



GEOTEKNISK FÄLTHANDBOK

Allmänna råd och metodbeskrivningar

SGF Rapport 1:96

SVENSKA GEOTEKNISKA FÖRENINGEN
SWEDISH GEOTECHNICAL SOCIETY

SGF Rapport 1:96

Geoteknisk fälthandbok

Allmänna råd och metodbeskrivningar



SGF Rapport	Svenska Geotekniska Föreningen 581 93 Linköping
Beställning	Statens geotekniska institut Biblioteket Tel. 013-20 18 04 Fax. 013-20 19 14
ISSN	1103-7237
ISRN	SGF-R--96/1--SE
Prepress	Valent AB, Stockholm
Upplaga	2000 ex
Tryckeri	Roland Offset, Linköping, mars 1996

Tabell 2:4 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för lösjordsområden.

	Vikt- eller trycksond	CPT	Kolprovtagare	Skriv- eller spadprovvt.	Vingförlök	Dilatometer	Öppet grundvattnarör	Penetrationsmätning
Totalstabilitet	*	•	•	*	•		*	•
Bärförmåga		*	•		•	*		
Deformation		*	•			*		•
Jordartsklass			•	•				
Permeabilitet			•					*
Porvattentryck								•
Måtkighet	•	•						

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som kan väljas i andra hand

SGI Rapport 1:96

Geoteknisk fälthandbok

Tabell 2:4 på sidan 2:8 ersätts av tabellen ovan.

SGI Litteraturtjänst
tel 013-20 18 04
fax 013-20 19 09

FÖRORD

Behovet av en ny geoteknisk fälthandbok har funnits en längre tid. Nya flexibla borragnar har utvecklats som redskapsbärare för flera undersökningsmetoder. Nya metoder har tillkommit vilka i allt högre grad utnyttjar elektronik för mätning. Nya kvalitetskrav har börjat tillämpas inom geoteknikområdet.

Den nya fälthandboken utges av Svenska Geotekniska Föreningen, SGF. Innehållet i handboken redovisar SGF:s uppfattning och kan betraktas som normgivande i de delar som inte behandlas i standarder eller andra regelverk.

Boken baseras på underlag som utarbetats av geotekniker med erfarenhet av geotekniska fältundersökningar. Materialet har remissbehandlats av en referensgrupp med representanter för såväl beställare som utförare av geotekniska fältundersökningar och vid ett föreningsmöte till vilket alla SGF:s medlemmar inbjudits. För den skriftliga sammanställningen och bearbetningen av materialet, såväl texter som illustrationer, svarar handbokens redaktionsgrupp som består av Ulf B Eriksson, J&W och Lars Olsson, Geostatistik.

Handbokens målgrupp är fältgeotekniker och ansvariga geotekniker. Handboken innehåller allmänna råd och metodbeskrivningar, medan detaljerade instrument- och maskininstruktioner normalt inte behandlas. För sådana instruktioner hänvisas till tillverkarnas manualer och till respektive företags kvalitetsmanualer. Handboken behandlar inte metoder för miljötekniska undersökningar. Några metoder, tex vissa provtagningsmetoder, bergundersökningsmetoder och geofysiska metoder, behandlas endast översiktligt.

Handboken har finansierats genom anslag eller arbetsinsatser av Byggforskningsrådet, Vägverket, Banverket, Svenska Geotekniska Föreningen och Statens geotekniska institut.

Underlag till respektive kapitel har utarbetats av: Kapitel:		
Ulf Bergdahl	SGI	7
Bo Berggren	KM	9
Staffan Ekenbark	Stockholm Vatten	2
Ulf B Eriksson	J&W	1, 2, 3 och 11
Lars Olsson	Geostatistik	4, 5 och 6
Eva Petersson	SGI	8
Marius Tremblay	SGI	10

I referensgruppen har ingått Peter Bylund, BFR, Per Gullbrandson, PG Geoteknik, Nils Hellgren, Geotech, K G Joelsson, SGI, Eva Lundberg, Vägverket, Ove Magnusson, SGF / Skanska, Örjan Persson, J&W och Peter Zackrisson, Banverket.

Svenska Geotekniska Föreningen framför ett stort tack till samtliga medverkande och finansörer. SGFs förhoppning är att handboken skall vara en hjälp vid upphandling och genomförande av geotekniska fältundersökningar.

Linköping i februari 1996

SVENSKA GEOTEKNISKA FÖRENINGEN

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. KVALITETSSÄKRING

Kvalitetskrav	1
Definitioner	1
Uppdragsgenomgång 1	3
Uppdragsgenomgång 2	4
Protokoll	5
Dokumentation av utsättning, avvägning och kartering	6
Kontroll och kalibrering av utrustning	7
Kvalitetsdokument till utförd fältundersökning	7

2. FÖRBEREDELSE OCH PLANERING

Arkivmaterial	1
Marktillträde och tillstånd	2
Ledningslokalisering	3
Val av undersökningsmetod	4
Undersökningsprogram och ordningsföljd	10

3. GEOLOGISK KARTERING

Geologiskt kartmaterial	1
Flygbilder – geobildtolkning	2
Ytkartering i fält	3

4. AVVÄGNING, UTSÄTTNING, INMÄTNING

Gällande författning, standard och råd	1
Allmänt	1
Grundläggande referenssystem	2
Markeringar	3
Inmätning och utsättning	4
Lägesangivelser	5
Minimivstånd mellan undersökningar	6
Omgivningskartering	7

5. ARBETSMILJÖ, ARBETARSKYDD, SÄKERHET

Lagar och föreskrifter	1
Myndigheter och rådgivning	1
Ensamarbete	2
Buller och vibrationer	3
Övriga risker	4
Skyddsutrustning	4
Ergonomi	5
Arbete vid högspännings- och kontaktledningar	6
Arbete på trafikerad järnväg eller väg	8
Arbete på vatten och is	9
Miljörisker	10

6. UTRUSTNINGAR

Definitioner	1
Inspektionsutrustningar	1
Manuella utrustningar	2
Lätt borrhvagn	2
Tung borrhvagn	3
Tung jord-bergsonderingsutrustning	3
Kärnborrhvagn	4
Dataregistreringsutrustningar (datalograr)	4
Transport av utrustning	5

7. SONDERINGSMETODER

Gemensamma regler	1
Gällande standard	2
CPT-sondering	2
Totaltrycksondering	9
Viktsondering	12
Hejarsondering	16
Slagsondering	20
SPT-sondering	22
Jord-bergsondering	26

8. PROVTAGNINGSMETODER

Hantering av jordprover	1
Erforderlig provmängd	3

Innehållsförteckning

Gällande standard	3
Kolvprovtagare	4
Provgrop	12
Skruvprovtagare	15
Torvprovtagare typ SGI.....	17
Kannprovtagare	19
Borro provtagningspets	21
Moränprovtagare	22
Kärnprovtagning i berg	24
Kaxprovtagning i berg	25
Vattenprovtagning i jord.....	25

9. IN SITU-METODER

Gällande standard	2
Vattenvolymeter	2
Vingförsök typ SGI och Geotech	3
Vingförsök typ DGI.....	8
Lommevingborr typ NGI	9
Pressometerförsök	10
Dilatometerförsök	16
Plattbelastningsförsök	22
Skruvplatta	23
Geofysiska metoder.....	26

10. GEOHYDROLOGISKA MÄTMETODER

Grundvattennivå och portryck	1
Hydrauliska egenskaper	12

11. UNDERSÖKNINGAR PÅ VATTEN

Befälhavare	1
Borrflotte	2
Geoteknisk utrustning	3
Kommunikationsutrustning	4
Utsättning och inmätning	5
Sjövägsregler	5

12. BILDREGISTER**13. LITTERATUR**

1. KVALITETSSÄKRING

KVALITETSKRAV

Handboken ger, som komplement till gällande standarder, allmänna råd och metodbeskrivningar till utförande och dokumentation av geotekniska fältundersökningar. Undersökningar som utförs i enlighet med handboken motsvarar den kvalitetsnivå som **normalt** minst skall uppnås om inte annat avtalats.

Speciella kvalitetskrav kan föreskrivas i särskilda fall. Dessa skall då anges särskilt i avtal/kontrakt och dokumenteras tillsammans med övriga förutsättningar i kvalitetsplan.

För flera undersökningsmetoder finns standard för utrustning och utförande vilka gäller före denna handbok. Nu gällande standard anges i början av varje kapitel. Sedan november 1995 finns även en europanorm, ENV 7 del 3 (Geotechnical design assisted by field tests), för geotekniska fältundersökningar.

Handboken ger råd och metodbeskrivningar för normala krav på kvalitet

Gällande standard och Europaanorm för fältundersökningar

DEFINITIONER

Företaget: Det företag, den myndighet eller den institution som har i uppdrag att genomföra en geoteknisk fältundersökning.

Ansvarig geotekniker: Den ingenjör på företaget som ansvarar för undersökningsprogram och analys av undersökningsresultat med avseende på tekniska konsekvenser. Ansvarig geotekniker är, såvida inte annat beslutats av företaget, ansvarig för att den geotekniska undersökningen motsvarar avtalad kvalitetsnivå.

Ansvar för att kvalitets-säkring genomförs

Kapitel 1 – Kvalitetssäkring

Fältgeotekniker: Den person som under ansvarig geotekniker svarar för fältarbetenas utförande. Fältgeoteknikern ansvarar för att utförandet sker enligt avtal eller enligt beskrivningarna i denna handbok.

Fältundersökning: Allt arbete, inklusive förberedelser och resultatredovisning, som fordras för att genomföra en undersökning.

Fältarbete: Allt arbete som genomförs på undersökningsplatsen.

Kvalitetssäkring: "Alla planerade och systematiska åtgärder nödvändiga för att ge tillräcklig tilltro till att en produkt kommer att uppfylla givna krav på kvalitet" (SS 020104).

Kvalitetsplan: Plan för en enskild fältundersökning med särskilda kvalitetssäkringsåtgärder förtecknade. Enligt SS 020104 ett "dokument som fastställer de specifika kvalitetpåverkande aktiviteterna, deras ordningsföljd och de resurser som därvid används för viss vara, tjänst, kontrakt eller projekt".

Kvalitetssystem: Företagsanpassat system för kvalitetssäkring med generella kvalitetssäkringsåtgärder förtecknade. Kvalitetssystemet kan innehålla ett antal kvalitetsmanualer för speciella rutiner. Enligt SS 020104 "organisatorisk struktur, ansvar, rutiner, processer och resurser för att leda och styra verksamheten med avseende på kvalitet".

Standard: EN/ISO-standard, Svensk standard, ISSMFE-standard, SGF-rekommenderad standard eller ENV.

Ansvaret för utförandet

Rutiner för att göra rätt från början

Särskilda åtgärder för att göra rätt

Generella åtgärder för att göra rätt

UPPDRAGSGENOMGÅNG 1

Ansvarig geotekniker och fältgeotekniker genomför, före fältarbetets början, en första uppdragsgenomgång som dokumenteras av ansvarig geotekniker i en *fältrapport*. Uppdragsgenomgången bör omfatta följande punkter:

Punkter att behandla vid uppdragsgenomgång 1:

- Namn och nummer på *uppdraget* samt namn på *ansvarig geotekniker och fältgeotekniker*.
- Vem som är *uppdragsgivare* och *syftet* med undersökningen.
- Vem som är *markägare* och vilka *tillstånd* som finns för undersökningen.
- Vilket *höjdsystem*, vilket *koordinatsystem* och vilken *mätningsskala* som skall användas till olika undersökningar samt utgångspunkter för utsättning, avvägning och kartering.
- Befintlig kunskap om *geologiska förhållanden*, *jordarter* och *jorddjup*.
- Befintlig kunskap om *markförlagda ledningar* och dylikt.
- Befintlig kunskap om *områdets användning och hinder* i form av fyllning, bebyggelse, dålig bärighet för borrhvagnar, fornlämningar eller markföroreningar av betydelse för undersökningens genomförande.
- Vem som skall ta fram *saknade uppgifter* före fältarbetets start, och vilka *kontakter* som skall tas.
- Vilka *skyddsåtgärder* som skall vidtas vid arbete på förorenad mark, på is, vid arbete på bana, väg eller annan farlig arbetsplats.
- *Basprogram för undersökningen* och riktlinjer för anpassning till verkliga förhållanden (ändringar) samt *numrering av undersökningspunkter*.
- Rutiner för *kontakt med ansvarig geotekniker*.
- Rutiner för *leverans av undersökningsresultat* till ansvarig geotekniker.
- Rutiner för *leverans av jordprover* till laboratorium.
- Hur *återställning* av mark och borrhål skall göras.

Dokumenteras i fältrapport

UPPDRAGSGENOMGÅNG 2

Ansvarig geotekniker och fältgeotekniker genomför en andra uppdragsgenomgång efter fältarbetets slut. Vid denna överlämnas protokoll, fältminnen mm som inte lämnats tidigare tillsammans med en **kompleterad fältrapport**. Kompletteringen utförs av fältgeoteknikern och bör omfatta följande punkter:

Kompletterande punkter vid uppdragsgenomgång 2:

- Vilka **kontakter** fältgeoteknikern haft på undersökningsplatsen och vilka **besked** som erhållits under arbetet från beställare, markägare eller andra personer.
- Vilka **tillstånd** som erhållits och från vem.
- Vilka **ledningskartor** och **punktbeskrivningar** som erhållits och från vem samt vem som gjort utsättning av ledningar.
- Vilka **ändringar** som gjorts av basprogrammet samt skälet till ändringarna och hur dessa redovisas.
- Förteckning **över undersökningsprotokoll, fältminnen och mätskiss(-er)** visande antal och typ av protokoll och skisser samt nummer på fältminnen.
- Förteckning över **fotografier** av undersökningsområdet
- **Övriga noteringar** av betydelse, exempelvis terrängbeskrivning, oväntade mark-föroringar, fyllningar, vattennivå i diken, sjöar och brunnar, typ av befintliga byggnader och pågående byggnadsarbeten. Se även ENV 7 del 3.

Dokumenteras i fältrapport

PROTOKOLL

Fältgeoteknikern skall föra protokoll över utförda undersökningar. Till fältundersökningen skall en mätskiss (karta) med nummer och läge på samtliga undersökningspunkter finnas. Protokollen och undersökningspunkterna skall vara spårbara vilket innebär att nedan angivna uppgifter är **obligatoriska** och skall finnas på varje protokoll, loggerutskrift eller dokument som tillhör arbetet.

Obligatoriska uppgifter

- **Namn** på företaget.
- **Signatur** av fältgeotekniker.
- **Uppdrag.**
Anges med namn på undersökningsplatsen och med nummer eller annan entydig beteckning.
- **Datum** på undersökningsprotokollet.
- **Punktnummer.**
Där flera metoder används vid samma undersökningspunkt skall samma punktnummer användas till alla undersökningsmetoder, se kapitel 2. Exakt läge för varje metod, i förhållande till det utsatta läget, redovisas med en punktskiss. På denna anges även om nivån är annorlunda än referensnivån.
- **Marknivå** vid undersökningspunkten eller, om annan yta än markytan använts som referens, nivå på denna.
- **Metod.**
Krav på dokumentation av typ, fabrikat etc på utrustning anges under respektive metod i handboken.

FÖRETAG
TYP AV PROTOKOLL


Uppdragsnummer 4652149	Punktnummer 0:1	Datum 27/9 -95	Blad
Uppdragsnamn FÄLTHANDBOK	Metod Kv	Ref yta My	Marknivå/Ref nivå +10,00
Punktskiss My 0,1 m läge x 		(Utrymme för metodspecifika uppgifter)	
(Utrymme för undersökningsresultat)			

Fig 1:1 Exempel på protokollshuvud med obligatoriska uppgifter ifyllda.

DOKUMENTATION AV UTSÄTTNING, AVVÄGNING OCH KARTERING

Noggrannhetskrav vid utsättning, avvägning och karteringar i samband med geotekniska fältundersökningar redovisas i kapitel 4. Kraven på noggrannhet varierar med fältundersökningens syfte och metod.

*Noggrannhetskrav,
enligt kapitel 4*

Resultat från utsättning, avvägning och karteringar i samband med fältundersökningar skall alltid dokumenteras på en mätskiss (karta) visande:

- Utgångspunkter i plan och höjd.
- Plan- och höjdsystem.
- Inmätta punkter och detaljer.
- Upprättade markeringar och befästningar.
- Mätningsskiss(-er) enligt kapitel 4.
- Instrument och mätmetod

*Uppgifter som skall
finnas på en mätskiss*

KONTROLL OCH KALIBRERING AV UTRUSTNING

Den utrustning som används till geotekniska fältundersökningar skall uppfylla krav i gällande standard avseende kalibrering, förslitning, raket mm. **Kontroll och kalibrering enligt standard** görs på laboratorium, provningsanstalt eller annat godkänt ställe. Rutiner för detta bör finnas i företagets kvalitetssystem. Av detta bör framgå:

- **Vilka utrustningsdelar** som skall kontrolleras eller kalibreras.
- **När** kontroll eller kalibrering skall ske.
- **Hur** kontroll och kalibrering skall göras och dokumenteras.
- **Vem** som är ansvarig för kalibrering.

Enligt standard, anges i kvalitetssystem för företaget

Kontroll av utrustning före, under och efter en undersökning, sk daglig kontroll, görs enligt anvisningar i denna handbok och företagets kvalitetssystem eller enligt särskild kvalitetsplan.

Enligt handbok och kvalitetssystem eller kvalitetsplan

KVALITETSDOKUMENT TILL UTFÖRD FÄLTUNDERSÖKNING

Vid avslutning av uppdraget skall nedan angivna kvalitetsdokument tillhörande fältundersökningen arkiveras tillsammans med övrigt material från det uppdrag undersökningen utförts för.

- **Mätskiss.**
- **Fältrapport** över uppdragsgenomgång 1 och 2.
- **Dokumentation enligt företagets kvalitetssystem**, exempelvis fältgeoteknikerns granskning av fältminnen och slutlig redovisning eller intyg på utförda fältkontroller mm.
- **Annan dokumentation som krävs enligt kvalitetsplan** (då sådan upprättats).

Kvalitetsdokument arkiveras



2. FÖRBEREDELSE OCH PLANERING

ARKIVMATERIAL

Innan en geoteknisk undersökning påbörjas kan en arkivinventering behöva göras av tidigare undersökningar. Den kan omfatta:

- Geotekniska undersökningar.
- Miljötekniska undersökningar.
- Aktuella naturskyddsbestämmelser.
- Topografiska och geologiska kartor.
- Brunnarkiv.
- Kartor visande fornlämningar.
- Kartor visande, befintlig bebyggelse, källargolv-nivåer, underbyggnader och tidigare bebyggelse.
- Arkivmaterial över grundförstärkningar, eventuella mätningar på sättningsdubbar och markpegel.

Vid tolkning av gamla geotekniska undersökningar är det viktigt att *kontrollera vid vilken tidpunkt de utförts* eftersom de geotekniska beteckningssystemet ändrats genom åren. Gamla höjd- och nivåuppgifter måste kontrolleras eftersom marken kan vara uppfylld eller avschaktad efter avvägningen eller för att ett lokalt höjdsystem använts.

Om en gammal geoteknisk undersökning utförts som ett konsultuppdrag har, om inte annat avtalats, konsulten äganderätten till originalhandlingarna. Beställaren av undersökningen har rätt att utnyttja resultatet för avsett eller särskilt avtalat syfte. I praktiken brukar dock gamla geotekniska undersökningsresultat kunna utnyttjas fritt mot hanteringskostnad.

Ansvaret för undersökningsresultatets riktighet har den som utfört undersökningen. Ansvaret gäller dock endast mot beställaren. Den som utnyttjar uppgifter från arkiv eller databanker i andra hand övertar

Arkivuppgifter som tas fram

Beteckningssystem?

Nivåuppgifter?

Exempel: I Stockholm finns nivåuppgifter angivna med gamla slusströskeln som utgångspunkt.

Äganderätt?

Ansvar för riktighet?

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

därvid även ansvaret, såvida inte speciell överenskommelse träffats. Situationen ändras inte om användaren betalar för uppgifterna.

MARKTILLTRÄDE OCH TILLSTÅND

Enligt *lagen om exploateringssamverkan* kan ägaren till mark inom ett visst område åläggas att "vidta de åtgärder inom området som behövs för att ställa i ordning viss mark för bebyggelse..." Lagen innebär att marktillträdesrätt för geotekniska undersökningar kan erhållas i de flesta fall. Lagens tillämpbarhet har dock begränsningar för exempelvis:

- Militära anläggningar
- Utländska ambassader

Markägare skall alltid kontaktas och informeras samt tillstånd inhämtas innan en fältundersökning påbörjas.

Vid geoteknisk fältundersökning på offentlig plats är antingen *Väglagen* eller *Ordningsslagen* tillämpbara. Offentlig plats är samlingsnamn för gatu- och parkmark, torgytor, hamn- och spårtrafikområden. *Väglagen* definierar vägarbete, schaktning, lednings- och asfaltarbeten med mera. I princip kan geotekniska undersökningar betecknas som vägarbete. Erforderligt tillstånd utfärdas av *väghållare eller markförvaltare i samråd med polismyndighet*.

Ordningsslagen omfattar främmande verksamhet på offentlig plats. Hit hör bland annat framförande och uppställning av borrhagnar, kompressorer och bodar. Erforderligt tillstånd utfärdas av *polismyndighet i samråd med berörd markförvaltare*. Observera att tillstånd som erhållits enligt *Väglagen* också måste sökas enligt *Ordningsslagen*.

Vid arbete inom trafikområden är det viktigt att avstängningar med mera utförs på ett tillfredställande sätt. Underlåtenhet kan ge straffpåföljd enligt såväl trafiklagstiftning som miljölagen.

*Lagstiftning för
marktillträde*

*Markägarkontakt
obligatorisk*

*Tillstånd enligt
väglagen*

*Tillstånd enligt
ordningsslagen*

Avstängningar

LEDNINGSLOKALISERING

Innan en geoteknisk fältundersökning påbörjas skall alltid uppgifter om befintliga ledningar, kablar och underjordsanläggningar tas fram. Ledningskartor eller utsättning av ledningar skall finnas på arbetsplatsen vid fältundersökningens utförande. Detta gäller:

- Elkablar
- Telekablar
- TV-kablar
- Trafikkablar
- Vatten-, dagvatten- och avloppsledningar
- Gasledningar
- Fjärrvärmeledningar, värmekulvertar och kylvattenledningar
- Markvärmeledningar
- Sopsuganläggningar
- Bensin- och oljeanläggningar
- Bergrum, tunnlar och brunnar

Vid skada på ledningar debiteras kostnad för såväl reparationsarbete som följdverkningar den som orsakat skadan. Kontakt med respektive ledningsägare skall alltid tas för information om vilka ledningar och kablar som finns inom undersökningsområdet.

Osäkerhetsavståndet för kartredovisningen är 1 meter om inte annat angivits. Inom detta område får maskinsaktning eller borring inte ske.

I Stockholms kommun kan samlingskartor över samtliga ledningar och kablar inom offentlig plats och U-områden beställas från Stockholm Vatten AB. Handläggningstiden är upp till 4 veckor. På dessa samlingskartor är osäkerhetsavståndet i innerstaden (redovisningsskala 1:200), 1 meter och i ytterstaden (redovisningsskala 1:400), 2 meter. Kartorna är vid leverans aktualitetsgranskade och godkända för grävning och borring utanför angivna osäkerhetsavstånd.

I Stockholm finns en skrift; "Handledning för grävning i offentlig mark samt för upplåtelse av offentlig

Ledningskartor eller utsättning på plats

Lägen för ledningar, kablar och andra underjordsanläggningar tas fram

Kontakt med ledningsägare

Osäkerhetsavstånd

Samlingskartor i Stockholm

Handledning...

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

plats inom Stockholms stad”, Skriften tillhandahålls av Gatu- och Fastighetskontoret samt Stockholm Vatten AB.

VAL AV UNDERSÖKNINGSMETOD

ALLMÄNT

Vid val av undersökningsmetod för en geoteknisk fältundersökning måste både de geologiska förhållandena på platsen och frågeställningen, dvs vilka uppgifter som behövs, beaktas. I det följande ges riktlinjer för vilka undersökningsmetoder som kan väljas vid olika jordarter och vid olika frågeställningar. Anvisningar för detta ges även i europanormen ENV 7 del 3.

Det är sällan möjligt att i detalj planera en fältundersökning i förväg. Som regel måste undersökningen anpassas successivt efter rådande förhållanden och efterhand erhållna resultat. Ett sådant stegvis förfarande, utan avbrott i undersökningarna, kräver tät kontakt mellan ansvarig geotekniker och fältgeotekniker.

Geotekniska undersökningar utförs med olika metoder vid olika markförhållanden. I denna handbok används följande uttryck:

- **Fastjordsområde.** Moränområde med ytnära berg, isälvsjordar samt annan fast friktionsjord eller genomgående fast finjord av lera eller silt.
- **Fastjordsgräns.** Gräns mellan fastjordsområde och lösjordsområde.
- **Lösjordsområde.** Område med lös finjord av lera eller silt (med eller utan torrskorpa).
- **Sankmarksområde.** Område av typ kärr, torvmosse eller annan lös jord utan torrskorpa.

*Geologiska förhållanden
och
Frågeställning*

*Stegvis undersökning
-utan avbrott
och
Successiv anpassning*

Nomenklatur

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

METODVAL VID FASTJORDSOMRÅDEN

Morän

Morän är vanligen fast och innehåller stor andel sten och block som hindrar de lättare undersökningsmetoderna. Geotekniska undersökningar av morän kräver därför ofta tung borrutrustning och / eller grävmaskin. Endast vid mycket lösa moräner, till exempel vissa lermoräner, kan lätt borrutrustning användas. I tabell 2:1 redovisas riktlinjer vid val av undersökningsmetod för olika frågeställningar i morän.

Tabell 2:1 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för morän.

Frågeställning	Undersökningsmetod														
	Vikt- eller trycksönd	CPT	Slagsönd	Hejarsönd eller SPT	Jord-bergsönd	Kolvprovtagare	Provgrop	Skravprovtagare	Moränprovtagare	Pressometer	Plattbelastning	Geofysisiska metoder	Öppet grundvattenbör	Portrycksmätare	Slug-test
Barförmåga	* Ø	* Ø		*		* Ø				*	*	*			
Deformation		* Ø		*		* Ø				*	*	*			
Jordartsklass							■	*	*						
Permeabilitet							*	*	*					* Ø	■
Grundvattennivå													■		
Schaktbarhet				*			■				*				
Packningsegenskaper							■	*	*						
Påning- Spontbarhet				■	*		*				*				
Mäktighet			*	*	■		*				*				

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som kan väljas i andra hand
- Ø Vid lermoräner

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

Isälvsjordar

Isälvsjordar består huvudsakligen av friktionsjordarter, ofta med inslag av grovt material. Exempel på isälvsjordar:

- Sten, grus och sand från rullstensåsar
- Sand och silt från deltan

Exempel på isälvsjordar

Geoteknisk undersökning av isälvsjordar kräver ofta tung borrutrustning för att komma förbi sten- och blockhinder. I vissa fall kan emellertid även isälvsjordarna vara sten- och blockfattiga samt löst lagrade så att lätt borrutrustning kan användas. Ostörd provtagning är vanligen omöjlig i friktionsjord varför insitu-mätningar och CPT är lämpliga metoder för att bestämma hållfasthets- och sättningsegenskaper. I tabell 2:2 ges riktlinjer vid val av undersökningsmetod för olika frågeställningar i isälvsjordar.

Tabell 2:2 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för isälvsjordar.

Undersökningsmetod / Frågeställning	Vida- eller trycksönd	CPT	Slagsönd	Hejarsönd eller SPT	Jord-bergsönd	Provgrop	Skravprovtagare	Moranprovtagare	Pressmeter	Dilatometer	Plattbelastning	Geofysiska metoder	Öppet grundvattenönr	Slag-test	Prevpumpning
Bärförmåga	* Ø	• Ø		*					•	• Ø	•				
Deformation	* Ø	• Ø		*					•	• Ø	•				
Jordartsklass						•	*	*							
Permeabilitet						*	*	*						*	•
Grundvattennivå						*	*						•		
Schaktbarhet				*		•						*			
Packningsegenskaper						•	*	*							
Pålning- Spontbarhet			*	•	*										
Måktighet			*	*	•	*						•			

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som kan väljas i andra hand
- Ø Vid sten och blockfattiga jordar

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

Fast finjord

Fast finjord finns särskilt där jorddjupen är små och där uttorkning gjort att en genomgående torrskorpa bildats. Exempel på fast finjord:

- Silt där spetstrycket vid CPT är större än 10 MPa. *Exempel på fast finjord*
- Lera med högre skjuvhållfasthet än 50 kPa.

Geoteknisk undersökning i fast finjord kan vanligen utföras med lätt borrutrustning. Ostörd provtagning är svår att utföra med gott resultat eftersom jordens fasta lagring ofta störs något. Insitu-mätningar och CPT är därför lämpliga metoder för att bestämma hållfasthets- och sättningsegenskaper. I tabell 2:3 ges riktlinjer vid val av undersökningsmetod för olika frågeställningar i fasta finjordar.

Tabell 2:3 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för fast finjord.

Undersökningsmetod \ Frågeställning	Vikt- eller trycksound	CPT	Slagsound	Hejarsound eller SPT	Kolprovtavare	Provgrop	Skravprovtavare	Vingförsök	Pressometer	Dilatometer	Plattförsök	Öppet grundvattenrör	Portrycksmätning	Slug-test
Bärförmåga	*	•			*			•	•	•	*			
Deformation		*			*				•	•	*	*	•	
Jordartsklass					*	*	•							
Permeabilitet													•	*
Grundvattennivå												*	•	
Schaktbarhet	*	*		*		•								
Packningsegenskaper						•	•							
Mäktighet	•	•	*	*										

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som kan väljas i andra hand

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

METODVAL VID LÖSJORDSOMRÅDEN

Vid lösjordsområden består jorden främst av lera eller silt. Emellanåt innehåller lösjordarna även gytta eller dy.

Geoteknisk undersökning av lösjordsområden utförs med lätt borrhutrustning. Vid undersökningarna används ett flertal metoder beroende på frågeställning. Bestämning av deformationsegenskaper är viktig eftersom jordarna normalt är lättdeformerade. I lutande terräng (mer än ca 10° lutning) samt för schaktarbeten är undersökningar för totalstabilitet viktig. I tabell 2:4 ges riktlinjer vid val av undersökningsmetod för olika frågeställningar i lösjordsområden.

Tabell 2:4 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för lösjordsområden.

Undersökningsmetod / Frågeställning	Undersökningsmetod								
	Viki- eller trycksound	CPT	Kolvprovtagare	Skruvprovtagare	Torrprovtagare	Vingförsök	Probelastning	Öppet grundvattenrör	Slug-Test
Bärförmåga			*		■	*			
Deformation			*		●		●		
Jordartsklass			*	●	●				
Måktighet	*	*		●	■				
Permeabilitet									●
Grundvattennivå								●	

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som kan väljas i andra hand

Kapitel 2 – Förberedelser och planering

METODVAL VID SANKMARKSOMRÅDEN

Geoteknisk undersökning av sankmarksområden görs med lätt borrutrustning. Den delvis förmultnade växtstrukturen hos torvjordarter gör att det ofta krävs specialprovtagare för att få upp någorlunda ostörda jordprover. I tabell 2:5 ges riktlinjer vid val av undersökningsmetod för olika frågeställningar i sankmarksområden.

Tabell 2:5 Riktlinjer vid val av undersökningsmetod för sankmarksområden.

Undersökningsmetod \ Frågeställning	Vikt- eller trycksond	CPT	Kolyprovtagare	Skruv- eller spadprovtagare	Torvprovtagare	Vingförsök	Provbelastning	Öppet grundvattenrör	Slag-Test
Bärförmåga			*		•	*			
Deformation			*		•		•		
Jordartsklass			*	•	•				
Mäktighet	*	*		•	•				
Permeabilitet									•
Grundvattennivå								•	

BETECKNINGAR:

- Undersökningsmetod som bör väljas i första hand
- * Undersökningsmetod som bör väljas i andra hand

UNDERSÖKNINGSPROGRAM OCH ORDNINGSFÖLJD

Ansvarig geotekniker upprättar program för fältarbetet med avseende på:

- Skede av byggnadsteknisk planering
- Geologiska förhållanden
- Tidigare utförda undersökningar
- Hinder i form av ledningar, bebyggelse, fyllning, markägare m.m.

Riktlinjer för programmets omfattning ges bland annat i ENV 7 del 3 och Vägverkets handböcker "Geotekniska undersökningar för vägar" och "Geotekniska undersökningar för väg- broar".

Ansvarig geotekniker upprättar också riktlinjer för hur fältarbetet succesivt skall anpassas efter erhållna resultat. Exempelvis läget för provtagning, insitu-mätningar, grundvattenrör och porttrycksmätare. Ordningföljden mellan olika undersökningsmetoder går normalt från lätt utrustning till tyngre och från sondering till provtagning enligt nedan.

1. Inventering och geologisk värdering

- Genomgång av gammalt undersökningsmaterial och / eller besiktning av området.
- Ytkartering av jordlagergränser och berg.

2. Jorddjupsbestämningar

- För översiktliga undersökningar kan geofysiska undersökningsmetoder användas.
- Inom lösjordområden görs lätt sondering med viktsond, trycksond eller CPT.
- I fastjordsområdena görs eventuellt slagsondering eller provgrovsgrävning.

3. Klassificeringar och egenskapsbestämningar

- Jordprovtagning med skruvprovtagare och/eller kolvprovtagare i lösjordområden och fasta finjordsområden.
- Geohydrologiska undersökningar och insitumätningar.
- Tung sondering med hejarsond eller jord-bergsond samt provtagning i fastjordområden med grävmaskin eller moränprovtagare.

Givetvis kan ordningen mellan undersökningarna ändras och olika steg hoppas över där speciella förutsättningar gäller. Ansvarig geotekniker avgör från fall till fall i vilken följd undersökningarna skall utföras.

3. GEOLOGISK KARTERING

GEOLOGISKT KARTMATERIAL

Geologiska kartor produceras av Sveriges geologiska undersökning (SGU). Nedan angivna berggrunds- och jordartskartor är de vanligaste vid användning för geotekniska ändamål. De finns dock endast över vissa delar av Sverige.

- **Berggrundskartor serie Af** i skala 1:50 000 visar berggrunden över hela området, inte bara där berget förekommer i dagen.

- **Berggrundskartor serie Ai** i skala 1:50 000 visar de olika bergarternas utbredning och inbördes ålder. De är mindre detaljerade än serie Af men stor vikt fästs vid geofysiska avvikelser från det normala (anomalier).

- **Jordartskartor serie Ae** i skala 1:50 000 visar fördelningen mellan berg och jord samt jordarternas utbredning i markytan. Denna typ finns över södra Sverige. Äldre jordartskartor innehåller även information om berggrunden.

- **Jordartskartor serie Ak** i skala 1:50 000 eller 1:100 000 finns över norra och mellersta Sverige. Denna typ är översiktlig och bygger bland annat på flygbildtolkning.

- **Kombinerade jordarts- och berggrundskartor** utgavs under åren 1862 till 1974 i serie Aa i skala 1:50 000. Dessutom finns motsvarande karttyp i skala 1:200 000 (serie Ab) och i skala 1:100 000 (serie Ac).



Fig 3:1 Utdrag ur berggrundskarta, serie Af.



Fig 3:2 Utdrag ur jordartskarta, serie Ae.

Kapitel 3 – Geologisk kartering

Grundvattenkartor finns i skalorna 1:50 000 och 1:250 000. Utöver kartorna finns vid SGU ett brunnarkiv med uppgift om ca 170 000 brunnar (främst bergborrade) samt ett grundvattennät med tidsserier från 1966 över 450 fasta mätstationer.

- *Hydrogeologiska kartor serie Ag* i skala 1:50 000 visar grundvattennivåer och flödesriktningar. Grundvattenkartering i skala 1:50 000 kommer fortsättningsvis att utföras kommunvis.

- *Hydrogeologiska översiktskartor serie Ah* i skala 1:250 000 ges ut länsvis och visar översiktligt var grundvatten i berg och jord finns.

Kartan visar hur mycket vatten det går att pumpa ur bergborrade brunnar samt tillgången på grundvatten i sand- och grusavlagringar. Kartan visar även stora vattentäkter, grundvattendelare, avfallsupplag, jord- och bergtäkter och spricksystem med mera.

Utöver ovan nämnda kartor finns i vissa kommuner speciella byggnadsgeologiska kartor som, förutom geologiska förhållanden, visar tekniska uppgifter om befintlig bebyggelse.



Fig 3:3 Utdrag ur hydrogeologisk karta, serie Ag.

FLYGBILDER - GEOBILD TOLKNING

Flygbilder från 4 600 meters höjd används som underlag till flera av Lantmäteriverkets (LMV) kartor och finns över större delen av landet. Ofta finns även flygbilder från särskilda uppdrag, tagna från lägre flyghöjd, vilka kan erhållas från LMV i Gävle.

Flygbilder kan tolkas i ett stereobearbetningsinstrument så geoteknisk information erhålls, sk. geobildtolkning. Vid geobildtolkning identifieras jordarter och jordartsgränser samt områden med ytnära berg och block. Man kan också i viss utsträckning bedöma jorddjup. Tolkningen kontrolleras normalt genom fältkontroll exempelvis med sticksondering och provtagning.

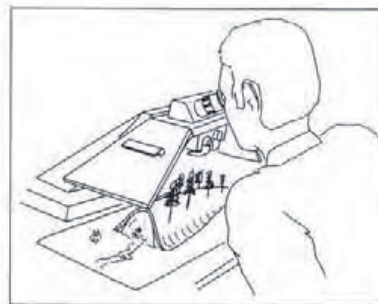


Fig 3:4 Geobildtolkning i stereobearbetningsinstrument.

YTKARTERING I FÄLT

Ytkartering i fält utförs som stöd för att tolka andra geotekniska undersökningar i profiler och sektioner. Från ytkarteringen erhålls gränslinjer för:

- berg,
- fastjordsgränser,
- sankmarksområden,
- fyllningsområden,
- ytvattennivåer,
- andra speciella förhållanden.



Fig 3:5 Plan över ytkarterat område.

För att ytkarteringen skall bli tillräckligt noggrann krävs väl definierade utgångspunkter i form av fasta terrängföremål som tydliga höjdkurvor, befintliga hus, vägar, brunnlock eller dylikt. För detaljerad kartering i orörd terräng fordras koordinatbestämda stakkäppar som utgångspunkter.

Ytkarteringen görs genom att man skalenligt ritlar in gränslinjer och jordart, berg mm. på en kartkopia. Det kan göras med måttband och vinkelprisma eller, i enkla fall, genom stegning. Detaljerad ytkarteringen kan givetvis också göras genom direktinmätning med totalstation. Karteringsnoggrannheten anpassas till redovisningsskala och syfte med redovisningen.

Översiktlig kartering för utredningar, arbetsplaner, systemhandlingar med mera kan baseras på geologiska kartblad eller geotolkade flygbilder som kompletteras med enkel fältkontroll, exempelvis med sticksond och provtagning. Redovisningens noggrannhet bör vara bättre än ± 20 meter vid redovisningsskala 1:10000 eller mindre och bättre än ± 5 meter vid redovisningsskala 1:2000 eller mindre.

Utgångspunkter

Mätteknik och noggrannhetskrav

Översiktlig kartering

± 20 m, skala 1:10000

± 5 m, skala 1:2000

Kapitel 3 – Geologisk kartering

Ytnära berg, dvs. berg som bedöms ligga inom ca 0,5 meters djup under markytan, kan karteras som "bergområde" vid översiktlig kartering.

Vid detaljkarteringar för bygghandlingar till broar och andra byggnadsverk bör fältkontrollen förfinas med avseende på sondering, provtagning och inmätning så att gränser för ytnära berg kan anges med ± 2 meters noggrannhet och jordartsgränser med ± 5 meters noggrannhet.

Detaljkartering

± 2 m. berg

± 5 m. jord



Fig 3:6 Terräng som kan karteras som "bergområde" vid översiktlig kartering.

4. AVVÄGNING, UTSÄTTNING, INMÄTNING

GÄLLANDE FÖRFATTNING, STANDARD OCH RÅD

- Mätningkungörelsen (MK), SFS 1974:339 med ändringar.
- Svensk Standard, SS-ISO 4463-1.
- Rådgivande handböcker, Handböcker till mätningkungörelsen (HMK):
 - Geodesi, Detaljmätning HMK-Ge:D.
 - Geodesi, Markering HMK-Ge:M.
 - HMK Bygg och Anläggning (trycks 1996).

ALLMÄNT

Fältundersökningar görs normalt i förbestämda punkter. Man måste även i en framtid kunna återutsätta den punkt där undersökningen ursprungligen gjordes. Spårbarheten skall därför säkras redan när undersökningen görs.

Ofta, särskilt vid små projekt, gör fältgeoteknikern mätningar både av undersökningspunkter och av terrängen. Mätningar i samband med geotekniska fältundersökningar skall alltid dokumenteras på en eller flera mätskiss(-er) enligt kapitel 1.

GRUNDLÄGGANDE REFERENSSYSTEM

En punkts läge kan anges i ett plant koordinatsystem där x-koordinaten är positiv mot norr och y-koordinaten positiv mot öster. Höjden över 0-nivån (havet) anges som en z-koordinat som är positiv uppåt.

- Vid punktbestämning från satellit används ett globalt system, WGS-84.
- Det rikstäckande svenska nätet RT 90, och det äldre RT 38 är system i plan. De skiljer sig såtillvida att RT 90 är enhetligt rikstäckande och RT 38 representerar flera olika regionala system.
- RH 00 och RH 90 är rikstäckande system i höjd där skillnaden beror på landhöjningen och bättre noggrannhet i RH 70.
- Enskilda kommuner har ofta egna lokala system både i plan och höjd.

Vid enskilda byggprojekt upprättas därutöver ofta egna lokala system till grund för utsättning. Även i samband med geotekniska fältundersökningar är det ibland lämpligt att upprätta lokala system.

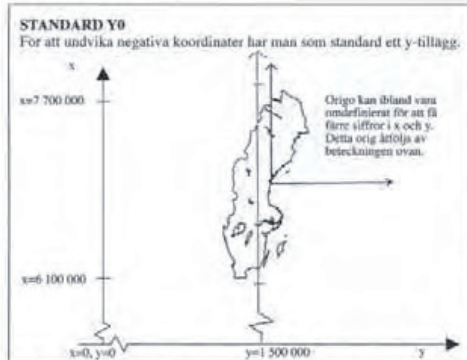


Fig 4:1 Definition av koordinatsystem i plan.

SYSTEM I PLAN

De kommunala näten är för det mesta anslutna till RT 38. Det finns dock lokala system som ej är anknutna. Skillnaden i koordinater mellan näten kan vara avsevärd. Därför skall alltid använt nät anges vid mätningar.

Använt nät

Kapitel 4 – Avvägning, utsättning, inmätning

Utformning av lokala nät styrs av både projektets storlek och tillgänglig utrustning. Ibland är det lämpligt att upprätta flera lokala nät med olika sekundärlinjer (baslinjer) för att förenkla mätningarna. Avkall får dock inte göras på spårbarheten. I varje nät skall helst tre, och minst två, punkter vara gemensamma med ett kommundat eller ett regionalt nät, eller i varje fall så väl markerade att de senare kan mätas in i ett sådant nät.

Lägg upp nätet så att negativa koordinater undviks.

Kalla axlarna A/B eller C/D osv, dvs använd olika beteckning i de olika systemen. Undvik x/y, dessa reserveras för det övergripande systemet.

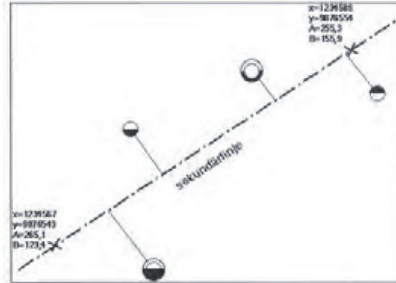


Fig 4:2 Minst två punkter i lokala nät skall vara gemensamma med allmänt nät, eller befästa för senare anslutning till allmänt nät.

SYSTEM I HÖJD

Höjdsystem 1900 (RH 00) resp. 1970 (RH 70) är rikstäckande system där skillnaden mellan systemen beror på landhöjningens inverkan och på avvägningsteknikens utveckling. Landhöjningens inverkan kan vara upp till 0,8 m i Norrland och ungefär noll i Skåne.

*Ange använt
höjdsystem!*

MARKERINGAR

En **markering** kan vara varaktig eller tillfällig (14 dagar till 1 år). En tillfällig markering, tex. en stakkäpp, är avsedd att användas vid en anslutningsmätning vid ett senare tillfälle och ska utformas så att den inte försvinner, se HMK-Ge:M. En **befästning** är en markering som varaktigt säkrar en annan markering eller punkt. Den kan tex. markeras i förlängningen av en sekundärlinje och är en säkerhetsåtgärd för att kunna hitta och återutsätta markeringar som blivit skadade.

Stompunkter är markeringar i allmänna stomnät, tex. polygonpunkter, till vilka anslutningsmätningar av lokala nät kan göras.

INMÄTNING OCH UTSÄTTNING

UTGÅNGSPUNKTER

All inmätning och utsättning av geotekniska undersökningspunkter skall utgå från kända punkter. I första hand skall markering som ingår i ett allmänt nät (stompunkt) användas. Arkiv över stompunkter finns vid kommunens byggnadsnämnd eller stadsingenjörskontor. Även Banverket, Vägverket och Lantmäteriverket har egna arkiv. I arkiven finns beskrivningar över punkterna (inklusive hur de är markerade) så att de kan återfinnas i terrängen.

I fall där inte stompunkter används till utsättning eller inmätning skall markering, och vid behov befästning, av undersökningspunkterna göras så att de inte kan förväxlas eller rubbas. Tänk på att inte placera markeringar:

- närmare vägbana än 3 m
- på eller i omedelbar närhet av järnvägsbank
- under luftburen starkströmsledning
- på mark som skall schaktas av eller fyllas över

NOGGRANNHETSKRAV

Allmänna uppgifter om erforderlig noggrannhet vid mätningar finns i HMK-Ge:D (bilaga F) och HMK Bygg och Anläggning. Vid geotekniska fältundersökningar är emellertid noggrannhetskravet normalt lägre än vad som anges där. Den totala noggrannheten vid geotekniska fältundersökningar, sett inom projektet, kan indelas i *tre mätningsskisser* A, B och C beroende av undersökningens detaljeringsgrad.

Klass A används för detaljundersökningar till bygghandlingar och främst för befästningsrör, berglägesbestämningar och andra undersökningar med stora krav på lägesnoggrannhet, exempelvis sonderingar i brostöd eller andra konstruktioner med stora koncentrerade laster.

Inmätning och utsättning skall utgå från kända punkter

Markera (befäst) punkter som inte koordinatbestämts

Mätningsskisser för geoteknik

Klass A
 $\pm 0,3$ meter i plan
 $\pm 0,05$ meter i höjd

Kapitel 4 – Avvägning, utsättning, inmätning

Klass B används för detaljundersökningar till bygghandlingar utan stora krav på lägesnoggrannhet, exempelvis sonderingar och provtagningar i jord för byggnader, vägar och järnvägar. Klass B används även för alla undersökningar till detaljplaner, systemhandlingar och arbetsplaner.

Klass B ± 1 meter i plan $\pm 0,1$ meter i höjd

Klass C används för områdesvisa undersökningar till översiktsplaner, väg- och järnvägsutredningar.

Klass C ± 2 meter i plan $\pm 0,5$ meter i höjd

Om de inmätta punkterna skall användas tillsammans med andra punkter med högre noggrannhet, tex. i en digital terrängmodell, bör mätnoggrannheten följa HMK:s rekommendationer. Även för grundvatten- och porttrycksmätningar och för geotekniska specialmätningar kan högre noggrannhet behövas. För sådana mätningar görs speciella mätprogram där erforderlig noggrannhet föreskrivs.

Annan mätnoggrannhet

Nivå för referensyta (vanligen mark-, vatten- eller isyta) skall bestämmas genom avvägning vid alla undersökningspunkter. Avsteg från dessa regler kan göras om undersökningarna sker längs noggrant avvägda marklinjer. Vattendjup vid undersökningspunkter skall bestämmas genom lodning.

Nivåbestämning**LÄGESANGIVELSER**

Läget för en undersökningspunkt där flera undersökningar görs, bestäms alltid av sonderingens läge om sådan har gjorts, och det är för denna som noggrannhetskravet gäller. Avvikande läge för andra undersökningar redovisas på undersökningsprotokollet i förhållande till den markerade punkten. Där flera sonderingsmetoder använts i samma undersökningspunkt bestäms läget av nedan angivna rangordning mellan sonderingsmetoderna:

1. Jord-bergsondering
2. Annan dynamisk sondering
3. CPT-sondering
4. Annan statisk sondering

Rangordning vid lägesangivelser

MINIMIAVSTÅND MELLAN UNDERSÖKNINGAR

Om en undersökning, t ex en sondering, kompletteras med ytterligare en eller flera undersökningar i samma punkt skall avståndet mellan dessa vara minst enligt tabellen nedan.

<ul style="list-style-type: none"> • Sonderingar 	
- vid jorddjup mindre än 10 m	≥1 meter
- vid jorddjup större än 10 m	≥2 meter
<ul style="list-style-type: none"> • Provtagningar 	
- vid störd provtagning	≥1 meter
- vid ostörd provtagning på djup mindre än 10 m	≥2 meter
- vid ostörd provtagning på djup större än 10 m	≥3 meter
<ul style="list-style-type: none"> • In-Situ mätningar 	
- på djup mindre än 10 m	≥2 meter
- på djup större än 10 m	≥3 meter

Tabellen gäller för metoder där mätningar görs inom samma djupområde. För metoder med olika djupområden, t ex om jord-bergsondering görs efter statisk sondering eller om kolvprovtagning görs efter grund skruvprovtagning, bör dessa göras så nära den markerade punkten som möjligt.

OMGIVNINGSKARTERING

Förutom utsättning eller inmätning av undersökningspunkter behöver ofta terrängföremål och markföremål i omgivningen karteras. Det är därvid viktigt att kartera ett tillräckligt stort område. Rekommendationer om vilka punkter på föremålet som skall mätas in anges i HMK Ge:D (Bilaga E). Där anges också krav på mätnoggrannhet. Krav på noggrannhet anges också i HMK, Bygg och Anläggning.

Kartera ett tillräckligt stort område

För stabilitetsanalys av väg-, järnvägsbankar eller andra uppfyllnader behöver ett område på minst två gånger fyllningens höjd ut från bankfoten avvägas. Vid avvägning av järnvägar skall förutom överkant räls även markytan avvägas.

För en schaktrop behöver ett område på minst två gånger det blivande schaktdjupet utanför schaktkrön avvägas. Vid lutande markyta behöver området utökas ytterligare. Om diken finns i närheten skall dessa karteras. För ett områdes totalstabilitet krävs att undersökningsområdet omfattar angränsande sluttande terräng som kan påverkas av stabilitetsförhållandena.

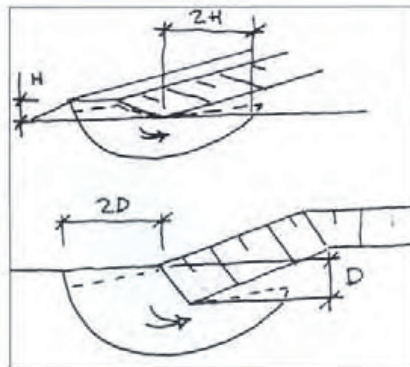


Fig 4:3 Kartering för stabilitetsanalyser.



5. ARBETSMILJÖ, ARBETARSKYDD, SÄKERHET

LAGAR OCH FÖRESKRIFTER

Arbetsmiljölagen och *Arbetsmiljuförordningen* (SFS 1977:1166) ger övergripande grundregler för arbetsmiljö och arbetarskydd vid geotekniska fältundersökningar. Detaljregler ges därutöver ut av *Arbetarskyddsstyrelsen* (AFS). För arbete på och invid väg, järnväg och tunnelbana finns *särskilda föreskrifter*. Fälthandboken ersätter inte på något sätt dessa regler och förordningar!

Arbetsgivaren är ansvarig för arbetsmiljön och kan ställas till svars, men även arbetstagaren har ett ansvar. Arbetsgivarens direktiv skall följas och tillhandahållen skyddsutrustning användas.

MYNDIGHETER OCH RÅDGIVNING

Råd i säkerhetsfrågor kan, beroende på ämnesområde, fås från:

- *Arbetarskyddsstyrelsen* och *Yrkesinspektionen* i allmänna arbetsmiljöfrågor.
- *Banverket* vid arbete på och intill järnväg.
- *Vägverket* vid arbete på vägar.
- *Lokaltrafikorganisationen* vid arbete på och intill spårväg eller tunnelbana.
Stockholm: SL Bansystem. *Göteborg*: Trafikkontoret.
- *Ledningsägare* vid arbete intill kraftledningar.
- *Sjöfartsinspektionen* vid arbete med större arbetsflottar och arbetsfartyg.
- *Polis* angående avspärningar, sprängning mm.

ENSAMARBETE

Geotekniskt fältarbete utförs ofta som ensamarbete. Sådant skall ordnas så att den som arbetar ensam inte löper större risk att skadas än om flera personer utfört arbetet gemensamt. Dessutom skall ensamarbete ordnas så att möjlighet till omedelbar kontakt med andra finns i händelse av en nödsituation.

I AFS 1982:3 sägs. Om arbetet innebär "en påtaglig risk för kroppsskada genom olycksfall skall det ordnas så, att arbetstagaren kan få snabb hjälp i en nödsituation. Kan godtagbar säkerhet inte erhållas på annat sätt får arbetet inte utföras utan att jämte arbetstagaren annan person är närvarande under arbetet."

*Arbetarskyddsstyrelsen
AFS 1982:3*

Man påpekar att det är viktigt att den ensamarbetande har möjlighet till kontakt så att han kan få hjälp i en nödsituation. Typen av kontaktmöjlighet beror på vilken risk som kan förutses och om den som råkar ut för en olycka klarar av att använda mobiltelefon, radio eller dylikt. Man pekar också på möjligheten att någon gör regelbundna platsbesök.

Möjlighet till kontakt

Vissa arbeten anges där allvarliga skador kan inträffa och där närvaron av en annan person ofta kan minska risken för eller följderna av en skada. Dit hör arbeten med risk för kontakt med elektricitet, sprängning och arbeten där det finns risk för kvävning eller förgiftning. I dessa fall bör ensamarbete undvikas.

Undvik ensamarbete vid:

- Elektricitet
- Sprängning
- Kvävningsrisk
- Förgiftningsrisk

I AFS 1994:52 (Byggnads- och anläggningsarbete) anges arbeten med särskild risk, bland annat:

- arbeten som medför risk att begravas under jordmassor,
- arbete nära högspänningsledning,
- arbete som medför drunkningsrisk,
- arbete i brunnar och tunnlar samt markarbete under jord.

*Arbetarskyddsstyrelsen
AFS 1994:52*

Kapitel 5 – Arbetsmiljö, arbetarskydd, säkerhet

Dessa arbetssituationer kräver speciella skyddsåtgärder och får ej utföras som ensamarbete! Skyddsombudet skall underrättas före arbetet påbörjas.

Utöver ovan angivna arbeten kan speciella skyddsåtgärder krävas vid arbeten i förorenad mark.

Ej ensamarbete vid:

- Rasrisk
- Högspänning
- Drunkningsrisk
- Underjordsarbete

BULLER OCH VIBRATIONER

Faran för buller- och vibrationsskador vid geotekniskt fältarbete skall beaktas.

Hörselskydd krävs om medelvärdet av buller överstiger 85 dB(A) under dagen. Även kortare perioder av buller kan vara skadligt om det är kraftigt, speciellt impuls ljud som förekommer bland annat vid slagsondering och jord-bergsondering. Arbetsgivaren skall tillse att den som utsätts för buller som överskrider gällande gränser skall genomgå hörselkontroll så ofta som behövs.

- *Medelvärde under en arbetsdag får inte överskrida 85 dB (A)*
- *Högsta ljudnivån får inte vara högre än 115 dB(A)*
- *Kortvarigt ljud (mindre än en sekund) får inte vara högre än 140 dB (C).*

Icke vibrationsdämpade maskiner skall undvikas till handhållen utrustning. Även helkroppsvibrationer, till exempel när man står på en vibrerande maskin, kan ge upphov till vibrationsskador.

ÖVRIGA RISKER

Till övriga risker hör vältning, fall, ras, klämning och brännskador

Vid arbete i slänt skall borragnar säkras med vajer eller dylikt. Beakta också att borragnen kan välta under körning eller komma i rullning. Kör försiktigt och gå aldrig "nedanför" maskinen vid körning på lutande underlag.

Vid arbete i provgropar, grundschakter, grustag och liknande finns alltid risken för jordras. Vissa riktlinjer för skydd finns i Arbetarskyddsstyrelsens handböcker H13: "Schaktning i jord" och H7 "Gräv säk-rare!" samt i Vägverkets "Anvisningar för prov-gropsgrävning". I vissa fall krävs speciella skydds-åtgärder, till exempel vid undersökning av uttalat skredfarliga områden.

Gå aldrig "nedanför" borragnen vid lutande underlag

Handböcker för arbeten vid rasrisk

SKYDDSUSTRUSTNING

Personlig skyddsutrustning skall tillhandahållas av arbetsgivaren och vara anpassad till förhållandena på arbetsplatsen och till de risker den skall skydda mot. Föreskrifter om användningen finns i AFS 1993:40 (Användning av personlig skyddsutrustning.) Arbetstagaren är skyldig att använda utrustningen och skall följa givna instruktioner vid användandet. Även arbetsgivaren har ansvar för att skyddsutrustningen används. Ett minimum av personlig skyddsutrustning, som alltid skall medföras, är:

- skyddsskor, hjälm, hörselskydd, andningsskydd och handskar.
- förbandsutrustning.
- utrustning för att tillkalla hjälp vid ensamarbete (larm eller mobiltelefon),

*Personlig skydds-
utrustning*

Kapitel 5 – Arbetsmiljö, arbetarskydd, säkerhet

Bland övrig skyddsutrustning, som måste finnas till hands för speciella undersökningar, kan nämnas:

- brandsläckare.
- dammsugningsutrustning till jord-bergsondering.
- avgasförlängningsslang till motordriven utrustning.
- avspärningsutrustning och utrustning för att skärma av vid vägarbeten.
- varsel att användas där det finns risk för påkörning och där det är viktigt att synas.
- flytväst, frälsarkrans, livbåt, livlina, isdubbar och halkskydd vid arbete på vatten eller is.
- utrustning för detektering av farliga ämnen (gaser) samt gasmask och skyddskläder vid arbete i deponiområden, brunnar etc.

Övrig skyddsutrustning

ERGONOMI

Råd om ergonomi finns i AFS 1983:6, "*Arbetsställningar och arbetsrörelser*". Där sägs bland annat att man inte bör:

- lyfta alltför ofta
- lyfta och samtidigt vrida sig
- lyfta över axelhöjd
- strunta i hjälpmedel för lyft och bärning

Att *stå* ger bra överblick, kraft och rörlighet men nackdelen är ständig belastning på blodcirkulationen samt lederna i ryggen, benen och fötterna. Att *sitta* ger bra stabilitet vid precisionsarbete. Ansträngningen blir mindre liksom belastningen på blodcirkulationen. Nackdelen är mindre rörlighet och mindre räckvidd samt större belastning på ryggraden. Att arbeta *knästående, hukande eller liggande* ökar risken för att överbelasta enskilda kroppsdelar. Undvik om möjligt detta och försök att organisera om arbetet.

ARBETE VID HÖGSPÄNNINGS- OCH KONTAKTLEDNINGAR

FARLIG NÄRHET OCH SÄKERHETSAVSTÅND

Vid elektrifierad järnväg eller spårväg och i närheten av kraftledning, finns ett område i närheten av den elektriska ledaren som betraktas som *farlig närhet*. Särskilda åtgärder krävs vid arbete i farlig närhet av spänningsförande ledning. Dessa särskilda åtgärder kan innefatta särskild elbevakningsman och jordning..

*Farlig närhet:
-särskilda åtgärder*

Dessutom finns ett *säkerhetsavstånd* från ledningen, inom vilket ingen utrustning får hanteras.

*Säkerhetsavstånd:
-ingen utrustning inom
säkerhetsavståndet*

VID KRAFTLEDNINGAR

Vid arbete intill kraftledning där det finns möjlighet att komma i farlig närhet av ledningen skall alltid ledningsägaren kontaktas. Säkerhetsavstånd från kraftledning är:

Luftledningar:

- 2 meter vid lågspänningsledningar.
- 4 meter vid högspänningsledningar med mindre än 40 kV spänning.
- 6 meter vid högspänningsledningar med mer än 40 kV spänning.

*Säkerhetsavstånd vid
luftledningar*

Markförlagda ledningar:

- Kontakta ledningsägaren för utsättning och bestämmelser för arbetets bedrivande.

Markförlagda ledningar

VID JÄRNVÄG

För arbete intill järnvägskontaktledningar gäller BVF 050, "Allmänna elskyddsföreskrifter för Banverkets fasta högspänningsanläggningar"

samt

"RÅD OCH SKYDDSANVISNINGAR för dig som ska arbeta på eller nära Banverkets spår".

Farlig närhet anges till 1 m från spänningsförande anläggningsdel. Ojordad maskin skall vara spärrad så att ingen del kan nå högre än 4,5 meter över rälsöverkant. Långa borrstäl eller dylikt som kan komma närmare kontaktledning än 2 meter får ej hanteras.

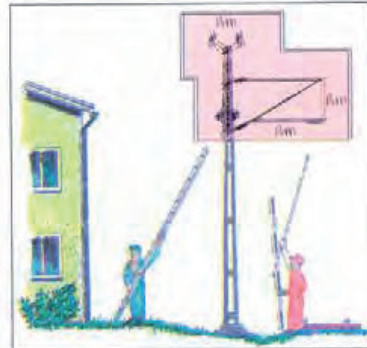


Fig 5:1 Farlig närhet vid kontaktledning till järnväg.

VID SPÅRVÄG

Farlig närhet till ledning varierar. Göteborgs trafikkontor anger att säkerhetsavstånd till kontaktledning är 1,5 meter.

Storstockholms lokaltrafik, som har strömförande räler i tunnelbanan, kräver kontakt före allt arbete närmare rälen än 5 m.

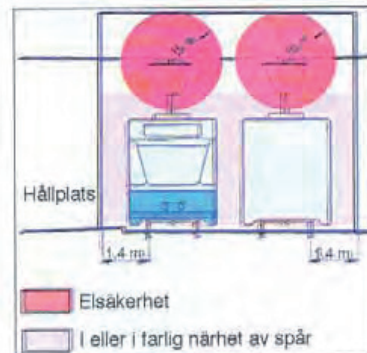


Fig 5:2 Farlig närhet vid kontaktledning till spårväg.

ARBETE PÅ TRAFIKERAD JÄRNVÄG ELLER VÄG

Geotekniska fältundersökningar inom säkerhetszonen till järnväg, spårväg och väg kräver normalt specialtillstånd samt ofta bevakningspersonal och avspärrning av trafiken. Varningsväst enligt EN 471 skall bäras.

PÅ JÄRNVÄG OCH SPÅRVÄG

Vid arbete på järnväg gäller Banverkets säkerhetsordning BVS 900:3. Varningsväst skall alltid bäras vid arbete på trafikerade spår. Säkerhetszonen kring dessa är:

Banverkets Säkerhetsordning BVS 900:3

- 2,2 meter vid Banverkets spår.
- 1,4 meter vid spårvagnsspår.
- staketets placering vid tunnelbanespår.

PÅ VÄG

På allmän väg krävs en trafikanordningsplan enligt §44 i väglagen, SFS 1971:948. Till väg räknas också vägren och uppställningsfält.

Trafikanordningsplan

Regler för vägarbete och för avspärrningars utformning finns i AFS 1984:19, Vägarbete. Den gäller också för gator, torg etc som används allmänt för trafik med motorfordon. Varningsväst skall bäras vid arbete på trafikerad väg.

ARBETE PÅ VATTEN OCH IS

PÅ VATTEN

Vid arbete på flotte skall följande säkerhetsutrustning, utöver personlig säkerhetsutrustning, finnas:

- Flytväst.
- Räcke (tillräckligt stadigt, c:a 1m högt).
- Frälsarkrans, livlina och livbåt.
- Eldsläckare.
- Kommunikationsutrustning.
- Möjlighet att surra utrustning vid hårt väder

*Säkerhetsutrustning
på flotte*

PÅ IS

Arbete från is är ofta ett alternativ till arbete från båt eller flotte, men det innehåller också faror. Skaffa därför kännedom om isförhållanden från lokalbefolkningen och använd flytväst. Arbeta aldrig ensam på is, inte ens tillfälligt. Vid arbete på is skall följande säkerhetsutrustning finnas:

- Isdubbar, livlinor och frälsarkrans (gärna en fast lina till land).
- Kommunikationsutrustning (tänk på att det skall fungera efter en olycka!)

*Säkerhetsutrustning
vid arbete på is*

Kapitel 5 – Arbetsmiljö, arbetarskydd, säkerhet

Den istjocklek som krävs för att klara olika belastningar framgår av tabell 5:1 nedan. Tänk då på att vid uppdragning av utrustning kan man få mycket stor påfrestning på isen. Stillande fordon (bortvagnar) minskar säkerheten!

Tabell 5:1 Tillåtna laster vid väg på is (Vägverket 1976-12).

Istjocklek i cm		Största tillåtna bruttovikt – gäller även fordons- tåg – i ton	Största tillåtna axeltryck i ton
Enbart kärnis	kärnis + mörk stöpis		
20	25	2,0	
25	30	3,0	
30	40	4,0	
40	50	7,0	5,0
50	60	12,0	7,0
60	70	16,0	10,0
70	80	20,0	10,0
80	90	25,0	10,0

MILJÖRISKER

GASER

Gaser kan vara farliga genom att de kan orsaka:

- Förgiftning
- Syrebrist
- Kvävning

Giftiga gaser från den egna utrustningen är bland andra avgaser och gasol. Giftiga gaser kan också uppkomma från utspilt drivmedel och av lösningsmedel. I naturen uppkommer giftiga gaser genom förmultning utan syre. Exempel är metan (sumpgas) och svavelväte, som är mycket giftigt. Sådana gaser kan ha bildats i jorden vid soptippar och sumpmarker och komma upp genom borrhål.

Förgiftning

Kapitel 5 – Arbetsmiljö, arbetarskydd, säkerhet

En atmosfär med för lite syre kan uppkomma genom att luftens syre förbrukats till exempel genom användning av eld i dåligt ventilerade utrymmen eller genom att luften trängs undan av en syrefri gas.

Syrebrist

Fara för explosion och brand uppkommer främst genom gasol, acetylen och avdunstat driv- och lösningsmedel. I naturen uppträdande brännbar gas är främst metan (också i underjordiska fickor)

*Explosion***ÖVRIGA KEMISKA RISKER**

Vid undersökningar av gamla industritomter och annan förorenad jord finns fara för förgiftning och smittorisk från ämnen i jorden. Där krävs ibland speciella skyddsåtgärder. Om du under fältarbetet stöter på något misstänkt kontrollera med sakkunnig, t.ex kommunens miljöskyddsansvarig. Under fältundersökningar i förorenad jord gäller större krav än normalt på handtvätt och övriga hygienåtgärder.

Förorenad jord

Även "ren" jord innehåller bakterier och andra mikroorganismer. Det finns därför alltid en fara att smittas. Det vanligaste man riskerar i dessa sammanhang är stelkramp och polio. Smittan uppkommer genom sår. Alla som arbetar med fältarbete bör vara vaccinerade mot difteri/stelkramp och polio.

"Ren" jord mm.

Ett speciellt problem vid geotekniska fältundersökningar är kvartsdamm, eftersom det kan finnas i sand och uppkommer som borkax vid borring i berg. Regler finns i AFS 1992:16, Kvarts samt i AFS 1986:17, Bergarbete. Om dammbindning eller sugning av damm inte kan ske skall andningsskydd bäras.

Kvartsdamm



6. UTRUSTNINGAR

DEFINITIONER

I handboken används vissa begrepp som samlingsbeteckning för en viss undersökningsteknik. Dessa begrepp kan definieras som:

Sondering: Samlingsbeteckning för alla undersökningar där en sondspets med hjälp av sondstänger trycks, vrids eller slås (eller kombinationer av dessa) ner genom jordlagren varvid motståndet mot neddrivning mäts.

Provtagning: Samlingsbegrepp för alla undersökningar där jordmaterial eller bergmaterial hämtas upp till markytan med provtagare för vidare analys.

In situ-metoder: Samlingsbegrepp för alla undersökningar där en mätkropp installeras på ett förbestämt djup i jord eller berg och där mätning av en viss egenkap görs på plats (in situ).

Sonderingsmetoderna delas in i **statiska-** och **dynamiska** sonderingsmetoder, där de statiska metoderna normalt har sämre nedträngningsförmåga än de dynamiska. I gengäld har de högre känslighet för variationer i sonderingsmotståndet.

Provtagningsmetoderna delas in i **ostörda**, **störda** och **omrörda provtagningsmetoder**, där de ostörda ger störst möjlighet till vidare analys.

Insitumetoderna har sin största geotekniska användning i friktionsjordar där ostörd provtagning och vidare analys är praktiskt taget omöjlig.

INSPEKTIONSUTRUSTNINGAR

Inspektionsutrustningar är lätta bärbara utrustningar som vid sondering pressas ner med handkraft. Inspektionsutrustningar används främst vid karteringar. Med inspektionsutrustningar kan lösa jordarters lagerföljd bedömas. Till vissa utrustningar finns även provtagningsdon och in situ-mätningdon.

Inspektionsutrustningar hanteras av en person och kan transporteras i personbil.

Exempel:

- Sticksond
- "Geologkläpp"
- "Doctors kit"
- "Lommevingborr"

MANUELLA UTRUSTNINGAR

Manuella utrustningar finns för vissa typer av sondering, provtagning och in situ-mätning, främst för undersökningar i lösa jordlager utan hindrande fyllning. Manuell utrustning används på trånga och svåråtkomliga ställen där inte lätt borrhavn (se nedan) kan användas. Manuella utrustningar finns för:

- Viktsondering
- Trycksondering
- Slagssondering
- Hejarsondering
- Skruvprovtagning
- Provtagning med jordprovtagningsspetsar
- Kolvprovtagning
- Vingförsök
- Installation av grundvattenrör och porttrycksspetsar

Exempel:

- Motorsond typ Borro
- Trycksond typ Jonell och Nilsson
- Slagsond typ Cobra, Pionjär mfl
- Hejarsond typ Borro

Manuell utrustning hanteras normalt av två personer och kan transporteras på släp efter personbil.

LÄTT BORRVAGN

Lätta borrhavn är generella redskapsbärare, specialgjorda för geotekniska undersökningar. De kan användas till samma undersökningar som de manuella utrustningarna samt till:

- CPT-sondering
- Pressometerinstallation under gynnsamma förhållanden (finkornig jord och begränsade djup)
- Dilatometerinstallation under gynnsamma förhållanden (finkornig jord och begränsade djup)

Exempel:

- Geotech 1000, 402, 202
- Prosper 20

Lätt borrhavn hanteras normalt av en person och transporteras på släp efter personbil.

TUNG BORRVAGN

Tunga borragnar har samma geoteknikanpassade generella användningsområde som lätta borragnar. De har dock kraftigare hydraulutrustning och kan därför även bära bormaskiner för bergborrning. De kan användas till samma undersökningar som de lätta borragnarna samt till:

- Förborrning genom hårda ytjordlager och fyllning.
- Pressometerinstallation
- Dilatometerinstallation
- Foderrörsdrivning med små dimensioner (Odex 76 och 90 samt Hollow Stem Auger 57 mm)
- Jord-bergsondering

Tunga borragnar hanteras av en till två personer (beroende på typ av undersökning) och transporteras på tungt släp eller lastbil.

Exempel:

- Geotech 504, 604, 705, 710
- Prosper 25
- HAFO 2000T

TUNG JORD-BERGSONDERINGSUTRUSTNING

Tung jord-bergsonderingsutrustning är specialbyggd för borrning i hårda och grova jordar och berg. Dess främsta användning är till bergborrning och till rörborrning för brunnar och anläggningskonstruktioner. Med de kraftiga bormaskinerna nås hög kapacitet, ibland till priset av lägre känslighet för variationer i jord- och bergegenskaperna. Vid geotekniska undersökningar används de till:

- Jord-bergsondering
- Foderrörsdrivning (ett flertal typer)
- Provtagning med stora provtagare
- Installation av insitumätningstrustning till stora djup och genom hård och grov jord

Tung jord-bergsonderingsutrustning hanteras normalt av två personer och transporteras på lastbil.

Exempel:

- Roc 601
- Klemm 806

KÄRNBORRUTRUSTNINGAR

Kärnborrtrrustning är specialbyggd för utbörning av ostörda provkärnor ur berg. De används uteslutande till provtagning och för borrning av släta hål i berget till insitu-mätningar.

Kärnprovtagningsutrustning hanteras normalt av två personer och transporteras på lastbil

DATAREGISTRERINGSUTRUSTNINGAR (DATALOGGRAR)

Används för automatisk insamling av mätdata från sondering och in situ-metoder. Används i kombination med manuell registrering av övriga fältdata.

Sedan 1992 har succesivt införts ett standardiserat dataformat för överföring av geotekniska mätdata från fält-till kontorsystem, det så kallade SGF-formatet. Tidigare fanns de två tillverkarformaten ENVI- och GEOTECH-formaten



Fig 6:1 Dataloggrar typ Envi och Geotech.

TRANSPORT AV UTRUSTNING

För utrustning som transporteras på släp efter bil gäller att tillåten last bestäms både av förarens körkort och tillåten vikt på släp för den aktuella bilen.

Vad körkortet tillåter om föraren har B-körkort:

- Alternativ 1: Släpets totalvikt får vara högst 750 kg.
 Alternativ 2: Släpets totalvikt får ej vara högre än bilens tjänstevikt. Totalvikten av släp och bil får inte vara högre än 3500 kg.

Om kraven inte är uppfyllda krävs BE-körkort.

Detta begränsar i sig inte viktsgränserna för det dragna släpet.

Kommentar:

B-körkort är i de flesta fall otillräckligt för att dra lätt borrhvagn med tillhörande utrustning. Uppgift om hur tungt släp du får dra med B-körkort finns på bilens registreringsbevis.

Vad dragbilen tillåter

Den maximala vikt för släp som anges i *bilens* registreringsbevis får inte överskridas oberoende av körkort och oberoende av om registreringsbeviset för släpet anger en högre totalvikt. Detta kan medföra att en tyngre dragbil, som kräver annat körkort (C eller CE), måste användas.

Kommentar:

De bilar som får framföras med BE-körkort får i många fall inte dra tung borrhvagn med tillhörande utrustning. Uppgift om hur tungt släp du maximalt kan dra finns på bilens registreringsbevis.

Maximal hastighet

Med bromsad släpvagn är maximal hastighet 80 km/h

Med obromsad släpvagn är maximal hastighet:

- 80 km/h, om totalvikten är mindre än en sjättedel av bilens tjänstevikt.
- 40 km/h om släpets bruttovikt är mindre än fordonets bruttovikt.
- 30 km/h om släpets bruttovikt överstiger fordonets bruttovikt.

6 : 6

SGF Rapport 1:96



7. SONDERINGSMETODER

Sondering är ett samlingsbegrepp för alla undersökningar där en sondspets med hjälp av sondstänger trycks, vrids eller slås (eller en kombination av dessa) ner genom jordlagren varvid motståndet mot neddrivning mäts. Man skiljer på två huvudgrupper av sondering:

- **statisk sondering** där sonden drivs ned huvudsakligen genom belastning av sonden t ex totaltrycksond och CPT-sond. Även viktsond räknas som statisk metod.
- **dynamisk sondering** där sonden drivs ned genom slag av hejare eller pneumatisk/hydraulisk borrhåmaskin t ex hejarborr, motorslagsond eller jordbergsond.

Sondering används för att klarlägga jordlagrens mäktighet och relativa fasthet samt utsträckning i plan. Normalt har en dynamisk sonderingsmetod större nedträngningsförmåga än en statisk men ger samtidigt mindre möjligheter att urskilja fasthetsvariationer i lös jord.

GEMENSAMMA REGLER

Nedan anges några för alla typer av sonderingar gemensamma regler:

- Sonderingens avslutning beror på ändamålet med undersökningen och bestäms i samband med uppdragsgenomgången innan fältarbetet påbörjas. Antingen sonderas till "fast botten" eller till visst djup eller till visst motstånd. "Fast botten" motsvarar inte samma nivå för alla sonderingsmetoder utan innebär en praktisk gräns för metodens nedträngningsförmåga.
- Typ av sondstopp skall bedömas och noteras. För redovisning används symboler enligt SGF eller, vid registrering med datalogger, kodsiffror.
- Eventuell förslutning av borrhål bestäms i samband med uppdragsgenomgången före fältarbetets start. Förslutning av borrhål är särskilt viktigt efter undersökningar för undermarksanläggningar där sprängning senare skall göras, där artesisikt vatten finns och där föroreningar kan tränga upp eller ner genom borrhålet.

GÄLLANDE STANDARD

Följande standarder gäller 1995:

- **CPT-sondering**
SGF Rapport 1:93. "SGF rekommenderad standard för CPT-sondering".
ISSMFE report TC 16. Reference test procedures.
- **Viktsondering**
SGF. "Standard för viktsondering", 1974-03-11.
ISSMFE report TC16. Reference Test Procedures.
- **Hejarsondering**
SGF. "Standard för hejarsondering", 1971-03-08.
- **SPT**
SGF standard 1979
ISSMFE report TC 16. Reference Test Procedures.

CPT-SONDERING

ALLMÄNT

Vid CPT-sondering mäts neddrivningsmotståndet mot sondspetsen, mantelfriktionen mot en "friktionshylsa" ovanför spetsen och, normalt, det porvattentryck som genereras vid spetsen under neddrivningen. Mätningen sker elektriskt och avläsningsfrekvensen skall vara så tät att en detaljerad bild över mätvärdenas variation med djupet erhålls.

CPT-sondering utförs främst i sten- och blockfria jordar eftersom sondens konstruktion försvårar forcering av hinder. Huvudsyftet med CPT-sondering är som regel att erhålla en god bild av lagerföljder, relativ fasthet och variationer i jordens egenskaper mot djupet. Sonderingsmetodens upplösning gör att den ibland klassas som insitu-mätningstrustning. Maximal nedpressningskraft är normalt begränsad till 50 kN. Med speciella sonder dock max 200 kN.

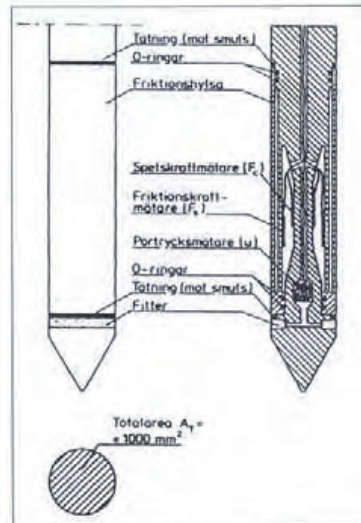


Fig 7:1 Konstruktion av CPT-spets.

GÄLLANDE STANDARD

Följande standarder gäller 1995:

- **CPT-sondering**
SGF Rapport 1:93. "SGF rekommenderad standard för CPT-sondering".
ISSMFE report TC 16. Reference test procedures.
- **Viktsondering**
SGF. "Standard för viktsondering", 1974-03-11.
ISSMFE report TC16. Reference Test Procedures.
- **Hejarsondering**
SGF. "Standard för hejarsondering", 1971-03-08.
- **SPT**
SGF standard 1979
ISSMFE report TC 16. Reference Test Procedures.

CPT-SONDERING

ALLMÄNT

Vid CPT-sondering mäts neddrivningsmotståndet mot sondspetsen, mantelfriktionen mot en "friktionshylsa" ovanför spetsen och, normalt, det porvattentryck som genereras vid spetsen under neddrivningen. Mätningen sker elektriskt och avläsningsfrekvensen skall vara så tät att en detaljerad bild över mätvärdenas variation med djupet erhålls.

CPT-sondering utförs främst i sten- och block-fria jordar eftersom sondens konstruktion försvårar forcering av hinder. Huvudsyftet med CPT-sondering är som regel att erhålla en god bild av lagerföljder, relativ fasthet och variationer i jordens egenskaper mot djupet. Sonderingsmetodens upplösning gör att den ibland klassas som insitu-mätning utrustning. Maximal nedpressningskraft är normalt begränsad till 50 kN. Med speciella sonder dock max 200 kN.

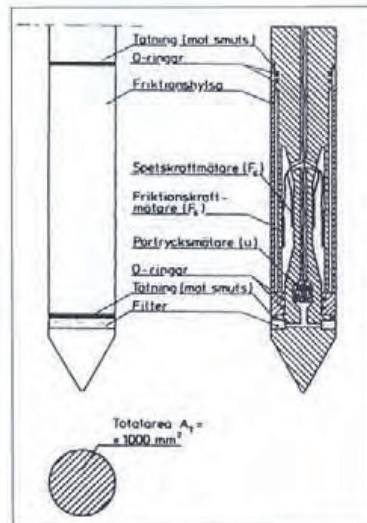


Fig 7:1 Konstruktion av CPT-spets.

UTRUSTNING

Utrustning för CPT-sondering består av följande huvuddelar:

- Sondspets med kon, friktionshylsa och portrycksfilter. I sondspetsen finns elektriska mätvärdesgivare för spetstryck, mantelfriktion och portryck inbyggda.
- Elektrisk djupvärdesgivare på borrvagnen.
- Sändardel för mätvärden (system Geotech).
- Datalogger med minne för lagring av mätvärden.
- Sondstänger.
- Borrsvagn för neddrivning av sonden.

Sondspetsar skall vara temperaturkompenserade så att temperaturvariationer under sonderingen påverkar resultatet så lite som möjligt. Sondspetsar skall vidare ha tillräcklig mätnoggrannhet för att uppfylla kraven i någon av de **tre sonderingsklasser** som finns i SGF:s standardförslag: **CPT 1, CPT 2 och CPT 3** där CPT 3 är den noggrannaste klassen.

Klassindelningen ställer mätnoggrannhetskrav på sondspets och på sonderingens utförande **samttaget** varför en hög mätnoggrannhet hos sondspetsen inte självklart ger ett resultat som uppfyller sonderingsklassens noggrannhetskrav.

För sondspetsar finns vissa måttspecifikationer och förslitningstoleranser angivna i SGF:s rekommenderade standard, se figur 7:3.

För registrering av mätvärden används normalt en datalogger där sonderingsdjup, spetstryck, mantelfriktion och porvattnetryck lagras. Med Geotech-utrustning sänds mätvärden från sondspetsen till dataloggern med en ljudsändare via sondstängerna.



Fig 7:2 Utrustning för CPT-sondering (Geotech). Från vänster vakuumpump, behållare för vätskemättade filter, mikrofon för mottagning av mätsignaler från spetsen, sondspets, sändardel för sändning av mätvärden och datalogger för lagring av mätvärden.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Med Envi-utrustning (Memocone) lagras mätvärdena i själva sondspetsen tills sonderingen avslutats och sonden dragits upp till markytan där mätvärden kan tas omhand.

Sondstängerna bör ha minst 32 mm diameter. För de 5 nedersta metrarna får den maximala utböjningen på mitten av en 1 m lång stång vara 0,5 mm. Motsvarande krav för sondstänger högre upp är 1 mm.

Neddrivningsutrustningen skall ha minst en meters slaglängd. Den skall ha sådan kraft att den kan pressa ned sonden utan vibrationer och med konstant hastighet oberoende av motståndet.

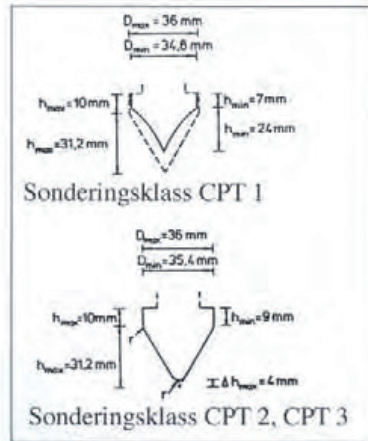


Fig 7:3 Förslitningstoleranser för spetskon till CPT.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kalibrering av sondspets är giltig enligt företagets kvalitetssystem.
- Sondspetsens slitage är godkänt samt kvalitén på tätningar mellan sondens olika delar är godtagbar.
- Filter är vätskemättade (fettmättade) och luftfria.
- Sondstänger har erforderlig rakhet.

UTFÖRANDE

Allmänna krav

Sondspetsen får inte utsättas för stora temperaturväxlingar och skall därför förvaras i skugga, i vatten eller i ett sonderingshål före sonderingen så att temperaturen är ungefär lika som jordtemperaturen.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Vid CPT-sondering i fast lagrad sand, silt och överkonsoliderad lera innebär sondering över grundvattenytan speciella problem för porttrycksmätning. Ofta uppstår stora negativa porttryck som orsakar luftblåsor i filtret vilket leder till att mätta porttryck på djupare nivåer blir felaktiga. I dessa jordarter skall därför förboring utföras till grundvattenytan eller till vattenmättad jord. Det förborrade hålet vattenfylls om möjligt. Där detta inte är möjligt används foderrör. Alternativt kan sondspetsen hållas innesluten i en plastpåse med vatten som avlägsnas när vattenmättad jord nåtts.

Efter avslutat arbete och vid slutet av varje arbetsdag skall sonden tas isär och rengöras. O-ringar och tätningar kontrolleras och smörjs in. Eventuell fukt torkas bort innan sonden åter sätts ihop. Slitage och passningar kontrolleras och eventuella felaktigheter åtgärdas.

Förberedelser, Geotech-utrustning

Vätskemätta filter med glycerin eller silikonolja om sondering skall göras där negativa porttryck kan befäras, annars med vatten.

Vätskemätta filter

Vid användning av glycerin eller silikonolja läggs torra filter i vätskan och behandlas med vakuum under ett par timmars tid. Filter och vätska förvaras sedan i lufttät behållare. Vid användning av vatten kokas filtret i minst 15 minuter. Filter och kokvatten får svalna under tättslutande lock och förvaras sedan i väl fylld lufttät behållare.

Förvara filter lufttätt

Förberedelser, Envi-utrustning (Memocone)

Fyll filterspetsen helt med temperaturstabil fett, t ex ENVI LT 2, och se till så att inga luftbubblor kommer med. Pressa i fettet tills det tränger ut i spalten på spetsen.

Fyll filterspets med fett

Fyll hålrummet i nederdelen på memoconen med hydraulolja eller vatten och peta bort synliga luftbubblor. För sedan ner filterspetsen i memoconen och dra fast den lätt med en polygrip. Placera två o-ringar bakom spetsen och en o-ring i andra änden av friktionshylsan. Roter friktionshylsan och för den bakåt tills det tar emot.

Montera spetsen på memoconen

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Sondering

- Gör i ordning utrustningen för sondering:
 - förborra till grundvattenytan eller vattenmättad jord
 - förankra borrvagnen
 - rikta gejdern vertikalt med hjälp av vattenpass. Avvikelsen från lodlinjen får inte vara större än 2 % (2 cm / m).
- Med *Geotech-utrustning* monteras ett vätskemättat filter på sondspetsen enligt figur 7:4. I tratten fylls försiktigt avluftad glycerin, silikonolja eller vatten (samma vätska som filtren mätts med). Med en spruta med kolv avlägsnas alla luftbubblor i sonden och spetskonens hålrum, kanaler, gångor samt tätningar och andra lösa delar.

För över filtret från sin behållare till tratten och montera under vätskeytan. Skruva på konen enligt tillverkarens anvisningar.

Vätskemätning och montering är ofta de kritiska momenten för portrycksmätningen och avgör om resultatet skall bli bra. Mycket stor omsorg måste därför läggas ned i alla led; avluftning av filter och vätskor, transport och förvaring av avluftade delar och montering i fält.

- Ställ in kalibreringskoder, mätområden och 0-värden för sonderingen. Se till att djupregistreringens 0-värde motsvarar att spetsen står vid referensnån. Kontrollera med kraftmätare att spetsens kraftgivare visar rätt värden.
- Se till att sondstängernas axel sammanfaller med gejderns tryckriktning och starta neddrivningen. Neddrivningshastigheten skall vara 20 mm/s. Uppehåll i sonderingen görs endast för skarvning av sondstänger och omtagning av grepp. Korta stopp i permeabla lager under grundvattenytan.

Förborra, förankera och rikta

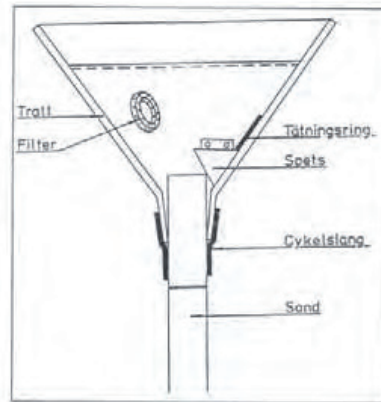


Fig 7:4 Montering av vätskemättadefilter på Geotech-sondspets.

Kalibrering, 0-värden och spetskraftskontroll

Neddrivning 20 mm/s

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

för mätning av porttrycksutjämning, kan dock accepteras. Notera eventuella sådana stopp i protokoll.

5. När sonderingen närmar sig fast botten ökar spetstrycket. Om spetstrycket ökar snabbt, utan att mantelfriktionen påverkas, står spetsen mot berg eller block och **sonderingen skall omedelbart avbrytas**. I annat fall riskeras att sondspetsen förstörs.
6. Efter uppdragning av sonden görs en ny 0-värdesavläsning samt kontroll av förlängningsstångers rakheter.
7. Om en ny sondering skall göras upprepas alla moment från och med punkt 1. Filtret skall bytas före varje sondering.

Stopp!

0-värden - igen!

KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING

- Gör förberedande fältkontroll av att alla utrustningsdelar fungerar på avsett sätt.
- Kontrollera kontinuerligt under sonderingen att mätvärden registreras i dataloggern och att rätt neddrivningshastighet används.
- Jämför kontinuerligt att antalet sondstänger överensstämmer med det sonderingsdjup som registrerats i dataloggern.
- Kontrollera spetstrycket under sonderingens slutskede för att vara beredd på omedelbart stopp om det ökar snabbt.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

PROTOKOLL

Speciella protokoll skall föras för varje CPT-sondering och åtfölja fältminnet med sonderingsresultat. Dessa protokoll utgör sammantagna protokollsförteckning enligt kapitel 1, kvalitetssäkring. Följande skall noteras som protokollsanmärkingar på CPT-protokollen:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1
- Eventuella längre stopp i sonderingen
- Observationer som fältgeoteknikern gjort under sonderingen, exempelvis:
 - jordmaterial och vattennivå i förbörningshålet
 - eventuell varierande nedpressningshastighet
 - indikationer på stenförekomst som krökta stänger
 - eventuell skillnad mellan djupregistrering enligt djupvärdesgivare och sondstänger

TOLKNING

Från resultat med CPT sondering kan tolkning av jordparametrar göras. Detta görs normalt med dator i samband med redovisning av sonderingsresultatet. De värden som tolkas är:

- Jordart
- Skjuvhållfasthet
- Friktionsvinkel
- Kompressionsmodul
- Lagringstäthet
- med flera

Protokoll

FÖRETAG
CPT-SONDERING

Uppdragsnummer 4652149	Punkttnummer 7:5	Datum 27/9-95	Blad
Uppdragsnamn Fältteknisk	Metod CPT	Ref. yta My	Märknivå/Ref.nivå +10.00
			Blgn. U
Punkttäta 1,8 m 7:5 CPT	Sond Typ Geotech	Kalibreringsdatum 25/8-95	
	Sond Nummer 3055	Filter Typ Brens	
	Minne Nummer 1622	Avvärd Värde 0,4	
Förbörning (m) 1,5	Välternyta (m) 1,2	Sonderingsdjup (m) 13,7	
Vält mätområde:			
Spetstryck:		2 <input type="checkbox"/> kPa	<input checked="" type="checkbox"/> MPa
Porttryck:		500 <input checked="" type="checkbox"/> kPa	<input type="checkbox"/> MPa
Mantelfriktion:		500 <input checked="" type="checkbox"/> kPa	<input type="checkbox"/> MPa
Skalar:			
Spetstryck:		<input type="checkbox"/> kPa / cm	<input type="checkbox"/> MPa / cm
Porttryck:		<input type="checkbox"/> kPa / cm	<input type="checkbox"/> MPa / cm
Mantelfriktion:		<input type="checkbox"/> kPa / cm	<input type="checkbox"/> MPa / cm
Noteringar:			
Spetstryck:		0	0
Porttryck:		0,11	0,11
Mantelfriktion:		0	0
Istegelser och anmärkningar:			
Avbrutt för porttrycksutjämning på 8,4 m djup			

Fig 7:5 Exempel på ifyllt CPT-protokoll.

TOTALTRYCKSONDERING

ALLMÄNT

Vid totaltrycksondering mäts neddrivningskraften när en pyramidformad spets trycks ned i jorden. Stångfriktionen mäts punktvis med hjälp av en glappkoppling i spetsen. Skillnaden mellan neddrivningskraften och stångfriktionen är ett mått på spetsmotståndet. Detta behöver inte motsvara spetsmotståndet vid CPT-sondering, eftersom spetsarnas form är olika.

Totaltrycksondering används huvudsakligen i lösa till medelfasta, sten- och blockfria jordar för bestämning av jordlagerföljd och relativ fasthet. Känsligheten och mätnoggrannheten är lägre än CPT-sondering.

UTRUSTNING

Utrustning för totaltrycksondering består av följande huvuddelar:

- Sondspets
- Sondstänger
- Registreringsutrustning
- Neddrivningsutrustning

Sondspetsen utgörs av en pyramidformad spets med 10 cm² tvärsnittsarea och är försedd med glappkoppling med 50 eller 100 mm slaglängd. Sondstängernas diameter är 22 eller 25 mm. Neddrivning sker normalt med borrhvagn.

Neddrivningskraften mäts med elektrisk eller mekanisk kraftgivare och registrering sker med datalogger eller med mekanisk skrivare. Vid totaltrycksondering är den maximala neddrivningskraften normalt ca 20 kN.

Sonderingsdjupet mäts med elektrisk djupvärdesgivare eller med mättrissa som roterar längs sondstängerna och driver en mekanisk skrivare.

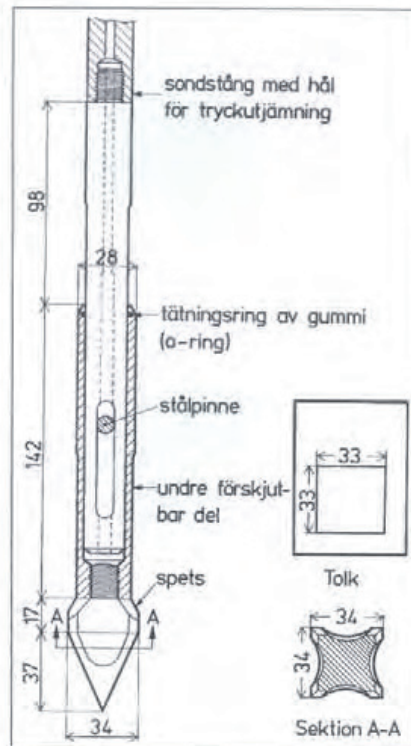


Fig 7:6 Konstruktion av sondspets till totaltrycksond.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kalibrering av kraftmätare är giltig enligt företagets kvalitetssystem. Vid mekanisk mätutrustning, kan en justering av nollnivå och mätområde erfordras.
- Kontrollera med tolk att sondspetsen inte är nedsliten. Om så är fallet ska den bytas ut.
- Kontrollera att glappkopplingen fungerar. Om inte görs den ren och inoljas. Hjälper inte detta måste spetsen bytas ut.
- Kontrollera att sondstängerna är raka

UTFÖRANDE

1. Montera sondstänger med sondspets lodrätt i neddrivningsutrustningen. Nollställ kraft- och djupmätare.
2. Pressa ned sonden med jämn hastighet, högst 2 meter per minut. Skarvning av sondstål utförs med så korta uppehåll som möjligt, eftersom stängen snabbt "växer fast" i lera.
3. Vid varje skarvning, dock minst varannan meter, bestäms stångfriktionen genom att lyfta sonden 50 eller 100 mm, beroende på glappets storlek. Därefter neddrivs sonden till full anliggning mot spetsen samtidigt som friktionsmotståndet på sondstängen kan registreras.
4. Sondstängen vrids 2/3 varv var tredje meter så att avvikelser i sidled förhindras.
5. När sonden inte kan pressas ned ytterligare med maximal neddrivningskraft roteras sonden under samtidig tryckbelastning med 5 till 9 kN.

Montering och O-värden

Neddrivning 2 m/min

Mät stångfriktionen

Vridning

Tryck och rotation

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

6. Sondringen avbryts vid "fast botten" eller vid ett djup eller ett visst sonderingsmotstånd som bestämts i förväg i samband med uppdragsgenomgången.

Stoppvillkor för "fast botten" vid totaltrycksondering:

när sjunkningen vid rotation och 5 kN last är mindre än 5 cm under en halv minut.

"Fast botten"

KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING

- Kontrollera kontinuerligt under sonderingen att mätvärden registreras och att rätt neddrivningshastighet används.
- Jämför kontinuerligt att antalet sondstänger överensstämmer med det sonderingsdjup som noterats i protokollet eller som registrerats på datalogger.
- Efter uppdragning av sonden kontrolleras att glappkopplingen fungerar och inte är alltför sliten

PROTOKOLL

På sonderingsprotokoll från totaltrycksondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Typ av spets.
- Sondningsmotståndet och stångfriktionen vid sammantryckning av glappet i sondspetsen uppritat (eller på fältminne) som funktion av djupet och angivet i enheten MPa (neddrivningskraften dividerad med spetsens tvärsnittsarea) eller kN (neddrivningskraften). Använd enhet skall anges tydligt.
- Nivåer mellan vilka vridning utförts.
- Bedömd typ av sondstopp
- Fältgeoteknikerns bedömning av jordart på olika djup grundat på ljud- eller känseltryck.
- Vid behov förtydligas mantelfriktionsdelen på kurvan.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning

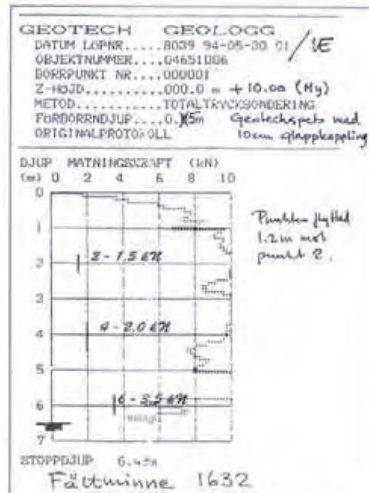


Fig 7:7 Protokoll från totaltrycksondering.

VIKTSONDERING

ALLMÄNT

Vid viktsondering pressas en skruvformad spets ner i jorden med belastning och vridning. Sonden används utan vridning där sonderingsmotståndet är mindre än 1 kN (100 kg). Om sonden inte sjunker för denna belastning vrids den. Vridningen utförs med maskin eller manuellt. Här angivet utförande avviker något från standard men återspeglar dagens praxis.

Viktsondering används huvudsakligen i lösa till medelfasta sten- och blockfattiga jordarter för bestämning av jordlagerföljd och relativ fasthet. Känsligheten är något lägre än för totaltrycksondering, eftersom stångfriktionen inte kan särskiljas från det totala sonderingsmotståndet.

UTRUSTNING

Utrustning för viktsondering består av följande huvuddelar:

- Sondspets
- Sondstänger
- Registreringsutrustning
- Neddrivningsutrustning

Sondspetsen är skruvformad och gjord av 25 mm fyrkantstål, 200 mm lång och spetsad på 80 mm längd samt vriden ett varv åt vänster. Omskrivande diametern för en ny spets ska vara högst 35,0 mm. Förslitningstoleranser se fig 7:8.

Sondstänger till manuell viktsondering skall ha diameter 22 mm. Stänger till maskinell viktsondering kan även ha diameter 25 mm. Avvikelse mellan en stängs båda ändar får inte vara större än 2 mm/m för de nedersta 5 metrarna och 4 mm/m för de följande vid jämn krökning av stängan.

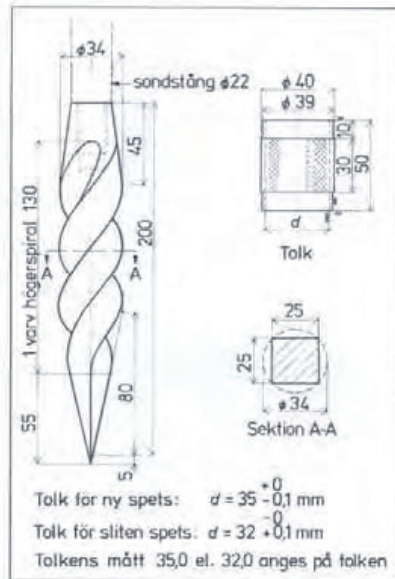


Fig 7:8 Konstruktion av sondspets till viktsond.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Vid manuell viktsondering används en viktsats med vikterna 2 10 kg och 3 25 kg samt en klämman med massan 5 kg för belastning på sonden och en svängel för vridning. Sonderingsdjupet läses av mot kritmärken på sondstängerna.

Vid maskinell viktsondering utförs både vridning och belastning med maskinen. Belastningen på sonden och antalet halvvarvs vridning mäts med mekanisk eller elektrisk mätvärdesgivare. Sonderingsdjupet mäts med elektrisk eller mekanisk djupvärdesgivare eller läses av mot märkeringar på borrarens gejder.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kalibrering av mätvärdesgivare är giltig enligt företagets kvalitetssystem.
- Kontrollera med tolk att sondspetsen inte är nedsliten. Om så är fallet ska den bytas ut.
- Kontrollera att sondstängerna är raka

UTFÖRANDE

1. Förborra vid behov ett hål genom torrskorpelera, fyllning, eller tjäle. Detta är särskilt viktigt om mantelfriktionen har betydelse för resultatet. Avgörs i samband med uppdragsgenomgång före fältarbetets start.
2. Montera sondstänger med sondspets lodrätt i neddrivningsutrustningen. Nollställ djupmätare eller notera var på gejdern som sonderingen börjar.
- 3a. Belasta sonden med den minsta belastning som behövs för sjunkning utan vridning (själv-sjunkning). Sjunkningshastigheten hålls inom gränserna 20-50 mm/s. Vid hastigheter under 20 mm/s ökas belastningen och vid hastigheter över 50 mm/s avlastas sonden.

*Förborra om stång-
friktionen blir hög*

Montering och 0-värden

Belasta utan vridning

Notera belastningen i stegen:

0 - 0,05 - 0,15 - 0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,00 kN

Andra belastningar används ej. Belastningen protokollförs liksom det djup där den ändrats.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

- 3b. Om sonderingsmotståndet överskrider 1,00 kN vid lägsta sjunkningshastighet roteras sonden. Lasten 1,00 kN bibehålls och antal halvvarv för varje 0,2 m sjunkning antecknas.

Vridning med belastning

Vid maskinell vridning ska varvtalet hållas mellan 30 och 80 halvvarv/min och det får inte överskrida 100 halvvarv/min. Rekommenderat värde är 60 halvvarv/min (30 varv/ min).

- 3c. Vid hinder i jorden, där sonden inte sjunker för vridning, kan slagning eller tryckning med större kraft än 1,00 kN tillgripas tillfälligt. De delar där detta gjorts markeras med "slag" i protokollet.
4. Sonderingen avbryts vid "fast botten" eller vid ett djup eller sonderingsmotstånd som bestämts i förväg i samband med uppdragsgenomgången.

Tillfällig slagning eller tryck

"Fast botten" anses nådd när minst 80 halvvarvs vridning erfordras under fem på varandra följande 0,2 meters intervall med tilltagande fasthet eller sjunkningen vid 5 kN belastning understiger 5 cm under en halv minuts vridning.

*"Fast botten"***KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING**

- Kontrollera kontinuerligt under sonderingen med maskinell utrustning att mätvärden registreras och att belastningen under vridning alltid ligger mellan 0,85 och 1,15 kN.
- Jämför kontinuerligt att antalet sondstänger överensstämmer med det sonderingsdjup som noterats i protokollet eller som registrerats på datalogger.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

PROTOKOLL

På sonderingsprotokoll från viktsondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Sonderingsmotståndet angivet som belastning i kN (stegvis) på sondstängerna för att sonden ska sjunka. Den nivå där belastningsändring gjorts markeras med ett streck. Vid vridning antecknas antal halvvarv per 0,2 m sjunkning.
- Bedömd typ av sondstopp.
- Fältgeoteknikerns bedömning av jordart på olika djup.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning

FÖRETAG

SONDERINGSPROTOKOLL: Vim / Sib / HFA / Jb

Uppdragsnummer		Punktnummer		Datum		Blad		
4652149		7:9		27/9-95				
Uppdragsnamn		Metod	Ref. yta	Marknivå/Ref.nivå	Sign.			
Fält handbok		Vim	My	+10.00	UE			
Punktklass		Maskin	Förboring (typ)		Djup (m)			
		Geotech 402	—		—			
		Borrhämmare	Stänger		φ22			
		Borrhänsa	Spolning					
Djup	Vikt	0,2	0,4	0,6	0,8	0	Prov	Anmärkning
0	Sp	8	8	6	7			
1,0	1	5	6	3	0	0		
2	2	0	0	0	0	0		
1,0	3	0	0	0	0	0		
0,75	4	0	0	0	0	0		
0,25	5	0	6	13	28	19		
0,35	6	25	12	32	58	76		
1,0	7	84	92	104	123	180		
8								
8								
10								
11								
12								
13								
14								
16								

Fig 7:9 Exempel på protokoll från viktsondering.

HEJARSONDERING

ALLMÄNT

Vid hejarsondering slås en konad cylindrisk sondspets ned i jorden med en frifallshejare. Slagenergin överförs till sondstängerna via en slagdyna med mellanlägg. Antalet slag för varje 0,2 meters sjunkning protokollförs.

Hejarsondering används huvudsakligen i grovkornig jord, morän och sådan lermorän där CPT-sond, totaltrycksond eller viktsond inte kan drivas ned samt för bestämning av sannolikt stopp för spetsburna pälår.

UTRUSTNING

Utrustning för hejarsondering består av följande huvuddelar:

- Sondspets
- Sondstänger med slagdyna, styrrör och mellanlägg
- Neddrivningsutrustning

Sondspetsen är cylindrisk med diameter 45 mm $\pm 0,2$ mm. Spetsen har en konisk nedre ände med spetsvinkeln 90° . Den cylindriska delen är 90 mm.

Sondstängerna har 32 mm diameter. Krökningen får inte överstiga 2 mm/m närmast spetsen och 4 mm/m på övriga delar.

Slagdynan ska vara ordentligt fäst vid sondstängerna. Slagdynan ska väga mellan 10 och 15 kg och diametern ska vara minst 100 mm och inte överstiga hejarens diameter. Den sammanlagda vikten av slagdyna och styrrör får inte överstiga 30 kg.

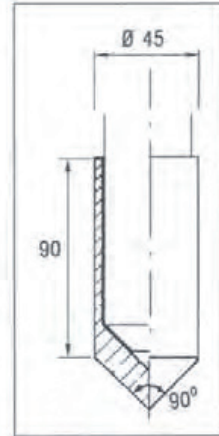


Fig 7:10 Konstruktion av hejarsondspets.



Fig 7:11 Hejarsondillsats monterad på borrhvagn Geotech.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Neddrivning görs med frifallshejare monterad i en så kallad hejarbock eller på en borravn. Hejarens massa ska vara $63,5 \pm 0,5$ kg och förhållandet mellan längd och diameter ska vara 1 à 2. Hejaren skall löpa på styrröret genom ett axiellt hål vars diameter är 3-4 mm större än styrrörets diameter. Fallhöjden skall vara $50 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$.

Vid sonderingen används dämpande mellanlägg som tillsammans med hejare och fallhöjd enligt ovan ger en stötvågskraft på 50-60 kN i sondstängens. Mellanläggen kan bestå av två st 2 mm uretångummi (Trelleborgs kvalitet 4013), 120 mm i ytterdiameter och försett med ett 35 mm hål.

Antalet slag på sonden mäts med mekaniska eller elektriska mätvärdesgivare eller räknas manuellt. Sonderingsdjupet mäts med elektriska eller mekaniska djupvärdesgivare eller läses av mot markeringar på neddrivningsutrustningens gejder eller på sondstängerna.



Fig 7:12 Detalj av hejare och slagdyna. Notera mellanläggen på slagdynan.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kontrollera att sondspetsen inte är nedsliten. Om så är fallet ska den bytas ut.
- Kontrollera att sondstängerna är raka
- Se till att mellanläggen är hela och att några finns i reserv

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

UTFÖRANDE

1. Montera neddrivningsutrustning med sondstängerna i lod. Utrustningen skall vara stumt understöttad. Fäst slagdynan med styrrör och två dämpande mellanlägg på sondstäng. *Montering*
2. Starta motorn och lyft hejaren 0,5 m. Slå ner sonden med konstant slaghastighet. Rekommenderad slaghastighet är 30 slag/minut, men kan väljas i intervallet 20-60 slag/minut. I lerjord skall slaghastigheten dock ej överstiga 30 slag/minut. *Slagning*
3. Under neddrivningen vrids sonden normalt 2 varv per 0,2 m sjunkning. Om sonderingsmotståndet är mindre än 5 slag per 0,2 m behöver sonden inte vridas annat än vid påskärning av ny sondstäng. *Vridning*

När sonderingsmotståndet är större än 50 slag per 0,2 m, vrids stängen 2 varv efter vart 50:e slag. Sondstäng får inte vridas i själva slagögonblicket.

Mät vridmomentet med momentnyckel vid varje skarvtillfälle, dvs varje eller varannan meter. *Mät vridmomentet*

4. Sondering utförs till "fast botten" eller till förbestämt sonderingsdjup som bestäms i samband med uppdragsgenomgången. *"Fast botten"*

"Fast botten" anses nådd då maximalt 3 cm sjunkning erhållits för vardera 3 stoppslagningsserier om 50 slag med hejaren eller då mer än 200 slag erfordras för vardera 5 på varandra följande 0,2 m intervall och med ökande fasthet med djupet.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING

- Kontrollera kontinuerligt under sonderingen att vridmomentet inte ökar drastiskt. Detta är en indikation på att sonden går snett och sonderingen kan behöva avbrytas.
- Jämför kontinuerligt att antalet sondstänger överensstämmer med det sonderingsdjup som noterats i protokollet eller som registrerats på datalogger.
- Studera om hejaren studsar vid stoppslagning - i så fall sker stoppet sannolikt mot berg eller block.

PROTOKOLL

På sonderingsprotokoll från hejarsondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Sonderingsmotståndet angivet som antalet slag för varje 0.2 meters sjunkning.
- Vridmomentet vid rotation av sondstängerna vid varje skarvtillfälle.
- Sjunkning under stoppslagningsserierna angivet som sjunkning (cm) per 50 slag.
- Bedömd typ av sondstopp.
- Fältgeoteknikerns bedömning av jordart på olika djup.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning exempelvis avbrott längre än 5 minuter eller om sonden inte kunnat roteras.

FÖRETAG

SONDERINGSPROTOKOLL: Vm / SIB / MIA / JB

Uppdragsnummer	Postnummer	Datum	Blad			
4652149	7113	27/9-95				
Uppdragsnamn	Beställare	Ref. nr	Markförhållande			
Fälthandbol	HFA	M4	+10.00			
Postkod	Geoteknik	Skjutning (cm)	Stav (m)			
7113	Geoteknik					
1.6	bedömd typ		32			
Skjutning	Skjutning	Skjutning	Skjutning			
Djup (m)	0.2	0.4	0.6	0.8	Skjutning	Anmärkning
0	2	2	2	2		
1	2	1	1	0		15 Nm
2	0	0	0	0		
3	0	0	0	0		
4	4	9	12	8		25 Nm
5	12	9	14	8		
6	42	53	58	21		60 Nm
7	180/5		74	210		7.10 (2)▲
8						Stopp
9						50/3
10						50/2
11						50/0
12						
13						
14						
15						

Fig 7.13 Exempel på protokoll från hejarsondering.

SLAGSONDERING

ALLMÄNT

Vid slagsondering drivs sondstänger ner i jorden med en slagmaskin. Nedslagningsdjupet och bedömd jordart på olika djup protokollförs.

Slagsondering används för att kontrollera så kallat "bergfritt djup" det vill säga en övre gräns för högsta möjliga bergnivå. Ibland används slagsond för att kontrollera "fast botten" från viktsondering eller för att tränga igenom fastare skikt till exempel fyllning eller tjäle.

UTRUSTNING

Utrustning för slagsondering består av följande huvuddelar:

- Sondstänger med sondspets
- Neddrivningsutrustning

25 mm sondstänger eller 44 mm geostänger används. Spetsar finns i olika utformning och har lika stor eller större diameter än stängerna. Förstorad spets rekommenderas för att rymma upp hålet och minska mantelfriktionen. Spetsen bör vara lös för att underlätta uppdragning.

Sondstängerna drivs ned med bensindrivna slagmaskin, till exempel Cobra eller Pionjär, eller med hydraulisk slagmaskin. Borrmaskinen förses med bornacke och sondstängen med slagstykke.



Fig 7:14 Borravn utrustad för slagsondering med slaghammare och slagstykke.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

UTFÖRANDE

1. Skruva på ett slagstycke på sondstängen och sätt en spets på stängen.
2. Sätt slagmaskinen på sondstängen och starta nedslagningen samtidigt som maskinen (eller sondstängerna) sakta vrids runt. Vid användning av borrvagn är det viktigt att stängerna är i linje med hammarens riktning. Avvikelse gör att stor del av slageffekten försvinner.
4. Sonderingen avbryts när avsett djup uppnåts eller vid stopp. Arten av stopp skall kunna bedömas.

Avslutning

PROTOKOLL

På sonderingsprotokoll från slagsondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Uppnått sonderingsdjup
- Bedömd typ av sondstopp
- De bedömningar av jordlagrens beskaffenhet som görs under neddrivningen av sonden. Den nivå där jordartsgräns bedöms finnas markeras med ett streck.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning till exempel om stänger krökts.

FÖRETAG

SONDERINGSPROTOKOLL: Vinn / Stb / HFA / Jb

Uppdragsnummer 4652149	Funktionsnr 7:15	Datum 27/9-95	Blad
Uppdragsnamn Fälthandbok	Metod S/Sp	Ref. yta My	Marknivå/Referens +10.00
Funktioner	Maskin Pionjär	Följningstyp —	Spis (m) —
	Borrhansare	Längd ±25	
	Borrhörs	Typning	

Pipe Vinn	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	Prov Jordart	Avslutning
1							
2							
3							
4							3.2 m
5							4.5 m (NA)
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Fig 7:15 Exempel på protokoll från slagsondering.

SPT-SONDERING

ALLMÄNT

SPT-sondering är en kombination av dynamisk sondering och provtagning. Sonderingsmotståndet bestäms punktvis på varje provtagningsnivå, normalt en gång per meter eller varannan meter. Vid sonderingen används en sondspets som samtidigt är en delbar provtagare. Sondspetsen/provtagaren slås ner med en frifallshejare i botten av ett förborrat borrhål. Antalet slag för 0,3 meters sjunkning protokollförs.

SPT-sondering används huvudsakligen i friktionsjordar och lermorän för bestämning av jords relativa fasthet och för upptagning av prov.

UTRUSTNING

Utrustning för SPT-sondering består av följande huvuddelar:

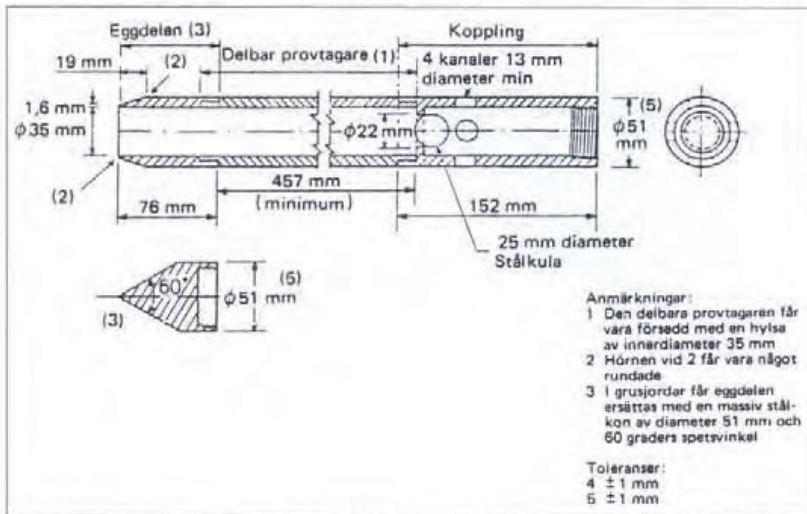


Fig 7:16 Konstruktion av sondspets till SPT.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

- Sondspets (provtagare)
- Sondstänger med slagdyna, styrrör och mellanlägg
- Borrutrustning för håltagning
- Neddrivningsutrustning

Borrningen (håltagning) kan utföras som augerborrning. Om hålet inte är stabilt används foderrör eller tung borrvätska.

Sondspetsens (provtagarens) egg är av härdat stål med innerdiameter $35 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Eggen får inte vara skadad eller vara större än provtagarens diameter. I mycket fast jord får eggen ersättas med en massiv stälkon, $51 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ och spetsvinkel 60° .

Sondspetsens (provtagarens) mellandel är delbar och kan i visst utförande försees med en hylsa med innerdiameter 35 mm . I kopplingen mellan spetsen och sondstängerna sitter en backventil som ser till att vatten och luft kan tränga ut under neddrivningen, men stängs då provtagaren dras upp. Detta förhindrar att vattnet eller borrvätskan trycker ut provet.

I Sverige används normalt sondstänger med ytterdiameter 42 mm (standard-kolvborrör) eller hejarsondstänger med ytterdiameter 32 mm . Om borrhålet är djupare än 15 m ska borrstängerna stötas i sidled på var tredje meter.

Neddrivning görs med frifallshejare monterad i en så kallad hejarbock eller på borrvagn. Hejarens massa ska vara $63,5 \pm 0,5 \text{ kg}$ massa och slagen skall överföras till sondstängerna via en fast monterad slagdyna. Fallhöjden skall vara $76 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$. Friktionen mellan hejare och styranordning får inte reducera slagenergin hos den fritt fallande hejaren.

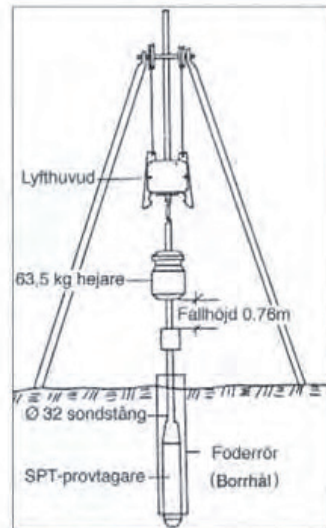


Fig 7:17 Princip för SPT-sondering

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kontrollera att sondstänger till sonderingen är raka.
- Kontrollera att sondspetsen (provtagaren) är ren och kan tas isär samt att eventuella provhylsor är hela och rena.

UTFÖRANDE

1. Förborra ett hål med maximal diameter 150 mm med augerborr eller foderrör. Rensa borrhålet noggrant ner till provtagningsnivån utan att jorden där störs.

Vattennivån ska under hela borringen hållas vid eller helst något över grundvattennivån så att inte uppluckring av jorden vid provtagningsnivån sker. Alternativt kan foderrörborring utföras eller kan tung borrvätska användas för stabilisering av borrhålet.

2. Dra upp borren långsamt så att jorden vid försök-nivån inte luckras upp före neddrivning av provtagaren.
3. Sätt samman sondspetsen (provtagaren) och montera den på sondstängan. Sänk ner sonden till borrhålets botten. Gänga fast en slagdyna på sondstängan. Sondspetsen slås ned i två steg enligt följande:

- 4a. **Förslagning.** Slå först ned sondspetsen (provtagaren) 0,15 m (inklusive sjunkning till följd av egen-vikt) under borrhålets botten. Om 0,15 m nedträngning inte kan åstadkommas efter 50 slag, avbryts förslagningen och nedträngningen efter 50 slag noteras.

- 4b. **Sondering.** Slå ned sondspetsen (provtagaren) ytterligare 0,30 m i två serier om 0,15 m. Anteckna antalet slag för att åstadkomma varje ytterligare 0,15 m nedträngning.

5. Sonderingen avbryts om nedträngningen efter 50 slag (eller 100 slag om massiv kon används) är mindre än 0,30 m.

6. Borrstängerna dras upp utan vibrationer i sondstängan eftersom dessa kan medföra att provet skakas ut.

7. Provtagaren öppnas och provet tas ut och läggs i lufttät behållare. Denna förses med lock och etikett.

Förborra

Vattennivå i hålet över grundvattennivån

Sänk ner sonden

Förslagning 15 cm

Sondering 15 + 15 cm

Sondstopp

Ta hand om jordprovet

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING

- Kontrollera håltagningen så att jorden under hålbotten ej störs. Om tendenser till bottenuppluckring märks skall vatten fyllas på i hålet och hållas över grundvattentans nivå.
- Se till att vakuum under borren ej uppstår vid upplyftning.

PROTOKOLL

På protokoll från SPT-sondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Typ av sondspets (delbar eller massiv).
- Borrhålets eller foderrörets storlek och neddrivningssätt
- Antal slag för att åstadkomma varje 0,15 meters nedträngning och de nivåer mellan vilka sonderingsmotståndet bestämts.
- Vattnets eller borrvätskans nivå i borrhålet efter nedsättning av provtagaren (vid varje provnivå).
- Preliminär benämning av det upptagna jordprovet.
- Anmärkning av betydelse för tolkning.

FÖRETAG SPT
SONDERINGSPROTOKOLL: Vm+Blr+Hm+Pdr

Uppdragsnummer	Punktnummer	Datum	Blad			
4652149	717	951201				
Uppdragsnamn	Metod	Ref. sta	Marknivå/motstånd			
Fälthandbok	SPT	Mg	+10.00			
Punktnummer	Maskin	Förborring (typ)	Öppn (m)			
717		Odex 72				
	Borrhålets diameter	Stänger				
	Benämning Spets & Delbar	Spjån				
		Vatten				
Över vatt	0,2	0,4	0,6	0,8	Provsöndat	Årskänning
10						
11						
12						
13						
14	8	10	12	slag/15cm	sa	Prov 1 Vg 1m um.
15	22	31	30	slag/15cm	sa	Prov 2 Vg 1m um.
16	16	19	26	slag/15cm	si	Prov 3 Vg 1,5m um.
17						
18	19	30	42	slag/15cm	saGr	Prov 4 Vg 1,5m um.
19	40	42	45	slag/15cm	Hn	Prov 5 Vg 1,5m um.
20						13.2m Berg
21						
22						
23						

Fig 7:18 Exempel på protokoll från SPT.

JORD-BERGSONDERING

ALLMÄNT

Jord-bergsondering utförs med tryckluft- eller hydrauldrivna bergborrmaskiner, bergborrstänger, bergborrkronor och ibland även foderrör. Vid sonderingen mäts bormotståndet, normalt som sekunder per 0,2 m sjunkning. Sonderingen utförs med spolning med luft, vatten eller borrhväska.

Jord-bergsonderingen används för att bestämma gränsen mellan jord och berg. Den används också för att bestämma blockförekomst i jord och förekomst av sprickor eller krosszoner i berg. Alla bestämningar grundas på borrarrens mätningar, bedömningar och erfarenhet samt på uppspolat borkkax.

Olika typer av bormaskiner, med olika slagenergi, matningstryck och borkkronor, används till jord-bergsondering vilket gör det svårt att jämföra resultaten. En väsentlig förbättring uppnås om ytterligare borkparametrar mäts under borrhningen. System för mätning och registrering av:

- Sjunkningshastighet
- Matningstryck
- Rotationshastighet
- Vridmoment
- Spoltryck
- Spolflöde

finns på marknaden som tillbehörsutrustning till olika bormaskiner (MWD). Ett förslag till standard i tre klasser för jordbergsondering, bland annat innehållande MWD, utarbetas för närvarande (1995) av en arbetsgrupp inom SGF:s fältkommitté.



Fig 7:19 Hydraulisk Jb-maskin (Geotech 604) med vattenpump för spolning.

UTRUSTNING

Utrustning för konventionell jordbergsondering utan MWD består av följande huvuddelar:

- Borrstänger med borrkrona och slagnacke
- Luftdriven eller hydraulisk borrhämmare (topphämmare) och rotationsmotor
- Borrsvagn med hydraulpump eller kompressor
- Spolustrustning för luft-, vatten- eller borrvätska



Fig 7:20 Tryckluftdriven bormaskin (Roc 601) med 20m³ kompressor för drivning och spolning.

Hur kraftig borrustrustning som behövs vid en fältundersökning beror bland annat på jordlagrens fasthet och mäktighet, om foderrörsborrning behövs samt på önskvärd upplösning (känslighet). Borrhämmare som ger snabbare borrsjunkning i berg än 20 sekunder per 0,2 meter (mer än 0,6 meter per minut) liksom sänkborrhämmare bör ej användas för jordbergsondering eftersom känsligheten blir för låg.

Jordbergsondering utförs med spolning för att transportera upp borkax genom borrhålet. Spolning kan ske genom maskinen eller genom en svivel på borrstångens övre del. Vatten- och tjockspolning fordrar en tillsatspump.



Fig 7:21 Hydraulisk bormaskin (Klenm 806) med kompressor för luftspolning. Används för borring till stora djup och drivning av grova foderrör.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

Normalt används bergborrstål R32 (1 1/4 tum), R38 (1 1/2 tum) eller Geostång 44 mm. Till stora hydraulhammare används även T45. De vanligaste borrkronorna är stift- eller fyr-skärs-kronor med 51, 57 eller 64 mm diameter. Till stora hydraulhammare används även 76 mm borrkronor. Stiftborrkronor ger normalt större sjunkningshastighet men mindre upplösning än fyrskärs-kronor.

Ljuddämpad kompressor och hammare, liksom anordningar för uppsamling eller bortledning av borkax och damm, skall användas.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Välj borrrustning med hänsyn till borrhållandena:
 - Bentonitspolning eller foderrör används i friktionsjordar där borrhålen tenderar att rasa in.
 - Foderrör används genom fyllning eller annan svärborrad jord och där andra undersökningsmetoder skall användas.
- Om MWD mätning skall göras, med registrering av borrarparametrar på datalogger, skall kontrolleras att kalibrering av mätvärdesgivare är utförd enligt företagets kvalitets-system.

UTFÖRANDE

- | | |
|--|---|
| <p>1a. Börja borrhningen med enbart spolning och slag. Matningskraften bör hållas låg i början och så konstant som möjligt.</p> | <p><i>Spolning + slag
+ matning</i></p> |
| <p>1b. När borrkronan inte sjunker genom enbart slag tillgräps rotation. Reglera om möjligt slagen så att bedömningen av vilket material kronan går igenom underlättas.</p> | <p><i>+ rotation</i></p> |
| <p>1c. Spoltrycket skall hållas så lågt som möjligt vid borrhning i jord. Alltför högt tryck kan medföra att omgivande jord spolats bort och marksättningar uppstår runt undersökningspunkten.</p> | <p><i>Spoltryck så lågt
som möjligt</i></p> |

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

2. Under sonderingen skall fältgeoteknikern mäta och notera sjunkningshastigheten och, utgående från känslintryck, bedöma jordart samt sprickighet samt svaghetszoner i berg. Om datalogger används för lagring av borrhdata bör dessa uppgifter noteras i manuellt protokoll.
3. Vid bormning i berg skall matningstryck, rotationshastighet och hammartryck vara ställda så att 30 till 60 sekunders sjunkningshastighet per 0,2 meter erhålls.
4. Om det råder tveksamhet om borkronan arbetar i berg eller jord kan rotationen stoppas. Om kronan sjunker för enbart slag befinner den sig sannolikt i jord.
5. Jord-bergssondering avbryts vid följande djup, om inte annat överenskommit i samband med uppdragsgenomgången vid fältarbetets start:
 - Vid normal kontroll av bergnivå för hus, ledningar, vägar och järnvägar avbryts sonderingen efter 3 meters bormning i berg.
 - Vid kontroll av bergnivå för broar, speciella huskonstruktioner och underjordsanläggningar avbryts sonderingen efter 5 meters bormning i berg.

*Fältgeoteknikerns
erfarenhet*

- Resultatets kvalitet

Bormning i berg

Jord eller berg?

Sondstopp

-3m i berg

-5m i berg

KONTROLLPUNKTER UNDER SONDERING

- Bevaka:
 - sjunkningshastigheten och notera förändringar,
 - oregelbundenheter i drivningen såsom svårigheter att rotera, ojämn sjunkning, att sonden "hugger" med mera,
 - spolningsfunktionen så att inte spolhålen i borkronan täpps till,
 - typ av borkax,
- Kontrollera att matningstrycket hålls konstant.

Kapitel 7 – Sonderingsmetoder

PROTOKOLL

På protokoll från jord-bergsondering skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Typ av bormaskin.
- Storlek och typ av borkrona.
- Storlek och typ av foderrör.
- Bedömning av jordart vid jordborrning.
- Genomborrade block skal enligt ritade.
- Sjunkningshastighet vid bergborrning angiven som sek / 0,2 meter borrning.
- Bedömning av sprickor vid bergborrning med följande beteckningar:
 - + ej märkbara sprickor (jämn sjunkning)
 - 0 sprickigt berg (sonden "hugger")
 - mycket sprickigt berg (svårigheter att rotera, sonden "hugger" hela tiden)
 - slag i berget (fri sjunkning, mått och nivå noteras)
- Anmärkningar av betydelse för tolkning.

FORETAG

SONDERINGSPROTOKOLL: Vim / Sib / HFA / Jb

Uppdragsnummer	Funktionsnr	Datum	Blad
4652149	7:22	27/9-95	
Uppdragsnamn	Mått	Ref. vis	Måttnivå/Ref.nivå
Fältthandbok	Jb	M4	+10,00
Stagn.			VE
Funktionsnr	Maskin	Färborrning (typ)	Djup (m)
7:22 NA	Roc 601	—	—
✗ 20,3 m ↓ beslinje	Bortsmårens nr	Stånger	
	BBE 57	R38	
	Borkrona	Spolning	
	Fyrskär φ51	Luft	
Djup (m)	0,2	0,4	0,6
Vår			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19	25	20	10 30
20	30	35	30 25
21	30	25	30 15 30
22	30	25	30 35 30
23	35	40	30 30 25
24			
25			

5cm

Fig 7:22 Exempel på protokoll från jord-bergsondering.

8. PROVTAGNINGSMETODER

Upptagning av jordprover för laboratorieundersökningar erfordras som regel för att jordlagerföljden skall kunna bestämmas och för att bestämma jordens egenskaper. Kvalitetsmässigt kan provtagningsmetoderna indelas i följande provtagning:

- *ostörd*, orörd jordlagerföljd och bibehållna mekaniska egenskaper.
- *störd*, orörd jordlagerföljd men förändrade mekaniska egenskaper.
- *omrörd*, förändrad jordlagerföljd och förändrade mekaniska egenskaper.

Kvalitetsindelning

Vilken kvalitet som skall användas bestäms av ändamålet med provtagningen och av jord- och grundvattenförhållandena på platsen. För *klassificering* kan störd eller omrörd provtagning användas. För bestämning av *hållfasthets- och deformationsegenskaper* på laboratoriet fordras ostörd provtagning. I friktionsjord kan normalt ej ostörd provtagning utföras varför laboratorieförsök måste göras på omrörda och inpackade prover.

HANTERING AV JORDPROVER

ALLMÄNT

Upptagna prover skall hanteras med försiktighet så att jordens egenskaper och struktur inte förändras efter provtagningen. För att skydda proverna skall förpackning ske i vattentäta och lufttäta påsar eller provhylsor. Proverna skall förpackas direkt vid själva provtagningen och *märkas samt preliminärbenämnas*. Till varje provtagningspunkt skall även ett *provtagningsprotokoll* upprättas. Detta skall innehålla obligatoriska uppgifter enligt kapitel I samt metodspecifika uppgifter enligt följande avsnitt. Originalprotokollet skall bifogas proverna till laboratoriet. Kopia av protokollet skall lämnas till ansvarig geotekniker vid uppdragsgenomgången. En kopia behålls av fältgeoteknikern.

På arbetsplatsen bör emballerade prover sommartid förvaras under vatten i hink eller i ett dike. Om risk föreligger att emballaget inte är tätt bör proverna hållas fuktiga med våta trasor eller dylikt och placeras på skuggigt ställe. Ostörda prover bör efter arbetsdagen *förvaras svalt men ej kallt*.

Förvaring

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

Proverna skall transporteras till laboratorium så snabbt som möjligt eftersom jordens egenskaper kan förändras med tiden. Proverna skall **skyddas mot uttorkning och frysning**. De får inte utsättas för hög värme eller frost, varken på arbetsplatsen eller under transporten.

Transport

OSTÖRDA PROVER (KOLVPROVER)

De upptagna proverna förses omedelbart med mellanlägg av plast i ändarna och **tätslutande lock** sätts på.

Förpackning

Proverna skall handhas med största omsorg och får **inte utsättas för stötar eller vibrationer**. Under transport skall speciella transportlådor användas, som är isolerade och även dämpar vibrationer. Lådorna bör vid transport ställas på vibrationsdämpande underlag, till exempel skumplast. Om jorden bedöms högsensitiv eller kvick eller består av löst lagrad silt eller finsand bör proverna inte sändas med allmän transport utan fraktas i lådan på ett mjukt säte i bil.

Hantering av transportlådor

Proverna placeras i den ordning i lådan som visas på provtagningsprotokollet. Inget tomt utrymme får lämnas i lådorna under transport. Om inte tillräckligt många prover tagits för att fylla en låda skall återstående utrymme fyllas med de tomma provhylsor som levererats med lådan.

Placering av provhylsor i transportlådor

STÖRDA OCH OMRÖRDA PROVER

Prover som skall sändas till laboratoriet skall paketeras i dubbla plastpåsar med fast etikett. Därvid läggs **varje provnivå i separata påsar** inuti en yttre påse för varje provtagningspunkt. För att minska oxidation av proven bör onödigt luft pressas ut innan påsarna tillsluts. De inre påsarna läggs i den ordning som visas på provtagningsprotokollet och märks med provpunkt, nummer, nivå och preliminär benämning.

Förpackning

ERFORDERLIG PROVMÄNGD

Erforderlig provmängd beror av vilken typ av laboratorieundersökning som skall utföras på provet. För erforderlig provmängd hänvisas till gällande svensk standard för respektive laboratoriemetod. I nedanstående tabell anges provmängden för några av de vanligaste laboratorieundersökningarna.

Tabell 8:1 Erforderlig provmängd för laboratorieanalys.

Laboratorieundersökning	Jordart			
	Lera	Silt	Sand	Grus Morän
Vattenkvot	10-30g	10-30g	100-200g	>500g
Densitet - kompakt - skrym	20g 1 hylsa	20g 1 hylsa	50g	50g
Konflytgräns	100g	100g		
Siktning	200g- 500g	200g- 500g	200g- 500g	0,5kg- 15kg

GÄLLANDE STANDARD

Följande standard gäller 1995:

- Kolvprovtagning
SGF standard 1961. Såväl kolvprovtagarna St I som St II uppfyller den av SGF antagna standarden.

KOLVPROVTAGARE

ALLMÄNT

Vid kolvprovtagning stansas ett *ostört jordprov* ut genom att en cylindrisk provtagare pressas ned i jorden. Det utstansade provet har en diameter på 50 mm och totala stanslängden är 700 mm.

Under neddrivning av cylindern till provtagningsnivån täpps öppningen i cylindern till av en inre kolv. Vid provtagnings början låses kolven och hålls kvar på ursprunglig nivå medan cylindern pressas vidare och stansar ut jordprovet som fyller tre provhylsor inuti cylindern.

Kolvprovtagning skall alltid inledas utan att slutare monteras i kolvprovtagaren. I vissa fall, tex i siltig jord, kan det dock vara nödvändigt att använda slutare för att hålla kvar provet i cylindern. Användningen av slutare skall dock begränsas på grund av ökad störning av provet.

Kolvprovtagning lämpar sig framför allt för provtagning i lera och gyttja, men prover med god kvalitet kan även erhållas i silt och finsand, speciellt om dessa innehåller lera eller organisk jord.

Två typer av kolvprovtagare används i Sverige, *St I och St II*. De är i huvudsak likvärdiga beträffande provkvalitet. Provtagare St II är dock bättre för fast lera och vid provtagning från t ex flotte, eftersom den inte nödvändigtvis måste fixeras vid borrhjulen. Genom dess konstruktion får man också en jämnare utstansning av provet, vilket är till fördel för provkvaliteten.

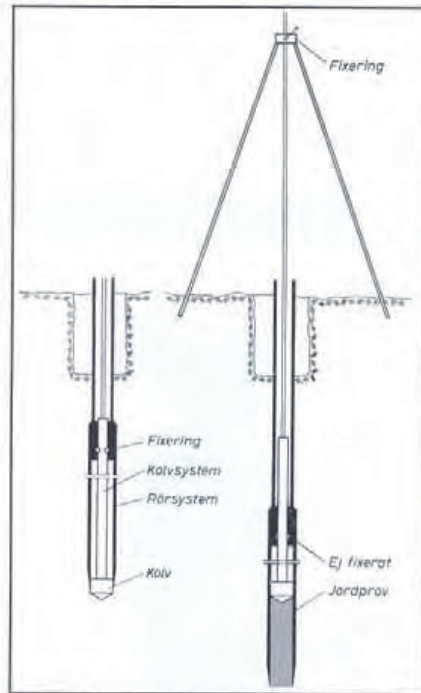


Fig 8:1 Princip för kolvprovtagning.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

UTRUSTNING

Kolvprovtagaren är nertill försedd med ett skär (egg) som måste hållas vass och oskadad. Inuti provtagaren finns tre stycken provhylsor, i vilka jordprovet samlas, samt två korta ändhylsor. Provhylsorna är företrädesvis av armerad plast och skall vara numererade 5 cm från ena änden.

St I

Kolvstängens utgörs av ett rör med radiella hål så att luft och vatten ovanför kolven kan avgå uppåt.

De båda korta ändhylsorna är av mässing. Den övre hylsan kan vara försedd med spärrtungor och är då tillverkad av stål. Spärrtungans funktion är att hålla hylsan vid kolven under uttryckningen av provhylsorna. Skillnaden mellan provhylsans och eggens innerdiametrar (inre släppning) skall vara 0,2 mm.

Låset består av fyra härdade stålkulor som av låskolven fixeras i ett spår i en härdad kulring. Låskolven pressas nedåt av en fjäder och hindrar låset att öppna sig. När kolven dragits upp i sitt översta läge kan kulorna röra sig inåt varvid rörsystemet frigörs.

Bromsen består av fyra bromsbackar som hålls samman av en fjäder, sex tallriksfjädrar och en spännmutter. Backarna pressas mot kolvstängens med hjälp av en spännmutter och tallriksfjädrar. Med spännmuttern kan bromskraften ställas in mellan några tiotal N och ca 2 kN (200kp). Bromskraften skall ökas efter behov och djup.

Förlängningsrören och kopplingarna till St I har en utvärdig diameter på 42 mm. Även andra rör kan användas dock måste ytterdiametern vara mindre än 50 mm.

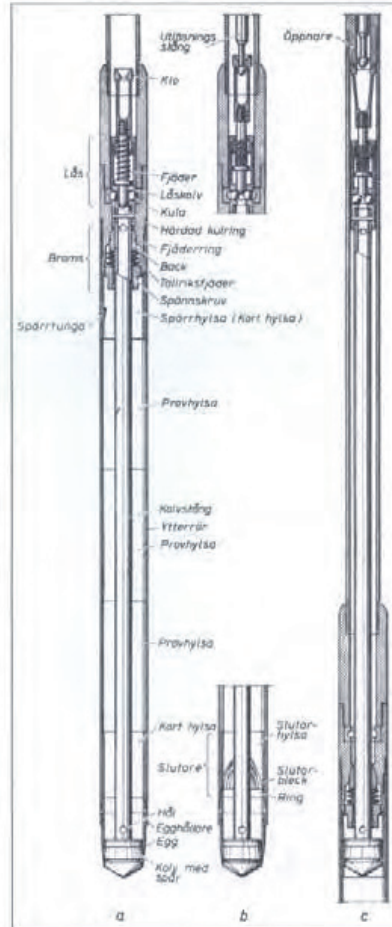


Fig 8:2 Konstruktion av kolvprovtagare St I.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

St II

St II skiljer sig från St I genom att utstansningen av provet görs genom att rotera stängsystemet 70 varv. Vid provtagning i mycket lös jord kan en vinge monteras på provtagaren för att förhindra att den roterar med stängsystemet.

Kolvborr St II är konstruerad för förlängningsrör med utvändig diameter 32 mm. Mått och dimensioner i övrigt motsvarar de på St I.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kontrollera att utrustningen och hylsor är hela och rena samt att dimensionen ligger inom godkänd tolerans (enligt kolvborrnormen).
- Kontrollera att eggen inte är skadad
- Kontrollera att kolven kan lösgöras med normal kraft (St I).
- Kontrollera att antalet varv för att hylsmanteln skall skjutas ut till full stanslängd är 70 (St II).

UTFÖRANDE

Föberedelser St I

Kontrollera bromsen och sätt i provhylsorna innan arbetets start enligt följande:

1. Skruva av egg och ytterrör. För därefter in utlösningsstängningen, så att den grips av klön och dra växelvis i kolven och stängningen för att kontrollera att bromsbackarna börjar göra motstånd på kolvstängningen. Normalt behövs sedan ytterligare ett halvt varvs ansättning av skruven för att få lämplig bromsverkan.

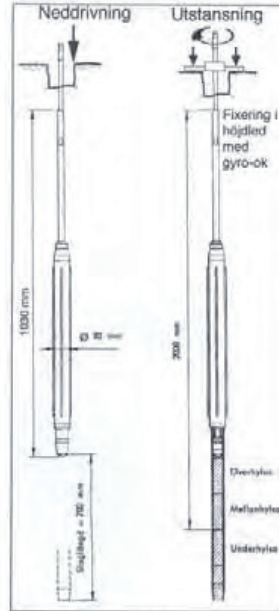


Fig 8:3 Princip för kolvprovtagare St II.

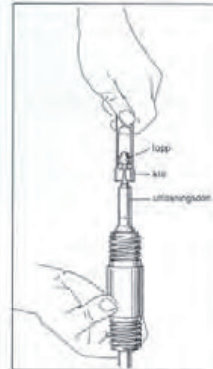


Fig 8:4 Kontroll av låsanordning mellan tapp och klo.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

2. Lösgör utlösningstången genom att dra upp kolven i sitt översta läget och frigör försiktigt utlösningstången från klon. Dra sedan kolven till sitt nedersta läge och kontrollera att låskolvorna fallit in i sina spår genom att försöka trycka kolven tillbaka. Se till att kolvpackningen är tät så att inte vatten kan rinna in och spola ur provet (gäller provtagning under vatten).
3. Sätt ihop utrustningen genom att skruva på ytterröret och övergångsröret. Sätt in hylsorna i ytterröret, först en övre kort, därefter tre provhylsor samt slutligen en nedre kort. Skruva på eggen för hand. Om detta inte är möjligt skall handnyckel användas, *inte rörtång*.
4. Om slutare skall användas (obs, prova först utan) monteras en speciell slutarhylsa istället för den nedre korta hylsan. Skjut in slutarhylsan i ytterröret så att 1 à 2 cm sticker ut och trä slutarringen över kolven. Läg därefter ett slutarbleck runt ringen med tungorna inåt ytterröret. För slutarhylsan tillbaka så att blecket kläms fast mellan ringen och hylsan och sätt slutligen in slutaren i ytterröret.



Fig 8:5 Provhylsorna placeras i kolvprovtagaren med numren uppåt och i stigande nummerordning uppifrån och ned.

Förberedelser St II

Vrid utlösningssveven medurs, vilket medför att hylsmanteln återgår i ytterhuset och spetsen är klar för insättning av provhylsor.

1. Skruva av skäreppen och kläm ner spärringen i spåret. Trä en halvhylsa över spetsen och skjut fram den så långt att den håller spärringen nedpressad. Skjut in halva hylslängden över denna ring.

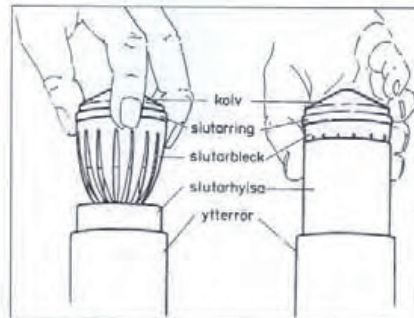


Fig 8:6 Montering av slutare vid behov.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

2. För in provhylsorna på samma sätt så att spärringen fortfarande nedpressad kan passeras av de tre provhylsorna och den nedre korta. Montera skärebben.
3. Om slutare skall användas (obs, prova först utan) monteras en speciell slutarhylsa istället för den nedre korta hylsan. I slutarhylsan placeras dessutom en montagehylsa.

Neddrivning

Neddrivning utförs idag övervägande med borrhavn men manuella vev- och kedjedomkrafter finns för speciella tillfällen. Neddrivning skall, de närmaste 2 metrarna över provtagningsnivån, göras långsamt. Maximal hastighet 2 m/min:

Provtagningsdjupet räknas från markytan eller annan referensnivå till överänden av den nedersta hela provhylsan i läget efter utstansning. Vid provtagning på jämna meterdjup påbörjas utstansningen då överänden av en skarv befinner sig 20 cm över referensnivån. Önskas prov på jämna halvmetrar skall skarven befinna sig 70 cm över referensnivån (om ordinarie slängsystem med 1 m rör används).

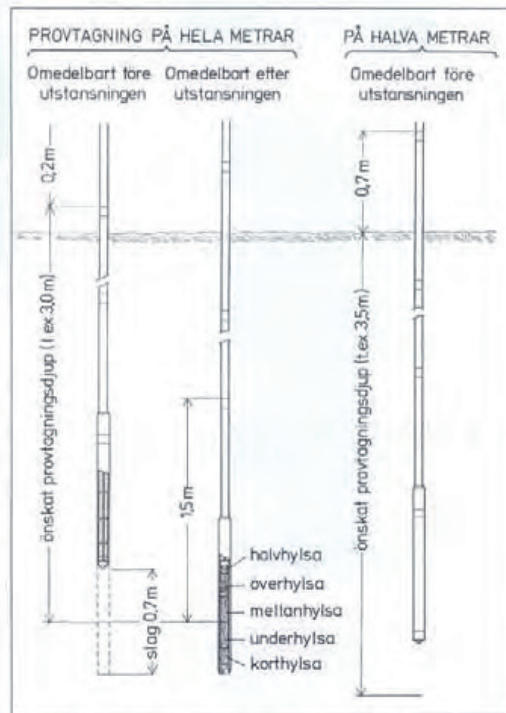


Fig 8:7 Mått vid provtagning på hela och halva metrarna.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

Provtagning St I

1. Sänk ner utlösningstången i förlängningsröret tills klon griper kring kopplingskonan. Sträck därefter kedjan (eller vajern) till utlösningstången och dra uppåt ca 20 mm så att fjädern i låset trycks ihop. Lås kedjan eller vajern med låsanordningen på borrställningen.
2. Driv ner förlängningsröret så att provet stansas ut. Utstansning av provet bör ske med jämn och långsam hastighet, ca 1 min för hela utstansningen. Nedpressningen skall omedelbart avbrytas när kolven lösgörs så att provet inte komprimeras.
3. Sedan provet stansats ut bör man vänta minst 3 min varvid vidhäftning mellan prov och hylsa vanligen ökar. I kvicklera erfordras längre väntetid.

*Fäst utlösningstången
och lås kedjan/vajern*

Utsstansning 1 min

Vänta 3 min

Provtagning St II

1. Montera fixeringslåset och utlösningsevenen. Kontrollera att vevningen börjar från 0-stopp.
2. Utlösningen börjar med noggrann räkning av varven och en hastighet av ca 1 varv/sek. Efter 70 varv erhålls ett tydligt stopp och utstansningen är klar.
3. Sedan provet stansats ut bör man vänta minst 3 min varvid vidhäftning mellan prov och hylsor vanligen ökar. I kvicklera erfordras längre väntetid.

Montera lås och vev

Utsstansning 70 varv

Vänta 3 min

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

Uppdragning och tillvaratagande av prov

Uppdragning av kolvprovtagaren skall göras långsamt och med jämn hastighet, utan ryck eller vibrationer, för att minska risken att förlora provet.

- 1a. Lossa eggen med bandnyckel och ta bort ytterröret med iliggande hylsor (St I). Pressa försiktigt ut hylsorna. Var noga med att inga skador uppstår på provet genom vridning eller dragning.
- 1b. På St II vevas hylsmanteln tillbaka med en jämn vevrörelse motsols. Var noga med att inga skador uppstår på provet genom vridning eller dragning.
2. Avskärning av provet mellan hylsorna görs med trådavskärare. Om materialet i eggen skiljer sig från vad som syns i änden på den undre provhylsan skall även detta tas till vara i t ex en plastpåse.
3. Upptagna provhylsor skall efterhand förses med mellanlägg av plast i ändarna och lock samt protokollföras. Om ett prov inte fyller hylsan läggs plastmellanlägg på provets yta, och hylsan fylls sedan med jord.
4. Efter varje provtagningsnivå skall all utrustning rengöras noggrant före hopmontering till nästa nivå.



Fig 8:8 Utpressning av hylsor (St I) och avskärning av prov.

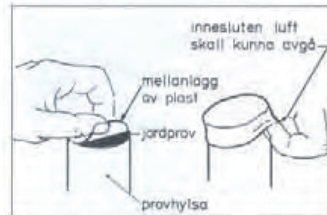


Fig 8:9 Förslutning av provhylsor.

KONTROLLPUNKTER UNDER PROVTAGNING

Under arbetet skall fältgeoteknikern utföra följande kontroller av utrustning och resultat:

- att utrustningen ej fjädrar vid utstansning av provet (gäller St I).
- att erforderlig provmängd erhålls eller besluta om slutare skall användas för nytt prov.



Fig 8:10 Noggrann rengöring av utrustning är viktigt vid kolvprovtagning.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

PROTOKOLL

På protokoll från kolvprovtagning skall följande uppgifter noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1
- Provtagningsdjup och nummer på provhylsor.
- Preliminär jordartsbenämning på varje provtagningsnivå.
- Uppgifter om markvattennivå i provtagningshålet.

Därutöver skall anmärkningar av betydelse för bedömning av provets kvalitet anges med följande kodning:

- | | |
|-----|---|
| D | Provet påtagligt stort och lämpligt endast för benämning. |
| Es | Eggen skadad vid provtagningen. |
| He | Hejning utförd i samband med utstansningen av provet (ange antal slag). |
| Kr | Kolvstången har rört sig under utstansningen (wiren släknat). |
| Ky | Provet troligen utsatt för frost. |
| Sb1 | Tunt slutarbleck använt. |
| Sb2 | Tjockt slutarbleck använt. |
| Sl | Provet utsatt för slag eller stötar. |
| Sp | Provet taget i botten av spadborrhål. |
| Skr | Provet taget i botten av skruvborrhål. |
| Ss | Särskilt stor kraft vid stansning. |
| Ud | Ifyllning av hylsans underdel, längd i cm. |
| Öd | Ifyllning av hylsans överdel, längd i cm. |
| Ø | Provet fyller ej hylsans diameter. |

FÖRETAG
PROVTAGNING

Uppdragsnummer 4652149	Punktnummer 8:11	Datum 951201	Blad 1
Uppdragsnamn Fältutredning	Metod Kv St I	Ref. yta My	Marknivårelativ nivå +10.00
Punktklass 8:11 med 8:12 x →		Grundvattenobservationer (från vattenyta i provhål)	
↓ 2.5 m		Datum 951201	Tid 1400
		Djup under ref.nivå 1.2 m	
Djup (m) under ref. yta X] = Slutare	Prov / Hylsa Nummer	Preliminär Benämning	Anmärkning
<input type="checkbox"/>	0 2567	Le	
2.0	M 2670	Le	
	U 3100	Le	
<input type="checkbox"/>	0 2470	Le	
3.0	M 3210	Le	
	U 3340	Le	
<input checked="" type="checkbox"/>	0 1642	si Le	Öd 15 cm
5.0	M 2810	si Le	D
	U 3040	Le Si	D
<input type="checkbox"/>	0		
	M		
	U		
<input type="checkbox"/>	0		
	M		
	U		
<input type="checkbox"/>	0		
	M		
	U		

Fig 8:11 Exempel på ifyllt protokoll från kolvprovtagning.

PROVGROP

ALLMÄNT

Vid provgropsgrävning ges möjlighet att studera jorden och dess beteende i större skala jämfört med provtagning i hål och man kan välja representativa prover. Provtagningsdjupet begränsas av grundvattenytan och av grävmaskinens maximala schaktdjup.

Provgropsgrävning används vid grund provtagning 0-5 m och i stenig och blockig jord, där annan provtagningsmetod ej är möjlig. Metoden används också där man vill ha större provmängder för närmare undersökning av materialets bärighet, packningsegenskaper och permeabilitet samt för undersökning av schaktbarhet.

Provgropsgrävning vid planerade grundkonstruktioner skall alltid ske utanför den tänkta konstruktionen eftersom grävningen luckrar upp jorden. Se även Vägverkets anvisningar, publ. 1990:20.

*Provgropsar utaför
blivande grundkonstruktion*

UTRUSTNING

Grävning utförs normalt med maskin men måste i vissa fall utföras för hand. Grävmaskinens storlek anpassas till aktuella grävningförhållanden och önskat djup.

UTFÖRANDE

Grävning

Vid provgropsgrävning måste stor försiktighet iakttagas för att olyckor skall undvikas. Groparna skall vara så stora att man lätt kan inspektera dem och ta ut prover. Personalen får ej vistas i gropen om risk för ras föreligger.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

Provtagning och bedömning

Vid provgroppgrävning kan följande bedömningar och mätningar utföras. Omfattningen beror dock på ändamålet med provgroppen.

- Jordartsbestämning.** Provtagning görs under grävningens gång eller i schaktväggen efter avslutad schakt. När jorden bedöms vara homogen tas prover varje 0,5 eller 1,0 m annars i representativa punkter. Där det är möjligt tas hela blockprover av jorden.
- Bestämning av sten- och blockhalt** för varje representativt jordlager i provgroppen kan utföras med sorteringsmetoden eller gallermetoden eller genom bedömning.
- Schaktbarhetsklassificering** utförs enligt klassificeringssystem -85 i klasserna 1 till 5. Även erosionsbenägenheten hos jordlagren noteras.
- Grundvattenobservationer** av inläckningsnivån samt var och hur mycket vatten som rinner till groppen. För att kunna mäta den stabiliserade grundvattensytan är det lämpligt att sätta ett perforerat grundvattenrör i groppen innan den fylls igen.
- Bergytans nivå i schaktbotten** samt om möjligt bergart och bergkvalitet samt strykning och stupning på eventuella sprickplan.

FÖRETAG
PROVGROP

Uppdragsnummer 4652149	Punktnummer B:12	Datum 951201	Bländ		
Uppdragsnamn Fält-handbok	Metod Gm H14	Ref. yta Mu	Marknivå/Ref.nivå +10.00		
Sign. LE					
Punktskiss					
Grundvattenobservationer (7 m vattentyta i provgrop)					
Datum		Tid	Stjup under ref.nivå		
951201		16 ³⁰	1.2 m		
Gropen fotograferad					
Gropen igenfylld		Återfyllningen packad			
Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>		Ja <input type="checkbox"/> Nej <input checked="" type="checkbox"/>			
Bilddet av provgroppen					
Plan och sektion					
(se också även protokollets bakside)					
SKALA: 1:100					
(se tabsidan)					
Stjup (m) under Ref. yta	Preliminär Benämning	Prov Nummer	Stenhalt %	Blockhalt %	Schaktbarhetsklass 1-5
0-0.6	MuLe		—	—	1
0.6-0.9	Si	1	—	—	1
0.9-1.2	siMu		10	5	4
1.2-1.6	saMn		5	0	5
1.6	Berg				
Erosion vid schaktning			Vatten (Lagrar) rinner (om det finns) ref.nivå		
Svag <input checked="" type="checkbox"/> Medel <input type="checkbox"/> Kraftig <input type="checkbox"/>			1.2		

Fig 8:12 Exempel på ifyllt protokoll från provgroppgrävning.

I vissa fall kan densitetsbestämning in situ göras i provgroppen, se laboratorieanvisningen.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

PROTOKOLL

Protokoll från provgrovsgrävning skall redovisa, förutom obligatoriska uppgifter enligt kapitel 1, de bedömningar som gjorts under grävningen. Dessutom bör provgroppen ritas upp i plan och i två sektioner eller dokumenteras genom fotografering.

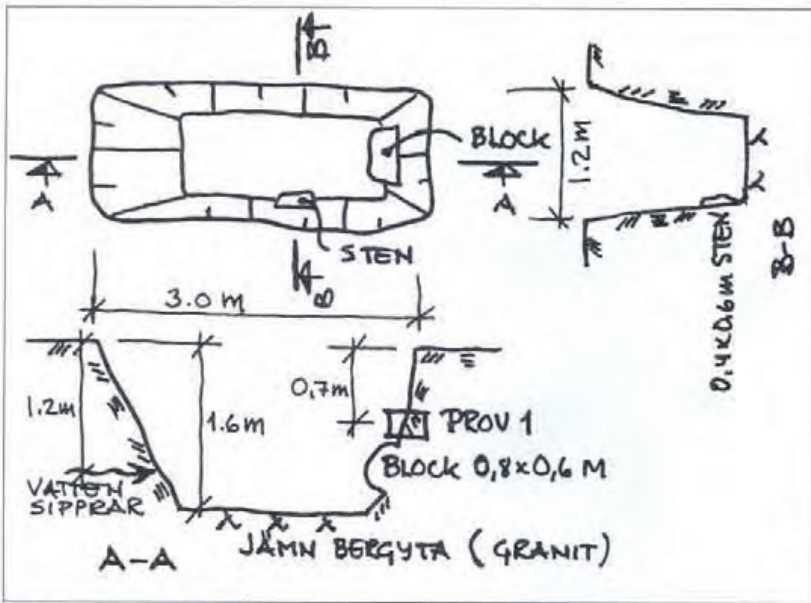


Fig 8:13 Provgrop ritad i plan och sektion.

SKRUVPROVTAGARE

ALLMÄNT

Vid skruvprovtagning tas störda eller omrörda prover kontinuerligt genom jorden. Kvaliteten beror av jordart, grundvattenförhållanden och hantering av proverna.

Provtagning görs genom att skruvprovtagaren drivs ned genom vridning av stängen till provtagningsdjupet varefter den dras upp. Jord från provtagningsnivån blir kvar på flänsarna under uppdragningen. Skruvprovtagning utförs normalt med maskinell utrustning.

Skruvprovtagarens användning försvåras av stenig jord. Den används huvudsakligen i kohesions- och siltjord men även i sand och grus över grundvattenytan. Metoden används ned till ca 5 m djup, undantagsvis till 10-15 m. Fördelen med skruvprovtagning är att man snabbt kan få en kontinuerlig bild av jordlagerföljden. En nackdel är att vid provtagning i sandig- grusig jord under grundvattenytan sköljs provet lätt av från flänsarna vid uppdragningen. En annan nackdel med skruvprovtagaren är att jord från borrhållsväggen kan rasa ner på skruvens övre del samt häftar vid provet under uppdragningen.

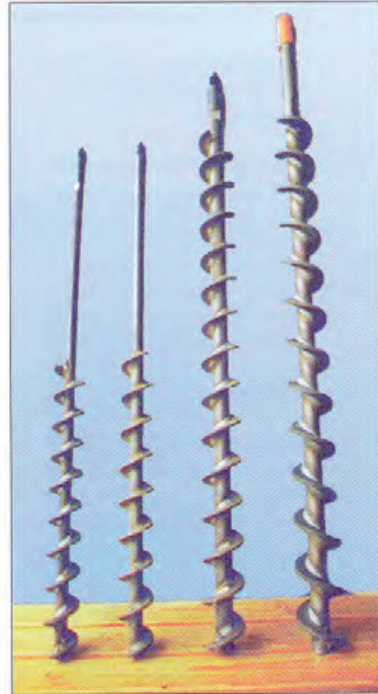


Fig 8:14 Skruvprovtagare med, från vänster, stängdiameter 22 mm, 25 mm, 32 mm och 1/4 tum (R32).

UTRUSTNING

Skruvprovtagaren består av en spetsad stålstång som försetts med en spiralfläns. Skruvprovtagare finns med diametrar från 36 mm till 100 mm och med längder från 0,25 till 1,0 m. Skruvprovtagaren skarvas normalt med sondstänger från 22 mm diameter upp till bergborrstål R32.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

UTFÖRANDE

1. Skruva ned provtagaren. Försök att anpassa rotationen och sjunkning till skruvens stigning så att så lite omrörning som möjligt av jordprovet erhålls. När provtagningsnivån nåts finns jord från provtagningsnivån mellan skruvprovtagarens flänsar.
2. Dra upp skruvprovtagaren så att minsta möjliga störning och omrörning sker.
3. Avlägsna icke tillhörande material längs skruvprovtagarens periferi och dess övre fläns. Gör en skrapning med kniv så att en färsk jordyta erhålls för klassificering. Dokumentera provet. Ta ut representativa prover på varje jordlagerskikt, dock minst ett per meter och lägg dessa i väl tillslutna plastpåsar.
4. Rengör skruvborren från jord och driv ned den till det djup där föregående provtagning avslutades och påbörja ny provtagning.

PROTOKOLL

På provtagningsprotokoll från skruvprovtagning skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Jordlagerföljd så som den observerats av fältgeoteknikern med indelning efter lagergränser och preliminär benämning.
- Nummer på prover från representativa nivåer.
- Djupet till fri vattenyta i provtagningshålet.

FÖRETAG
PROVTAGNING

Uppdragsnummer 4652149	Punktnummer 8:15	Datum 951201	Lias
Uppdragsnamn Fältutvärdering	Metod SKR	Ref. yta My	Marknivå/Ref.nivå +10.00
Sign. KE			
Punktklass 8:15 			
Grundvattenobservationer (Fri vattenyta i provhål)			
Datum	Tid	Djup under ref.nivå	
951201	1500	Inget vatten	
Djup (m) under Ref. yta <input type="checkbox"/> Slutare	Prov / Hylsa Nummer	Preliminär Benämning	Anmärkning
<input type="checkbox"/> 0-0.3	O M U	F/Gr/	Ej Prov
<input type="checkbox"/> 0.3-1.0	O M U	1 Le	
<input type="checkbox"/> 1.0-2.5	O M U	2 Le	
<input type="checkbox"/> 2.5-2.6	O M U	3 Mn	
<input type="checkbox"/>	O M U		
<input type="checkbox"/>	O M U		
<input type="checkbox"/>	O M U		

Fig 8:15 Exempel på ifyllt protokoll från skruvprovtagning.

TORVPROVTAGARE TYP SGI

ALLMÄNT

För provtagning i torv har SGI utvecklat en provtagare för att ta ostörda prover av torven. Provtagaren är helt öppen och saknar inre provhylsor.

UTRUSTNING

Provtagaren består av ett 5 mm polyetenplaströr med inre diameter 100 mm. På röret träs ett skär tills röret vilar mot en avfalsning i skäret. Vridning och dragning överförs med fyra insexskruvar som är gängade i skäret och skruvas in i förborrade hål i plast-röret. Skäret är svarvat i stål och har en innerdiameter på 99 mm nedanför avfalsningen. Släppet mellan skäret och röret är 0,7 mm. Skäret är försedd med slutarbleck och dess egg är vågformad med en våghöjd av ca 30 mm mellan vågtopparna.



Fig 8:16 Torvprovtagare typ SGI.

Provkärnans längd kan väljas efter önskemål, men ur hanteringssynpunkt är 1 m-rör lämpliga.

UTFÖRANDE

1. Undersök provtagningsplatsen noga genom att sticksondera runt det tänkta provtagningshålet. Kontrollera förekomst av rötter samt djupet till eventuellt förekommande friktionsjordslager. Rötter medför onödiga påfrestningar samt ger ett stort prov. Nedslagning av provtagaren i friktionsjord medför att eggen kan förstöras.
2. Förbered provtagningen genom att ta bort det översta förmalagret. Spadborra ett hål ned till den nivå där provtagningen skall utföras. Använd en spadborr med diameter 150-200 mm.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

3. Montera ihop torvprovtagaren. Se till att eggen på skäret är mycket skarp. Sätt in slutarblecket i skäret och montera därefter skäret på en provtagningshylsa. Skruva åt insexskruvarna ordentligt så att innerdelen av skruven hamnar i jämnhöjd med provhylsans innerkant. Montera överdelen med hjälp av de båda bultarna. Sätt på en slag-nacke på överdelen eller på förlängningsstål, $\varnothing 22$ mm.
4. Slå med hjälp av motorslagmaskin ned provtagaren den förutbestämda neddrivningslängden. Vrid därefter provtagaren 4-5 varv.
5. Dra upp provtagaren försiktigt. Med ett lätt rör genom hålet i provtagarens överdel kan man se att provet följer med vid uppdragning.
6. Frigör provhylsan i liggande läge. Montera försiktigt av skäret och såga av torven med hjälp av exempelvis en bågfil. Materialet från skäret stoppas i en plastpåse. Om provhylsan endast är delvis fylld med material läggs ett mellanlägg i och material fylls på så att hylsan blir fylld. Försegla provtagningshylsans bäge ändar så att förslutningen blir tät. Märk hylsan med provhål samt nivå på över- respektive underände. Notera på hylsan hur mycket material som eventuellt fyllts på.

PROTOKOLL

Protokoll från torvprovtagning förs på samma sätt som vid skruvprovtagning. Se exempel figur 8:15.

Protokoll lika fig 8:15

KANNPROVTAGARE

ALLMÄNT

Provtagning med kannprovtagare utförs för punktviss upptagning av omrörda prover av friktionsjord under grundvattenytan. Provtagningen sker genom att provet matas in i provtagaren från sidan under det att provtagaren vrids runt. För att skrapa in jorden är provtagaren utvändigt försedd med en inmatningsläpp.

Kannprovtagning kan utföras i olika jordar. Grovt grus och sten kommer dock inte med i provtagaren. Erfarenheter visar att man med kannprovtagare ofta får små i fastjord omrörda prover, under grundvattenytan starkt uppblandade med vatten. Vid nedslagning av kannprovtagare kan en viss nedkrossning av jorden närmast provtagaren ske så att kornstorleksfördelningen på det inmatade provet ändras.

UTRUSTNING

Den vanligaste typen av kannprovtagare består av en robust provtagningspets där provet matas in i provtagaren från sidan under det att provtagaren vrids runt. För att skrapa in jord i provtagaren är den utvändigt försedd med en inmatningsläpp. Kannprovtagaren finns i olika storlekar med innerdiameter från 35 till 50 mm avsedda för skarvstänger från 25 mm diameter upp till 1 ¼ tums bergborrstål.

UTFÖRANDE

1. Kannprovtagaren slås eller hejas ner till avsedd provtagningsnivå.
2. Vid provtagningen vrids kannan ett antal varv så att jorden fyller kannan och därefter några varv åt andra hållet för stängning.
3. Ta upp kannan och lägg den på marken. Grovrengör den innan den öppnas. Provet tas ut och dokumenteras.

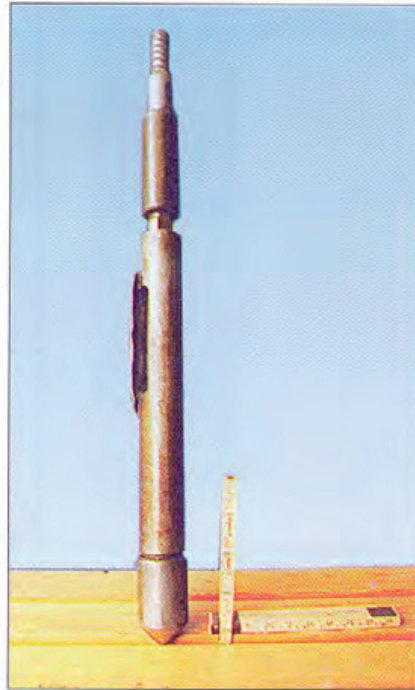


Fig 8:17 Kannprovtagare för bergborrstål.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

PROTOKOLL

På provtagningsprotokoll från provtagning med kannprovtagare skall följande noteras:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Provtagningsdjup.
 - Nummer på prover och preliminär benämning av dessa.
 - Djupet till fri vattenyta i provtagningshålet.
 - Anmärkningar av betydelse för bedömning av provets kvalitet.

FÖRETAG
PROVTAGNING

Uppdragsnummer 4652149	Punktnummer B:19	Datum 951001	Blad
Uppdragsnamn Fälttjänsthandbok	Metod Ka	Ref. yrs My	Märknivå/Ref.nivå +10.0
			Eign. US
Punktklass			
Grundvattensobservationer (Fri vattenyta i provhål)			
8:19 mot 8:20 x 1.8m		Delum	Tid
		Inget vatten	
		Öpp under ref.nivå	
Öpp (m) under Ref.nivån	Prov / Håls Nummer	Preliminär Benämning	Anmärkning
	O		
4.0	M 1	5a	Stora kannan
	U		
	O		
6.0	M 2	saGr	-4
	U		
	O		
8.0	M 3	Gr	-4
	U		
	O		
10.0	M 4	saGr	Muycket hårt
	U		
	O		
	M		
	U		
	O		
	M		
	U		

Fig 8:18 Exempel på ifyllt provtagningsprotokoll till kannprovtagare.

BORRO PROVTAGNINGSSPETS

ALLMÄNT

Provtagning med provtagningspets utförs för punktvís upptagning av störda prover av friktionsjord och fast kohesionsjord samt vid provtagning på stora djup.

En fördel med provtagningspetsar är att man är oberoende av om hålet står öppet eller inte. Ofta erhålls alltför små jordprover med de mindre provtagarna, varför man bör välja grövre typer då jorden är stenig eller grusig eller vid provtagning för mer omfattande laboratorieundersökning.

UTRUSTNING

Provtagningspets typ Borro består av ett provtagningsrör som är skruvat på en gängad spindel. Denna typ finns med diameter 25, 34 resp 50 mm. Vanligen är provtagaren försedd med provhylsa för förvaring och transport av proverna. Borrospetsarna slås ner till avsedd provtagningsnivå med slagsond, hejarsond eller jordbergsonderingsutrustning.

UTFÖRANDE

1. Montera ihop provtagaren med provhylsa. Slutare bör monteras in om det finns risk för att provet rinner ut, t ex i ensartad sand under grundvattenytan.
2. Provtagaren drivs ner till avsedd provtagningsnivå. Se till att stängerna inte vrids eftersom spetsen öppnas vid vridning (antingen medurs eller moturs beroende på om provtagaren är tillverkad för vänster- eller högergängade stänger).

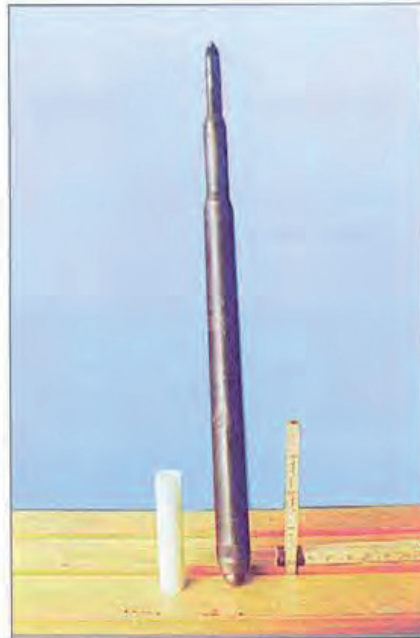


Fig 8:19 Borro 34 mm provtagningspets med provhylsa.

Kapitel 8 – Provtagningsmetoder

3. Gör en markering på borrstålen vid provtagnings början. Vrid därefter stängen 30 hela varv (medurs eller moturs). Om provtagaren *inte* stansar ut provet märks detta på att stängerna rör sig uppåt. Då kan man slå försiktigt på stängerna. Driv ned provtagaren ytterligare 1-2 dm efter avslutad vridning.
4. Dra upp provtagningspetsen försiktigt. Gånga av spetsmanteln och plocka bort eventuellt slutarbleck. Dra ut provhylsan, förslut med lock och lägg den i plastpåse. Om hylsan inte är helt fylld ska hålrummet fyllas med trassel eller liknande. Rengör provtagningsdonet ofta eftersom finmaterial som tränger in kan skada tagdonet.

PROTOKOLL

Protokoll till provtagningspets förs på samma sätt som vid kannprovtagning. Exempel se fig 8:18

Protokoll lika fig 8:18

MORÄNPROVTAGARE

GENOMSTRÖMNINGS- PROVTAGARE 45 MM

Genomströmningsprovtagaren är försedd med en ringborrkrona samt ett hål i ena väggen, se figur 8:20. Provtagaren borrar ner. Vid nedträngningen vandrar det lossborrade materialet in genom eggen och fortsätter ut genom hålet i provtagarens sida.

När önskat provtagningsdjup har nåtts, drages provtagaren upp. Materialet från detta djup stannar i de flesta fall kvar i provtagaren. Svårigheter kan dock uppkomma i ensgraderat material under grundvattenytan. Provtagaren tömms efter uppdragningen med hjälp av borrhjems hammare.

Vid stenig jord kan inmatningshålet blockeras varvid man förlorar uppgift om faktisk provtagningsnivå.



Fig 8:20 Genomströmningsprovtagare 45mm.

PROVTAGARE FÖR FODERRÖRSBORRNING

I fast jord används i en del fall foderrörborring för provtagning genom foderröret. Foderrörborringen kan i princip ske antingen genom borring med ringkrona, typ OD-borring alternativt borring med excenterkrona, typ ODEX-borring.

Vid borring med ringkrona borras ett foderrör försedd med ringborrkrona och borrstål samtidigt till önskat djup. Borrstålet dras upp och provtagning kan utföras genom foderröret.

Vid borring med ODEX följer ett tunnväggigt foderrör av stål en excenterrymmare och borrkrona som borrar ett hål, som motsvarar foderrörets yttre diameter. Foderröret roteras ej. Vid omvänd rotation fälls excenterrymmaren in och dras upp med borrstålen genom foderröret.

När foderröret borrats till avsedd nivå dras borrkronan upp och provhämtaren sätts på. Provhämtaren slås ner ca 1 meter under foderrörets botten vid provtagning innan den dras upp och töms.

PG provtagare F 90 mm är en stor provtagare, i princip ett rör med slutarbleck, som slås ner i jorden med borrdammaren när den skall fyllas. Den finns både för sänkbordammare och toppdammare, se figur 8:21.



Fig 8:21 PG provtagare 90 mm. Till vänster för sänkdammare och till höger för toppdammare.

PROTOKOLL

Protokoll till moränprovtagare görs på samma sätt som till kannprovtagning, se exempel figur 8:18.

Protokoll lika fig 8:18

GEOBOR S

För ostörd provtagning i fast jord kan kärnprovtagning typ Geobor S utföras. Geobor S är ett wire-line system med trippelkärnrör. Geobor S skiljer sig från andra kärnrörssystem, genom de tre spärrhakar som finns på innershuvudet. Spärrarna ser till att kärnröret är fixerat under borringen. För Geobor S hänvisas till fabrikantens anvisningar.

KÄRNPROVTAGNING I BERG

ALLMÄNT

För kärnprovtagning i berg används huvudsakligen diamanborring där borkronan roteras ned med visst matningstryck, samtidigt som en spolvätska rensar hålbotten och för upp borkaxet till markytan. Vid borringen samlas en kärna av berget kontinuerligt in i ett kärnrör. När kärnröret är fullt lyfts det upp till markytan för att tömmas. Man skiljer här mellan konventionell metod respektive wire-line metoden.

Vid konventionell teknik tas hela systemet upp. Detta kräver ett stabilt hål för att det skall vara möjligt att åter få ner kärnröret i hålet. Wire-line tekniken innebär att en fängstanordning skickas ned genom borkröret. Fängstanordningen kopplas till det inre kärnröret som samtidigt loss görs från ytterröret och winchas upp till markytan. Metoden innebär att borkkronan och ytterröret står kvar i borrhålet medan kärnröret och kärnan tas upp.

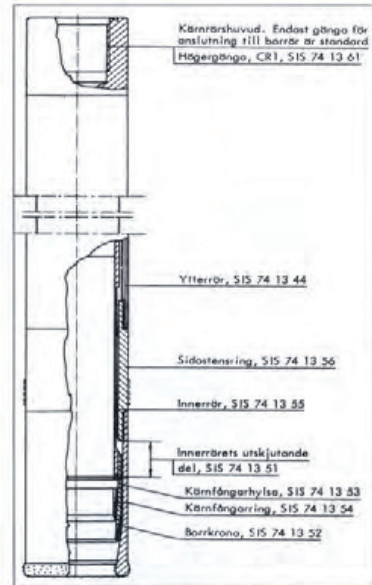


Fig 8:22 Konstruktion av kärnprovtagare med dubbla kärnrör.

Kärnrör finns i längder från 0,5 m till 6 m och har till uppgift att samla in och hålla kvar den urborrade kärnan. Kärnrören delas in i enkla, dubbla och trippelkärnrör samt wirelinekärnrör. Mest används dubbla kärnrör. Enkla kärnrör används när kärnqualiten och kärnutvinningen är mindre viktig. Trippelkärnrör, som har ett foder i innerröret, används i lösa formationer där det är viktigt att kunna ta ut kärnan ur innerröret utan att skada kärnan. Trippelrör har i regel frontspolning dvs. spolvätskan träffar aldrig kärnan utan går genom kanaler i rörväggen fram till fronten.

Kärnan som matas in i kärnröret bryts efter uppnådd kärnlängd och hålls kvar i röret med hjälp av en kärnfångarhylsa. Kärnröret tas upp och kärnan läggs i kärnlådor. Vid inläggning i kärnlådan är det mycket viktigt att kärnbitarna läggs in i **rätt ordning och att de är rättvända** samt att kärnförlust markeras med tråkloss eller dylikt.

För detaljer om utförande hänvisas till tillverkarnas anvisningar.

*Kapitel 8 – Provtagningsmetoder***PROTOKOLL**

Under borrhningen förs speciella kärnprovtagningsprotokoll. Av speciellt intresse är härvid noteringar om kärnförluster, dvs avsatt där prov av berget inte erhållits.

KAXPROVTAGNING I BERG

Vid kaxprovtagning tas ett prov ut på det borrhkax som spolas upp ur borrhålet med spolvätskan (vatten eller mud) eller luft. Antingen strömmar det kaxförande spolmediet upp mellan borrhör och borrhålsvägg (direktspolning) eller också inuti borrhören (omvänd spolning). Väl uppe på markytan avskiljes kaxet från spolvätskan för vidare analys.

Vanligast för kaxprovtagning är hammarborrning med omvänd spolning. Metoden är en kombination av sänkhammare och en högtrycks kompressor. Metoden kännetecknas av att borrhkaxet går upp i centrum av borrhöret, vilket inte ger inblandning från hålets väggar utan ett mer representativt prov än vid sänkhamborring med omvänd spolning

VATTENPROVTAGNING I JORD

Valet av provtagningsutrustning är beroende av vilka ämnen som skall analyseras, erforderlig provvolym, grundvattenrörets diameter och avståndet till grundvattenytan. Olika provtagningsutrustningar som förekommer är:

- Vattenhämtare
- Sugpump
- Dränkbar pump (kolvpump, membranpump, centrifugalpump m. fl.)
- Tryckluftsdreven pump
- Provtagningspetsar

För en sammanställning av provtagningsmetoder för grundvatten hänvisas till "Vägledning för miljötekniska markundersökningar", Naturvårdsverket, rapport 4311.

SGF Rapport 1:96

8 : 26



9. IN SITU-METODER

In situ-metoder är ett samlingsbegrepp för alla undersökningsmetoder där mätning görs med en mätkropp som installerats på plats (in situ) i jorden. In situ-metoder för bestämning av olika egenskaper i jord och berg finns för att mäta:

- densitet
- spänningstillstånd
- hållfasthet
- deformationsegenskaper
- hydraulisk konduktivitet (permeabilitet)

Tabell 9:1 De vanligaste geotekniska insitu-metoderna.

Metod	Användbarhet			Mätprincip mm
	kohe-sions-jord	frik-tions-jord	berg	
Densitet				
Isotopmätning		•	*	Oförstörande provning (indirekt metod)
Komprimeter		•		
Vattenvolymeter	•	•		Förstörande provning (urgrävning)
Sandvolymeter	•	•		
Spänningstillstånd				
Tryckdosor	•	•		Variерande utföranden
Hydraulisk spräckning	•		•	Vattentryck
Pressometer	*	•		Radiell expansion
Hållfasthet				
Vingförsök	•			Skjuvning av cylinder
Pressometer	*	•	*	Radiell expansion
Dilatometer	•	•		Horisontell deformation
CPT	•	•		Sondering
Plattförsök	•	•		Vertikal deformation
Deformationsegenskaper				
Pressometer	*	•	*	Radiell expansion
Dilatometer	•	•		Horisontell deformation
Plattförsök	•	•	•	Vertikal deformation
Geofysiska metoder		•	•	Indirekt mätning, varierande utföranden
Hydraulisk konduktivitet				
Vattenförlustmätning			•	Mätning i kärnbrörlhål
"Slug Test"		•		"Falling/Rising head" i GW-rör
CPT	•	•		"Falling head" i porttrycksmätare

• Metodens huvudsakliga användningsområde

* Sekundärt användningsområde

GÄLLANDE STANDARD

Följande standarder gäller 1995:

- Vingförsök
SGF Rapport 2:93. "SGF Rekommenderad standard för vingförsök i fält"
- Dilatometer
SGF förslag 1994-10-04. "SGF Rekommenderad standard för dilatometerförsök"
- Pressometer
ASTM D4719-87. "Standard Test Method for Pressuremeter Testing in Soils"

VATTENVOLYMETER

ALLMÄNT

Mätning av jords densitet kan göras med den nedan beskrivna utrustningen i de fall jordmaterialet inte innehåller stenar. Om jorden är stenig bör större prov tas. Det grävda hålets volym kan mätas, exempelvis genom att vatten fylls på i hålet vars botten täckts med en plastfilm. Volymbestämmningen kan även ske med hjälp av inmätning enligt ett visst mönster.

Ett annat sätt att mäta volymen i det uppgrävda hålet är att fylla torr sand på ett noga specificerat sätt så att en känd densitet erhålls (sandvolymeter)

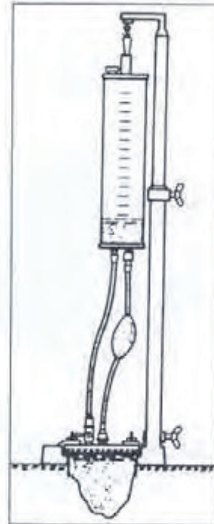


Fig 9:1 Vattenvolymeter.

UTFÖRANDE

1. Vattenvolymetern ställs i ordning inför försöket. Vatten fylls i det upphängda och graderade påfyllningskärlet. En gummiblåsa anbringas på locket (diameter 150 mm) som täcker provytan.

Förberedelsen

Kapitel 9 – In situ-metoder

2. Vattenvolymetern ställs upp på en plan yta. Vattnen fylls i blåsan och volymen mäts innan urgrävning (initialvärde).
3. Jord grävs ur inom provytan och insamlas i plastpåse. När djupet 100-150 mm nåtts läggs locket med gummiblåsan över hålet och volymen mäts på nytt.
4. Jordprovet tas till laboratorium för vägning, torkning och ny vägning.

*Mät initialvolym**Gräv ur jorden och mät volymen**Vägning och torkning***TOLKNING**

Torrdensitet och vattenkvot beräknas med ledning av viktsbestämningarna och uppmätt volym i fält.

VINGFÖRSÖK TYP SGI OCH GEOTECH**ALLMÄNT**

Vingförsök typ SGI och Geotech används för att mäta skjuvhållfasthet i kohesionsjordar, främst lös lera och gyttja.

UTRUSTNING

Utrustning för vingförsök består av följande huvuddelar:

- Vingdon
- Förlängningsstänger
- Registreringsinstrument
- Neddrivningsutrustning

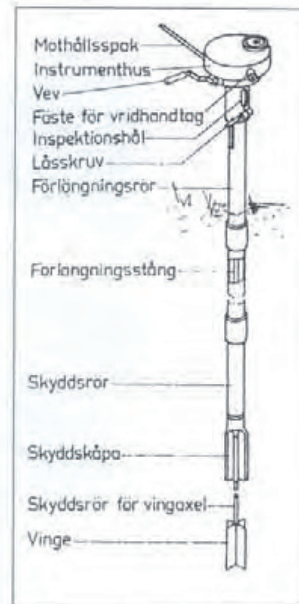


Fig 9:2 Vinginstrument typ SGI med vingdon, kopplingshylsa till förlängningsstänger och registreringsinstrument.

Kapitel 9 – In situ-metoder

Registreringsinstrumentet används även för att rotera vingen under försöket. De flesta typer av registreringsinstrument är mekaniska. Geotech-instrument finns numera med elektrisk mätning av moment och vridningsvinkel vilket ger bättre upplösning och möjlighet att bearbeta mätresultaten i dator.

Förhållandet mellan vingdonets höjd H och bredd D skall vara 2. Vingdon finns i 4 olika storlekar, från 40 x 80 mm till 80 x 160 mm, för att kunna mäta med god noggrannhet i olika fasta kohesionsjordar. Vingdonets skaftdiameter och förekommande svetsar, utstansningar, brickor etc. i vingbladens centrum skall vara högst 14 mm.

Vridmoment av skarvstänger skall kunna separeras. Vid SGI-utrustningen elimineras stångfriktion genom ett skyddsror. Vingdonet skyddas i en skyddskåpa under neddrivning. Utskjutningslängden skall vara 0,35-0,50 m. Vid Geotech-utrustningen mäts stångfriktionen med hjälp av en glappkoppling, anbringad ovanför vingdonet.

Avläsningsfelet på registreringsinstrumentet skall vara $\leq 5\%$ av påfört vridmoment.

Instrumentet skall kalibreras minst en gång per år eller efter skada, överbelastning och reparation. Beträffande kalibrering, se SGF Rapport 3:93.



Fig 9:3 Vinginstrument typ Geotech med vingar i tre olika storlekar varav den mellersta med glappkoppling samt registreringsinstrument.



Fig 9:4 Vinginstrument typ Geotech med elektrisk mätning av moment och vridningsvinkel samt lagring och bearbetning av mätresultat i dator.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kalibrering av mätinstrumentet är giltig enligt företagets kvalitetsmanual
- Vingdonet är oskadat.
- Vingbladen är ej skeva.
- Förlängningstånger uppfyller rakhetskrav m m enligt SGF standard
- Vingdonets temperatur skall vara större än 0°C

UTFÖRANDE

Avstånd till läget för en tidigare utförd undersökning, exempelvis en sondering eller en provtagning, skall vara minst 2 meter i plan. Avståndet mellan markyta och översta försöksnivå samt mellan två olika försöksnivåer skall vara minst 0,5 m. Noggrannheten i djupbestämning för försöksnivå skall vara bättre än $\pm 0,1$ m.

1. Förborrning genom torrskorpa och fyllning skall alltid göras. Den översta försöksnivån skall vara minst 5 ggr förborrningshålets diameter under hålets botten.
2. Tryck ner vingdonet till avsedd försöksnivå utan slag, vibration eller rotation. Neddrivningshastigheten skall vara jämn och mindre än 1 m/min. Största avvikelse i lutning från lodlinjen skall vara mindre än 20 mm/m.
3. Vingförsöket utförs efter 2-5 minuters väntetid från det att vingdonet nått avsedd försöksnivå.

Förborra

Tryck ner vingdonet

Vänta !

Vingdonet skall roteras med konstant hastighet så att tiden från aktivering av vingdonet till brott är 3 minuter \pm 1 minut. Detta försök ger den "odränerade skjuvhållfastheten".

Rotera till brott på tre minuter

4. Ett nytt vingförsök på samma nivå kan göras efter omrörning av jorden genom hastig rotation ca 20 varv av vingdonet. Detta försök ger den "omrörda skjuvhållfastheten".

Rör om, och gör en ny mätning

KONTROLLPUNKTER VID FÖRSÖKSUTFÖRANDE

- Kontrollera oväntat **höga** värden på följande sätt:
 - Kontrollera att visarnålen går tillbaka till nollnivån efter försöket.
 - Kontrollera om vingens nivå under och efter försöket ändrats
 - Vingen dras upp och kontroll görs om utrustningen kärvar någonstans samt att glappkopplingen vid Geotechinstrument fungerar.
 - Kontrollera att stängerna är raka efter uppdragning. Krokiga stänger kasseras.
 - Kontrollera med sondering eller provtagning om sten, grus, sand eller siltskikt förekommer på försöksnivån.
 - Tänk efter om vingdonets temperatur varit över 0° C vid nedsättning.
 - Byt till mindre vinge om allt annat är i ordning.

- Kontrollera oväntat **låga** värden på följande sätt:
 - Vingen dras upp och kontroll görs om stängerna varit tillräckligt hårt hoggängade samt att inte lera fastnat i vingdonet.
 - Kontrollera med sondering eller provtagning om eventuell störning p g a föremål som pressats ner framför vingen kan ha förekommit.
 - Tänk efter om vingdonets temperatur varit över 0° C vid nedsättning eller att ingen oavsiktlig stängvridning förekommit före försöket.
 - Byt till större vinge om allt annat är i ordning.

PROTOKOLL

Protokoll till vingförsök kan ha olika utseende beroende på typ av utrustning. Med Geotech-utrustning utgör provkurvan från mätinstrumentet protokollet efter komplettering med uppgifter enligt nedan och kapitel 1. Med SGI-utrustningen registreras endast de maximala momenten i protokollet.

Om resultatet lagras digitalt, vilket görs med nyare Geotech-utrustning, skall fältminnet åtföljas av en fältminnesförteckning.

Kapitel 9 – In situ-metoder

Följande skall noteras i vingförsöksprotokoll och i fältminnesförteckningar:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1
- Typ av utrustning och instrumentnummer
- Instrumentnummer
- Vingstorlek
- Kalibreringsfaktor för registreringsinstrumentet
- Försöksnivå eller sammanställning av försöksnivåer på tillhörande fältminne
- Försöksresultat uppritat som försökskurva (Geotech) eller som siffervärde på maximalt moment (SGI) samt angivande av tid till brott. Använd måttenhet skall anges tydligt.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning

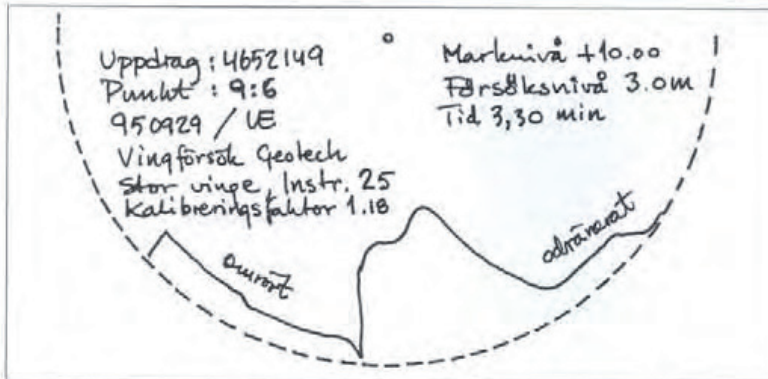


Fig 9:5 Exempel på ifyllt försöksprotokoll vid vingförsök med registrerande Geotechinstrument.

TOLKNING

Vid tolkning av vingförsök utnyttjas maximalvärdet av vridmomentet vid försöket, minskat med vridmomentet för att endast vrida förlängningsstängerna. Från detta värde beräknas lerans skjuvhållfasthet τ med hänsyn till:

- vingstorlek (vingkonstant)
- kalibreringsfaktor för mätinstrumentet

Kvoten mellan den odränerade skjuvhållfastheten τ_u och den omrörda skjuvhållfastheten τ_r benämns lerans sensitivitet.

VINGFÖRSÖK TYP DGI

ALLMÄNT

Vingborr typ DGI är en robust utrustning för vingförsök, som är lämplig i lermörän och fasta lågsensitiva sedimentära leror. Beskrivning av godtagbart utförande finns redovisat i "Referensblad för vingförsög, DGF Feltkomite, 1992-08-28."

Protokollföring och tolkning görs lika som för SGI- och Geotechutrustningen ovan.

UTRUSTNING

För mätning av vridmomentet används momentnyckel eller dylikt. Tre vingdon finns; 40 x 80 mm, 50 x 100 mm och 75 x 150 mm.

UTFÖRANDE

1. Förborrning görs för varje försök till strax över försöksnivån.
2. Vingdonet trycks ner till minst 0,2 meter under hålets botten. Neddrivningen kan även ske med försiktiga slag.
3. Momentnyckeln anbringas med hjälp av hylsa och slagnacke. Momentnyckeln vrids med jämn hastighet ca 1 varv per minut tills brott uppkommer. Läs av och anteckna värdet på momentnyckeln. Detta försök ger den odränerade skjuvhållfastheten.
4. Ett nytt vingförsök på samma nivå kan göras efter omrörning av jorden genom hastig rotation ca 10 varv av vingdonet. Detta försök ger den "omrörda skjuvhållfastheten".

Förborra

Tryck ner minst 0.2m

Rotera till brott

Rör om, och gör en ny mätning

LOMMEVINGBORR TYP NGI

ALLMÄNT

Lommevingborren är en manuell inspektionsutrustning för kartering och kontrollmätningar på byggsplatser. Den används för mätning av skjuvhållfasthet i lös lera och ingår i den sk "doctors-kit utrustningen".

Protokollföring och tolkning görs lika som för SGI- och Geotechutrustning ovan.

UTRUSTNING

Lommevingborren består av vinge, skarvstång och ett mät-handtag med spiral fjäderförsedd överdel och underdel. Vingdonet finns i tre storlekar: 16 x 32 mm, 20 x 40 mm och 25 x 50 mm. Stängernas diameter är 6 mm och längden är 0,5 m. Med mät-handtaget mäts det vridmoment som erfordras för att rotera vingen till brott.

UTFÖRANDE

1. Anslut vinge med erforderligt antal stänger till mät-handtaget. Vrid den graderade skalan på mät-handtaget till nolläge.
2. Pressa ned vingen till önskad nivå utan att vrida handtaget. Kontrollera att den graderade skalan står kvar i nolläge.
- 3a. Vrid handtaget medurs så att spiral fjädern i mät-handtaget spänns. Vrid *så långsamt som möjligt* och med konstant hastighet. Var speciellt försiktig och lätta något på belastningen när underdelen av mät-handtaget börjar visa tendenser att rotera.

När underdelen av mät-handtaget roterar av fjäderkraften *utan att överdelen vrids* har brott uppnåtts. Låt handtaget långsamt återgå till obelastat läge. Läs av och anteckna värdet på skalan. Detta försök ger den odränerade skjuvhållfastheten.

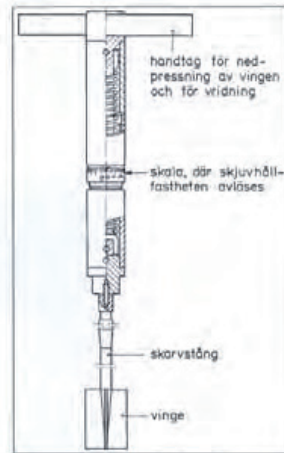


Fig 9:6 Lommevingborr.

Nolläget på skalan!

Vrid långsamt och försiktigt

Var extra försiktig vid brott

Kapitel 9 – In situ-metoder

- 3b. Vid mätning på stora djup bör stångfriktionen mätas genom att utföra ett försök utan vinge.
4. Den omrörda skjuvhållfastheten bestäms genom att rotera vingen minst 25 varv. Därefter nollställs skalan och handtaget vrids långsamt till brott. Det minsta värdet av två försök antecknas.

Rör om, och gör en ny mätning

PRESSOMETERFÖRSÖK

ALLMÄNT

Pressometer används till att mäta deformationsegenskaper och hållfasthet i ett förborrat hål i fast lera, friktionsjord och berg. Den i Sverige vanligast förekommande typen, "Ménardpressometern", finns i 3 olika utföranden: typ E (tillverkas ej längre), typ GB (mest för berg) och typ GC (mest för jord). Därutöver finns den självborrande "Cambridgepressometern" och "Roctestpressometern". Beskrivningen nedan behandlar Ménardpressometern.

UTRUSTNING

Pressometern består av följande huvuddelar:

- Cylinderformad mätkropp indelad i tre celler och med expansionsmöjlighet i radiell led (ökad diameter). Mätkroppen är innesluten i ett skyddsmembran av gummi. Ytterligare skydd behövs normalt för att förhindra skador på gummimembranet.
 - Mätkroppens mittcell är en vattenfylld mätcell som står i förbindelse både med en mätbehållare och ett gastrycksystem. Omgivande celler är skyddsceller som är direkt anslutna till gastrycksystemet.

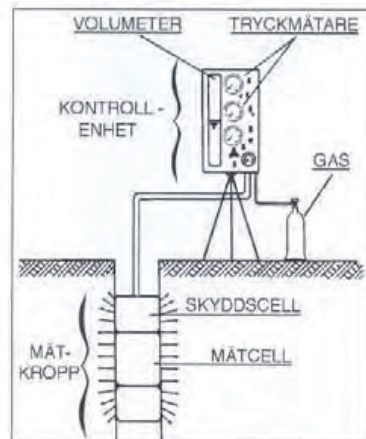


Fig 9:7 Pressometerns huvuddelar.

Kapitel 9 – In situ-metoder

- Mätkroppar finns i 32, 44 och 60 mm diameter. Till 32 och 44 mm mätkroppar finns slitsrör med ytterdiameter 44 respektive 60 mm. Övriga mått och dimensioner på mätkropparna redovisas i tabellen.

Mätkropp	Celllängd	Volym V_0
32 mm	165 mm	130 cm ³
44 mm	370 mm	535 cm ³
60 mm	210 mm	535 cm ³

När slitsrör används måste slitsrörsvolymen läggas till mätkroppsvolymen i samband med utvärdering av resultatet.

- Gasbehållare för att sätta mät- och skyddsceller under övertryck. Maximalt tryck 8 MPa (80 bar). Syrgas eller livsmedelsgas kan användas.
- Kontrollenhet, som kontrollerar tryckökning i mätkroppen och registrerar mätcellens expansion. Volymen vid expansionen mäts med hjälp av vatten.
- Slangsystem mellan mätkropp och kontrollenhet. Typ GB och GC har en koaxialslang (vattenslang inuti gas-slang).
- Förlängningsstänger för att sänka ner och ta upp mätkroppen i provhålet.
- Utrustning för att borra och stabilisera provhålet som anpassas till aktuell jordart eller bergart.
 - I finkornig jord används normalt augerborring, i kombination med bentonitslurry under grundvattenytan. Alternativt kan slagning av foderrör (slitsrör) användas under grundvattenytan.
 - I grov jord används normalt slagning av foderrör (slitsrör).
 - I sedimentärt berg används både slående och roterande bormetoder i kombination med borrhvätta.



Fig 9:8 Pressometer typ Menard. Från vänster slitsrör för mätning i fast jord, stål-kordsskydd för mätning i skarpkantat material, mätkropp med gummimembran och en mätkropp innesluten i metallfolier. Till höger kontrollenheten.



Fig 9:9 Augerskriv med öppningsbar spets för bentonutfyllning av pressometerhål.

KONTROLLPUNKTER FÖRE UTFÖRANDE

- Kalibrering av kontrollenheten är giltig enligt företagets kvalitetssystem
- Kontrollenhet, slangar och mätkroppar är täta för de tryck som skall utnyttjas. Detta kan kontrolleras genom att trycksätta mätkroppen i ett stålrör med 5-7 mm större diameter än mätkroppen.
- Mätkroppar med nytt gummimembran skall ha expanderats minst 20 ggr före kalibrering.
- Mätkroppar och bormetoder har sambörande dimensioner och att rätt typ av skyddsmembran används.

UTFÖRANDE

Allmänna krav

Vid uppborring av provhål utan slitsrör väljs håldiameter 46-50 mm för mätkropp med diameter 44 mm och 62-66 mm för mätkropp med diameter 60 mm.

Mätkroppens skyddsmembran är utbytbart. För mätningar utan slitsrör används gummimembran med metallfolieskydd i finkornig jord och armerade stålkördsmembran i friktionsjord och i sedimentärt berg.

Kalibrering

För att korrigera för mätkroppens och slangarnas styvhet skall mätkroppen kalibreras genom att den expanderas fritt i luften. Om slitsrör används skall kalibreringen utföras med mätkroppen inuti slitsröret. Kalibrering utförs före och efter varje försökspunkt samt efter byte av membran på mätkroppen. Före kalibrering av nytt membran skall detta ha expanderats minst 20 ggr.

Vid kalibrering expanderas mätkroppen i *jämna volymintervall* och tillhörande tryck avläses. Högsta kalibreringstryck är vanligen 0,1 till 0,3 MPa för de membran och slitsrör som används.

Vid kalibrering av *60 mm och 44 mm mätkroppar* är maximal volymökning 750 cm³ och lämpligt *volymintervall* 50 cm³.

Vid kalibrering av *32 mm mätkroppar* är maximal volymökning 200 cm³ och lämpligt *volymintervall* 20 cm³.

Installation av mätkropp

Mätkroppen installeras antingen efter förborring eller med slitsrörsteknik. En håltagning med så liten störning som möjligt av jordens lagring är *mycket viktig* för mätresultatet

Håltagning skall göras utan störning

I de fall det är möjligt att göra ett *ostört* öppet borrhål bör detta förfaringsätt användas. Borring under grundvattenytan kräver normalt stabilisering med bentonitslurry eller annan borrhätska.

Öppet borrhål

Med slitsrörsteknik slås eller trycks foderröret ner i marken med mätkroppen på plats inuti den slitsade delen. Därvid trängs jord undan och en spänningsökning åstadkoms i jorden runt spetsen. Erfarenheten visar att denna spänning utjämnas och i stort sett försvinner allt eftersom spetsen slås djupare. Om slitsrörsteknik används bör därför slitsröret vara försett med en förlängningsspets vars längd är 10 gånger rörets diameter.

Slitsrörsteknik

När slitsrörsteknik används i siltig och lerig jord under grundvattenytan uppkommer ett porvattenövertryck vid nedslagningen som måste avklinga innan mätning görs. Detta kan ta allt från någon minut till flera timmar.

Försök

Pressometermätningar görs vanligen uppifrån och nedåt med successiv fördjupning av borrhålet mellan mätnivåerna. Vid användning av slitsrörsteknik i siltig jord kan, för att minska problemen med porvattenövertryck, slitsröret slås ner till slutligt djup dagen före mätningarna och sedan utförs mätningarna nedifrån och upp.

- 1a. Mätkroppen sänks med hjälp av förlängningsstängerna till mätnivån i det förborrade borrhålet. Se till att vattenkranar är stängda så att inte mätcellen expanderar, på grund av att vattentrycket ökar med djupet, och mätkroppen fastnar. Nedanför 10 m djup kan detta fenomen inte undvikas om hålet är torrt.

Installera mätkroppen

- 1b. Om mätkroppen slagits eller tryckts ner inuti ett slitsrör, görs minst 5 minuters paus innan tryckökning påbörjas.

Vänta om slitsrör använts

Kapitel 9 – In situ-metoder

2. Provningsen utförs med *stegvis tryckökning* i mätkroppen. Tryckvägen i mätkretsen (vatten) rör sig långsammare än i gaskretsen (skyddscellerna). Varje laststeg skall hållas konstant i 1 minut och avläsning av mätcellens volym görs efter 15 och 30 sekunder samt efter 1 minut. De första tryckstegen i en jord med okända egenskaper görs med 0,025 - 0,05 MPa, för att sedan eventuellt ökas så att *antalet steg till plasticering i jorden eller maximal expansion i mätkroppen blir ca 10*.

Gastrycket och vattentrycket skall justeras i varje laststeg så att skillnaden mellan de två trycken i markytan (vid mätinstrumentet) är enligt vidstående tabell. Positiv tryckskillnad anger att gastrycket (i skyddscellerna) skall hållas högre.

3. Mätningarna avslutas när plasticering i jorden har inträffat. Detta märks genom att volymökningen under tiden för ett laststeg ökar markant gentemot föregående laststeg. Mätningarna avslutas, i de fall inte någon tydlig plasticering märkts, när full expansion av mätkroppen uppnåtts:

- 32 mm sond	180 cm ³
- 44 mm sond	700 cm ³
- 60 mm sond	700 cm ³

4. Trycket i mätkroppen minskar till 0 och kontroll görs att allt vatten återkommer från mätcellen till kontrollenheten.

*Laststeg med konstant last**Avläsning:**-15 sekunder**-30 sekunder**-1 minut*

Mätdjup (m)	Tryckskillnad (MPa)
1	+0,10
3	+0,08
5	+0,06
7	+0,04
9	+0,02
11	0,00
15	-0,04
20	-0,09

*Avsluta belastningen vid maximal expansion**Trycket blir 0?***KONTROLLPUNKTER VID FÖRSÖK**

Följande skall kontrolleras under försökets utförande:

- Trycket under ett laststeg övervakas och justeras kontinuerligt så att det inte sakta kryper uppåt eller nedåt.
- Tryckskillnaden mellan mätcell och styrceller övervakas och justeras enligt tabell.
- Volymen under ett laststeg övervakas kontinuerligt. Om volymökningen (krypningen) är påtagligt mindre mellan 15 och 30 sekunder än mellan 30 och 60 sekunder kan en läcka i mätkroppen eller slangarna misstänkas och mätkroppen tas upp efter avslutad mätning.

Kapitel 9 – In situ-metoder

TOLKNING

Tolkning av resultatet kräver relativt omfattande beräkningar och görs normalt med hjälp av dator i samband med redovisning av försöksresultatet. De värden som beräknas och redovisas är:

- Pressometermodul E_p
- Gränstryck P_l
- Kryptryck P_{kl}

Redan under mätningens gång får man en ganska god uppfattning av pressometermodulen genom att titta på volymökningen (DV) för 0,1 MPa tryckökning vid den linjära delen av mätkurvan. Pressometermodulen kan uppskattas som:

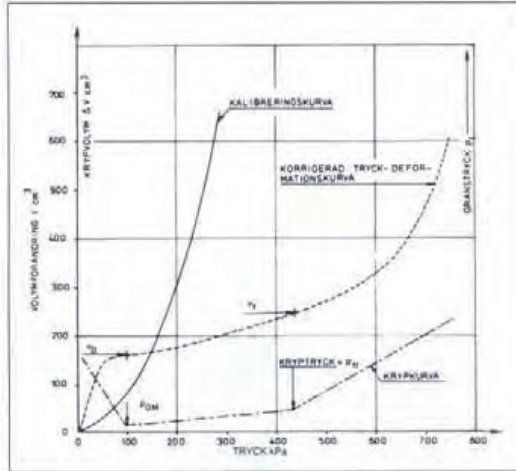


Fig 9:11 Tolkat och uppritat resultat från pressometermätning.

- $E_p \approx 200 / DV$, MPa vid 44 och 60 mm mätkroppar utan slitsrör
- $E_p \approx 230 / DV$, MPa vid 44 mm mätkropp med slitsrör
- $E_p \approx 45 / DV$, MPa vid 32 mm mätkropp utan slitsrör
- $E_p \approx 60 / DV$, MPa vid 32 mm mätkropp med slitsrör

DILATOMETERFÖRSÖK

ALLMÄNT

Dilatometer används för att mäta fasthet i lösa till medelfasta jordlager av lera, silt och sand. Ur mätresultaten kan till exempel hållfasthet, lagringstäthet och deformationsegenskaper. I Sverige förekommer Marchetti-dilatometern.

UTRUSTNING

Dilatometerutrustningen består av följande huvuddelar:

- Dilatometer (mät huvud)
- Neddrivningsstänger
- Mät- och regleringsinstrument
- Tryckslangar
- Gastub
- Jordkabel
- Vakuumpump

Dilatometern består av en stålplatta med tjocklek 15 mm, längd 240 mm och bredd 96 mm. Måtten kan variera något för olika modeller. Mitt på plattans ena breddsida finns ett cirkulärt stålmembran med diametern 60 mm. Bakom membranet finns en tryckkammare och en distansgivare. Membranet kan expanderas med hjälp av gastryck via en slang till markytan.

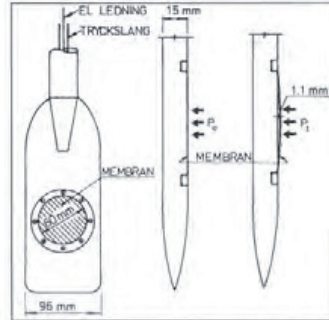


Fig 9:12 Dilatometer, mät huvud.

Neddrivningsstängerna utgörs av kolborrstänger $\phi 42$ mm eller stänger $\phi 32 - 36$ mm. För att slangerna skall kunna passera krävs ett fritt hål i skarvtapparna på minst $\phi 16$ mm.

Mätinstrumentet innehåller två manometrar med olika mätområden som omkopplas automatiskt. Instrumentet innehåller en elektrisk krets med ljud- och visar-signal. Signal ges när:

- dilatometerns membran är tryckt mot botten av tryckkammaren
- dilatometerns membran är expanderat 1,1 mm.

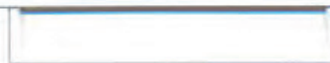
Två tryckslangar krävs för att utföra försöket:

- Tryckslang 1 från gastuben till mätinstrument.
- Tryckslang 2 från mätinstrumentet till dilatometern. Denna tryckslang innehåller även elledning för signalkretsen. Fel i tryckslang 2 kan sällan avhjälpas i fält. Därför skall en extra slang finnas i reserv.

Gastuben innehåller syrgas eller livsmedelsgas. Tryck minst 4 MPa (40 bar).

Jordkabeln är till för jordning av instrumentets elektriska delar.

Vakuumpumpen används för att suga in dilatometerns membran mot botten av tryckkammaren.



Kapitel 9 – In situ-metoder

Mått och toleranser m.m. redovisas i SGF rekommenderad standard. Där anges bl a att dilatometerplattans tjocklek skall vara 13,5-15,0 mm. Spetsvinkeln i eggen skall vara 16°. Dilatometern skall vara rak. Även neddrivningsstängerna skall vara raka, maximal utböjning får vara 0,5 mm/m för de nedersta 5 metrarna och 1 mm/m högre upp. Skurvarna skall ha samma styvhet som stängerna. Dilatometerns egg får vara högst 1,5 mm utanför stängernas centrumlinje.

Tryckslangen mellan dilatometer och mät- och regleringsinstrument skall vara tät. Största tillåtna tryckfall är 100 kPa/min i slutet system. Avläsningsfelet på instrumentets manometrar skall vara $\leq 0,5\%$ av mätområdet. Instrumentet skall kalibreras minst en gång per år eller efter skada, överbelastning och reparation.

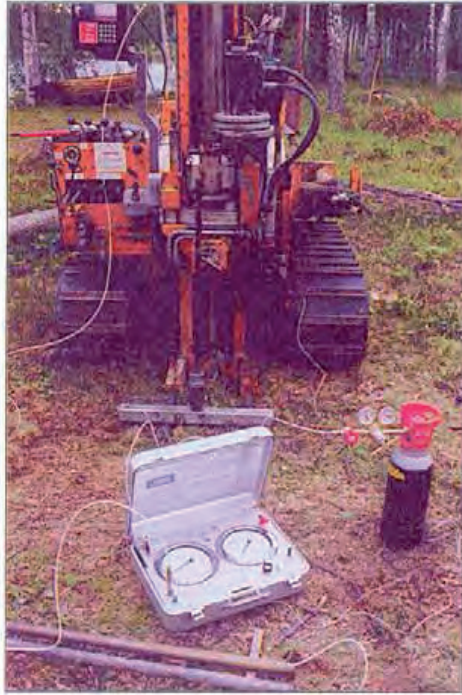


Fig 9:13 Utrustning för dilatometermätning.

KONTROLLPUNKTER FÖRE ANVÄNDNING

- Kalibrering av mätinstrumentet är giltig enligt företagets kvalitetssystem.
- Membran kontrolleras med avseende på förslitning och täthet. Membranet byts vid behov.
- Mätinstrument, slangar och dilatometer är täta för de tryck som skall utnyttjas. Tryckslangarnas täthet kontrolleras genom att sänka ned tryckfylld slang och dilatometer under vatten och kontrollera att inga luftblåsor uppkommer.
- Dilatometer och stänger är raka.

UTFÖRANDE

Kalibrering

Dilatometern kalibreras före och efter försöksserie i varje punkt samt efter byte av membran. Vid kalibrering av nytt membran utförs kalibreringen tills stabilt värde erhålls.

Vid kalibrering bestäms kalibreringsvärdena ΔA och ΔB . ΔA motsvarar det inre tryck som fordras för att få det obelastade membranet att röra sig 0,05 mm ut från plattan och ΔB det inre tryck som erfordras att få det obelastade membranet att röra sig 1,10 mm ut från plattan.

Försök

1. Förborming utförs genom torrskorpa och fyllning.
2. Trä tryckslang 2 genom samtliga neddrivningsstänger och fäst den första stängen i neddrivningsanordningen. Skydda kontakter. Anslut dilatometern till tryckslang 2 (vrid dilatometern - inte slang). Kontrollera att elstiftet ansluts rätt. Anslut dilatometern till stängen (vrid stängen - inte dilatometern). Anslut därefter tryckslang 2 och jordkabel till instrumentet.
3. Neddrivning (ljudsignal hörs när neddrivningen pågår). Dilatomern skall drivas ned med jämn hastighet, 20 ± 10 mm/s, till avsedd försöksnivå med maximal tryckkraft 100 kN. Slag får användas endast i undantagsfall. Vridning får inte förekomma, vilket skall iaktas vid exempelvis skarvning.

Om neddrivningen sker med borrhavn, försedd med kraft- och djupgivare, skall alltid neddrivningskraften mätas och registreras.

- 4a. Efter att en försöksnivå nåtts skall gastryckökning påbörjas inom 15 sekunder. Trycket skall ökas så att ljudsignalen upphör, när membranet pressats ut 0,05 mm, 15-30 sekunder efter tryckökningens start. Vid denna tidpunkt avläses manometertrycket, A-avläsningen.

Förborra

Montera ihop utrustningen

Tryck ner till mätnivån

Öka trycket långsamt

Kapitel 9 – In situ-metoder

- 4b. Tryckökningen fortsätts så att ljudsignalen åter hörs, när membranet pressats ut 1,10 mm, efter ytterligare 15-30 s. Vid denna signal avläses manometertrycket ännu en gång, B-avläsningen.
5. Därefter reduceras övertrycket och signal inträffar när membranet åter trycks tillbaka mot plattan. Försöket är därmed klart och fortsättning sker till nästa försöksnivå.
6. Avståndet mellan försöksnivåer i samma försöks-serie skall normalt vara 0,2 m och minst 0,15 m.

*Aubryt vid andra signalen**Fortsätt till nästa nivå***KONTROLLPUNKTER VID FÖRSÖK**

Följande skall kontrolleras under försökets utförande:

- Tryckökningshastigheten hålls under kontinuerlig uppsikt och justeras successivt så att angivna tidsgränser för signaler hålls.
- Kontrollera att signal erhålls när trycket släpps. Om så inte sker måste dilatometern tas upp för kontroll av membranets täthet.

PROTOKOLL

Följande skall noteras i protokoll till varje försökspunkt:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kap 1.
- Referensnivå.
- Uppmätt grundvattenyta i undersökningspunkten.
- Nollvärde Z_{0j} för manometrar.
- Kalibreringsvärden ΔA och ΔB före försöket.
- Kalibreringsvärden ΔA och ΔB efter försöket.
- Avlästa värden A, B samt djup för varje försöksnivå. Använd måttenhet skall anges tydligt.
- Nedpressningskraft från datalogger (om sådan använts).
- Anmärkningar av betydelse för tolkning exempelvis om slag har använts vid neddrivningen och i så fall var, skrapdjud, variationer i kraft, svårigheter att följa standard (tryckökningshastighet), läckage eller svaga signaler.

Kapitel 9 – In situ-metoder

TOLKNING

Tolkning av resultatet kräver relativt omfattande beräkningar och görs normalt med hjälp av dator i samband med redovisning av försöksresultatet. De värden som beräknas:

- Materialindex I_D
- Horisontellt spänningsindex K_D
- Dilatometermodul E_D

Dessa värden används därefter till att utvärdera jordart, kompressionsmodul, överkonsolideringsgrad, jordtryckscoefficient, skjuvhållfasthet och friktionsvinkel.

FÖRETAG
DILATOMETERMÄTNING

Uppdragsnummer 4652149		Punktnummer 9:14		Datum 951201		Blad		
Uppdragsnamn Fälttjänsthandbok		Metod Dm		Ref. yta My		Märknivå/Ref.nivå +10.00		
Punktslätt		Dilatometer Nr 167		Kontrollskat Nr 10		Sign. LE		
9:14 mol 9:15 x → 0 * ← 2.0m		Kalibreringsvärde delta A (bar) För: Efter: 0.06 0.06		Kalibreringsdatum 950401		B-värde manometer: Zm (bar) 0.02		
		Kalibreringsvärde delta B (bar) För: Efter: 0.42 0.42		Vattentyta (m) 1.5				
Djup (m)	A-värde (bar)	B-värde (bar)	Djup (m)	A-värde (bar)	B-värde (bar)	Djup (m)	A-värde (bar)	B-värde (bar)
2	0.37	0.97	2	0.28	0.72	2	0.29	3.92
4	0.46	1.75	4	0.13	0.52	4	0.95	4.16
6	0.54	2.15	6	0.12	0.59	6	1.14	5.12
8	0.62	2.30	8	0.16	0.58	8	1.15	5.10
2]0	0.47	2.05	3]0	0.52	1.95	4]0	1.10	5.05
2	1.12	5.17	2			2		
4	1.17	6.90	4			4		
6			6			6		
8			8			8		
5]0			0			0		
2			2			2		
4			4			4		
6			6			6		
8			8			8		
0			0			0		
Iakttagelser och anmärkningar								
Stopp på 5.5 m djup								
Mättn. neddrivn. se fältminne 1625								

Fig 9:14 Exempel på ifyllt dilatometerprotokoll.

PLATTBELASTNINGSFÖRSÖK

ALLMÄNT

Plattbelastningsförsök kan göras för att bestämma jords (och bergs) bärförmåga och deformationsegenskaper när dessa är betydelsefulla men svårbestämbara med konventionell geoteknisk utrustning.

Plattbelastningsförsök är inget standardförsök utan utförandet specialanpassas till aktuella förhållanden vid varje tillfälle. De flesta plattbelastningsförsök som utförts har även följts i något forskningsprojekt varför den största erfarenheten av sådana finns på de tekniska högskolorna.

Kostnaden för ett plattbelastningsförsök är relativt hög men resultatet av försöket kan visa sig ge god totalekonomi i ett projekt.

En speciell typ av plattbelastning redovisas i Vägverkets publikation 1993:019 "Bestämning av bärrighetsegenskaper med statisk plattbelastning". Denna metod används för kontroll av fasthet efter slutförd packning och beskrivs ej här.

UTRUSTNING

För ett plattbelastningsförsök behövs:

- Provplatta
- Domkraft för belastning
- Mothåll
- Mätutrustning för kraftmätning
- Mätutrustning för mätning av deformationer

Provplattans storlek skall väljas så stor att försöket blir representativt och lätt kan tolkas till verkliga storleksförhållanden. Samtidigt kan provplattan inte vara alltför stor eftersom detta innebär behov av stort mothåll, vilket inte bara medför höga kostnader men också kan innebära praktiska svårigheter. Ofta väljs plattstorleken 1 m².

Mothållet kan anordnas med förankringsstag och balkar eller med motvikter, exempelvis balkar, blyplåtar, betongpålar, stor behållare som fylls med jord eller vatten.

Vid provbelastningen skall belastning och deformationer mätas i varje laststeg. Härför krävs kalibrerade kraftgivare samt ett fristående referenssystem med mätklockor eller elektriska lägesgivare. Mätning och registrering av manometertryck bör göras som säkerhetsåtgärd men ger inte tillräcklig noggrannhet. Deformationsmätning bör utföras i minst 4 diametrala punkter.

UTFÖRANDE

Provb belastningen skall föregås av noggrann planering, inte minst vad avser personal, eftersom prob belastningen kan bli utdragen i tiden. Det är väsentligt att all personal är informerad om innebörden av försöket, så att inga misstag görs som äventyrar utvärderingen.

Under försöket skall referenssystemet skyddas mot mekaniska störningar samt direkt solbe strålning. Det är även viktigt att kontrollera att inte hävning av jorden runt förankringsstag påverkar referenssystemet.

Provb belastningen utförs med konstanta laststeg, normalt motsvarande 1/20 till 1/10 av antagen brottlast. Varje laststeg skall verka lika lång tid. Kraften skall hållas konstant under varje laststeg och mätning av deformationer görs enligt ett visst schema, exempelvis 1, 2, 4, 6, 8, 12 och 16 minuter efter att nytt laststeg påförts.

Anteckningar görs även av övriga förhållanden, t ex väderleksförhållanden.

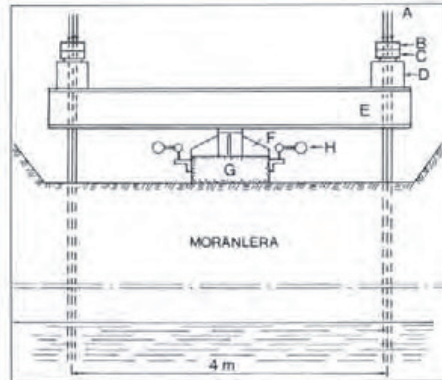


Fig 9:15 Princip för plattbelastningsförsök.

TOLKNING

Resultatet av prob belastningen bör utvärderas i samråd med till exempel forskare på högskola.

SKRUVPLATTA

ALLMÄNT

Skruvplatta används för bestämning av sättningsmodul och konsolideringskoefficient i främst silt och sand. I fast jord erfordras ofta förborring till några dm över mätnivån. I lera är metoden inte lämplig eftersom det tar alltför lång tid för sättningen att utbilda vid varje laststeg.

Kapitel 9 – In situ-metoder

UTRUSTNING

Skruvplattan består av följande huvuddelar:

- Skruvplatta
- Hydraulsystem
- Ytterrör
- Förlängningsrör
- Mothållssystem
- Mätssystem

Skruvplattan har diametern 162 mm, vilket motsvarar 0,02 m². Skruvplattan ansluts till hydraulsystemet och rörsystemen (yttre och inre).

UTFÖRANDE

Skruvplattan borrar eller skruvas ned till avsedd försöksnivå. Med hjälp av mothållssystemet anbringas lasten i steg. Det första laststeget motsvarar effektivt överlagringstryck. Normalt väljs ytterligare 4-5 laststeg, där det sista motsvarar plattans brottlast, utrustningens kapacitet eller ansedd övre begränsning. Vid varje laststeg registreras sättningens tidsförlopp och en tid-sättningskurva ritas upp ur vilken tiden för 90 % konsolidering (laststegets längd) bestäms. I sand är denna vanligen ca 10 min.

När mätningarna avslutats på en nivå skruvas plattan ner till nästa nivå, normalt 1 till 3 meter djupare.

FÖRSÖK

1. Skruvplattan demonteras för kontroll att kolvplattan är i gott skick och alla delar rengjorda.
2. Hydraulkollen kalibreras genom att utföra ett belastningsförsök på marken med hjälp av tillhörande precisionsmanometer och en kraftgivare. Vikten av innerrör och oljeslang skall beaktas vid kalibreringen.
3. Hydraulkolv och slang fylls med olja så att systemet blir mättat och så att luftblåsor inte bildas. Olja fylls även i ståndsrör och ackumulator. Oljenivån skall kontrolleras efter varje gång som kopplingen tryckts ihop.

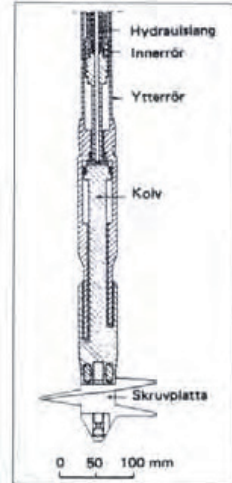


Fig 9:16 Utformning av skruvplatta.

Kapitel 9 – In situ-metoder

4. Skruvplatta, slangar och förlängningsrör monteras. Vid montering av innerröret tillses att kolvstången inte utsätts för böjkrafter. Neddrivningsverktyg och låsanordning monteras.
5. Ett hål grävs till ca 0,5 m djup för att underlätta styrningen av skruvplattan. Mothållsram och jordskruvar monteras. Ramen skall vara horisontell och jordskruvarna vertikala. Skruvplattan sätts ner i det grävda hålet och skruvas ner till avsett djup. Teoretiskt åtgår 22 varv/m men erfarenhetsmässigt åtgår 26 till 28 varv/m på grund av massundanträngning. Vridverkyget skall under vridning stå parallellt med mätbalken. Undvik att skruva moturs. Utlösningshylsan skruvas loss minst 55 mm.
6. Mätbalken monteras över mätplattan så att mätlockan kan monteras vinkelrätt mot mätplattan. Kvävgastuben placeras så att mätlockan lätt kan justeras. Ventilsystemet monteras.
7. Tryck påförs och stoppuret startas. Sättningen registreras vid bestämda tidpunkter. Mellan avläsningarna ritas tid-sättningskurvor upp. När mätningarna är klara på en nivå görs avlastning.

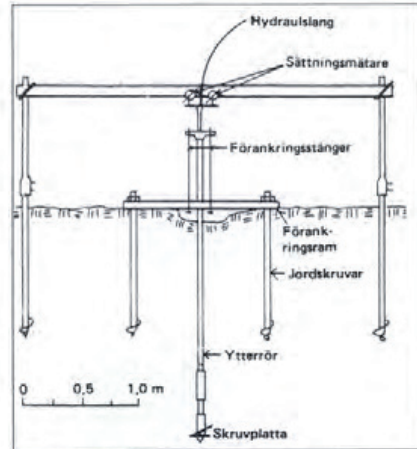


Fig 9:17 Uppställning för skruvplatteförsök.

TOLKNING

Ur försöket utvärderas:

- modultal m
- konsolideringskoefficient c_v

Modultalet är en dimensionslös parameter, som beräknas med hjälp av ett sättningstal, och beror av jordart och belastning. Konsolideringskoefficienten avser egentligen radiell dränering men har visat sig stämma ganska väl med konsolideringskoefficient bestämd med ödometerförsök.

GEOFYSISKA METODER

Med geofysiska metoder tolkas geotekniska egenskaper ur fysiska egenskaper. För detaljerad beskrivning av dessa metoder hänvisas till speciallitteratur, exempelvis "Geofysik för geotekniker" Carl-Axel Triumf, BFR T 31:1992. Här ges en resumé över några metoder och en beskrivning av deras geotekniska användningsområde.

SEISMIK

Refraktionsseismik

Med refraktionsseismik bestäms elastiska vågors, främst P-vågors, utbredningshastighet i olika jordlager. Vid mätning används vanligen sprängmedel som energikälla. Tiden för P-vågor att gå olika vägar längs lagergränser i jorden till geofoner utplacerade i rad på markytan registreras. Med refraktionsseismik bestäms:

- Lagermaktigheter och våghastighet i lagren.
- Djup till bergyta.
- Djup till grundvatten i grovt material.
- Läge av svaghetszoner i berg.

Refraktionsseismik fungerar endast om våghastigheten, dvs fastheten, i olika lager ökar mot djupet.

Reflektionsseismik

Med reflektionsseismik mäts P-vågors gångtid till och från olika reflektionsytor i jorden. Om utbredningshastigheten är känd kan djupet till olika lager bestämmas. Inmätning kan även göras av låghastighetszoner som ligger under höghastighetslager. Som energikälla kan t ex användas "air-gun", "boomer", "sparker" eller sprängmedel. Med reflektionsseismik bestäms:

- Lagergränser.
- Horisontella svaghetszoner i berg.

Reflektionsseismik är vanlig vid marina bottenundersökningar.

Ytvågsseismik

Med ytvågsseismik mäts R-vågors utbredning längs markytan. Vågornas hastighet utgör medelhastigheten i jordlagren ner till ett djup motsvarande halva våglängden. Vanligen används vibratorer med variabel frekvens som energikälla. Med ytvågsseismik bestäms:

- Lagerföljder (om olika frekvenser används).
- Fasthet, exempelvis efter djuppackning.

Seismisk mätning i borrhål

Seismisk mätning i borrhål kan ske med källa och geofon i olika inbördes lägen, "up-hole", "down-hole" och "cross-hole". Mätning sker både av P-våg och S-våg. Med borrhålsbaserad seismik bestäms bland annat:

- Dynamiska egenskaper hos jord och berg.
- Bergkvalitet.
- Kontroll av injektering i berg.
- Lägen för hålrum.

GEORADAR

Georadar bygger på användningen av elektromagnetiska vågor av mycket hög frekvens (80 MHz till 1000 MHz). Vid mätning skickas en radarvåg ut från en antenn på eller alldeles ovanför markytan. Den utsända vågen reflekteras mot olika hinder eller släcks ut. Hinder utgörs av gränssyta mellan två material med olika elektriska och magnetiska egenskaper. Ju större skillnad i egenskaper desto kraftigare reflektion. Med georadar kan följande information erhållas:

- Bergnivå.
- Lokalisering av sand och grusförekomster.
- Lokalisering av enstaka block i jorden.
- Lokalisering av grundvattenyta i grovt material.
- Mäktighet av väggroppar.
- Arkeologiska fyndigheter.

Georadars nedträngningsförmåga begränsas starkt av lera.

9 : 28

SGF Rapport 1:96



10. GEOHYDROLOGISKA MÄTMETODER

GRUNDVATTENNIVÅ OCH PORTRYCK

Grundvattenytan definieras som den vattenyta där porvattnets tryck är lika stort som lufttrycket. *Portrycket* är vattentrycket i porerna på en viss nivå i helt vattenmättad jord.

Val av mätsystem för grundvattennivåbestämning eller portrycksmätning baseras främst på de geologiska förhållandena på undersökningsplatsen och på hur snabba nivåförändringar som skall mätas. Mätssystemen delas in i *öppna och slutna system*.

Öppna system används för korttids- och långtidsmätningar i grov genomsläpplig jord (sand, grus och grov morän). Vid användning av rör med liten diameter eller slang med filterspets kan öppna system användas även i fin- och medelgrov jord (silt, sand och alla typer av morän). Allmänt gäller att ju mindre vatten som ryms i det öppna systemet desto snabbare reagerar det för grundvattennivåförändringar.

Slutna system används för mätningar i fin-kornig tät jord (lera) och på platser där icke-hydrostatisk tryckfördelning råder.

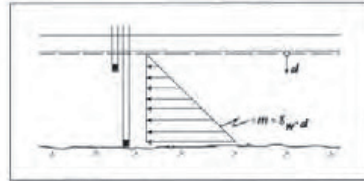


Fig 10:1 Grundvattenyta och portryck på olika djup under markytan vid hydrostatisk tryckfördelning.

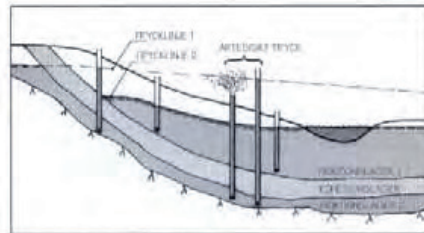


Fig 10:2 Grundvattenytan vid två grundvattensystem och icke-hydrostatisk tryckfördelning.

UTRUSTNING FÖR MÄTNING

Öppna system (GW-rör)

I öppna system mäts grundvattenytan i ett provtagningshål, i ett rör eller i en plastslang kopplad till en speciell filterspets. Vattnet har direktkontakt med luften vid märkytan. Vattennivån i hålet, röret eller slangen ändras när vatten strömmar in eller ut tills vattentrycket motsvarar porvattentrycket i jorden. För att kunna mäta en tryckförändring i jorden med ett öppet system krävs att en förhållandevis stor vattenvolym strömmar genom hålet / röret / slangen. Öppna system består av antingen:

- **Observationsborrhål** efter sondering eller provtagning eller provgrop (Fig 10:3). För att förhindra att hålet rasar igen kan det förses med ett foderrör.
- **Öppna rör** (Fig 10:4) som nederst är perforerade med små hål eller slitsar. Vanliga vattenledningsrör eller plast-rör med 25 till 50 mm diameter används.

Röret kan slås ner utan förborring eller sättas i ett förborrat hål och omges med filtersand. I det första fallet bör den perforerade nederdelen vara fylld med sand för att inte täppas till av jord under nedslagningen.

- **Filterspetsar** (Fig 10:5) som finns i flera utföranden. Det vanligaste filtret är ett perforerat stålrör som fyllts med en blandning av sand och plast. Andra typer har geotextil, porös brons, keramik eller polyeten som filterelement. Filtret kopplas direkt till ett

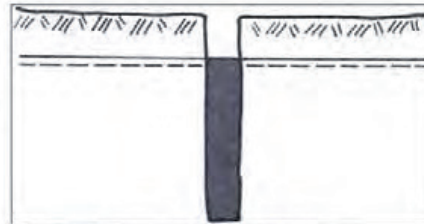


Fig 10:3 Observationsborrhål (efter sondering eller provtagning).

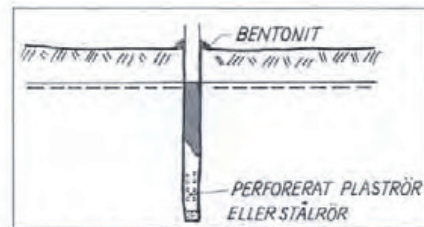


Fig 10:4 Öppet rör med perforerad spets.

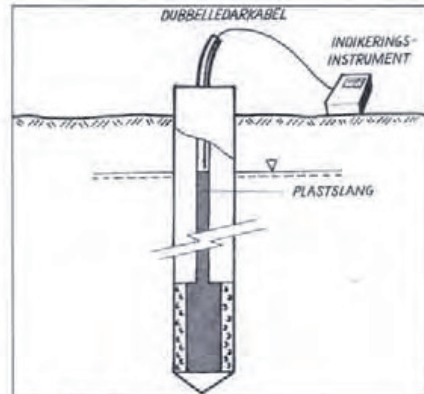


Fig 10:5 Filterspets.

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

15 - 25 mm förlängningsrör, som utgör stigrör, till markytan. Filtret kan även kopplas till en plastslang med 8 till 10 mm innerdiameter när snabbe reaktion på grundvattenförändringar önskas.

Filtret trycks eller slås ner i jorden med förlängningsrören eller med borrhästar. Förlängningsrör som lämnas kvar i marken skall ha samma diameter som filtret.

Slutna system (portrycksmätare)

I slutna system mäts vattentrycket direkt i en liten vattenfylld mätkammare innesluten i ett filter.

Vattentrycket i mätkammaren och i filtret står i jämvikt med omgivande jords porvattentryck och mäts direkt utan stora vattenrörelser.

Mätprinciperna varierar mellan olika portrycksmätare och tryckmätningssdelen kan antingen vara fast inbyggd i spetsen eller separat och kopplas till spetsen när mätning skall utföras. För vidare information se "Mätning av grundvattennivå och portryck" SGI Information nr 11.

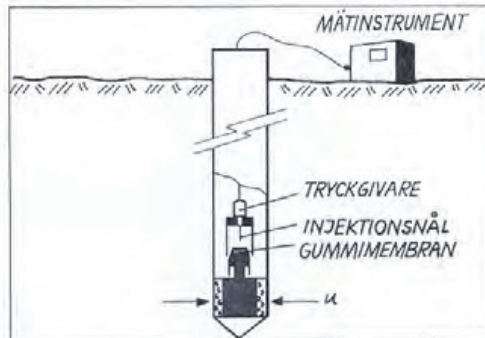


Fig 10:6 Portrycksmätare typ BAT.

INSTALLATION AV GW-RÖR OCH PORTRYCKSMÄTARE

Nedan behandlas installation av rör och filterspetsar samt portrycksmätare.

Installationen måste förberedas och utföras med stor omsorg. Installationen är ofta avgörande för systemens funktion. Speciell noggrannhet skall ägnas åtgärder för att hindra att luft kommer in i filter och slangar.

Ingen luft i filter och slangar

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

Förberedelser

1. Kontrollera filterspetsar så att vattnet kan röra sig fritt i båda riktningar genom filtret.
2. Vid installation av portrycksspetsar med kalibreringsbara delar skall kalibreringen kontrolleras och eventuellt förnyas.
3. Vattenmätta och vattenfulla portrycksspetsar, filter och eventuell slang. Efter att alla delar vattenmättats skall de hållas så under alla moment tills dess att installationen slutförts.

*Kontrollera filter**Kalibrera portrycksspets**Vattenmätta filter mm*

- En *portrycksspets* vattenmättas genom att lägga den i vatten och därefter avlufta vattnet och filtret genom kokning eller med vakuumsugning.
- I ett *öppet system* avlägsnas luftbubblor från slangar och filter genom att några droppar diskmedel blandas i vattnet.
- Vid användning av *filter med geotextil* bör spetsen stå i en blandning av diskmedel och vatten under ca 1 dygn för att lösa upp ytspänningen i geotextilen.
- Om ett *elektriskt mätinstrument* skall användas för mätning kan dessutom lite salt tillsättas för att förbättra vätskans elektriska ledningsförmåga.
- *Använd inte slangar med diameter under 8 mm* eftersom det är svårt att avlägsna luftblåsor från dessa.

Installation av GW-rör och filter med neddrivning

- 1a. Vid neddrivning av GW-rör med perforerad spets kan spetsen fyllas med filtersand för att hindra att jord tränger in och täpper till perforeringen under neddrivningen.
- 1b. Vid neddrivning av GW-rör med filterspets och slang skall slangen hållas vattenfylld och igenpluggad för att hindra att jord tränger in och täpper till filtret under neddrivningen.

*Fyll filtersand i öppna rör**Fyll vatten i plastslangar*

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

2. Neddrivning görs i första hand med tryck. Om mantelfriktionen blir för stor kan förborring eller förprylning utföras till några meter över förbestämd installationsnivå.

Driv ner

Neddrivning med slagning kan göras för de filter som tål detta, främst de tillverkade av stålrör. Slagning medför dock större risk för jordinträngning och tilltäppning.

3. Fyll röret eller slangen med vatten upp till överkanten för att kontrollera att det kan rinna ut i omgivande jord. Vattnets sjunkningshastighet skall mätas och noteras på protokoll för bedömning av ansvarig geotekniker.

Kontrollera funktionen

- Skulle filtret ha **täppts till** under installationen kan vatten tillföras under tryck för att rensa perforeringen. Igensatta rör kan spolas med en slang nedförd i röret.
- Vintertid måste en **köldblandning** användas i GW-rör. Blandningens densitet bör vara samma som vattnets för att undvika problem med utvärdering av mätresultatet.

Recept på köldblandning:
 – 5,5 l glycerin (glykol)
 – 5,5 l rödsprii
 – 10 l vatten

5. Täta med lera eller bentonit vid markytan kring rör och slangar.
6. Om utrustningen riskerar att förstöras av t ex trafik, måste den markeras och skyddas med t ex rödmålade träreglar och påkörningsskydd.

*Täta vid markytan**Skydda*

Installation av GW-rör i förborrade hål

1. Borring görs med foderrör till grundvattentrörets blivande underkant. Foderrörets innerdiameter skall vara minst 40 mm större än filtrets ytterdiameter.

Borra med foderrör

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

2. Grundvattenröret sätts ner i foderröret. Fyll med filtersand runt den perforerade rörspetsen så att sanden täcker perforeringen helt och till en höjd av minst 4 gånger håldiametern. Filtersandens genomsläpplighet (k-värde) skall vara minst 100 gånger större än den omgivande jordens.
3. Fyll med bentonit över filtersanden för att tätta mot nerrinnande vatten från markytan. Tätningen skall vara minst 1 meter hög.
4. Dra upp foderröret samtidigt som borrhålet fylls till markytan med en blandning av den naturliga jorden och bentonit.
5. Fyll röret med vatten för att kontrollera att det kan rinna ut i omgivande jord. Vattnets sjunkningshastighet skall mätas och noteras på protokoll för bedömning av ansvarig geotekniker.

*Sätt ner grundvattenröret
och fyll på med filtersand*

Täta med bentonit

Dra upp foderröret

Kontrollera funktionen

Installation av portrycksmätare

1. Före installation av *portrycksmätare* skall förborring till vattenmättad jord göras. Därefter fylls det förborrade hålet med vatten så att portrycksspetsen inte luftfylls när den sänks ned i hålet.

*Förborra till grund-
vattenytan*

Om jorden är genomsläpplig, och vattnet inte stannar kvar i hålet, kan ett foderrör användas. Alternativt kan portrycksspetsen hållas innesluten i en plastpåse med vatten. Påsen avlägsnas automatiskt när vattenmättad jord nåts genom att spetsen perforerar den.

2. Tryck ner filtret eller portrycksspetsen med jämn hastighet till förbestämd nivå. Förlängningsrören närmast över portrycksspetsen (tätröret) skall ha samma eller större diameter än spetsen på minst 2 meters längd. Tätröret kvarlämnas även om övriga nedtryckningsstänger dras upp. Skarvar i förlängningsrören skall vara täta.

Tryck ner

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

Vid installation av *portrycksspets med inbyggd tryckmätare* måste övertrycket mätas under neddrivningen så att inte mätsystemets kapacitet överskrids och mätaren förstörs. Om trycket blir för högt måste neddrivningen avbrytas och installationsättet ändras. Förborring med en klenare spets eller långsammare nedpressning är två alternativa installationsätt.

- Kontrollera funktionen genom att koppla på mätinstrumentet och gör en första avläsning direkt efter installation. Efter ytterligare några dagar skall en ny avläsning göras.

Kontrollera funktionen

Efter installationen råder ett övertryck i jorden runt portrycksspetsar i lera. Övertrycket minskar under de första dygnet och har normalt avklingat helt efter en till två veckor.

- Om utrustningen riskerar att förstöras av t ex trafik, måste den markeras och skyddas med t ex rödmålade träreglar och påkörningsskydd.

PROTOKOLL ÖVER INSTALLATION

Följande skall noteras på ett grundvattenprotokoll till varje installerad GW-rör och portrycksmätare:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kapitel 1.
- Typ av portrycksspets eller filter.
- Typ av förlängningsrör eller slang och dimension.
- Längd på rör eller slang.
- Avvägd nivå på överkant rör eller slang.
- Nivå på portrycksspets eller filter. Alternativt anges djup under markyta eller djup under överkant rör eller slang.
- Resultat av funktionskontroll.
- Resultat av första mätning samt datum för mätningen.
- Anmärkningar av betydelse för tolkning.

FÖRETAG

GRUNDVATTENRÖR OCH PORTRYCKSMÄTARE

Uppdragsnummer	Projektnummer	Datum	Blad
4652149	10:7	951005	
Uppdragsnamn	Metod	Stat. yta	Stårhöjd/Stat. nivå
Fält/handbok	Rf	My	+10.00
Uppdragsplats	Spets Rör, Typ	Rörhöjd över My	Nivå OK Rör
Stång	—	0.43	+10.43
Handbok	Filtertyp, Typ	Rörhöjd Total	Nivå Spets
Lilla 42.4	Geotech	9.0	+0.93
	Portrycksm. Typ	Förhöjning	Anmär
	—	0.5	

Funktionskontroll av grundvattenrör vid installationen:

Styrning (m)

Tid (min) efter uppbyggnad av rör	1	2	4	8	16
0.5					
1.0	*				
2.0					
4.0					
8.0					
16.0					

Datum	Grundvattensdjup under Öst Rör (m)	Portrycksmätare Typ	Stat. Yta (mvp)	Blad
951005	1.35			1E
951006	1.40			1E
951019	1.42			1E

Fig 10:7 Exempel på ifyllt installationsprotokoll för grundvattenmätning.

MÄTNING I GW-RÖR OCH PORTRYCKSMÄTARE

Vid *öppna system* mäts avståndet mellan rörets eller slangens överkant och vattenytan. Avståndet räknas om till grundvattennivå i det använda höjdsystemet.

Vid *stutna system* mäts trycket vid spetsen. Trycket räknas om till 0-trycknivå (grundvattennivå) i det använda höjdsystemet.

Före mätning av grundvattennivå och portryck samlas tidigare mätningar för att ha som jämförelse med de nya under mätningens utförande. Vid första mätstillfälle bör sannolika värden för grundvattennivå eller portryck tas fram i samråd med ansvarig geotekniker.

Kontrollera mätvärdena i samband med mätning och jämför med tidigare mätningar eller förväntade värden innan du lämnar platsen. Om stora avvikelser förekommer bör mätningen upprepas. Om avvikelsen kvarstår måste åtgärder avgöras i samråd med ansvarig geotekniker.

Gör regelbundna funktionskontroller av öppna system genom att fylla upp förlängningsrör eller slang och mäta sjunkningen under minst 10 minuter. Jämför sjunkningshastigheten med den som mättes vid installation av röret. Om hastigheten avtar bör rensning utföras.

Mätning i GW-rör

I öppna system pejlas vattenytans djup under överkant rör eller slang med ettdera av följande:

Klucklod fäst vid ett måttband. Lodet, som är skålformat undertill, ger ett kluckljud när det sänks ner i röret och träffar vattenytan.

Graderad slang, i vilken man blåser. När slangändan förs ner i röret och när vattenytan hörs ett bubblande ljud.

Samla tidigare mätningar

Kontrollera mätvärden i samband med mätning

Gör regelbundna funktionskontroller av öppna system

Klucklod

Graderad slang

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

Elektrisk dubbelledare fäst vid ett måttband med en elektrisk spänning pålagd. När dubbelledarens ände når vattenytan sluts strömkretsen och en ampéremätare, ljudsignal eller lampa ger signal.

Elektrisk ledare

För *öppna rör med liten diameter och filterspetsar med plastslangar* används elektriska mätsystem. Kabelns nederände bör utformas så att mätaren inte reagerar för kondensvatten på slangens eller rörets väggar. Efter mätning skall kontroll göras att utslaget på mätaren är stabilt när kabeln förs ytterligare nedåt.

Mätning av portrycksmätare*Elektriska portrycksmätare*

Vid elektriska portrycksmätare kopplas ett mätinstrument till portrycksspetsen via en fast monterad elektrisk kabel.

Elektriska portrycksmätare:

Två typer av elektriska portrycksmätare används i Sverige, med trådtöjningsgivare och med svängande sträng som mätvärdesgivare. Mätning görs enligt följande:

*-trådtöjningsgivare
-svängande sträng*

1. Koppla mätinstrumentet till portrycksspetsens kabel.
2. En elektrisk signal sänds till mätgivaren i spetsen tills dess att en stabil svarssignal erhålls (efter några sekunder). Mätinstrumentet omvandlar i de flesta fall svarssignalen till tryckvärden (meter vattenpelare eller MPa). Om ingen omvandling sker måste denna göras med hjälp av kalibreringskurvor.
3. Vid användning av elektriska portrycksmätare, som mäter absoluttrycket, skall även lufttrycket avläsas vid varje mättillfälle. Detta skall göras med speciell lufttrycksmätare.

*Koppla instrumentet**Sänd mätsignal
- avvakta svar**Mät lufttrycket*

BAT portrycksmätare

Vid mätning med *BAT-portrycksmätare* kopplas normalt en lös mätkropp till portrycksspetsen vid varje mättillfälle. Mätkroppen är ansluten till ett registreringsinstrument via en kabel. Mätning görs enligt följande:

1. Fyll utrymmet i mätkroppen mellan kanylen och tryckgivaren med vatten eller silikonolja. Se till att inga luftblåsor innesluts. Vatten skall inte användas om frysrisk föreligger.
2. Gör en nollavläsning med mätkroppen hängande i lod i luften. Detta ger ett nollvärde som är lika stort som lufttrycket vid mättillfället.
3. Sänk ner mätkroppen till portrycksspetsen. Se till att kanylen tränger igenom gummimembranet och kommer i kontakt med porvattnet i spetsen.

En liten tryckändring uppstår när kanylen tränger genom membranet. Denna måste stabiliseras innan avläsningen kan ske.

4. Vänta tills trycket är konstant (ca 5 till 10 minuter) och registrera trycket, det sk *A-värdet*. Om inte trycket stabiliseras efter ca 10 min bör en rensning av filtret (genompumpning) utföras.
5. Dra upp mätkroppen och kontrollera nollavläsningen. Om den ändrats skall det nya värdet noteras, det sk *C-värdet*.

Mätning med BAT portrycksmätare



Fig 10:8 BAT-systemets delar: Portrycksspets, Mätkropp på förbindelsekabel och Mätinstrument.

PROTOKOLL ÖVER MÄTNINGAR

Resultat från mätning av grundvattennivåer och portryck skall noteras på samma protokoll som upprättades vid installationen eller på en bilaga till detta, så att data om installationen alltid åtföljer mätresultaten. Följande skall noteras vid varje mätilfälle:

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kapitel 1
- Mätresultat
- Resultat av funktionskontroll när sådan gjorts
- Anmärkningar av betydelse för tolkning, exempelvis ändrade 0-värden före och efter mätning med BAT-mätare

Använd samma protokoll som vid installationen

FÄLLOR OCH FEL

Den vanligaste felkällan vid grundvattennivå- eller portrycksmätning är förekomst av gas- eller luftbubblor i systemet. Alla delar av systemet måste vattenmättas och hållas i vatten under de olika momenten (transport, förberedelse och installation).

Varning för:

-luft och gas i mät-systemet

Mätning av portryck i den kapillära, omättade zonen över grundvattenytan är problematisk på grund av att undertrycket i porvattnet kan suga vatten från filtret. I icke vattenmättad jord bör man därför använda filter med små porer och därmed stort luftinträdningsmotstånd ("high air entry value filter").

Ytvatten kan rinna ner längs slangar och rör till spetsen och påverka mätningarna. Alla kablar, rör och förborrade hål måste tätas vid markytan med tillstampad lera, bentonit eller dylikt för att förhindra detta. Tätningen är speciellt viktig vid ytlig placering av spetsar. Se till att det blir en upphöjning runt röret så att ytvatten rinner bort från röret.

-ytvatten

Portrycksspetsar och filter är känsliga för slag och stötar och kan skadas vid lagerhållning, transport eller installation och bör därför alltid behandlas varsamt.

-slag och stötar

Korrosion av spetsar och förlängningsrör kan leda till problem varför korrosionsbeständigt material bör

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

användas till mätare som skall användas till långtidsmätningar. Korrosion av förlängningsrören till BAT porttrycksmätare kan orsaka problem om rostpartiklar lossnar och lägger sig på spetsens membran. Problemet kan undvikas genom användning av galvaniserade rör.

-korrosion

HYDRAULISKA EGENSKAPER

Hydrauliska egenskaper (permeabilitet, transmissivitet mm) hos jordlager och hos berg kan mätas för att beräkna förändringar i grundvattenförhållandena. Nedanstående text ger en kortfattad information om några metoder. För detaljerade anvisningar hänvisas till speciallitteratur om respektive metod

”SLUG-TEST” (FALLING HEAD)

”Slug-test” används för bestämning av jords hydrauliska konduktivitet (permeabilitetskoefficient). Försöket genomförs genom att förändra vattennivån i ett borrhål eller ett grundvattenrör genom påfyllning med vatten, för att sedan studera återhämtning- och stabiliseringsprocessen.

Slug test utförs på följande sätt:

1. Mät ursprunglig vattennivå i borrhålet eller grundvattenröret.
2. Välj trycknivåskillnad som skall årtstadkommas i början av försöket och fyll på hålet eller röret med vatten tills den valda trycknivån uppnåtts. Starta tidtagning.
3. Utför regelbunda avläsningar av vattennivån mot tiden. Välj korta intervall i början av försöket och längre intervall mot slutet. Dokumentera vattenytans sjunkning och

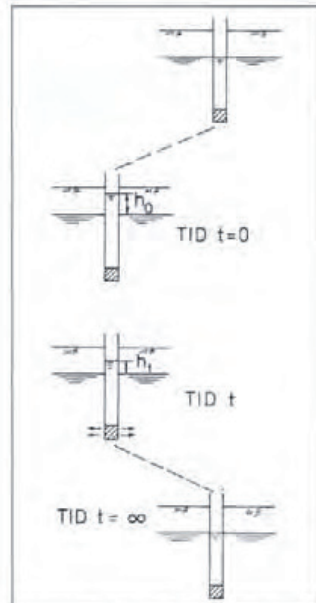


Fig 10:9 Princip för slug-test.

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

tidpunkterna för avläsningarna. Försöket avslutas när vattennivån har återställt sig till ursprunglig nivå eller efter en bestämd tid. Dessa kriterier bestäms i samråd med ansvarig geotekniker vid uppdragsgenomgången före fältarbetet.

4. Dokumentera rörets eller hålets diameter och längd eller djup samt utformning av filter eller spets.

BAT PIEZOMETER (PORTRYCKSMÄTARE)

BAT-piezometer kan användas för bestämning av jordens hydrauliska konduktivitet (permeabilitetskoefficient). Både inströmningsförsök (rising head) och utströmningsförsök (falling head) kan utföras. Utrustningen som behövs består - utöver den vanliga utrustningen för portrycksmätning - av ett glasrör som placeras mellan tryckgivaren och spetsen samt utrustning för att vakuumsätta glasröret. Permeabilitetsmätning med BAT-piezometer utförs på följande sätt:

1. Mät det rådande portrycket.
2. Vakuumsätt glasröret och montera ihop utrustningen.
3. Sänk ned utrustningen mot spetsen. Starta tidtagning när kontakt med spetsen erhålls (när kanylen tränger genom membranet).
4. Utför regelbunda avläsningar av trycket mot tiden, detta kan göras automatiskt med nya typer av instrument eller manuellt. Vid manuella avläsningar väljs korta intervall i början av försöket och längre intervall mot slutet. Dokumentera tryckminskningen i glasröret samt tidpunkterna för avläsning. Försöket avslutas när en bestämd tryckutjämning har uppnåtts eller efter en bestämd tid. Dessa kriterier bestäms i samråd med ansvarig geotekniker vid uppdragsgenomgången före fältarbetet.
5. Skruva isär utrustningen och anteckna vattenvolymen som kommit in i glasröret.

PUMPFÖRSÖK

Pumpförsök används för bestämning av hydraulisk konduktivitet, transmissivitet, influensradie med mera hos grundvattenmagasin (akvifer) i både jord och berg. Pumpningen utförs vanligtvis i en borrhälsbrunn och mätningen består i avläsningar av grundvattensänkningen vid olika tidpunkter i brunnen och i ett antal kringliggande observationspunkter. Observationspunkterna skall placeras inom och utanför det område som förväntas bli påverkad av grundvattensänkningen. Pumpförsök kräver noggrann planering för att ge full information.

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

Varje pumpförsök måste specialanpassas till de rådande förhållandena och till förväntat resultat. Pumpförsök genomförs i princip på följande sätt.

1. Mät grundvattennivån i samtliga observationspunkter (grundvattenrör eller porttrycksmätare).
2. Installera pumpen i brunnen. Val av pumpstorlek och brunnstyp görs på basis av ett stort antal parametrar såsom avstånd mellan markytan och grundvattenytan, avsänkningens storlek, förväntat vattenflöde med mera.
3. Starta pumpen och tidtagningen samtidigt.
4. Gör regelbunda avläsningar av grundvattennivå eller porttryck mot tiden i brunnen och i samtliga observationsrör enligt en logaritmisk tidskala.
5. När försöket avslutas och pumpen stängs av skall en ny tidtagning startas för uppföljning av återhämtning. Avläsningar utförs på samtliga observationspunkter enligt samma tidsindelning som ovan.

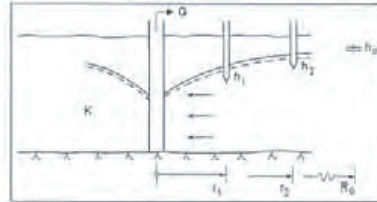


Fig 10:10 Princip för pumpförsök.

VATTENFÖRLUSTMÄTNING

Vattenförlustmätning utförs för bestämning av hydraulisk konduktivitet och vattenupptagningsförmåga kring borrhål i berg. Ur dessa uppgifter kan även bergets sprickighet uppskattas.

Vattenförlustmätning utförs i princip enligt det följande och enligt program som gjorts upp i samband med uppdragsgenomgången vid fältarbetets start.

1. Mät grundvattenstrycket i borrhålet.
2. Installera en eller två tätningmanschetter på ett injektionsrör i borrhålet. Manchetten (manchetterna) sätts på förbestämda nivåer där mätningen skall göras. Avståndet från bergytan skall dock vara minst 1 m för den översta manchetten.
3. Sätt på vatten till förvalt övertryck och låt stå på tills ett jämnt flöde inträtt och därefter ytterligare några minuter. Övertryckets storlek och mättidens minsta längd bestäms enligt ett i förväg uppgett program



Fig 10:11 Utrustning för vattenförlustmätning.

Kapitel 10 – Geohydrologiska mätmetoder

4. Mät vattenflödet regelbundet under försöket.
5. Avsluta försöket genom att släppa trycket och ta ut manschetten (-erna). Upprepa försöket med nya manchettnivåer enligt program

CPT-SONDERING (DISSIPATION TEST)

Utjämningsförsök utförda vid stopp i CPT-sondering kan användas för bestämning av hydraulisk konduktivitet hos olika jordlager. Mätningarna görs enligt följande:

1. Tryck ner sonden till önskat djup. Detta djup kan vara där över-portrycket avviker mot normalt, till exempel i ett siltlager, eller på någon annan förbestämd nivå som noterats vid en tidigare utförd sondering.
2. Stanna nedtryckningen på den förbestämda nivån och släpp greppet på stängerna. Starta tidtagning.
3. Gör regelbunda registreringar av kvarstående portryck (övertryck) vid olika tider. Med de flesta moderna CPT-system kan dessa registreringar göras automatiskt.

Försöket avslutas när en bestämd portrycksminskning (i förhållande till över-portrycket under CPT-sonderingen) uppnåts eller efter en bestämd tid.

PROTOKOLL

Mätprotokoll från mätning av hydrauliska egenskaper ges en utformning som tydligt redovisar försöksutförande, använd utrustning och mätresultat. Följande uppgifter skall noteras vid varje mätning.

- ! Obligatoriska uppgifter enligt kapitel 1.
- Mätperiod anges där mätning skett under flera dagar.
 - Typ av mätning och använd utrustning.
 - Referensnivå.
 - Mätresultat.
 - Anmärkningar av betydelse för tolkning.



11. UNDERSÖKNINGAR PÅ VATTEN

BEFÄLHAVARE

Varje borrhlotte skall ha en befälhavare. Om ingen särskild befälhavare utsetts fungerar fältgeoteknikern även som befälhavare.

Fartyg, till vilket även borrhflottar räknas, med över 12 meters längd får endast föras av en befälhavare som avlagt skepparexamen, har examen från nautisk linje vid sjöbefälsskola eller har annan utbildning som sjöfartsverket godtar. För mindre fartyg och borrhflottar finns inga kompetenskrav utfärdade.

Varje befälhavare på en borrhlotte är underkastad bestämmelserna i sjölagen där det bland annat sägs att den befälhavare som brister i gott sjömanskap kan dömas till böter eller fängelse. Kännedom om vissa sjövägsregler är därför nödvändig för den som skall föra befäl över en borrhlotte, speciellt i och intill farleder.

Befälhavaren skall före avfärd se till att flotten är sjövärdig. Befälhavaren skall under arbetets utförande även se till att flotten handhas på ett sätt som är förenligt med gott sjömanskap. Han skall göra sig underrättad om de föreskrifter och påbud som gäller rörande sjöfarten där undersökningen skall utföras samt svara för att sjöfartsmyndigheter och annan trafik i området hålls underrättad om pågående arbeten.

Befälhavare

Skepparexamen vid borrhflottar över 12 m



Fig 11:1 Borrhlotte intill farled.

BORRFLOTTE

En borrhlotte för geotekniska undersökningar måste kunna motstå vågrörelser. I lugna vatten kan alla typer av undersökningar göras från flytande borrhflottar. Där grov sjö eller dyningar förekommer kan borrhflottar på ben, "jack-up" flottor, krävas.

Borrhflotten skall vara sjövärdig och tillräckligt utrustad samt lastad så att säkerheten inte äventyras. Den skall ha säkerhetsutrustning ombord enligt kapitel 5. Flotten skall vara utrustad med fästöglor och lastband i tillräcklig omfattning för att all utrustning ombord skall kunna surras i händelse av storm.

Arbetsbåt(ar) krävs för förflyttning av flotten, för utläggning av ankare och för persontransporter.

Flytande flottor skall vara utrustade med ankare och med spel för ankarlinorna så att dessa kan spännas upp mot vind och strömmar samt mot reaktionskrafter från borring. Om borrhflotten skall användas för tung jord-bergsondering bör ankarvikterna (minst 4 st) vara i storleksordningen 0,5 till 1 ton vardera. Uppspänningskraften i ankarlinorna bör vara av samma storleksordning.

Eftersom konventionella borrhvagnar inte kan fungera vid alltför stor sjöhävning bör borrhflotten ha så stor tyngd som möjligt. Med en liten och lätt flotte riskeras att stilleståndstiden vid alltför stora hävningsrörelser blir lång. Se nedan angående krav på tolerabla rörelser.

Flytande flotte

Jack-up flotte



Fig 11:2 Tryckluftspel till ankarlinor.



Fig 11:3 Halvtons- och entonsankare för förtöjning av borrhlotte.

GEOTEKNISK UTRUSTNING

Vanligen används konventionell geoteknisk utrustning, utformad för arbeten på land, även till undersökningar i vatten. Den måste dock kompletteras eller ändras vid sjöarbeten på följande sätt:

- **Foderrör** genom vattnet, mellan flottens däck och sjöbotten, krävs **för alla metoder** för att förhindra knäckning av borrstål.
- Möjlighet att fästa vinginstrument på foderröret, till exempel vinginstrument typ SGI, för att undvika rörelser vid sjöhävning.
- Specialprovtagare för provtagning av löst botten slam.
- Bojar krävs för utmärkning av undersökningspunkter och förtöjningar.
- Lod krävs för lodning av vattendjup. Lodet skall ha stor yta i förhållande till sin tyngd så att det inte sjunker ner i botten slammet.

Vanliga helhydrauliska borragnar har små möjligheter att kompensera sonderingshastighet och matningstryck för sjöhävning hos flottan. Givetvis skall dock fältgeoteknikern, så mycket som möjligt, reglera dessa värden så att jämna värden erhålls.



Fig 11:4 Förtöjningar skall markeras.



Fig 11:5 Foderrör skall alltid användas vid borrning från borrflotte.

Kapitel 11 – Undersökningar på vatten

Som riktlinjer för undersökningar i vatten inomskärs, och med metoder där inte borrstålen kan frikopplas från flottens rörelser, kan nedan angivna hävning i flottens däck accepteras:

• <i>Vingförsök</i>	0,01 meter	<i>Acceptabel sjöhävning</i>
• <i>Statisk sondering, CPT, Kolyprovtagning</i>	0,05 meter	
• <i>Dynamisk sondering, Störd jordprovtagning</i>	0,15 meter	

KOMMUNIKATIONSUTRUSTNING

Ombord på borrhötte skall finnas utrustning för radiokommunikation. Vid arbete intill farled inomskärs bör VHF-radio finnas för kommunikation med områdets trafikinformationscentral och passerande fartyg. De flesta svenska fartyg har emellertid numera även tillgång till mobiltelefon.

Svenska farvatten är indelade i sju trafikinformationsområden som övervakas av var sin trafikinformationscentral (TiC). Varje TiC är tilldelad en kanal på VHF-bandet där fartyg dygnet runt lämnar eller erhåller aktuell trafikinformation om aktuell trafiksituation, bland annat begränsningar i framkomligheten.

Vid geotekniska fältundersökningar intill farleder skall kontakt med respektive TiC hållas. Särskilda broschyrer kan erhållas från Sjöfartsverket och TiC.

Tabell 11:1 TiC och VHF-kanaler.

<i>Trafikinformationscentraler (TiC) (Anropssignal)</i>	<i>VHF-kanal</i>	<i>Trafikinformationsområde</i>
<i>Lotsarna Lysekil</i>	12	Lysekil-Brofjorden
<i>Lotsarna Marstrand</i>	11	Marstrand-Uddevallå
<i>Göteborgs trafik</i>	13	Vinga-Göteborg
<i>Lotsarna Oxelösund ("Bråvikenområdet")</i>	9	Hävringe-Oxelösunde Norrköping
<i>Lotsarna Landsort (för Landsortsomr.)</i>	11	LandsortNynäshamn- Södertälje-Mälaren
<i>Lotsarna Södertälje (för Mäläromr.)</i>		
<i>Lotsarna Stockholm</i>	9	Stockholms skärgård
<i>Luleå trafik</i>	14	Farstugrunden-Luleå

*Kontakt med TiC
intill farled*

UTSÄTTNING OCH INMÄTNING

För utsättning och inmätning används normalt totalstation, teodolit eller differentiell GPS. För mindre undersökningar nära land kan måttbandsmätning användas.

Enslinjer på land, för måttbandsmätning eller utbojning, skall vara noggrannt lägesbestämda. Felet i planläge för enslinjemarkeringar bör vara mindre än ± 2 cm.

Normalt görs utbojning av undersökningspunkter för att grovt kunna positionera borrhflotten. Finjustering av flotten för enskilda undersökningspunkter görs med hjälp av totalstation på land eller med hjälp av differentiell GPS.

Mätklasser för geotekniska undersökningar enligt kapitel 4 gäller även vid undersökningar i vatten.

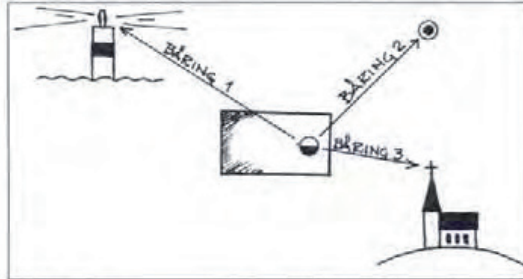


Fig 11:6 Inskärning av undersökningspunkter med teodolit mot kända punkter.

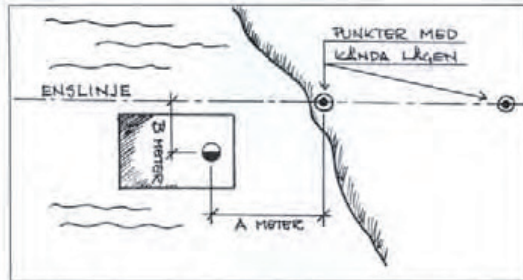


Fig 11:7 Inmätning av undersökningspunkter med hjälp av enslinjer på land.

SJÖVÄGSREGLER

ALLMÄNT

Vid arbeten i svenska vatten gäller *internationella sjövägsregler* från 1972 med ändringar enligt SJÖFS 1989:15 och 1991:4. Dessa regler skall följas av alla fartyg på alla vatten som är farbara för sjögående fartyg. *Särskilda regler* kan dessutom utfärdas av vederbörande myndighet för sjöfart på redder, i hamnar, floder, sjöar eller andra inre vatten.

Kapitel 11 – Undersökningar på vatten

Med *fartyg* avses varje farkost som används eller kan användas till transport på vattnet. Borrflottar, tillsammans med bogserare, behandlas som *fartyg med begränsad manöverförmåga*.

Borrflotte är ett fartyg

STYRNINGS- OCH SEGLINGSREGLER

Varje fartyg är skyldigt att hålla ständig noggrann utökik för bedömning av kollisionsrisker. För att undvika kollision skall styrnings- och seglingsreglerna tillämpas. För borrflottar innebär det bland annat att:

- åtgärder skall vidtas så att andra fartyg medges tillräckligt fritt vatten för passage på säkert avstånd.
- genomfarten för andra fartyg inte får hindras i trånga farleder. Vid bogsering i trånga farleder skall detta utföras så nära farledens yttre begränsning om styrbord som möjligt.
- vid möte skall fartyg passera varandra babord mot babord.
- varje annat fartyg är, med undantag av det ovan nämnda, skyldigt att hålla undan för borrflottar. Dessa skall dock föra särskilda signaler enligt nedan!

Ge utrymme för säker passage

Vid bogsering håll till höger

Vid möte håll till höger

Särskilda signaler på flottor

LJUDSIGNALER

Fartyg med en längd av 12 meter eller mer skall vara försett med vissla och fartygsklocka. Fartyg med längd under 12 meter kan i stället ha någon annan anordning för effektiv ljudsignalering.

Borrflotte som utför sitt arbete till ankars i dålig sikt skall avge en lång och två korta ljudsignaler (— --) varannan minut. Borrflottar med mindre längd än 12 meter är inte skyldiga att avge dessa signaler men skall, om så inte sker, avge annan kraftig ljudsignal varannan minut.

Ljudsignal vid dålig sikt



NÖDLÄGEN

Sjöräddningscentral alarmeras antingen per radio eller per telefon. *Telefonnummer 90 000* och begär där efter "Sjöräddning". *VHF kanal 16* är en internationell nödkanal och passas av alla kustradiostationer, handelsfartyg och sjöräddningsenheter. Nödanrop vidarebefordras alltid till närmaste sjöräddningscentral.

Sjöräddning:

Tel 90 000

VHF kanal 16

När fartyg är i nöd och påkallar hjälp kan någon av följande signaler användas:

Nödsignaler

- Oavbruten användning av någon mistsignalapparat.
- Nödraketer som utkastar röda stjärnor, avskjutna en i sänder med korta mellanrum.
- Raket med fallskärmsbloss eller handbloss som visar rött sken.
- Röksignal som avger orangefärgad rök.
- Upprepade sakta höjningar och sänkningar av armarna utsträckt åt båda sidorna.

FARTYGS LJUS OCH SIGNALFIGURER

Under arbete, när borrhflotten är förankrad och uppställd, skall den föra nedan angivna fartygs-
ljus och signalfigurer.

- Tre signalfigurer lodrätt över varandra. Den översta och den nedersta av dessa skall vara ett klot och den mellersta en romb.
- Vid mörker visas tre runtlysande ljus lodrätt över varandra. Det översta och det nedersta av dessa skall vara röda och det mellersta vitt.
- Två röda runtlysande ljus eller två klot över varandra för att utmärka den sida på vilken hinder förekommer.
- Två gröna runtlysande ljus eller två romber över varandra för att utmärka den sida på vilken passage kan ske.

Vid dykning skall dessutom den internationella signalflaggan "A" användas som skärm. Under mörker skall den vara belyst.

Borrhflottar eller andra fartyg med längd under 12 meter, utom fartyg från vilket dykning utförs, är inte skyldig att föra ovanstående signaler. *Om risk för påsegling i mörker finns skall dock borrhflotten alltid hållas belyst.*



Fig 11:8 Signalfigur i dagsljus för borrhflotte i arbete med geoteknisk undersökning.

12. BILDREGISTER

Kapitel 1	7.12	J&W	9.4	J&W (Geotech)	
1.1	J&W	7.13	J&W	9.5	J&W (Geotech)
		7.14	J&W	9.6	J&W
		7.15	J&W	9.7	J&W
Kapitel 3	7.16	SGF	9.8	J&W	
3.1	Lantmäteriet/SGU	7.17	SGF	9.9	J&W
3.2	Lantmäteriet/SGU	7.18	J&W	9.10	J&W
3.3	SGU	7.19	J&W	9.11	J&W
3.4	VV	7.20	J&W	9.12	SGF
3.5	J&W	7.21	J&W	9.13	J&W
3.6	J&W	7.22	J&W	9.14	J&W
				9.15	BFR R7:1974
				9.16	SGI
				9.17	SGI
Kapitel 4		Kapitel 8		Kapitel 10	
4.1	Lantmäteriverket	8.1	SGI	10.1	SGI
4.2	Geostatistik	8.2	SGI	10.2	SGI
4.3	J&W	8.3	J&W	10.3	SGI
		8.4	J&W	10.4	SGI
		8.5	J&W	10.5	SGI
Kapitel 5		8.6	J&W	10.6	SGI
5.1	Banverket	8.7	J&W	10.7	J&W
5.2	Göteborgs Trafik- kontor	8.8	J&W	10.8	J&W
		8.9	SGI	10.9	SGI
		8.10	J&W	10.10	BFR R66:1991
		8.11	J&W	10.11	J&W
		8.12	J&W		
Kapitel 6		8.13	J&W		
6.1	Tillverkarbrochyr (ENVI, Geotech)	8.14	J&W		
		8.15	J&W		
		8.16	SGI		
Kapitel 7		8.17	J&W		
7.1	SGF	8.18	J&W		
7.2	J&W	8.19	J&W		
7.3	SGF	8.20	J&W		
7.4	J&W	8.21	J&W		
7.5	J&W	8.22	SIS		
7.6	J&W				
7.7	J&W				
7.8	J&W				
7.9	J&W				
7.10	SGI				
7.11	J&W				
		Kapitel 9		Kapitel 11	
		9.1	SGI	11.1	J&W
		9.2	SGI	11.2	J&W
		9.3	J&W (Geotech)	11.3	J&W
				11.4	J&W
				11.5	J&W
				11.6	J&W
				11.7	J&W
				11.8	J&W

13. LITTERATUR

1. KVALITETSSÄKRING

ENV 1997-3, Eurocode 7, part 3. Geotechnical design assisted by field tests. European Committee for Standardization. CEN. European prestandard.

2. FÖRBEREDELSE OCH PLANERING

Handledning för grävning i offentlig mark samt för upplåtelse av offentlig plats inom Stockholms stad, Gatu- och Fastighetskontoret, Stockholm 1994

Vägverket. Geotekniska undersökningar för vägar, TU 158.

Vägverket Publikation 1989:7. Geotekniska undersökningar för vägbroar.

SGF 1982. Beteckningar vid geotekniska undersökningar, blad 1–4.

3. GEOLOGISK KARTERING

Lantmäteriverket och Sveriges Geologiska Undersökning. Kartplan 1994-1995.

SGI Information 14. Lärobok i geobildtolkning.

4. AVVÄGNING, UTSÄTTNING, INMÄTNING

Lantmäteriverket. Handbok till mätningsskugörelsen, Geodesi, Detaljmätning.

Lantmäteriverket. Handbok till mätningsskugörelsen, Geodesi, Markering.

Handbok i Mät- och Kartfrågor för Bygg och Anläggning (under utgivande 1966).

5. ARBETSMILJÖ, ARBETARSKYDD, SÄKERHET

AFS 1982:3. Ensamarbete. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1983:6. Arbetsställningar och arbetsrörelser. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1984:19. Vägarbete. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1986:17. Bergarbete. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1992:16 Kvarts. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1993:40. Användning av personlig skyddsutrustning. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

AFS 1994:52. Byggnads- och anläggningsarbete. Arbetarskyddstyrelsens författningssamling.

Arbetarskyddstyrelsens handböcker H13. Schaktning i jord.

Arbetarskyddstyrelsens handböcker H7. Gräv säkrare.

SFS 1971:948. Väglagen

SFS 1977: 1116. Arbetsmiljöförordningen.

BVF 050. Allmänna elskyddsföreskrifter för Banverkets fasta högspänningsanläggningar.

BVS 900:3. Banverkets säkerhetsordning.

Banverket 1995. Råd och skyddsanvisningar för dig som ska arbeta på eller nära Banverkets spår.

Vägverket 1976 -12. Väg på is.

Vägverket. Publ. 1990:20. Provgropsgrävning.

Svenska Elverksföreningen. Trygg under ledningarna.

Trafikkontoret, Göteborg. Arbete inom gatu- och spårområden i Göteborg.

6. UTRUSTNINGAR

SGF (1990, rev 1992). SGF - Dataformat för överföring av geotekniska undersökningar. Rekommendation fastställd av SGFs styrelse 1990-10-29.

Vägverket. Har du kopplat rätt? Lathund för dig som kör släp- och husvagn.

7. SONDERINGSMETODER

SGF Rapport 1:93. Rekommenderad standard för CPT-sondering.

SGF Standard för viktsondering. 1974-03-11

SGF Standard för hejarsondering. 1971-03-08

SGI Information 2. Geotekniska undersökningar i fält.

SGI Information 7. Report of the ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing of Soils - TC 16 with Reference Test Procedures CPT - SPT - DP - WST.

SGI Information 15. CPT-sondering. Utrustning - utförande - utvärdering.

SGI Varia 223. Kalibrering av kombinerade spetstryck - portrycksonder i laboratorium.

8. PROVTAGNINGSMETODER

SGI Meddelanden nr 6. Anvisningar för geotekniska institutets fältundersökningar, Del 2. Provtagning med Standardkolvborr St I.

SGI Proc. No 19. Swedish Committee on Piston Sampling (1961). Standard Piston Sampling.

Borros AB (1964). Anvisningar för provtagning med Standardkolvborr St II, typ Borro.

SGI Varia 60. Får vi några ostörda prover med standardkolvborren?

Vägverket Publ. 1990:20. Provgroppsgrävning

Grundfos MPI (Miljöpump) Installation and operating instructions.

BAT Envitech Inc (1985). BAT Ground water monitoring system. CA USA.

Kapitel 13 – Referenslitteratur

Naturvårdsverket rapport 4311, 1994. Vägledning för miljötekniska markundersökningar, del II: Fältarbete.

Finkel M. & Thoring T. (1989) Handbok i Prospekteringsborrning. Svenska Gruvföreningen, Kommittén för prospekteringsborrning, Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU).

9. IN SITU-METODER

SGF Rapport 2:93. Rekommenderad standard för vingförsök i fält.

SGF Rapport 1:95. Rekommenderad standard för dilatometerförsök.

SIG Information 3. Utvärdering av skjuvhållfasthet i kohesionsjord.

SIG Information 5. Nyare in situ-metoder för bedömning av lagerföljder och egenskaper i jord.

SIG Information 10. Dilatometerförsök.

Byggforskningsrådet R7:1974. Skånska moränlerors hållfasthets- och bärighetsegenskaper.

Byggforskningsrådet T31:1992. Geofysik för geotekniker.

Janbu, N. & Senneset, K. (1973). Field compressometer—Principles and applications. Proc. 8th ICSMFE, Moskva.

Vägverket, Publ. 1993:019. Bestämning av bärighetsegenskaper med statisk provbelastning.

10. GEOHYDROLOGISKA MÄTMETODER

SIG Information 11. Mätning av grundvattennivå och portryck.

Byggforskningsrådet R66:1991. Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik.

CIRIA Report 113. Control of groundwater for temporary works.

11. UNDERSÖKNINGAR PÅ VATTEN

Sjöfartsverket. Sjötrafikföreskrifter mm 1993.

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.

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) bildades 1950 och består av ca 650 enskilda medlemmar med minst två års praktisk erfarenhet av geoteknik. Dessutom ingår ca 35 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 med föredrag, diskussioner och kommittéarbeten samt att samarbeta med svenska, nordiska och övriga internationella organ med liknande inriktning.

Föreningen företräder i Sverige den internationella föreningen, the International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering (ISSMFE). Varje enskild medlem i SGF är också medlem i den internationella föreningen.

I SGFs Rapportserie utges föreningens rekommenderade standarder, monografier och dokumentation från konferenser och temadagar m.m.



SGF

Svenska Geotekniska Föreningen

581 93 Linköping, Tel: 013-20 18 00, Fax: 013-20 19 14