstærket betongulv, se side 97 og figur 31. Endelig begrænses beplantningen med løvfældende træer og buske, således at mindste afstand til bygningen bliver 1,5 gange væksternes højde. Denne begrænsning, der skal være fremtidssikret, er uhyre vigtig, idet risikoen for skader ellers forøges drastisk.

Fugtspærre

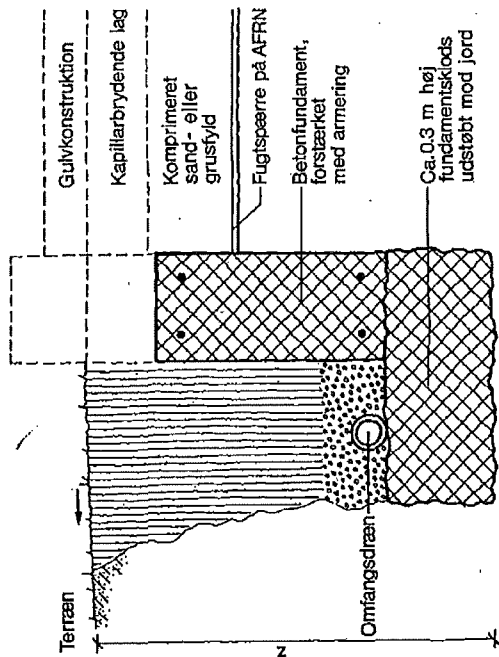
Hvis det ikke er muligt at begrænse bevoksningen som anført, fx fordi den befinder sig hos en nabo, må funderingsmuligheder undersøges nøjere. Hertil kræves som minimum, at lerets såkaldte plasticitetsindeks I_p er fastlagt ved de geotekniske undersøgelser. Indekset, hvis enhed er procent, kan variere fra 4–7 pct. for de magreste lertyper til over 100 pct. for meget fedt ler. Ved jordartsbedømmelser til brug for geotekniske undersøgelser benyttes betegnelsen:

Omfangsdræn

»Ret fedt ler« for 10 pct. $< I_p \leq 25$ pct.
»Fedt ler« for 25 pct. $< I_p \leq 50$ pct.
»Meget fedt ler« for $I_p > 50$ pct.

Begrænset beplantning

Med ovennævnte begrænsning af beplantningen viser erfaringerne, at modifikationer i funderingen som vist på figur 34 kun er påkrævede for fedt og meget fedt ler som anvist i



Figur 34. Ved fundering på fede lerarter skal funderingsdybden z mindst være 1,2–1,5 m, hvis der ikke findes løvfældende bevoksning inden for en afstand af 1,5 gange væksternes højde. Hvis der findes - eller senere kan komme - bevoksning inden for fjernævnte afstand skal plasticitetsindeks I_p findes ved laboratorieforsøg, og z skal beregnes. Endvidere bør man søge at begrænse ændringerne af jordens vandindhold mest muligt, og fundamnet skal forstærkes ved armering. Fundering på fede lerarter betyder altid projektering i skærpet funderingsklasse.

Plasticitetsindeks

funderingsnormen. Med bevoksning inden for den angivne begrænsning rykker skaderisikoen imidlertid ned i det ret fede ler, idet der i tiåret 1983-93 er observeret en del skader for I_p helt ned til 15 pct. Sidstnævnte er der ikke taget højde for i funderingsnormen, der udkom i begyndelsen af tiåret (1984).

En nøjere vurdering af den udtørringssikre funderingsdybde med beplantning nær bygningen kræver kendskab til lerets plasticitetindeks I_p , de involverede træsorter, disses afstande til bygningen og deres højder. Hertil kommer nogle p.t. ikke helt klare parametre.

Der kan opstilles et forenklet udtryk til bestemmelse af den udtørringssikre funderingsdybde, der kun indeholder de tre vigtigste af parametrene. For de øvrige - fx træsortens - vedkommende er det på den sikre side:

$$z = 0,9 + (4,8 - 2,7 \alpha/h) (I_p - 15) / I_p \quad \text{for } \alpha/h \leq 1,5$$

hvor

z (m) = Udtørringssikker funderingsdybde under færdigt terræn.

x (m) = Afstanden fra bygningen til nærmeste løvfældende bevoksning (nuværende og kommende).

h (m) = Højden af den løvfældende bevoksning (nuværende og kommende).

I_p (pct.) = Lerets plasticitetsindeks. Formlen gælder ikke for $I_p < 15$ pct.

Et 10 m højt løvfældende træ 10 m fra en bygning ($\alpha/h = 10/10 = 1,0$) betyder således, hvis I_p eksempelvis er 50 pct., at udtørringssikker funderingsdybde bliver $z \sim 2,4$ m. For endnu højere I_p -værdier og mindre α/h -forhold kan z ifølge formelen blive meget stor, nemlig op mod 5 m, hvilket ifølge erfaringerne også kan være relevant i meget ekstreme tilfælde. Hvis der findes meget store funderingsdybder, bør det først af sagkyndige undersøges, om der foreligger en situation, hvor det forenkledede udtryk er for meget på den sikre side, når alle parametre inddrages. Giver dette ikke tilstrækkelig reduktion i z , må der vælges alternative funderingsformer fx fundering på borede fundamenter eller pæle. Der skal for disse funderingsformer tages højde for, at jorden fra terræn ned til dybden z undergår årstidsbetingede bevægelser i både lodret og vandret retning, dvs. projekteringen er en udpræget ekspertopgave.

Huse med kældre

Fundering på fedt ler af huse med kældre bør overlades til sagkyndige, bl.a. på baggrund af en betydelig risiko for løftning af kældergulvet på grund af det fede lers udkvældning som følge af aflastning ved udgravningen for kælder.

Fundering på sandpude

Hvis OSBL findes 2-3 m u.t. kan en udskiftning af de svage eller sætninggivende aflejringer med egnet fyld efterfulgt af en normal direkte fundering på den indskiftede fyld være et økonomisk alternativ til de traditionelle løsninger, fx borede fundamenter.

Opfyldningshøjder over 0,6 m kan ikke behandles i lempet funderingsklasse, og det betyder, at sandpudefunderinger i praksis må henføres til normal funderingsklasse.

Hvis udskiftningen føres til OSBL kan der gennemføres sædvanlig direkte fundering i frostsikker dybde på den nye fyld. Gulvkonstruktionen udlægges direkte på fylden.

Fundamenter og gulve skal ikke armeres på grund af udskiftningen. Af hensyn til randfundamenternes stabilitet skal sandpuden have et banket uden for byggefeltet. Udskiftningens omfang uden for bygningens begrænsning bestemmes således af flader, der udgår fra kant af fundament med anlæg mindst 1,5 (hældning med vandret højst 34°) på samme måde som for pladefunderingen i figur 32.

I visse tilfælde kan det overvejes kun at udskifte til AFRN, og ilægge revnefordelende armering i fundamenterne. Det kræver i givet fald en nøjere vurdering af underlagets bæreevne- og sætningsforhold.

En sandpude, der skal bære et bygværk, kan kun udlægges og komprimeres forsvarligt i en tør udgravning. Hvis der er grundvandsproblemer må løsningen af disse altså indgå i overvejelserne, se side 120.

Som fyld til benyttes normalt sand eller grus med samme karakteristika som beskrevet for gulve, se side 89. Komprimeringskravet vil være en relativ lejringsstæthed I_D med en middelværdi på mindst 0,70 og med en mindsteværdi på 0,60 (eller tilsvarende i procent af SP). Det skal tilføjes, at et groft og usorteret materiale giver det letteste komprimeringsarbejde og de bedste egenskaber. Et fyldmateriale, der opfylder kravene til bundsikringsgrus i normen for sand-, grus- og sten-

Træer nær huse på ler

Rambøll
Att.: Klaus Bundgaard Mortensen
Poulsgade 8
7400 Herning

Dato: 9. august 2007
Sag nr.: 07.M0446.01

Side: 1/4

Geoteknisk notat

Sag

Hammerum Syd.

Indledende jordbundsundersøgelse for etablering af regnvandsbassiner, kloakering og vejkasse. Endelige lægningsdybder for kloakeringen foreligger endnu ikke, men der påregnes en lægningsdybde op til 4 meter under terræn.

Formål

Formålet med undersøgelsen er at belyse jordbunds- og grundvandsforholdene i forbindelse med jordarbejder relateret til ovenstående anlægsarbejder.

Markarbejder

Der er den 26. juni 2007 udført 3 geotekniske undersøgelsesboringer (6" tør). Boringerne er udført til 2,5 a' 5 meter under terræn med prøveudtagning pr. halve meter (samt i mellemliggende afvigende jordlag).

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, - bilag nr. 1.

Boringer er afsat og nivelleret af Rambøll.

Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

I forbindelse med markarbejdets udførelse er der udført in'situforsøg i form af vingeforsøg (HVA) for bestemmelse af aflejringeres styrkeegenskaber.

Jordbundsforhold

Området er beliggende på et morænelandskab dannet under sidste istid.

Boring B1:

Øverst er der konstateret et 0,2 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 0,8 m.u.t. konstateret et postglacialt ferskvandsafsat og humusholdigt sandlag. Sandlaget er i niveauet 0,8 – ca. 1,3 m.u.t. underlejret af et stærkt sandet lerlag. Nederst, ca. 1,3 – 4 m.u.t. (endte boreddybde) er der truffet mellemkornet sand med et varierende lerindhold.

Boring B7:

Øverst er der konstateret et 0,4 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 0,8 m.u.t. konstateret et flydejordpræget lerlag. Nederst, 0,8 – 5,0 m.u.t. (endte boreddybde) er der truffet moræneler.

Boring B9:

Øverst er der konstateret et 0,2 meter tykt muldlag. I niveauet 0,2 – 0,4 m.u.t. er der konstateret et sandlag. Herunder er der primært konstateret ler- og moræneler til endte boreddybde (2,5 m.u.t.) dog er der i niveauet 0,9 m.u.t. truffet en ca. 5 cm tyk sandstribе.

For en detaljeret beskrivelse af påtrufne jordarter henvises der til de optegnede boreprofiler, - bilag nr. 2 - 4.

Vandspejlsforhold

Efter endt borearbejde er der ved pejling af grundvandsspejlet konstateret et frit vandspejl i følgende niveauer:

| Boring nr.: | Terrænkote meter DVR90 | Vandspejlsniveau m. under terræn | Vandspejlskote meter DVR90 |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| B1 | +49,3 | 2,7 | +46,6 |
| B7 | +52,0 | 2,5 | +49,5 |
| B9 | +51,3 | 2,5 / TØR | +48,8 / TØR |

Bemærk at sekundære vandspejl med konstaterede leraflejninger kan opstå i nedbørsperioder. Eventuelle sekundære vandspejl vurderes, grundet leraflejningerne, ikke for stabiliseret forud for den udførte pejling. Kontrolpejling bør ubetinget udføres forud for anlægsarbejder.

Udgravnings-/anlægsforhold

Funderingsklasse:

Projektet vurderes hjemmørende i Normal funderingsklasse (bemærk hensynstagen til eksisterende konstruktioner).

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af anlægsarbejdet er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises. – Naboer skal som minimum skriftligt varskes 14 dage forud (vi anbefaler dog 2 måneder).

- Forhold til eksisterende (blivende) konstruktioner skal overholdes (jævnfør Norm for fundering DS 415 (4.1), afsnit 6.2.4 samt anneks A).

Fremtidig vej:

Det vurderes, at konstaterede aflejninger på delarealer må karakteriseres som betinget frostfarlige og at samlet overbygning af hensyn til risiko for opfrysning, bør projekteres til minimum 0,7 meter (dvs. underside bundsikring som minimum projekteres til 0,7 meter under overside asfalt).

Overflademodulet i råjordsplenium vil variere afhængigt af udgravningsniveauet for vej-kassen.

Det vurderes på baggrund af udførte vingeforsøg at overflademodulet (afhængigt af udgravningsniveau) i konstaterede leraflejninger vil variere mellem 12 – 20 MPa.

Som overslag til bestemmelse af overflademodulet i råjordsplenium kan følgende formel anvendes:

$$K = (4000 / w) * C_u \quad (\text{for } w \text{ i procent}).$$

(Eksempelvis medfører en vingestykke på 60 kN/m² og et vandindhold på 20 % et Konsolideringsmodul $K \approx 12$ MPa).

På delarealer med sand antages konsolideringsmodul ≥ 12 MPa, - hvorfor en samlet dimensionering af vej-kassen vurderes at kunne tage udgangspunkt i et overflademodul på 12 MPa.

Med eksempelvis en overbygning på 12 cm asfalt (GAB II), 25 cm stabilgrus og 40 cm bundsikringssand, - jævnfør vedlagte beregningseksempel nr. 1, (vedlagt som bilag nr. 6 - skal betragtes som et overslag uden kendskab til forventet trafikintensitet), ved E_m råjord = 12 MPa forventes E_0 belægning ≈ 116 MPa.

Råjordens overflademodul bør (skal) efterkontrolleres ved udførelsen af pladebelastningsforsøg (alternativt/ - eller i kombination med faldlodsmålinger (minifaldlod) og vingeforsøg).

Udgravnings-/anlægsforhold (fortsat)

Regnvandsbassiner og kloakering:

Såvel primær som sekundær grundvandssænkning må påregnes på delarealer. Ledningsføring og lægningsdybder for kloakeringen foreligger endnu ikke, - men der påregnes lægningsdybder op til 4 meter under eksisterende terræn.

Med planlagte gravedybder anses det påkrævet, for undersøgelse/-sikring mod grundbrud ved ugunstigt vandtryk på eventuelle tynde lerlag, at der udføres supplerende boringer til større dybde når detailprojektet foreligger. Jævnfør SBI-anvisning nr. 181, side 120 – 121 er det nødvendigt at kende bundforholdene til mindst ca. det dobbelte af den dybde, hvortil udgravningen skal føres under det oprindelige grundvandsspejlsniveau. – Eksempel: med et frit grundvandsspejl i niveaue 2,5 m.u.t. og en gravedybde til 4 m.u.t. (dvs. en udgravning til 1,5 meter under oprindeligt grundvandsspejl) vil den mindste dybde hvortil bundforholdene bør kendes være 5,5 meter under terræn (4 meter + 1,5 meter).

Nødvendig midlertidig vandsænkning vurderes hensigtsmæssigt at kunne udføres ved hjælp af sugespidsanlæg på delarealer med sand. For minimering af vandmængden anbefales en kontinuerlig flytning af anlæg i takt med udgravningsarbejder.

- Delstrækning med vekslende aflejringer bestående af sand, sandet ler/- og moræneler vurderes vandsænkning hensigtsmæssigt at kunne pågå ved direkte lænsning kombineret med sugespids, - hvor den direkte lænsning i praksis udføres med afvandingsrender ført til pumpepumpe med afløb, - medens sugespidsene, dels for funktionsduelighed – dels for sikring mod materialetransport, anbefales udført foret med filtersand.
(- Kan eventuelt kombineres med nedpløjning af dræn (i filterkasse) der tilsluttes vacumpumpe).

Opdrift: på delarealer vil det givetvis være påkrævet at sikre kloakeringskonstruktioner (ledninger, pumpebrønde, etc.) mod opdrift (jævnfør/- i henhold til DS 436 norm for dræning, DS415 norm for fundering.

Ved tilfyldning / opfyldning med friktionsjord i kohæsive aflejringer i ledningsrender anbefaler vi tillige, af hensyn til risiko for afdræning/-materialevandring af tilstødende kohæsionsjord, at der udføres "skot" / barriere af kohæsionsjord i henhold til DS430 - afsnit 5.2.2. og DS437 afsnit 5.2.1.

Vurderet minimum skråningsanlæg for den midlertidige udgravning i forbindelse med kloakering (ved udgravning af kortere varighed dvs. højst ½ - 1 måned):

Gravedybde indtil 1,5 meter:

Friktionsjord a = 0,5

Kohæsionsjord a = 0,7

Gravedybde indtil 2,5 meter:

Friktionsjord a = 1,0

Kohæsionsjord a = 0,7

Gravedybde indtil 4 meter:

Friktionsjord a = 1,0

Kohæsionsjord a = 0,8

Supplerende undersøgelser

Bemærk at byggelovens §12 stk. 1 – 4 skal overholdes.

- Det tilrådes at besigtige alle omkringliggende konstruktioner inden anlægsarbejdet begyndes.

Kvalitetssikring af opfyldning/- og bærelag:

Tilført bundsikringsmateriale bør være bundsikringsgrus/-sand som opfylder betingelserne i DS 401 samt et uensformighedstal $U_{60/10} > 3$.

Tilført stabilgrus bør som minimum opfylde betingelserne i DS 401 for en stabilgrus kvalitet 2 som bør udbygges med et tillægskrav om at samtlige fraktioner skal indeholde knust eller delvist knuste partikler.

- I den del af materialet, der er større end 4 mm, skal mindst 30% af kornene have en eller flere brudflader.

Grus/-sandopfyldninger opbygges i lag a' 20 – 30 centimeter og sikres komprimeret til en komprimeringsgrad som beskrevet i nedenstående tabel.

Anbefalede komprimeringskrav for Stabilt grus (SG), Bundsikring (BS) og genindbygget råjord (GR):

| Indhold af partikler over 16 mm mm % | Kontrolregel ved Gennemsnit/mindsteværdi | | | | Kontrol ved statistisk bedømmelse | |
|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| | St. proctor* | | Vibration | | St. Proctor* | Vibration |
| | Gnm. % | Min. % | Gnm. % | Min. % | K % | K % |
| GR < 10 | > 100 | 97 | > 95 | 92 | 97 | 92 |
| BS | | | > 95 | 92 | | 92 |
| SG | | | > 95 | 92 | | 92 |

*Uden korrektion for indhold af partikler over 16 mm.

- Standard Proctor bør (må) kun anvendes ved genindbygget råjord bestående af kohæsionsjord (silt og ler) med et indhold mindre end 10% af partikler over 16 mm.
- Som reference ved tilført friktionsmateriale (sand/- og grus og genindbygget sand) bør (skal) der anvendes vibrationsindstampning.

Markdensitet kun isotopsonde.

Der bør mindst udføres 5 isotopmålinger pr. 500 m³ indbygget grus/-sandfyld.

De optagne jordprøver bortkastes, såfremt intet andet aftales, 1 måned fra dags dato.

Skulle der være spørgsmål eller uoplyste punkter vil vi fortsat være til rådighed.

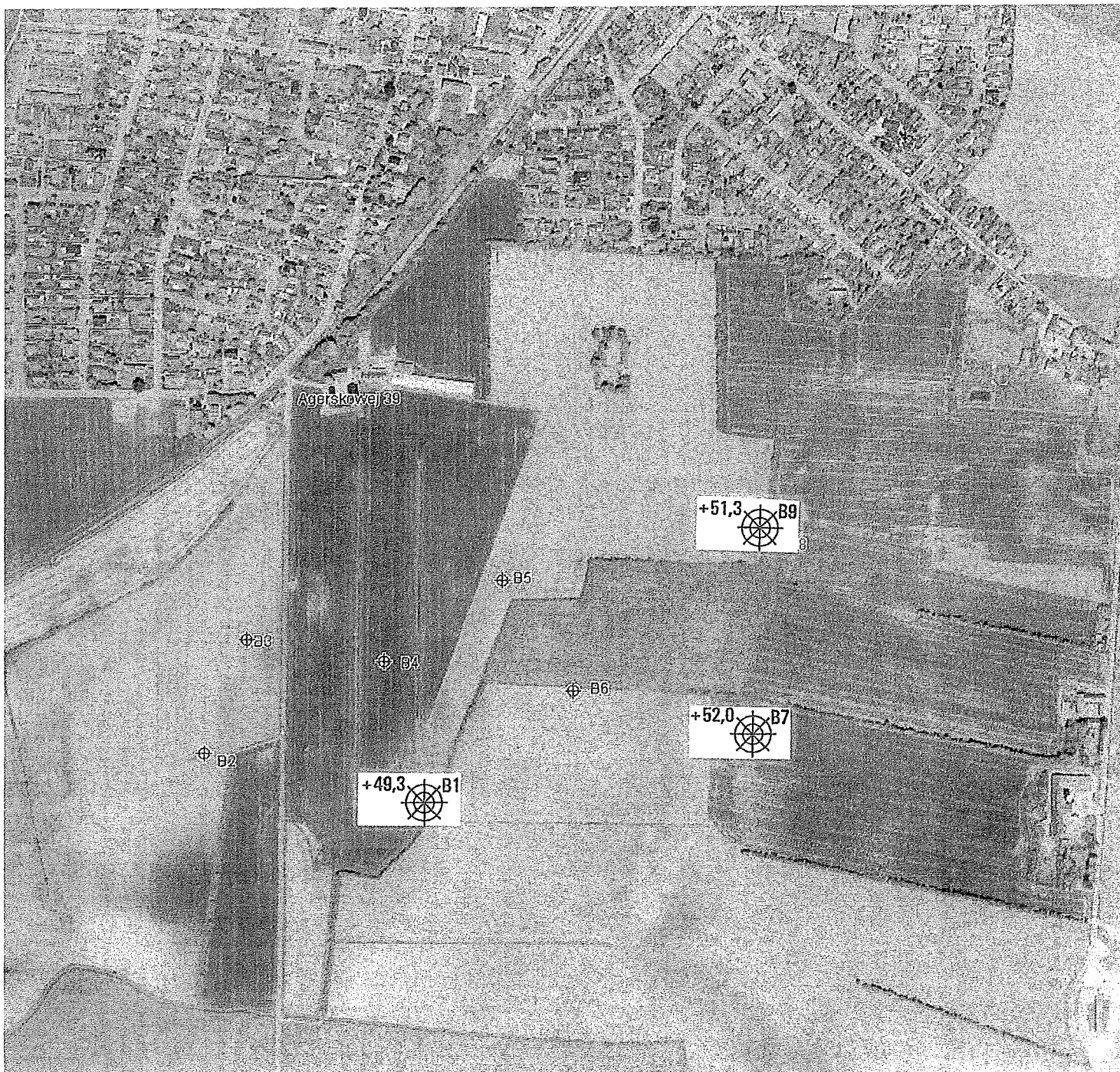
Med venlig hilsen
Jysk Geoteknik A/S


Hans Henrik Hansen
Sagsingeniør


Niels Christensen
Kvalitetssikring

Vedlagt:

- Bilag 1 Situationsplan
- Bilag 2 - 4 Boreprofiler
- Bilag 5 Signaturforklaring
- Bilag 6 Beregningseksempel nr. 1
- Appendiks 1.....Vandindholdsbestemmelser



NOTER:


Mål: Ikke målfast


Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

Koordinater i system 34J fremgår af vedlagte boreprofiler.

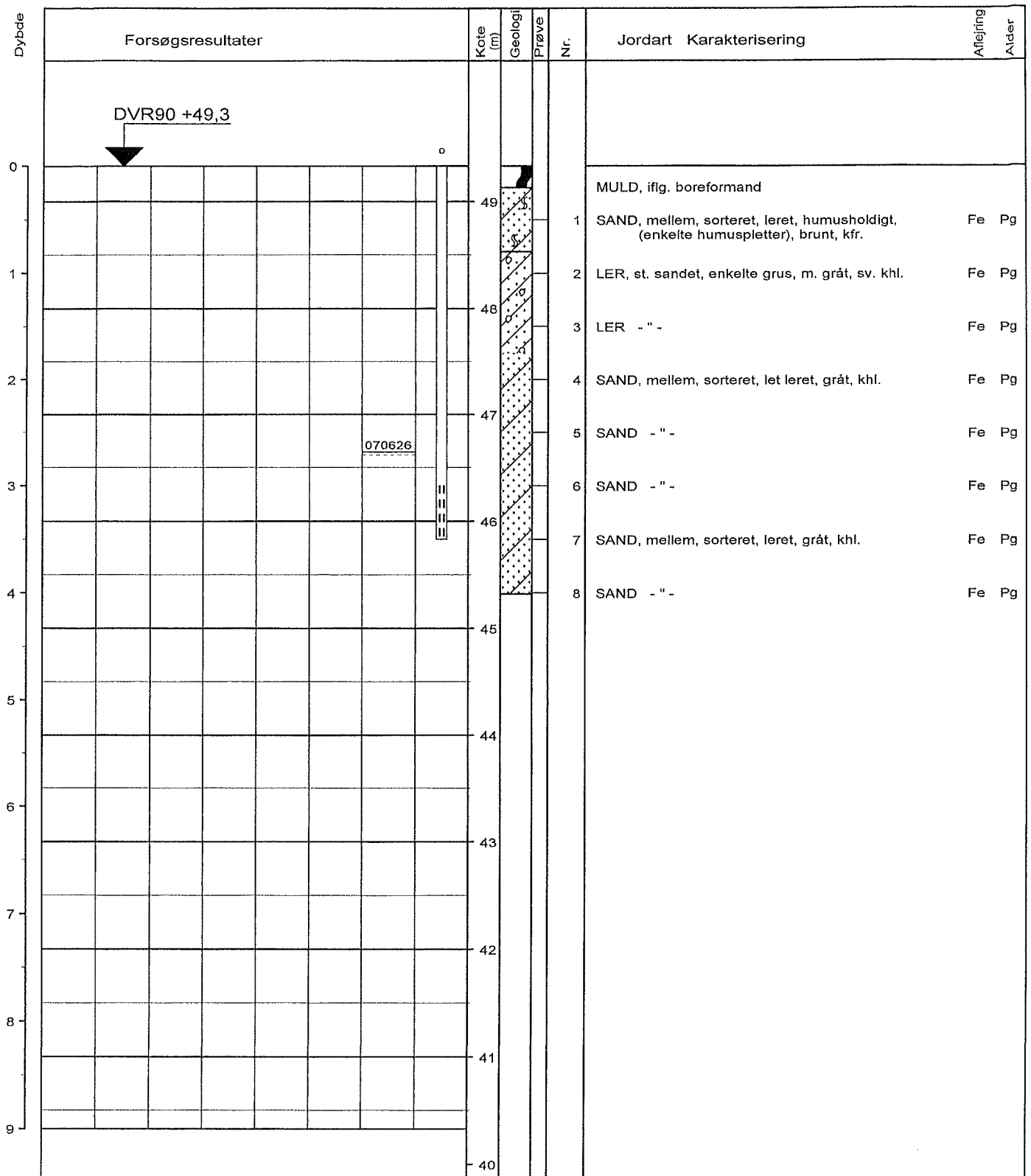
Boringerne er afsat og nivelleret af Rambøll (Herning).

SIGNATURER:

Geoteknisk boring:  Boring nr.

Terrænkote: 

| | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Sag: 07.M0446.01. Kølkærvej, Hammerum Syd, 7400 Herning. | | | | |
| Boring: B1, B7 og B9 | Boret af: TM / JA | Dato: 26.06.2007 | | |
| Udarb. af: HH | Kontrol: NC | Godkendt: NC | Dato: 07.08.2007 | Bilag: 1 Side: 1/1. |
| JYSK GEOTEKNIK A/S | Lillebæltsvej 91B 6715 Esbjerg N. | Tlf.: 75143022 Fax: 75143023 | SITUATIONSPLAN | |



070626

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291730668 (m) Y : 188924879 (m) Plan : S34J

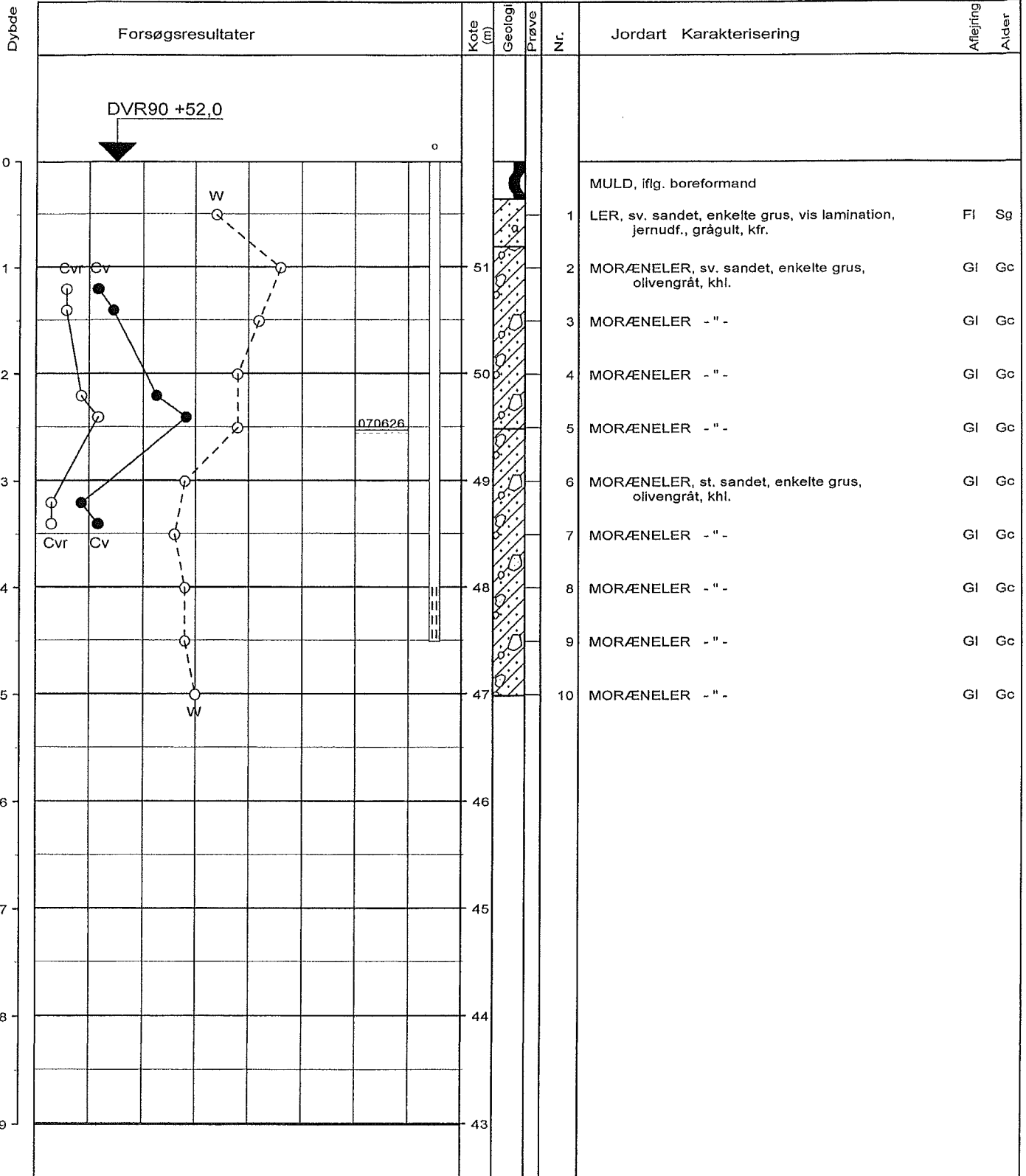
Sag : 07.M0446.01 Kølkærvej, Hammerum Syd, 7400 Herning.

Strækning : Boret af : JGA/S TM/JA Dato : 20070626 DGU-nr.: Boring : B1
 Udarb. af : JFC/KB Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20070809 Bilag : 2 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil

BRRegister - PST/GDK 2.0 - 09/09/2007 08:40:56

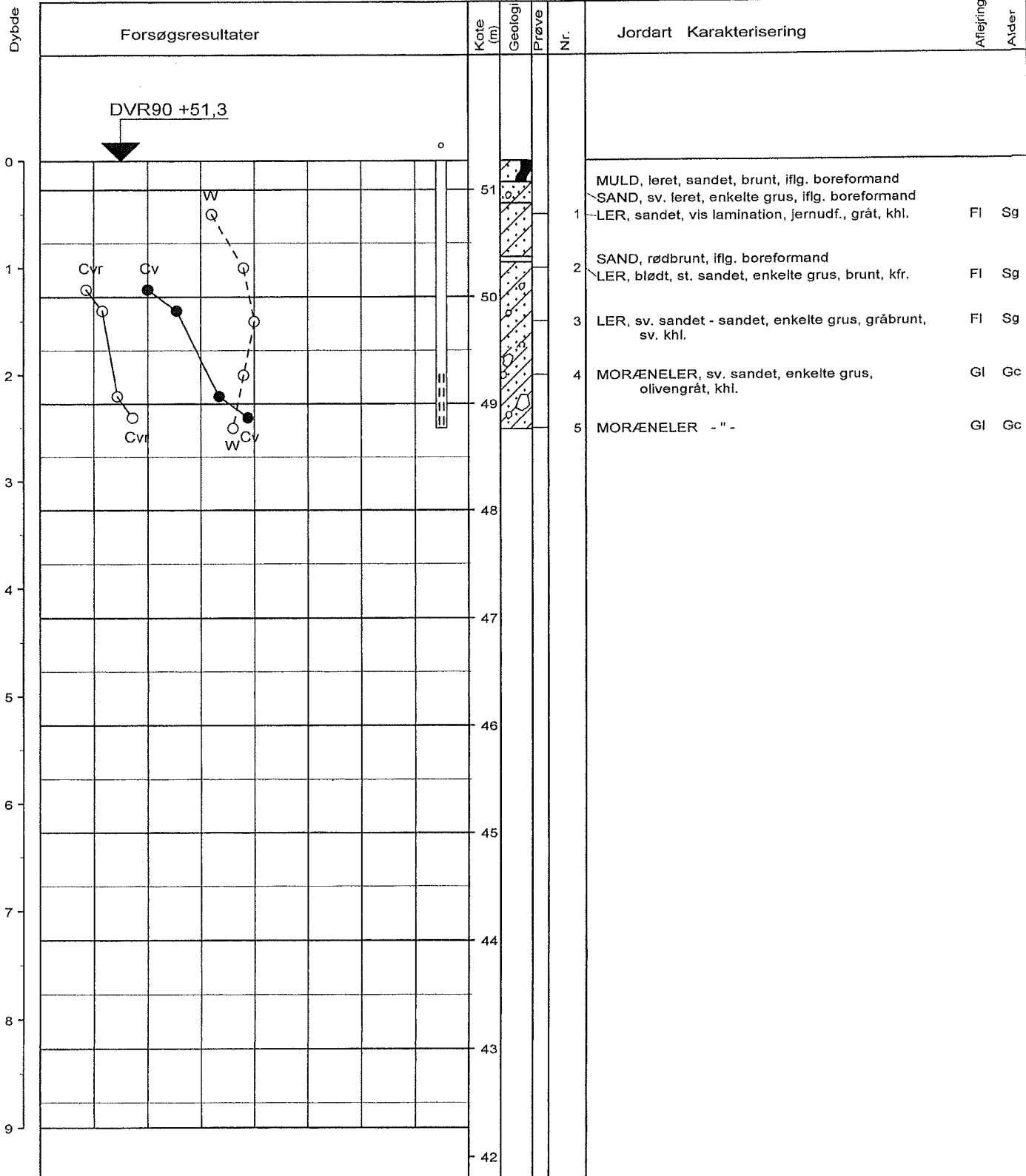


| ○ | 10 | 20 | 30 | W (%) |
|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| ● ○ | 100 | 200 | 300 | Cv, Cvr (kN/m²) |

Boremethode : Tør rotationsboring med foring og snegl
 X : -291322206 (m) Y : 189008784 (m) Plan : S34J

Sag : 07.M0446.01 Kølkærvej, Hammerum Syd, 7400 Herning.

Strækning : Boret af : JGA/S TM/JA Dato : 20070626 DGU-nr.: Boring : B7
 Udarb. af : JFC/KB Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20070809 Bilag : 3 s. 1 / 1



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

Boremethode : Håndboring
 X : -291308395 (m) Y : 189267765 (m) Plan : S34J

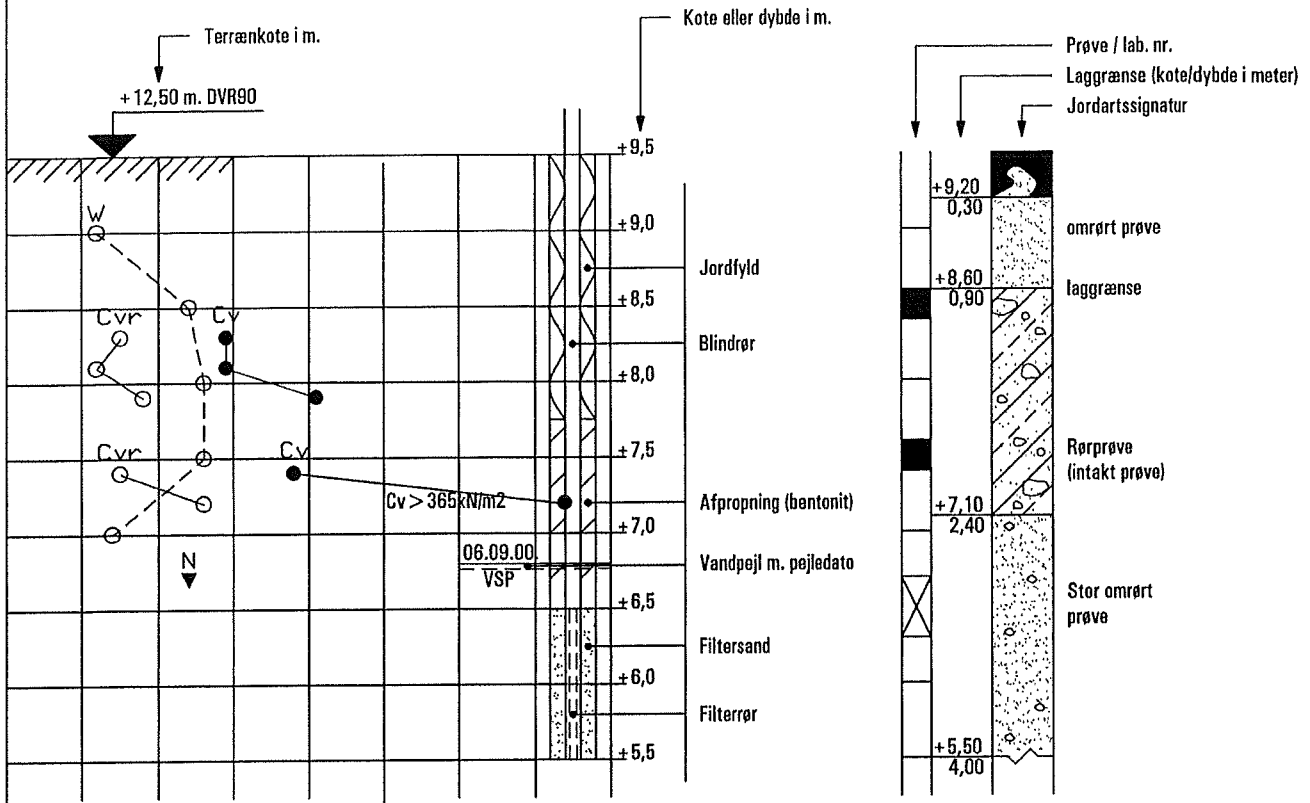
Sag : 07.M0446.01 Kølkærvej, Hammerum Syd, 7400 Herning.

Strækning : Boret af : JGA/S TM/JA Dato : 20070626 DGU-nr.: Boring : B9
 Udarb. af : JFC/KB Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20070809 Bilag : 5 s. 1 / 1

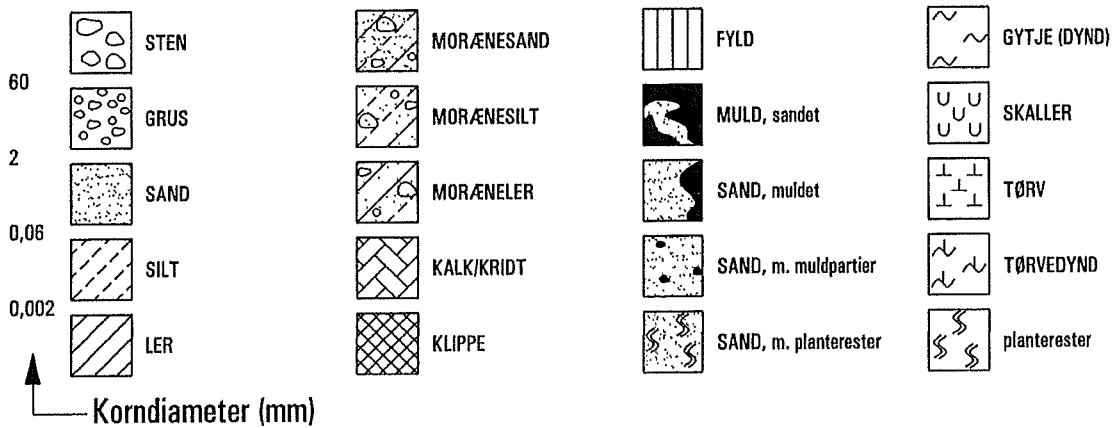
BRRegister - PST/GDK 2.0 - 09/06/2007 08:41:59

BOREPROFIL

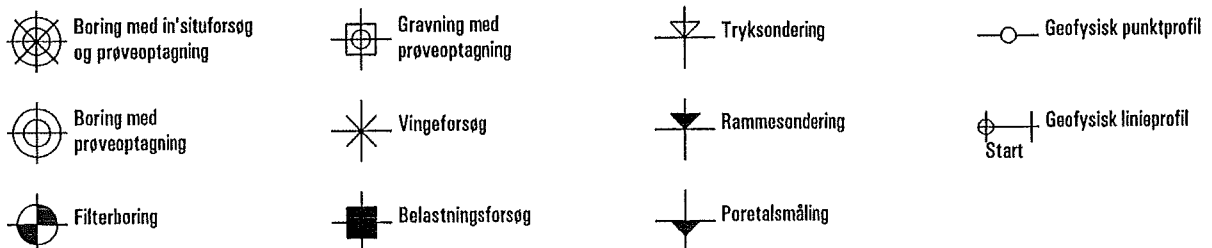
RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG



JORDARTSSIGNATURER



SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN



SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

JYSK GEOTEKNIK A/S

Lillebæltsvej 91B
6715 Esbjerg N.

Tlf.: 75143022
Fax: 75143023

VEND

Beregning af forventet overflademodul - Hammerum syd

Jysk Geoteknik A/S
Sallingsundvej 4
tlf 75 14 30 22
fax 75 14 30 23

- h1 := 120 Tykkelse af belægning
h2 := 250 Tykkelse af bærelag (SG)
h3 := 400 Tykkelse af bundsikringssand (BS)
E1 := 3000 E modul af belægning
E2 := 300 E modul af bærelag
E3 := 70 E modul af bundsikringslag
Em := 12 E modul af bund
a := 150 Radius i belastningscirkel
σzz0 := 0.7 kontaktryk på belægning af overflademodul

disse 2 værdier er uden betydning for værdi

$$s01 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{E_m} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a}\right)^2}} \cdot \frac{E_m}{E1} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a}\right)^2} \cdot \frac{E_m}{E2} \dots \right]$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + \left[0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E2}} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E3}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a}\right)^2\right]} \cdot \frac{E_m}{E3} \dots$$

$$+ \frac{1}{\sqrt{1 + \left[0.8 \cdot \frac{h1}{a} \cdot \sqrt{\frac{E1}{E_m}} + \left(0.8 \cdot \frac{h2}{a} \cdot \sqrt{\frac{E2}{E_m}} + 0.8 \cdot \frac{h3}{a} \cdot \sqrt{\frac{E3}{E_m}}\right)^2}} \cdot \frac{E_m}{E_m}$$

Nedsyknings af overflade belægning : s01 = 1.354

Sag nr. 07.M0446.01
Beregningseksempel 01

$$E0 := \frac{1.5 \cdot \sigma_{zz0} \cdot a}{s01}$$

Forventet overflademodul :

$$E0 = 116.345$$

Bilag nr. 6

VANDINDHOLDSBESTEMMELSER

| Boring nr. / m.u.t. | Skål nr. | Tara g. | Skål + jord + vand g. | Skål + jord g. | Vand g. | Jord g. | W % |
|------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------|------------|------------|--------|
| B7 / 0,5 | 261 | 4,5 | 267,9 | 229,0 | 38,9 | 224,5 | 17 |
| 1,0 | 262 | 4,5 | 211,8 | 173,0 | 38,8 | 168,5 | 23 |
| 1,5 | 263 | 4,5 | 243,3 | 202,3 | 41 | 197,8 | 21 |
| 2,0 | 264 | 4,5 | 241,4 | 203,6 | 37,8 | 199,1 | 19 |
| 2,5 | 265 | 4,5 | 209,4 | 177,3 | 32,1 | 172,8 | 19 |
| 3,0 | 266 | 4,5 | 242,3 | 213,5 | 28,8 | 209 | 14 |
| 3,5 | 267 | 4,5 | 261,5 | 231,1 | 30,4 | 226,6 | 13 |
| 4,0 | 268 | 4,5 | 281,1 | 246,9 | 34,2 | 242,4 | 14 |
| 4,5 | 269 | 4,5 | 254,7 | 223,7 | 31 | 219,2 | 14 |
| 5,0 | 270 | 4,5 | 301,6 | 263,9 | 37,7 | 259,4 | 15 |
| B9 / 0,5 | 271 | 4,5 | 233,7 | 202,6 | 31,1 | 198,1 | 16 |
| 1,0 | 272 | 4,5 | 177,6 | 150,0 | 27,6 | 145,5 | 19 |
| 1,5 | 273 | 4,5 | 304,9 | 253,9 | 51 | 249,4 | 20 |
| 2,0 | 274 | 4,5 | 329,5 | 277,4 | 52,1 | 272,9 | 19 |
| 2,5 | 275 | 4,5 | 277,8 | 236,0 | 41,8 | 231,5 | 18 |

| | |
|----------------|---|
| Sag: | 07.M0446.01. Kølkervej 5, Hammerum Syd, 7400 Herning. |
| Dato: | 9. august 2007 |
| Appendiks nr.: | 1 - Side 1/1. |

Rambøll
Att.: Bo Michael Frankø
Poulsgade 8
7400 Herning

Dato: 7. november 2007
Sag nr.: 07.3166.01

Side: 1/3

Geoteknisk notat

Sag

Hammerum Syd.

Råstofsundersøgelse for en eventuel genanvendelse af materiale, der vil blive bortgravet i forbindelse med anlæggelsen af kunstig sø, til fremtidig byggemodning (vejkasse m. m.) for boligudstykning i Hammerum Syd.

Formål

Formålet med undersøgelsen er at belyse aflejringernes anvendelighed som fyldsand / bundsikringssand i forbindelse med byggemodningen Hammerum Syd.

Markarbejder

Der er den 07.-13. september 2007 udført 8 undersøgelsesboringer (10" tør). Boringerne er udført til 4 a' 5,5 meter under terræn med prøveudtagning pr. halve meter (samt i mellemliggende afvigende jordlag).

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, - bilag nr. 1.

Boringerne er afsat og nivelleret af Rambøll.

Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

Koordinater i system 34J fremgår af vedlagte boreprofiler.

Laboratoriearbejder

Der er efterfølgende udført jordartsbeskrivelse på hjemtagne prøver, - ligesom der er udført sigteanalyser på prøver udvalgt i samråd med Bo Michael Frankø (Rambøll).

Jordbundsforhold

Der er truffet varierende jordbundsforhold boringerne imellem. Aflejringerne veksler primært mellem sand, silt, ler og moræneler. Stedvist er der truffet mindre tørvelag, - ligesom der stedvist (boring B107) under et øvre muldrag er truffet et ferskvandsafsat gytjelag med underside i niveauet 1,7 m.u.t.

Nedenstående beskriver de enkelte boringer med sammenholdelse af udførte sigteanalyser/ - og deraf vurderet anvendelighed som råstof:

Boring B100: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldrag. Herunder er der i niveauet 0,3 – 0,7 m.u.t., konstateret et mellemkornet sandlag.

I niveauet 0,7 – 0,9 m.u.t. er der truffet ferskvandsafsat tørv. Herunder er der til niveauet 2,7 m.u.t.

konstateret et mellemkornet og svagt leret sandlag med en enkelt tørveslire i niveauet ca. 1,8 m.u.t.

På hjemtagne prøver er der udført sigteanalyse (bilag nr. 11) på blandingsprøve af sandlagene 0,9 - 1,7 + 1,8 - 2,7 m.u.t.

På baggrund af et gennemfald på 6 % ved 0,063 mm sigten og et uensformighedstal $U_{60/10} \approx 2,9$ anses sandmaterialet i dette niveau betinget*1 egnet som bundsikringssand

***1 Note B100:** Hvor der med betinget egnet forudsættes at sandlagene ved indvinding separeres fra mellemliggende tørveaflejringer samt nedre leraflejringer. Forud for anvendelse som bundsikring bør det optagne materiale homogeniseres (blandes) ligesom der forud for indbygning generelt bør udføres supplerende sigteanalyser samt sandækvivalentbestemmelser (frostsikkerhed) fra etablerede (homogeniserede) depoter.

Boring B101: Øverst er der konstateret et 0,5 meter tykt muldlag. Herunder er der til endt boreddybde (5,0 m.u.t. konstateret mellemkornet sorteret sand (– stedvist med enkelte grus og lerklumper).

På hjemtagne prøver er der udført sigteanalyser (bilag 12 og 13) på prøver udtaget i niveauet 0,5 – 2,0 m.u.t. og 3,0 – 5,0 m.u.t.

På baggrund af et gennemfald på henholdsvis 6,1 og 1,8 % ved 0,063 mm sigten og et uensformighedstal $U_{60/10}$ på henholdsvis 3,6 og 3,3 anses sandmaterialet for boringen overordnet betinget*2 egnet som bundsikrings sand.

***2 Note B101:** Hvor der med betinget egnet forudsættes at sandlagene ved indvinding separeres lerbånd (sandlag med lerklumper bør separeres og kan givetvis anvendes som sandfyld under bundsikringslag). Forud for anvendelse som bundsikring bør det optagne materiale (som omtalt under B100) homogeniseres (blandes) ligesom der forud for indbygning generelt bør udføres supplerende sigteanalyser samt sandækvivalentbestemmelser (frostsikkerhed) fra etablerede (homogeniserede) depoter.

Boring B102: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 2,5 meter under terræn truffet fint og mellemkornet sand. Nederst 2,5 – 5,0 m.u.t. er der truffet ler/møræneler og silt.

Der er udført sigteanalyse (bilag 14) på prøven udtaget i niveauet 1,0 – 2,0 m.u.t.

På baggrund af et gennemfald på 8,1 % ved 0,063 mm sigten og et uensformighedstal $U_{60/10}$ på 3,1 anses sandmaterialet for boringen som minimum anvendelig som fyldsand mulig vis som bundsikrings sand, såfremt aflejringen efter optagning kan overholde krav til fillerindhold og sandækvivalent.

Det vurderes, at aflejringen er på grænsen mellem en god fyldsand og en bundsikrings sand med et højt fillerindhold. Se tillige note under boring B101.

Boring B103: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 3,2 meter under terræn primært truffet fint og mellemkornet sand (stedvist afbrudt af et mindre lerlag).

Herunder er der til endt boreddybde konstateret stærkt siltet sand.

Der er ved sigteanalyse (bilag 15) på blandingsprøve af sandlagene 1,0 / 2,0 + 2,0 / 3,0 m.u.t.

konstateret et gennemfald på 8,5 % ved 0,063 mm sigten og et uensformighedstal $U_{60/10}$ på 3,4.

Det vurderes (analog til B102) at aflejringen er på grænsen mellem en god fyldsand og en bundsikrings sand med et højt fillerindhold. Se tillige note under boring B101.

Boring B104: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet ca. 2 meter under terræn primært truffet mellemkornet sand med et varierende lerindhold. Nederst til endt boreddybde (5 m.u.t.) er der truffet silt og ler.

Der er ved sigteanalyse (bilag 16) på prøven af sandlaget i niveauet 1 – 2,2 m.u.t. konstateret et gennemfald på 15,1 % ved 0,063 mm sigten.

Det vurderes at aflejringen ikke er frostsikker og overordnet (afhængigt af vandindhold) kun må genindbygges som fyldsand under bundsikring.

Boring **B105**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet ca. 1,8 meter under terræn primært truffet mellemkornet sand med et varierende lerindhold. Nederst til endt boreddybde (5 m.u.t.) er der truffet silt og ler.

Der er ved sigteanalyse (bilag 17) på blandingsprøve af sandlaget i niveauet 0,3 – 1,0 + 1,0 – 2,2 m.u.t. konstateret et gennemfald på 11,6 % ved 0,063 mm sigten.

Det vurderes at aflejringen **ikke** er frostsikker og overordnet kun kan genindbygges som fyldsand under bundsikring.

Boring **B106**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der primært til niveauet ca. 2,6 meter under terræn primært truffet finkornet sand. Nederst til endt boreddybde (5 m.u.t.) er der truffet silt og ler. Der er ved sigteanalyse (bilag 18) af sandlaget i niveauet 1,2 – 2,6 m.u.t. konstateret et gennemfald på 12,0 % ved 0,063 mm sigten.

Det vurderes at aflejringen **ikke** er frostsikker og overordnet kun kan genindbygges som fyldsand under bundsikring.

Boring **B107**: Øverst er der konstateret et 0,3 meter tykt muldlag. Herunder er der til niveauet 1,7 m.u.t. konstateret ferskvandsafsat gytje. I niveauet 1,7 – 3,4 m.u.t. er der primært truffet mellemkornet sand. Der er ved sigteanalyse (bilag 19) af sandlaget i niveauet 2 – 3 m.u.t. konstateret et gennemfald på 16,4 % ved 0,063 mm sigten.

Det vurderes at aflejringen **ikke** er frostsikker og overordnet kun kan genindbygges som fyldsand under bundsikring.

De optagne jordprøver bortkastes, såfremt intet andet aftales, 1 måned fra dags dato.

Skulle der være spørgsmål eller uoplyste punkter vil vi fortsat være til rådighed.

Med venlig hilsen
Jysk Geoteknik A/S



Hans Henrik Hansen
Sagsingeniør

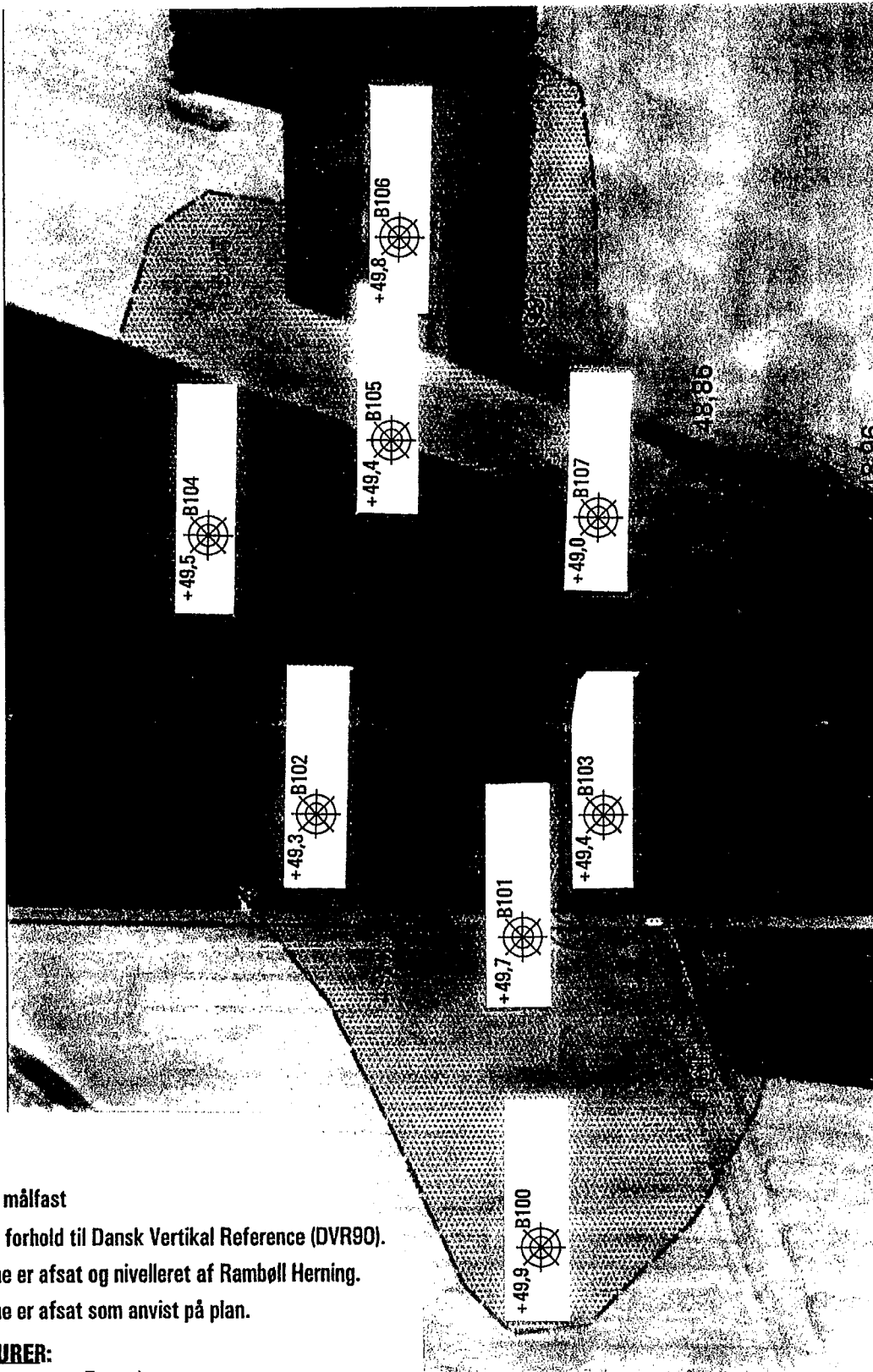


Nils Christensen
Kvalitetssikring

Vedlagt:

Bilag 1 Situationsplan
Bilag 2 - 9 Boreprofiler
Bilag 10 Signaturforklaring
Bilag 11 - 19 Sigteanalyser

Jysk B100 til B107.jpg (1025x699x16M.jpeg)



NOTER:



Mål: Ikke målfast

Koter er i forhold til Dansk Vertikal Reference (DVR90).

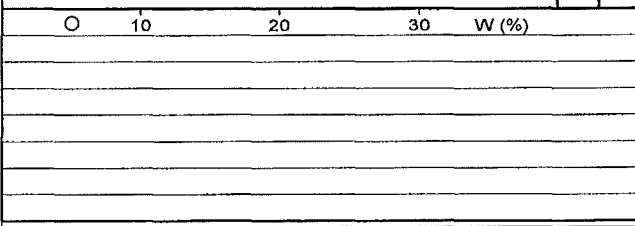
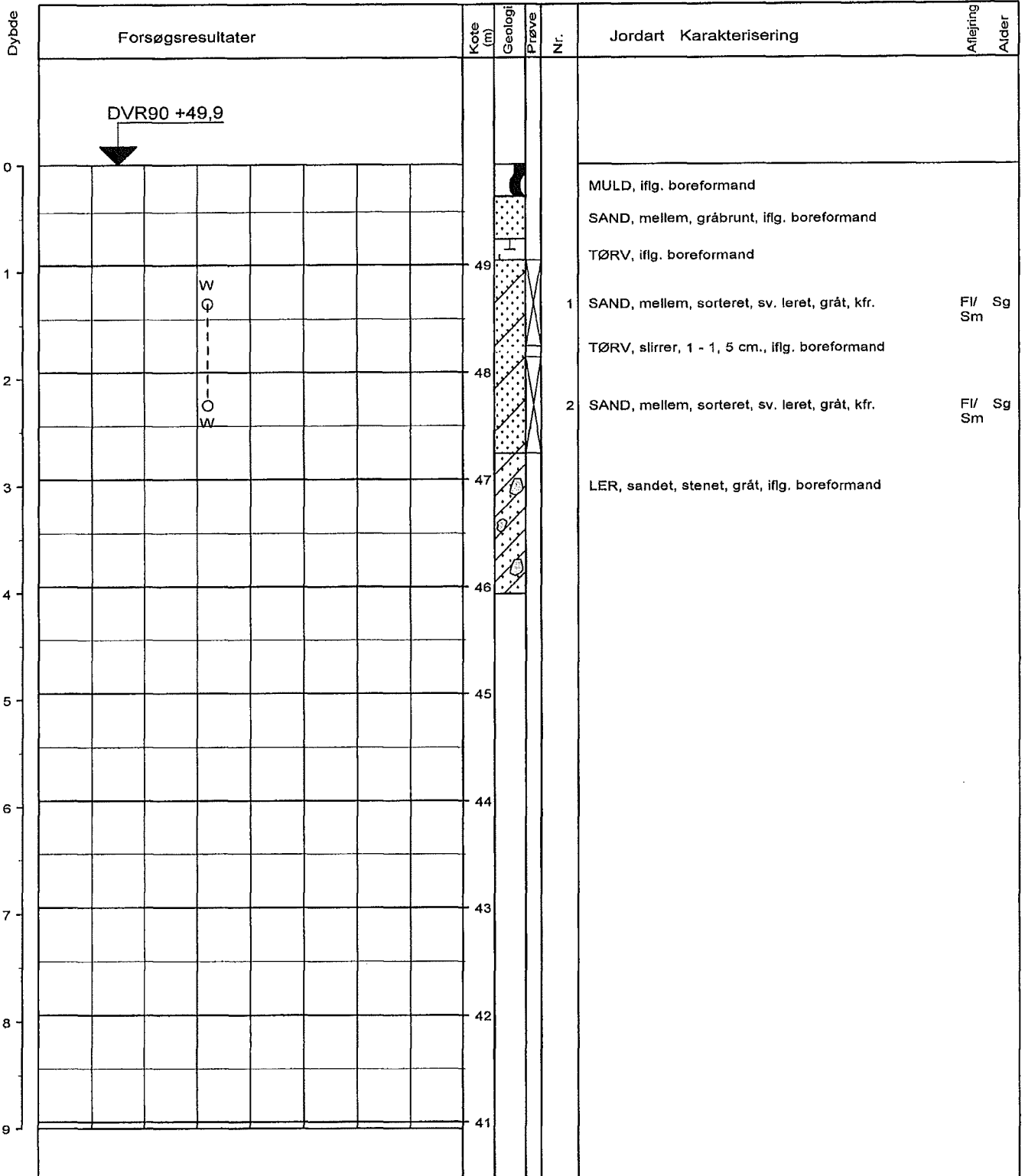
Boringerne er afsat og nivelleret af Rambøll Herning.

Boringerne er afsat som anvist på plan.

SIGNATURER:

Geoteknisk boring:  Terrænkote  Boring nr.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sag: 07.3166.01. Prospektering, Hammerum | | | |
| Boring: B100 - B107. | Boret af: HN/PH | Dato: 07.- 13.09.2007 | |
| Udarb. af: HH | Kontrol: NC | Godkendt: NC | Dato: 07.11.2007 Bilag: 1 Side: 1/1. |
| JYSK GEOTEKNIK A/S | Sallingsundvej 4 6715 Esbjerg N. | Tlf.: 75143022 Fax: 75143023 | SITUATIONSPLAN |



10 tommer tør

Boremethode : G Snegleboring Snegleboring
 X : -292056 (m) Y : 189065 (m) Plan :

BRegister - PSTGDK 2.0 - 25/10/2007 13:44:14

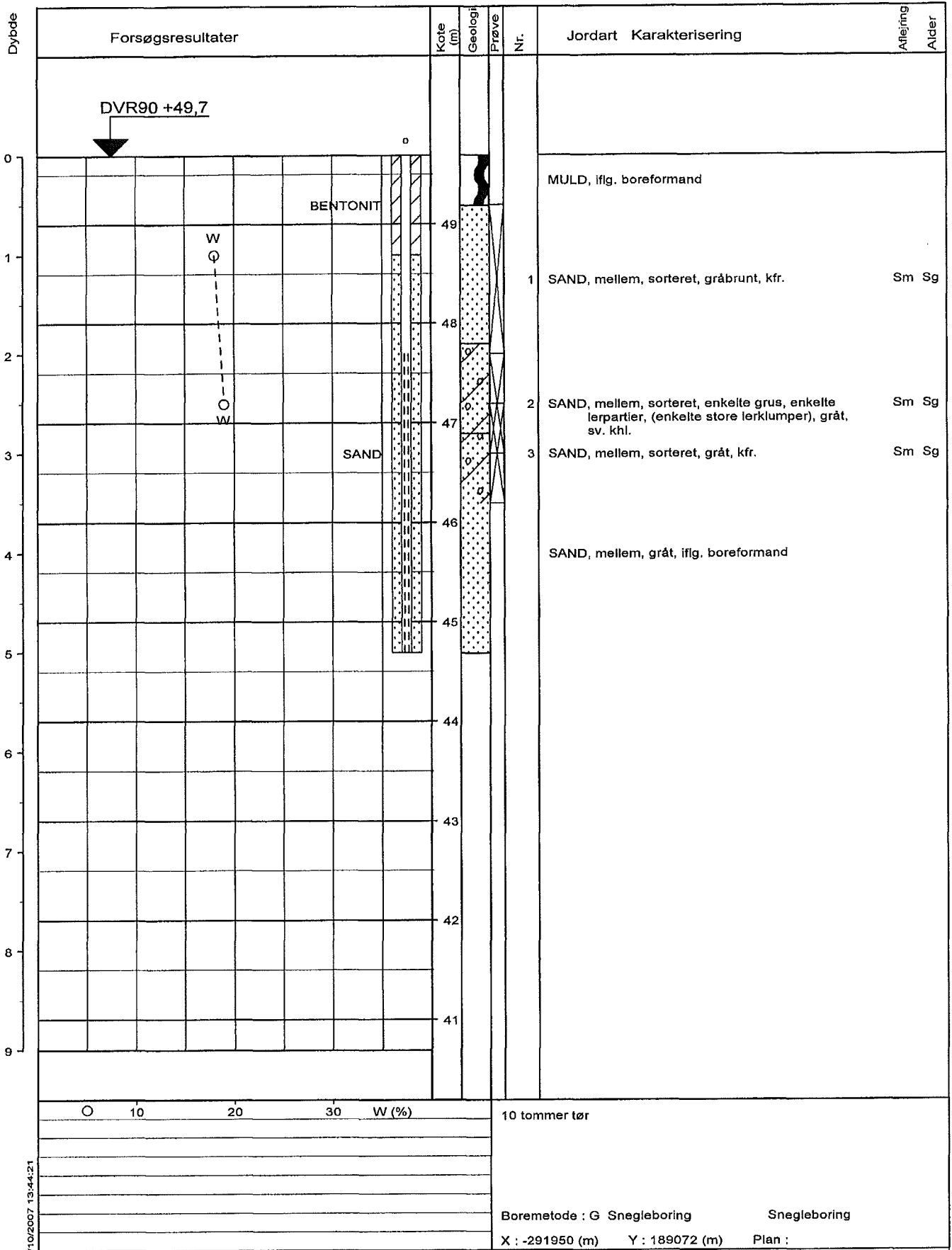
Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070907 DGU-nr.: Boring : B100

Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 2 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



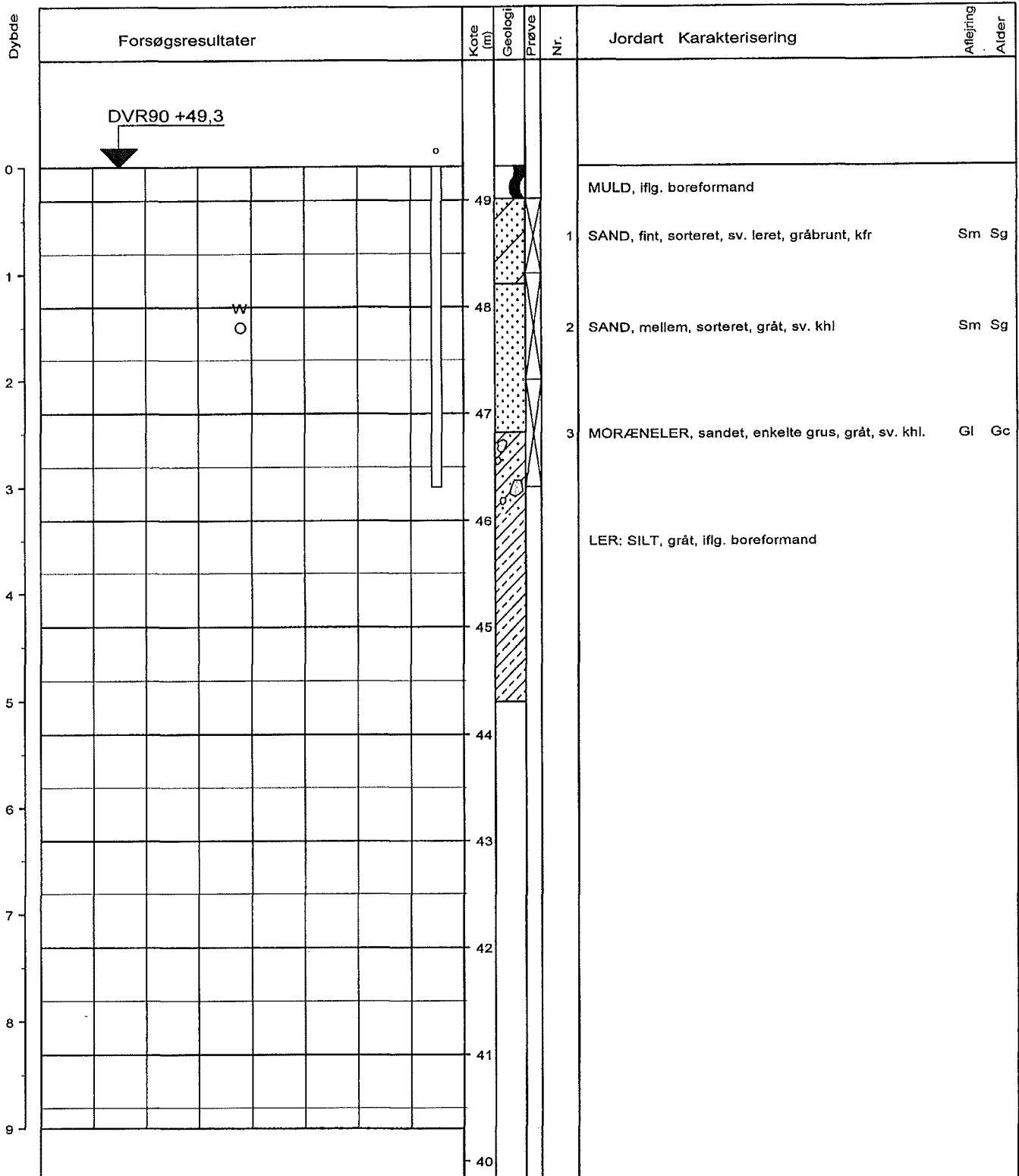
BRRegister - PSTGDK 2.0 - 25/10/2007 13:44:21

Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070914 DGU-nr.: Boring : B101
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 3 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



0 10 20 30 W (%)

10 tommer tør

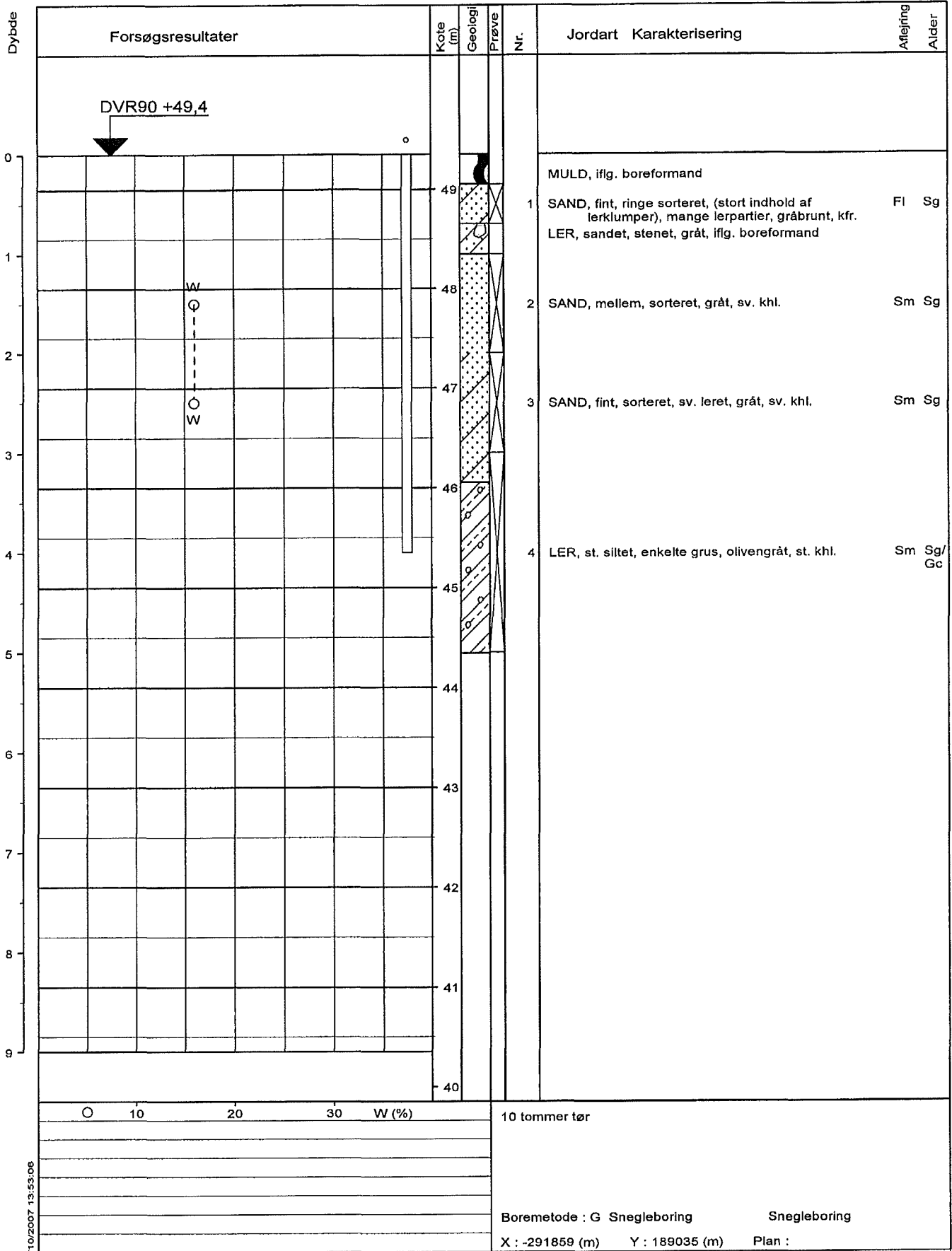
Boremethode : G Snegleboring Snegleboring
 X : -291858 (m) Y : 189167 (m) Plan :

BRRegister - PSTGDK 2.0 - 25/10/2007 13:52:59

Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.
 Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : B102
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 4 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



BRegistrator - PST-OPDK 2.0 - 25/10/2007 13:53:06

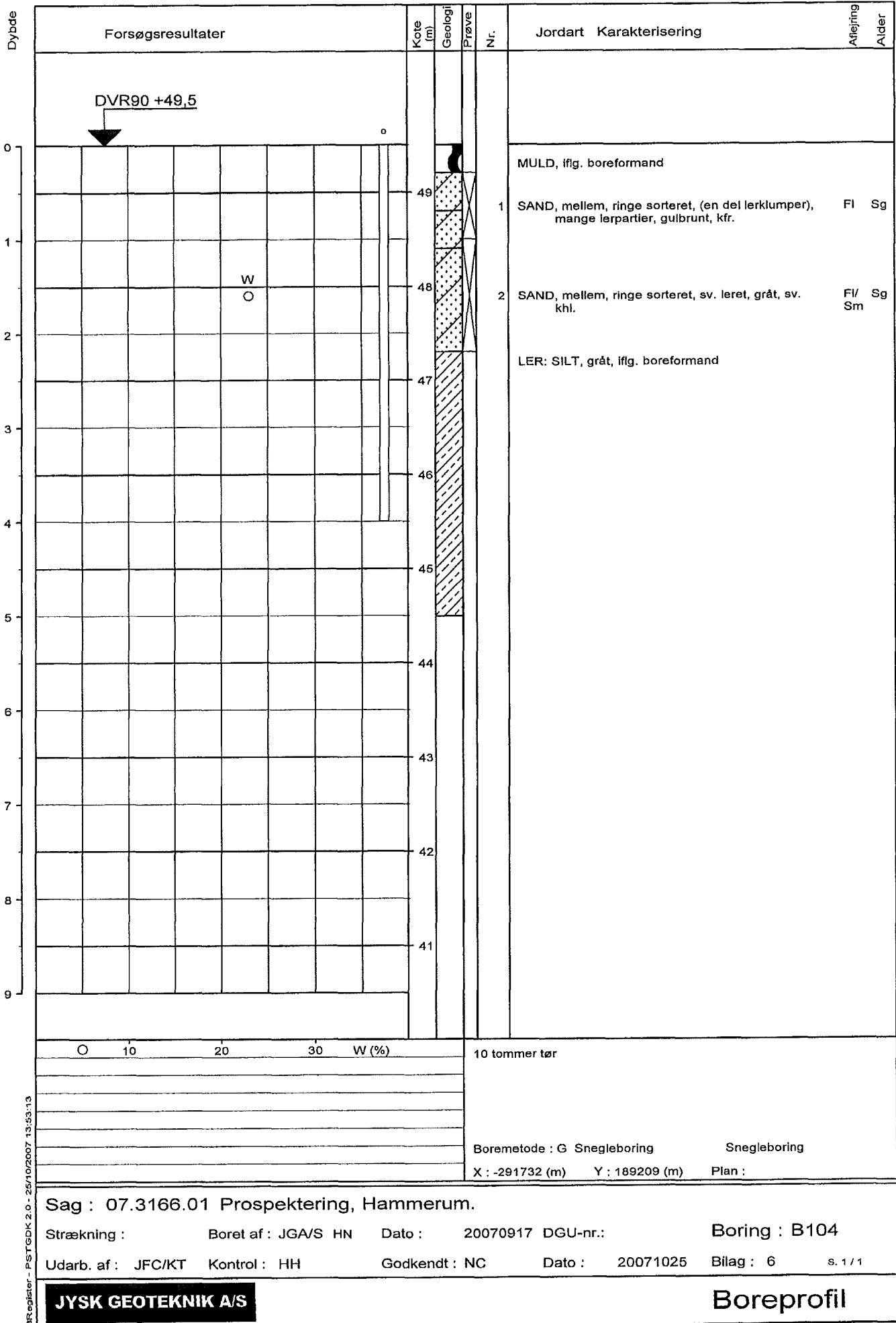
Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070907 DGU-nr.: Boring : B103

Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 5 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

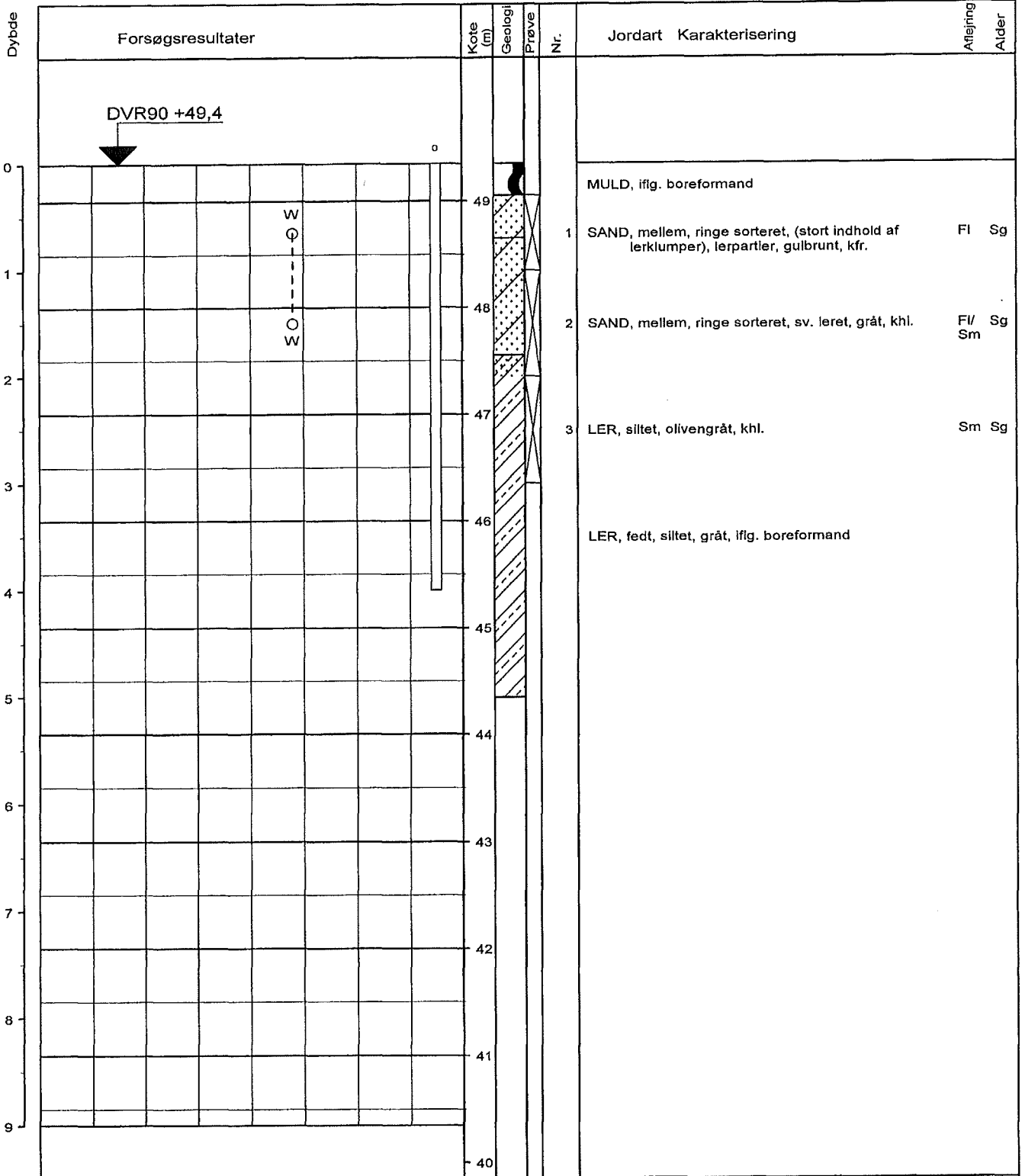
Boreprofil



BR-register - PST/GDK 2.0 - 25/10/2007 13:53:13

| | |
|------------------------------|----------------|
| O 10 20 30 W (%) | 10 tommer tør |
| Boremetode : G Snegleboring | Snegleboring |
| X : -291732 (m) | Y : 189209 (m) |
| Plan : | |

Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.
 Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : B104
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 6 s. 1 / 1



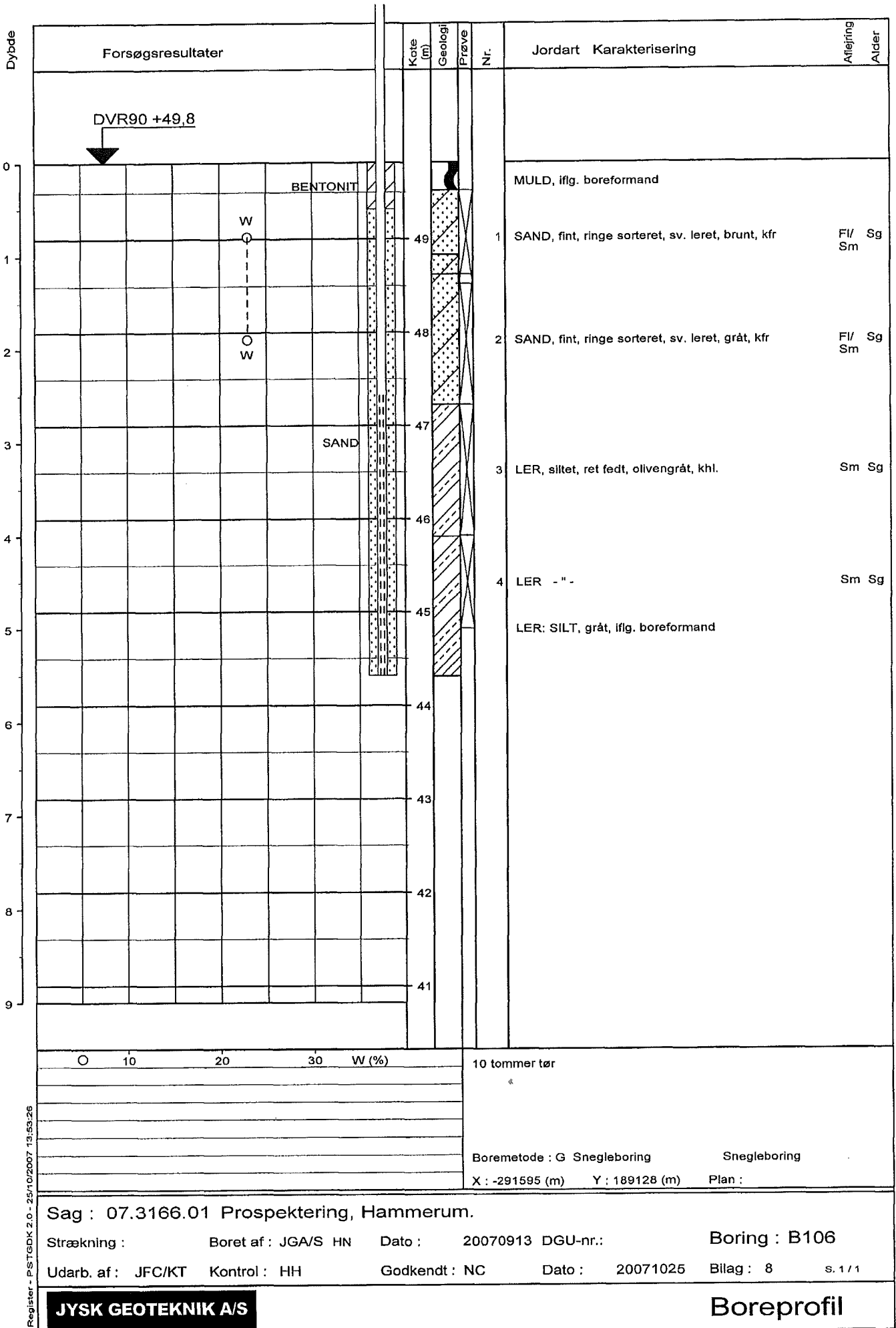
0 10 20 30 W (%)

10 tommer tør

Boremethode : G Snegleboring Snegleboring
 X : -291687 (m) Y : 189132 (m) Plan :

ERRegister - PST/GDK 2.0 - 25/10/2007 13:53:19

Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.
 Strækning : Boret af : JG/VS HN Dato : 20070917 DGU-nr.: Boring : B105
 Udarb. af : Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : 7 s. 1/1

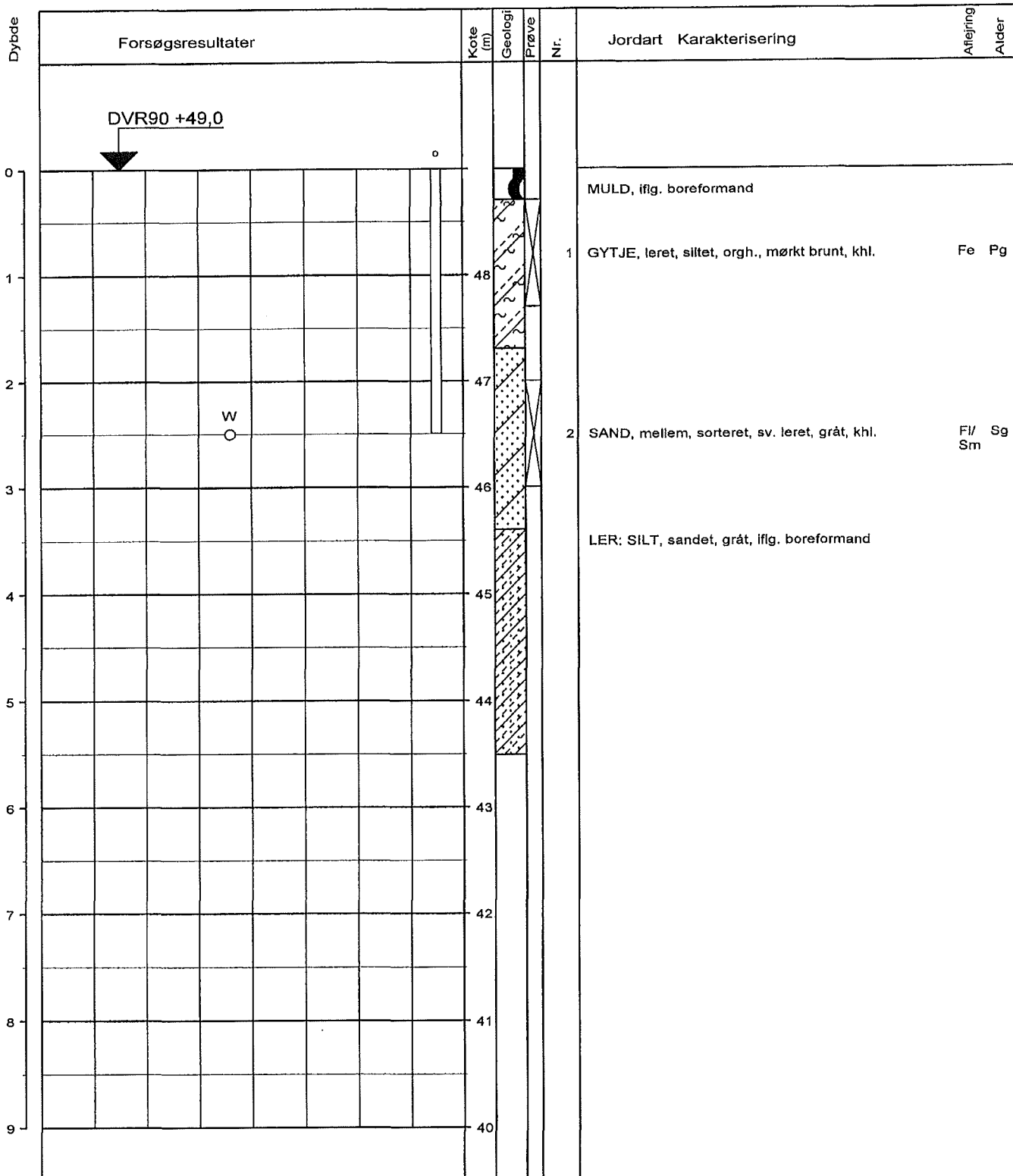


Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.

Strækning : Boret af : JGA/S HN Dato : 20070913 DGU-nr.: Boring : B106
 Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH Godkendt : NC Dato : 20071025 Bilag : 8 s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)

10 tommer tør

Boremethode : G Snegleboring

Snegleboring

X : -291723 (m)

Y : 189037 (m)

Plan :

Sag : 07.3166.01 Prospektering, Hammerum.

Strækning : Boret af : JGA/S HN

Dato : 20070913 DGU-nr.:

Boring : B107

Udarb. af : JFC/KT Kontrol : HH

Godkendt : NC

Dato : 20071025

Bilag : 9

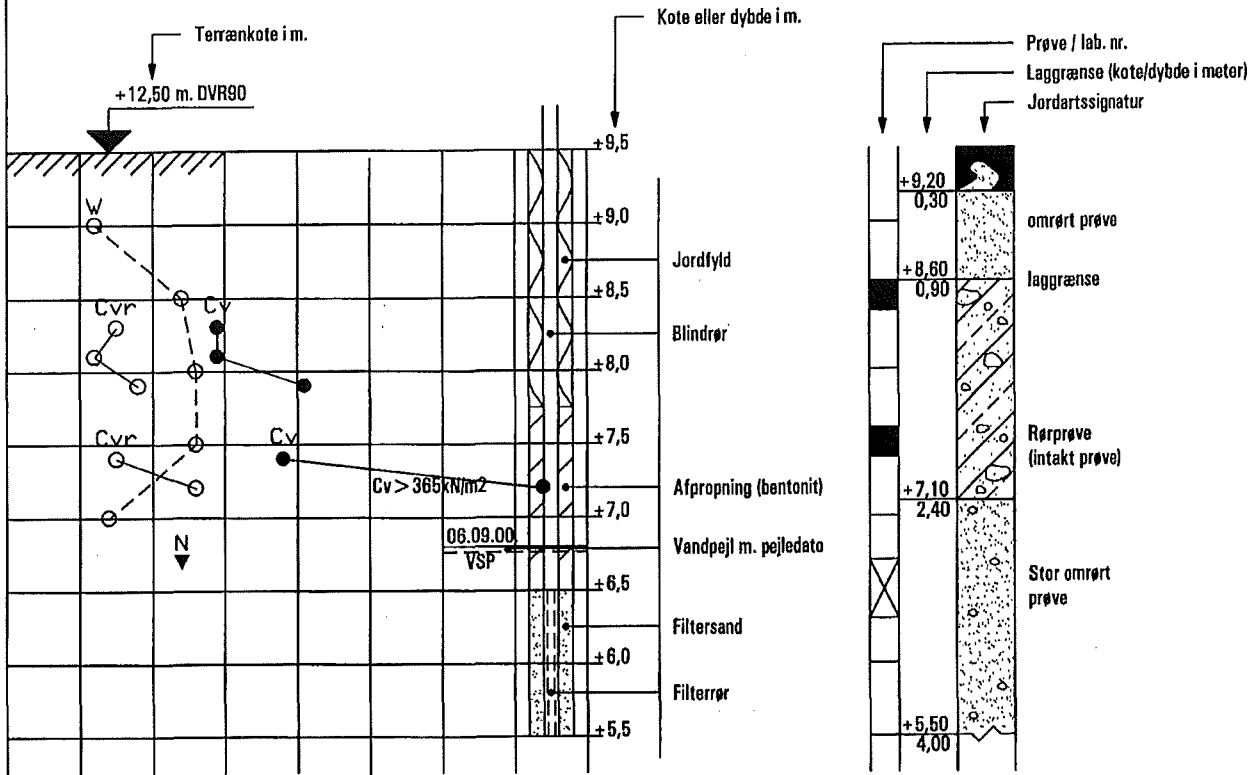
s. 1 / 1

JYSK GEOTEKNIK A/S

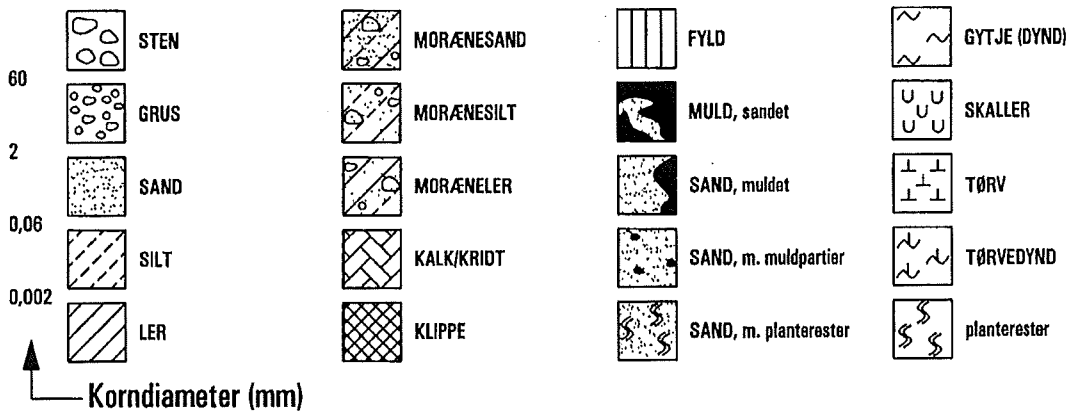
Boreprofil

BOREPROFIL

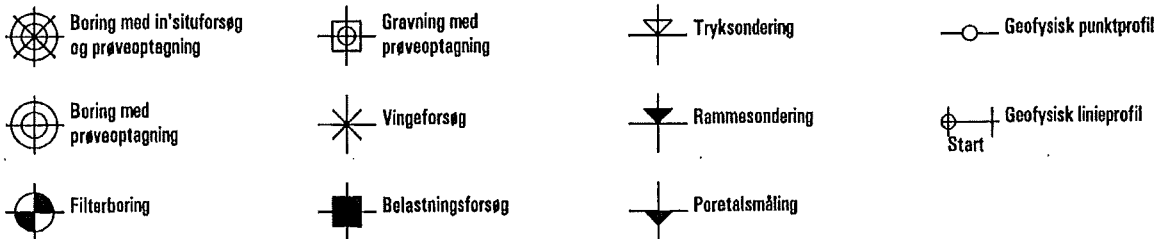
RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG



JORDARTSSIGNATURER



SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN



SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

JYSK GEOTEKNIK A/S

Lillebæltsvej 91B
6715 Esbjerg N.

Tlf.: 75143022
Fax: 75143023

VEND

GEOLOGISKE FORKORTELSER

DANNELSESMILJØ

| | |
|--------------|-----------------|
| Br Brakvand | Sm Smeltevand |
| Fø Ferskvand | Vi Vindaflejret |
| Fl Flydejord | |
| Gl Gletscher | |
| Ma Marin | |
| Ne Nedskyl | |
| O Overjord | |
| Sk Skredjord | |

ALDER

| | | |
|-----------------|--------------|----------|
| Kv Kvartær | Te Tertiær | Kt Kridt |
| Pg Postglacial | Pi Pliocæn | Se Senon |
| Sg Senglacial | Mi Miocæn | |
| Al Allerød | Oi Oligocæn | |
| Gc Glacial | Eo Eocæn | |
| Ig Interglacial | Pl Palæocæn | |
| Is Interstadial | Sl Selandien | |
| | Da Danien | |

KORNSTØRRELSE

| | |
|---------------------|--|
| fint Finkornet | |
| Mellem Mellemkornet | |
| Groft Groftkornet | |

SORTERINGSGRADER

| | |
|----------------------------|---------------|
| usort. Usorteret | $U > 7$ |
| ringe sort. Ringe sorteret | $3,5 < U < 7$ |
| sort. Sorteret | $2 < U < 3,5$ |
| velsort Velsorteret | $U < 2$ |

HÆRDNINGSGRADER

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

BIKOMPONENTER

| | |
|------------------------------|------------------------|
| gytjeh. Gytjeholdig(t) | plr. Planterester |
| kfr. Kalkfri | rodgn. Rodgange |
| kh. Kalkholdig(t) | rodtr. Rodtrævler |
| muldstr. Muldstriber | Skalh. Skalholdig(t) |
| Organiskh. Organiskholdig(t) | tørveh. Tørveholdig(t) |

ØVRIGE FORKORTELSER

| | | | |
|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| enk. Enkelte | klp. Klumper | part. Partier | udb. Udblødt |
| hom. Homogent | m. Med | sli. Slirer/striber | u.t. Under terræn |
| iflg. Ifølge | misf. Misfarvet | stk. Stykker | vsp. Vandspejl |
| indh. Indhold | omdan. Omdannet | st. Stærk(t) | veks. Vekslede |
| inhom. Inhomogent | o.t. Over terræn | sv. Svag(t) | v.f. Vandførende |

DEFINITIONER

| | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Vandindhold (%) | w | - Vandvægten i procent af tørstovvægten |
| Flydegrænse (%) | w _L | - Vandindhold ved flydegrænsen |
| Plasticitetsgrænse (%) | w _p | - Vandindhold ved plasticitetsgrænsen |
| Plasticitetsindeks (%) | I _p | - $w_L - w_p$ |
| Rumvægt (kN/m ³) | γ | - Forholdet mellem totalvægten og totalvolumen |
| Kornrumvægt (kN/m ³) | γ | - Middelværdien af tørstoffets rumvægt |
| Poretal | e | - Forholdet mellem porevolumen og tørstovvolumen |
| Løs/ fast lejrning | e _{max} /e _{min} | - Poretallet i løseste/fasteste standardlejring i laboratoriet |
| Tæthedsindeks | I _D | - Relativ lejringsstæthed $(e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$ |
| Reduceret glødetab (%) | gl | - Vægttabet ved langvarig glødning i procent af tørstovvægten (reduceret for eventuelt indhold af Ca CO ₃) |
| Kalkindhold (%) | ka | - Vægten af Ca CO ₃ i procent af tørstof |
| Vingestyrke (kN/m ²) | c _v | - Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord |
| Vingestyrke (kN/m ²) | c _{vr} | - Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg efter omrøring (10 x 360 grader) |
| SPT-forsøg | N | - Antal slag pr. 300 mm nedsynkning ved standardpenetrationsforsøg |

HENVISNINGER

Fra boreprofiler til bilag med specielle laboratorieforsøg

| | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| S Kornkurve | MP Modificeret proctorforsøg | T ₁ Simpelt trykforsøg | * Henvi- ning til rapport |
| SP Standard proctorforsøg | K Konsolideringsforsøg | T ₃ Triaksialt trykforsøg | |

Sigteanalyse

Boring B100: Prøve udtaget i niveauet 0,9 – 1,7 + 1,8 – 2,7 meter under terræn.

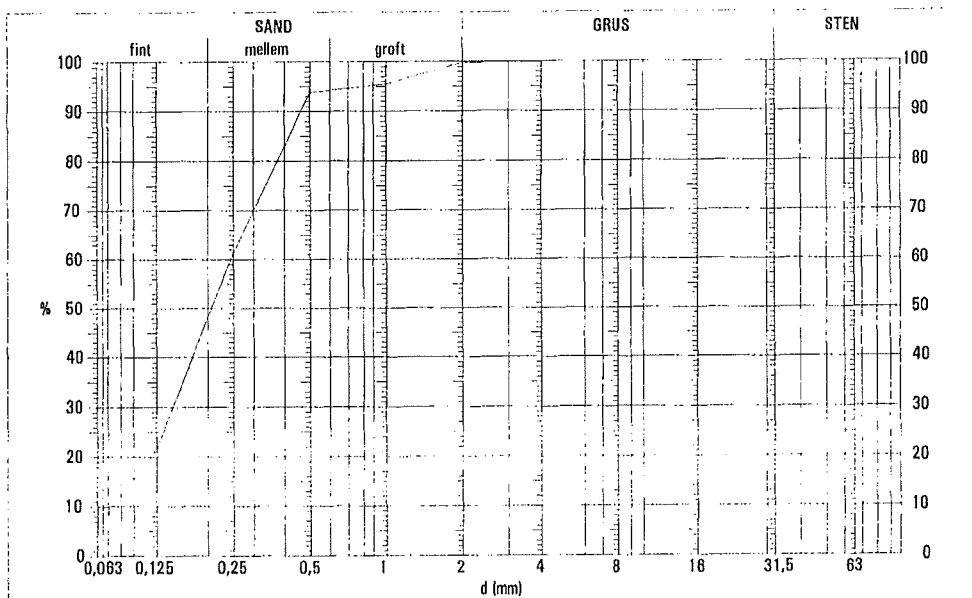
Udtaget den : 07.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B100 / 0,9-1,7+1,8-2,7m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 6,0 %
0,125: 21,9 %
0,25 : 61,4 %
0,5 : 93,9 %
1,0 : 99,9 %
2,0 : 99,9 %
4,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10} \approx 2,9$

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 11 |

Sigteanalyse

Boring B101: Prøve udtaget i niveauet 0,5 – 2,0 meter under terræn.

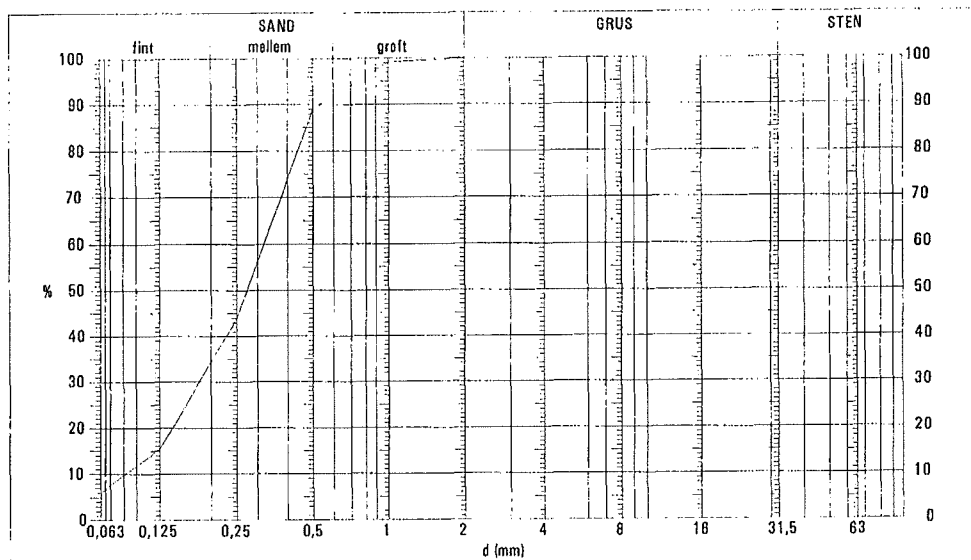
Udtaget den : 14.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B101 / 0,5 – 2,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 6,1 %
0,125: 15,8 %
0,25 : 43,9 %
0,5 : 88,9 %
1,0 : 99,3 %
2,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10} \approx 3,6$

| | |
|------------|-----------------------------------|
| Sag: | 07.3166. Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 12 |

Sigteanalyse

Boring B101: Prøve udtaget i niveauet 3,0 – 5,0 meter under terræn.

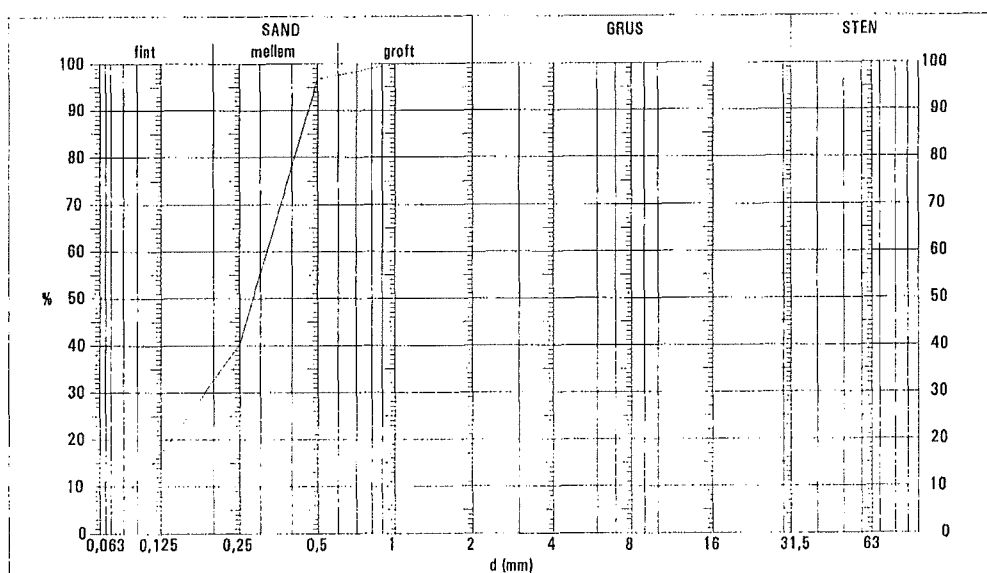
Udtaget den : 14.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B101 / 3,0 – 5,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 1,8 %
0,125: 7,1 %
0,25 : 40,2 %
0,5 : 96,8 %
1,0 : 99,9 %
2,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10} \approx 3,3$

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 13 |

Sigteanalyse

Boring B102: Prøve udtaget i niveauet 1,0 – 2,0 meter under terræn.

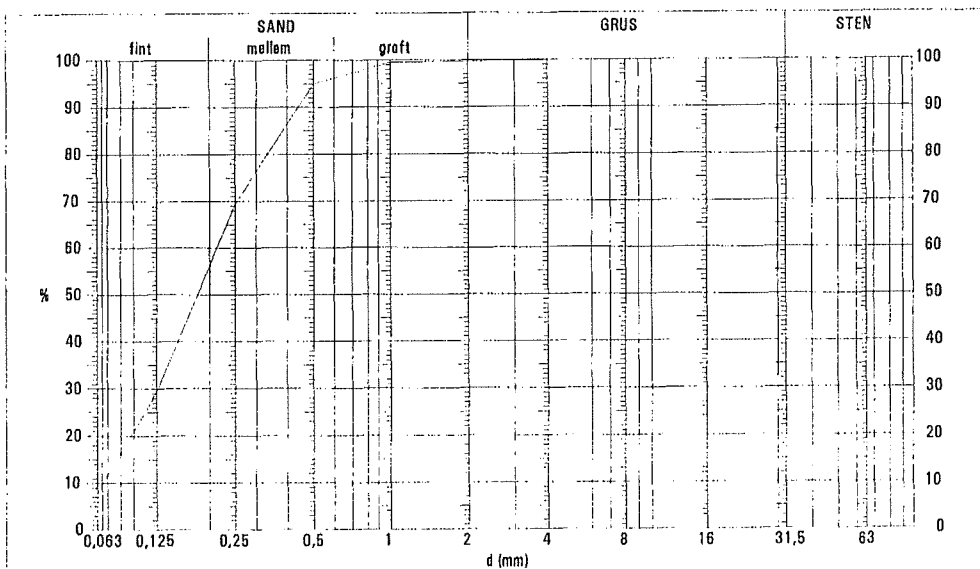
Udtaget den : 17.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B101 / 1,0 – 2,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 8,1 %
0,125: 29,5 %
0,25 : 69,6 %
0,5 : 95,1 %
1,0 : 99,9 %
2,0 : 99,9 %
4,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10} \approx 3,1$

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 14 |

Sigteanalyse

Boring B103: Prøve udtaget i niveauet 1,0 – 2,0 + 2,0 – 3,0 meter under terræn.

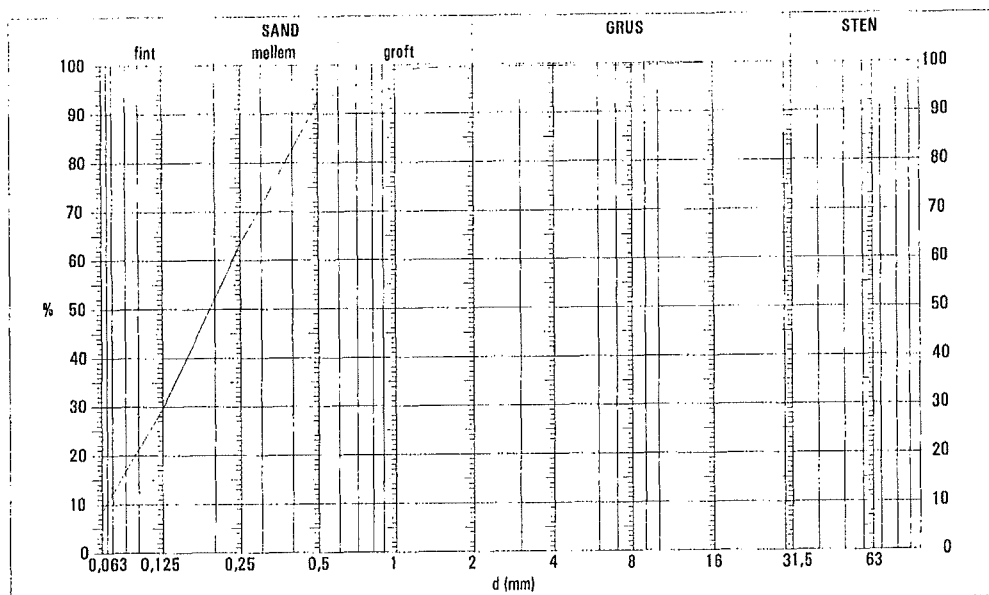
Udtaget den : 07.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B103/1,0-2,0+2,0-3,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 8,5 %
0,125: 29,8 %
0,25 : 63,2 %
0,5 : 92,4 %
1,0 : 99,1 %
2,0 : 99,7 %
4,0 : 99,7 %
8,0 : 99,7 %
16,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10} \approx 3,4$

| | |
|------------|------------------------------|
| Sag: | 07.3166. Hammerum, Råstoffer |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 15 |

Sigteanalyse

Boring B104: Prøve udtaget i niveauet 1,0 – 2,2 meter under terræn.

Udtaget den : 17.09.2007

Lokalitet

: Hammerum, Råstoffer

Udtaget af : HN

Prøvemateriale mærket

: Boring B104 / 1,0 – 2,2 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 15,1%

0,125: 39,7%

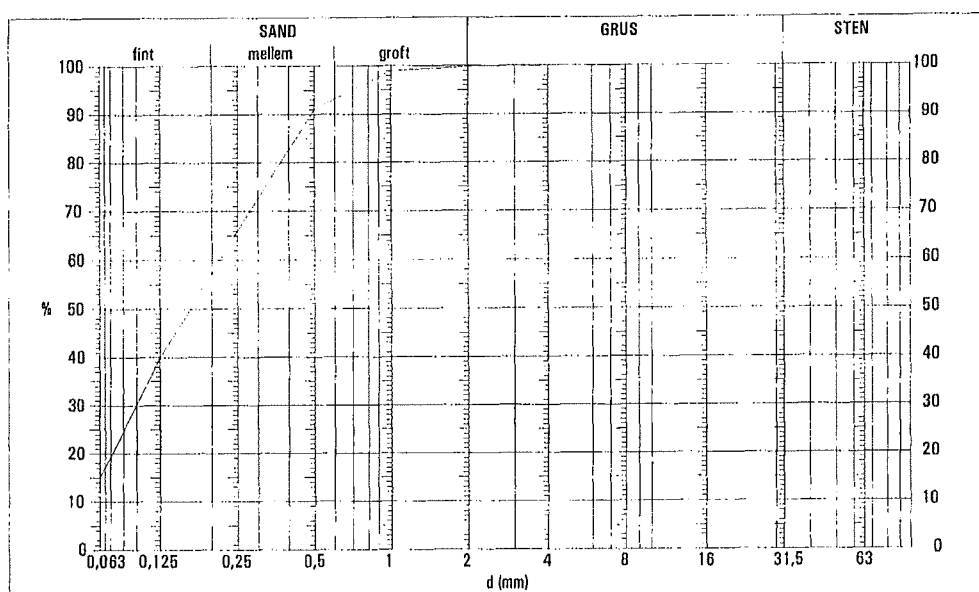
0,25 : 66,1%

0,5 : 91,2%

1,0 : 99,9%

2,0 : 99,9%

4,0 : 100,0%



Uensformighedstal:

$U_{80/10}$ ikke mulig at beregne

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 16 |

Sigteanalyse

Boring B105: Prøve udtaget i niveauet 0,3 – 1,0 + 1,0 - 2,0 meter under terræn.

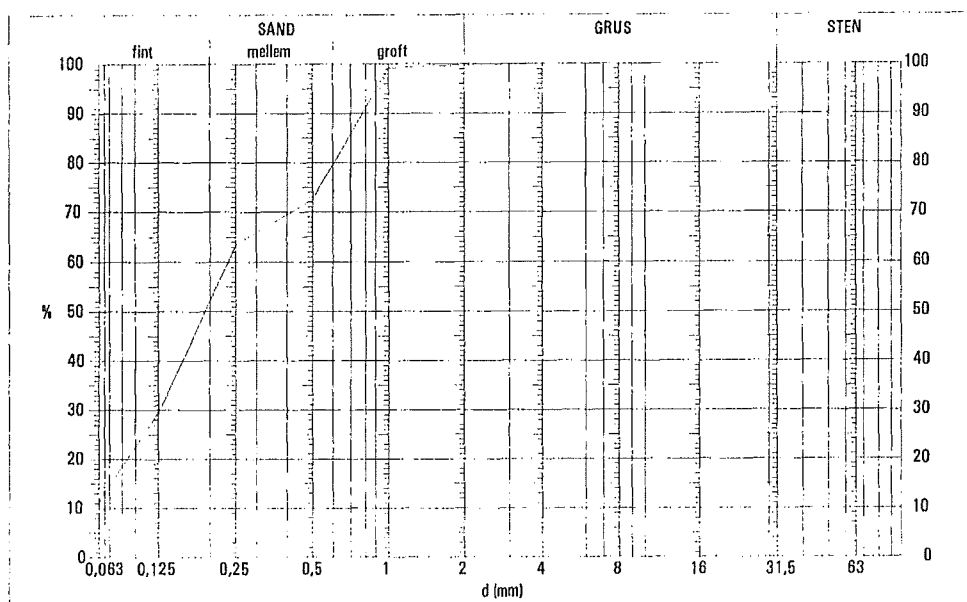
Udtaget den : 17.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B105 / 0,3-1,0+1,0-2,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 11,6%
0,125: 29,5%
0,25 : 63,2%
0,5 : 92,8%
1,0 : 99,2%
2,0 : 99,9%
4,0 : 100,0%



Uensformighedstal:

$U_{60/10}$ ikke mulig at beregne

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 17 |

Sigteanalyse

Boring B106: Prøve udtaget i niveauet 1,2 – 2,6 meter under terræn.

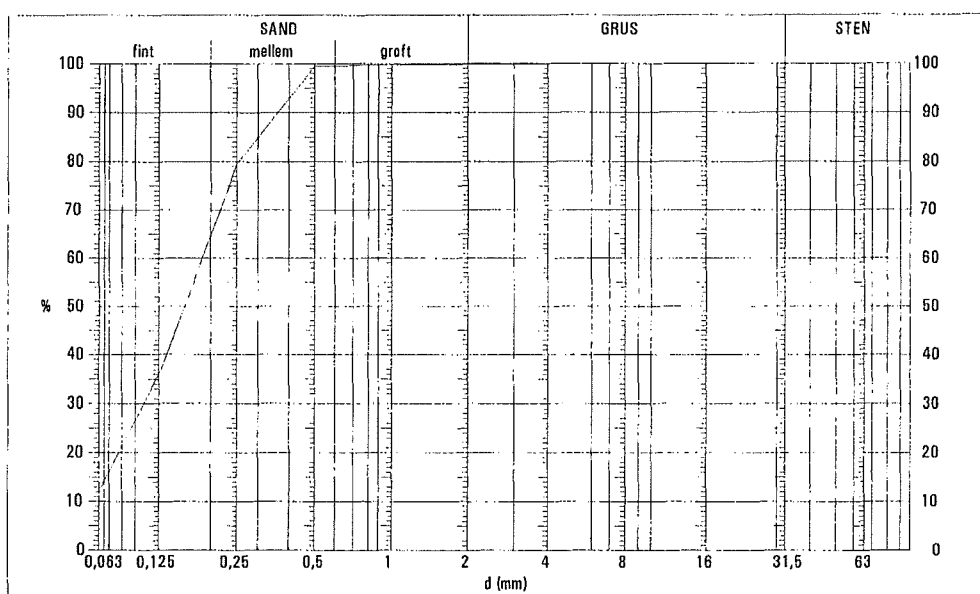
Udtaget den : 07.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B106 / 1,2 – 2,6 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 12,0 %
0,125: 36,9 %
0,25 : 79,7 %
0,5 : 99,5 %
1,0 : 99,9 %
2,0 : 99,9 %
4,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10}$ ikke mulig at beregne

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 18 |

Sigteanalyse

Boring B107: Prøve udtaget i niveauet 2,0 – 3,0 meter under terræn.

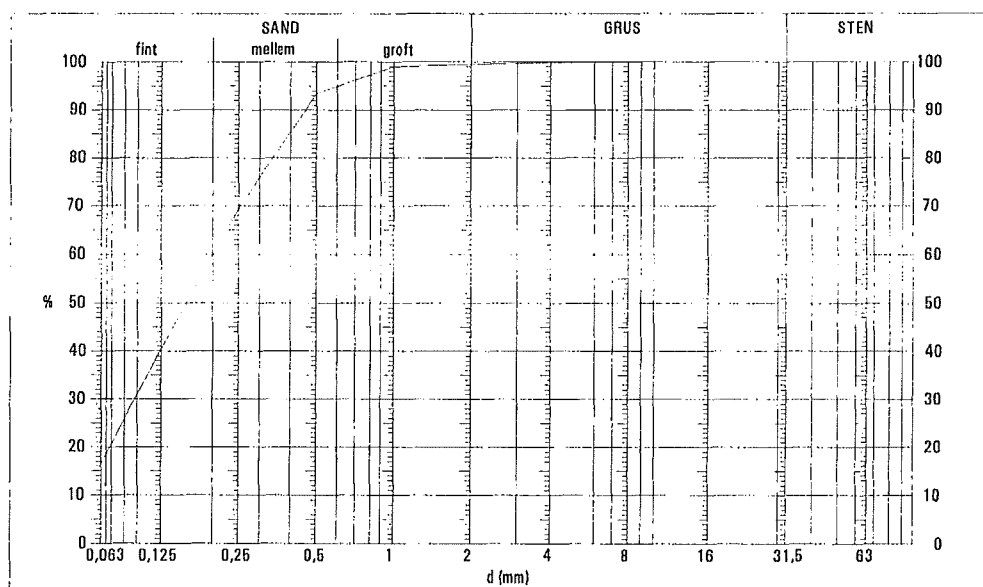
Udtaget den : 13.09.2007
Udtaget af : HN

Lokalitet : Hammerum, Råstoffer
Prøvemateriale mærket : Boring B107 / 2,0 – 3,0 m.u.t.

DS/EN 933-1 Sigteanalyse

Gennemfald i procent:

0,063: 16,4 %
0,125: 40,3 %
0,25 : 69,3 %
0,5 : 93,6 %
1,0 : 99,1 %
2,0 : 99,7 %
4,0 : 99,9 %
8,0 : 100,0 %



Uensformighedstal:

$U_{60/10}$ ikke mulig at beregne

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Sag: | 07.3166.01 Hammerum, prospektering. |
| Dato: | 23. oktober 2007 |
| Bilag nr.: | 19 |