

BILAG

Boringstyper

Godkendt af	Enhed/netværk	Emne i KLS	Næste revision	Adgang	Journal nr.	Forfatter
KALA1 31. januar 2024	DT-BBM-TGT	Geoteknik_BBM	Januar 2025	x Intern x Ekstern	13/19366-2	PLT1 /TGT

BILAG

BORINGSTYPER

Nedenfor er på skematisk form angivet de boringstyper, der påtænkes anvendt i de enkelte miniudbud:

Type	Art	Små pose-prøver	Store pose-prøver	Pejlerør	Rørprøver B-rør	Vinge-forsøg	CPTU
1	Geoteknisk boring	X		X		X	
2	Geoteknisk boring	X	X	X		X	
3 ^c	Geoteknisk boring	X		X	X	X	X
4 ^c	Geoteknisk boring	X		X	X	X	X
5	CPTU						X
5.1	CPTU						X ^a
6	Forboring	X ^b					
7	Lagfølge-boring	X ^b					
7a	Muldboring						
8	Pumpe-boring	X		X			

^a Ved CPTU type 5.1 udføres sonderingen i forbindelse med en forudgående forboring, type 6

^b Ved type 6 og 7 kan den ingeniørgeologisk prøvebedømmelse (jf. dgf-Bulletin 1) udføres i felten, og prøveudtagning kan i det tilfælde udelades. Alene boring 7a tillades udført med let håndgrej

^c I type 3 udføres der kun CPTU i sand, mens der i type 4 udføres kontinuert CPTU fra terræn, jf. beskrivelserne.

Geotekniske boringer udføres mindst i boredimension 6" og efter retningslinjerne angivet i dgf-Bulletin 14¹.

Vejdirektoratet gør opmærksom på, at der i ydelsesbeskrivelsen fremgår specifikke krav for flere af de anvendte materials bionedbrydelige egenskaber.

CPTU udføres i henhold til ISSMGE². Det anvendte udstyr skal have en nøjagtighed svarende til at Accuracy Class 2 som udgangspunkt mindst kan overholdes. De anvendte sonder skal være kalibreret indenfor 1 år fra start af feltundersøgelserne og som minimum have en nominel kapacitet på 100 MPa for spidsmodstanden, hhv. mindst 1,0 MPa for kappemodstanden.

¹ Felthåndbogen, dgf-Bulletin 14, august 1999

² ISSMGE, Technical Committee 16, 1999 (corrected 2001)

Ved CPTU skal alle sensorer (spids, kappe og poretryk) nulstilles i terræn (Reference reading) forinden udførelse af det enkelte forsøg – dette gælder uanset boringstypen. Ved CPTU udført i forbindelse med boringer, skal grundvandsspejlet så vidt muligt fastholdes i det naturlige niveau.

I forbindelse med rapporteringen skal det dokumenteres hvilken Accuracy Class forsøget kan henføres til. Der stilles som udgangspunkt ikke krav til, at det enkelte forsøg overholder klasse 2 men ved gentagne overskridelser - som udgangspunkt efter 2 overskridelser - af kravene til Accuracy Class 2 skal sonden udskiftes før udførelse af det næste forsøg.

Såfremt der ikke kan opnås tilstrækkelig undersøgelsesdybde ved udførelse af CPTU med de efterfølgende anførte krav til modhold, er det rådgivers ansvar, at der er truffet aftale med Vejdirektoratet omkring det videre forløb, inden arbejdsområdet forlades. Det er altid rådgivers ansvar, at det anvendte boremateriel er tilstrækkeligt til at opnå de ønskede undersøgelsesdybder.

Såfremt rådgiver under udførelse af CPTU etablerer modhold ved anvendelse af jordankre, overgår ansvaret for at nå den aftalte undersøgelsesdybde til rådgiveren. Om nødvendigt forudsætter Vejdirektoratet, at rådgiveren anvender andet udstyr for at opnå den aftalte undersøgelsesdybde. Omkostninger forbundet med mobilisering af et andet CPT-udstyr for at opnå den ønskede sonderingsdybde er Vejdirektoratet uvedkommende.

Rådgiver må forvente, at Vejdirektoratet udfører et løbende tilsyn med feltarbejdet. Konstateres det ved tilsynet, at de opstillede krav ikke overholdes, kan Vejdirektoratet forlange arbejdet udført på ny uden udgifter for Vejdirektoratet. Ved udførelse af CPTU kan tilsynet forlange pressekraften dokumenteret. Metoden til dokumentation af pressekraften fastlægges af rådgiver, men den skal baseres på en in-situ måling. Modholdet kan altså ikke dokumenteres ved omregning af hydraulisk tryk. Såfremt modholdet ikke kan dokumenteres på stedet, skal der laves aftale om fremvisning af dokumentation et passende sted en af de efterfølgende dage.

Generelt skal der under feltarbejdet udvises omhu. Det er rådgivers ansvar under feltarbejdet at vurdere, om undersøgelsesdybden stadig er tilstrækkelig, om der er behov for udtagning af intakte prøver eller etablering af Ø63 mm pejlør i stedet for Ø32 mm.

Foring: Geotekniske boringer, herunder også forboring type 6 samt pumpeboringer, skal altid udføres som forede boringer. Foringen skal mindst bringes ned til et niveau, hvorfra udeladelse af foringen ikke indebærer risiko for dårlig prøve kvalitet, indflydelse på insitu-forsøg mv. Der må dog maksimalt bores 2 m nenedud af foringen. Der skal altid anvendes foring i sandlag uanset vandføring.

Lagfølgeboringer skal udføres med foring under grundvandsspejlet.

Små poseprøver: Pr. 0,5 m, dog mindst 1 prøve pr. lag. Der skal altid optages nok prøvemateriale til, at der kan udføres geologisk bedømmelse, vandindhold samt plasttal (I_p) eller en sigtning/slemning.

Store poseprøver: Fra 1,0 - 2,0 m, 3,0 - 4,0 m, 5,0 - 6,0 m osv. indtil overside vej, og herefter pr. m indtil 3 m under vejens overside. Der må ikke forekomme laggrænser i store prøver, og den udtagne prøve skal være repræsentativ for jordlaget. Store poser sammensættes af det materiale, som opsamles over udtagningslængden. Ved lagskifte inden for prøvelængden udtages store poser fra hvert lag. Der skal altid indsamles så meget materiale som muligt, og gerne minimum 15 kg.

Pejlerør,
Ø32mm og Ø63 mm:

Pejlerør etableres i geotekniske borer og er som udgangspunkt Ø32 mm. Det kan efter forudgående aftale med Vejdirektoratet vælges at montere borer med Ø63 mm.

I borer, hvor der under borearbejdet registreres tegn på et sekundært vandspejl over et dybereliggende grundvandsmagasin, skal der etableres to eller flere pejlerør, adskilt af bentonitprop. Der skal pejles umiddelbart efter endt borearbejde og herefter månedligt. Ved bygværker skal der minimum kunne udføres 2 pejlinger før fremsendelse af rapport.

Filtersætning udføres som udgangspunkt i alle vandførende sandlag, alternativt i bund af boreren hvis der kun træffes ler.

Omkring filterstrækningen skal der anvendes filtergrus op til mindst 0,5 m over filterstrækningen. Det kontrolleres, at pejlerørene trækker ved etablering. Konstateres defekte pejlerør, skal de sættes om uden udgift for Vejdirektoratet.

Ved større dimension pejlerør end Ø32 mm skal filtersætningen tilpasses situationen.

Alle pejlerør lukkes med tæt prop.

Umiddelbart efter en borings udførelse kontrolleres pejlerørens bundniveau ved bundpejling. Bundpejlingen og tilhørende filterbundskote skal fremgå af pejleskemaet, der afleveres i rapporten.

I tilfælde af vandspejl over terræn skal pejlerøret forlænges, så vandspejlets højde over terræn kan registreres. Det skal endvidere sikres, at der ikke løber vand fra boreren ud på terræn.

Gruskastning:

Alle borer type 1 – 4 og 6 (samt 5.1 hvis der er forboret) skal afproppes i henhold til §30 i Bekendtgørelse nr. 1260³, således at sløjfningen af boreren efterfølgende kan udføres uden omboring. Det vil blandt andet sige, at alle gennemborede kohæsive lag (f.eks. ler, silt og gytje) skal afproppes med betonit i hele lagets tykkelse.

Der etableres altid en 1,0 – 1,5 m tyk bentonitprop nær terræn.

Boringstype 7 afproppes efter nærmere aftale med Vejdirektoratet såfremt det vurderes relevant (Eks. ved lagfølgeboringer hvor de gennemborede lag ikke efterfølgende skal udskiftes under anlægsarbejdet).

Vejdirektoratet gør opmærksom på, at ikke alle forseglingsmaterialer fungerer efter hensigten i saltvand. Såfremt borerne er placeret, så der er risiko for, at vandet i borerne er salt, skal af-

³ Bekendtgørelse 1260, Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af borer og brønde på land, 28. oktober 2013.

propningen udføres efter forholdene og i øvrigt efter nærmere aftale med Vejdirektoratet.

Rørprøver:

Rørprøver, såvel A- som B-rør, kan udtages i alle boringstyper med undtagelse af type 7a.

A-rør: Der kan udtages rørprøver fra underside vejkas-se/underside fundamenter. Rørprøver udtages efter aftale med Vejdirektoratets fagansvarlige. A-rør skal mindst trykkes 0,5 m. Såfremt der optages mindre end 0,25 m jordprøve, skal der efter oprensning af boringen forsøges udtaget et nyt A-rør.

Ved undersøgelser, der udføres for bygværker, udtages der altid A-rør, såfremt der under forventet funderingsniveau træffes slappe aflejringer ($c_{iv} < 70 \text{ kN/m}^2$) eller fedt til meget fedt ler. Som udgangspunkt udtages der et A-rør for hvert lag af sætningsgivende aflejringer, dog maksimalt 2 A-rør pr. boring uden forudgående aftale med Vejdirektoratet. Hvis det på forhånd vides, at bygværket skal pælefunderes, kan A-rør som udgangspunkt udelades.

B rør: I boringstype 3 og 4 skal der udtages B-rør pr. 1 m indtil oversiden af de senglaciale aflejringer og herunder pr. 2 m. Rørprøver udtages i kohæsive jordarter, herunder også organiske jordarter samt kohæsionsfyld.

Vingeforsøg:

Udføres i kohæsive jordarter efter retningslinjerne angivet i Referenceblad for vingeforsøg⁴.

Fra 0 – 3 m under terræn udføres vingeforsøg pr. 0,2 m. Håndvin-ge A + B kan anvendes.

Fra 3,0 m under terræn skal der anvendes dybdevinger. Der skal udføres 2 vingeforsøg pr. meter (dog kun 1 stk. pr meter ved vingestørrelse større end V5). Dybdevinger skal ophænges i friktionsfri kobling. Den friktionsfri kobling må ikke blot være en wire. Forinden udførelse af forsøg med dybdevinger kontrolleres, at rotation af vingen sker uden modstand umiddelbart over boringens bund.

CPTU i type 3:

Kun i sand. CPTU kan udføres i eller ved siden af borehullet. Såfremt forsøgene udføres ved siden af borehullet, skal CPTU'en udføres forinden boringen og udføres i en afstand af 0,5 - 1,5 m fra boringsplaceringen, medmindre rådgiver kan foreslå en alternativ metode, som godkendes af Vejdirektoratet.

CPTU udført i forbindelse med boringstype 3 skal udføres med et modhold på mindst 3 ton. Udføres forsøget i boringen, skal der mindst være mulighed for 1,5 m kontinuert presning, og der må ikke presses mere end 2 m ad gangen, hvis forsøget udføres offline (f.eks. ved anvendelse af memocone).

⁴ Referenceblad for vingeforsøg, Dansk Geoteknisk Forenings Feltkomite, revision 3, 1999

Forinden udførelse af forsøgene skal det ved pejling sikres, at der ikke er mere end 10 cm nedfald i boringen. Er der mere end 10 cm nedfald, skal boringen oprenses på ny forinden udførelse af forsøgene. Data, der stammer fra nedfald i boringen, skal klippes bort i de endelige CPTU-profiler. Såfremt de præsenterede forsøg indeholder mere nedfald end tilladt, kan Vejdirektoratet forlange en ny boring inkl. CPTU udført uden omkostninger for Vejdirektoratet.

I tilfælde af at sandlagene ikke kan gennempreses, skal der udføres et nyt forsøg for hver 1,0 m uanset udførelsesmetoden.

CPTU i type 4:

CPTU udført i forbindelse med type 4 skal udføres kontinuerligt fra terræn og med et modhold på mindst 10 ton.

Ved type 4 skal CPTU'en udføres forinden udførelsen af boringen og i en afstand af 0,5 - 1,5 m fra den efterfølgende boringsplacering. Såfremt CPTU'en ikke opnår den planlagte dybde (boringsdybden), skal der i kohæsive lag i den efterfølgende boring, udføres skiftevis CPTU (maks. 1 m penetration pr. gang) og 2 stk. vingeforsøg pr. 1,0 m fra niveauet, hvor det kontinuerede forsøg stoppede. I sandlag udføres CPTU som angivet for type 3. CPTU udført i forbindelse med den efterfølgende boring skal have et modhold på mindst 3 ton, og retningslinjerne for pejling og nedfald forinden forsøget, som angivet under type 3, skal overholdes.

CPTU i type 5:

CPTU udført i forbindelse med type 5 skal udføres kontinuerligt, og med et modhold på mindst 10 ton. Generelt skal CPTU udført som type 5 udføres før boringerne.

CPTU i type 5.1:

Typen er alene relevant efter forudgående forboring – type 6. Typen anvendes normalt efter boringstype 5 er stoppet før den ønskede undersøgelsesdybde. CPTU udføres kontinuerligt - eller i boringen - og med et modhold på mindst 3 ton med mulighed for mindst 1,5 m kontinuert penetration. Såfremt der ikke kan opnås tilstrækkelig penetrationsdybde, skal der udføres yderligere forboring, og der udføres så et nyt forsøg efter maksimalt 0,5 m overboring fra det niveau, hvor det tidligere forsøg stoppede.

Udføres forsøget i boringen, gælder retningslinjerne for pejling og nedfald forinden forsøget som angivet for type 3.

Forboring, type 6:

Forboring anvendes i de tilfælde, hvor der i forbindelse med projektet er behov for uddybning af eksisterende boringer som følge af projektændringer. Forboring udføres maksimalt 1 m fra den eksisterende boring. Under forboring registreres laggrænser fra terræn, og der udføres en ingeniørgeologisk jordartsbedømmelse på de optagne prøver (evt. i felten) til at sikre overensstemmelse med den tidligere lagfølge. Registreringerne skal noteres på borejournalen. Ved uoverensstemmelser kontaktes Vejdirektoratet.

Forboring anvendes desuden i tilfælde af, at der ikke kunne opnås tilstrækkelig penetration af CPTU i type 5. Til støtte for tolkningen af CPTU'en skal der under forboring registreres laggrænser, og der udføres en ingeniørgeologisk jordartsbedømmelse på de optagne prøver (evt. i felten), som noteres på borejournalen.

Lagfølgeboring, type 7:	Lagfølgeboringer udføres i forbindelse med afgrænsning af blødbund og tykke muld- og fyldlag (> 0,4 m). Som udgangspunkt udføres blødbundsafgrænsning i net af 20 m × 20 m og muld- og fyldafrænsning i centerlinjen pr. 20 m. Der skal udføres en ingeniørgeologisk prøvebedømmelse af de optagne jordprøver, som noteres på borejournalen. Boringerne udføres med en boreddybde på ca. 1 m under dæmningsfast bund.
Muldboring, type 7a:	I områder hvor der f.eks. planlægges efterladt muld under vejdamninger kan der udføres muldboringer til dokumentation af muldtykkelsen. Muldboringerne tillades udført med let håndgrej. Boringen føres gennem muldlaget og afsluttes i top af de intakte aflejringer. Muldtykkelsen registreres i marken af boreformanden og der udføres derfor ikke anden geologisk bedømmelse.
SPT:	SPT er som udgangspunkt ikke en del af de insitumålinger, der er planlagt udført under de kommende miniudbud. Rådgiveren skal dog være forberedt på, at disse i særlige tilfælde kan blive nødvendige, og derfor skal rådgiver have grejet til rådighed. SPT kan udføres efter nærmere aftale og efter retningslinjerne angivet i Referenceblad for SPT forsøg ⁵ .
Boreddybder, afgravning:	Boringer føres mindst 4 m under angivet vejoverside og mindst lige så langt under planum, som evt. vandspejl er beliggende over planum. I det tilfælde planumskoten ikke kendes, kan der tages udgangspunkt i, at denne ligger 1 m under vejoverside.
Boreddybder, påfyldning:	Boringer føres mindst 2 m under oversiden af aflejringer, der opfylder kravene til dæmningsfast bund.
Undersøgelsesdybder, type 3 - 5.1:	Uanset planlagt undersøgelsesdybde skal boringstypen føres så dybt, at dimensionsgrundlag kan angives. I tilfælde af forventet pælefundering skal boringstypen føres så dybt, at en foreløbig dimensionering af rammede 30×30 cm ² pæle med en regningsmæssig bæreevne på 1 MN kan gennemføres.
Sløjfning af boringer:	I de tilfælde der skal udføres sløjfning af boringer, skal dette udføres efter bekendtgørelse 1260, Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land. Sløjfningsskema uploades på projektweb umiddelbart efter sløjfning af boringerne.

Pumpeboringer

Boringstype Type 8.	Pumpeboringerne udføres i dimension 10" og skal påregnes at skulle udføres i områder, hvor der kan være artesisk tryk.
------------------------	--

Filterrør:

⁵ Referenceblad for SPT, Dansk Geoteknisk Forenings Feltkomite, 1995

(Filtersætning)

I type 8 etableres et Ø110 mm pejlerør. Pejlerørene gruskastes med filtersand, hvis kornkurve er valgt ud fra en forudgående sigtning af de intakte jordlag og dermed tilpasset de aktuelle jordbundsforhold. Gruskastningen udføres efter afvejning af jordbundsforholdene og boringens formål, og skal - hvis muligt - afsluttes med en tæt bentonitprop nær terræn og mellem hvert hydraulisk adskilt vandførende lag. Boringerne afsluttes med en brønd med låg, der er tilpasset til pejlerørets dimension. Der afsluttes med renpumpning af boringen.

Okkerundersøgelser

Undersøgelserne udføres altid efter forudgående aftale med Vejdirektoratet.

Udtagning af jordprøver:

I forbindelse med udførelsen af en boring i et blødbundsområde kan der udtages et sæt jordprøver til kemisk analyse for hver 0,5 meter. Prøverne udtages som blandingsprøver fra 0,5 meter, emballeres i lufttæt pose og opbevares køligt.

Analyser af jordprøver:

Akkrediterede analyser af jordprøver (Tørstof, pH/reaktionstal, glødetab, calcium, ombytteligt calcium, pyrit og frit pyrit (frit pyrit beregnes)).

Udtagning af vandprøver
og analyser:

Prøvetagning grundvand fra Ø63 mm filter efter forpumpning samt standardoplysninger vedrørende flow, sænkning, varighed, resultat af bundpejling, rovandsspejl, vandtemperatur, benyttet udstyr og tidslog for: Pumpeydelse (m^3/time), pejling (nedstik), ledningsevne, pH og ilt. Tidspunkter for start og slut af forpumpning og prøvetagning, inkl. kemiske analyser for makroioner (boringskontrol), herunder ferrojern (filtreret prøve).