

Til
Aarhus Kommune

Dokumenttype
Geoteknisk rapport

Dato
Februar, 2025

Lisbjerg

Geoteknisk placeringsundersøgelse af
byggefelt B.14b



Lisbjerg

Geoteknisk placeringsundersøgelse af byggefelt B.14b

Projektnavn **Lisbjerg**
Projektnr. **1100047765**
Modtager **Aarhus Kommune**
Dokumenttype **Geoteknisk rapport**
Version **1.0**
Dato **2025/02/06**
Udarbejdet af **JHMN**
Kontrolleret af **BDP**
Godkendt af **JHMN**

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N

T +45 5161 1000

Indhold

1.	Resume	2
2.	Undersøgelsens grundlag og formål	3
3.	Undersøgelsens omfang	3
4.	Geologi og grundvand	4
4.1	Tilgængelige oplysninger	4
4.2	Topografi	5
4.3	Jordbundsforhold	5
4.4	Grundvandsforhold	5
5.	Funderingsforhold	6
5.1	Projekteringsgrundlag	6
5.2	Funderingsmetode og funderingsniveau	6
5.3	Fundering på fedt ler	7
5.4	Styrke- og deformationsparametre	7
6.	Miljøforhold	8
7.	Tørholdelse	9
7.1	Midlertidig	9
7.2	Permanent	9
8.	Naboforhold	9
9.	Udførelse	9
9.1	Geoteknisk tilsyn	9
9.2	Sandpude	10
9.3	Udgravningsskråninger	10
9.4	Fedt ler i udgravningsniveau	10
9.5	Arbejds miljø	10
10.	Supplerende undersøgelser	10

BILAG

Bilag 1	Situationsplan
Bilag 2	Boreprofiler
Bilag 3	Eksisterende boringer
Bilag A	Signaturforklaring
Bilag C	Sandpudedefundering
Bilag D	Fundering på fedt ler

1. Resume

Aarhus Kommune har et ønske om at sælge/udvikle området syd for Jesper Kleins Gade i Lisbjerg. Denne rapport omhandler de geotekniske forhold ved byggefelt B.14b, som er en del af matrikel 11k.

Rapporten indeholder foreløbige vurderinger og anbefalinger vedrørende fundering og jordarbejde. Når et endeligt projekt foreligger, skal der foretages en geoteknisk parameterundersøgelse målrettet det konkrete projekt.

Der er tidligere udført geotekniske undersøgelser i byggefeltet, hvoraf relevante boreprofiler er vedlagt og resultaterne af disse er medtaget i nærværende rapport.

I de nye boringer, boring B1_B14B, B2_B14B, B1_B14C og B2_B14C, træffes der øverst fyld af muld og ler til 0,6 – 2,2 m under terræn. Herunder træffes intakte aflejringer bestående af hovedsageligt senglacialt smeltevandsler og glacialt moræneler til boringerne bund 4,0 m under terræn. Smeltevandsleren er lokalt betegnet ret fedt til fedt. Lokalt afviger forholdene i boring S36, hvor der under mulden træffes ferskvands- og nedskylsler, mens boring B1_B14B afsluttes mod sydvest i morænesand.

Boringerne er pejlet på boredagen såvel som ca. 4 uger efter boredagen. Ved pejling blev der registreret vandspejl i 1,2 – 3,9 m under terræn. Det trufne vandspejl vurderes at repræsentere et sekundært vandspejl, som må påregnes at variere med årstid og nedbør.

Matriklen ligger udenfor områdeklassificeringen og er ej heller kortlagt. Opgravet jord kan således bortkøres som ren jord.

Med de trufne jordbundsforhold vurderes den mest relevante funderingsmetode for almindeligt byggeri at være direkte fundering, hvor der kan blive tale om fundering på sandpude ifm. udskiftning til overside bæredygtigt lag (OSBL). Der skal ligeledes kontrolleres for gennemlokning af slappe lerlag under OSBL omkring boring S35, hvorved et dybere udskiftningsniveau her kan blive nødvendigt.

Der gøres opmærksom på, at der i funderingsniveau lokalt kan optræde ret fedt – fedt ler, som kræver ekstra opmærksomhed i forbindelse med udførelsen.

Der forventes ikke væsentlige grundvandsproblemer i forbindelse med fundamentsudgravningerne. Eventuelt tilstrømmende vand forventes at kunne fjernes ved simpel lænsepumpning fra udgravningens bund eventuelt suppleret med afskærende dræn.

Der skal udføres geoteknisk tilsyn i forbindelse med udgravninger for fundamenter og sandpude for at sikre, at de ved dimensioneringen valgte forudsætninger overalt er opfyldt.

Dette er en geoteknisk placeringsundersøgelse. Når projektets placering og udformning er nærmere fastlagt, skal der udføres supplerende geotekniske undersøgelser svarende til en geoteknisk parameterundersøgelse således, at kravene til en projektundersøgelse er opfyldt i henhold til Eurocode 7, DS/EN 1997-1 og -2.

2. Undersøgelsens grundlag og formål

Aarhus Kommune har et ønske om at sælge/udvikle området syd for Jesper Kleins Gade i Lisbjerg. I den forbindelse har Rambøll udført en indledende undersøgelse til belysning af jordbunds- og grundvandsforholdene. Denne rapport omhandler de geotekniske forhold ved byggefelt B.14b, som er en del af matrikel 11k.

Denne rapport indeholder foreløbige vurderinger og anbefalinger vedrørende fundering og jordarbejde. Når et endeligt projekt foreligger, skal der foretages en geoteknisk parameterundersøgelse målrettet det konkrete projekt.

Undersøgelsen er udført som en geoteknisk placeringsundersøgelse i henhold til Eurocode 7, DS/EN1997-2, med henblik på skitse-mæssigt at belyse funderingsforholdene på lokaliteten og for at udpege områder, hvor byggeriet mest hensigtsmæssigt kan placeres på grunden. Når byggeriets udformning er fastlagt, skal der udføres en geoteknisk parameterundersøgelse med tilhørende geoteknisk undersøgelsesrapport som skal danne grundlag for funderingsprojektet.

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

- indledende vurdering af jordbunds- og grundvandsforhold på arealet
- valg af funderingsmetode
- opstilling af foreløbigt projekteringsgrundlag
- vurdering af behovet for og eventuelt omfang af særlige udførelsesmæssige metoder (afstivede udgravninger, grundvandssenkning og lignende)

3. Undersøgelsens omfang

Undersøgelsen er indledt med en gennemgang af de umiddelbart tilgængelige oplysninger om lokalitetens geologiske forhold, for at udnytte den tilgængelige viden til at optimere udformningen af undersøgelsesprogrammet.

Derudover er der indsamlet geofysiske data med DualEM-metoden, der giver information om sammensætningen af jordens aflejringer ned til en dybde af maksimalt 5 til 8 m, afhængigt af de elektriske modstandsforhold af aflejringerne. Resultaterne af denne viser generelt et øvre lag med relativt høj modstand i byggefeltets øverste 0,5 m, hvilket vurderes at repræsentere et øvre sandet muldlag. I byggefeltets vestlige halvdel falder modstanden lidt, men forbliver relativt høj, hvilket vurderes at repræsentere mere sandede aflejringer. I byggefeltets østlige halvdel falder modstanden mere, hvilket erfaringsmæssigt kan tyde på tilstedeværelsen af mere lerede og evt. sætningsgivende aflejringer, hvorfor Boring B1_B14C og B2_B14C er placeret i et område som dette.

I de på situationsplanen, bilag 1, viste punkter B1_B14B, B2_B14B, B1_B14C og B2_B14C er der udført 4 geotekniske borer før til 4,0 m under terræn. Boringerne er udført i henhold til retningslinjerne i DGF Bulletin 14, Felthåndbogen.

Der er tidligere udført geotekniske undersøgelser langs byggefeltets nordlige grænse. Undersøgelserne er udført af GEO i projekt nr. 26848. Relevante boreprofiler herfra er vedlagt denne rapport og resultaterne af disse undersøgelser er medtaget i nærværende rapport.

Boringernes placering og terrænkote er indmålt med DGPS. Koordinater og koter til boringerne er angivet på boreprofilerne i henholdsvis DKTM2 og DVR90.

Der er udtaget omrørte prøver fra 0,2 m under terræn og efterfølgende pr. 0,5 m i boringernes fulde dybde, dog minimum én prøve pr. lag, samt registreret laggrænser. Desuden er der i kohæsive aflejringer udført vingeforsøg til vurdering af den udrænedes forskydningsstyrke, c_u , og i friktionsaflejringer er der udført SPT for vurdering af lejringstætheden, I_D . Denne kan efterfølgende benyttes til at bestemme jordens plane, karakteristiske friktionsvinkel, $\phi_{pl,k}$.

Der er etableret Ø25 mm pejlerør i boringerne for bestemmelse af grundvandsspejlets beliggenhed.

Det er ejeren af boringerne, dvs. bygherren, som har ansvaret for, at boringerne bliver sløjfet senest 1 måned efter, at brugen af boringerne er ophørt. Sløjfningen skal udføres i henhold til reglerne i Miljøministeriets "Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land".

I laboratoriet er alle prøver geologisk bedømt i henhold til retningslinjerne i DGF Bulletin 1, Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse.

Det naturlige vandindhold, w , er bestemt på alle prøver. Laboratorieundersøgelserne er udført i henhold til DGF Bulletin 15, Laboratoriehåndbogen.

Samtlige resultater af ovenstående inklusiv de i boringerne registrerede laggrænser og vandspejl fremgår af boreprofilerne, bilag 2. Signaturforklaring og definitioner til boreprofilerne fremgår af bilag A.

Borearbejdet er udført af Jysk Geoteknik som underleverandør til Rambøll.

4. Geologi og grundvand

4.1 Tilgængelige oplysninger

Den aktuelle lokalitet er en del af et større morænelandskab i kuperet terræn, hvor der i den østlige del af byggefeltet optræder et blødbundsområde, hvilket kan ses af de gamle målebordsblade (1842-1899), se Figur 1. Af målebordsblade optegnet efter år 1899 fremgår blødbundsområdet ikke. Boringerne S36 og B2_B14C er udført i dette område og der er ikke truffet blødbundsaflejringer.



Figur 1: Høje målebordsblade (1842-1899) til venstre. Lave målebordsblade (1901-1971) til højre. Byggefelt skitseret ind med blå omrids. Tidligere vådområde fremgår med grøn farve på høje målebordsblade til venstre.

I henhold til GEUS' geologiske kort for den pågældende lokalitet forventes jordlagene i de øverste meter at bestå af moræneler.

Af gamle luftfoto fremgår det, at der på byggefeltet tidligere har været drevet landbrug. Derudover viser de, at der tidligere har været anlægsaktivitet i området ifm. etablering af Ole Lund Kirkegårds Alle, Lisbjerg Skolen samt letbanen.

4.2 Topografi

Byggefeltet ligger i et kuperet terræn, hvor terrænet falder fra vest mod øst. Af tilgængelige kort er terrænkoten i den sydvestlige del af byggefeltet ca. kote +53,5 m DVR90 og falder til ca. kote +46,0 m DVR90 mod øst. Terrænkoterne for boring B1_B14B, B2_B14B, B1_B14C og B2_B14C er henholdsvis mellem +46,5 og +53,3.

4.3 Jordbundsforhold

I borerne B1_B14B, B2_B14B, B1_B14C og B2_B14C træffes der øverst fyld af især muld og ler til 0,6 – 2,2 m under terræn. I boring S35 og S36 træffer der øverst overjord af muld og ler til 0,7 – 0,8 m under terræn.

I byggefeltets sydvestlige del (B1_B14B og B2_B14B) træffes der under fylden intakte glaciale aflejringer af moræneler. Boringerne afsluttes i henholdsvis glacialt smeltevands- og morænesand samt glacialt smeltevandsler 4,0 m under terræn.

I byggefeltets sydøstlige og nordvestlige del (B1_B14C, B2_B14C, S35) træffes der under fylden/mulden senglaciale til glaciale aflejringer af ret fedt til **fedt** smeltevandsler til boringernes bund 4,0 m under terræn.

I byggefeltets nordøstlige del (S36) træffes der under fylden postglacialt ferskvandsler med organisk indhold og herefter ret fedt til fedt senglacialt nedskylsler. Boringen afsluttes i moræneler 4,5 m under terræn.

Der henvises til boreprofilerne for en detaljeret beskrivelse af jordbundsforholdene.

Idet der tidligere har været landbrugsaktivitet på området samt anlægsaktivitet må der forventes vekslende mægtigheder af fyld samt forhindringer i jorden som dræn og ledninger, som skal håndteres ifm. gravearbejdet.

4.4 Grundvandsforhold

Boringerne er ifm. borearbejdet pejlet og herefter genpejlet ca. 4 uger efter. Resultaterne for de eksisterende og supplerende boringer er gengivet nedenfor i Ud fra HIP's (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem) 10 m grid for dybde til det terrænnære grundvandsspejl i en typisk vintersituation, kan der aflæses en dybde fra terræn på ca. 1 til 2 m til det terrænnære vandsspejl. Lokalt i byggefeltets østlige del ligger det terrænnære grundvandsspejl mellem 0 til 1 m (nær eksisterende sø/vådområde), hvilket stemmer overens med boring B2_B14C. Tabel 1.

Det anbefales, at der udføres pejlinger frem til byggeriets opførelsestidspunkt for at følge eventuelle vandsspejlsvariationer. Hvis der er væsentlige variationer, skal behovet for grundvandssænkning revurderes.

Ud fra HIP's (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem) 10 m grid for dybde til det terrænnære grundvandsspejl i en typisk vintersituation, kan der aflæses en dybde fra terræn på

ca. 1 til 2 m til det terrænnære vandspejl. Lokalt i byggefeltets østlige del ligger det terrænnære grundvandsspejl mellem 0 til 1 m (nær eksisterende sø/vådområde), hvilket stemmer overens med boring B2_B14C.

Tabel 1: Grundvandsforhold.

Boring nr.	Terrænkote [DVR 90]	Pejling	
		m under terræn	Kote [DVR 90]
B1_B14B	+52,3	3,9	+48,4
B1_B14C	+48,4	2,8	+45,6
B2_B14B	+50,2	2,0	+48,2
B2_B14C	+46,5	1,2	+45,3
S35	+51,5	Tør	Tør
S36	+47,8	Tør	Tør

5. Funderingsforhold

5.1 Projekteringsgrundlag

Funderingen af det kommende byggeri skal dimensioneres og udføres i henhold til gældende Eurocode 7, DS/EN1997-1 med tilhørende nationalt anneks DS/EN1997-1 DK NA. Ud fra de foreliggende oplysninger vurderes det, at byggeriet kan henføres til geoteknisk kategori 2 og middel konsekvensklasse, CC2. Når de endelige laster er kendte, skal det kontrolleres at lasterne ikke overstiger grænserne for geoteknisk kategori 2. I givet fald skal byggeriet henføres til geoteknisk kategori 3.

5.2 Funderingsmetode og funderingsniveau

Med de aktuelle jordbundsforhold kan der for det kommende byggeri udføres en normal, direkte fundering i forhold til eksisterende terræn.

Fundamenterne skal føres ned på eller under oversiden af de bæredygtige aflejringer (OSBL), som med de trufne bundforhold svarer til oversiden af de senglaciale eller ældre aflejringer. Koten til oversiden af de bæredygtige aflejringer ved boringerne er angivet i Tabel 2, hvor både supplerende og eksisterende boringer er vist.

Tabel 2: Overside bæredygtige aflejringer (OSBL).

Boring nr.	Terrænkote [DVR90]	OSBL		
		m under terræn	Kote [DVR90]	Aflejring
B1_B14B	+52,3	2,2	+50,1	Moræneler, Gl Gc
B1_B14C	+48,4	0,6	+47,8	Ler, ret fedt til fedt , Sm Sg
B2_B14B	+50,2	1,4	+48,8	Moræneler, Gl Gc
B2_B14C	+46,5	2,1	+44,5	Ler, Sm Sg
S35	+51,5	0,8*	+50,7	Ler, ret fedt til fedt , Sm Gc
S36	+47,8	1,2**	+46,6	Ler, Ne Sg

* Slap zone mellem 1,5 til 2,7 m under terræn.

** Overgang fra postglacialt til senglacialt lag er usikker.

Alle ydervægsfundamenter skal minimum føres til frostsikker dybde, svarende til 0,9 m under fremtidigt terræn for opvarmede bygninger og 1,2 m under fremtidigt terræn for uopvarmede bygninger/konstruktionsdele.

Der bliver forventeligt tale om ekstrarfundering for borerne B1_B14B, B2_B14B, B2_B14C og S36, som kan udføres enten som en dyb direkte fundering på oversiden af de bæredygtige aflejringer eller som sandpudefundering med udskiftning ned til oversiden af de bæredygtige aflejringer og opfyldning med komprimeret sandfyld, hvorefter der kan funderes i frostsikker dybde.

I boring S35 er der truffet en slap zone i leret under det forventede funderingsniveau med forskydningsstyrke $c_{u,k} \leq 30-40 \text{ kN/m}^2$. Såfremt den nødvendige funderingsdybde kommer nær de svage zoner, er det sandsynligvis mest fordelagtigt at føre fundamenterne ned under den slappe zone, alternativt kan de svage aflejringer udskiftes med komprimeret sandfyld eller grovbeton. Under alle omstændigheder skal der foretages en kontrol af gennemlokning af underliggende slappe zoner iht. afsnit 5.4.

5.3 Fundering på ret fedt ler

Ved fundering på ret fedt - fedt ler skal der tages hensyn til, at årstidsvariationer i lerets vandindhold og beplantningens vandforbrug kan forårsage udtørring eller kvældning, som kan medføre bevægelser i funderingen.

I de intakte aflejringer umiddelbart under fyld og muld er der truffet senglaciale aflejringer i boring B1_B14C og S35, som er beskrevet ret fedt – fedt. Ved fundering i disse aflejringer kan generne begrænses ved f.eks. at ilægge revnefordelende armering i fundamentet, øge funderingsdybden, udlægge damp-tæt folie på leroverfladen og fælde løvfældende og stedsegrønne træer i en afstand, som beskrevet i Bilag D.

De aktuelle aflejringer af ret fedt – fedt ler er særdeles følsomme over for udtørring og opblødning. Der skal derfor træffes foranstaltninger, således dette ikke sker. Det vil for eksempel sige, at der ikke må foregå færdsel direkte på råjordsplanum samt at membran og sandfyld med videre skal udlægges i takt med udgravningsarbejdet. Opblødt og/eller udtørret jord skal udskiftes med indbygget sandfyld.

5.4 Styrke- og deformationsparametre

Funderingen skal projekteres i såvel brudgrænsetilstanden (ULS) som anvendelsesgrænsetilstanden (SLS), hvor brudgrænsetilstanden skal omfatte både korttids- og langtidstilstanden. Ved dimensioneringen kan følgende karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægte anvendes:

Tabel 3: Styrke- og deformationsparametre

Boring nr.	Aflejrings	$\phi_{pl,k}$ [°]	$c_{u,k}$ [kPa]	γ/γ' [kN/m ³]	E_{OED} [MPa]
B1_B14B	Fyld, muld/ler	25	50	19/9	3
	Fyld, sand	30	-	18/9	3
	Moræneler, Gl Gc	30	150	21/11	40
	Sand og morænesand, Sm/Gl Gc	38	-	19/9	30
B1_B14C	Fyld, ler	25	50	19/9	3
	Ler, Sm Sg	28	100 – 200	19/9	15-30
B2_B14B	Fyld, ler	25	50	19/9	3
	Moræneler og ler Gl/Sm Gc	30	130-180	21/11	30-40
B2_B14C	Fyld, ler	25	50	19/9	3
	Ler, Sm Sg	28	100 – 300	19/9	15-45
S35	Overjord, ler/muld	25	50	18/8	3
	Ler, Sm Sg	28	30-150	19/9	3-17
S36	Overjord, ler/muld	25	50	18/8	3
	Ler, Fe Pg	25	30	17/7	5
	Ler, Ne Sg	25	45 – 200	19/9	5-35
	Moræneler, Gl Gc	30	150*	21/11	40

* Udrænet forskydningsstyrke skønnet idet alle vingestyrker er påvirket af sten

De angivne oedometermoduler, E_{OED} , er fastlagt ud fra Rambølls generelle erfaring med lignende jordarter. For en mere præcis vurdering anbefales det, at der udføres konsolideringsforsøg.

Ved belastning kan den karakteristiske effektive kohæsion, c'_k regnes som 10 % af den udrænedes karakteristiske forskydningsstyrke, $c_{u,k}$, dog maksimalt 20 kPa. Ved aflastning, samt for fyldler, er den karakteristiske effektive kohæsion, $c'_k = 0$ kPa.

Ved beregning af bæreevnen skal det sikres, at der ikke sker gennemlokning til eventuelt underliggende svagere aflejringer. I givet fald skal bæreevnen reduceres.

6. Miljøforhold

Idet projektområdet ligger udenfor områdeklassificeringen og ikke er kortlagt, er der ikke behov for miljøprøver, og jorden kan anvendes frit både indenfor og udenfor projektområdet.

Der er hverken under borearbejdet til de geotekniske borer eller under den geologiske bedømmelse af jordprøverne registreret forhold, der tyder på forurening af jorden. Det skal dog understreges, at der ikke er foretaget en egentlig vurdering af de miljømæssige forhold eller udført konkrete miljøundersøgelser, ligesom mange forureninger ikke nødvendigvis kan erkendes ved syn eller lugt.

Såfremt der træffes forurenede jord under udførelsen, skal arbejdet standses, og Aarhus Kommunes afdeling for Natur og Miljø skal kontaktes.

7. Tørholdelse

7.1 Midlertidig

Med de trufne lavpermeable leraflejringer, forventes der ikke væsentlige grundvandsproblemer i forbindelse med udgravning til fundamenter eller sandpude. Eventuelt tilstrømmende vand forventes at kunne fjernes ved simpel lænsepumpning fra udgravningens bund, eventuelt kombineret med afskærende dræn i udgravningssiderne.

Der skal sikres en hurtig og effektiv bortledning af eventuelt tilstrømmende vand for at undgå opblødning af de intakte aflejringer. Opblødt og/eller udtørret jord skal udskiftes.

7.2 Permanent

For at sikre den permanente tørholdelse af bygningen skal der etableres et drænsystem i henhold til DS436, Norm for dræning af bygværker mv. For det kommende byggeri anbefales det, at der etableres et omfangsdræn med forbindelse til det kapillarbrydende lag.

Hvis de afdrænedede gulvflader er større end 30 m² anbefales det for klasse 2 og 3, at der etableres netdræn, jf. drænnormen DS436: "*Norm for dræning af bygværker mv.*"

8. Naboforhold

I henhold til Byggelovens §12 skal ethvert bygge- og anlægsarbejde tilrettelægges og udføres således, at omkringliggende bygninger og ledningsanlæg med videre ikke beskadiges. Desuden skal ejere/naboer modtage en skriftlig meddelelse om arbejdets art, omfang og opstartstidspunkt mindst 14 dage forud for arbejdets påbegyndelse.

Udgravningsarbejdet kan give skader på nærliggende bygninger og anlæg. Såfremt der ved anlægsfasens opstart forefindes nærliggende bygninger og anlæg, anbefales det at disse besigtiges og at der foretages en risikovurdering af nabokonstruktionerne inden arbejdet udføres. Besigtigelsen skal dokumentere eventuelle eksisterende skader (via for eksempel fotos, revneregistreringer, nivellementer med videre) og risikovurderingen skal klarlægge nabokonstruktionernes funderingsforhold og behov for eventuelle forholdsregler.

9. Udførelse

9.1 Geoteknisk tilsyn

I henhold til DS/EN 1997-1 skal der udføres geoteknisk/geologisk tilsyn i forbindelse med udgravninger for fundamenter for at sikre, at de ved dimensioneringen valgte forudsætninger overalt er opfyldt.

Hvis der ved tilsynet konstateres forhold imellem boringerne, som ikke blev afdækket i boringerne og som kan have betydning for det kommende byggeri, for eksempel blødbund, skal dimensioneringsforudsætningerne revurderes.

Rambøll udfører gerne det geotekniske tilsyn.

Desuden skal der foretages komprimeringskontrol af indbygget sandfyld under fundamenter og gulve for at sikre, at komprimeringsgraden er i overensstemmelse med det foreskrevne.

9.2 Sandpude

Udskiftningen til sandpuden skal ske såvel under bygningen som indenfor linjer med anlæg $a = 1,5$ fra overside bæredygtige aflejringer skærende funderingsniveau 0,5 m udenfor fundamentskant. Sandfylden skal bestå af lerfrit sand, der mindst opfylder kravene til bundsikringsmaterialer kvalitet II i henhold til Vejdirektoratets gældende udbuds- og anlægsforskrifter, med det supplerende krav at $U > 3$. Sandfylden skal komprimeres til i middel 95% vibration målt med isotopsonde, idet ingen enkeltmåling må være mindre end 92% vibration.

9.3 Udgravningsskråninger

Det skal sikres, at udgravningen ikke får indflydelse på stabiliteten af eventuelt eksisterende bygninger og anlæg i nærheden. Midlertidige udgravningsskråninger mod eksisterende konstruktioner skal overholde de i SBI-anvisning 231, Fundering af mindre bygninger, afsnit 8.2 angivne grænseflader.

9.4 Fedt ler i udgravningsniveau

De aktuelle aflejringer af ret fedt – fedt ler er særdeles følsomme over for udtørring og opblødning. Der skal derfor træffes foranstaltninger, således dette ikke sker. Det vil for eksempel sige, at der ikke må foregå færdsel direkte på råjordsplanum, der skal sikres hurtig og effektiv afvanding, arbejdet skal udføres i tørvejr og sandfyld skal udlægges i takt med udgravningsarbejdet. Opblødt og/eller udtørret jord skal udskiftes med indbygget sandfyld.

9.5 Arbejdsmiljø

Idet byggeriet kan give anledning til støj- og vibrationsgener, skal disse emner indgå i kortlægningen af arbejdsmiljø samt håndteres i Plan for Sikkerhed og Sundhed (PSS). Herudover kan der være miljømæssige hensyn som følge af forurenet jord og grundvand, der ligeledes skal håndteres i PSS.

10. Supplerende undersøgelser

Dette er en geoteknisk placeringsundersøgelse. Når byggeriets placering og udformning er nærmere fastlagt, kan det være nødvendigt at udføre supplerende geotekniske undersøgelser svarende til en geoteknisk parameterundersøgelse således, at kravene til en projektundersøgelse er opfyldt i henhold til Eurocode 7, DS/EN 1997-1 og -2. Såfremt nærværende undersøgelse viser sig at være dækkende for byggeriet skal der udarbejdes en geoteknisk undersøgelsesrapport på baggrund af oplysningerne om byggeriet og de allerede udførte geotekniske undersøgelser.



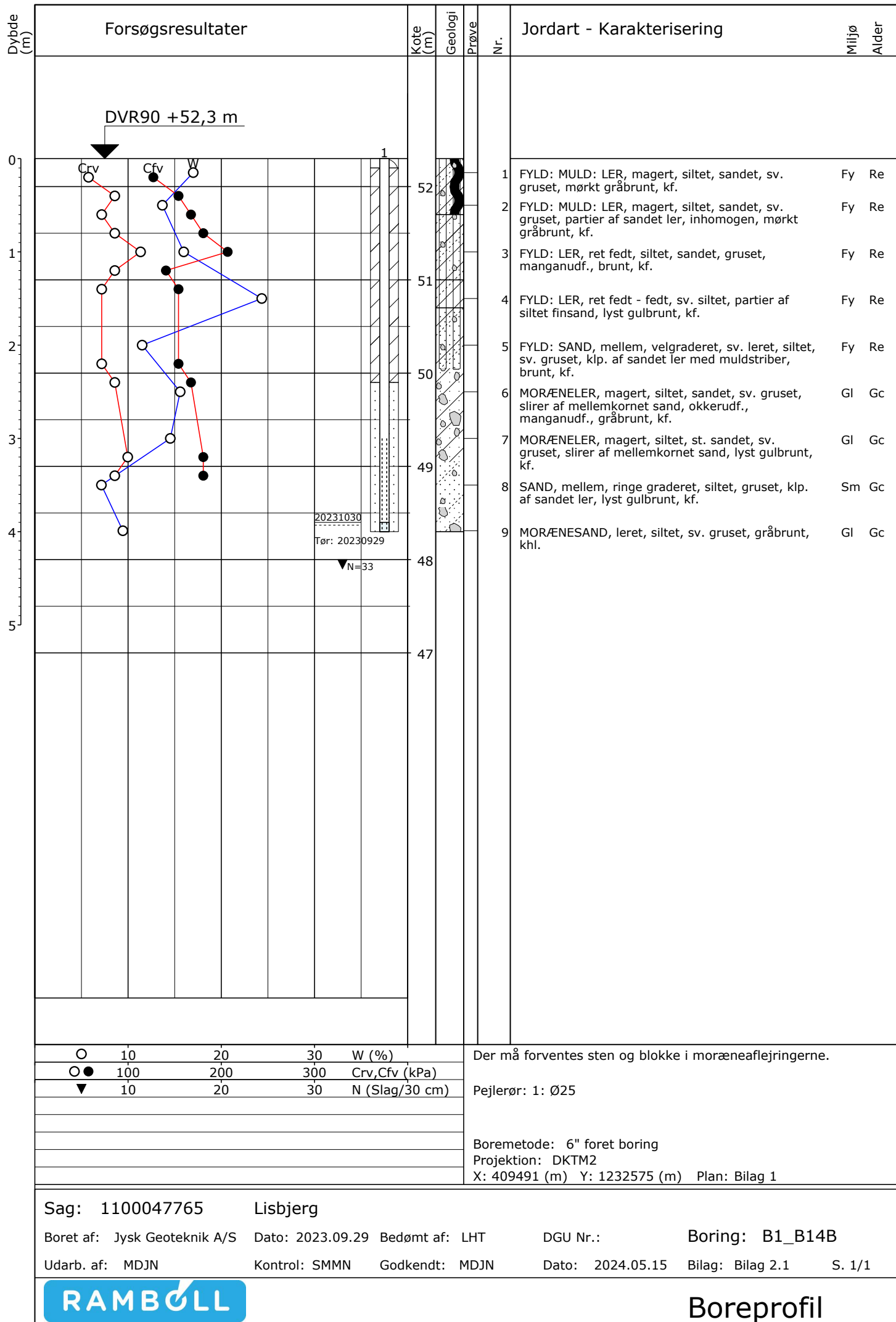
Projekt: 1100047765 Lisbjerg
Adresse: Jesper Kleins Gade, Byggefelt B.14b
Kunde: Aarhus Kommune

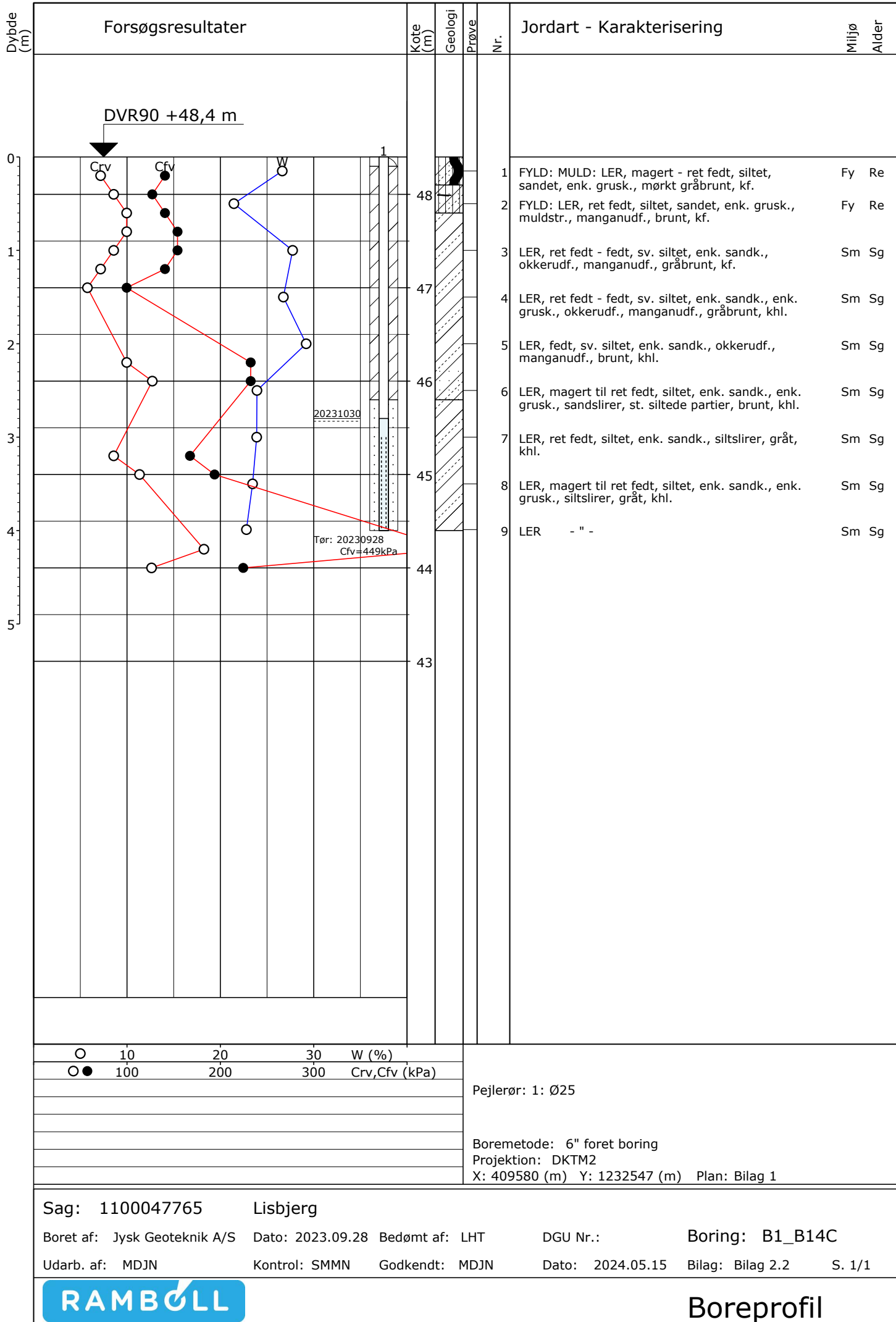
Skala: 1:750
Koter i DVR90
Dato: 06-02-2025 Bilag: 1

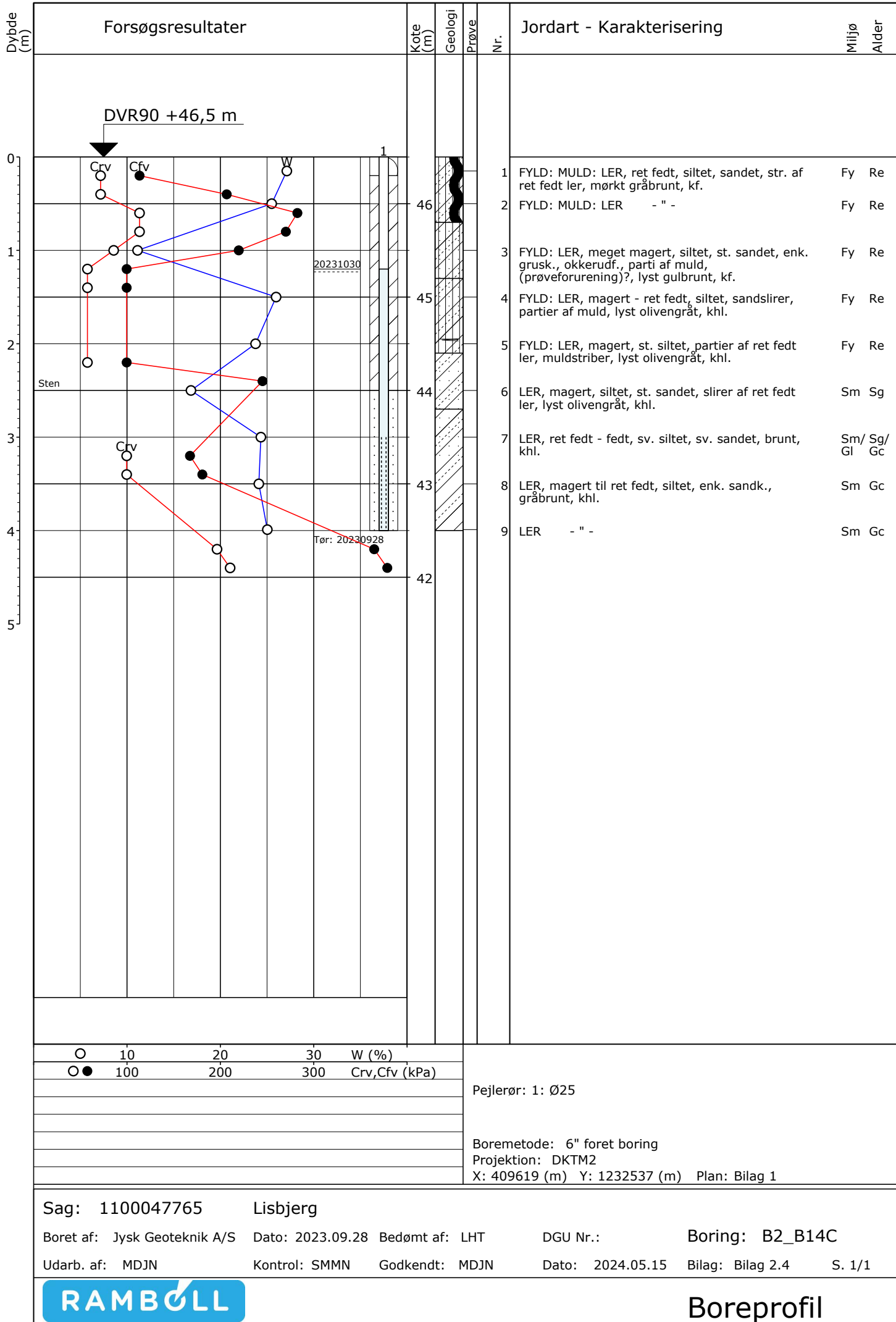


SITUATIONSPLAN

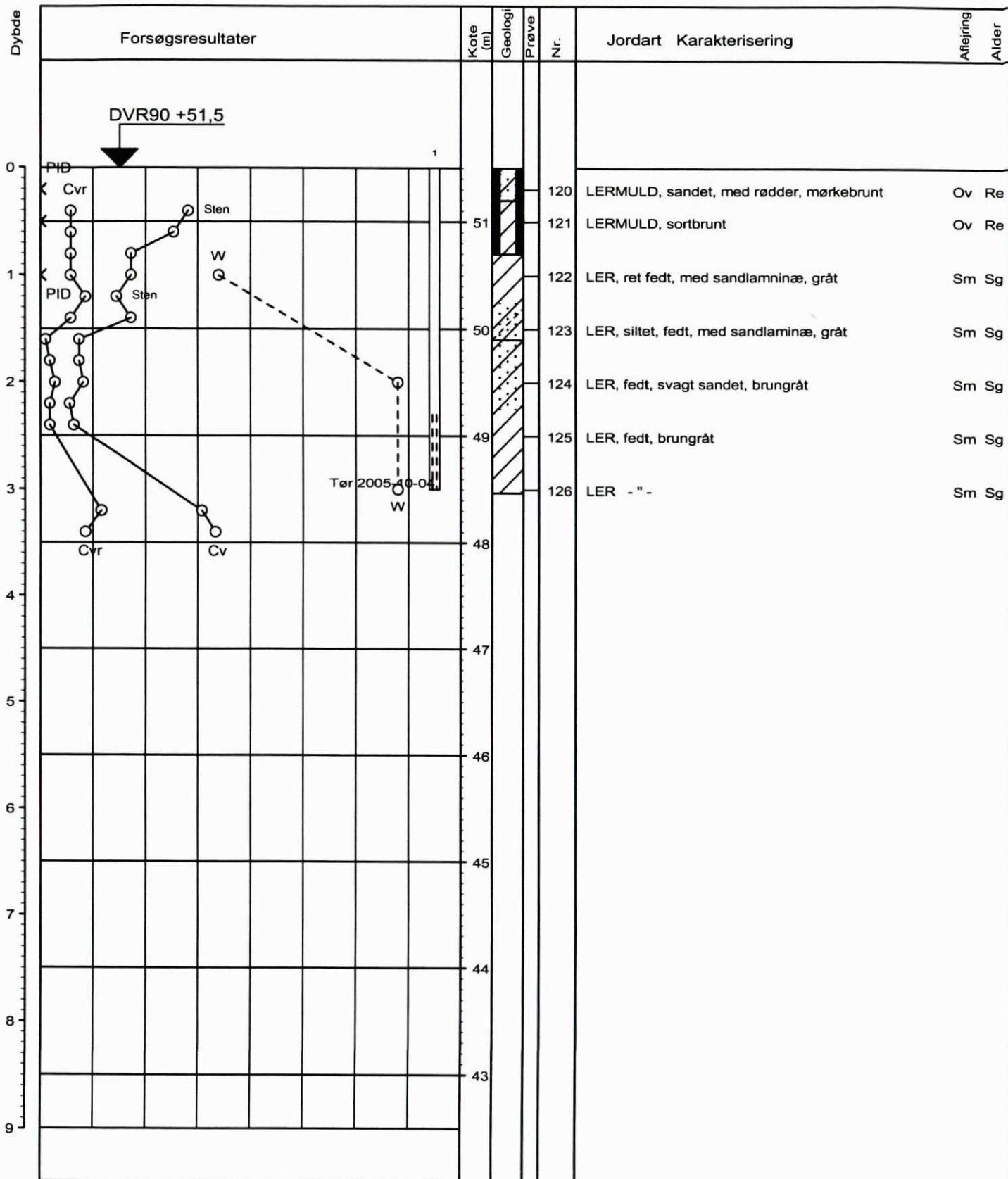
Bilag 2 – Boreprofiler







Bilag 3 – Eksisterende boringer



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223735 (m) Y : 198601 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-29

DGU-nr.:

Boring : S35

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

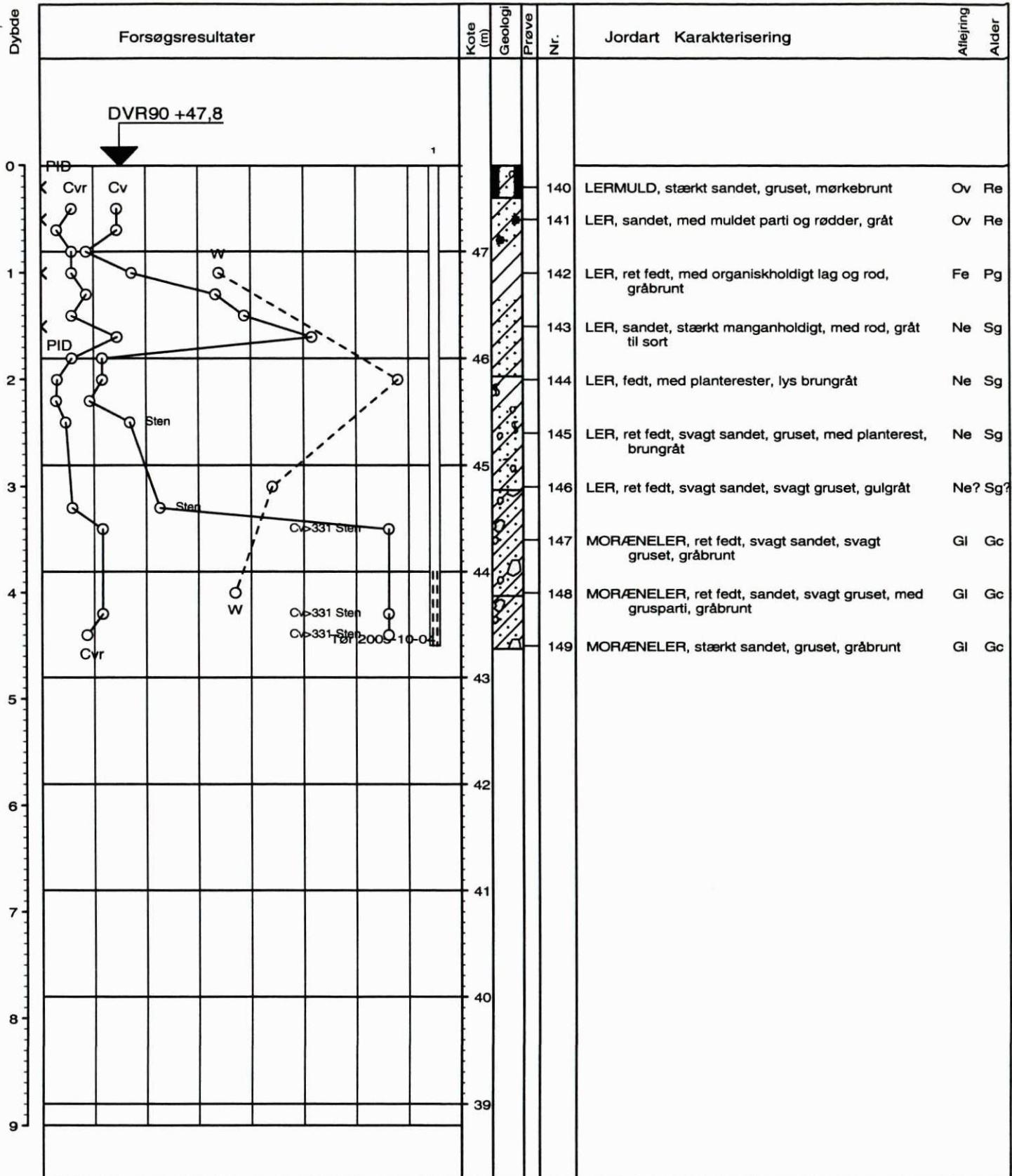
Bilag : 34

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)

○ 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223668 (m) Y : 198541 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-30

DGU-nr.:

Boring : S36

Udarb. af : OKP

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

Bilag : 35

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

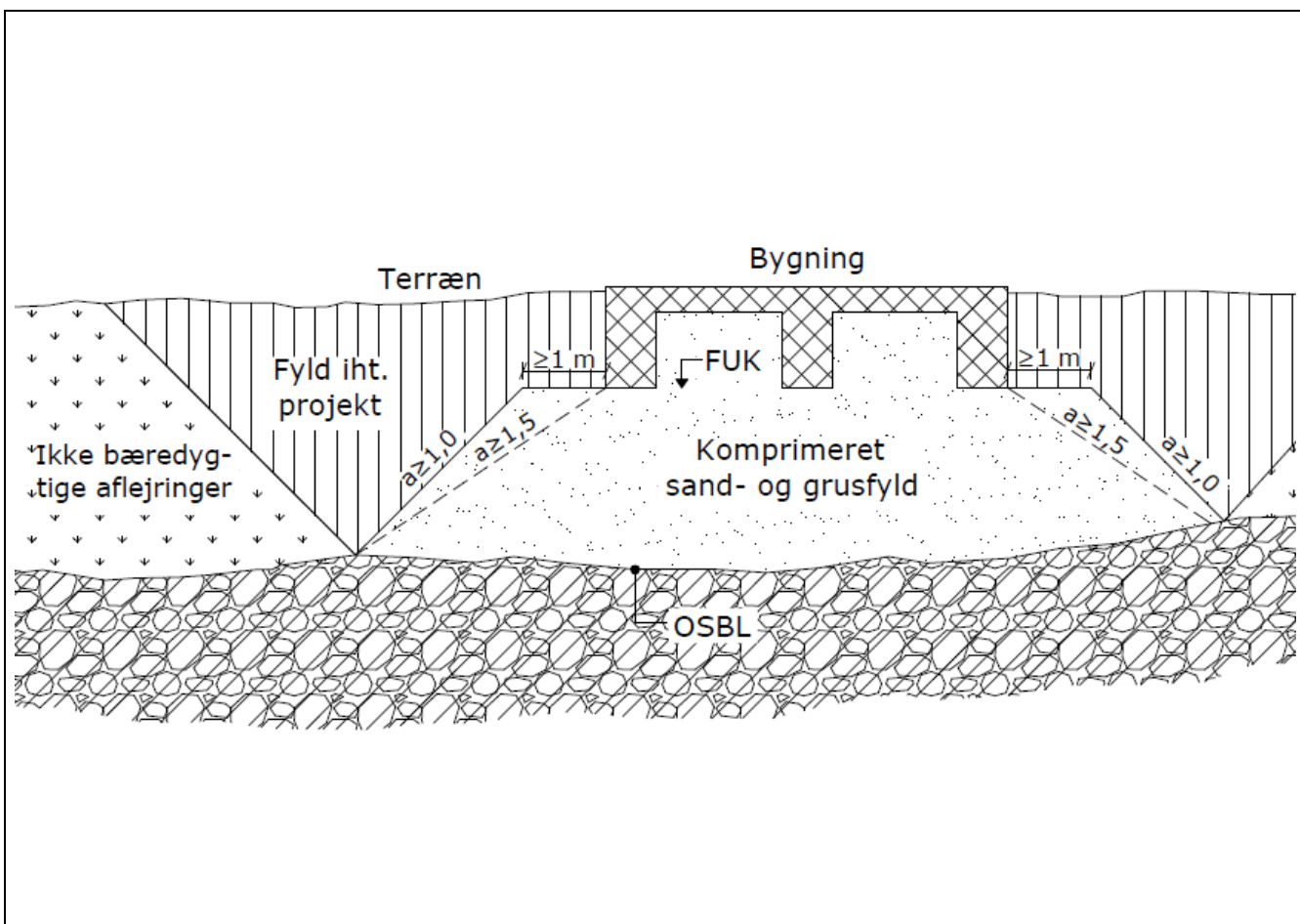
Boreprofil

Forsøgsresultater

Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil				
MORÆNESAND MORÆNESILT MORÆNELER KALK (KRIDT) FLINT KLIPPE GYTJE SKALLER TØRV TØRVEDYND PLANTERESTER I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne. <tr><td> </td><td> </td><tr><th>Geologiske forkortelser</th><th>Pejlerør</th></tr><tr><td> Miljø Alder Br Brakvand Pg Postglacial Fe Ferskvand Sg Senglacial Fl Flydejord Al Allerød Gl Gletscher Gc Glacial Ma Marin Ig Interglacial Ne Nedskyl Is Interstadial O Overjord Te Tertiær Sk Skredjord Ng Neogen Sm Smeltevand Pn Palæogen Vi Vindaflejet Pi Pliocæn Vu Vulkansk Mi Miocæn Fy Fyld Oi Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent </td><td> Terrænkote Top Pejling Bund af filterrør 2016.01.07 1 Indtagsnr. Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør </td></tr></tr>			Geologiske forkortelser	Pejlerør	Miljø Alder Br Brakvand Pg Postglacial Fe Ferskvand Sg Senglacial Fl Flydejord Al Allerød Gl Gletscher Gc Glacial Ma Marin Ig Interglacial Ne Nedskyl Is Interstadial O Overjord Te Tertiær Sk Skredjord Ng Neogen Sm Smeltevand Pn Palæogen Vi Vindaflejet Pi Pliocæn Vu Vulkansk Mi Miocæn Fy Fyld Oi Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent	Terrænkote Top Pejling Bund af filterrør 2016.01.07 1 Indtagsnr. Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør
		Geologiske forkortelser	Pejlerør	Miljø Alder Br Brakvand Pg Postglacial Fe Ferskvand Sg Senglacial Fl Flydejord Al Allerød Gl Gletscher Gc Glacial Ma Marin Ig Interglacial Ne Nedskyl Is Interstadial O Overjord Te Tertiær Sk Skredjord Ng Neogen Sm Smeltevand Pn Palæogen Vi Vindaflejet Pi Pliocæn Vu Vulkansk Mi Miocæn Fy Fyld Oi Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent	Terrænkote Top Pejling Bund af filterrør 2016.01.07 1 Indtagsnr. Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør	
Geologiske forkortelser	Pejlerør					
Miljø Alder Br Brakvand Pg Postglacial Fe Ferskvand Sg Senglacial Fl Flydejord Al Allerød Gl Gletscher Gc Glacial Ma Marin Ig Interglacial Ne Nedskyl Is Interstadial O Overjord Te Tertiær Sk Skredjord Ng Neogen Sm Smeltevand Pn Palæogen Vi Vindaflejet Pi Pliocæn Vu Vulkansk Mi Miocæn Fy Fyld Oi Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent	Terrænkote Top Pejling Bund af filterrør 2016.01.07 1 Indtagsnr. Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør					

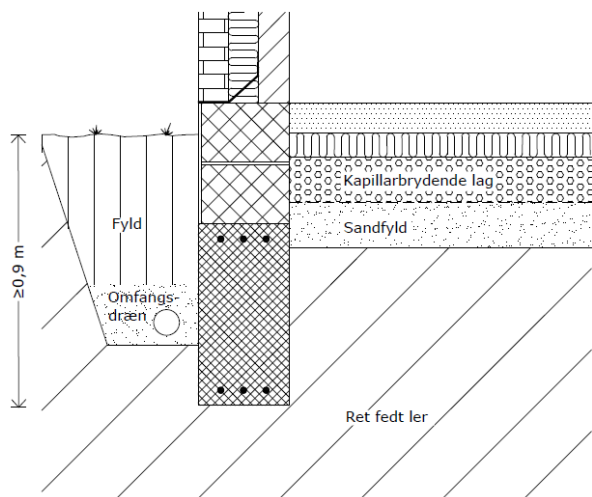
Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
—	Plasticitetsgrænse	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
—	Plasticitetsindex	IP	[%]	IP = WL - WP
▽	Rumvægt	γ	[kN/m³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
■	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
+	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
x	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægten
-/(+)/+/++	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
++/+/(+) -/-/?/-/?/+?	Frost			++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningsproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningsproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
H1,H2,H3,H4,H5	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet
●	Gradering			U<3: Enskornet, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet
○	Vingestykke, intakt	cfv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestykke, omrørt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
—	Sonderingsmodstand			
—	- Belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
—	- Svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
—	- Let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
▼	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning



Udførelse	Materialer
Etablering af en sandpude skal foretages ved udskiftning af alt muld, overjord og ikke bæredygtige aflejringer ned til overside af bæredygtige aflejringer (OSBL). Udskiftningen skal foretages under hele bygningen såvel som indenfor linjerne $a \geq 1,5$ fra yderkant af fundamenternes underkant og $a \geq 1,0$ mindst 1 meter fra yderkant af fundamenternes underkant. Princippet for udskiftningsprofilet er skitseret i ovenstående figur. Geometrien af udskiftningsprofilet kan muligvis reduceres, såfremt der foretages beregninger af de faktuelle forhold i ULS og SLS grænsetilstanden jævnfør EC7 med tilhørende nationalt anneks. Opbygningen af sandpuden foretages ved udlægning af lag på 0,2-0,4 m. Hvert lag skal komprimeres effektivt ved mindst 3-4 overkørsler med vibrationsvalse eller en tung pladevibrator. Der skal tilstræbes en ensartet indbygning. En sandpude kan kun etableres og komprimeres forsvarligt i en tør udgravning. Såfremt sandpudens tykkelse er lille, skal gennemlokningsproblematikken undersøges.	Sand- og grusfyld skal benyttes som materiale til sandpuden. Materialet skal mindst opfylde kravene til bundsikringsmaterialer kvalitet II, med det supplerende krav at $U > 3$. Materialet skal desuden være rent, dvs. at indholdet af organiske stoffer udtrykt ved glødetabet (reduceret for kalkindhold) ikke må overstige 1%.
	Kontrol Der skal udføres geoteknisk kontrol af udgravningen forud for opbygning af sandpuden for at sikre, at OSBL er truffet inden for hele udgravningsprofilet samt sikre, at de geotekniske forudsætninger overalt er opfyldt jævnfør den geotekniske rapport. Materialet til sandpuden komprimeres til 95% vibration i middel og 92% vibration som minimum, målt med isotopsonde. Det skal sikres, at den fastsatte komprimeringsgrad opnås i hele lagets tykkelse.

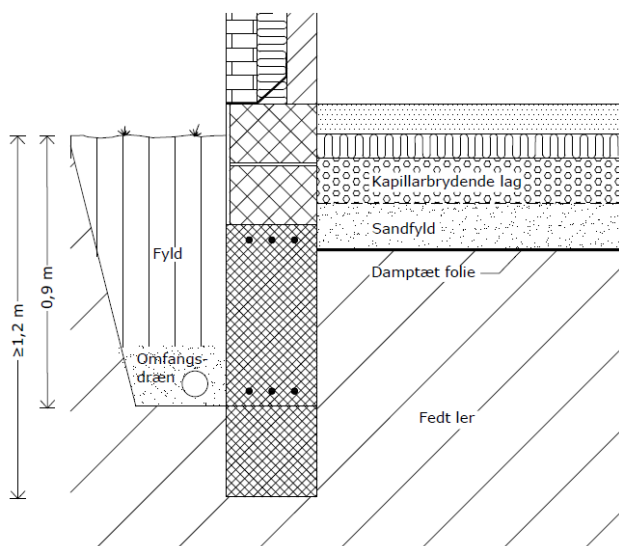
Fundering på ret fedt ler



Tiltag

- Min. funderingsdybde under terræn: 0,9 m
- 0,2% gennemgående revnefordelende armering for oven og for neden.
- Løvfældende træer og buske fældes inden deres højde bliver 1,5 gange så stor som afstanden til bygningen og stedsegrønne træer inden deres højde bliver 2 gange så stor som afstanden til bygningen.

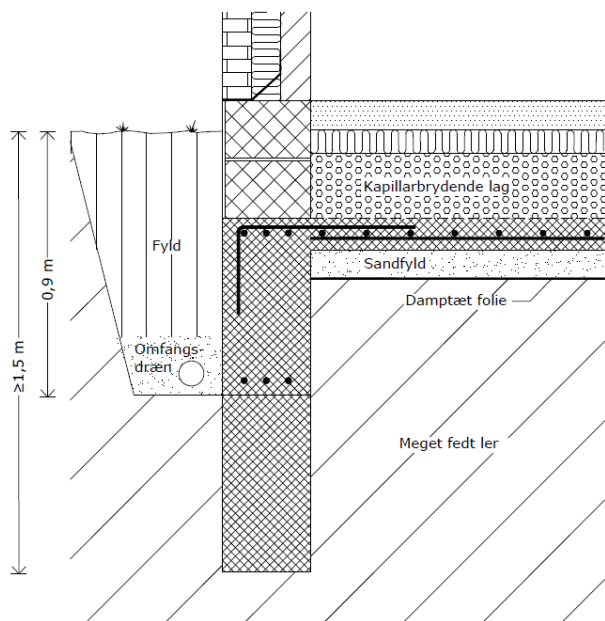
Fundering på fedt ler



Tiltag

- Min. funderingsdybde under terræn: 1,2 m. De nederste ca. 0,3 m direkte mod intakt jord.
- 0,2% gennemgående revnefordelende armering for oven og for neden.
- Afrømningsfladen skal afdækkes med damptæt folie.
- Løvfældende træer og buske fældes inden deres højde bliver lige så stor som afstanden til bygningen og stedsegrønne træer inden deres højde bliver 2 gange så stor som afstanden til bygningen.

Fundering på meget fedt ler



Tiltag

- Min. funderingsdybde under terræn: 1,5 m. De nederste 0,6 m direkte mod intakt jord.
- 0,2% gennemgående revnefordelende armering for oven og for neden, som armeres sammen med en armeret betonplade.
- Afrømningsfladen skal afdækkes med damptæt folie.
- Løvfældende træer og buske fældes inden deres højde overstiger 2/3 af afstanden til bygningen og stedsegrønne træer inden deres højde bliver 2 gange så stor som afstanden til bygningen.