



Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society

Rapport 4:2012

Metodbeskrivning för jord-bergsondering

Utförande, utrustning och kontroll



Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society

SGF Rapport 4:2012

Metodbeskrivning för jord- bergsondering

Utförande, utrustning och kontroll

Linköping 2012

| | |
|--------------------|--|
| SGF Rapport | Svenska Geotekniska Föreningen E-post: info@sgf.net |
| Beställning | Svenska Geotekniska Föreningen c/o Arokad Plejadgatan 3 417 57 Göteborg Tel: 031-733 47 03 E-post: info@sgf.net |
| ISSN | 1103-7237 |
| ISRN | SGF-R-12/4-SE |
| Upplaga | Digital utgåva |
| Tryckeri | sgf.net |

Förord

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) ger ut metodbeskrivningar för bl a geotekniska undersökningar i fält och på laboratorium. SGF är en allsidigt sammansatt ideell förening, där de flesta yrkesverksamma geotekniker och företag i branschen är representerade, inklusive beställare av geotekniska utredningar. Metodbeskrivningarna utarbetats i kommittéer med representanter för dessa parter och är därigenom väl förankrade i branschen.

Avsikten är att metodbeskrivningarna skall utgöra underlag för upphandling och kvalitetsstyrning av geotekniska arbeten samt utbildning inom området.

Denna metodbeskrivning är en omarbetad och uppdaterad version av SGF Rapport 2:99. SGF Rapport 1:2006 Metodbeskrivning Jb-totalsondering har inarbetats och sonderingsklass Jb-3 tydliggjorts. Sonderingsklassernas skall krav i enlighet med denna metodbeskrivning är koncentrerade till kapitel. 5 Sonderingsklasser. Mätnoggrannhet för registrerade borrhparametrar har reviderats (kapitel. 6) samt anvisningar för inställning av borrhparametrar vid kalibreringsborrning upprättats.

Metodbeskrivningen har utökats med ett avsnitt Arbetsmiljö och säkerhet som lagts i början av beskrivningen. Grundläggande är att arbetsmiljö och säkerhet företrädesvis skall beaktas vid utformning av undersökningsmetoder och metodik.

Borrnings- och registreringsutrustning är en komplex del av undersökningsmetoden som skall samverka i sin helhet tillsammans med fältgeoteknikerns borrh tekniska kunskaper. Ett allmänt beskrivande avsnitt av de ingående delarna har tillkommit.

Inför varje sonderingsklass har ett kort avsnitt med en generell beskrivning av tillämpningar och begränsningar införts.

Jb-sondering ger endast en grov uppskattning av bergets sprickighet och variation. För mer kvalificerad utvärdering krävs att kompletterande metoder utförs i sonderingshålet. En övergripande beskrivning av kompletterande metoder har upprättats och vad man då bör beakta vid den inledande undersökningsborrningen (Bilaga B).

Sektionsredovisning av Jb-sondering har setts över och förändringar har gjorts för Jb-2 och Jb-3 sondering.

Parallellt med arbetet med denna metodbeskrivning pågick ett europeiskt standardiseringsarbete inom CEN/TC341/WG1 Drilling and sampling methods and groundwater measurements. Här har en samordning krävts för att tillse att denna metodbeskrivning inte strider mot detta standardiseringsarbete.

Vid omarbetningen av metodbeskrivningen har ett flertal specialister bidragit med sitt kunnande och svarat för olika avsnitt: Petter Liljegren, WSP; Björn Möller, FmGeo; Thomas André, Geomek; Hans Junemo, Geotech; Mats Tingström, Geotech; Peter Hansson, Geocenter.

Till Bilaga B Kompletterande metoder har följande medverkat: Agne Gunnarsson, Trafikverket; Jaana Gustafsson, Tyréns; Mats Svensson, Tyréns; Ulf Sundqvist, COWI. Johan Fransson, NCC, har utformat redovisningsbilagorna F-G.

Samordnare med CEN/TC341/WG1 Drilling and sampling methods and groundwater measurements har varit Hjärdis Löfroth, SGI, som också är Sveriges representant i kommittén.

Projektledare har varit Gunnar Nilsson, NCC, som också medverkat som författare.

Föreliggande metodbeskrivningen är utarbetad av SGF:s fältkommitté och har remissbehandlats inom föreningen, varefter den har fastställts av SGF:s styrelse

Svenska Geotekniska Föreningen

Linköping i december 2012

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Definitioner..... | 1 |
| 1. Bakgrund | 3 |
| 2. Arbetsmiljö och säkerhet | 5 |
| 2.1 Allmänt | 5 |
| 2.2 Damm | 5 |
| 2.3 Buller | 7 |
| 2.4 Klämskador | 7 |
| 2.5 Belastningsskador | 8 |
| 2.6 Tryckluft | 8 |
| 2.7 Vattenspolning | 9 |
| 2.8 Markföroreningar | 9 |
| 3. Styrande dokument..... | 11 |
| 3.1 Europastandard | 11 |
| 3.2 Tillämpningsdokument för Europastandarden | 11 |
| 3.3 SGF-dokument | 12 |
| 4. Utrustning | 13 |
| 4.1 Borrrigg | 13 |
| 4.2 HammarUTRUSTNING | 13 |
| 4.3 Registreringsutrustning | 15 |
| 4.4 Borrstål | 17 |
| 4.5 Borrkronor | 18 |
| 4.6 Spolmedia | 21 |
| 5. Sonderingsklasser | 23 |
| 5.1 Jord-bergsondering Jb-1 | 23 |
| 5.2 Jord-bergsondering Jb-2 | 24 |
| 5.3 Jord-bergsondering Jb-3 | 29 |
| 5.4 JB-totalsondering, Jb-tot | 31 |
| 5.5 Sammanfattning | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 6. Kalibrering och kontroll..... | 35 |
| 6.1 Inställning av borrarparametrar | 35 |
| 6.2 Kalibrering och kontroller | 35 |
| 6.3 Mätnoggrannheter | 39 |
| 7. Redovisning..... | 41 |
| 7.1 Allmänt | 41 |
| 7.2 SGF Formatkoder | 41 |
| 7.3 Fältnoteringar | 42 |
| 7.4 Resultatredovisning | 43 |
| 7.5 Ritningsredovisning | 45 |
| 8. Övriga sonderingsklasser och tillämpningar | 47 |
| 8.1 MWD | 47 |
| 8.2 Norsk totalsondering | 47 |
| 8.3 Sänkborrhämmare | 48 |
| 9. Referenser | 49 |

Bilagor

| | |
|---|-----------|
| A Borrar teknik praktiska råd..... | 51 |
| B Kompletterande metoder..... | 57 |
| C Anvisningar för inställning av borrarparametrar..... | 65 |
| D Checklista fältkontroll..... | 69 |
| E Fältprotokoll..... | 71 |
| F Sektionsredovisning..... | 73 |
| G Redovisning enstaka borrhål..... | 75 |

Definitioner

Borrmotstånd är ett mått på jord eller bergs motstånd vid neddrivning av en sond uttryckt i sekunder per 0,2 m sjunkning ($s/0,2 \text{ m}$). Borrmotståndet och sjunkhastigheten är varandras inverser. Borrmotståndet ($s/0,20\text{m}$) = $200/\text{sjunkningshastigheten (mm/s)}$.

Borrsträng består av bornacke, borrstänger och borrkrona i änden på strängen.

Datainsamlare är ett automatiskt datainsamlingssystem, anpassat för registrering av borrarparametrar.

Fältkontroll görs i syfte att kontrollera i fält att gällande kalibreringsvärden innehålls.

Hammartryck är det hydraultryck som tillförs en hydraulhammare. Normalt används denna parameter endast till att registrera huruvida hammaren varit påslagen eller inte.

Jb-sondering står för jord-bergsondering. På engelska benämns metoden Soil-Rock-Sounding.

Kalibrering sker genom att ett mätton jämförs med en känd normal och är en uppmätning av hur rätt eller fel mättonets värde är vid en viss tidpunkt och under vissa specificerade betingelser.

Kalibreringsborrning utförs i syfte att ställa in matningstryck, rotationshastighet och andra borrarparametrar i homogent kristallint berg så att borrsjunkningen blir ett konstant värde mellan 3,3 till 10 mm/s motsvarande ett borrmotstånd på mellan 60 respektive 20 s/0,2 m.

Matningskraft är den uppmätta matningskraften på borrhängarna exklusive stångvikten uttryckt i kilonewton (kN).

MWD står för Measurement While Drilling (mätning under borrning).

Nackadapter överför slag och rotation till borrhängarna.

Periferilängd menas den längd som borrhängens ytterperiferi tillryggalägger på ett varv uttryckt i millimeter.

Referensborrning görs plats specifikt för jämförelse och uppskattning om variation i bergkvalitet.

Rotationshastighet är den uppmätta rotationshastigheten uttryckt i varv per minut (rpm).

Rotationstryck är ett indirekt mått på vridmomentet mätt i hydraulsystemet till vridmotorns trycksida uttryckt i MPa.

Sjunkningshastighet är den mätta sjunkningshastigheten för borrhålen uttryckt i millimeter per sekund (mm/s).

Spolmedia står för det medium som trycks genom borrhängan och upp genom borrhålet i syfte att spola hålet rent. Vanligtvis används vatten eller luft som spolmedia, men också andra typer såsom tung borrhängsolja, skum eller polymerer förekommer.

Spolmediaflöde är den uppmätta mängden spolmedium som tillförs borrhängan uttryckt i liter per minut (l/min). Gäller ej vid luftspolning.

Spolmediatryck är det uppmätta trycket i spolmediat uttryckt i MPa vid maskinen

Vridmoment kan mätas som alternativ till rotationstryck på vridmotorn, se ovan. Vridmomentet uttrycks i kNm

Kapitel 1.

Bakgrund

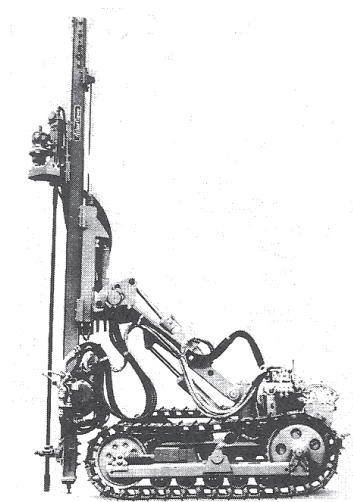
En metod som kan ses som en föregångare till jord-bergsondering och som användes av Stockholms gatukontor från 1947 var att man slog ned ett specialkonstruerat foderrör med tryckluftsdreven sponthammare, varpå bergborring genomfördes genom röret med handhållen utrustning [1]. Senare ersattes metoden med kedjematade tryckluftsdrivna bergborrmaskiner, Figur 1. SGF:s dåvarande sonderingskommitté utarbetade 1974 ett förslag till standardisering där man delade in utrustningarna i tre viktklasser; lätt, medeltung och tung. För den lätta och medeltunga borrhutrustningen rekommenderades inte längre borrhningsdjup än 8 resp. 15 m. Borrmodståndet mättes i sek/0,2 m och då manuellt.

De luftdrivna borrhmaskinerna och hammare ersattes under 1980-talet av hydrauldrivna, Figur 2. Man hade på 1970-talet registrerat borrhparametrar analogt inom MWD borrhning och övergick under 1980-talet till digital registrering [2].

Utvecklingen av jord-bergsondering tog fart i början av 1990-talet i samband med att datoriserad registreringsutrustning blivit allmänt tillgänglig för montage på borrhbandvagnar samt att redovisningssystem utformades. Det blev möjligt att registrera ett stort antal borrhparametrar och behandla dessa på ett effektivt sätt. I slutet av 1990-talet togs en metodbeskrivning fram av SGF fältkommitté (rapport 2:99) [3] där man delade in jord-bergsondering i 3 klasser beroende på hur många parametrar som registrerades. Krav på utförande, mätnoggrannhet och kontroller utarbetades för beskrivningen. Grundläggande för metodbeskrivningen var att det krävdes kalibreringsborrning så att borrhjunkningen blev inom ett angivet intervall. Borrhparametrarna anpassades så att detta krav innehölls. På så sätt behövdes inte utrustningen, såsom t ex borrhkrona och hammarens slagenergi specificeras i detalj.

Utvecklingen sedan rapport 2:99 publicerades har framförallt varit på utrustningssidan. Jord-bergsondering är en komplex sonderingsmetod där ett flertal utrustningsdelar skall samverka: hydraulik, hammare, spolning, borrstål, borrkrona tillsammans med ett avancerat mätsystem. Arbetsmiljö och säkerhetsfrågor har hamnat i fokus på ett helt annat sätt än tidigare. Kompletterande metoder till jord-bergsondering har utvecklats såsom borrkaxprovtagning och BIPS-loggning som tillsammans med registrering vid jord-bergsondering gör det möjligt att på ett kvalificerat sätt bedöma bergets struktur och kvalitet. I mitten av 2000-talet gav SGF fältkommitté ut metodbeskrivning för Jb-totalsondering som ett led i att implementera sonderingsklassen i Sverige.

Ett standardiseringsarbete pågår inom EU och inom kommittén CEN/TC341/WG1 *Drilling and sampling methods and groundwater measurements* upprättas en standard avseende MWD *Geotechnical investigation and testing – Field testing: Measuring while drilling*.



Figur 1 Luftdriven borrhigg, 1970-tal



Figur 2 Hydrauldriven borrhigg, 2010-tal

Kapitel 2.

Arbetsmiljö och säkerhet

2.1 ALLMÄNT

Geotekniskt fältarbete är generellt sett förknippat med en mängd olika och varierande arbetsmiljörisker. De generella riskerna, arbetsmiljöansvar samt övriga frågor rörande arbetsmiljö behandlas i fälthandbokens kapitel om arbetsmiljö [4].

Detta avsnitt belyser arbetsmiljörisker som är förknippade med jordbergsondering. Det ska tas i beaktande att risker som inte omnämns i detta avsnitt kan föreligga.

Jordbergsondering är en metod som ger upphov till en mängd olika arbetsmiljörisker. Vissa risker finns alltid, vissa finns bara tillfälligtvis. Riskerna varierar bland annat beroende på vilken miljö arbetet utförs i och vilken typ av utrustning som används. Riskerna varierar även beroende på vilket spolmedium som används, samt erfarenhet och riskmedvetenhet hos fältgeotekniker mm.

2.2 DAMM

Inandning av stoft och partiklar är en betydande arbetsmiljörisk som på sikt kan orsaka bestående skador och sjukdomar på lungor och luftvägar. Luftburet stoft och damm bildas vid Jb-sondering i berg och jord med luftspolning och sprids lätt till den närliggande omgivningen, särskilt när bergytan är nära markytan. I stadsmiljö krävs det dammsugare som tar hand om kaxet, Figur 3

För att minska riskerna för exponering av stoft och damm kan man använda sig av följande metodik:

- Välj i möjligaste mån vattenspolning i stället för spolning med luft. Det reducerar stoftbildningen helt.

Om luftspolning måste nyttjas:

- Använd kaxavskiljare, Figur 4 för att få bort stoftet från närmiljön.
- Placera maskinen med hänsyn till vindriktning.
- Använd fjärrstyrning och borrautomatik så att det finns möjlighet att kunna styra maskinen på avstånd.
- Vid placering av borrhål bör hänsyn tas till att kunna gå undan från maskinen. Arbete i trånga utrymmen där luftspolning förekommer bör därför undvikas. Tät skog kan betraktas som ett trångt utrymme, och det kan ibland vara lägligt med röjning av en reträttväg bort från maskinen.
- Vid exponering för luftburet borrhåldamm, använd godkänt inandnings-skydd.



Figur 3 Dammsugare



Figur 4 Kaxavskiljare



Figur 5 Komplet utrustning med fjärrstyrning

2.3 BULLER

De utrustningar som används vid Jb-sondering ger upphov till skadligt höga bullernivåer i dess närhet. Det är hydraulhammaren som är den främsta bullerkällan, men även maskinens motor, kompressor och gnisslande borrstål bidrar till oljudet. Godkända hörselskydd ska alltid användas vid Jb-sondering. Hörselskydd med inbyggd funktion för telefon kan med fördel användas. Tiden för arbetena bör förläggas så att människor i omgivningen inte störs av buller under tider när det normalt är tyst.

2.4 KLÄMSKADOR

Klämskador är en relativt vanlig orsak till sjukfrånvaro inom fältgeoteknikerkåren och utgör därmed en betydande arbetsmiljörisk. Det finns risker för klämskador både när maskinen står stilla och arbete utförs, samt när den transporteras och placeras inför utförandet. I båda fallen gäller det att ha tillräckliga utrymmen runt omkring utrustningen för att kunna utföra arbetet på ett säkert sätt. En starkt bidragande orsaksfaktor till klämskador vid arbete är felkommandon, t ex släpp av borrstål från chucken när avsikten var att öppna stånglåset, varvid stål sittande i chucken rasar ner och i värsta fall orsakar personskada. När två fältgeotekniker arbetar samtidigt vid samma borrbandvagn föreligger ytterligare ökad risk för skador i samband med felkommandon.

Stänger som går snett i marken kan vid isärskarvning kraftigt snärta ut och träffa en person i närheten, med personskada som följd. Vid misstanke om att stålet går snett, dra upp och borra om, eventuellt flytta maskinen en liten bit och börja om. Det är oftast markens beskaffenhet utefter det första stålets längd som avgör hur snett det går.

Vid användning av borrhnycklar och stångknäckare föreligger en väsentligt ökad risk för klämning. Använd därför inte nycklar eller stångknäckare som är slitna så att de glappar i nyckelgreppet.

För att minska risken för klämskador skall spakar och knappar vara tydligt märkta med respektive funktion. Är man två som arbetar tillsammans vid samma vagn är det av yttersta vikt att ha god kommunikation och ögonkontakt. Använd försiktighet, sunt förnuft och undvik stress.

Risken för att halka eller snubbla när man hanterar borrhästar och därigenom skada sig eller någon annan är speciellt påtaglig vid arbeten i slänter, särskilt om marken är täckt med snö, is eller lera. Lägga därför tid på att minimera riskerna genom att sanda eller på annat sätt säkra ytan inför arbetet. Ta även bort sly och undervegetation och se till att ha gott om arbetsyta.

2.5 BELASTNINGSSKADOR

Det finns risk för långvariga förslitningsskador i speciellt axlar och rygg hos fältgeotekniker. Ett flertal av de som arbetat länge uppvisar sådana symtom. Det är både ”spakandet” av maskinerna samt hanteringen av borrhästar och kringutrustning som ger upphov till dessa. Obekväma arbetsställningar och tunga lyft är en stark orsaksfaktor.

För att minska belastningen på axlar och rygg ska fjärrstyrning av maskin användas så långt det går Figur 5. Det ger en bekvämare arbetsställning samt möjlighet att kunna placera sig runt maskinen så att man har god sikt utan att behöva luta sig åt något håll. Armarna kan hållas utmed sidorna vilket ger en minskad påfrestning på axlarna. Motståndet i paddlarna på fjärrkontrollen är lägre än motstånden i spakarna vilket ger minskad statisk belastning på muskulaturen.

Vid hantering av borrhästar och övrig kringutrustning gäller det att hantera dessa nära kroppen och att alltid använda båda armarna vid lyft. Hantering av tunga föremål ovanför axelhöjd ger en ökad belastning på axel- och ryggmuskulaturen. Undvik därför detta i största möjliga mån. Fäll alltid upp stångkogret om detta finns på maskinen, det ger en kortare lyftsträcka och därmed minskad belastning på leder och muskler.

Regelbunden förebyggande träning ger minskad risk för överansträngning som sedan kan leda till inflammationer i leder, som på sikt kan bli kroniska och leda till konstant värk och nedsatt rörelseförmåga.

2.6 TRYCKLUFT

Vid användning av trycksatt luft som spolmedium finns det ett flertal riskfaktorer att ta hänsyn till. Under borring av den första stånglängden är trycket och flödet fortfarande högt vid markytan och mindre stenar och grus eller bergflisor

riskerar att spolras upp och fara iväg och kan i värsta fall träffa ögonen. Använd därför skyddsglasögon.

Vid borrhning i tjälad mark, speciellt vid asfalt på packad fyllning, finns tendensen att trycket kraftigt byggs upp och plötsligt släpper varvid en explosionsliknande kaskad av material slungas upp. För att undvika detta används en borkrona med större diameter.

Vid användning av extern kompressor utgör slangkopplingar en arbetsmiljörisk. Släpper dessa när man befinner sig i närheten riskeras man att bli träffad, med personskada som följd.

Kontrollera därför alltid att kopplingarna sitter säkert fast innan trycket släpps på. Använd alltid sling eller stropp som säkring vid anslutning vid kompressor och borrhvagn.

2.7 VATTENSPOLNING

Slangdragning vid Jb-sondering med vattenspolning kan vara ett tungt arbete varför det ibland är nödvändigt att två hjälps åt. Det gäller främst vid ny- och avetablering. Se till att tömma slangarna på vatten innan de dras om vid längre förflyttningar.

Det finns även risker förenade med att ha slangar liggande över trafikerade vägar. Slangarna kan hakas fast i fordon som kör över dem och träffa personer i närheten med personsador som följd. Se därför till att slangar över vägbanor är säkrade och använd slangbrygga eller dylikt. Vid slangdragning över vägar/gångbanor ska en trafikanordningsplan (TA-plan) anordnas.

2.8 MARKFÖRORENINGAR

Fyllningar i stadsmiljö och i industriområden innehåller föroreningar i mer eller mindre grad. Ta för vana att alltid ta upp frågan med handläggaren på startmötet om markföroreningar är kända eller om risk förekommer. Om så är fallet skall miljötekniker delta i startmötet och direktiv ges vilka skyddskläder och regler som gäller för den specifika undersökningsplatsen.

Kapitel 3.

Styrande dokument

3.1 EUROPASTANDARD

SS-EN 1997-2 [5] är den europastandard som övergripande ställer krav och ger regler för utförande av geotekniska undersökningar och dess redovisning. Dokumentet är generellt och detaljstyr inte enskilda metoder. För sådana finns Europeiska metodstandarder för exempelvis provtagning, viktsondering, hejarsondering och spetstrycksondering. Det finns ingen europeisk metodstandard för Jb-sondering, men ett arbete pågår inom CEN/TC341/WG1 med en standard för MWD (Measuring While Drilling). Jb-sondering kommer att inkluderas i denna standard för MWD. I föreliggande metodbeskrivning för Jb-sondering har vissa krav och anvisningar inarbetats från CEN/TC341/WG1 pågående arbete.

3.2 TILLÄMPNINGSDOKUMENT FÖR EUROPASTANDARDEN

Implementeringskommissionen för Europastandarder inom Geoteknik, IEG, har tagit fram tillämpningsdokument som tolkar och beskriver hur vi i Sverige kan använda oss av de europeiska standarderna inom geotekniken.

Tillämpningsdokumentet IEG 10:2010, ”Marktekniska undersökningar i fält och laboratorium” [6], ger råd/vägledning avseende hantering av de skillnader som finns mellan kraven i SS-EN 1997-2 avseende marktekniska undersökningar och provning, jämfört med den praxis som tidigare varit vedertagen i Sverige.

Tillämpningsdokumentet IEG 4:2008, ”Dokumenthantering” [7], tolkar de redovisningskrav som är angivet i SS-EN 1997-2 och beskriver hur geotekniska utredningar kan redovisas i Sverige för att uppfylla kraven i standarden.

I Tillämpningsdokumentet IEG 2:2010, ”Rapportering av geotekniska fältundersökningar – omfattning och protokoll” [8] visas hur geotekniska fältundersök-

ningar utförda i Sverige kan redovisas i detalj för att uppfylla kraven i standarden. Det finns bl.a. förslag på fältprotokoll för t.ex. Jb-metoderna.

3.3 SGF-DOKUMENT

SGF-rapport 2:99, ”Metodbeskrivning för Jord-bergsondering”[3] är det av SGF tidigare rekommenderade standard för Jb-metoderna som nu helt ersätts av föreliggande metodbeskrivning.

SGF:s formatstandard anger formatet för digitalt resultat från fältundersökningar som skall överföras till kontorets redovisningssystem.

SGF/BGS:s beteckningssystem [9] visar hur geotekniska undersökningar skall redovisas i plan och profil

Kapitel 4.

Utrustning

4.1 BORRIGG

Dagens borrar är hydrauliska och drivs vanligtvis med en dieselmotor men kan även drivas med el. Borrigen har ett hydraulsystem som är anpassat för att driva både matning, rotation och hammare. Det är viktigt att maskinen inte är för liten och att effekten räcker till för att hastigheten på rotation, matning och slagenergi i hammaren är tillräcklig för att man skall få sjunkhastigheten i berg inom föreskrivet intervall för metoden, se kapitel 5. Maskinen bör väga över 2 ton för att den inte skall vara för lätt och att den inte skall flytta sig när man står och borrar.

För Jb-sondering bör maskinen ha en tryckkraft på 50 kN och en dragkraft på 80 kN ett vridmoment på 2200 Nm och ett varvtal på minst 80 varv/ min. Hammarens slagenergi bör ligga på 2200 Joule. Minsta motoreffekt är 42 kW och minsta hydrauloljevolym rekommenderas överstiga 70 liter.

Praktiska råd vid borrar, se *Bilaga A*.

4.2 HAMMARUTRUSTNING

Hammarutrustningen består vanligtvis av: hammare, nackadapterpaketet, spolmedelssviveln och rotationsväxeln

Hammaren

Vid Jb-sondering används vid de flesta fall anpassade demoleringsmaskiner sk, ”breakers” som topphammare, Figur 6 och 7. Hammarens effekt bestäms utifrån riggens dieselmotors effekt och därmed tillgänglig pumpad hydrauloljevolym. Oljebehovet brukar vara upp mot 50 liter/minut. Slageffekten mäts i watt och kan förenklat räknas som Watt/slag. Effekten brukar ligga mellan 4-8 W/slag. Dessa ”breakers” har en normal slagfrekvens på max 1100-1400 slag/minut.

Dagens hammarkonstruktioner skiljer sig från äldre genom att vid reducerat hydrauloljeflöde, och därmed lägre slagfrekvens, är varje slag lika hårt som vid full slagfrekvens. Detta ses som en nackdel vid drivning av tunnväggiga rör.

För underhåll av hammare fylls normalt endast gaskamrarna med kvävgas vid behov. Det är viktigt att hammaren är justerad så att inga resttryck ligger på då hammaren är avslagen vilket medför felaktig redovisning, och då särskilt vid Jb-totalsondering där resultatet kan bli helt missvisande.

Ett vanligt felsymtom på hammaren är minskad slageffekt eller att returslangen börjar ”piska”, vilket kan tyda på att ett membran i ackumulatören är brustet och gasen försvunnen. Vid långvarig förvaring i fuktig miljö eller efter användning av havsvatten som spolmedia, bör slagkolvens synliga del ”fettas” in för att undvika rostbildning som förstör slagkolvens tätningar vid senare igångsättning.

Nackadapterpaketet

Nackadaptern skall överföra hammarens slageffekt och rotationsväxelns vridande rörelse till borrarsträngen. Den överför även spolmedia ner till borkronan. För att skydda rotationsväxelns lagring från rekylslag är vanligtvis en fjäderkonstruktion integrerad i nackadapterpaketet eller ihop med dess infästning i rotationsväxeln. Nackadaptern skall dagligen eller vid behov smörjas för att reducera slitaget.

Sviveln

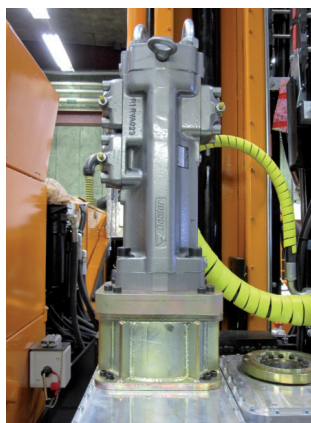
Svivelns uppgift består i att överföra spolmedia till nackadaptern under dess vridande och axiella rörelser. Den är vanligtvis glidlagrad till nackadaptern och innehåller två eller flera manschettätningar.

Rotationsväxeln

Rotationsväxeln överför den roterande rörelsen via medbringardelen i nackadapterpaketet till borrarsträngen.



Figur 6 Hydraulhammare I



Figur 7 Hydraulhammare II

4.3 REGISTRERINGSUTRUSTNING

Dagens registreringsutrustning består vanligtvis av ett interface/enhet, Figur 8, som samlar in data från samtliga givare på maskinen. Data skickas sedan vidare till en PC via det seriella RS232 alt. USB-gränssnittet där en speciell programvara lagrar och presenterar dem kontinuerligt under sonderingens gång. Presentationen av undersökningsresultaten ska ske enligt standard. Om så önskas finns det även möjlighet att lägga till bedömningskoder, stoppkoder mm under sonderingens gång. Allt för att enklare kunna utföra och utvärdera sonderingen enligt SGF:s metodbeskrivning.

Typiska givare för Jb-sondering på dagens borrhutrustning:

| Givare | Mätområde | Typ/utsignal. |
|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Kraftgivare | 0 – 50/100kN | Frekvens/Spänning/Periodtid/Canbus |
| Djupgivare | 0 – 50/200 pulser/cm | Pulsgivare/Canbus |
| Rotationsgivare | 0 – 16/60 pulser/varv | Induktiv givare |
| Tryckgivare hammartryck | 0 – 250/400 bar | 4 – 20ma givare/Canbus |
| Tryckgivare rotationstryck | 0 – 250/400 bar | 4 – 20ma givare/Canbus |
| Tryckgivare vattentryck | 0 – 60 bar | 4 – 20ma givare/Canbus |
| Flödesgivare vatten | 0 – 100 lit/min | 4 – 20ma givare/Pulser/Frekvens |

Borrmotstånd sek/20cm och **Sjunkhastighet** mm/sek räknas fram av information från djupgivaren och datorns/interfacets interna klocka. *Bra att veta är att,*

skulle djupgivaren sluta att fungera slutar också borrhvudets och sjunkhastighet att fungera.

Kraftmätning

Kraftmätning består av en kraftgivare som är monterad i borrhvudet på ett sådant sätt att all kraft som åtgår för att trycka ner stängerna också passerar kraftgivaren utan förluster eller yttre påverkan från slangar mm.

Djupmätning

Djupmätning består oftast av en pulsgivare med hjul/kedjehjul monterat på borrhuvudet som roterar mot ställningen, alternativt en pulsgivare monterad på masttoppen med vajer kopplad till borrhuvudet som mäter rörelsen mellan borrhuvud och ställning, se Figur 9. Interfacet håller reda på om borrhuvudet går upp eller ner, vilket hjälper loggprogrammet att veta när det skall registrera djup och inte.

Rotationsgivare

Rotationsgivare består oftast av en induktiv givare som känner av metall i sin närhet. Är monterad på borroket och registrerar när ett metallföremål passerar, se Figur 10. Känsligheten varierar med storleken på givaren, som exempel har en 12 mm givare ett kontaktavstånd (känslighet) på ca 2 mm. En givare på 30 mm diameter har ett kontaktavstånd på ca 10 mm, vilket också gör den känsligare för obehörig metall i sin närhet.

Tryckgivare

Tryckgivare är oftast av modell 4-20 mA givare. Det innebär att utsignalen varierar mellan 4 till 20 mA beroende på trycket 4 mA = 0 tryck 20 mA fullt tryck.

Flödesgivare

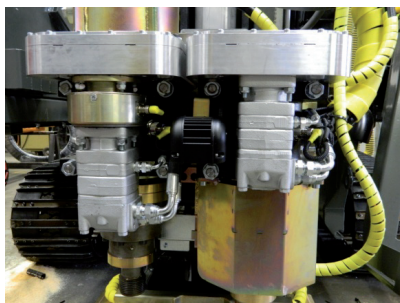
Flödesgivare som normalt används har inga rörliga delar i flödet utan är av typen Electro -magnetisk flödesmätare, se Figur 11. Flödet genererar en spänning mellan två elektroder som ligger i vattenflödet och omvandlas sedan till en 4 – 20 mA utsignal som är proportionell mot flödet. Viktigt att tänka på är att en sådan flödesmätare måste hela tiden vara vattenfylld för att visa rätt värde. Det åstadkoms enklast genom att utgående slang/rör alltid har en högre punkt än givaren innan den går vidare.



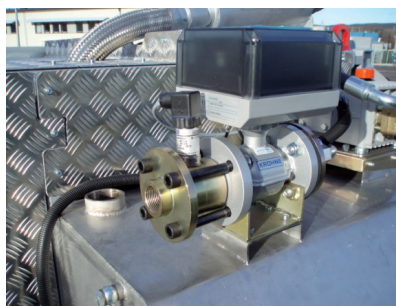
Figur 8 Interface



Figur 9 Djupgivaren



Figur 10 Rotation&momentgivare



Figur 11 Flödesgivare

4.4 BORRSTÅL

Vid Jb-sondering används vanligen geostänger med invändiga skarvtappar (ger samma diameter för hela den skarvade sondstången) för att få så liten jordfriktion mot sondstången som möjligt, se Figur 12. Borrstål med skarvhylsa skall undvikas helt vid kvalificerad undersökningsborrning.

Vid Jb-sondering används vanligen geostänger med diameter 44 mm. Då brott sker vid borrning med geostänger är det ofta skarvtapparna som går av. Ett sätt att upptäcka defekter på en geostång är att vid påskärvning göra det med stor vridkraft, ca 100 bar. Detta gör att man har stor chans att upptäcka den defekta geostången innan man börjar borra. En defekt geostång kan visa sig när man slår på spolningen och att det läcker spolmedia ur någon spricka vid gängan där många av brotten sker. Underhåll av skarvtappar och utbyte av äldre är väsent-

ligt för att undvika förlust av borrarstål. På senare tid finns även geostänger med diameter 38 mm på marknaden, och då med fasta skarvtappar.

Vanlig kombination är 44 mm geostång till en 57 mm borrhkrona. Om differensen är för liten mellan diametern på borrarstål och borrhkrona, kan jordfriktionen mot sondstången bli betydande, samt det finns risk att spolmedia bygger upp oönskat tryck i marken.

I vissa material kan det vara nödvändigt att använda en större krona, t ex 64 mm, för att rymma upp hålet så att spolmediet kommer upp. Är skillnaden mellan borrarstål och borrhkrona för stor finns risk att man har svårt att få upp borrhkronan efter avslutad borrhning samt att spolflödet blir otillräckligt. I mäktiga lager av blockfyllning kan man t ex försöka med 51 mm borrhkrona.



Figur 12 Geostänger med skarvtappar

4.5 BORRKRONOR

Vid jord-bergsondering används skärborrhkrona eller stiftborrhkrona, se Figur 13 till 16.

Skärborrhkronan

Skärborrhkronan används ofta vid borrhning genom lermorän och ger i allmänhet rakare hål. En skärborrhkrona kan ge en noggrannare upplösning av sprickor och slag i berget. Är sprickorna stora är risken större för tappbrott och är bergytan brant så är det svårare att få fäste på berget.

Stiftborrhkronan

Stiftborrhkronan har generellt en längre livslängd och ger högre borrarjunkningshastighet. Stiften är antingen sfäriska eller ballistiska (d.v.s. mer spetsiga). Sfä-

riska stift väljs med fördel vid borrning i hårda bergarter och ballistiska i mjukare formationer. För att få rakare borrhål samt vid borrning i blandade, frakturerade formationer eller silt kan en s.k. retrackrona användas. En stiftborrkrona är snällare mot borrarsträngen och hugger mindre i sprickor/slag/fyllning. Nedträngningen i en torrskorpelera med ballistiska stift är lättare än med sfäriska stift (lättast dock med en skärborrkrona). Spolhålen kan också lätt bli igensatta. Är torrskorpan hård kan det vara idé att förborra genom att göra ett hål med en Jb-skruv, alternativt använda en pluggad borrkrona eller en slagspets.



Figur 13 Olika typer av skärborr- och stiftborrkronor



Figur 14 Stiftborrkronor. Krona till vänster sfäriska stift. Övriga ballistiska



Figur 15 Retrac krona



Figur 16 Stiftborrkrona

Vid Jb-totalsondering används ofta en stiftborrkrona med endast två spolhåll och backventil (kula och fjäder) enligt Figur 17 för att reducera mängden inträngande material under vridtryckskedet. Materialet som fastnar i spolhållen trycks ut med högtryckspump. Den svarta borrkronan i Figur 13 är också urborrade för backventil.

Det är endast vid Jb-totalsondering som krav ställs på borrkronans diameter och typ (stiftborrkrona Ø57 mm). I övriga klasser anpassas borrkronan efter den geologiska formationen.

Vid Jb-sondering är den vanligaste förekommande diametern i kristallint berg 57 mm. I sedimentärt berg bör krondiametern vara 64 mm eller mer.

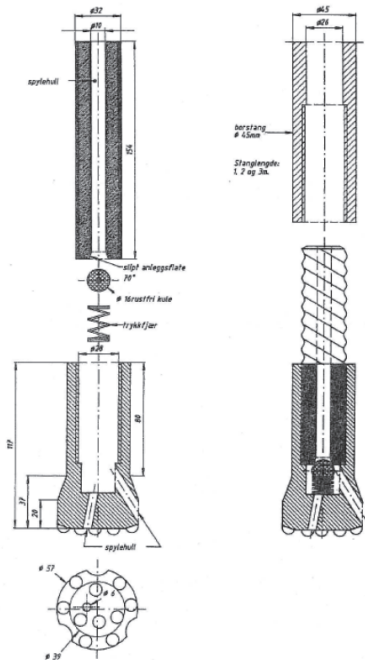
Borrkronan slipas när borrsjunkningen synbart blir lägre än förväntat, ungefär när platta ytor på 3 – 5 mm uppträder eller när andra skador börjar uppträda på stift eller skär. I vissa fall kan stiften/skären se bra ut men borrkronans främre del har blivit svagt konisk (s.k. motkona) vilket också gör att man får högre sjunktider än normalt. Ett riktmärke är att borrkronan bör slipas efter ca 30-40 meters bergborrning. Observera att vid slipning av borrkronor, skall skyddsutrustning användas. Bindemedlet i borrkronornas stift/skär är mycket ohälsosamt att andas in.

Slitage på en borrkrona avslöjar om man borrar med rätt inställningar. Får man en backe istället för en plan yta på skäret/stiftet har man haft för hög rotation. Vid ett högt matningstryck riskerar man att stiften/skären går av. Vid för hög rotation maler man sönder berget istället för att slå sönder det. Man får då upp mer mjöl istället för flisor av berget med spolningen.

En skärborrkrona ska ha något lägre rotation än en stiftborrkrona. Rotationen ska anpassas till hammarens slagfrekvens. Rotationen ska flytta skären/stiften ett avstånd innan nästa hammarslag kommer.

Vanliga inställningar vid Jb-sondering:

- De hydraulhammare som används idag har ca 1100 – 1400 slag/minut.
- Matningskraft, beroende på borrvagn och bergkvalité, ca 4-7 kN.
- Rotationshastighet (lägre varv vid större borrkrona):
- Skärborrkrona ca 65 – 75 rpm
- Stiftborrkrona ca 70 – 85 rpm



Figur 17 Stiftborrkrona framtagen för Norsk totalsondering

4.6 SPOLMEDIA

Syftet med att använda spolmedia är i första hand att hålla borrhålet rent från borrhax men också att ”smörja” och att kyla ned borkkronan. För att underlätta borrarbning och för att stabilisera borrhålet kan olika tillsatser användas, t.ex. tung borrhätska, skum eller polymerer. Om man använder för mycket kan dock tillsatsen och borrhaxet fastna på borrhålets väggar

Kapitel 5.

Sonderingsklasser

5.1 JORD-BERGSONDERING Jb-1

5.1.1 Användningsområde

Jb-1 är den enklaste klassen och kan utföras med borrhjagar utan registreringsutrustning. Tiden för 0,2 m sjunkning mäts då manuellt och antecknas i protokoll enligt *Bilaga E-1*.

Ger en sämre djupbestämning av bergnivån än övriga Jb-klasser och vid borrhjagning med geoteknisk undersökningsrigg finns det normalt ingen anledning att utföra sonderingsborrningen som Jb-1, utan här används Jb-2. Skäl att ändå registrera Jb-sonderingen som Jb-1 är om kraven för Jb-2 inte uppfylls, t ex trasig givare eller att borrhjagaren med utanpåliggande skarvhylsa används.

5.1.2 Parametrar

Mätning och registrering görs manuellt eller med datainsamlingsystem av minst följande parametrar:

1. Djup.
2. Borrmotstånd.

5.1.3 Krav på utrustning

Enligt kapitel. 5.2.3 med följande tillägg:

Borrstål kan skarvas med antingen invändiga skarvtappar eller utvändiga skarvhylsor.

5.1.4 Utförande

Se kapitel. 5.2.4

5.2 JORD-BERGSONDERING Jb-2

5.2.1 Användningsområde

Berg

Metoden används för bestämning av bergnivå samt för att grovt bedöma bergets kvalitet vid borring i kristallint berg inför konventionell platt- och pålgrundläggning samt diverse schaktarbeten. Vid sondering i sedimentärt berg samt vid mer komplicerade bergarbeten och grundläggningar rekommenderas att Jb-3 utförs, se kapitel 5.3.

Vid borring genom bottenmorän och rösberg kan den ”friska” bergöverytan vara svårdefinierad, både under själva borrhingsarbetet och vid efterföljande tolkning av registrerade borrhparametrar. Med toppslående hammare avtar slagenenergin mot djupet. Vid stort jorddjup (>30 m) till berg kan rekommenderad sjunkhastighet vara svår att uppnå. Detta medför en svårighet att detektera gränsen mellan jord och berg. Vid stora djup till berg kan alternativa borrhmetoder (sänkborrhammare enligt kapitel 8.3) övervägas för att säkerställa tillförlitlig information om bergets överyta.

Normalt borraras minst 3 eller 5 m i berg, men både längre och kortare borrhängd kan förekomma beroende på syftet. Är borrhängderna kortare måste risken för att borring skett i block beaktas.

Jord

Vid borring genom jordlager kan man få uppfattning om jorden är grovkornig. T ex erhålls en markant skillnad vid registrering av borrhparametrar i sandjordar jämfört med sten och blockjordar. Dock är den undersökta volymen för liten för klassificering av grovkornig jord enligt [10]. För detta ändamål måste provgropsgrävning tillämpas. Jb-2 sondering utgör dock ett gott underlag vid val av placering av provgropar och kan eventuellt ge ett s.k. relativt mått. Då Jb-sondering genomförs i syfte att erhålla information om genomborrade jordlager bör metodik enligt Jb-tot utföras, se kapitel 5.4.

Även om man har identifierat grovkornig jord med Jb-2 sondering är det ytterst vanskligt att dra slutsatser om pål- och spontbarhet utifrån sonderingsresultatet, med hänsyn till den begränsade undersökta volymen jord. Ligger den grovkor-

niga jorden ytligt utgör provgrovsgrävning ett avsevärt bättre bedömningsunderlag. Vid bedömning av pål- och spontbarhet i djupare liggande grovkorniga jordar ger Jb-2 i kombination med hejarsondering ofta ett nöjaktigt underlag. I större projekt rekommenderas dock kompletterande fullskaleförsök, t ex provpålning.

5.2.2 Parametrar

Mätning och registrering av följande parametrar skall utföras med frekvens angiven

i kapitel 6 och automatiskt med ett för ändamålet avsett datainsamlingsystem:

Obligatoriska (krav):

1. Djup.
2. Borrmotstånd och sjunkningshastighet.
3. Matningskraft
4. Hammartryck
5. Rotationstryck (tryck på vridmotorn) alternativt Vridmoment
6. Rotationshastighet

Valfria:

7. Spolmediatryck
8. Spolmediaflöde

5.2.3 Krav på utrustning

Borrigg: skall ha en sådan tyngd att den inte förflyttas varken i vertikal- eller horisontalled under sonderingsborrningen.

Hammare

Endast toppslående hydrauliskt driven hammare. I samtliga sonderingsklasser skall hammare och borrkrona väljas så att sjunkningshastigheten i hårt osprucket berg blir 3,3 till 10 mm per sekund (motsvarande 60 till 20 s/0,2 m) med aktuell utrustning och parameterinställning som erhållits vid kalibreringsborrning.

Vridmotor

Vridmotorns kapacitet skall vara 40-200 rpm. Varvtalet skall väljas så att stiftborrkronans periferihastighet är ca 10 mm per hammarslag och vid val av skärborrkrona skall periferihastigheten vara ca 12,5 mm per hammarslag.

Spolmedia

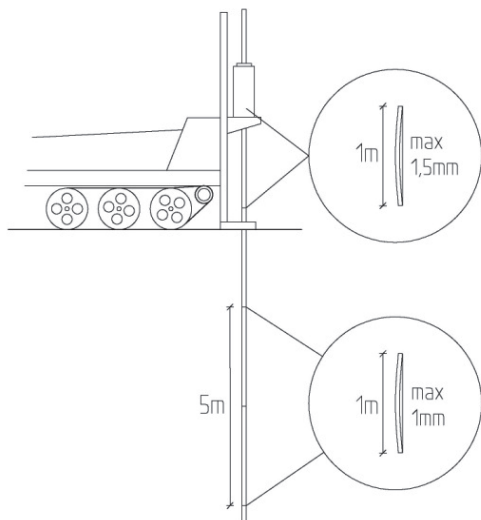
Spolning kan utföras med såväl luft- som vattenspolning (eller annan flytande spolmedia).

Borrstål

Borrstål skall ha samma ytterdiameter längs hela sin längd. Maximal tillåten utbökning för sondstång från en rät linje mellan stångens ändpunkter för de nedre 5 m borrstål är 1,0 mm/m i förhållande till en rät linje genom ändpunkterna. Motsvarande för borrstålen högre upp är 1,5 mm/m. Ovanstående krav gäller också över skarvarna. Se Figur 18. Borrstål anpassas till borrkronans diameter.

Borrkrona

Såväl stiftborkrona som skärborkrona kan användas. Typ och diameter anpassas till geologisk formation samt att ovanstående sjunkkriterier uppfylls. Stiftborkronan skall slipas när borrsjunkning synbart blir lägre än förväntat, eller när andra skador börjat uppträda på stift eller skär. Stiftborkrona skall slipas när slitfasen överstiger halva stiftets diameter. Vid periferislitage skall hårdmetallen slipas när släppningen är mindre än 0,5 mm på en stiftkrona. Skärborkrona skall slipas senast när maximal slitfas är 2,4 mm mätt 5 mm från kronans periferi eller när maximalt periferislitage är 2 mm. Dessa kontroller utförs med en för ändamålet avsedd tolk.



Figur 18 Toleranser borrstål

5.2.4 Utförande

5.2.4.1 Förberedelser

Nedan ges en beskrivning av de olika förberedelser och kontroller som skall utföras före varje nytt borrhål.

1. Borriggen ställs upp stabilt så att den inte kan ändra sitt ursprungliga läge. Lodning och ev. förankring görs av borriggen. Maximal tillåten avvikelse från lodlinjen är 2 % eller 20 mm/m vid vertikala borrhål och motsvarande avvikelse vid lutande hål.
2. Kontroll av att borkronan håller föreskrivna toleranser.
3. Kontroll av att stålen är raka enligt föreskrivna toleranser.
4. Kontroll av att inga mekaniska friktioner finns i borrhållstrustningen.
5. Inställning av aktuellt matningskraft och rotationshastighet.

Övriga fältkontroller anges i kapitel 6, *Kalibrering och kontroll*.

Avvikelser enligt ovan åtgärdas före start av ny sondering eller vid den dagliga kontrollen, före dagens första sondering. Bedöms avvikelser vara av sådan natur att den påverkar sonderingsresultatet i ringa omfattning kan sondering ändå utföras. Avvikelser ska alltid protokollföras.

5.2.4.2 Sondering

Följande borrhållsparametrar skall hållas konstanta under sonderingens gång.

- Matningskraft
- Rotationshastighet
- Hammartrycket.

I jord utförs sondering med parameterinställningar anpassade efter jordförhållanden och i berg med parameterinställningar som erhållits vid kalibreringsborrning. Avvikelser kan dock uppstå vid t ex borrning i trasigt berg eller vid påhugg i släntberg.

Fältbedömningar och noteringar

Fältbedömningar och noteringar skall genomföras under hela sonderingsförloppet avseende:

- Fälttolkning av jordlager
- Genomborrade block eller annat material
- Förmodad bergyta
- Borkaxnoteringar

- Nivå för bergsprickor eller krosszoner
- Avvikelser i försöksutförandet

Foderrör

Foderrör skall installeras vid borrning på vatten från flotte eller plattform om strömförhållandena är sådana att sondstängernas utböjningen är för stor, eller att vertikaliteten enligt ovan inte kan uppfyllas. Foderrörens utböjning skall tolkas före sondering. Borrstålet skall gå fritt i foderröret. Vidare gäller att foderrör skall sättas då borrstångens fria längd överstiger 3 m.

Arbetsgång:

1. Kontrollera att masten står lodrätt. Första borrstålet skall hänga centrerat i stänglåset
2. Gör nollavläsning antingen utan borrstål, eller med kronan ca 10 cm ovan markytan.
3. När nollavläsning är klar och borrkronan står i marknivå (alternativt vattenyta) starta spolning.
4. Starta registrering på fältdator samtidigt som matning nedåt försiktigt påbörjas.
5. Slå på hammare vid behov, t ex vid tjälad eller fast mark eller fyllning.
6. Starta rotation. Det är lättare att få stången att gå rakt om rotation ej startas direkt vid markytan i fastmark.
7. När första stången borrats ned och nästa stång skarvats på, kontrolleras att borrstålet är i lod. Annars flyttas borrpunktens läge något
8. Borrning i jord: sker med efter jordförhållanden anpassad konstant matningskraft, rotationshastighet samt hammartryck. Kontroll görs att det hela tiden finns spolning, men utan att spoltrycket ökas onödigt mycket. I lös jord, skall hammaren, samt i möjligaste mån rotationen vara avslagen. Fältbedömningar och noteringar görs enligt ovan.
9. Borrning i berg: skall i normalfall ske med samma inställningar som användes vid kalibreringsborrningen. Konstant matningskraft, rotationshastighet samt hammartryck. Fältbedömningar och noteringar görs enligt ovan.
10. Borrning i berg genomförs till avtalad längd i berg

5.2.4.3 Avslutning av sondering

För att med stor sannolikhet konstatera bergytans nivå skall sonderingen drivas minst 3 m i ”bra” berg eller vid speciella fall minst 5 m. Avtalad borrlängd i berg skall vara upprättad för varje borrhål beroende på syftet.

Vid sondering inför underjordsanläggningar i berg skall förutbestämda borrhål i berggrunden pluggas med cementinjektering.

5.3 JORD-BERGSONDERING Jb-3

5.3.1 Användningsområde

Motsvarar Jb-2 med tillägg att även spolmediaflöde och spolmediatryck mäts, vilket ger en indikation på jord/bergs täthet samt även fungerar som kontroll- och kvalitetsparametrar.

Det rekommenderas att Jb-3 genomförs vid sondering i sedimentärt berg samt vid mer komplicerade bergarbeten och grundläggningar såsom t.ex. bergrum och bergtunnlar, större bergskärningar, berggrundlagda fundament till broar och hus med långa spännvidder eller komplicerade lastfall, borrade grova pålar i berg, grövre bergförankrade permanenta stag eller andra fall där belastning på berget är betydande. Här kan det krävas borring i berg längre än 5 m.

För ovan beskrivna anläggningar och berggrundläggningar rekommenderas att Jb-3 utförs i ett installerat foderrör genom jordtäcket, alternativt från avschaktad yta eller berg i dagen. Härvid påverkar inte jorden borregistreringen och dessutom ges möjligheten att mäta returvattnet för jämförelse med registrerat spolflöde. Den stora fördelen är emellertid att foderröret ger möjlighet att utföra andra mätningar och loggningar i det utförda sonderingsborrhålet, se *Bilaga B*. Borrkronans diameter måste anpassas till respektive kompletterande metod.

Utvärdering av enbart sonderingsresultaten ger endast en grov indikation av bergets struktur. För en **kvalificerad bedömning** av bergkvalitet och struktur krävs att man i sonderingsborrhålet kompletterar med en eller flera metoder, exempelvis borrhålsprovtagning, BIPS-loggning eller geofysisk metod (borrhålsloggning) som sedan läses ihop med registrering av Jb-3 sondering. Jb-3 sonderingen ger stöd vid tolkning och utvärdering. För att kunna göra en bedömning av ber-

gets hårdhet och vittringsgrad från borregistreringen krävs att platsspecifik referensborrning genomförs.

5.3.2 Parametrar

Mätning och registrering av följande parametrar skall utföras med frekvens angiven

kapitel 6 och automatiskt med ett för ändamålet avsett datainsamlingsystem.

Obligatoriska (krav):

1. Djup.
2. Borrmotstånd och sjunkningshastighet.
3. Matningskraft
4. Hammartryck
5. Rotationstryck (tryck på vridmotorn) alternativt Vridmoment
6. Rotationshastighet
7. Spolmediatryck
8. Spolmediaflöde

Valfria:

9. Mätning av returvatten

5.3.3 Krav på utrustning

Enligt kapitel. 5.2.3 med följande tillägg:

Spolmedia

Spolmedia skall utföras med flytande spolmedium.

5.3.4 Utförande

5.3.4.1 Förberedelser

Se kapitel. 5.2.4.1

5.3.4.2 Sondering

Enligt kapitel. 5.2.4.2 med följande tillägg:

Spolmediatrycket

Spolmediatrycket eftersträvas att hållas konstant.

5.3.4.3 Avslutning av sondering

Se kapitel. 5.2.4.3.

5.4 JB-TOTALSONDERING, Jb-tot

5.4.1 Användningsområde

Motsvarar Jb-2 med tillägget att man har infört ett vridtryckskede, d.v.s. ett statistiskt skede med avslagen hammare och spolning samt konstant rotations- och sjunkhastighet. Vridtryckskedet kan då ofta ersätta kompletterande vikt- och mekanisk trycksondering och man får på så sätt en rationell sonderingsmetod. Metoden är effektiv vid undersökningar där grovkornig jord överlagrar lösare. Särskilt användbar är metoden vid undersökningar i isälvsmaterial där man kombinerat CPT-sondering med Jb-totalsondering och då fått en god bild av hela jordlagerföljden och dess fasthet samt bergläge. Jämförande spetstrycksonderingar (CPT) och Jb-tot har genomförts och redovisas i [11].

En stor fördel med Jb-totalsondering är att man kan minska antal medhavda typer av sondstänger. Utförs spetstryckssondering med samma stångtyp (Ø44 mm geostänger) som Jb-totalsondering täcks de flesta undersökningssituationer endast med en stångtyp och dimension.

5.4.2 Parametrar

Obligatoriska (krav):

1. Djup.
2. Borr motstånd och sjunkningshastighet.
3. Matningskraft
4. Hammartryck
5. Rotationstryck (tryck på vridmotorn) alt. Vridmoment
6. Rotationshastighet

Valfria:

7. Spolmediatryck
8. Spolmediaflöde

5.4.3 Krav på utrustning

Enligt kapitel. 5.2.3 med följande tillägg:

Spolmedia

Spolmedia skall utföras med vattenspolning. Luftspolning kan nyttjas i undantagsfall t.ex. vid sträng kyla eller då vatten inte får tillföras i marken.

Borriggen

Borriggen skall minst väga 2000 kg och kunna uppnå minst 30 kN tryckkraft med hjälp av förankring.

Vridmotor

Ett vridmoment på minst 1,5 kNm (150 daNm) skall kunna uppnås

Borrstål/sondstång

Borrstål/Sondstång skall utgöras av Geostänger med ytterdiameter \varnothing 44 mm. Borrstålen kopplas med R-gänga, R32.

Borrkronan

Borrkronan skall utgöras av 57 mm stiftborrkrona. Stiftborrkronan skall förses med backventil för att förhindra att lös jord tränger in i borrstålet under den statiska sonderingsfasen. Backventilen skall kunna öppna sig 8-10 mm då den är färdigmonterad.

5.4.4 Utförande

5.4.4.1 Förberedelser

Enligt kapitel. 5.2.4.1 med följande tillägg:

Borrkronans ventil skall kontrolleras att den öppnas för ett vattentryck mindre än 4 bar

5.4.4.2 Sondering

Vid det statiska vridtryckskedet nedförs sondstången med konstant sjunkhastighet och konstant rotationshastighet enligt nedan:

Rotationshastighet: 25 rpm

Sjunkhastighet: 20 mm/s

Maximal nedpressningskraft som borriggen under det statiska vridtryckskedet skall kunna uppnå skall vara mellan 15–30 kN.

Vid hammarborrning ställs samma krav som för Jb-2.

Arbetsgång:

1. Den maximala tryckkraften (15-30 kN) som borriggen kan uppnå vid sonderingspunkten anges i protokoll eller till datainsamlingssystem.
2. Förborrning (hammarborrning) genomförs för de inledande 0,5 m för att få en god styrning vid sonderingen.

3. Den statiska vridtrycksonderingen påbörjas. Vridningen skall inledas omedelbart när tryckningen startas.
4. Då sondering utförs i jordart som bildar en hård propp i spolhålen, t ex vissa siltiga jordar samt lermorän, trycks proppen ut med spolning vid varje stångskarvning.
5. När sonderingsmotståndet blir för stort så att den konstanta sjunkhastigheten inte kan upprätthållas påbörjas hammarbörning genom att spolning kopplas på och direkt därefter hammaren med normal vridhastighet och matningskraft enligt principer gällande för Jb-2 sondering.
6. När block, hinder eller fastare jordlager borrats igenom med hammarbörning förs borrkronan upp och ner några gånger med samtidig spolning för att säkerställa att inte inspänningar och friktion erhålls mot sondstängen. Därefter återupptas det statiska vridtryckskedet.
7. Under hela sonderingstillfället skall tolkning av jordlager, block m.m. antecknas i protokoll eller till datainsamlingssystemet.
8. Då borrstålets fria längd överstiger 3 m skall foderrör med innerdiameter Ø 70-100 mm användas, t ex vid sondering från flotte eller plattform.
9. Borrning i berg genomförs till avtalad längd enligt principer gällande för Jb-2 sondering.

Tilläggsmoment:

Beroende på platsspecifika förhållanden kan, utöver de ovan beskrivna utförandekraven, tillkommande sonderingsförfarande och registreringar vara aktuella.

När tillkommande tillvägagångssätt utförs skall anteckningar göras i fältprotokoll

och införas som noteringar intill redovisat sonderingsdiagram med tydlig förklarings-text. Förklarings-text och noteringar skall vara bunden till den enskilda sonderingspunktens digitala formatfil.

5.4.4.3 Avslutning av sondering

Se kapitel. 5.2.4.3.

5.5 SAMMANFATTNING

I Tabell 1 görs en generell sammanställning av ingående krav på mätta parametrar samt godtagbart utförande för registrering och val av spolmedium.

Tabell 1 Generell sammanställning

| | Enhet | Sonderingsklass | | | |
|--------------------------------|----------|-----------------|------|------|--------|
| | | Jb-1 | Jb-2 | Jb-3 | Jb-tot |
| Registrering | | | | | |
| Manuell registrering | | X | - | - | - |
| Automatisk registrering | | X | X | X | X |
| Parametrar | | | | | |
| Djup | m | X | X | X | X |
| Borrnotstånd | s/0,20 m | X | X | X | X |
| Sjunkningshastighet | mm/s | - | X | X | X |
| Matningskraft | kN | - | X | X | X |
| Hammartryck | MPa | - | X | X | X |
| Vridmoment/tryck på vridmotorn | MPa | - | X | X | X |
| Rotationshastighet | rpm | - | X | X | X |
| Spoltryck | MPa | - | - | X | - |
| Spolflöde | l/min | - | - | X | - |
| Spolmedia | | | | | |
| Luftspolning | | X | X | - | (x) |
| Vattenspolning | | X | X | X | X |

X Ingår i metoden

(x) Undantagsvis t ex vid sträng kyla

- Ingår ej i metoden

Kapitel 6.

Kalibrering och kontroll

6.1 INSTÄLLNING AV BORRPARAMETRAR

Det är av stor vikt att borrar-maskinen ställs in så att effektiv borrar-ning kan utföras samtidigt som slitage minimeras. Det fundamentala för en lyckad sondering är:

- Att tillräckligt stor statisk och dynamisk kraft anbringas så att berget penetreras och därmed smulas sönder.
- Att bortspolning av borrar-kaxet sker så effektivt att det blir rent mellan krona och friskt berg
- Att veta att all data är korrekt och kvalitetskontrollerad (sensorer kalibrerade)
- Utbildad fältpersonal som känner sin bandvagn och förstår syftet med jord-bergsondering.

Att välja rätt parametrar för Jb-sondering utförs på följande sätt. Först väljs det hammartryck som berget kan ta emot och därefter varvtalet med hänsyn till frekvens och vald krondiameter. När man sedan börjar borra justerar man matningskraften så att man erhåller en jämn och fin rotation utan ryckighet. Då vet man att matningskraften är lagom. Går det inte och man bedömer att det finns risk för skador på stänger och skarvar skall nytt försök göras med lägre hammartryck.

Rätt val av borrarparametrar ökar livslängden på slagutrustningen!

En mer detaljerad beskrivning av inställning av borrarparametrar framgår av *Bilaga C*.

6.2 KALIBRERING OCH KONTROLLER

Utrustning som används vid Jb-sondering skall regelbundet kontrolleras och kalibreras med syftet att se till att de noggrannhetskrav som ges är uppfyllda. Följande kontroller och kalibreringar skall utföras med den frekvens som anges nedan.

- Kalibreringsborrning
- Kalibrering av sensorer och manometrar
- Fältkontroll

Kalibreringsborrning

Kalibreringsborrning utförs i syfte att ställa in hammare(tryck), matningskraft, krondiameter, varvtal och spolning så att angivna sjunkningskrav kan innehållas.

Kalibrering av sensorer och manometrar

Kalibrering av sensorer och manometrar skall utföras regelbundet och utföras så att erhållna värden skall vara spårbara till referenssensorer.

Fältkontroll

Fältkontroll utförs dagligen vid borrning då en grov kontroll görs för att kontrollera att sensorernas och manometrarnas värde inte förändras sedan kalibreringen.

Krav och regler för kalibrering och kontroll framgår i avsnitten nedan.

6.2.1 Kalibreringsborrning

Kalibreringsborrning skall alltid utföras av ny borrarutrustning eller när förändringar har utförts av utrustningen. Det rekommenderas att kalibreringsborrning sker före start av varje större projekt, dock minst var sjätte månad. Kalibreringsborrning skall utföras i homogent kristallint berg med varmkörd maskin i syfte att ställa in matningstryck, rotationshastighet och andra borrarparametrar så att sjunkhastigheten blir ett konstant värde mellan 3,3 till 10 mm/s motsvarande ett borrarstånd på mellan 60 respektive 20 s/0,2 m.

Kalibreringsborrning sker genom inställning av maskin enligt Bilaga C med tillägget att man också ska ta hänsyn till att sjunkhastighetsvärdet enligt ovan skall innehållas.

De inställningar på borrarparametrar som erhålls vid kalibreringsborrning skall i normalfall hållas vid all efterföljande Jb-sondering till dess att en ny kalibreringsborrning utförs. Undantag t ex borrning från flotte.

I samband med start av ett projekt kan en referensborrning utföras på platsen. Vid detta tillfälle hålls borrarparametrarna såsom erhållits vid kalibreringsborr-

ning. Denna sondering kan sedan jämföras med andra sonderingar på platsen och en grov uppskattning kan erhållas om variation i bergkvalitet.

6.2.2 Kalibrering

Sensorer för mätning av de aktuella parametrarna skall regelbundet kalibreras på godkänt sätt.

För sjunkningshastighet och matningskraft gäller att sensorerna skall kalibreras minst var sjätte månad och för övriga sensorer gäller minst 1 gång per år.

Manometrar för mätning av matningskraft, vridmoment och spoltryck kalibreras som övriga givare.

Rekommenderade kalibreringsförfaranden anges nedan för samtliga aktuella sensorer. Kalibreringen behöver dock endast omfatta de parametrar som är aktuella för respektive sonderingsklass.

Sjunkningshastighet

På borriggens gejder uppmäts en sträcka av 1,00 m. Sondering utförs längs denna sträcka och tiden för detta registreras. Detta förfarande upprepas med 4 olika hastigheter, ca 0,2, 0,4, 0,6 och 1,0 m/min. Samtidigt noteras mätvärdet i protokoll.

Matningskraft

Borroket får belasta en kraftgivare med avläsningsenhet i steg om 1 kN upp till 10 kN eller maximal kraft. Utslaget på registreringsenheten avläses och noteras. En mätserie utförs vid pålastning och en vid avlastning.

Rotationshastighet

Rotationsenheten ställs in på tre olika hastigheter. Varvtalet avläses med hjälp av en Tachometer. Alternativt kan antal varv räknas under en viss tid.

Rotationstryck och hammartryck

Rotationstryck och hammartryck kalibreras genom att tryckgivaren på hydraulsystemet kalibreras mot en referensgivare. Referensgivarens utslag jämförs med utslaget på registreringsenheten.

Spoltryck

Spoltrycket mäts med en elektrisk tryckgivare placerad på en enhet som innehåller en flödesgivare. Kalibreringen utförs mot referensgivare. Referensgivarens utslag jämförs med utslaget på registreringsenheten.

Spolvattenflöde

Spolvattenflöde mäts med en flödesgivare. Givaren är också kopplad till registreringsenheten. Konstant vattenflöde får strömma genom flödesmätaren. Utströmmad vätskemängd och tiden mäts. Fem olika flöden registreras.

Vid större avvikelser än angivna toleranser mellan uppmätta och registrerade värden skall givarekonstanter ändras i registreringsenheten. Om detta inte låter sig utföras direkt kan mätvärdena justeras i samband med redovisning.

Alla kalibreringsprotokoll skall förvaras i anslutning till borrrustningen.

6.2.3 Fältkontroll

I syfte att kontrollera att gällande kalibreringsvärde innehålls utförs var 14:e dag eller när något har inträffat som befaras ha påverkat inställningar eller kalibreringar, kontroller av registreringsutrustning, givare och manometrar.

Nedan anges sätt för denna typ av fältkontroll. Tillvägagångssättet kan variera beroende på situation och tillgänglig utrustning. På borrhjgen förekommande manometrar och visareinstrument avläses också i samband med fältkontrollen.

All fältkontroll dokumenteras och förvaras i anslutning till borrhjgen. Fältkontrollen behöver endast omfatta de borrhparametrar som är aktuella för den valda klassen. Lämpligen kan kontrollerna protokollföras i checklistor, se *Bilaga D*.

Sjunkningshastighet

Sjunkningshastighet kontrolleras genom att 1,00 m sondering görs i tomt borrhål eller ovanför markytan med konstant hastighet. Tiden mäts och omräknas till hastighet som jämförs med det registrerade värdet.

Rotationshastighet

Rotationshastighet kontrolleras genom att antal varv räknas och jämförs med det antal som registrerats på registreringsenheten. Detta kan lämpligen göras med en tachometer som direkt ger rotationshastigheten i rpm.

Matningskraft

Matningskraft kontrolleras genom att lägga ett tryck på stången som antingen avläses på en manometer på borrhjulen eller med en extern kraftgivare. Erhållet mätvärde jämförs med det registrerade.

Rotationstryck och hammartryck

Rotationstryck och hammartryck kontrolleras genom att utslaget på den manometer som är ansluten till hydraulsystemet för vridmotorn avläses och jämförs med registrerat värde.

Spolvattentryck

Spolvattentryck kontrolleras genom att utslaget på en manometer placerad vid flödesgivaren jämförs med registreringen.

Spolvattenflöde

Spolvattenflöde kontrolleras genom att tiden som åtgår för att fylla ett kärl med känd volym mäts. Det härur beräknade flödet jämförs med det som registrerats.

Exempel på utrustning för fältkontroller kan vara:

- Måttsatt hink
- Tumstock eller måttband
- Klocka
- Skjutmått
- Elektrisk lastcell med mätenhet

6.3 MÄTNOGGRANHETER

Vid sonderingsklass Jb-2, Jb-3 och Jb-tot skall automatisk registrering göras minst en gång per 25 mm borrhjulkning av samtliga i klassen ingående parametrar.

Vid Jb-1 skall borrhjulkning registreras eller protokollföras minst varje 0,2 m.

Borrkronans verkliga nivå skall kunna bestämmas med en absolutnoggrannhet av +/- 0,05 m eller bättre relativt markytan eller annat referenssystem.

Borrparametrar skall mätas med minst de i Tabell 2 angivna noggrannhet. I Tabellen anges absolutnoggrannhet, d.v.s. maximalt tillåtet fel i varje mätvärde för djup, borrhjulkning, sjunkningshastighet, matningskraft(< 10kN) samt varvtal.

För övriga mätvärden gäller % av fullt skalutslag d.v.s. sensors maximala mätområde.

Tabell 2. Mätnoggrannhet för parametrar vid olika sonderingsklasser.

| Parametrar | Enhet | Intervall | Sonderingsklass | | | |
|---------------------|-------|-----------------|-----------------|-------|-------|--------|
| | | | Jb-1 | Jb-2 | Jb-3 | Jb-TOT |
| Mätfrekvens minimum | m | - | 0,20 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Djup | mm/m | Hela mätområdet | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Borrmotstånd | s | Hela mätområdet | 1 | - | - | - |
| Sjunkningshastighet | % | Hela mätområdet | - | 1 % | 1 % | 1 % |
| Matningskraft | kN | 0-10 kN | - | ±0,25 | ±0,25 | ±0,25 |
| | % | > 10 kN | - | 5 % | 5 % | 5 % |
| Hammartryck | % | Hela mätområdet | - | 2 % | 2 % | 2 % |
| Tryck på vridmotorn | % | Hela mätområdet | - | 2 % | 2 % | 2 % |
| varvtal | rpm | Hela mätområdet | - | 1 | 1 | 1 |
| Spoltryck | % | Hela mätområdet | - | 2 % | 2 % | 2 % |
| Spolflöde | % | Hela mätområdet | - | 2 % | 2 % | 2 % |

Kapitel 7

Redovisning

7.1 ALLMÄNT

I och med europanormernas inträde ställs krav på en strukturerad resultatrapportering och redovisning av bl.a. geotekniska undersökningar. I SS EN 1997-2 anges hur redovisning av geotekniska undersökningar skall utföras.

7.2 SGF FORMATKODER

Formatkod används för överföring av mätdata från fält- och laboratorieundersökningar mellan fältssystem (datainsamlingssystem, fältminne och fältdator) och redovisningssystem. SGF formatkod skall användas för fältdata alternativt likvärdigt system överförbart till SGF formatkod.

SGF formatkoder delas in i tre block:

- **Huvudblock:** för generell information om undersökningspunkt, bl.a. metodkod
- **Metodblock:** block som innehåller metodspezifisk information
- **Datablock:** innehåller mätvärden och kommentarkod

Metodkoder för Jord-bergsonderingsklasser:

Jb 1: HM = 12

Jb 2: HM = 41

Jb 3: HM = 42

Jb-tot: HM = 73

MWD: HM = 43

Norsk totalsondering: HM = 24

(HM är ID-beteckning för Metodkod)

7.3 FÄLTNOTERINGAR

7.3.1 Dagbok

Ansvarig fältgeotekniker skall under fältarbetena föra dagbok. Dagboken skall innehålla plats- och projektinformation, väderförhållanden, utförda borrhål, kontaktpersoner, förändringar av undersökningsprogram, besök av beställare eller andra personer med inflytande av fältarbeten.

7.3.2 Sonderingsprotokoll

Noteringar under sondering görs i sonderingsprotokoll och/eller direkt till datainsamlingssystemet. Exempel på sonderingsprotokoll redovisas i *Bilaga E-1 och E-2*. Efter att sonderingen slutförs skall resultatet redigeras och granskas av fältgeotekniker. För tolkning av borresultatet relevanta noteringar överförs till sonderingspunktens digitala formatfil.

7.3.3 Fälttolkningar

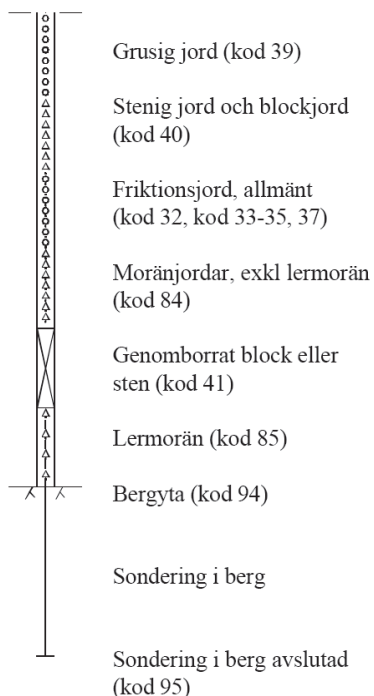
Fälttolkningar skall göras för samtliga sonderingsklasser.

Nedan redovisas symboler enligt SGF beteckningssystem [9] för fältbedömning av bergets sprickighet:

Tabell 3 Symboler för fältbedömning av bergets sprickighet

| Beteckning | Förklaring | Formatkod (kommentarkod) |
|------------|---|-----------------------------|
| + | Ej märkbara sprickor, jämn sjunkning | 42 |
| 0 | Sprickigt berg, märkbara sprickor | 43 |
| - | Mycket sprickigt berg, svårigheter att vrida | 44 |
| -- | Öppen eller fylld spricka, fri sjunkning | 45 |

Fältbedömningar i jord redovisas i Figur19 nedan. Formatkod (kommentarkod inom parantes).



Figur 19 Symboler för fältbedömning jordlager

7.4 RESULTATREDOVISNING

7.4.1 Dokumenthantering

I enlighet med Europannormerna (SS EN 1997-2) skall resultatredovisning med avseende på geotekniska undersökningar, delas upp i följande steg:

Fältrapport

Kvalitetssäkrad fältdata som upprättas av ansvarig fältgeotekniker och överlämnas till handläggare.

Försöksrapport

Redovisar utförda försök med grafisk redovisning av resultat, kompletterande uppgifter såsom t ex plandata, korrekationer, brister.

Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik

Resultatredovisning av geotekniska undersökningar. Ingår i upprättad handling, t ex förfrågningsunderlag.

Innehållskrav på Försöksrapport och Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik framgår av [7].

7.4.1.1 Fältrapport

I fältrapporten upprättas en lista över undersökningarna enligt Tabell 4 samt en lista över antal undersökningar fördelade på metod, där styrande dokument anges för respektive metod, t ex denna metodbeskrivning för Jb-sondering.

För varje undersökningspunkt skall framgå: allmän projektinformation, borrhålsinformation, data för undersökningar, kvalitetsinformation.

Tabell 4 Lista över undersökningar

| Borrhål | Metod | Datum | Filnamn vid digital lagring | Bilaga | Signatur |
|---------|-------|-------|-----------------------------|--------|----------|
| Bh-1 | | | | | |
| Bh-2 | | | | | |
| Osv.. | | | | | |

Ansvarig fältgeotekniker signerar varje undersökningspunkt enligt *Tabell 4*. I och med signaturen har ansvarig fältgeotekniker kvalitetsgranskat och godkänt resultaten för bearbetning och redovisning. Avvikelse skall klart framgå av fältrapporten. För varje undersökningspunkt upprättas en bilaga. Om all information finns digitalt räcker det med angivet filnamn. Till fältrapporten bifogas kalibreringsprotokoll och intyg, t ex dokumentation kalibreringsborrning.








Sammanfattningsvis skall fältrapporten innehålla:

- Dagbok
- Lista över undersökningar med signatur, enligt *Tabell 4*
- Lista över antal undersökningspunkter med styrande dokument. För Jb-sondering hänvisas till denna metodbeskrivning.
- Bilaga med handskrivna fältnoteringar mm
- Kalibrering och intyg, t ex kalibreringsborrning
- Avvikelse

7.5 RITNINGSREDOVISNING

7.5.1 Plan

Jb-sondering redovisas i plan som dynamisk sondering (dvs med övre cirkelhalvan fylld) med undantag av Jb-tot som redovisas både som en dynamisk och statisk sondering (dvs både den övre och undre halvan fylld). Har borrkax tagits för analys redovisas detta med halvfylld undre cirkel enligt nedan.

| | |
|---|---|
|  | Dynamisk sondering Jb-1, Jb-2, Jb-3 |
|  | Statisk och dynamisk sondering Jb-tot |
|  | Sondering till förmodat berg |
|  | Sondering mindre än 3 m i förmodat berg |
|  | Sondering minst 3 m i förmodat berg |
|  | Sondering minst 3 m i förmodat berg samt analys av borrkax |
|  | Lutande borrhål ned till förmodat berg. Planprojicerat läge redovisas samt bergnivå och borrhålsslut. |

7.5.2 Sektion

Redovisning på sektionsritning för sonderingsklasserna visas i *Bilaga F*.

Jb-1 redovisas med ett traditionella staplar för noterat bormotstånd ($s/0,2$ m).

Jb-2 redovisas med kontinuerlig registrering av bormotståndet ($s/0,2$ m) på ena axeln genom jord och berg samt matningskraft på motstående axel vid borring i berg.

Jb-3 redovisas på motsvarande sätt som för Jb 2 men där även spolmediaflödet redovisas på ena axeln.

Jb-tot redovisas på motsvarande sätt som för Jb-2 men där matningskraft även visas vid sondering genom jorddelen. När hammarborring genomförs redovisas en skraffering över hela diagrammet. Hammarborring registreras när hammartrycket överskrider 1,0 MPa. Vilken maximal kraft som man kan tillföra vid sonderingstillfället visas inom parantes vid skalan.

7.5.3 Enskilda borrhål

Enskilda borrhål redovisas enligt *Bilaga G*

Kapitel 8

Övriga sonderingsklasser och tillämpningar

8.1 MWD

MWD-metoden är en generell metod, vilken beskrivs i den europastandard som är under framtagande. Jb-sondering ingår i denna europastandard som en typ av MWD. MWD kan dock också utföras på andra sätt än som Jb-sondering. Generella krav för MWD avseende borrhutrustning, datainsamlingssystem (mätsystem) och borrhingsutförande anges i den kommande europastandarden.

En registrering av borrhingsarbete är ofta kvalitetshöjande och kan bidra till att t.ex. förklara kärnbortfall vid kärnbörning eller dimensionering av dragstagslängder.

MWD-metoden kan tillämpas på jord- och bergborrning med såväl geotekniska bandvagnar som entreprenörmaskiner för t.ex. stagsättning eller kärnbörning.

Vilka parametrar som skall registreras beror på val av metod och syfte men minst skall följande parametrar insamlas:

- Djup.
- Borrmotstånd och sjunkningshastighet.

8.2 NORSK TOTALSONDERING

Norsk totalsondering togs fram i Norge under 1980-talet och var en vidareutveckling av dreietrykksondering. Metoden är en föregångare till Jb-totalsondering och metoderna skiljer sig åt genom att vid norsk totalsondering har man en högre sjunkhastighet under vridtryckskedet (dreietryck), 50 mm/s. Man ställer också krav på att mätning skall göras av spolmediatryck och spol-

ning av/på, samt att max nedpressningskraft skall vara 30 kN under vridtryckskedet. Se [12]. Anledningen till att metoderna skiljer sig åt är att en anpassning har gjorts vid Jb-totalsondering för vanlig förekommande svensk utrustning (Jb-2) samt att man ville höja kvalitén och tydliggöra registreringen av jordmotståndet (bättre upplösning) under vrid/tryckskedet.

8.3 SÄNKBORRHAMMARE

Vid geoteknisk undersökningsborrning i Sverige används för närvarande inte sänkborrhammare annat än vid foderrörsdrivning med tyngre borrhargar. Försök med sänkborrhammare har genomförts för geoteknisk sonderingsborrning.

Inom området geoteknisk fältgeoteknik är sonderingsborrning i berg med sänkborrhammare ett intressant utvecklingsområde som på sikt torde kunna utgöra en egen sonderingsklass

Kapitel 9.

Referenser

- [1] **A Dufwa, (1986)**, Stockholms tekniska historia: Trafik, broar, tunnelbanor, gator
- [2] **P, Pfister, (1985)**, Recording drilling parameters in ground engineering, Ground Engineering
- [3] **SGF rapport 2:99** Metodbeskrivning för jord-bergsondering
- [4] **SGF Fälthandbok rapport x:2012** Kapitel 5 Arbetsmiljö, arbetarskydd och säkerhet
- [5] **SS-EN 1997-2**, Dimensionering av geokonstruktioner – Del 2 Markteknisk undersökning i fält och laboratorie
- [6] **IEG rapport 10:2010** Tillämpningsdokument Marktekniska undersökningar i fält och laboratorium
- [7] **IEG rapport 4:2008** Tillämpningsdokument. Dokumenthantering.
- [8] **IEG rapport 2:2010** Rapportering av geoteknisk fältundersökningar (jord). Omfattning och fältprotokoll.
- [9] **SGF/BGS Beteckningssystem för geotekniska utredningar** version 2001:2
- [10] **SGI information 1** (2008), Jords egenskaper *tabell 7 och 8*.
- [11] **Jämförande sonderingar, Jb-totalsondering, CPT och Hejarsondering. (2009)** SGF Notat 1:2009
- [12] **Norsk geoteknisk forening (1994)** Veiledning for utførelse av totalsondering, Melding nr 9

Figurregister

Kapitel 1

Figur 1 SGI

Figur 2 Geotech

Kapitel 2

Figur 3 Geocenter

Figur 4 Geotech

Figur 5 NCC

Kapitel 4

Figur 6 Geotech

Figur 7 Geotech

Figur 8 Geotech

Figur 9 Geotech

Figur 10 Geotech

Figur 11 Geotech

Figur 12 Geawelltech

Figur 13 Geocenter

Figur 14 Geocenter

Figur 15 Geomek

Figur 16 Geomek

Figur 17 NGF/Geocenter

Kapitel 5

Figur 18 NCC

Kapitel 7

Figur 19 SGF

Bilaga A.

Borrteknik praktiska råd

Få sonderingsmetoder kräver så mycket av en fältgeotekniker som Jb-sondering. Under sonderingens utförande är det viktigt att hela tiden vara observant på hur maskinen betar sig för att på ett korrekt sätt kunna utvärdera och tolka genom-borrade jordlager, samt för att kunna reagera snabbt på förändringar i jordförhållandena. Det är också viktigt att hela tiden kontrollera borravnens manometrar för hydrauliken samt spoltryck och hur borravnens borrenhet betar sig. Om t ex rotationen hugger eller om vridbordet studsar är det en indikation på att något är fel.

Nedan följer några praktiska råd för att lyckas med de olika momenten vid Jb-sondering

Allmänt

Ibland kan det vara svårt att få borringen att gå lodrätt. Dels p.g.a. att marken där man står lutar, eller p.g.a. att stålet går snett i grova jordar. Går det ej att få borringen någorlunda lodrät, notera avvikelser i sonderingsprotokollet. När första stången borrar ned och nästa stång skarvats på, kontrolleras att tappen för stång två är centrerad i förhållande till nackadaptorn. Om detta ej är fallet, justera in masten. Går det ej att justera in masten, dra upp första stålet och flytta borrpunktens läge något. Kontrollera centrerings, och justera masten vid behov, vid varje fortsatt skarvning. Tvinga aldrig in stålet i nacken vid skarvning.

Anpassa matningskraften och användningen av hammaren efter hur snabbt borrstålet sjunker vid borring i jord. Se till att matningskraften aldrig hamnar under noll.

Spolning

Det i särklass viktigaste att hålla reda på vid Jb-sondering är att spolningen fungerar under hela sonderingsförloppet. Att stoppa spolflödet är alltid det arbetsmoment som ska göras sist innan nackadaptern gängas av borrstålet vid stångskarvning. Att starta spolningen är alltid det moment som ska göras direkt efter att ett nytt stål skarvats på. Kontrollera att varje stång inte är igensatt innan den skarvas på.

Det kan gå mycket fort att fylla borrkrona och borrstänger med jord- och bergmaterial vid ett spolstopp. Vid tecken på att spolningen börjar fungera dåligt, är det läge att avbryta matningen nedåt, och dra upp stängerna en bit tills spolflödet ökar.

Spolningens flöde och tryck kontrolleras via manometer och flödesmätare, samt i bästa fall genom att man ser returspolningen vid markytan.

Valet av krondiameter påverkar hur väl spolningen sker. Vid täta, finkorniga jordar eller sprucken bergöveryta, välj en grövre krondiameter. Då ökar differensen mellan krona och borrstål, och man får en större volym för lossborrat material att kunna transporteras bort. Detta kan drastiskt minska risken för spolstopp.

Registrering

Startas registreringen med nackadaptern upptryckt i toppläge och avslutas med nackadaptern i bottenläget på varje stångskarv, kan man enkelt tappa 3-5 cm djupregistrering på varje stång. Det är därför viktigt att vid varje stångskarv hålla reda på centimetrarna, de ska vara desamma vid varje skarv om man använder sig av 2m stänger.

De flesta av dagens insamlingssystem stoppar automatiskt registreringen vid uppdragning, s.k. renspaus, och återupptar automatisk registreringen när man fortsätter sonderingen och når samma djup som tidigare.

Detta gäller dock inte om man, för att få igång spolflödet, behöver skarva av stänger vid uppdragning. Då krävs en manuell sonderingspaus för att systemet inte felaktigt ska börja registrera.

Borrning i täta och kompakta jordar

Ett problemområde vid Jb-sondering är täta, kompakta friktions- och kohesionsjordar, exempelvis silt, lermorän och vissa torrskorpeleror. Vattenspolning löser många problem, spolning med enbart luft i sådana jordar ska i största mån undvikas då det oftast bara ger upphov till problem. Finns det inte möjlighet till spolning med enbart vatten, kan det hjälpa att tillsätta mindre mängder medhavt eller på platsen hittat vatten i spolningen. Detta för att klumpa ihop jorden och därmed få den lättare att spola upp.

I silt kan man även behöva testa olika vattentryck. Är silten vattenmättad kan den spola upp i borrsträngen när man skarvar borrstålen. Här kan ett lågt spoltryck hjälpa eller att man låter trycket jämnas ut i marken innan man skarvar av. Är det två samspelta fältgeotekniker som arbetar tillsammans kan snabbskarvningar göras. Borrstålet sätts på plats så fort det går utan att de gängas ihop, sedan startas spolningen igen. Därefter gängas stålen ihop.

Kontakt med berg

Det kan ibland vara svårt att hitta övergången mellan jord och berg, speciellt om jorden utgörs av hårt packad bottenmorän och bergets överyta är sprucken. Att minska något på matningskraften för att få större skillnad i sjunkhastighet kan då vara ett alternativ. I de fall osäkerhet finns om bergytan hamnat rätt, är det alltid bra att notera olika möjliga lägen i protokollet och sedan rita upp och jämföra/titta på sonderingsresultaten i efterhand.

Borrkronan kan även följa en lutande bergyta, kana iväg åt något håll, därmed riskeras att tappar kan knäckas och stänger blir krokiga. Störst risk för detta fenomen föreligger när lösa jordlager ligger direkt mot släntberg. En indikation på att stålet går snett mot berget fås genom kontroll av manometern för hydraultrycket på rotationsmotorn, går stängerna snett behövs mer kraft för att vrida runt dem och hydraultrycket ökar. För att undvika brott på stänger och tappar, minska matningskraft och rotationshastighet radikalt för att kronan ska få fäste på berget.

Borrning i berg

Vid Jb-sondering i berg kan problem uppstå mycket snabbt. Borrsträngen kan gå in i en sprickzon. Spolningen kan då gå ut i sprickzonen eller tomrummet och spolningen som håller hålet rensat uppåt uteblir. Vid fortsatt borrning fylls sprickzonen med borrkax, och spolstopp uppstår.

Vid användning av automatfunktion vid borrning i bra berg är det nödvändigt att hela tiden göra små justeringar på matningskraft, rotation och hammartryck för att hålla dessa parametrar konstanta.

Varierar matningskraften från att vara hög när borrning återupptas efter stångskarv (oket högt i högt läge på maskinen), till att sjunka ju längre ned mot mastfoten oket kommer, bör detta tyda på att stången går snett. Justera in masten så att stålet går rakt hela vägen för att minska spänningar. Detta eliminerar falskt bormotstånd.

Borrvagnarna har en snabb matning, ca 150 mm/s när det är fritt/tomt. Det finns därför risk att vi mäter borrvagnens friktion, strypningar och reducering i hydraulik mm istället för motståndet i marken. Det är därför viktigt att man reagerar mycket snabbt vid förändringar, och anpassar maskinens inställningar efter de för stunden rådande omständigheterna.

Borrning från flotte eller annat flytetyg

Säkerställ alltid innan arbeten påbörjas att flytetyget klarar de belastningar som Jb-sondering kan medföra. Detta gäller dels det tryck som maskinen utövar mot däckets vid ev. fastborrning av stängerna, dels de vridande krafter som uppstår vid rotationen av stängerna.

Acceptera aldrig någon annans bedömning av hur väl Jb-sondering kommer att fungera med ett visst flytetyg, utan kontrollera alltid själv innan arbetet påbörjas.

Använd alltid samma referensnivå för start av registrering. Det är lättast att använda sig av vattenyta eller överkant däck. Innan sonderingen påbörjas ska bottenivå lodas in med ett lod som inte kan sjunka ner i lösa sediment.

Det är viktigt att hela tiden ha kontroll på hur maskinen beter sig, samt reagera mycket snabbt på förändringar vid borrhningen. Detta för att undvika att köra fast stängerna.

Vid borrhning genom foderrör som används för att stängerna inte ska böjas ut, medför det att man får en lång frihängande borrhsträng. Detta medför in sin tur en stor egentyngd eftersom mantelfriktion mot stängerna saknas, till skillnad mot vid borrhning på land. För att kompensera för egentyngden, samt för att spara på materialet rekommenderas att minska på matningskraften motsvarande stängernas vikt.

Markföroreningar

Vid undersökning i förorenade områden skall en genomgång göras med ansvarig miljötekniker, se kapitel 2. Risken att kontaminera underliggande jordlager och grundvatten vid Jb-sondering skall beaktas

Bilaga B.

Kompletterande metoder

Borrkaxprovtagning

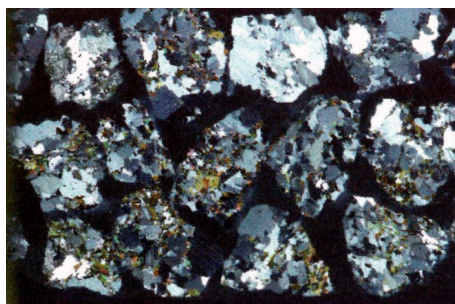
Bakgrund

I samband med ex infrastrukturprojekt finns det behov av att i ett tidigt skede bestämma bergart och bergarternas kvalitet för att få en uppfattning om dess användbarhet. I tidiga skeden i projekt utförs det normalt mycket begränsat med undersökningsborrningar för ex lokalisering av linjeval. Behovet finns även i senare skeden men då för att få en bättre rumslig uppfattning och fördelning av bergets kvalitet. Genom att utnyttja Jb-sonderingar, som normalt utförs ner till 3 eller 5 meter i berg, och analysera det borkkax som kommer upp till markytan kan en bedömning av bergmaterialets användning som byggmaterial göras. Denna provtagning är ett mycket bra komplement till fåtal (och relativt kostsamma) kärnborrningar i berg som utförs.

Provtagning av borkkax kan utföras både med och utan foderrör (beroende på mäktighet och fasthet hos ovanliggande jord på berget). Spolmedia kan utgöras av både luft och vatten.



Figur B-1 Borrkax vid produktionsborrning.



Figur B-2 Preparerat tunnslip från borkkax

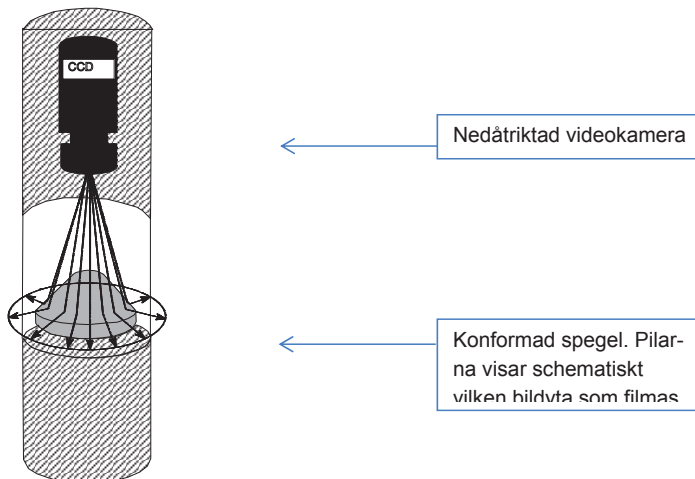
Utförande - provtagning

Provtagning utförs på det borrhax som lägger sig runt borrhålet på markytan, se Figur B-1. En begränsad representativ mängd av borrhaxet transporteras och undersöks på laboratorium. Borrhaxet siktas och på en utvald kornfraktion tillverkas ett sk tunnslip, se Figur B-2. Tunnslipet fotograferas varefter en analys utförs för bestämning av exempelvis mineralsammansättning, mikrosprickor och vittringsgrad av bergmassan.

BIPS loggning

Förkortningen BIPS står för Borehole Image Processing System som innebär en orienterad borrhålskamera. BIPS-tekniken ger möjlighet att filma borrhål och få upp en högupplöst bild av borrhålsväggen. Detta kan t.ex. vara ett bra sätt att få ett grepp om geologin utan att behöva kärnborra.

Kortfattat bygger BIPS-principen på en videokamera som är installerad i en borrhålssond framför en konformad spegel (se Figur B-3). Ett fönster täcker denna del av sonden och borrhålsbilden reflekteras genom detta fönster och visas på spegelkonen, där den sedan filmas. Upplösningen på en BIPS kamera varierar men ligger oftast runt 380-720 pixlar/cirkel. Logghastigheten beror på önskad upplösning, i storleksordningen 0,5 m/min till 1,5 m/min.



Figur B-3 Principen för BIPS

Orienteringen av sonden sker oftast med en kompass (för vertikala borrhål) eller med en gravitationssensor (i lutande borrhål).

BIPS används huvudsakligen för att se borrhålet men även för att kartlägga det och spara data för framtida behov. Applikationer är t.ex.:

- inspektion, se färgen och strukturen på geologin (sprickor, kornstruktur, bergart)
- få information om hydrogeologi och miljö, tex. flöden i sprickor
- kvantitativ analys/utvärdering av sprickor (dip/strike, apertur, håligheter m.m.)

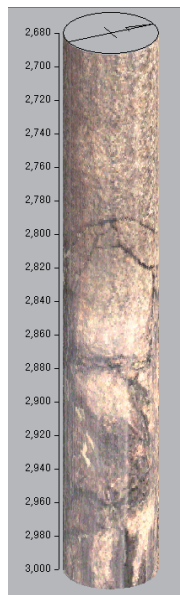
Vanliga användningsområden är bl.a.:

- förundersökningar för byggande (vägar, tunnlar, dammar, kraftverk, broar, flygplatser m.m.)
- förundersökningar för malmprospektering
- utvärdering av effekter efter sprängning, spräckning m.m.
- utvärdering av injekterade tätskärmar

Resultaten av en BIPS-undersökning kan se ut som i Figur B-4.



A) Hela borrhållsväggen med bergartsskiftningar



B) 3D-redovisning av sprickzon

Figur B-4 Två exempel på BIPS-resultat

BIPS-system finns för kortare borrhål (ner till ca 24 m) där utrustningen är hanterbar även i besvärlig terräng och kan flyttas för handkraft. Se Figur B-5. System finns även för betydligt djupare undersökningar (ner till ca 2000 m) men då är utrustningen fordonsmonterad (med tung kabeltrumma).



Figur B-5 Exempel på BIPS utrustning (från Raax, Japan)

Borrhålslogging

Borrhålslogging är ett samlingsnamn för ett flertal parametrar som med hjälp av geofysiska metoder mäts i borrhål, oftast i berg och då med en minsta längd > 5 m i berg beroende på sondernas längd. De flesta sondaerna kräver en diameter > 70 - 90 mm, borrhål utan foderrör eller foderrör av plast. De vanligaste parametrarna som mäts är:

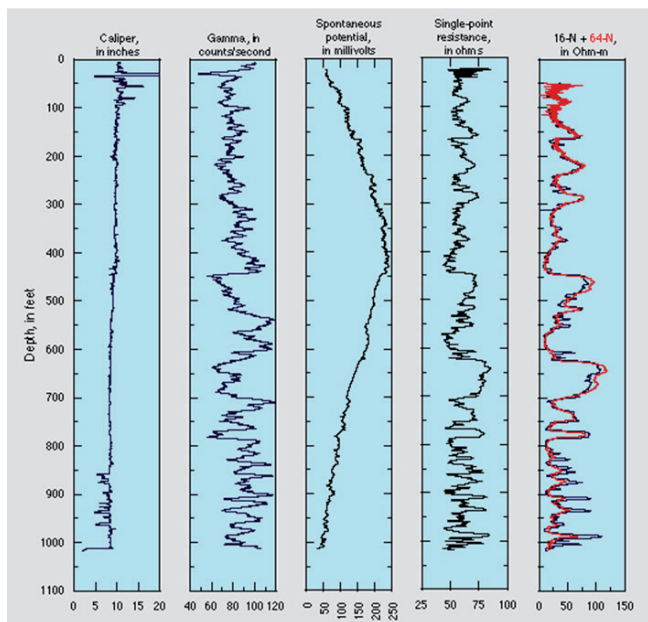
- Diameter – mäts med sk Caliper
- Jord/Bergart – mäts med sk Naturlig gamma eller resistivitet
- Porositet – mäts med sk Flödeslog
- Fasthet – mäts med sk VSP - Vertical Seismic Profiling, eller sk Sonic log
- Temperatur
- Borrhålsväggens utseende – mäts med sk Acoustic televiewer el sk Television log

Dessutom finns det flera andra parametrar som kan mätas, se logspecifik litteratur [1-4].

Vid mätningarna är det mycket viktigt att borrhålsväggen är stabil. Om foderrör behöver användas måste de för de flesta parametrarna vara av plast och väl i kontakt med borrhålsväggen. De olika problemen har olika upplösning, t.ex. kan

den naturlig-gamma-proben oftast skilja på olika bergarter med cm-upplösning, medan vissa av resistivetsproberna mäter ett medelvärde över längden 5 m.

Tillsammans med kalibrerande kärnbörning i enstaka punkter är logresultaten ett utmärkt verktyg för att göra detaljerade tolkningar i enklare Jb- eller hammarborrhål inom samma område. I figurerna nedan visas exempel på resultat på borrhålslogging samt flödeslog.



Figur B-6 Resultat borrhålslogging



Figur B-7 Flödeslog

Hydrauliska metoder

Vattenförlustmätning

Vattenförlustmätning kontrollerar berggrundens vattenförande förmåga där beräkningar görs på grundval av det vattenflöde som kan pressas in i berggrunden med ett tryck mellan 2-5 bar under ett antal sekvenser. Borrhålet avdelas sektionsvis med känd längd med enkel eller dubbla manschetter som sluter tätt mot borrhålsväggen. Resultatet används för att beräkna vattenflöde till planerade

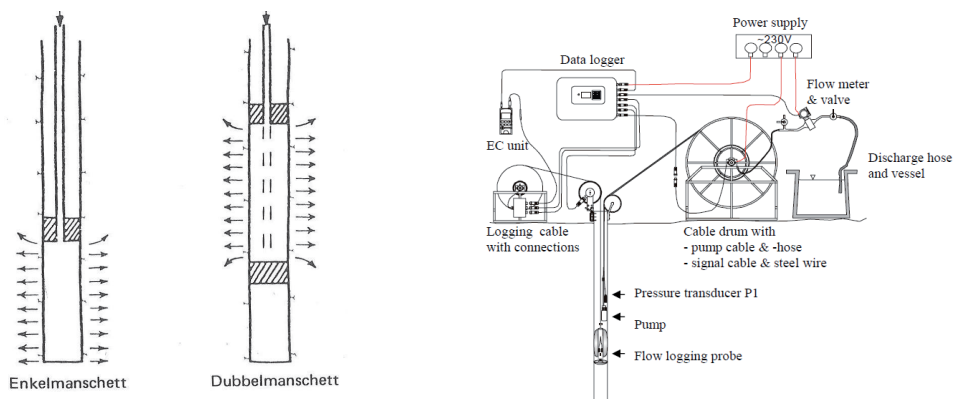
berganläggningar och bedöma grundvattenavsänkningens omgivningspåverkan samt planera injekteringsinsatser.

Manschetternas diameter är 42 mm och uppåt varvid det krävs minst 50 mm borrhål. En övre praktisk gräns är 110 mm.

Då vattenförlustmätning skall utföras i sonderingshålet skall returvattnet mätas och jämföras med spolflödet under sonderingsförloppet. Försvinner returvattnet skall nivån registreras. Returvatten som tränger in i formationen tar också med sig borrhaxet som fyller och sätter igen sprickor. Kommer returvattnet plötsligt tillbaka kan det innebära att kaxet har satt igen sprickan. För att få ut borrhaxet ur spricksystemet kan det vara nödvändigt att rensa borrhålet med spolbil.

Flödesloggning

Vid flödesloggning pumpas vatten i den övre delen av borrhålet. Flödesloggen med propeller sänks ned och flödet mäts ungefär var 5:e meter. Flödet minskar då mot djupet beroende på var formationens vattenförande spricksystem finns. Borrhålets diameter skall vara minst 50 mm.



Figur B-8 Princip för vattenförlustmätning [5]

Figur B-9 Princip flödesloggning [6]

Referenser till Bilaga B

- [1] **Serra, O., (1984).** *Fundamentals of well-log interpretation: 1. The acquisition of logging data*, Elsevier science publishers B.V., Amsterdam, Netherlands
- [2] **Serra, O., (1986).** *Fundamentals of well-log interpretation: 2. The interpretation of logging data*, Elsevier science publishers B.V., Amsterdam, Netherlands
- [3] **Keys W.S., (1989).** *Borehole geophysics applied to ground-water investigations*, National water well association, Dublin
- [4] **Rider M.H., (1986)** *The geological interpretation of well logs*, Blackie and Son Ltd, Glasgow, ISBN 0-216-91846-4
- [5] **Handboken Bygg Geoteknik (1984)**
- [6] **J-E Ludvigson et al. (2004)**, Forsmark site investigation, Pumping tests and flow logging Boreholes HFM09 and HFM10

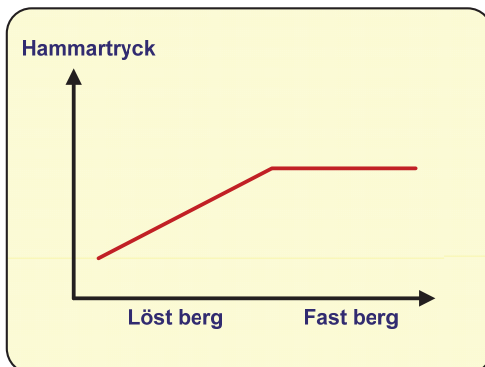
Bilaga C.

Anvisning för inställning av borrarparametrar

Att välja rätt parametrar för Jb-sondering utförs på följande sätt:

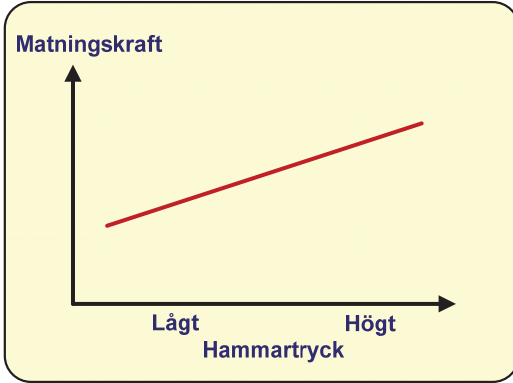
Först väljs det hammartryck som berget kan ta emot och därefter varvtalet med hänsyn till frekvens och vald krondiameter. När man sedan börjar borra justerar man matningskraften så att man erhåller en jämn och fin rotation utan ryckighet. Då vet man att matningskraften är lagom. Går det inte och man bedömer att det finns risk för skador på stänger och skarvar skall nytt försök göras med lägre hammartryck.

Vägledande för val av **hammartryck** (slagverkstryck) är att vid löst berg, t.ex. sedimentärt berg skall trycket vara lägre än vid hårt berg, se Figur C-1.



Figur C-1 Hammartryck och bergkvalitet

I leverantörens specifikation för aktuell hammare finns information om hur hammartrycket kan ställas.

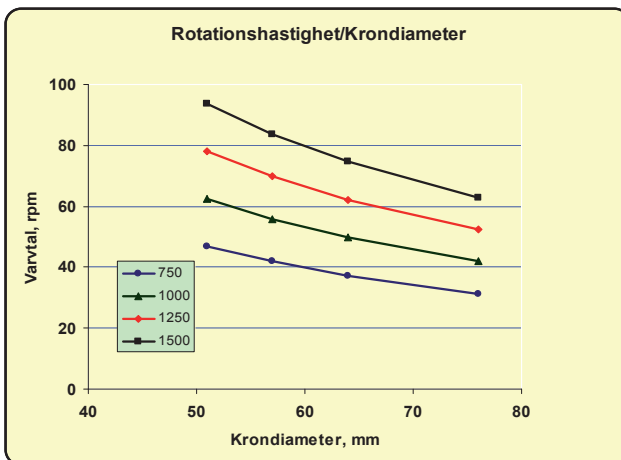


Figur C-2 Matningskraft och hammartryck

Matningskraften skall alltid vara högre vid högt hammartryck (hårt berg) än vid lågt hammartryck (löst berg), se Figur C-2.

Matningskraften är också beroende av vilken borrhög som används och dess vikt. Kraftens storlek skall väljas så att maskinen står stabilt både i vertikal- och horisontalled.

Varvtalet skall väljas så att borrhögens periferihastighet är ca 10 mm per hammarslag och vid val av skärkrona skall periferihastigheten vara ca 25 högre eller ca 12,5 mm per hammarslag, se Figur C-3.



Figur C-3 Varvtal och krondiameter

Exempel

En stiftborrkrona med 57 mm diameter och en slaghammare med frekvensen 1300 slag/min ger rotationshastigheten:

$$1300 \cdot 10 / 57 \cdot \pi = 72,6 \text{ varv per minut (rpm)}$$

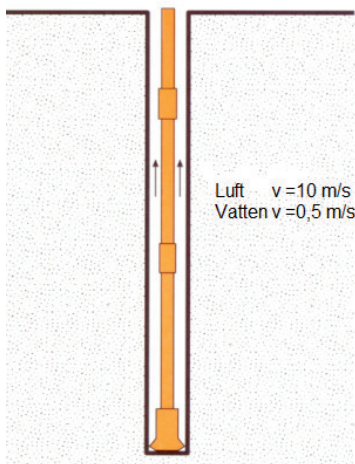
Motsvarande för en 57 mm skärborrkrona är $1,25 \cdot 72,6 = 90,8 \text{ rpm}$

Spolningen under borrhning görs för att rengöra hålbotten före nästa slag samt att transportera kaxet ut ur borrhålen. Dessutom erhålls en viss smörjning som minskar friktionen mot stångpaketet. Rengörning av hålbotten är som regel problemfri men det måste finnas tillräckligt med utrymme runt borrkronan för utmatning av kaxet. Parametrar som har en avgörande betydelse för utmaning av kaxet är bl.a. kaxets specifika vikt, partikelstorlek och partiklarnas form.

Vid spolning med luft skall **lufthastigheten** vara minst 10 m/s vid normalt berg med densiteten 2,7 ton/m³. Vid borrhning t.ex. i järnmalm med densiteten 5 ton/m³ bör lufthastigheten ökas till 25-30 m/s.

Vid **spolning med vatten** skall inte vattnets hastighet understiga **0,5 m/s**.

Avgörande för spolhastigheten är skillnaden mellan kronarea och stångarea. Ett större utrymme mellan borrstål och borrhvägg kräver ett högre flöde.



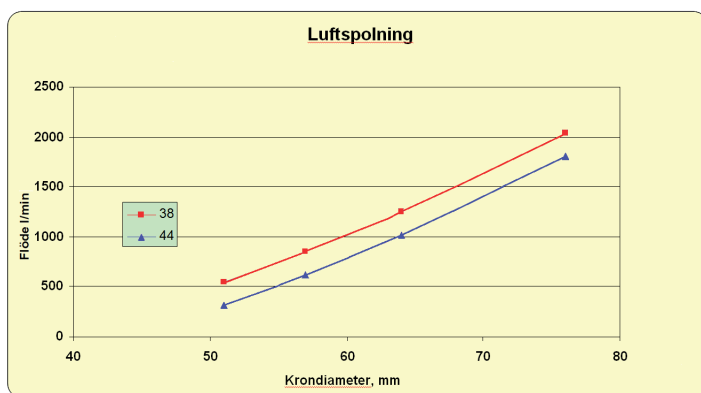
Figur C-4 Princip flöde längs borrstänger i ett borrhål

Exempel

En stång med diametern 44 mm och borrhkrona 57 mm ger en hålarea på 1031 mm² (0,001031 m²). Kravet på en lufthastighet på 10 m/s ger då ett flöde på $10 \cdot 0,001031 \cdot 60 = 0,62 \text{ m}^3/\text{minut}$ eller 620 l/min

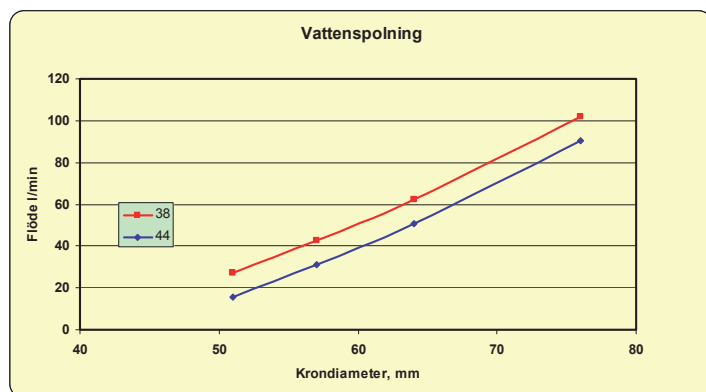
Motsvarande exempel men med vattenspolning ger ett flöde på $0,5 \cdot 0,001031 \cdot 60 = 0,031 \text{ m}^3/\text{minut}$ eller 31 l/min.

I Figur C-5 visas hur flödet varierar med kron diameter och stång diameter vid luftspolning.



Figur C-5 Luftflödes variation vid olika kron- och stångdiametrar

I Figur C-6 visas hur flödet varierar med kron diameter och stång diameter vid vattenspolning.



Figur C-6 Vattenflödes variation vid olika kron- och stångdiametrar

Bilaga D.

Checklista fältkontroll

Jordbergsondering (Jb-1)

Typ av utrustning: _____

| Datum | Borr-krona mm/typ | Spol-medium | Rakhet stänger (∅ 44mm) | Givar kalibrering (6 mån) | Sjunken-hastighet (m/min) <small>Koctr. Printer</small> | Kalibrerings-borrning | Anmärkning | Sign |
|-------|----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|---|-----------------------|------------|------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Jordbergsondering (Jb-2)

Typ av utrustning: _____

| Datum | Borr-krona mm/typ | Spol-medium | Rakhet stänger (∅ 44mm) | Givar kalibrering (6 mån) | Sjunken-hastighet (m/min) <small>Koctr. Printer</small> | Rot-hastighet (rpm) <small>Koctr. Printer</small> | Matn. kraft (kN) <small>Koctr. Printer</small> | Rot. tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Hammar tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Kalibrerings-borrning | Anmärkning | Sign |
|-------|----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|---|---|--|--|--|-----------------------|------------|------|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Jordbergsondering (Jb-3)

Typ av utrustning: _____

| Datum | Borr-krona mm/typ | Spol-medium | Rakhet stänger (∅ 44mm) | Givar kalibrering (6 mån) | Sjunken-hastighet (m/min) <small>Koctr. Printer</small> | Rot-hastighet (rpm) <small>Koctr. Printer</small> | Matn. kraft (kN) <small>Koctr. Printer</small> | Rot. tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Hammar tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Spol-tryck (MPa) <small>Koctr. Printer</small> | Spol-flöde (l/min) <small>Koctr. Printer</small> | Kalibrerings-borrn. | Anm. | Sign |
|-------|----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|---------------------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Jordbergsondering (Jb-tot)

Typ av utrustning: _____

| Datum | Borr-krona mm/typ | Spol-medium | Rakhet stänger (∅ 44mm) | Givar kalibrering (6 mån) | Sjunken-hastighet (m/min) <small>Koctr. Printer</small> | Rot-hastighet (rpm) <small>Koctr. Printer</small> | Matn. kraft (kN) <small>Koctr. Printer</small> | Rot. tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Hammar tryck (bar) <small>Koctr. Printer</small> | Spol-tryck (MPa) <small>Koctr. Printer</small> | Spol-flöde (l/min) <small>Koctr. Printer</small> | Kalibrerings-borrn. | Anm. | Sign |
|-------|----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|---------------------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |


Bilaga E.

Fältprotokoll

Fältprotokoll JB-1

| Sonderingsprotokoll | | | | Jb-1, manuell | | | |
|--|-------------|---------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------|------|
| Uppdragsnummer | HJ | Uppdrag | KP | Undersökningens punkt | HK | | |
| Positionering/inmätning | | | <input type="checkbox"/> Måts i annan ordning <input type="checkbox"/> Se separat plan <input type="checkbox"/> Se skiss | | Datum | KD | |
| Sekt: | HM | Sida: | HVM/L | Z: | HZ | | |
| Borrign | T | Utrustning | Utförande på vatten | | Utförd av | HQ | |
| | | | <input type="checkbox"/> Ja, se separat prot. | | | | |
| Förlopp (ø) | Förlopp (m) | | Återfyllning (m³) | Undersökningens metod | | HM | |
| | | | | | <input type="checkbox"/> Jb-1 | | |
| Borrkrona (ø) | Borrkrona | | Motorvarvtal (rpm) | Djup vattenyta i borrhål | | HG | |
| | | | <input type="checkbox"/> Stf <input type="checkbox"/> Skår <input type="checkbox"/> | | | | |
| Borrstänger (ø) | Spolmedia | | Ny | Slaghammare | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Luft <input type="checkbox"/> Vatten <input type="checkbox"/> | | | | |
| Förbörmina (m) | HO | Startdiup sonderina | AN | Slutdiup sonderina | AO | Stoppkod | |
| Sonderingsresultat | | | | | | | |
| Diup | x.2 | x.4 | x.6 | x.8 | x.0 | Jordart. | Anm. |
| | | | | | | fältbedömning | |
| 0 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| Avbrott under arbetet, avvikelser från standard, kommentarer, märskadade m m | | | | | | K | |
| Filnamn - digitalt sonderingsresultat | | | GW-rör eller Pp installerat | | Se baksida <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Se separat protokoll | | | | |

Proving utförd enligt SGF metodbeskrivning X.2012/SGF-2012

 **Företag AB**

Fältprotkoll JB-2; JB-3; JB-TOT

| Sonderingsprotokoll | | | | Jord- bergsondering | | |
|---|-----------------------------|---|---|--------------------------|-----------|----------|
| Uppdragsnummer | HJ | Uppdrag | KP | Undersökningspunkt | HK | |
| Positionering/inmätning | | | <input type="checkbox"/> Måts i annan ordning <input type="checkbox"/> Se separat plan <input type="checkbox"/> Se skiss | | Datum | KD |
| Sekt: | HH | Sida: | HV/HL | Z: | HZ | |
| Borrrigg | T | Utrustning | Utförande på vatten | | Utförd av | HQ |
| | | | <input type="checkbox"/> Ja, se separat prot. | | | |
| Foderrör (ø) | | Foderrör (m) | Aterfyllning (mtrl) | Undersökningsmetod | | HM |
| | | | <input type="checkbox"/> Jb-1 <input type="checkbox"/> Jb-2 <input type="checkbox"/> Jb-3 <input type="checkbox"/> Jb-Tot | | | |
| Borrkrona (ø) | | Borrkrona | Motorvarvtal (rpm) | Djup vattenyta i borrhål | | HG |
| | | | <input type="checkbox"/> Stift <input type="checkbox"/> Skär <input type="checkbox"/> | | | |
| Borrstänger (ø) | | Spolmedia | Ny | Slaghammare | | |
| | | | <input type="checkbox"/> Luft <input type="checkbox"/> Vatten <input type="checkbox"/> | | | |
| Förborring (m) | HO | Startdjup sondering | AN | Slutdjup sondering | AO | Stoppkod |
| Observationer och registreringar | | | | | | |
| Start slutdjup | Observationer/kaxprovar/m m | Prov | Diup | Jordart, fältbedömning | | |
| | | | 1 | | | |
| | | | 2 | | | |
| | | | 3 | | | |
| | | | 4 | | | |
| | | | 5 | | | |
| | | | 6 | | | |
| | | | 7 | | | |
| | | | 8 | | | |
| | | | 9 | | | |
| | | | 10 | | | |
| Avbrott under arbetet, avvikelser från standard, kommentarer, markskada m m | | | K | 11 | | |
| | | | | 12 | | |
| | | | | 13 | | |
| | | | | 14 | | |
| | | | | 15 | | |
| | | | | 16 | | |
| | | | | 17 | | |
| | | | | 18 | | |
| | | | | 19 | | |
| | | | | 20 | | |
| Filnamn - digitalt sonderingsresultat | | GW-rör eller Pp installerat | | Se baksida | | |
| | | <input type="checkbox"/> Se separat protokoll | | <input type="checkbox"/> | | |

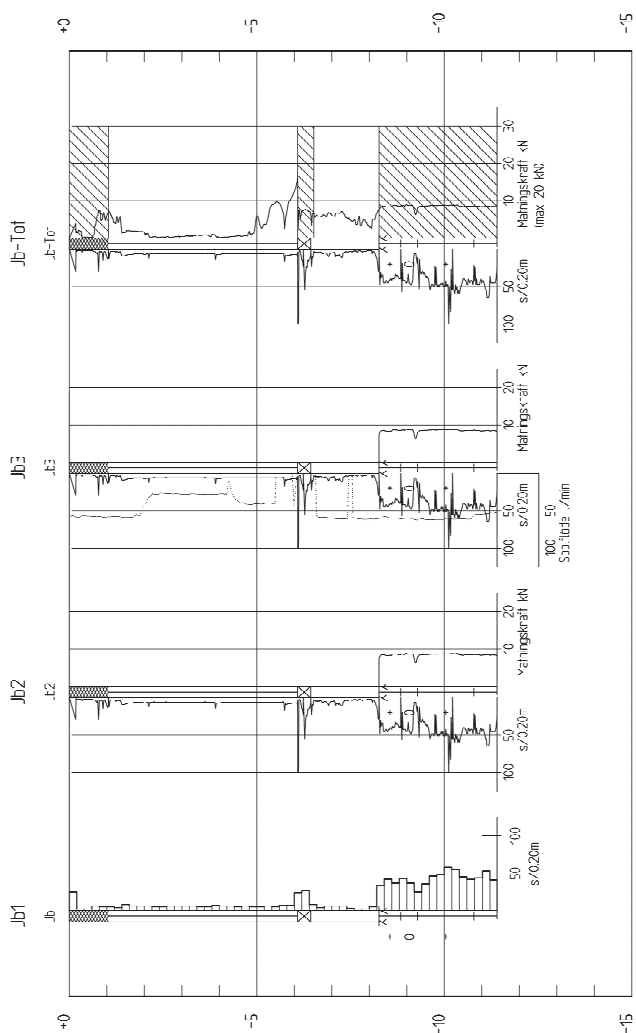


Företag AB

Bilaga F.

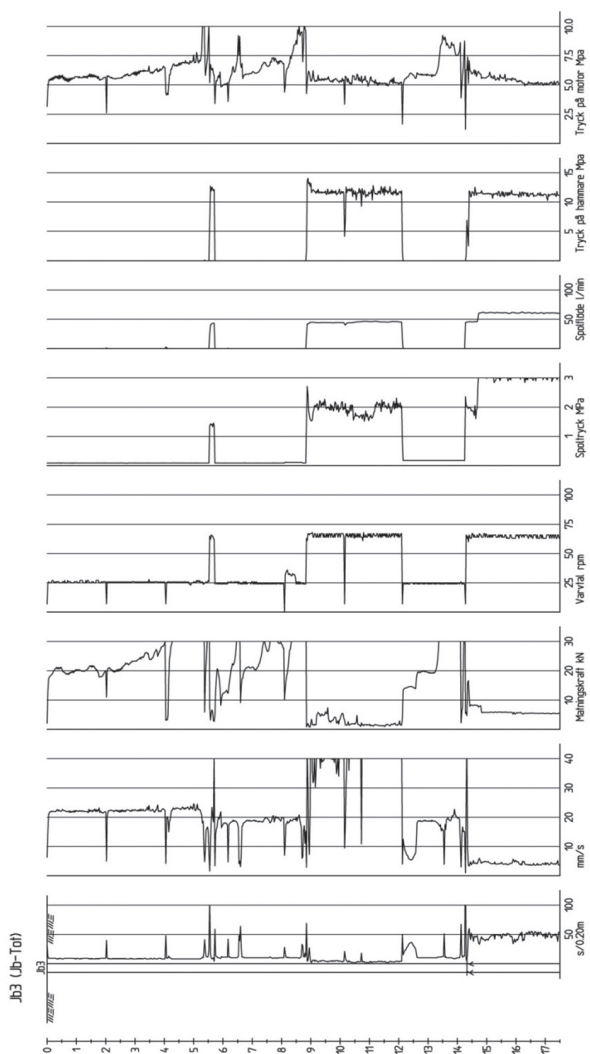
Sektionsredovisning

9.1 JB-1, JB-2, JB-3, JB-TOT



Bilaga G.

Redovisning enstaka borrhål



SGF Rapport/Report

- 1:93 Rekommenderad standard för CPT-sondering.
- 1:93E Recommended Standard for Cone Penetration Tests.
- 2:93 Rekommenderad standard för vingförsök i fält.
- 2:93E Recommended Standard for Field Vane Shear Test.
- 1:95 Rekommenderad standard för dilatometerförsök.
- 1:95E Recommended Standard for Dilatometer Tests.
- 2:95 Några pionjärprofiler i svensk geoteknik. SJ Geotekniska Kommission 1914–1922.
- 3:95 Proceedings of the International Symposium on Cone Penetration Testing, CPT'95.
- 4:95 Kalk- och kalkcementpelare. Vägledning för projektering, utförande och kontroll.
- 4:95E Lime and Lime Cement Columns. Guide for Project Planning, Construction and Inspection.
- 1:96 Geoteknisk fälthandbok. Allmänna råd och metodbeskrivningar.
- 1:99 Tätskikt i mark. Vägledning för beställare, projektörer och entreprenörer.
- 2:99 Metodbeskrivning för Jord-bergsondering.
- 3:99 Metodbeskrivning för Viktsondering.
- 1:2000 Geotekniken i Sverige 1920–1945.
- 2:2000 Kalk- och kalkcementpelare. Vägledning för projektering, utförande och kontroll.
- 1:2001 Fälthandbok – Miljötekniska markundersökningar (ersätts av 1:2004).
- 1:2003 Att bygga med avfall. Miljörättsliga möjligheter och begränsningar för återvinning av avfall i anläggningsändamål
- 1:2004 Fälthandbok – Miljötekniska markundersökningar.
- 2:2004 Armerad jord och fyllning – Nordisk vägledning.
- 3:2004 NGM 2004 – XIV Nordic Geotechnical Meeting. May 19th – 21th 2004.
- 1:2006 Metodbeskrivning för Jb-totalsondering
- 2:2006 Metodbeskrivning för installation av inklinometerrör
- 1:2008 Användning av restprodukter inom EU
- 1:2009 Metodbeskrivning för provtagare med standardkolvprovtagare. - Ostörd provtagning i fikornig jord
- 2:2009 Åtgärds mål vid in-situsanering. Formulering och kontroll av åtgärds mål.
- 1:2010 Förorenade byggnader. Provtagning och riskbedömning.
- 1:2011 Stimulerad reduktiv deklorerings. En praktisk handledning
- 2:2011 Klorerade lösningsmedel i mark och grundvatten – Att tänka på inför provtagning och upphandling
- 3:2011 Hantering och analys av prover från förorenade områden - Osäkerheter och felkällor
- 1:2012 EYGEC 2012 - Setting the scene for future European geotechnical research

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) bildades 1950 och består av drygt 1000 enskilda medlemmar, med minst två års praktisk erfarenhet av geoteknik. Dessutom ingår ca 30 korporativa medlemmar i form av institutioner, högskolor, myndigheter, konsult- och entreprenadföretag samt tillverkare inom det geotekniska området.

SGF har till ändamål att främja utvecklingen inom geoteknik med grundläggning och miljöteknik i ett nationellt och internationellt perspektiv.

Föreningen företräder i Sverige den internationella föreningen, the International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).

I SGF:s Rapport- och Notat- och Medlemsartikelsier utges föreningens metodbeskrivningar, monografier och dokumentation från konferenser, temadagar m.m.



Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society

c/o Arokad, 417 57 Göteborg Tel: 031-773 47 03
Internet: www.sgf.net E-post: info@sgf.net