



Statens vegvesen

Grunnboringsutstyr 1960 - 2000

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2550



Geoteknikk- og skredseksjonen
Dato: 2009-01-26



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2550

Tittel

Grunnbøringsutstyr 1960 - 2000

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Kaare Flaate, Tor Erik Frydenlund, Knut Hagberg, Hans Ruistuen, Nils Rygg og
Cato Solberg

Dato:

2009-01-26

Saksbehandler

Cato Solberg

Prosjektnr:

Kontrollert av

Antall sider og vedlegg:

Sammendrag

Rapporten gir en oversikt over utvikling av grunnbøringsutstyr for bruk i Statens vegvesen i perioden 1960 til 2000. Bakgrunnen er et ønske om å få dokumentert utviklingsarbeidet og resultatene slik at utstyr og dokumenter kan ivaretas og gjøres tilgjengelig for ettertiden gjennom Norsk vegmuseum fortrinnsvis i form av en utstilling.

Summary

The report provides a review of the development during the period 1960 - 2000 of new geotechnical site investigation equipment for use by the Norwegian Public Roads Administration. The intension is to document the development work and results in order for equipment and documents to be made available at the Norwegian Road Museum preferably in the form of an exhibition.

Emneord:

Grunnundersøkelser, borutstyr, metoder, utvikling, effektivisering

Innhold	Side
Sammen drag, konklusjon.....	2
1 Bakgrunn	3
2 Grunnboring og borrigger	5
2A Sonderboring i løsmasser.....	6
2A-1 Dretebor	11
2A-2 Motorsond.....	13
2A-3 Hejarborrigg.....	15
2A-4 Hydroriggen.....	17
2A-5 Borrigg AB-1.....	19
2A-6 Borrigg AB-2.....	21
2A-7 Borrigg GTB 150.....	23
2B Kartlegging av bergoverflate.....	27
2B-1 Sondering med slegge.....	28
2B-2 Hejarborrigg.....	30
2B-3 Sondering med lett slagbormaskin.....	31
2B-4 Sondering med bergbormaskin.....	33
2B-5 Boring med borrigg AB-1.....	35
2B-6 Boring med borrigg AB-2.....	35
2B-7 Boring med borrigg AB-3.....	35
2B-8 Boring med borrigg AB-4.....	35
2B-9 Boring med borrigg GTB 150.....	35
2B-10 Bergindikator.....	36
2C Feltmålinger.....	38
2C-1 Vingeboring.....	39
2C-2 CPT (Cone Penetration Test).....	41
2C-3 Pietzometer – hydraulisk.....	43
2C-4 Pietzometer – svingende streng.....	45
2D Prøvetaking.....	47
2D-1 Inspeksjonsbor.....	48
2D-2 Kannebor	50
2D-3 Skovlbor	52
Skovlbor	53
2D-4 NGI 54 mm stempelpøvetaker med stålsylinder.....	54
2D-5 NGI 54 mm stempelpøvetaker med plastsylinder.....	56
2D-6 30 mm ramprøvetaker.....	58
2D-7 Naverbor	60
2D-8 Odexboring.....	62
3 Oversikt tilgjengelig utstyr.....	64
4 Referanseliste	67

Sammendrag, konklusjon

Som en stor aktør ved undersøkelser i forbindelse med bygging og vedlikehold av veger, har Statens vegvesen vært en pådriver og aktiv deltaker i arbeidet med å effektivisere grunnundersøkelser. Resultatene av dette arbeidet er at utstyr og metoder ved grunnundersøkelser er vesentlig endret og forbedret i perioden 1960 – 2000 noe som har fått stor betydning både innen etaten og for fagmiljøet generelt. *Dette er bakgrunnen for at etaten nå vurderer å etablere en museal dokumentasjon av utviklingsarbeidet og en museal samling av grunnboringsutstyr.*

Denne rapporten gir en beskrivelse av anvendt grunnboringsutstyr og arbeidet med å forbedre dette og dokumenterer den trinnvise utviklingen av nytt utstyr. I 1960 ble det i alt vesentlig benyttet tungt manuelt utstyr ved grunnundersøkelser. Førsti år seinere var grunnboringsutstyret nær fullmekanisert og i stor grad automatisert. Tidligere arbeid med rigg og intern transport er vesentlig forenklet. Resultatet av dette er at grunnundersøkelser nå kan utføres langt raskere og mer effektivt enn før og med mer pålitelige resultater.

Det meste av det gamle utstyret har i dag gått tapt. Imidlertid er det klarlagt at et antall gamle enheter fortsatt er tilgjengelig, i noen tilfeller bare ett eksemplar. Videre har etaten fortsatt både ansatte og pensjonister som deltok i utviklingsarbeidet og som derfor har bakgrunn og kompetanse for å kunne løse både faglige og praktiske oppgaver ved en eventuell museal dokumentasjon.

Arbeidsgruppen som står bak denne rapporten, vil på dette grunnlag anbefale Norsk vegmuseum og Vegdirektoratet å etablere en museal samling av utstyr fra utviklingsperioden med tilhørende dokumentasjon. Arbeidet med en slik samling bør i tilfelle starte umiddelbart.

Rapporten er utarbeidet av Kaare Flaate, Tor Erik Frydenlund, Knut Hagberg, Hans Ruistuen, Nils Rygg og Cato Solberg etter oppdrag fra Vegdirektoratet ved Teknologivdelingen og Norsk vegmuseum.

Oslo, den 26. januar 2009.

Nøkkelord: Grunnundersøkelser, borutstyr, metoder, utvikling, effektivisering

Bakgrunn

Statens vegvesens arbeid med utviklingen av grunnboringsutstyr i årene 1960 til 2000 var et svært viktig bidrag til bedre kvalitet og større effektivitet på grunnundersøkelsene i Norge. I løpet av denne perioden ble vegvesenet landets langt største aktør på grunnundersøkelser. Denne rapporten omfatter vanlig geoteknisk utstyr for kartlegging av grunnforhold og bergoverflater med vekt på utstyr som Statens vegvesen aktivt bidro til utviklingen av.

Det var en gang

Det utstyr som var vanlig i 1940 årene var i stor grad det samme som var anvendt i Sverige. Dreiesondering og slagboring ga indikasjoner på massenes "fasthet" og ble også, sammen med spylebor, brukt til å fastlegge dybden til berg eller andre faste lag. Prøvetakingen i bløte masser ble utført med 40 mm stempelp prøvetaker og ellers i stor utstrekning med skovlbor.

NSB var lenge den institusjonen som satte standarden for det utstyr som ble benyttet. Private firmaer som kom til etter hvert bygget på det samme. Etter opprettelsen av Norges geotekniske institutt i 1950 årene ble det satt i gang et arbeid med å utvikle bedre utstyr for bløte leirer, noe som resulterte i den velkjente 54 mm stempelp prøvetakeren.

Statens vegvesen, som ansvarlig for et omfattende vegnett, erfarte ofte problemene med utilstrekkelige grunnundersøkelser. Veglaboratoriet fikk sin første geotekniker i slutten av 1940 årene og behovet for mer effektivt utstyr ble klarere og klarere. Når alt skulle foregå manuelt ble arbeidet både tungt og tidkrevende.

Nye tider og nye krav

I 1950-60 årene fikk vi starten på en ny æra for vegbyggingen i Norge. Litt enkelt sagt så hadde vi tidligere en og tofelts veger som tilpasset seg terrengets formasjoner. Nå ble det aktuelt med stivere linjeføringer som grep sterkere inn i terrenget. Av denne grunn vokste vegvesenets behov for flere, bedre og mer effektive grunnundersøkelser.

Dette krevde, særlig i områder med bløte leiravsetninger, mer omfattende grunnundersøkelser for planlegging og anlegg. I et fylke med meget vanskelige grunnforhold kom systemet på plass etter at en hadde erfart en rekke utglidninger og grunnbrudd. Profesjonen ble spesialisert og vegvesenet fikk sin første oppsyns mann med ansvar for grunnboring.

I en tidlig fase ble en stor del av undersøkelsene lagt opp og utført av Veglaboratoriet. Dette ble av kapasitetsmessige og praktiske grunner ikke lenger mulig med det store omfanget som det etter hvert fikk. Resultatet ble at en opprettet distriktslaboratorier i de fleste fylkene der grunnundersøkelser var en av arbeidsoppgavene

Stort utviklingsbehov

Grunnboring var tungt manuelt arbeid praktisk talt uten maskinell hjelp. Utstyr, med unntak av et par slagbor, ble stort sett presset ned av lodd eller bormannskapets vekt. Stubbebryteren og enkle manuelle jekker var viktige redskap for å trekke boret opp igjen. Utstyret var egnet for bløtte masser, i fastere masser fikk en problemer med å komme ned..

Disse forhold påvirket i mange tilfeller sterkt kvaliteten på undersøkelsene. Utstyret var ikke robust nok til å gi svar på de forholdene en hadde i felten. Dette førte til at effektiviteten ble svært lav, også fordi det var arbeidskrevende å komme fram i terrenget. Ting som burde vært unnagjort på en dag kunne ta en uke eller mer.

På begynnelsen av 1960-tallet var grunnboringststyr i USA mekanisert i stor grad og gevinstene var tydelige. Grunnboringer for et vanlig oppdrag kunne gjennomføres på 1-2 dager. Alt nødvendig utstyr var med på boriggen og det ble boret gjennom "hva som helst så lang ned som en ville". Maskinen sørget for at dette kunne gjøres uten store fysiske anstrengelser for bormannskapet. Utstyret kunne imidlertid ikke uten videre anvendes for norske forhold.

Mål og resultater

Målsettingen med Veglaboratoriets initiativ var å utvikle et grunnboringststyre som hadde både større effektivitet og høyere kvalitet. Kravet om framkommelighet førte til at utstyret ble montert på en beltetraktor. Mekaniseringen, automatisering og robust utstyr var nødvendig både for å lette arbeidet og for å kunne trenge ned i fastere masser.

Vegvesenets ansatte var godt rustet til å delta i dette arbeidet. De involverte hadde praktisk erfaring fra felten og visste fra sitt daglige arbeid hvor skoen trykket. Mekanisering var heller ikke noe ukjent tema i vegvesenet. Sist men ikke minst så var det en god og åpen dialog med samarbeidspartnerne, i første rekke Norges geotekniske institutt.

Resultatet er at en har fått et mekanisert utstyr med god framkommelighet. Utstyret er så robust at det sikrer nedtrengning i fast grunn. Det er også utviklet nye undersøkelsesmetoder med automatisk registrering av målingene. Mekaniseringen har på denne måten ført til en kvalitetsheving både på borresultatene og på arbeidsmiljøet.

Utviklingen går videre

Enhver profesjon er avhengig av impulser utenfra, slik også på dette området. Vegvesenets ansatte tok i dette tilfelle tak i behovet og utviklet utstyr som har vakt oppmerksomhet og er tatt i bruk også utenfor landets grenser. Vi ser nå at andre bygger videre på det som ble gjort og sørger for at utstyret lever videre i andre og forhåpentligvis forbedrede utgaver.

2 Grunnboring og borrhiger

Hensikten med grunnboringer er å kartlegge løsmasser over berg og eventuelt underliggende bergmasser. Kartleggingen har vanligvis flere formål. I tillegg til å registrere hva slags løsmasser grunnen består av og eventuell lagdeling, er det som regel behov for å finne løsmassenes styrkeparametre som ledd i tekniske beregninger av bæreevne og stabilitet. Det siste kan i noen grad oppnås med direkte måling av styrkeparametere i løsmassene, men som regel vil det i tillegg være nødvendig å hente opp prøver av løsmassene med påfølgende laboratorieanalyser. Relativ lagringsfasthet og lagtykkelse i løsmassene samt dybde til berg undersøkes ved hjelp av sonderboringer. Nivået og formen på fjelloverflaten må ellers avklares der det skal rammes spissbærende peler for et bygg, eller der det skal tas ut en vegskjæring som både består av løsmasser og berg.

I det etterfølgende er grunnboringstutstyr og metoder inndelt på følgende måte.

2A – Sonderboring i løsmasser: Utstyr for enkle og grove undersøkelser, som sammen med kunnskaper om topografi og lokale forhold primært skal gi oversikt over løsmasstype og lagdeling samt avklare behov for andre målrettede undersøkelser.

2B – Kartlegging av bergoverflate: Utstyr for registrering av dybde til berg og bergoverflatens form.

2C – Feltnålinger: Registrering av løsmassenes fysiske egenskaper, eksempel udrenert skjærstyrke, poretrykk.

2D – Prøvetaking: Løsmassenes egenskapene bestemmes ved analyser av prøvene i et laboratorium.

For grunnundersøkelser i Statens vegvesen har sonderboring i løsmasser alltd vært viktig, og som regel den mest arbeidskrevende undersøkelsen. Ved utvikling av nye borrhiger har sonderboringene derfor stått sentralt. I tillegg til sonderboringer, har også andre metoder blitt tatt med. Noen av disse har vært enkle å inkludere, andre vanskelige. Hensynet til vekt, framkommelighet og kostnader kan lett komme i konflikt med ønske om allsidighet.

For di sonderboringer har stått så sentralt i utviklingen av nytt utstyr og metoder og fordi sonderboring alltid har utgjort et hovedkonsept ved utvikling nye rigger, er borrhigene dokumentert under sonderboringer i det etterfølgende. Når de samme riggene inngår ved beskrivelse av bergkontroll, feltnålinger eller prøvetaking, omtales bare mulig tilleggsutstyr.

2A Sonderboring i løsmasser

I forbindelse med at det ved jernbaneutbyggingen i Sverige på begynnelsen av 1900-tallet oppsto en del leirskred, ble Statens Järnvägars Geotekniska Kommission etablert. Denne kommisjonen som hadde sitt virke i perioden 1914 – 1922, beskriver i sitt sluttidokument en instruks for sonderboring med dreiebor. Dette er en vektsondering hvor Ø19 mm stålstenger hvor Ø19 mm stålstenger med firkantet, vridt spiss ble presset ned i løsmassene ved hjelp av loddsatser med sentrisk hull og ved dreining av borstangen når synkningen ved vektene alene opphørte. Dette ga dermed en mulighet til å registrere variasjoner i løsmassenes relative fasthet med dybden i tillegg til antatt dybde til berg. Dreiebor-metoden ble etter hvert den vanligste sonderbormetoden i Norden, men metoden utviklet seg lite med tiden. Den var relativt tidkrevende og slitsom for bormannskapet idet lodder og borstenger måtte bæres rundt i terrenget og det var også tungt å løfte loddene med de sentriske hullene av og på borstangen ved hver påskjøting av ny borstang. Da det ca 1960 ble laget borsatser med sliss som gjorde at loddene kunne skyves inn på borstangen, var dette et fremskritt.

Med økt vegutbygging utover på 1960-tallet økte også behovet for grunnboringer fordelt over store geografiske områder. Statens vegvesen opprettet derfor etter hvert egne enheter for grunnundersøkelser på fylkesnivå i tillegg til Veglaboratoriet. Fra 1972 ble enhetene gradvis organisert som egne avdelinger ved vegkontorene og med mange grunnborere i arbeid. Både økonomisk og resultatmessig var det derfor et viktig fremskritt da Motorsonden ble introdusert i 1967 til bruk ved dreieboring. Dette var en lettere borenhet på ca 45 kg med kraftmåler hvor to mann kunne påføre nødvendig vekt på dreieborstengene og dreiningen ble utført ved hjelp av en bensindrevet motor. Motorsonden kunne også benyttes til å trekke opp dreieborstengene.

For sonderboring i grovere løsmasser som grusavsetninger og morene var det behov for større neddrivingskraft og sterkere borutrustning. Til dette formål ble det benyttet hejarbor, igjen et utstyr utviklet i Sverige. Her ble Ø 32 mm stålrør rammet ned i løsmassene ved hjelp av at 65 kg lodd som ble sluppet med fallhøyde 0,5 m og variasjoner i lagringsfasthet ble registrert som antall slag pr. 25 cm synkning av borstangen. Utstyret var imidlertid tungt å forflytte i terrenget og undersøkelsen tidkrevende, spesielt var det mye slit for grunnborene å trekke stengene opp av bakken. En forbedring her var da det ble montert en bensinmotor på hejarbukken for løfting av loddet for hvert slag og det ble utviklet en hydraulisk jekk for opptrekk av borstangen.

Ovennevnte utstyr var stort sett tilgjengelig handelsvare, men det skjedde relativt lite relatert til utvikling. Med det omfang grunnundersøkelser etter hvert fikk i regi av Statens vegvesen, ble det klart at det var et stort utviklingspotensiale i å mekanisere grunnboringsvirksomheten. På slutten av 1960-tallet satte derfor Statens vegvesen i gang et prosjekt i samarbeid med Norges Geotekniske Institutt for å utvikle mer rasjonelt og mekanisert sonderboringsutstyr og metoder. Dette resulterte i utviklingen av en ny hydraulisk drevet borutrustning og en ny sonderingsmetode kalt dreietrykkssondering. Resultatet må kunne sies å ha revolusjonert grunnboringsarbeidet som er blitt mindre slitsomt og kan utføres raskere. Det viktigste elementet i denne sammenheng var selve borutrustningen som både kunne presse borstenger ned i løsmassene med hydrauliske stempler samt rotere borstengen og trekke borstengene opp igjen. Bruk av borutrustningen var ikke bare begrenset til sonderboringer, men kunne også benyttes ved prøvetaking og feltmålinger som vingeboring, nedsetting av piezometere etc. Dreietrykkssonderingsmetoden representerte imidlertid

også en vesentlig forbedring idet boringen både kunne utføres raskere og samtidig ga et bedre bilde av variasjoner i grunnforholdene enn vanlige dreieboringer.

Etter utprøving av ulike bæremaskiner ble borutrustningen i første omgang montert på en Volvo-tractor med mulighet for bruk av halvbelter for bedre fremkommeligheten i ulendt terreng. Borutstyret ble produsert av Norsk Hydro og ble derfor av mange kalt Hydrorigger. Traktoren var imidlertid relativt tung og hadde en tendens til å ødelegge drensløpninger på jord og den hadde også begrenset fremkommelighet i bratt terreng. Som en fortsettelse av utviklingsarbeidet med Hydrorigger ble det derfor i 1974 utviklet en lett borryg AB-1 med totalvekt ca 3 tonn basert på en beltegående skogsmaskin, og som primært skulle benyttes til såkalte traceundersøkelser. Borryggen var utstyrt for dreietrykksondering og kartlegging av bergoverflate, men på grunn av lav vekt var det nødvendig med forankring når sonderingsmotstanden oversteg 3 tonn.

Det kom etter hvert sterke ønsker fra bormannskapene, som benyttet AB-1, om også å kunne bruke den til prøvetaking og vingeboing, slik at det ble en allroundmaskin. Arbeidet med videreutvikling av dette konseptet startet da også ganske raskt og fortsatte utover i 70-årene. I 1979 kom den neste versjonen AB-2. Borryggen var bygget på en liten beltegående skogstraktor Vario trac 912 med 40 hk dieselmotor med hydraulisk drift og styring av beltene. Vekten av borryggen var nå kommet opp i 3,8 tonn men kunne fortsatt ikke utføre full dreietrykksondering uten forankring. En del av de gamle AB-1 borutrustningene ble flyttet over til den nye traktoren. Det ble også laget en "AB-2 lett"-utgave til Statens vegvesen Østfold.

Etter AB-2 ble det også utviklet en AB-3 og en AB-4 borryg, den første bare i ett eksemplar som ble levert til Statens vegvesen Oppland og den andre i to eksemplarer, en til NGI og en til Statens vegvesen Akershus. Alle AB-riggene ble levert med PUTZH luftkjølt motor.

I 1990 var tiden inne for å utvikle en borryg som kunne gjøre all slags boring, også bergkontrollboring. Til denne type boring ble det tidligere benyttet bergbormaskiner av typen Roc 601. Kravet til verifisering av sikker bergoverflate var at det måtte bores 3 meter i berg. En helt ny bormaskin kalt GTB 150 (ca 6 tonn) ble derfor utviklet av Geonor AS i samarbeid med Owren AS. Statens vegvesen Buskerud (SvB) var sterkt inne i bildet i forbindelse med utprøving og fastlegging av kapasitetskrav slik som valg av framdriftsmaskin med type motor, motorstørrelse, valg av kompressor, trådløs fjernstyring ved forflytning i terrenget mv.

Et meget viktig utviklingsledd i denne sammenheng var at den nye maskinen gjorde det mulig å utføre en ny type sonderboring som ble kalt "totalsondering". Metoden utviklet i samarbeid mellom Statens vegvesen, NGI og Geonor er basert på prinsippene ved dreietrykksondering, men som borspiss ble det benyttet en bergborkrone med kuleventil. Når boret stopper opp mot faste lag, blokk eller berg, er det mulig å sette i gang vanlig bergboring hvis økt rotasjon og vannspyling ikke resulterte i videre nedtrengning. Målet om å utvikle utstyr for all slags boring med samme maskin var dermed nådd.

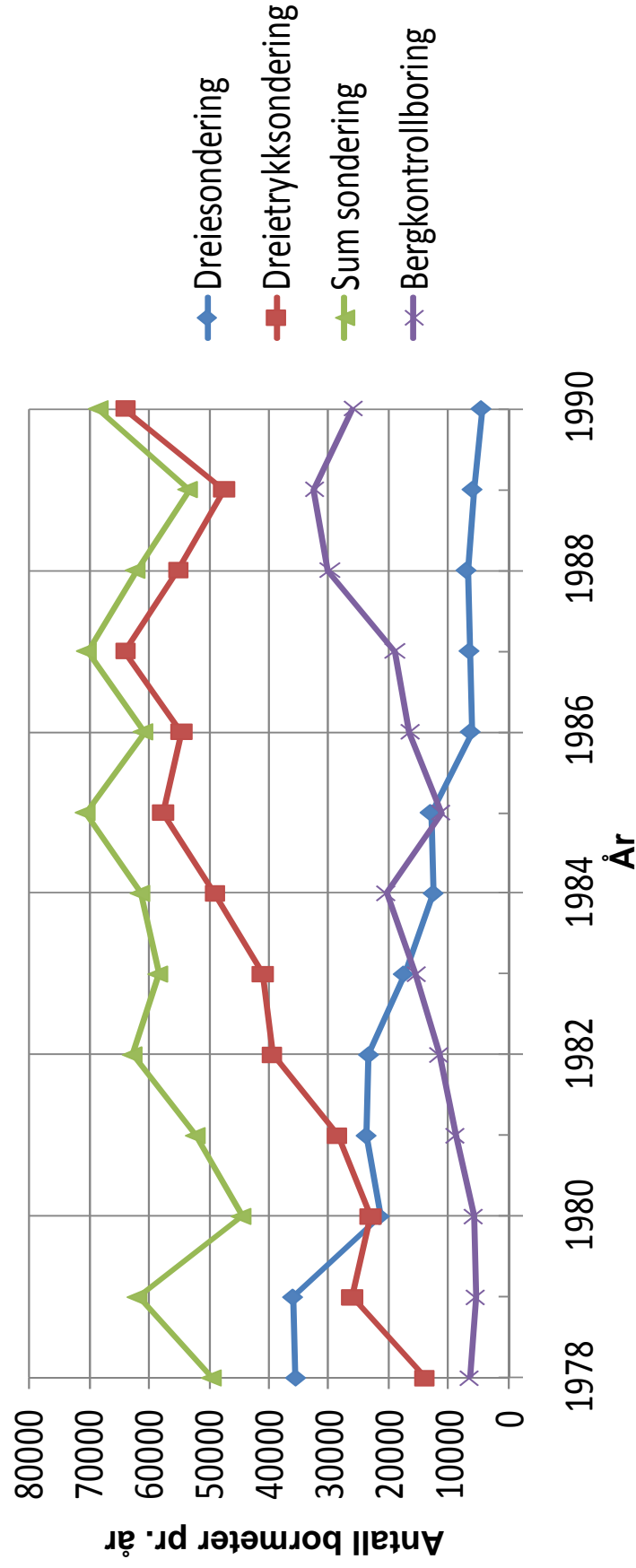
SvB mottok den første GTB 150 borryggen våren 1993. Den hadde nå blitt så tung at det trengtes en lastebil med 16 t lasteevne for å kunne frakte den. Men økningen i vekt hadde også en fordel idet dreietrykksondering/ totalsondering kunne utføres uten forankring. Det kan også nevnes at SvB

tok initiativet til at borryggen skulle fjernstyres ved forflytning i terrenget. Dette var selvfølgelig meget viktig ikke minst av HMS hensyn, som stilte sterke krav til hvordan en maskin skulle opereres. Ergonomi var et av kravene som skulle innfris, mht. plassering av hendler etc.



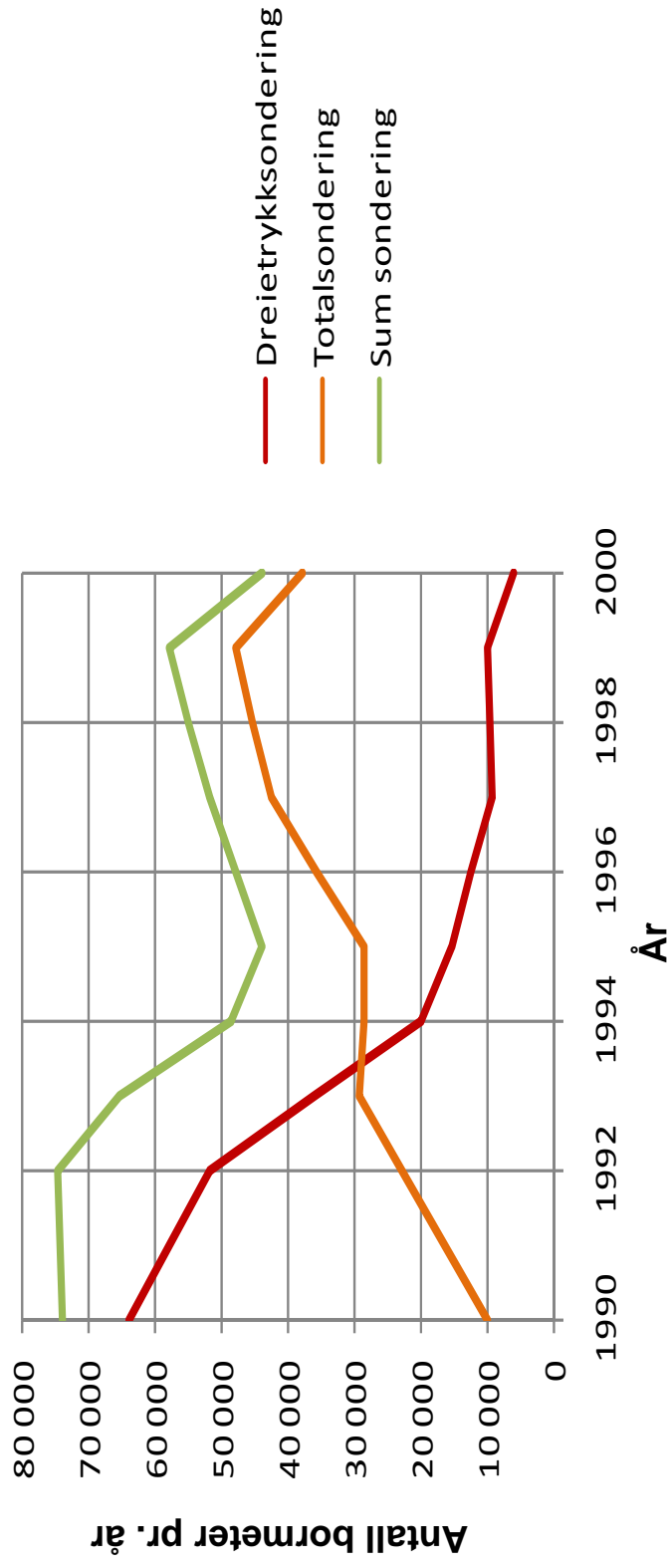
Fire nye Hydrorigger klare til levering fra Norsk Hydro på Notodden (~ 1969). Det ble i alt produsert 5 slike rigger og de representerte en viktig milepæl i utviklingen av mekaniserte borrygger.

Mange mener at GTB 150 ble den ultimate borrhigen, passe stor, utførte alle bormetoder, lett å forflytte i terrenget etc. Bergkontrollboring, og da spesielt i forbindelse med fundamentering på berg for bruer, støttemurer og forskjæringer for tunneler krever minst 3 meter boring i berg. Borhammeren på denne riggen hadde relativt liten kapasitet (borsynk ca 0,3 meter/min) og slitasjen på rigg og stenger var betydelig.



Ovenstående figur illustrerer endringene i bruk av de ulike bormetodene etter hvert som de nye borrhigene kom i bruk. Som det fremgår falt antall bormeter for dreiesondering (blå kurve) fra ca 35.000 i 1978 til ca 5.000 bormeter pr. år i 1990 mens dreietrykksondering (rød kurve) i samme periode økte fra ca 15.000 til over 60.000 bormeter pr. år. Totalt økte summen av sonderboringer (grønn kurve) noe i perioden også, men kurvene illustrerer likevel den dramatiske økningen i den nye, mer rasjonelle bormetoden som borrhigene medførte. Bruk av bergborringer førte også til en mer rasjonell utførelse og økning av bergkontrollboringer illustrert ved den lilla kurven.

Totalsondering kom først i omfattende bruk med GTB 150 etter 1993, og denne bormetoden har etter hvert også overtatt for dreietrykksondering i det både sonderboring og bergkontrollboring kan utføres med samme borrhigg. Endringene dette medførte når det gjelder utførte bormeter pr. år er vist i nedenstående figur for perioden 1990 til 2000. Som det fremgår falt antall bormeter med dreietrykksondering fra noe over 60.000 bormeter i 1990 til ca 6.000 bormeter i år 2000 mens totalsondering økte fra ca 10.000 bormeter i 1990 til rundt 40.000 bormeter i år 2000.



Detaljer vedrørende de ulike sonderboringene og borrhiggene er beskrevet i det etterfølgende.

2A-1 Dreiebor

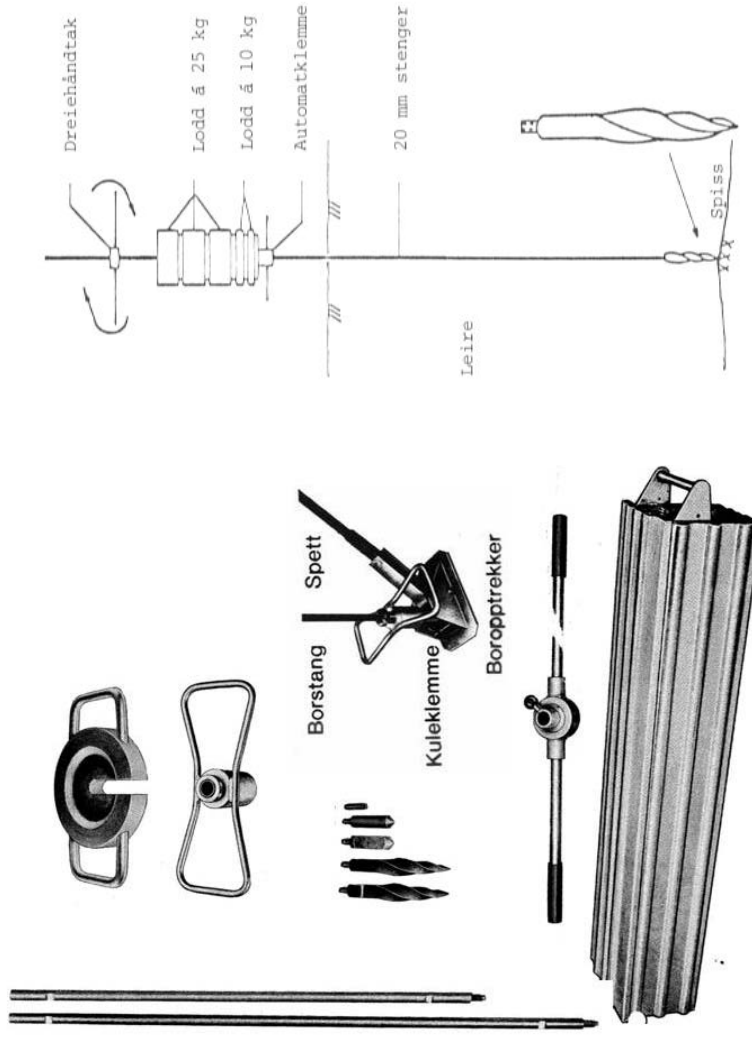
Dreiebor benyttes for å kartlegge relativ fasthet, lagtykkelser og posisjon av bløtere og fastere lag og dybder til fast grunn. Utstyret, opprinnelig laget i Sverige i 1922, utviklet seg lite i starten. I 1960-årene ble utformingen av loddene endret fra hull i midten til slisser. Loddene ble dermed lettere å løfte på og av, men alt arbeid var manuelt. Senere ble stangdimensjonen endret fra Ø 20 mm massive til 22 mm/25 mm hule borstenger, som ikke lot seg så lett bøye ved fast grunn. Det var tungt å bære utstyret fram til hvert borpunkt og boreoperasjonene var tids- og arbeidskrevende. Selve boringen medførte hardt manuelt arbeid med uheldige arbeidsstillinger. Utstyret var svært lite egnet for undersøkelser av vegetacéer der det ofte er behov for et stort antall borpunkter.

1	Betegnelse (navn)	Dreiebor – utgave pr 1960
2	Fabrikat	Borros AB
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddel	Borstenger med skjøtetapper, Ø 20 mm borstenger / 22 mm/ 25 mm hule stålstenger, vridd spiss av stål 20 cm, loddatsats 2 stk a 10 kg, 3 stk a 25 kg i støpejern. Kuleklemme for oppheng av lodder og for oppjekking og dreiehåndtak med rullelager (sum 5 kg). Håndholdt jekk for 2 mann senere for en mann.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Ved boring ble borstangens synkning med loddatsatser registrert for 5, 15, 25, 50, 75 og 100 kg belastning og ført på eget broskjema. Når synkningen på grunn av vekt opphørte, ble boret dreiet ved at 2 mann stod på hver side av borutstyret og vred boret rundt en halv omdreining 25 ganger, og synken ble så målt og notert på borskjemaet før det ble dreid nye 25 halve omdreininger. Begynte boret igjen å synke på grunn av vekt alene ble loddene lastet av til boret igjen sluttet å synke. Utfordringen var å laste av tilstrekkelig med lodder, slik at lagdelingen ble registrert med minst mulig vekt. I meget bløte leirer kunne borstrengen sige ned bare med sin egen vekt uten vekt av loddene. Egnert for sondering i løst lagrede finkornige masser som leire, silt og finsand. Ikke egnet der det er stein i grunnen.
7	Motor(er), størrelse, turtall	
8	Vekt	100 kg lodd med tilbehør, transportkasse etc 150-200 kg.

9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Slegge, div. småredskap
11	Uprøving, hvem, hvor og når	Fram til 1967 var det ingen utvikling før Motorsonden kom.
12	Brukt fra - til	1922 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	I alle fylker, noen fylker hadde flere sett med utstyr
14	Annet	I dag benyttes Ø 25 mm stenger



Dreieborutstyr



2A-2 Motorsond

I 1967 kom motorsonden som erstatter for dreiebor med lodder. Bormetoden var noe forskjellig, men borresultatene og bruksområdet ble nesten de samme. At loddatsatsen ble fjernet var som en revolusjon å betrakte og representerte en voldsom utvikling.

Motorsonden veide bare 45 kg og kunne lett bæres av 2 mann. Ikke bare kunne maskinen dreie borstengene ned, men den kunne også jekke de opp igjen. Nedtrengningen i massene ble også dypere.

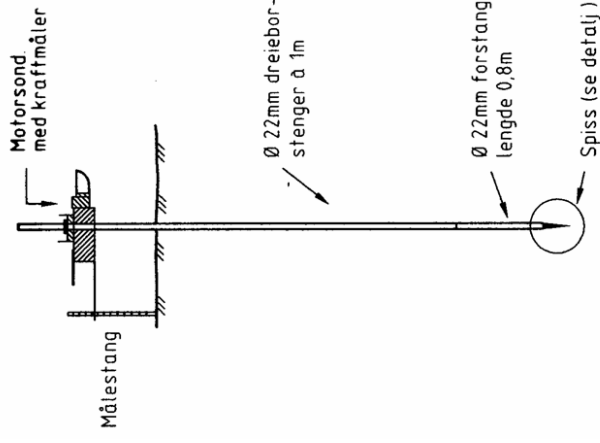
Arbeidet ble mye lettere da det ikke var nødvendig å løfte 100 kg opp igjen på borstengene få å ta nytt tak hver gang loddatsatsen nådde terrengnivå. 45 kg på 2 mann var overkommelig og ryggen fikk det lettere. Borkapasiteten økte vesentlig.

1	Betegnelse (navn)	Motorsond
2	Fabrikkat	Borros AB
3	Leverandør	Aluplate AS / Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddelet	Motorsonden med kraftmåler og omdreiningsteller, rulle og kuleklemmer for dreining og oppjekkning av rørene, Ø 22 mm massive borstenger senere 22 og 25mm hule borstenger med skjøtetapper, vridd spiss av stål 20 cm.,
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Neddrivingen av borstengene foregikk på den måten at 2 mann holdt motorsonden og belastet denne i trinn på 5, 15, 25, 50, 75 og 100 kg ved hjelp av kraftmåleren og synkning for de ulike belastningene ble notert på et eget skjema. Hvis boret ikke sank for 100 kg belastning ble motoren startet og synken målt og notert for hver 25 halve omdreininger. I løst lagret silt og leire hendte det ofte at borrørene med vekten av motorsonden seig ned av seg sjøl. I meget bløte leirer kunne borstrengen sige ned bare med sin egen vekt uten vekt av motorsonden. Dreiebor med motorsond benyttes for å kartlegge relativ fasthet, lagtykkelser og posisjon av bløtere og fastere lag og dybder til fast grunn. Eignet for sondering i løst lagrede finkornige masser som leire, silt og finsand. Ikke egnet der det er stein i grunnen.
7	Motor(er), størrelse, turtall	Motorsagmotor, (Husvarna senere Stihl som ble enerådende - OBS! høyt støynivå)
8	Vekt	Motorsond 45 kg, rulle- og kuleklemmer, transportkasse etc. 150 kg.

9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Slegge, div. småredskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Motorsonden var utviklet i Sverige Statens vegvesen kjøpte inn en motorsonde til utprøving i fylkene. Dette ble en stor suksess.
12	Brukt fra - til	1967 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Alle fylkene kjøpte utstyret, noen fylker hadde flere motorsonder.
14	Dataregistrering	For hver 25. halve omdreining av borstengene ble synken notert på eget skjema. Sonden var utstyrt med kraftmåler og telleapparat.



Motorsond på flåte



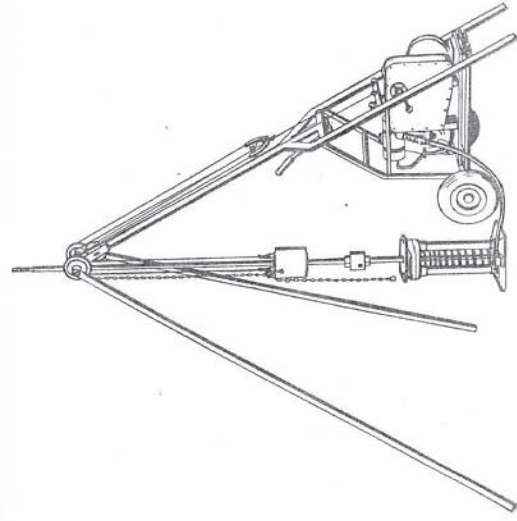
Motorsond med borspiss

2A-3 Hejarborrigg

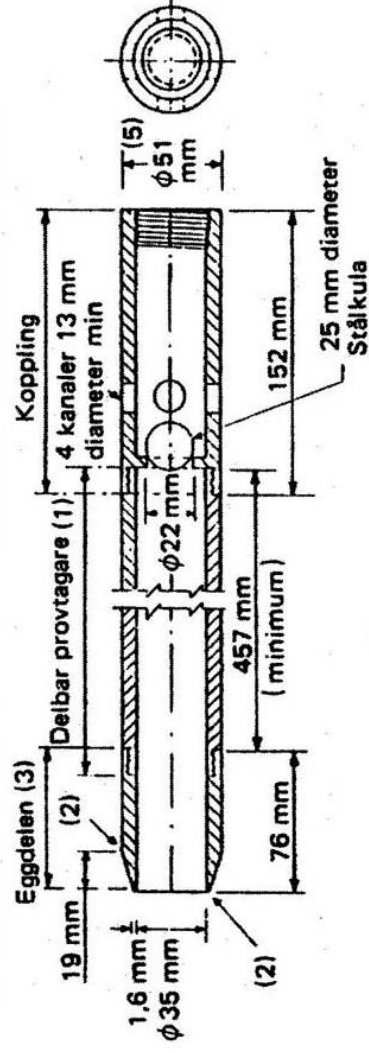
Hejarborutrustningen ble mye benyttet i 60-årene før borriggene kom. Sammenliknet med dreiebor og motorsond, hadde hejarboret mye større nedtrengingsevne. Utstyret kunne benyttes i fastere grunn med noe innhold av stein. Hejarboret ble brukt ved geografisk konsentrerte undersøkelser som ved boring for brufundamenter, men var lite egnet for generell kartlegging pga av liten kapasitet og effektivitet. I tillegg til sondering, kunne metoden inkludere prøvetaking og SPT (Standard Penetration Test - indikasjon på bæreevne).

1	Betegnelse (navn)	Hejarborrigg
2	Fabrikat	Borros AB
3	Leverandør	Aluplate AS / Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Hejarbukk, Ø 32 mm rør med skjøtetapper, 10 cm løs stålspliss for hvert hull, , 65 kg lodd, kuleklemmer, manuell eller hydraulisk jekk. For SPT boring Ø89 mm foringsrør og 2" eller 2½" prøvetaker.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Ved vanlig sondering ble borstengene slått ned med et 65 kg lodd som ble heist 50 cm opp på stengene ved hjelp av bensinmotoren og en clutsj og deretter sluppet i fritt fall mot en mantel låst til borstangen med kiler. Antall slag ble målt pr. 25 cm synk og notert på et eget skjema. I tillegg til å registrere relativ fasthet i løsmassene ble utstyret også benyttet til å ta opp prøver i friksjonsmasser med ramprøvetaker og med såkalt SPT (Standard Penetration Test). I forbindelse med SPT-prøvetaking ble det slått grove foringsrør (89mm) ned i grunnen. Spissen kunne tas ut og prøver ble tatt for hver rørlengde (1,8 m). Selve prøvetakeren ble montert på borstangen, ført ned gjennom foringsrøret og slått ned i løsmassene fra bunnen av foringsrøret. Prøvetakeren ble først rammet 15 cm ned med fallhøyde 75 cm på loddet. Deretter ble prøvetakeren rammet videre ned i to omganger à 15 cm lengder med samme fallhøyde og antall slag for 30 cm nedtrengning ble notert som SPT-tallet N. Prøvetakeren kunne splittes etter opptak og massene tas ut. N-tallet kunne benyttes ved beregning av bæreevnen i grunnen, bl.a. ved pele- og sålefundamentering.
7	Motor(er), størrelse, turtall	Sachs motor 7,7hk motorsykkelmotor (250 ccm)

8	Vekt	ca 300kg med stenger og tilbehør
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Utviklet i Sverige
12	Brukt fra - til	1962 – ca 1990
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Mange fylker hadde dette utstyret. Veglaboratoriet lånte ut sitt utstyr ved behov
14	Dataregistrering	Antall slag pr 25cm synk ble notert på eget borskjema



Rogaland og Oppland anskaffet hydraulisk operert hejar som kunne monteres i bortårnet på en borrigg. Oppland benyttet sin hejar helt frem til 1990.



Hejarborrustning

SPT-prøvetaker

2A-4 Hydrorriggen

Basert på erfaringer fra bl. a. USA og den generelle utviklingen når det gjaldt mekaniseringen av arbeidsoppgaver satte Statens vegvesen ved Veglaboratoriet på slutten av 1960-tallet i gang et prosjekt i samarbeid med Geonor AS og Norges Geotekniske Institutt for å utvikle mer rasjonelt og mekanisert sonderboringsutstyr og metoder. Dette resulterte i et nytt hydraulisk drevet borutstyr og en ny sonderingsmetode kalt dreietrykksondering. Selve borutstyret produsert av Norsk Hydro på Notodden ble montert på en BM Volvo T600 traktor som kunne utstyres med halvbelter. Denne riggen med ble av mange kalt ”Hydrorriggen”. Statens vegvesen Akershus som stod for den praktiske utprøvingen. Resultatet må kunne sies å ha revolusjonert grunnboringsarbeidet som er blitt mindre slitsomt og kan utføres raskere.

1	Betegnelse (navn)	Hydrorriggen
2	Fabrikat	Norsk Hydro på Notodden
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	Volvo T600 med halvbelter
5	Hoveddele	Hjulgående traktor, borutrustning med boreiarm, støtteben, forlønet tårn for prøvetaking, borhode, registreringsenhet, Ø 36 mm borstenger med skjøtetapper, stanglager, redskapskasse.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	En ny sonderingsmetode ble lansert med denne borriggen, en kombinasjon av dreie- og trykksondering. Metoden ble derfor kalt dreietrykksondering, som består i å trykke borstengene ned med konstant hastighet 3 m/ min og med konstant rotasjonshastighet 25 omdr./ min og måle nødvendig nedpressingskraft. Borriggen ble benyttet til alle sonderingsmetoder, prøvetaking og vingeboring. Prøvetaking i veg var aktuelt på den tiden og den ble mye brukt til dette. SvA og SvB bygde om borriggen etter hvert, selve borriggen ble satt over på en MB-trac, som hadde større hastighet på veg.
7	Motor(er), størrelse, turtall	65 hk
8	Vekt	Ca 6,5 tonn med stenger, rør og annet utstyr
9	Transport	Til og fra oppdrag for egen maskin
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap

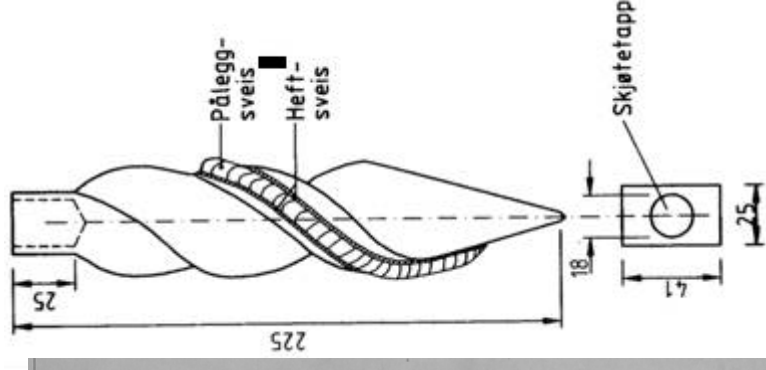
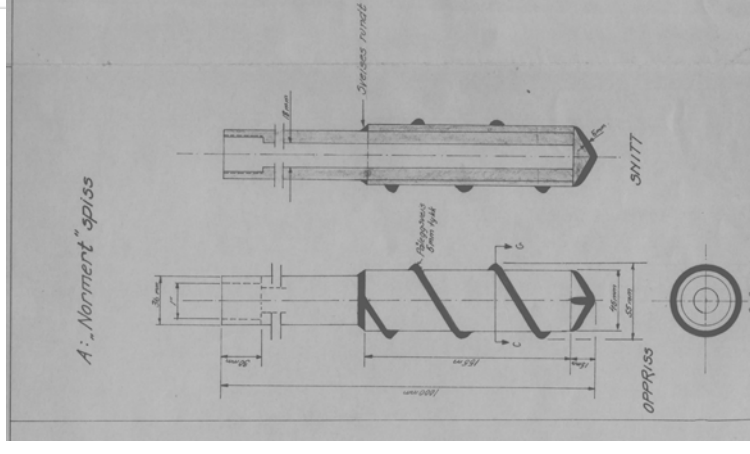
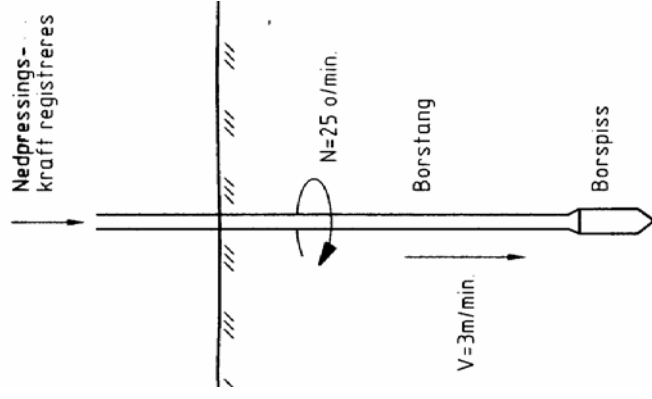
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet og Akershus vegkontor i samarbeid med NGI og Geonor 1966-1968
12	Brukt fra - til	1969 - 2000
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	5 fylker kjøpte borrygen, Akershus, Buskerud, Vestfold, Østfold og N. Trøndelag
14	Dataregistrering	Data fra dreietrykksonderingene ble registrert på en mekanisk printer som skrev resultatene ut på en papirstrimmel via en hydraulisk trykkselle (elektronisk registrering fra ca 1983)



Hydrorriggen



Borrygen montert på MB-trac



Prinsipp for dreietrykksondering og første og videreutviklet borspiss

2A-5 Borrigg AB-1

Som en fortsettelse av utviklingsarbeidet med Hydroriggen ble det i 1974 laget en lett borrigg AB-1 basert på en beltegående skogsmaskin med DAF reimdrift (Variotrac). Målet var en billigere utrustning med større framkommelighet i ulendt terreng og mindre grunntrykk. Riggen skulle primært benyttes til såkalte traceundersøkelser og var utstyrt for dreietrykksondering, men vekten av riggen begrenset nedtrengningsevnen ved dreietrykksondering. Ved sonderingsmotstand over 3 tonn ble det nødvendig med forankring.

1	Betegnelse (navn)	Borrigg AB-1
2	Fabrikat	Owren AS
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	AB-1
5	Hoveddel(er)	Beltegående skogstraktor med DAF reimdrift (Variotrac 55), registreringsenhet, borhode, boretårn med elefantføtter, borhammer, Ø 36mm borstenger med skjøtetapper, stanglager, redskapskasse.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Ble benyttet til bergkontrollboring, dreietrykksondering, samt prøvetaking i vegoverbygning
7	Motor(er), størrelse, turtall	Deutz dieselmotor 28hk
8	Vekt	2,2 tonn + stenger, rør og annet utstyr – til sammen ca 3 tonn
9	Transport	Lastebil med 7,5 tonn lasteevne
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Ufprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet og fylkesvegkontorene i samarbeid med NGI og Geonor
12	Brukt fra - til	1974 – 1990
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	16 fylker kjøpte denne borriggen

14	Dataregistrering	Data fra dreietrykksonderingene ble registrert på en hydraulisk/mekanisk printer som skrev resultatene ut på en papirstrimmel.
----	------------------	--



Borrigg AB-1

AB-1 ble ikke levert med frontskjær. Det var Statens vegvesen Buskerud v/ Olav Jensen som tok initiativet til å få montert frontskjær for rydding og stabilisering av borriggen. Verkstedet på Solbergmoen produserte og monterte frontskjæret som vist på bildet.

2A-6 Borrigg AB-2

Det kom etter hvert sterke ønsker fra bormannskapene, som benyttet AB-1, om også å kunne bruke den til prøvetaking og vingebooring, slik at det ble en allroundmaskin. Arbeidet med videreutvikling av dette konseptet startet da også ganske raskt og fortsatte utover i 70-årene.

I 1979 kom den neste versjonen AB-2. Borriggen var bygget på en liten beltegående skogstraktor med 40 hk dieselmotor og hydraulisk drift (Vario trac 912) med styring av beltene. Vekten av borriggen var nå kommet opp i 3,8 tonn men den kunne ikke utføre full dreietrykksondering (3 tonn nedpressingskraft) uten forankring. En del av de gamle AB-1 borutrustningene ble flyttet over til den nye traktoren.

1	Betegnelse (navn)	Borrigg AB-2
2	Fabrikat	Owren AS
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	AB-2
5	Hoveddelel	Beltegående skogstraktor med hydraulisk drift (Vario trac 912) og styring på beltene, registreringsenhet, boretårn med hydrauliske støtteben, borhode, borhammer, frontskjær for rydding og stabilisering av borriggen, Ø 36mm borstenger med skjøtetapper, stanglager, redskapskasse.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Ble benyttet til bergkontrollboring, dreietrykksondering, prøvetaking og vingebooring, samt prøvetaking i vegoverbygning
7	Motor(er), størrelse, turtall	40 hk dieselmotor
8	Vekt	3,8 tonn + stenger, rør og annet utstyr – til sammen ca 5 tonn
9	Transport	Lastebil med 9 tonn lasteevne
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Vannpumpe, vannslanger, rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet og fylkesvegkontorene i samarbeid med NGI og Geonor
12	Brukt fra - til	1978 – 2000 ⇨

13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	13 fylker kjøpte denne borryggen
14	Dataregistrering	Data fra dreietrykksonderingene ble registrert på en hydraulisk/mekanisk printer, som skrev resultatene ut på en papirtrimmel. Fra ca 1983 ble det benyttet elektronisk registrering



Geonor laget også en borrygg i Finland i samarbeid med Statens vegvesen Østfold, og denne fikk navnet AB-2 lett (i tillegg til SvØ også levert til firma Haukelid AS)..

Borrygg AB-2 med hydraulisk/mekanisk printer

Det ble senere bygget en AB-3 borrygg, som ble innkjøpt av Statens vegvesen Oppland. AB-3 (5 tonn) var en stor beltegående skogstraktor med det samme borutstyret og boremast som på AB-2 (3,8 tonn) men med et kraftigere understell og større motor, da det på denne borryggen var montert en kompressor for å kunne effektivisere bergkontrollboringene. Det ble kun bygget denne ene maskinen med disse spesifikasjonene.

Det ble også bygd 2 AB-4 borrygger, den ene ble innkjøpt av Statens vegvesen Akershus den andre av NGL. AB-4 (6 tonn) hadde samme tekniske grunnspesifikasjoner som AB-3, men AB-4 hadde et bortfjern som ikke kunne "knekkes" ned under transport. Bortfærnet måtte derfor sideforskyves og ble under transport lagt ned på siden av førerhytten over det ene beltet. AB- 4 hadde også kompressor montert permanent på riggen. Grunnet den skjeve vektfordelingen under transport ble det vanskelig å ta seg frem i terrenget. Dette ga derfor støtet til konstruksjon av GTB 150 (GTB = Geoteknisk Total Boring / 150 Hk). AB-4 var den første borryggen hvor alle hydraulikkfunksjonene ble styrt elektronisk. Dette ble videreført på GTB 150 som også fikk samme boremast som første gang ble montert på AB-4.

2A-7 Borrlegg GTB 150

I 1990 var tiden inne for å utvikle en borrlegg som kunne gjøre all slags boring, også bergkontrollboring. Til denne type boring ble det tidligere benyttet bergbormaskiner av fabrikkat Atlas Copco, type Roc 601 og tilsvarende. Kravet til verifisering av sikker bergoverflate var at det måtte bores 3 meter i berg. En helt ny bormaskin ble derfor utviklet av Geonor AS ved Owren AS. Statens vegvesen Buskerud (SvB) var sterkt inne i bildet i forbindelse med fastlegging av kapasitetskrav. Dette gjaldt bl.a. framdriftsmaskin med type motor, motorstørrelse, valg av kompressor mv.

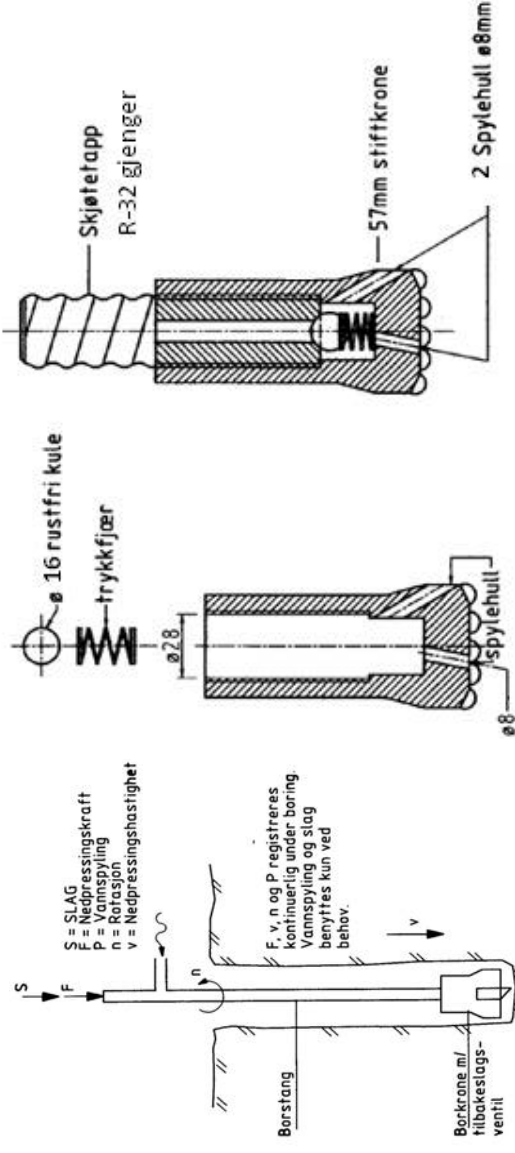
Et meget viktig utviklingsledd i denne sammenheng var at den nye maskinen gjorde det mulig å utføre en ny type sonderboring som ble kalt "totalsondering". Metoden utviklet i samarbeid mellom Statens vegvesen, NGI og Geonor er basert på prinsippene ved dreietrykksondering. Som borspiss ble det utviklet en spesiell bergborkrone med kuleventil. Når boret stopper opp mot faste lag, blokk eller berg er det mulig å sette i gang vanlig bergboring hvis økt rotasjon og vannspyling ikke resulterer i videre nedtrengning. Målet om å utvikle utstyr for all slags boring med samme maskin var dermed nådd. SvB mottok den første borriggen våren 1993. Den hadde da blitt så tung at det trengtes en lastebil med 16 t lasteevne for å kunne frakte den. Men økt vekt representerte også en fordel idet dreietrykksondering/ totalsondering kunne utføres uten forankring. Det kan også nevnes at SvB tok initiativet til at borriggen skulle fjernstyres ved forflytning i terrenget. Dette var selvfølgelig meget viktig ikke minst av HMS hensyn, som stilte sterke krav til hvordan en maskin skulle opereres. Ergonomi var et av kravene som skulle innfris, mht. plassering av hendler etc.

1	Betegnelse (navn)	Borrlegg GTB 150
2	Fabrikat	Owren AS
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	Egenutviklet
5	Hoveddeler	Beltegående traktor med hydraulisk fremdrift og styring, kompressor, vannpumpe, Geoprinter, borhode, boretårn, med hydrauliske støtteben, borhammer, frontskjær for rydding og stabilisering av borriggen, Ø 36 mm borstenger med skjøtetapper, stanglager, redskapskasse.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Ble benyttet til bergkontrollboring, dreietrykksondering, totalsondering, prøvetaking og vinge-boring
7	Motor(er), størrelse, turtall	150 hk Perkins dieselmotor
8	Vekt	6 tonn + stenger, rør og annet utstyr – til sammen ca 7,5 tonn

9	Transport	Lastebil med 16 tonn lasteevne, lastebil med henger, containertransport
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Vannpumpe, vannslanger, rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Uprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Buskerud og Geonor/Owren
12	Brukt fra - til	1993 – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	7 fylker kjøpte denne borryggen
14	Dateregistrering	Data fra dreietrykk- og totalsonderingene ble registrert på en Geoprinter 50 som lagret resultatene elektronisk. Dataene kunne så tømmes over på en diskett. Operatøren kunne følge med på et display under boringen



Borrygg GTB 150



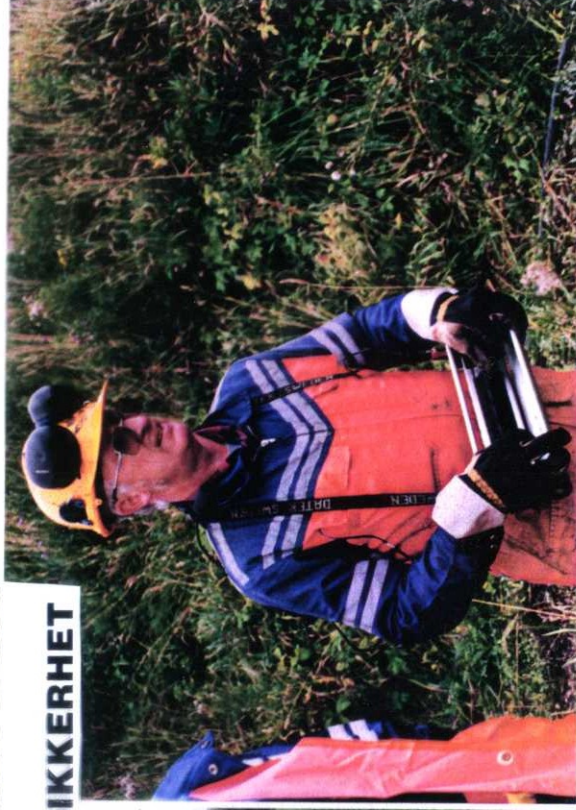
Prinsipp for totalsondering og borkrone med kuleventil

Mange mener at dette ble den ultimate borryggen, passe stor, utførte alle bormetoder, lett å forflytte i terrenget etc. Bergkontrollboring, og da spesielt i forbindelse med fundamentering på berg for bruer, støttemurer og forskjæringer for tunneler krever minst 3 meter boring i berg. Denne borryggen er utstyrt med en borhammer som ikke borer raskere i berg enn 0,3 m/min. Dette er litt for sakte i tillegg til at det blir stor slitasje på borrygg og borstenger. Nyere borrygger leveres nå med kraftigere borhammer. Merk, frontskjær for rydding og stabilisering var nå blitt standardutstyr.

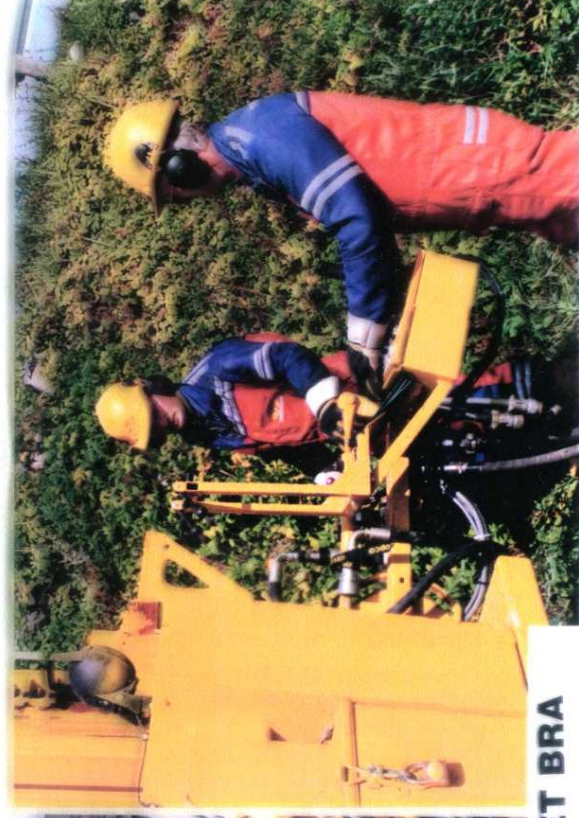


FRI FJERNSTYRING

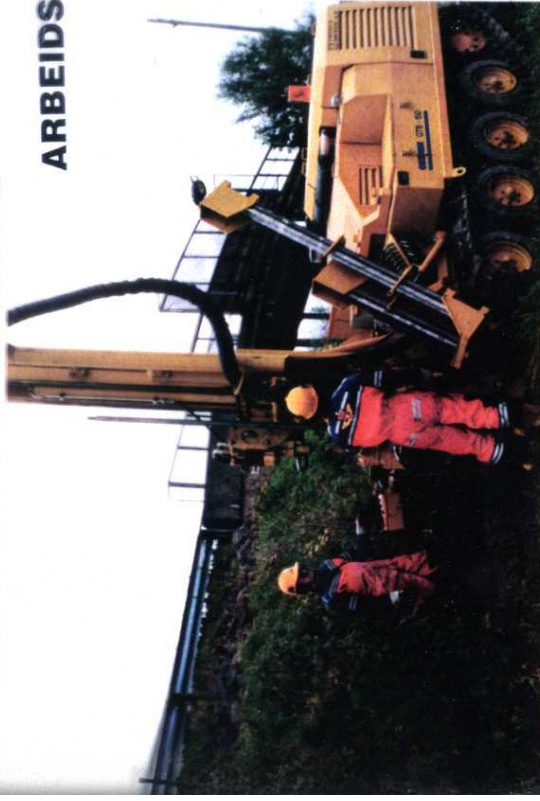
- GOD SIKKERHET



Borrigg GTB150



MEGET BRA



ARBEIDSSILLING

Borrigg GTB 150

2B Kartlegging av bergoverflate

I forbindelse med traceundersøkelser er det viktig å kunne fastlegge overgangen mellom løsmasser og berg for å kunne foreta en optimal justering av veglinjas plassering av hensyn til massebalase og for utforming av vegens tverrprofil. Bergoverflatens beliggenhet må derfor undersøkes både langs vegens senterlinje og til begge sider ut til en avstand som dekker det området veginngrepet vil omfatte. Dette betyr boring i et stort antall punkter. I tillegg er det viktig å bestemme bergoverflatens beliggenhet der konstruksjoner som bruer og fergekaier skal fundamenteres direkte på berg eller ved hjelp av peler til berg. For dette formål har det vært benyttet alt fra lett utstyr som neddriving av sonderstenger med slegge til etter hvert mekaniserte borrygger. Utviklingen her er beskrevet under pkt 2A – Sonderboring i løsmasser og borrygger. Omfanget av traceundersøkelser og antall boringer tatt i betraktning var denne utviklingen spesielt viktig for å kunne redusere tidsforbruket og kostnadene samt at bormannskapene fikk en enklere hverdag med mer tidsriktig maskinelt utstyr.

De ulike utstyrene som har vært benyttet er beskrevet nedenfor.

2B-1 Sondering med slegge

Hensikten er å kartlegge tykkelsen av løsmasser over berg og dermed bergoverflatens beliggenhet. For å oppnå dette ble det tidlig vanlig å ramme ned skjøtbare stålstenger. Det ble vanligvis slått med slegge til stangen møtte så stor motstand at den ikke lot seg drive videre ned. Bergkontakt ble vurdert ut fra hvorledes stangen reagerte på de siste sleggeslagene. Hvis stangen ga en markert rekyleffekt på sleggeslaget ble det antatt at bergoverflaten var nådd. Det manuelle arbeidet med neddriving og opptrekking var tungt og tidkrevende.

1	Betegnelsen (navn)	Sondering med slegge
2	Fabrikat	
3	Leverandør	Jernvareforretninger, Geonor AS,
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Slegge (3 - 4 kg), slagtapp, borstenger (Ø 20, 22 og 25 mm) med skjøtetapper, kuleklemme og spett, håndholdt jekk for 2 mann senere for en mann.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Neddriving av borstengene foregikk ved at det ble f. eks. slått 25 slag med slegge. Synken ble notert på et eget borskjema. Relativ fasthet av massene kunne dermed registreres, men metoden var svært sensitiv i forhold til personene som slo. Ofte ganske god respons fra bergoverflaten, men likevel nok så usikker bergbestemmelse. Egnet for sondering til berg i løst lagrede finkornige masser som leire, silt og finsand. Problemer der det er stein i grunnen.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	100 kg med stenger og utstyr
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Jekk for opptak av borstengene, småredskap
11	Uprøving, hvem, hvor og når	

12	Brukt fra - til	Før 1920 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	I alle fylker
14	Andre	

2B-2 Hejarborrigg

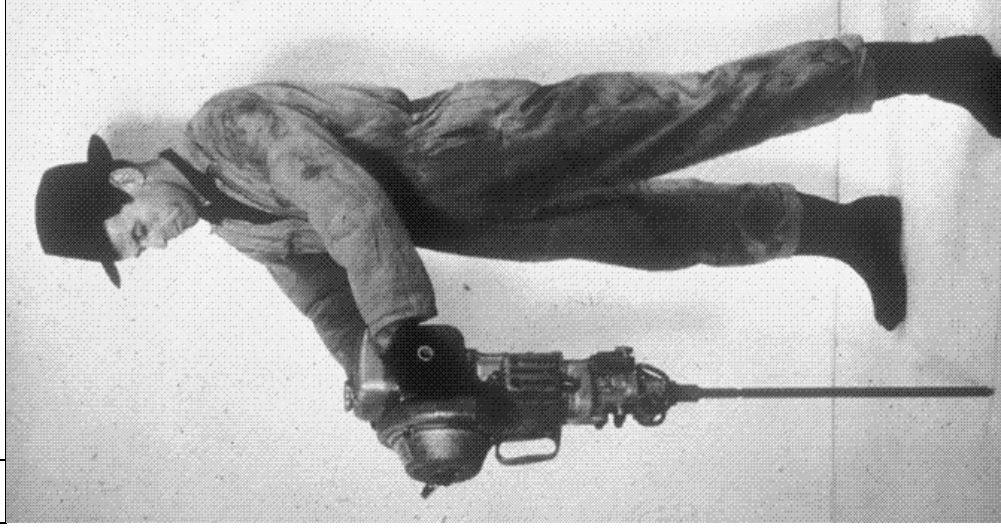
Hejarboring er i første rekke en sonderboring for kartlegging av relativ fasthet i løsmasser, men kunne til en viss grad også bidra til å bestemme bergoverflatens beliggenhet. Selv om hejarborriggen er tung og ikke så lett å forflytte i terrenget, ble selve arbeidet med neddriving av sonderstenger lettere med hejarbukken, spesielt etter at den også ble usyrt med bensindrevet motor for heising av ramloddet. Opptrekking av sonderborstenger var også tungt og tidkrevende i begynnelsen med bruk av fingjenget skrujekk, men dette ble også vesentlig lettere etter at det ble montert hydraulisk pumpe tilkopleet bensinmotoren og hydraulisk jekk til å trekke opp stengene. For detaljer vedrørende utstyret se 2A-3.

2B-3 Sondering med lett slagbormaskin

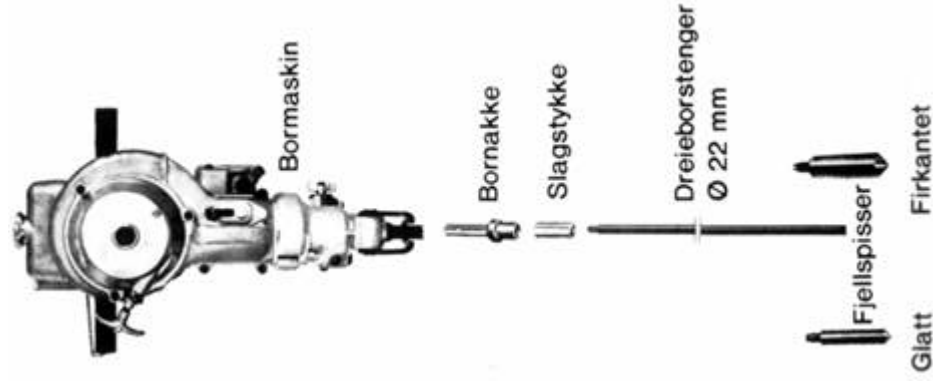
Som et alternativ til manuell neddriving av sonderborstenger med slegge ble det også benyttet bensindrevne bergbormaskiner. Disse var i utgangspunktet produsert for boring i fast berg, men var også egnet til å drive sonderborstenger ned i løsmasser. Selv om maskinen veide en del og var tung å løfte opp på borstangen, var det imidlertid vesentlig lettere å få drevet stengene ned med slag fra maskinen. Denne metoden ble derfor benyttet i stor grad ved sonderboring til berg. For kontroll av at bergoverflaten var nådd var det imidlertid nødvendig å benytte slegge for å kontrollere om rekylten fra sleggeslaget på borstangen indikerte bergkontakt.

1	Betegnelse (navn)	Sondering med lett slagbormaskin, Pionjär, Cobra, Wacker
2	Fabrikat	Atlas Copco m. fl.(Pionjär, Cobra, Wacker)
3	Leverandør	Geonor AS, Atlas Copco
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Bormaskin, slagtapp, borstenger (Ø 20, 22 og 25 mm) med skjøtetapper, spisser, kuleklemme og spett, håndholdt jekk for 2 mann, senere for en mann og/eller tannstangsjekk
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Neddrivingen av borstengene foregikk på den måten at bormaskinen ble løftet opp på 1,0 m lange borstenger og slått ned med bormaskinen. Synken pr meter ble notert på et eget borskjema. Man fikk en relativ god fasthet av massene, og neddrivingen gikk ganske raskt i bløte masser. Når man trodde det var berg, så ble det testet med slegge. Ofte ganske god respons fra bergoverflaten, men likevel usikker bergbestemmelse. Egnert for sondering i løst lagrede finkornige masser som leire, silt og finsand. Problemer der det er stein i grunnen.
7	Motor, størrelse, turtall	Slagbormaskin drevet med bensinmotor
8	Vekt	Slagenhet ca 35 kg - 150 kg med diverse utstyr
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Småredskap

11	Utprøving, hvem, hvor og når	
12	Brukt fra - til	Ca 1960 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	I alle fylker



Boring med Cobra



2B-4 Sondering med bergbormaskin

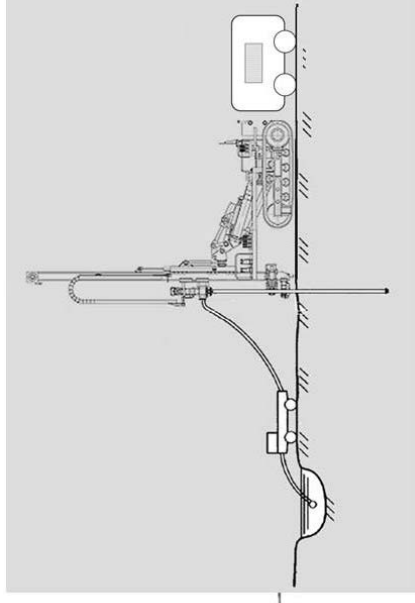
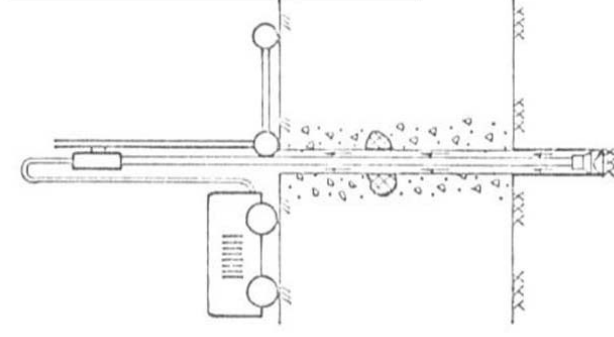
Ved sonderboring med forskjellige boremetoder og borrygger frem til og med AB-2 ca 1978, var det behov for bruk av supplerende utstyr for å kontrollere bergoverflatens beliggenhet. Et alternativ var i etterkant av sonderboringene å foreta en kontrollboring med bergboringsutstyr. Beliggenheten av bergoverflaten var svært avgjørende for valg av fundamenteringsløsninger for bruer og andre byggverk. Det gjaldt både dybde til berg og lokal helling på berget.

1	Betegnelse (navn)	Sondering med bergbormaskin
2	Fabrikat	Atlas Copco - Roc 601 og tilsvarende
3	Leverandør	Atlas Copco, Tamrock, Nemek med flere
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Beltegående bergbormaskin med luftdrevne motorer i beltene for framdrift og styring og kjedemating av borhammer, kompressor (20 – 25 m ³ /7 bar vekt 3 – 4 tonn) for drift av maskinen, spylepumpe, borstenger, borspiss (krone) og adapter.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Bergkontrollboring ble betraktet som en sikker metode for å bestemme bergoverflatens beliggenhet. Boringen ble utført med en bergbormaskin med kjedemating som drives av luft kompressor. Det kan anvendes vannspyling og det kan bores tørt med luftspyling. Motstanden ved boring gjennom jordlagene blir normalt ikke registrert da boremetoden gir tvilsomt grunnlag for å bedømme grunnforholdene ut fra bormotstand.
7	Motor, størrelse, turtall	Luftdrevne motorer
8	Vekt	ca 5 tonn med stenger og tilbehør
9	Transport	Til og fra oppdrag med lastebil, lastebil med henger eller tilsvarende
10	Nødvendig hjelpetstyr	20 m ³ kompressor, vanntank, vannpumpe, diverse redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	

12	Brukt fra - til	1960 – 2000 ⇄
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Ble relativt mye brukt ved sikker bergbestemmelse i kombinasjon med dreietrykksondering for store bru prosjekter
14	Dataregistrering	Ved boring i berget kan det også utføres registrering av borsynk, antall sekunder pr. meter boring. Borsynken kan gi holdepunkter for å bedømme bergkvaliteten og tykkelse av forvitringsoner, sprekker o. l.



Bergkontrollboring for Drammensbrua 1971



BORINGSOPPSTILLING FOR FJELLKONTROLLBORING

2B-5 Boring med borrigg AB-1

Borriggen ble opprinnelig bygget for traceundersøkelser med kartlegging av bergoverflaten. Den ble levert med egen hydraulisk hammer uten rotasjon for slagboring, men denne var alt for svak til å benyttes i mer faste masser og spesielt for å teste bergoverflaten. Selve riggen var også så vidt lett at det ved vanlig sonderboring var vanskelig å oppnå ønsket nedrivingskraft uten at riggen ble forankret med jordskruer. Fremdriftsmaskineriet med belter på gummihjul gjorde imidlertid at borriggen tok seg relativt lett frem i terrenget.. Det oppsto derfor raskt ønsker om å videreutvikle riggen til mer allsidige formål. For utstyrsdetaljer se 2A-5 Borrigg AB-1

2B-6 Boring med borrigg AB-2

Borrigg AB-2 er en videreføring av utviklingsarbeidet med borrigg AB-1 med tanke på både å kunne utføre kartlegging av bergoverflate, vanlige sonderboringer samt prøvetaking og feltmålinger som vingeoring, CPT og nedsetting av piezometere. Dette gjorde at riggen fra 1978 ble den nye arbeidsmaskinen for grunnboringer med borutrustning og kraftigere slagbormaskin. I alt 13 fylker anskaffet denne borriggen og noen fylker hadde mer enn en maskin. For utstyrsdetaljer se 2A-6 Borrigg AB-2.

2B-7 Boring med borrigg AB-3

Det ble senere bygget en AB-3 borrigg, som ble innkjøpt av Statens vegvesen Oppland. AB-3 (5 tonn) var en stor beltegående skogstraktor med det samme borutstyret og boremast som på AB-2 (3,8 tonn) men med et kraftigere understell og større motor, da det på denne boreriggen var montert en kompressor for å kunne effektivisere bergkontrollboringene. Det ble kun bygget denne ene maskinen med disse spesifikasjonene.

2B-8 Boring med borrigg AB-4

Det ble også bygget 2 AB-4 borrigger, den ene ble innkjøpt av Statens vegvesen Akershus den andre av NGI. AB-4 (6 tonn) hadde samme tekniske grunnsesifikasjoner som AB-3, men AB-4 hadde et bortårn som ikke kunne "knekkes" ned under transport. Bortårnet måtte derfor sideforskyves og ble under transport lagt ned på siden av førerhytten over det ene beltet. AB- 4 hadde også kompressor montert permanent på riggen.

2B-9 Boring med borrigg GTB 150

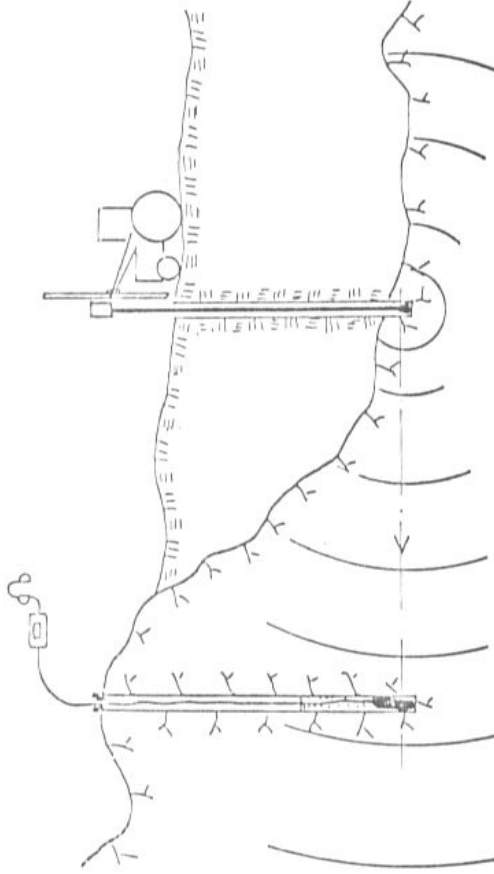
Med utvikling av borrigg GTB 150 ble det mulig ikke bare å utføre bergkontrollmåling på en sikker måte med boring inntil 3 m ned i berget, men den ga også muligheter til å utføre en ny sonderingsmetode kalt "totalsondering" samt prøvetaking og feltmålinger som vingeoring, CPT og nedsetting av piezometere. En all round borrigg som kan utføre alle typer boroperasjoner var dermed en realitet i 1993. For utstyrsdetaljer se 2A-7 Borrigg GTB 150.

2B-10 Bergindikator

Sikker kartlegging av bergoverflaten med borvogn var tidligere tidkrevende og kostbart. I tilknytning til et større kartleggingsoppdrag ble det i Sverige på begynnelsen av 1970-tallet utviklet et lytteapparat kalt Bergindikator som ved hjelp av endringer i lydsignalene som borstrengen sender ut idet den treffer bergoverflaten kunne bidra til å kvalitetssikre at det var bergoverflaten som var nådd. Boring ned i berg til et så stort dyp at sikkert berg og ikke blokk var påvist (vanligvis 3 meter), kunne da sløyfes. Dette ga muligheter til sikrere kartlegging av bergoverflaten også med enklere borutstyr.

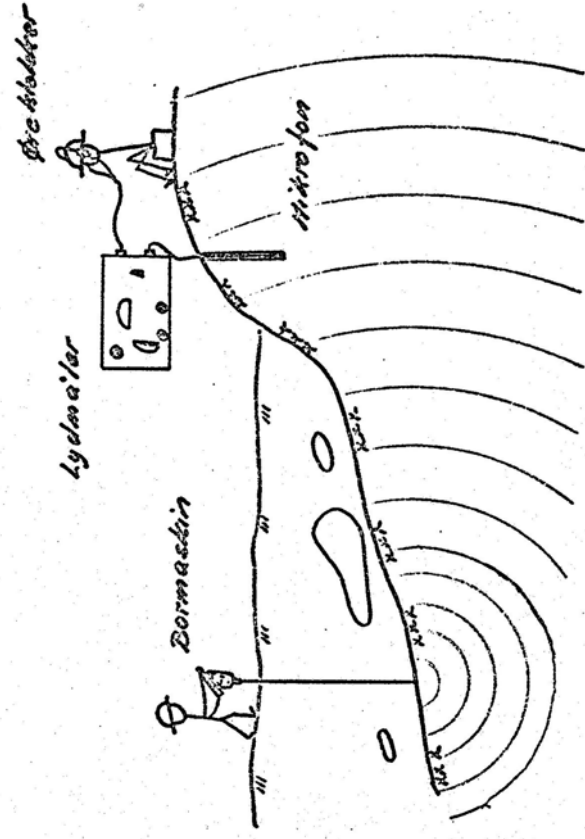
1	Betegnelse (navn)	Bergindikator
2	Fabrikat	Orrje & Co, Sverige
3	Leverandør	Scandiaplan A/S
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Bergindikator, mikrofon, høretelefon og slegge, Cobra, AB1 mv.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	<p>Bergindikatoren ble brukt ved boring gjennom overliggende jordlag for å kontrollere borkronen eller borspissens ankomst til fast berg. En mikrofon koblet til Bergindikatoren ble senket ned i et hull som var boret 1,0 – 1,2 m ned i fast berg hvoretter hullet ble fylt med vann for å sikre god lydoverføring fra berg til mikrofon.</p> <p>Fra dette punktet kunne borelyden fra sonderingene eller bergboringene i andre punkt avlyttes gjennom en høretelefon og lydnivået avleses på et måleinstrument. Basert på registrert lydnivå kunne strekke seg over et område på ca. 100 m (50 - 150 m avhengig av kilde).</p> <p>Bergindikatoren kunne brukes ved bergbormaskin, slagbormaskin påmontert en borerigg og til en viss grad ved boring med slagbormaskin ved enkel sondering (Cobra – Pionjär – Wacker). Metoden ble brukt på slutten av 70-tallet og et stykke ut på 80-tallet.</p>
7	Motor(er), størrelse, turtall	
8	Vekt	100 kg med diverse utstyr
9	Transport	Liten bil

10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet i samarbeid med fylkesvegkontorene
12	Brukt fra - til	1978 - 1988
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Veglaboratoriet og noen fylker hadde utstyret
14	Dataregistrering	Data fra registrering ble loggført på eget skjema



IDEALISTISK PLASSERING AV MIKROFONEN

Bergindikator



2C Feltnålinger

For måling av løsmassenes egenskaper direkte i felt er det utviklet forskjellig utstyr. For måling av skjærfasthet i leire benyttes vingebor. CPT-boring (Cone Penetration Test) er i prinsippet en sondering men benyttes også for måling av skjærfasthetsparametre både i friksjonsmasser (sand, grus) og i leire samt at variasjoner i permeabilitetsforholdene og friksjonen langs borstangen kan registreres. Videre kan poretrykket i løsmasser måles med ulike typer pietzometere. Nedføring av vingebor og pietzometerrør ble tidligere utført manuelt ved hjelp av forankringsramme og tannstansjekk eller stubbebryter. I dag utføres dette ved hjelp av borrygger, se 2A – Sonderboring i løsmasser og borrygger.

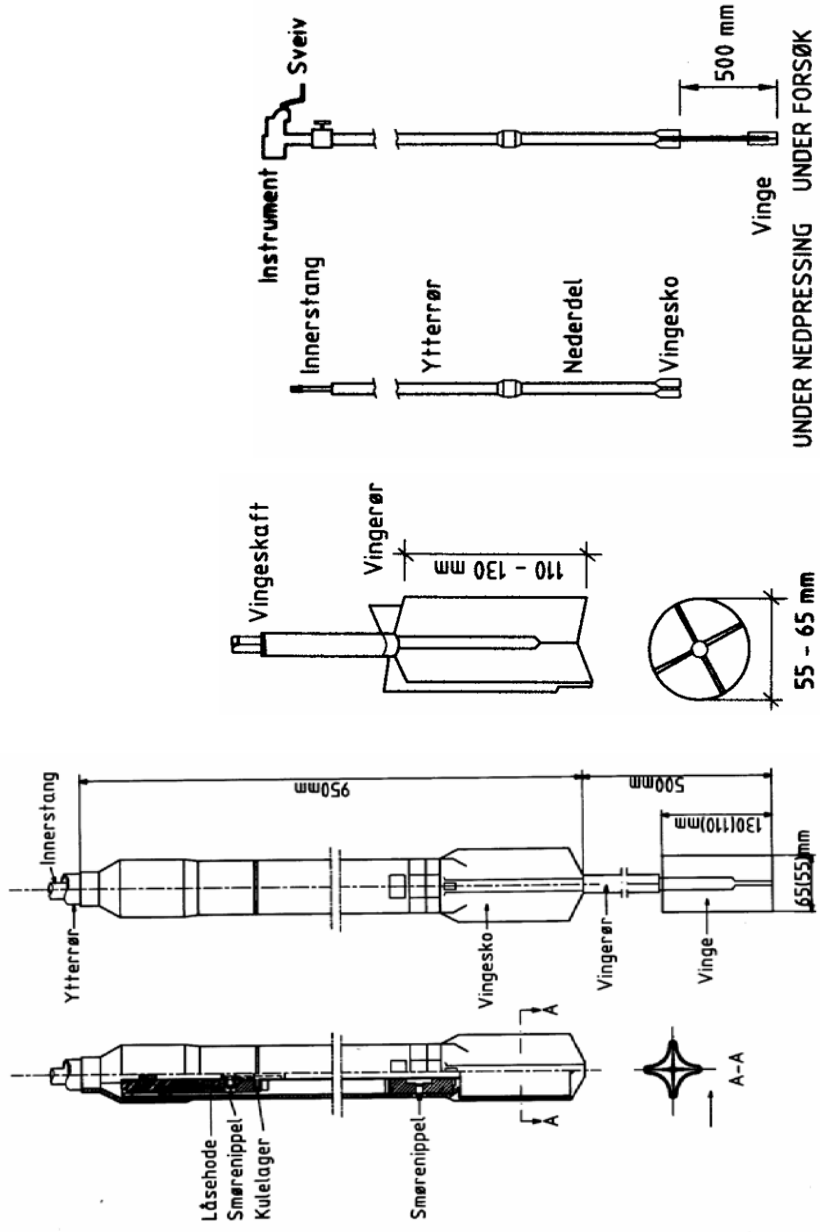
De ulike utstyrene som har vært benyttet, er beskrevet nedenfor.

2C-1 Vingeboring

For kontroll av stabilitetsforhold for fyllinger og skjæringer og beregning av fundamenteres bæreevne er det nødvendig å kjenne løsmassenes styrkeparametere. I leire og silt kan dette gjøres ved å påføre et gitt leirelement i bakken spenninger som fører til at det oppstår brudd i leirmassene rundt elementet. Krefte som skal til for å oppnå brudd kan da benyttes til å beregne løsmassens skjærfasthet. For dette formål er det i Sverige utviklet et såkalt vingebor hvor et vingekors med gitte dimensjoner montert på en borstang påføres et dreiemoment til leirsylindere som omslutter vingen roterer rundt, dvs til budd oppstår langs sylindrens ytterflater. Vingebor har i stor grad vært benyttet av Statens vegvesen til skjærfasthetsmåling i fylker med leiravsetninger. Utstyret krever stor grad av nøyaktighet fra utøver.

1	Betegnelse (navn)	Vingebor H 10
2	Fabrikat	Geonor AS, Etablert 1957 (opprinnelig Nyttbygg AB, Sverige)
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	1-1500 utveksling 1:3600 (1960 – ca 1990), 1501 ⇨ xxxx utveksling 1 : 1800 (etter 1990)
5	Hoveddelet	Vingeborinstrument, vingebor nederdel, vinger (55·110 mm og 65·130 mm), skjøterør Ø 36 mm og skjøtestenger Ø 16 mm (opprinnelig Ø 1¼” skjøterør og Ø 22 mm skjøtestenger)
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Måle udrenert skjæstyrke og omrørt skjæstyrke i leire. Boret kunne presses ned og tas opp ved hjelp av forankringsramme og tannstangsjekk. Alternativt ble stubbebryter benyttet. Fra tidlig på 1970-tallet ble borerigg benyttet til gjennomføring av boringen.
7	Motor(er), størrelse, turtall	Opprinnelig manuelt drevet måleinstrument med sveiv (1 rpm/sek), elektrisk motor fra 1978
8	Vekt	Instrument 16 kg, nederdel 15 kg, tannstangsjekk 20 kg, ramme for jekk 25 kg, 2 stk jordskruer med klammer 30 kg, vekt stenger og rør : Ø16 mm á 1 m - 1,558 kg, Ø 36 mm á 1 m - 4,458 kg (30 m = 180 kg).
9	Transport	Manuelt – bæres for hånd. Maskinelt – lastet på borerigg
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Manuelt betjent – tannstangsjekk eller stubbebryter med forankringsramme. Maskinelt betjent – hydraulisk drevet borerigg

11	Utprøving, hvem, hvor og når	Sverige
12	Brukt fra – til	Første dokumenterte kalibrering av vingeborinstrument 1955 (instrument nr 2)
13	Omfang – bruk innen Statens vegvesen	1955 – 2000 ⇔
14	Andre	Statens vegvesen hadde på det meste ca. 45 – 50 stk. H 10 vingeborinstrumenter. I dag ca. 7 – 15 stk. operative



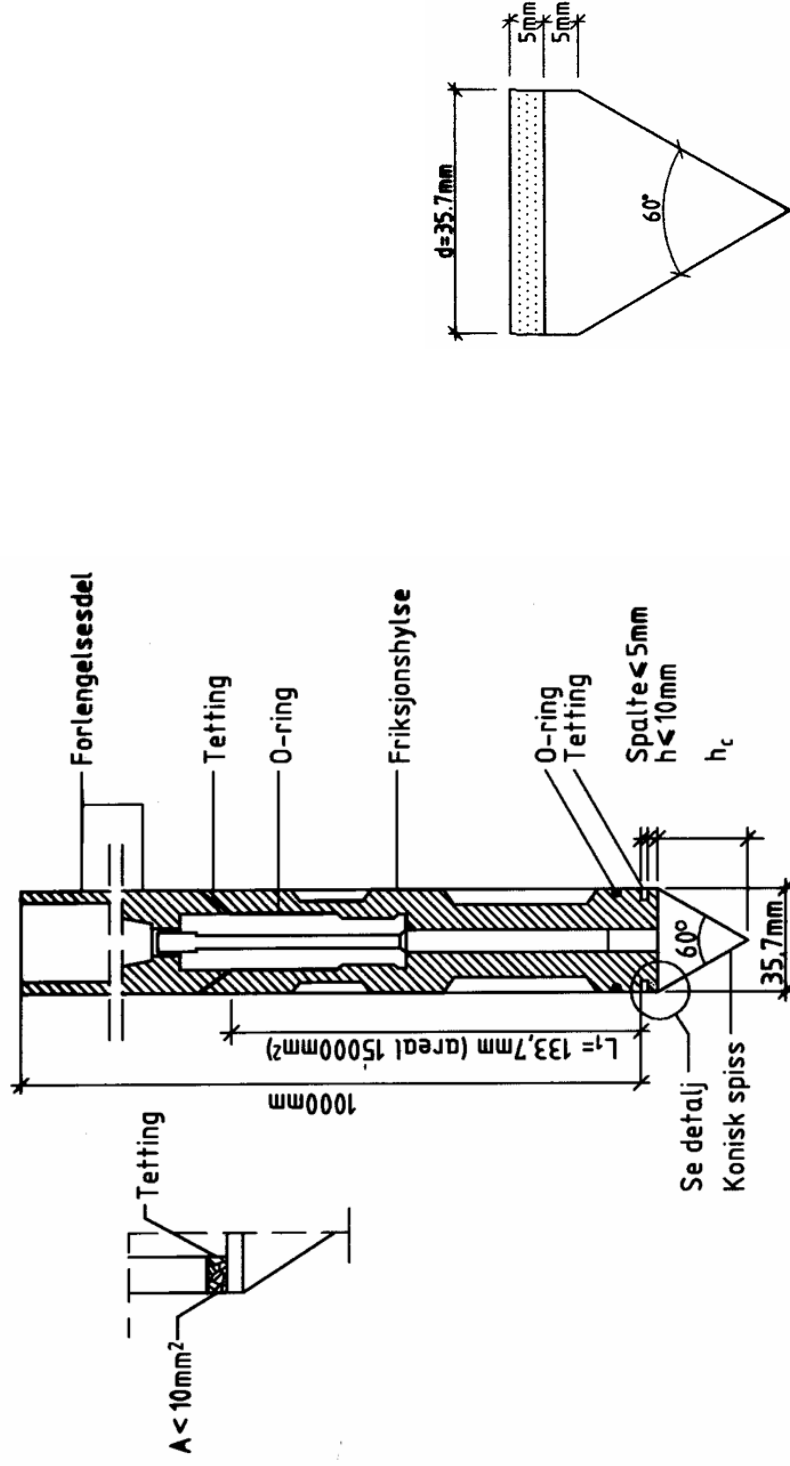
Vingebor med elektrisk drevet måleinstrument. Dette registrerer største dreiemoment som kan påføres vingen før brudd i leirmassene inntreffer.

2C-2 CPT (Cone Penetration Test)

CPT (Cone Penetration Test) er i utgangspunktet en sonderingsmetode, men sonderingsresultatene kan også benyttes til å frembringe informasjon om løsmassenes skjærstyrke og permeabilitet. Metoden går ut på å presse en konisk spiss med gitt dimensjon ned i løsmassene og måle nødvendig nedpressingskraft. I tillegg kan friksjonen mellom skjøtestang og sidene i borchullet måles og ved montering av et filter like bak spissen kan også endringer i poretrykket ved spissen registreres under nedpressingen. Ved å stoppe nedpressingen og registrere hvor raskt poretrykket avtar i et gitt nivå kan også informasjon om løsmassens permeabilitet oppnås. Kraften som skal til for nedpressing av spissen gir via spesielle tolkningsprosedyrer informasjon om materialenes skjærstyrke. Metoden krever bruk av borerigg og kan være noe tidkrevende, men gir vanligvis sikrere informasjon om lagdeling i løsmassene enn andre sonderingsmetoder. I fastere masser kan det være vanskelig å presse boret ned. Metoden kommer fra Nederland og ble først tatt i bruk i Norge da boringene kunne utføres med borerigg og elektronisk registrering.

1	Betegnelse (navn)	CPT (Cone Penetration Test)
2	Fabrikat	Geotech AB – Göteborg, ENVI AB – Allingsås + flere andre produsenter. I Norge er Geotechs og Envis utstyr blitt en form for standard
3	Leverandør	Geosafe AS – Trondheim, Geonor AS – Oslo
4	Type, serienummer	Geotech signaloverføring med lyd siden 1979, Envi signaloverføring med kabel eller intern hukommelse i sonde "Memocone"
5	Hoveddeler	Kon spiss, "filter", friksjonshylse, elektronikk og batterirør. Overføringskabel eller "mikrofon" for signalmottak, Ø 36 mm skjøterør.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Sondering i jordarter for å finne: jordart, lagdeling, lagringsfasthet, mekaniske egenskaper – styrke- og deformasjonsegenskaper og permeabilitet,
7	Motor(er), størrelse, turtall	?
8	Vekt	CPT sonde (komplett nederdel) 3,5 kg Skjøtestenger vekt Ø 36 mm 6 kg pr. m , Ø 45 mm 9,1 kg pr. m
9	Transport	
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Borerigg

11	Utprøving, hvem, hvor og når	
12	Brukt fra – til	1975 – 1979 oppstart praktisk anvendelse. Mer vanlig i bruk etter 1985. Bruken av CPT er i dag stadig økende
13	Omfang – bruk innen Statens vegvesen	Økende anvendelse fra 1985 - 2000 ⇒
14	Andre	Vegvesenet har i dag ca 6 – 7 stk i bruk



Snitt gjennom CPT utstyr

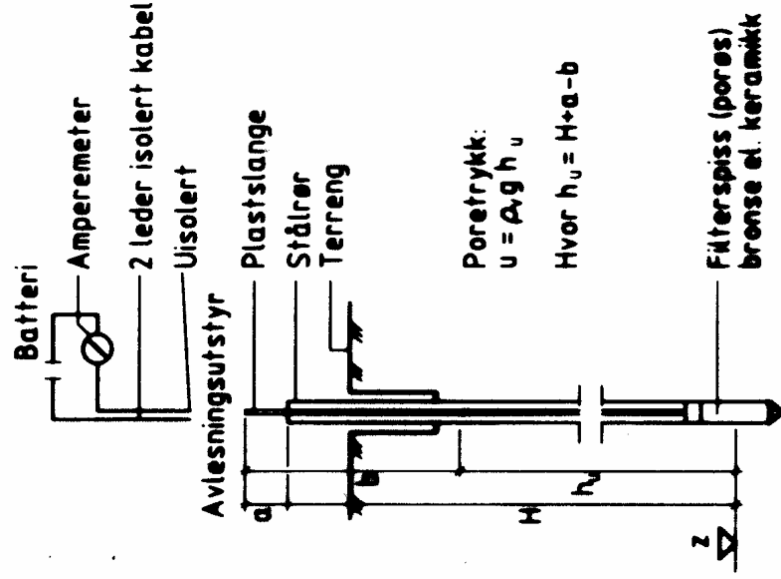
Detalj av CPT-spiss

2C-3 Pietzometer – hydraulisk

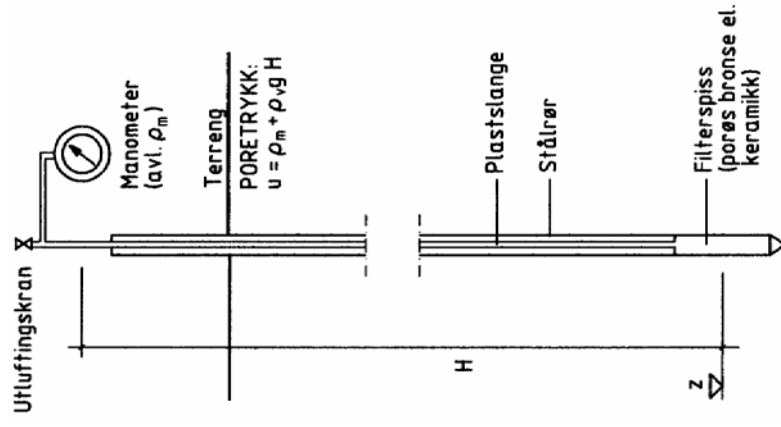
I mange sammenhenger er det viktig å måle grunnvannstand og poretrykket i løsmassene både på kort og lang sikt. Dette har sammenheng med at stabilitetsforhold og grunnens bæreevne vil kunne variere med endringer i grunnvannstand og poretrykk. Ved belastning fra fyllinger vil poretrykket i løsmassene i grunnen under fyllingen øke, men overtrykket vil reduseres etter hvert. Ved trinnsvis oppbygging av fyllinger kan kontroll av at poretrykkøkningen etter første lasttrinn har gått tilbake være en viktig faktor for å tillate at neste fyllingstrimm legges ut. Tilsvarende vil ramming av peler kunne føre til poretrykkøkning og det kan være nødvendig å kontrollere at økningen ikke overskrider gitte grenser av stabilitetshensyn. Også for eksisterende skråninger kan det være behov for å overvåke grunnvannsnivå og poretrykk av stabilitetshensyn. Det er derfor utviklet ulike typer utstyr for måling av poretrykk. Det enkleste utstyret er hydraulisk pietzometer. Dette består i prinsippet av en borspiss med et filter som tillater gjennomstrømming av vann, men ikke mineralpartiklene i løsmassene. Pietzometerspissen skrues sammen med vanlige forlengelsesrør

1	Betegnelse (navn)	Piezometer - hydraulisk
2	Fabrikat	Geonor AS, Geotech AB
3	Leverandør	Geonor AS, Geotech AB, Geosafe AS
4	Type, serienummer	Leveres unummerert
5	Hoveddeler	Messinghus Ø 32 mm med oppboret kammer, kon spiss og 3 sintrede messingfilter. Epoxyfilter kan leveres. Glattskjøtte stenger Ø 32 mm – 1m, 2m og 3 m lengder (vekt pr. m er ca. 4,3 kg) HDPE slange (stigerør). Målesnelle med Ø 3 mm merket kabel (lengdeinndeling i centimeter) med ampermeter.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Måler trykkforholdene i grunnen (grunnvannet). Poretrykket har en avgjørende innvirkning og betydning for stabilitet og forløp av setninger i grunnen.
7	Motor(er), størrelse, turtaill	Nei
8	Vekt	1,75 kg
9	Transport	
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Forankringsramme og tannstangsjekk, stubbryter eller nå borrigg

11	Utprøving, hvem, hvor og når	? – 1957 Geonor starter produksjon av dages utgave. Kopi produseres av Geotech 1995 ⇨.
12	Brukt fra - til	? – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Daglig bruk – oppfølging av grunnvannsnivå (fluktasjoner)
14	Andre	



Hydraulisk piezometer – vannstanden innerslangen måles ved å senke kabelen ned i denne og registrere dybden b når amperemeteret gir utslag



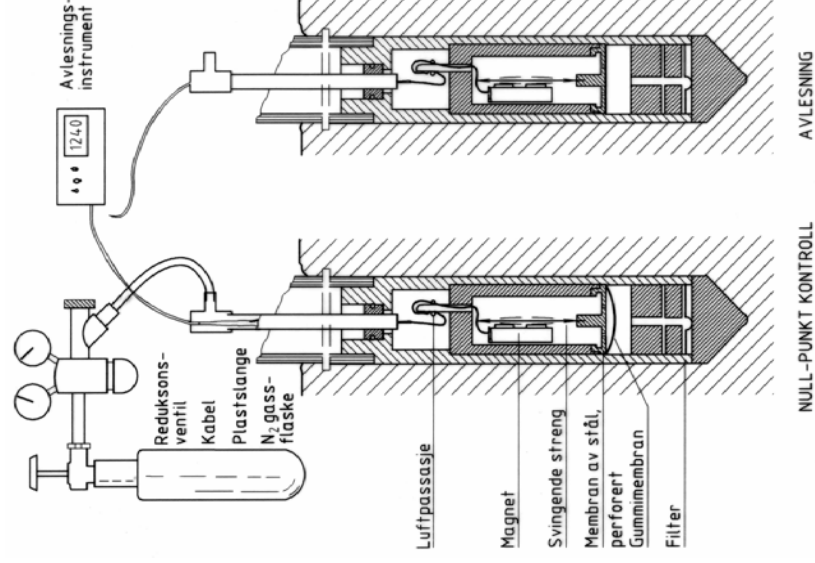
Hydraulisk piezometer med manometer i lukket system

2C-4 Pietzometer – svingende streng

For letter å kunne følge med i hurtige endringer i poretrykket er det utviklet pietzometerutstyr hvor poretrykket kan avleses med et elektrisk instrument i form av en frekvensteller. Pietzometerspissen er i dette tilfelle utstyrt med et filter og en stålmembran hvor vantrykket kan påvirke undersiden av membranen. Til membranen er det festet en streng som settes i svingninger av et elektrisk felt. Når poretrykket øker, presses membranen opp og spenningen i den svingende strengen avtar. Dette fører til lavere svingefrekvens som kan avlese ved hjelp av frekvensmeteret. Tilsvarende hvis poretrykket avtar vil spenningen i strengen øke og dermed også svingefrekvensen. Som for hydrauliske pietzometere forlenges spissen med vanlige skjøterør. Dette er den mest vanlige formen for pietzometere som benyttes i dag.

1	Betegnelse (navn)	Piezometer – svingende streng. (også benevnt El-piezometer)
2	Fabrikat	Geonor AS
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	Produksjonsnummer [3 siffer] + årstall [to siste siffer] (eks.00101 eller 20691) .I starten var pietzometere nummerert med GN (Geonor) og et tresifret stigende nummer eks. GN123
5	Hoveddele	Piezometer består av et messinghus som rommer elektronikk og kabelinngang, en kon spiss og et filter i sintret messing eller et keramisk filter. Spesialfilter som ikke slipper inn luft kan også leveres. Type M-600 – push in, M 610 embedment, M 603 åpen “push in”. Type M-600 og M-610 kan leveres med armert kabel. Glattskjøtte stenger Ø 32 mm – 1m, 2m og 3 m lengder (vekt pr. m er ca. 4,3 kg) Kabel: HDPE slange med koaksial 1 par og avlesningsinstrument (frekvensteller).
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Måler trykkforholdene i grunnen (grunnvannet). Poretrykket har en avgjørende innvirkning og betydning for stabilitet og forløp av setninger i grunnen.
7	Motor(er), størrelse, turtall	Ingen
8	Vekt	Ca. 1 kg + kabel
9	Transport	Manuelt – bæres. Maskinelt - fraktes
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Manuelt > jekk med nedpressingsramme. Maskinelt > – hydraulisk drevet borerigg

11	Utprøving, hvem, hvor og når	NGI ved Elmo DiBiagio, K. Øyen (fase 1 1957 – 1960, fase 2 1968 >1975?)
12	Brukt fra - til	1957 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Kontroll av store oppfyllinger på leirholdig grunn, pelearbeider i leirholdig grunn, utgravinger, spuntarbeider, brufundamenter med mer.
14	Andre	Geocon ltd.



Poretrykksmålere av type svingende streng.

Ved hjelp av trykkluft er det mulig å foreta 0-avlesning for kontroll

2D Prøvetaking

Prøvetaking av løsmasser kan ha flere formål. I sin enkleste form kan det være å identifisere type løsmasse og lagrekke ved flere løsmassetyper. Formålet er da å hente opp tilstrekkelig prøvemengder for identifisering og kornfordelingsanalyse og det har mindre betydning om materialenes struktur blir forstyrret under prøvetakingen. Hvis materialparametere i form av densitet, vanninnhold og skjærfasthet skal bestemmes, må det tas uforstyrrede prøver slik at materialenes egenskaper blir endret i minst mulig grad under prøvetakingen og transport til laboratoriet samt ved undersøkelsene i laboratoriet.

For opptak av forstyrrede prøver i fastere masser som sand og grus var det behov for en enkel prøvetaker som kunne ta opp forstyrrede prøver for kartlegging av jordart, korgradering og eventuelt vanninnhold. Det var også et poeng at prøvetakeren skulle kunne benyttes både ved bruk av lettere rammeutstyr som Pionjär, Cobra, Wacker og tyngre rammeutstyr som hejarborrigg og borrigg. I samarbeid med Geonor har Statens vegvesen sørget for at det ble utviklet to typer rampørvetakere, en beregnet for lettere rammeutstyr og en for hydraulisk drevet borrigg. For opptak av grovere friksjonsmasser bl.a. for bærelagsundersøkelser i veg er det utviklet ulike typer naverbor.

For opptak av uforstyrrede prøver ble det før midt på 1950 tallet benyttet en Ø 40 mm stempelprøvetaker. Prøvevolumet var begrenset og dermed faren for prøveforstyrrelse større. Ved Norges Geotekniske Institutt ble det derfor utviklet en større stempelprøvetaker med stålsylindere kalt NGI 54 mm prøvetaker. Denne prøvetakeren var frem til rundt 1980 tallet standardutstyret i Statens vegvesen for opptak av uomrørte prøver. Utstyret var funksjonelt, men de nøye tilpassede ståleggene ble ofte deformert på grunn av tilfeldig kontakt med stein under nedpressing ved opptak av prøve. I noen tilfeller kunne eggen rettes opp og sylinderen benyttes fortsatt, men i mange tilfeller måtte sylinderen kasseres. Dette førte til økte kostnader og tanken om å modifisere prøvetakeren med en mer motstandsdyktig egg vokste frem. Statens vegvesen som den største aktøren på området, inngikk da en utviklingsavtale med NGI og Geonor og dette førte i løpet av 1980-årene frem til en ny prøvetaker med løs egg og fast yttersylinder av stål som beskyttelse for en innvendig prøvesylinder av plast. Det ble laget to typer egger, en slank for opptak av uforstyrrede prøver og en tykkvegget med butt egg for prøvetaking i faste masser. Flere typer plastsylindere ble også prøvet ut og resultatet ble en plastsylinder av kompositmateriale med glatt innerflate som gjorde rengjøring før ny bruk enklere. Dessuten var plastsylinderen lettere enn stålsylinderen. Selv om også den slanke ståleggen kunne påføres skade var levetiden på det nye utstyret vesentlig forbedret og håndtering og rengjøring av prøvesylindrerne vesentlig enklere.

Ellers har utvikling av maskinelle borrigger også spilt en viktig rolle når det gjelder prøvetakeing. Det vises her til pkt. 2A – Sonderboring i løsmasser og borrigger.

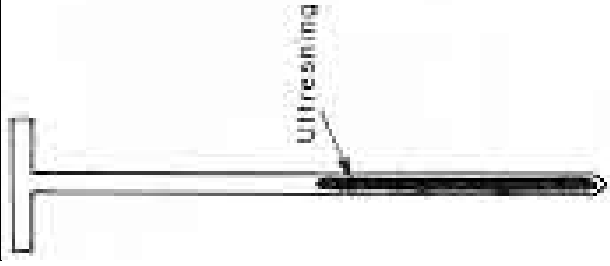
Omtale av ulike prøvetakingsutstyr er gitt i det nedenstående.

2D-1 Inspeksjonsbor

I en innledende fase av grunnundersøkelser kan inspeksjonsboret være et nyttig redskap. Boret består i prinsippet av en stålstang med håndtak og med utfrest sliss i stangen. Prøvene tas ved å presse stangen ned i løsmassene og deretter dreie stangen for så å trekke den opp igjen. Løsmasser som har trengt inn i slissen vil da vanligvis følge med opp for inspeksjon og visuell klassifisering. Begrensningen ved bruk av boret ligger både i mulig bordybde og prøvemengden det er mulig å hente opp.

1	Betegnelse (navn)	Inspeksjonsbor
2	Fabrikat	Borros og Bjørnrud & Arnestad AS
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Inspeksjonsboret består av en stålstang med håndtak. I stålstangen er det frest ut et spor der jord kan feste seg. Lengden på boret er 1,0 m og finnes i flere stangdimensjoner. Forlengbare bor finnes også.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Inspeksjonsbor er et nyttig redskap i den innledende fasen av en grunnundersøkelse. Neddrivningsdybden og lyden som oppstår under neddrivningen, gir informasjon om jordarten på stedet. Ved å dreie inspeksjonsboret vil det i finstoffholdige jordarter feste seg en prøve i utfresingen. Boret dras opp samtidig med at det dreies.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	Ca. 2 kg (Ca. 8 kg totalt med forlengelsestenger og bærevekke)
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Småredskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	
12	Brukt fra - til	? - 2000 ⇨

13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen
----	--------------------------------------



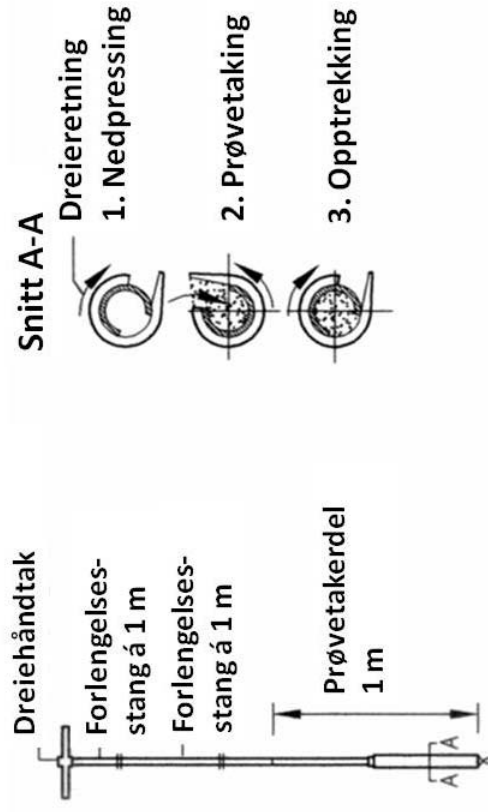
Inspeksjonsbor

2D-2 Kannebor

For optaking av representative (omrørte) prøver i organiske jordarter er torvkanneboret et praktisk redskap, og da særskilt under grunnvannstanden. Boret er fett i konstruksjonen og passer derfor godt ved inspeksjonsboring og ved kartlegging av lagdelingen i myr. Prøvene tas ofte kontinuerlig slik at det blir sammenhengende kjerner. Opptatte (omrørte) prøver klassifiseres på stedet etter graden av omvandling i torvmassene (Von Post skala).

1	Betegnelse (navn)	Kannebor
2	Fabrikat	Beus & Mattson AB, Mora (avviklet i 1980)
3	Leverandør	Aluplate AS, Borros AB, Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Prøvetakeren som er 1 m lang, består i prinsippet av 2 hylser plassert inni hverandre. Den ytterste hylsen har en leppe og den innerste hylsen har en langsgående åpning hvor materialet kan komme inn. Prøvetakeren er nederst forsynt med en spiss som er skrueformet slik at boret trenger lettere ned i materialene. Kannen har lengde 500 mm og diameter Ø 30 mm. Forlengelsesrørene er 1 m lange og Ø 15 mm (forlengelse til 6 m levert i lærkoger). Skjøten er utformet slik at rørene kan dreies begge veier.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Kanneboret er et nyttig redskap i den innledende fasen av grunnundersøkelser i myrområder. Neddrivingen av kanneboret gjøres ved å dreie med urviseren. Åpningen for innerhylsen er da stengt av den ytre hylsen. Når ønsket prøvenivå er nådd, åpnes kannen ved å vri boret <i>mot</i> urviseren ca. ¼ omdreining. Kanneåpningen står nå udekket, og når dreiningen fortsetter <i>mot</i> urviseren (min. 1½ omdreining), føres prøven inn i kannen. Etter at prøven er trengt inn i kannen, vris boret med urviseren (min.1 omdreining) slik at kannen stenges av den ytre hylsen. Kanneboret kan nå trekkes opp i lukket posisjon slik at massene ikke glir ut.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpetstyr	Småredskap

11	Utprøving, hvem, hvor og når	Ernst Jakob Lennart von Post (1884 – 1951) oppfinner av kannebor og von Post skala
12	Brukt fra - til	1920 – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Jevnlig bruk og fantes i de fleste fylker (disponibelt i alle regioner)



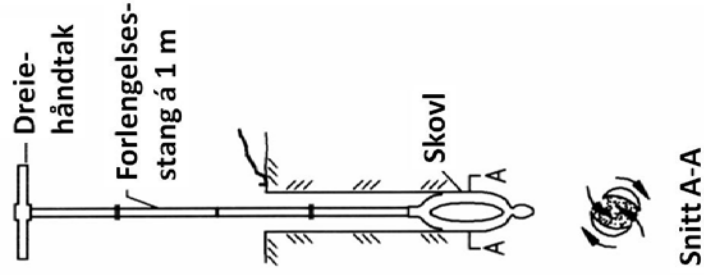
Torvkannebor

2D-3 Skovlbor

Skovlboret egner seg til opptak av omrørte (representative) prøver i finkornige materialer uten vesentlige innhold av stein. Metoden egner seg ikke til prøvetaking i friksjonsmasser under grunnvannstanden. Skovlboret kan også benyttes til forboring gjennom de øvre faste lag (tørrskorpe) for andre prøvetakingsmetoder og sonderboringer.

1	Betegnelse (navn)	Skovlbor
2	Fabrikat	Eijklkamp BV
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Skovlboret består av en skovl som ved dreining borer seg ned i jordmasser og fører massene inn i skovlen. Skovlen finnes i dimensjoner mellom Ø 40 mm - 200 mm. Valg av dimensjon avhenger av arbeidets art. Mest vanlig er Ø 50 – 100 mm diameter. Boret forlenges med stenger i lengder à 1,0 m. På den siste stangen skrues det på et håndtak..
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Skovlboret skrues ned i bakken. Hver gang skovlene er fylt med masse (ca 200 mm nedtrengning) tas boret opp og tømmes. Materialene legges ut i en "streng" som viser grunnens sammensetning i prøvehullet. Lengden av strengen skal tilsvare prøvehullets dybde. Metoden er best egnet til prøvetaking i finkornige masser uten vesentlig innhold av stein. Metoden er også mye benyttet til forboring gjennom topplag (tørrskorpe) for å lette videre boring med annet utstyr. Skovlboring er ikke egnet til prøvetaking i friksjonsmasser under grunnvannstanden.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	1 kg + stenger og håndtak
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Småredskap

11	Utprøving, hvem, hvor og når	Enkelte fylker laget sine egne varianter
12	Brukt fra - til	1960 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Jevnlige bruk og fantes i de alle fylker



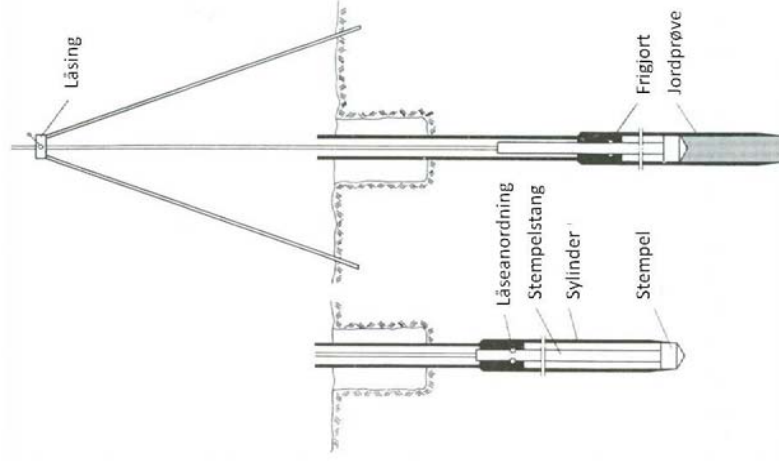
Skovlbor

2D-4 NGI 54 mm stempelprøvetaker med stålsylinder

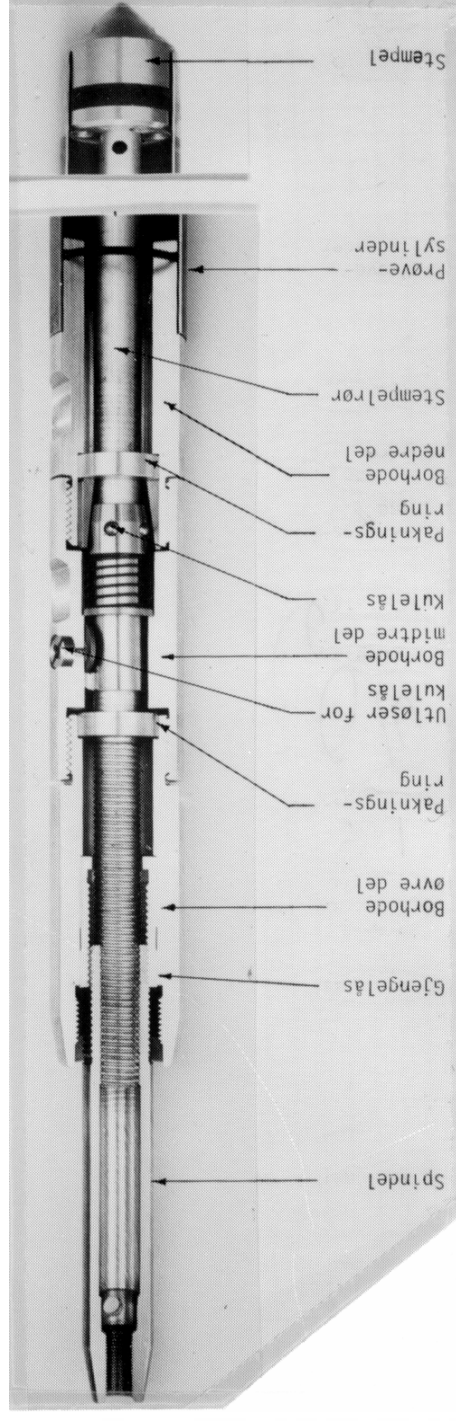
For beregning av bæreevne og stabilitet av løsmasser er det behov for kjenne materialenes styrkeegenskaper. Videre må en også kjenne materialenes permeabilitet og setningsegenskaper for å beregne setningseffekten av planlagte belastninger på grunnen. For å kunne bestemme løsmassers styrke- og setningsegenskaper er det behov for opptak av uforstyrrede prøver, dvs. prøver hvor materialens egenskaper er intakt. Prøvene må også ha et visst volum for å minimalisere omrøringsseffekten som vil oppstå i prøvens ytterflater. For dette formål ble det ved Norges Geotekniske Institutt (NGI) på 1950-tallet utviklet en 54 mm stempelprøvetaker med stålsylinder for utskjæring av uomrørte prøver i leire og siltmasser. Denne prøvetakeren avløste den tidligere 40 mm stempelprøvetaker utviklet i Sverige.

1	Betegnelse (navn)	NGI 54 mm stempelprøvetaker med stålsylinder
2	Fabrikat	Geonor A/S
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	K-200
5	Hoveddeler	Stempelprøvetakere består i prinsippet av en prøvesylinder av stål festet til et borhode og forlengelsesrør som benyttes til å presse prøvetakeren ned til ønsket nivå. Innvendig har prøvetakeren et stempel festet til en stempelstang med spindel som igjen skrues sammen med stenger som forlenges etter behov. Forlengelsesrør Ø 36 mm og innerstenger Ø 16 mm ved bruk av borrhigg (tidligere Ø 1¼" forlengelsesrør m/skjøtemuffer og Ø 22 mm innerstenger).
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Prøvetakeren benyttes til å ta opp uforstyrrede prøver i leire silt og finsand. Ved nedføring av prøvetakeren er stempelstangen låst til borhodet og stempelet står i munningen av prøvesylindern for å hindre jordmasser i å trenge inn i denne. Når ønsket prøvenivå er nådd, frikoples stempelet ved å skru løs spindelen med innerstangen. Denne låses så i fast posisjon i toppen mens prøvesylindern presses videre ned ved hjelp av forlengelsesrørene. Prøvesylindern blir da fylt med jordmasser. For å sikre at stempelet forblir i låst posisjon under skjæring av prøven krever dette bruk av fast innerstang som beskrevet over.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	

9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up + borrygg
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Utviklet av NGI (Norges Geotekniske Institutt)
12	Brukt fra - til	1957 – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Alle fylker hadde dette utstyret og mange hadde flere eksemplarer.
14	Dataregistrering	



For prøvetaking i fastere masser ble det også laget en modifisert utgave med løs egg og tykkere stålsylinder og et forsterket nedre borhode.



Prinsipp ved stempelprøvetaking

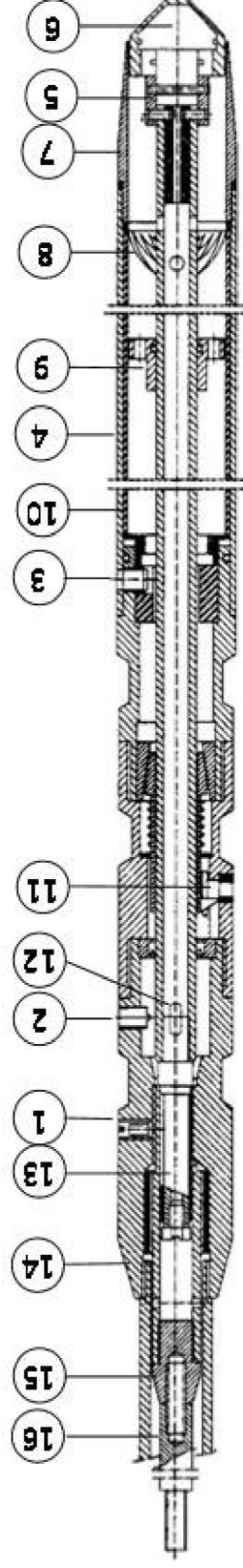
Snitt gjennom NGI 54 mm prøvetaker med stålsylinder og Ø 1¼" forlengelsesrør

2D-5 NGI 54 mm stempelp prøvetaker med plastsyhlinder

Ved bruk av 54 mm prøvetaker med stålsyhlinder ble ståleggen ofte deformert ved kontakt med tilfeldige steinpartikler under utskjæring av prøver i leire- og siltmasser. I noen tilfeller kunne eggen rettes opp, men ofte førte skadene til at syhlinderen måtte kasseres. For å redusere forbruket av stålsyhlindre og lette rengjøringen før gjenbruk ble det i et samarbeid mellom Statens vegvesen, NGI og Geonor utviklet en ny prøvetaker med yttersyhlinder av stål, løs stålegg og innvendig prøvesyhlinder av plast. Ståleggen ble laget i to varianter, en slank for opptak av uomrørte prøver og en tykkvegget med butt egg for prøvetaking i fastere masser. Plastsyhlinderen med glatt innerflate gjorde rengjøringen før gjenbruk lettere.

1	Betegnelse (navn)	NGI 54 mm stempelp prøvetaker med plastsyhlinder
2	Fabrikat	Geonor A/S
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	K-100
5	Hoveddeler	Borhode, yttersyhlinder av stål og løs stålegg (slank og grov) samt prøvesyhlindere av plast. Forlengelsesrør Ø 36 mm og innerstenger Ø 16 mm
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Prøvetakeren benyttes til å ta opp uforstyrrede prøver i leire silt og finsand. Ved nedføring av prøvetakeren er stempelstangen låst til borhodet og stempelet står i munningen av prøvesyhlinderen for å hindre jordmasser i å trenge inn i denne. Når ønsket prøvenivå er nådd, frikoples stempelet ved å skru løs spindelen med innerstangen. Denne låses så i fast posisjon i toppen mens prøvesyhlinderen presses videre ned ved hjelp av forlengelsesrørene. Prøvesyhlinderen blir da fylt med jordmasser. For å sikre at stempelet forblir i låst posisjon under skjæring av prøven krever dette bruk av fast innerstang som beskrevet for NGI 54 mm prøvetaker med stålsyhlinder.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up + borrygg
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap

11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet i samarbeid med fylkesvegkontor og NGI/Geonor
12	Brukt fra - til	198x? – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Alle fylker har dette utstyret og mange har flere eksemplarer.
14	Dataregistrering	



1. Låseskrue med nyloninnlegg for låsing av spindel når stempelrøret skrues tilbake til utgangsposisjon.
2. Låseskrue med tapp for låsing av stempelrøret før eggen monteres.
3. Tre sylinderskruer for feste av deksylinder til borhodet.
4. Dekkrør av stål.
5. Bajonettlås for sammen kobling av stempelrør og stempel.
6. Gummibelagt stempel.
7. Egg (to typer: slank/grov).

8. Prøvefanger.
9. Støttering for stempelrør.
10. Innersylinder (prøvesylinder) av glassfiberarmert epoxy.
11. Skrue for aktivering/utløsning av kuleklemme.
12. Entringsspor for låseskrue 2.
13. Låsespindel. Innerstengene låses til prøvetakeren ved å rotere stempelstangen.
14. Overgang til 36 mm forlengelsesrør.
15. Forlengelsesrør (Ø 36 mm).
16. Innerstang.

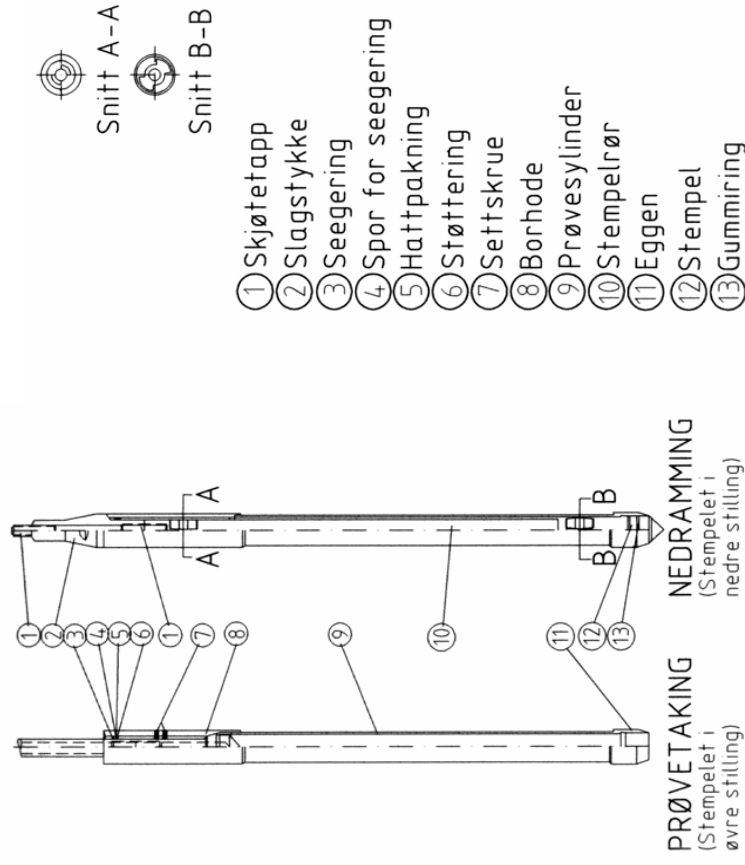
NGI 54 mm prøvetaker med plastsylinder

2D-6 30 mm ramprøvetaker

For opptak av forstyrrede prøver i fastere masser som sand og grus var det behov for en enkel prøvetaker som kunne ta opp forstyrrede prøver for kartlegging av jordart, korgradering og eventuelt vanninnhold. Det var også et poeng at prøvetakeren skulle kunne benyttes både ved bruk av lettere rammeutstyr som Pionjär, Cobra, Wacker og tyngre rammeutstyr som hejarborrigg og borrigg. I samarbeid med Geonor har Statens vegvesen sørget for at det ble utviklet to typer rampørvetaker, en beregnet for lettere rammeutstyr og en for hydraulisk drevet borrigg.

1	Betegnelsen (navn)	30 mm Ramprøvetaker
2	Fabrikat	Geonor A/S
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Stempelpørvetaker med Ø 22 mm forlengelsesrør for den lette typen og Ø 45 mm borstenger for den kraftigere typen
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Prøvetakeren benyttes til å ta opp uforstyrrede prøver i sandige og grusige materialer. Ved nedrammingen står stempelet i nedre posisjon og stenger åpningen til prøvesylindere. Når prøvetakeren er rammet til ønsket dybde trekkes skjøtestangen opp til motstand merkes. Deretter vrir skjøtestangen ca 80° med solen slik at brystningen ligger an mot tilsvarende brystning i borhodet. Med samtidig dreining av borstangen med solen rammes så den åpne sylindere ned ca 0,5 m inntil den er fylt med materiale. Hele prøvetakeren trekkes deretter opp og sylindere tømmeres for materiale. Prøvetakeren kan også utstyres med sandfanger for prøvetaking under grunnvannstanden.
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up + borrigg
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap (slegge)

11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen	Statens vegvesen Veglaboratoriet i samarbeid med fylkesvegkontor og Geonor
12	Brukt fra - til	1960-tallet - 2000	⇒
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Alle fylker har dette utstyret og mange har flere eksemplarer.	
14	Dateregistrering		

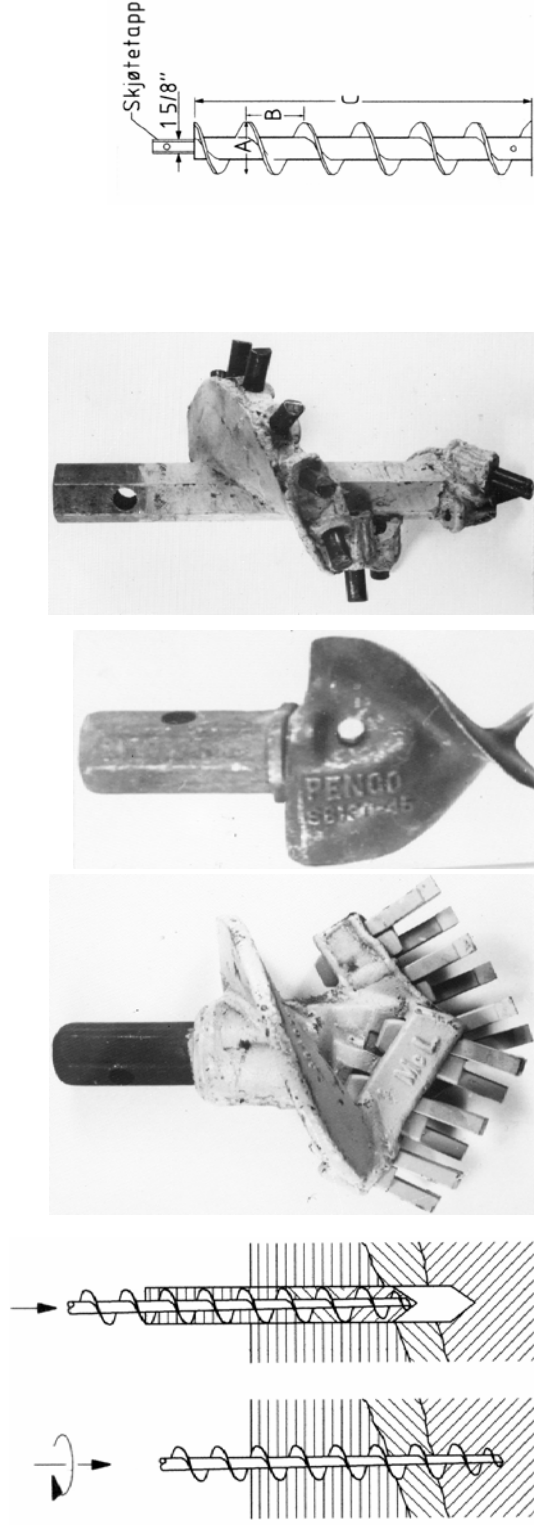


2D-7 Naverbor

Hulltaking med naverbor er spesielt aktuelt ved forboring gjennom harde topplag, tørrskorpe og frossen mark når det skal utføres vingebooring eller opptaking av uforstyrrede prøver. Prøvetaking med naverbor gir representative omrørte prøver som kan være egnet for jordartsklassifisering og metoden har vært mye benyttet ved prøvetaking av bærelagsmasse i veg. Bortsett fra i leire kan metoden bare benyttes over grunnvannsstanden.

1	Betegnelse (navn)	Naverbor
2	Fabrikat	Acker (senere også andre produsenter Geotech og Geonor)
3	Leverandør	Geonor AS
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	<p>Et naverbor er i prinsippet et skrubar med brede gjengeflater og med en borspiss i enden for penetring gjennom faste lag/masser.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Borestrengen kan bestå av bare sammenkoblede naverbor som danner en kontinuerlig spiral, eller en passende lengde med naverbor forlenget med glatte rør som skjøtes til overflaten (Ø 36 mm stenger). - Nederst er borestrengen utrustet med en borespiss. Borespisser leveres i forskjellige utførelser, med utskiftbare tenner for undersøkelse i veg og spesialkonstruert for anvendelse i forskjellige typer jordarter. - Stang med overgang fra 6-kant skjøtt til andre stangtyper. <p>Skjøting og låsing av naverborene utføres med en låsesplint. Ved demontering benyttes en spisshammer til å slå ut splinten.</p>
6	Funksjonsmåte, bruksområder	<p>For boring med naverbor anvendes bortraktor som skrur naverboret ned i bakken ved hjelp av borhodet. Naverbor benyttes både til forboring gjennom faste lag og til opptak av representative prøver. Utstyret har vært spesielt mye benyttet til opptak av prøver ved bærelagsundersøkelser i veg. Ved forboring for vingebor og 54 mm prøvetaker benyttes 100 mm naver. Denne type naver benyttes også til forboring for foringsrør. Brukes 100 mm foringsrør kan det bores gjennom dette med 75 mm naver. Ved forboring skrur naveren ned med en mindre hastighet enn borets naturlige stigning tilsier slik at løsmassene transporteres opp. Ved prøvetaking skrur naveren ned til ønsket nivå for deretter å trekkes opp.</p>

7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	Ca 8 kg for Ø 100 mm naver
9	Transport	Standard utstyr på borrhigg.
10	Nødvendig hjelpeutstyr	Småredskap
11	Utrøving, hvem, hvor og når	På slutten av 1970-tallet ved utprøving av borrhiggene
12	Brukt fra - til	1972 – 2000 ⇔
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	Jevnlig bruk og fantes i de fleste fylker



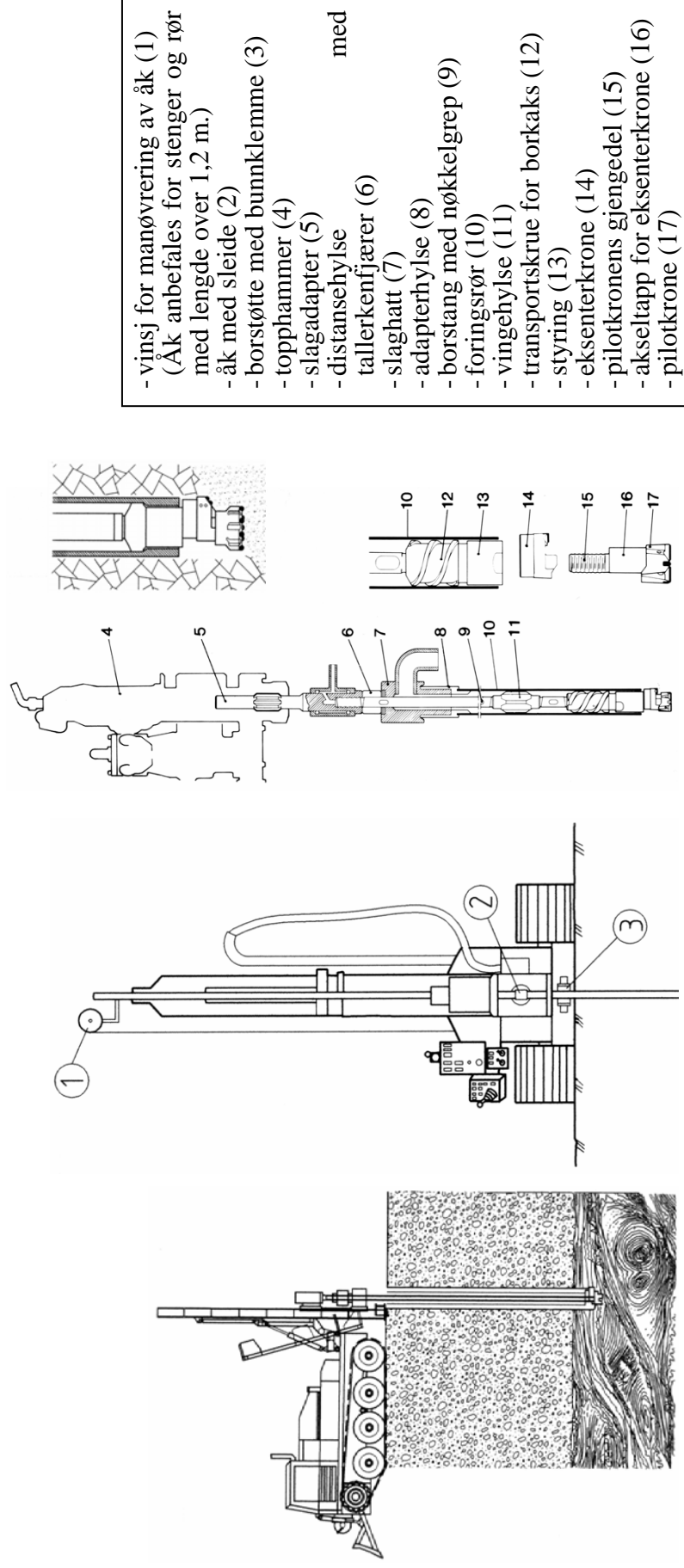
Prisipp og spisser for naverboring (, fingerborspiss fiskehalespiss og grusspiss)

2D-8 Odexboring

Odexboring gjennom faste masser (steinfyllinger og lignende) er en hulltakingsmetode som kombinerer hulltaking og nedføring av foringsrør i en operasjon. Metoden er basert på prinsippet om eksenterboring. Dette muliggjør at et foringsrør kan føres ned samtidig som hullet bores. Ved boring svinger Odexkronens eksenterskjær ut og borer et hull som er større enn foringsrørets ytterdiameter. Når ønsket dybde er nådd, roteres borstrengen motsatt vei og eksenterkronen svinger inn til pilotkronens diameter og borstrengen kan tas opp gjennom foringsrøret. Utstyret er tungt og vanskelig å håndtere, krever også mye luft og gir stor slitasje på borrhengene.

1	Betegnelse (navn)	Odexboring
2	Fabrikkat	Atlas Copco
3	Leverandør	Atlas Copco
4	Type, serienummer	
5	Hoveddeler	Foringsrørene for 3 1/2" (76 mm innvendig klaring) utstyr skjøtes ved glatte gjengeforbindelser (høyre-gjenger) og leveres i de samme lengdene som borstengene. Odexboring utføres med hydraulisk borrheng eller luftdrevne fjellbormaskiner. Bruk av hydraulisk borrheng er nå mer vanlig, og en beskrivelse av dette utstyret er gitt nedenfor.
6	Funksjonsmåte, bruksområder	Utstyret kan bore gjennom avsetninger av nær sagt alle typer løsmasser og/eller fjell. De vanligste typer grubboringsrigger har imidlertid begrenset bevegelse av tårnet ut fra vertikal stilling og kan følgelig ikke bore horisontalt. Odexboring egner seg til: - boring gjennom vanskelige toppmasser for videre vanlig prøvetaking eller vinge-boring - vekselvis boring og prøvetaking i friksjonsmasser og morener - boring av hull for installasjon av måleutstyr, f.eks. inklino-meter, ekstensometer, piezometer. - forankring og injeksjonsboring - permeabilitets- og vanntapsmålinger i løsmasser og/eller berg
7	Motor, størrelse, turtall	
8	Vekt	
9	Transport	Til og fra oppdrag med bil og henger eller Pick-up + borrheng

10	Nødvendig hjelpeutstyr	Rørtenger, fastnøkler, div redskap
11	Utprøving, hvem, hvor og når	Statens vegvesen Veglaboratoriet i samarbeid med fylkesvekontor og Atlas Copco. Metode for prøvetaking med luft uten bruk av prøvetaker ble utviklet av Statens vegvesen Finnmark.
12	Brukt fra - til	1980 – 2000 ⇨
13	Omfang - bruk innen Statens vegvesen	En del fylker, men ikke alle anskaffet dette utstyret.



- vinsj for manøvrering av åk (1)
(Åk anbefales for stenger og rør med lengde over 1,2 m.)
- åk med sleide (2)
- borstøtte med bunnklemme (3)
- topphammer (4)
- slagadapter (5)
- distanseshylse
- tallerkenfjærer (6)
- slaghatt (7)
- adapterhylse (8)
- borstang med nøkkelgrep (9)
- foringsrør (10)
- vingehylse (11)
- transportkrue for borkaks (12)
- styring (13)
- eksenterkrone (14)
- pilotkronens gjengedel (15)
- akselstapp for eksenterkrone (16)
- pilotkrone (17)

Odex-utsyr

3 Oversikt tilgjengelig utstyr

Det er sendt ut forespørsler til alle som jobber med grunnbøringer i de enkelte regionene. På grunnbøringskonferansen i Bodø høsten 2008 ble prosjektet også gjort kjent. Til tross for dette har ikke responsen vært spesielt stor, men de som har vært kontaktet, har vært svært positive.

Region sør: v/ Cato Solberg

Fylker	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Buskerud	Dreieborsats m/lodder Motorsond m/utstyr Pionjär, Cobra, Wacker	Vingeborutstyr 30mm prøvetaker 54mm prøvetaker m/stålsylinder	Solbergmoen Solbergmoen Solbergmoen
Vestfold		Alt ble flyttet til Solbergmoen	
Telemark	Asfaltprøvemaskin		Skien
Aust- Agder	Motorsond		Skarpnes
Vest- Agder			

Region øst: v/ Jon Reiersen

Fylker	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Akershus	AB-2		Skal parkeres nå
Østfold			
Hedmark			
Oppland	AB-3, Hejarbukker to manuelle og en motorisert		Korslund

Region vest:

Fylker	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Rogaland			*
Hordaland			
Sogn og Fjordane			

* Noe borutstyr fra Rogaland er samlet på det lokale vegmuseet

Region midt: v/ Odd Martin Saurasaunet

Fylker	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Møre og Romsdal	Motorsond	Stubbebryter	
Sør-Trøndelag	Hejarbør AB-2	Vingeborinstrument	
Nord-Trøndelag	Volvo BM 600	Poretrykkmålere, kvikksølv	
	Cobra	Poretrykkmålere, vakum	
	Pionjar	SPT prøvetaker	
	Wacker	Hejarprøvetaker, 15 cm syl	

Region nord:

Fylker	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Nordland			
Troms		Johnsens opptrekkutstyr for motorsond	Troms
Finnmark			

Norsk vegmuseum:

	Borrigger	Borutstyr	Lagret
Lillehammer	Ab 1 Roc 601, ikke registrert Hejarborrigg Borro 1971 Hejarborrigg Borro 1966 Motorsond Borro ca 1970	Kanneborsett Vingeborutstyr	Lillehammer
Labro	Geotech 202		Labro

Håndbøker – Statens vegvesen

1. Instruksjer og oversikter for grunnundersøkelser, (bearbeidet v/A. Kristoffersen), Vegdirektoratet, Veglaboratoriets Geotekniske seksjon. Oslo, 1.utg., 1. opplag 1963; 2.opplag 1965. (A5 ringperm)
2. Instruksjer for grunnundersøkelser, (bearbeidet v/A. Kristoffersen), Vegdirektoratet, Veglaboratoriets Geotekniske seksjon. Oslo, 2.utg., 1974. (A5 hefte)
3. Feltundersøkelser. Statens vegvesen. Håndbok 015. 1. utg. 1984 (oransje bok A5), 2. utg. 1997 (grå bok A4).

Internrapporter – Vegdirektoratet, Veglaboratoriet

4. P-466 Totalsondering, Frank Fredriksen, Internrapport Nr. 1984, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1997.
5. Trykksondering (CPT). Tolkning av forsøk. Erfaringer. Innlegg på kurs i grunnboringer mai 1993 v Jan Vaslestad, Internrapport Nr. 1624, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1993.
6. Totalsondering - en rasjonell metode for kartlegging av løsmasser, Frank Fredriksen, Frode Oset, Nils Rygg, Internrapport Nr. 1556, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1992.
7. Borprosedyre for totalsondering, Frode Oset, Internrapport Nr. 1501, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1991.
8. Grunnundersøkelser på dypt vann for fjordkryssninger. Nils Rygg, Internrapport Nr. 1363, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1988.
9. Fjordkryssninger – Grunnundersøkelser, O.P. Wangen, N. Rygg, O. Jøsang, T.E. Frydenlund, Internrapport Nr. 1296, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1986.
10. Erfaring med dreietrykksondering i Norge, temadag Sondering i Stockholm 1985, Nils Rygg, Internrapport Nr. 1223, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1985.
11. Mekanisert boring – Borrigger, Laboratoriekonferansen 1985, Nils Rygg, Internrapport Nr. 1257, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1985.
12. Grunnundersøkelser (Brukonferansen 1983), Nils Rygg, Internrapport Nr. 1144, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1984.
13. Har bruk av skummiddel ved Odex-boring innvirkning på hydrometeranalysen, Tore Heggland, Internrapport Nr. 940, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1980.
14. Slagsondering med hydraulisk borrigg (AB1) - Status pr. 1979, Nils Rygg, Internrapport Nr. 898, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1979.
15. Dreietrykksondering, Tolkning av sonderingsresultater, Nils Rygg, Internrapport Nr. 816, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1978.
16. Poretrykksmåling – Utstyr og installasjon, SK-27 Grunnundersøkelser 1977, Harald Skuggedal, Internrapport Nr. 755, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1977.
17. Grunnundersøkelser, Åsmund Knutson, Internrapport 745, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1977.
18. Standard sonboringer – Dreie-, ram- og dreietrykksonderinger (NIF-kurs Grunnundersøkelser, Fagernes 1975), Nils Rygg, Internrapport Nr. 648, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1976.
19. Grunnboringsutstyr, kostnader, leverandører. G. Flodstrøm, Internrapport Nr. 643, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1975
20. Veg over myr, Sk-61/1975 Grunnundersøkelser, Nils Rygg, Internrapport Nr. 651, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1975.

21. Borrigg og metoder for vegtraseundersøkelser (Nordisk geoteknikermøte København 1975), Nils Rygg, Internrapport Nr. 657, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1975.
22. Grunnundersøkelser (NIF-kurs Nyere metoder i vegplanleggingen, Gol 1972). Nils Rygg, Internrapport Nr. 439, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1972.
23. Grunnundersøkelser, jordtrykk (Sk. 80: Utarbeidelse og behandling av bruplaner 1972). Tor Korpberget, Internrapport Nr. 437, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1972.
24. Kurs SK 63 om grunnboring, Nils Rygg, Internrapport Nr. 268, Vegdirektoratet, veglaboratoriet 1971.
25. Bruk av borutstyr – kurs i fylkene, Nils Rygg, Internrapport Nr. 306, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet. 1971.
26. Hydraulisk borrigg, Nils Rygg, Internrapport Nr. 248, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1971.
27. Forboring ved dreiesondering. Forsøk 2, Merkja i Akershus, Nils Rygg, Internrapport Nr. 247, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1971.
28. Forsøk med forboring ved dreiesondering. Forsøk 1. Kløfta, Akershus, Nils Rygg, Internrapport Nr. 311, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1971.
29. Utstyr til grunnundersøkelser, Nils Rygg, Arne Kristoffersen, Internrapport Nr. 184, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1970.

Veiledninger utgitt av Norsk Geoteknisk Forening

Nr. Tittel

- 3: Veiledning for utførelse av dreiesondering. (1982, Rev.1 1989)
- 4: Veiledning for utførelse av vingebooring. (1982, Rev.1 1989)
- 5: Veiledning for utførelse av trykksondering. (1982, Rev.1 1994)
- 6: Veiledning for måling av grunnvannsstand og poretrykk. (1982, Rev.1 1989)
- 7: Veiledning for utførelse av dreietrykksondering. (1982, Rev.1 1989)
- 8: Kommentarkoder ved bruk av elektronisk registreringsutstyr til geotekniske feltundersøkelser. (1992)
- 9: Veiledning for utførelse av totalsondering. (1994)
- 11: Veiledning for prøvetaking. (1997)



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005