

NGU Rapport 2002.080

Sand- og grusundersøkelser innenfor reguleringsområdet for Eggemoen industriområde og flyplass

RAPPORT

Rapport nr.: 2002.080		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Sand- og grusundersøkelser innenfor reguleringsområde for Eggemoen industriområde og flyplass.				
Forfatter: Knut Wolden og Terje H. Bargel		Oppdragsgiver: 3-fylkessamarbeidet mellom Buskerud, Telemark og Vestfold fylkeskommuner v/ fylkesgeologen, Ringerike kommune og NGU.		
Fylke: Buskerud		Kommune: Ringerike		
Kartblad (M=1:250.000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1815 III Hønefoss		
Forekomstens navn og koordinater: Eggemoen		Sidetall: 19	Pris: kr 60,-	
Feltarbeid utført: Juni 2002		Rapportdato: 5. september 2002	Prosjektnr.: 2680.07	Ansvarlig: <i>Arvid Ny sei</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag fra fylkesgeologen i 3-fylkessamarbeidet mellom Buskerud, Telemark og Vestfold fylkeskommuner og Ringerike kommune har NGU vurdert sand- og grusressursene innenfor området som berøres av reguleringsplanen for Eggemoen industriområde og flyplass. Hensikten har vært å gi en oversikt over volum og kvalitet på de masser som blir båndlagt ved en gjennomføring av planen.</p> <p>Innen planområdet på 1156 dekar er det mulig å ta ut 4-6 mill. m³ sand og grus med en korngradering egnet for tekniske formål. De nyttbare massene har en mektighet i de nordre delene av reguleringsområdet på 9-12 m avtagende til 1-2 meter i den sørligste delen.</p> <p>Massene på Eggemoen tilfredsstiller kravene for bruk i faste vegdekker med en gjennomsnittlig årstdøgnstrafikk opp til 1500 kjøretøyer, som veggrus og til bære- og forsterkningslag og til de fleste betongformål.</p>				
Emneord: Sand og grus		Byggeråstoff		Kvalitet
Vegformål		Betongformål		Volum
Arealplanlegging		Fagrapport		

INNHold

1. FORORD	4
2. KONKLUSJON	5
3. GEOLOGI	6
3.1 Generelt	6
3.2 Eggemoen	6
3.3 Hensmoen og Kilemoen	6
3.4 Berggrunnsgeologi	6
4. UTFØRTE UNDERSØKELSER I 2002	7
5. VOLUM	7
6. KVALITET	8
6.1 Generelt	8
6.2 Eggemoen	8
7. VIDERE UNDERSØKELSER	9
8. REFERANSER	10

MEKANISKE EGENSKAPER

Vedlegg 1

LABORATORIEMETODER

Vedlegg A1-A6

BILAG I

Analyser og krav til byggeråstoff

KARTVEDLEGG


Kartutsnitt over undersøkelsesområdet i M ca. 1:12.400, Borehullsprofiler og mektighetsanslag

1. FORORD

På oppdrag fra 3-fylkessamarbeidet mellom Buskerud, Telemark og Vestfold fylkeskommuner v/ fylkesgeologen og Ringerike kommune har NGU vurdert sand- og grusressursene innenfor området som berøres av reguleringsplanen for Eggemoen industriområde og flyplass. Hensikten har vært å gi en oversikt over volum og kvalitet på de masser som blir båndlagt ved en gjennomføring av planen.

Resultatene fra undersøkelsen presenteres i denne rapporten.

Trondheim, 4. september 2002


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder
Mineralressurser


Terje H. Bargel
forsker


Knut Wolden
overingeniør

2. KONKLUSJON

Generelt består den delen av Eggemoen som omfattes av reguleringsplanen av:

1. et topplag med grov grus og stein
2. en sandpakke med noen tynne gruslag
3. ensgradert sand som er tildels kompakt og finkornet

Topplaget (1) er tykkest i nord der det har en mektighet på 6-8 m i området ved forswarets massetak. Topplaget tynner ut mot sør hvor det enkelte steder er helt fraværende. Også det underliggende laget (2) er tykkest i nord med 3-4 m og forsvinner nesten helt i sør ved innkjørselen til Eggemoen. Sanden i dypere lag (3) vurderes som lite egnet for teknisk bruk, men kan i noen tilfeller benyttes som fyllmasser.

Det er lagene 1 og 2 som utgjør de utnyttbare sand- og grusressursene til *teknisk bruk*. Med en mektighet i de nordre delene på 9-12 m avtagende til 1-2 meter i den sørligste delen, er det innen planområdet på 1156 dekar mulig å ta ut 4-6 mill. m³ sand og grus med en korngrade-ring egnet for tekniske formål

På østsiden av Randsfjorden sør for Brandbu består berggrunnen av kalksteinsbergarter og skifre. Skifrene er gjerne svake og lite egnet til tekniske formål. Eggemoen inneholder en del slike bergarter. Det synes imidlertid ikke som dette influerer på de mekaniske egenskapene. I tidligere undersøkelser avviker fallprøveresultatene lite fra tilsvarende prøver fra Hensmoen og Kilemoen som ikke har disse bergartstypene.

Dette dokumenteres også i prøver tatt i 2002 som viser at materialet kan brukes til de fleste betongformål, til bære- og forsterkningslag, veggrus og i faste vegdekker med en gjennomsnittlig årsdøgnstrafikk opp til 1500 kjøretøyer. Forekomsten representerer derfor en meget viktig ressurs som kan dekke behovet for masser til mange ulike formål.

Etter NGUs vurdering er det nødvendig med en tilsvarende undersøkelse av hele Eggemoen, noe som kan gi myndighetene et bedre grunnlag for avgjørelser i arealdisponeringssaker knyttet til forekomsten.

3. GEOLOGI

3.1 Generelt

Det er tidligere utført en rekke undersøkelser av de store moene nord for Hønefoss, både i form av kartlegging, seismiske målinger og konkrete undersøkelser av materialkvaliteten (Kjærnes 1975, Sindre 1976, Reite og Kjærnes 1978, Reite 1980). Sand- og grusforekomstene i hele Ringerike kommune er også vurdert samlet (Nålsund 1985).

3.2 Eggemoen

Eggemoen er et isranddelta som er bygget opp i havet foran en istunge som lå i Randsfjorden under isavsmeltingen for ca. 9500 år siden. Før dannelsen av moen hadde isranden trukket seg et stykke mot nord, og leirer ble avsatt på havbunnen foran iskanten. Etter en tid rykket breen fram igjen, og finsand ble først avsatt oppå leirene, etter hvert som isen rykket nærmere ble materialet grovere og det ble avsatt sand og grus. I siste fase av oppbyggingen lå isen ved det kupert terrenget nær fylkesgrensa. Store smeltevannsstrømmer førte med seg grovt materiale som grus og stein som ble avsatt på toppen av moen. Det groveste materialet ble avsatt nærmest isfronten mens mer finkornig materiale ble ført lenger ut på deltaet. På grunn av varierende smeltevannsmengder og stadig skiftende elveløp varierer tykkelsen på disse lagene sterkt fra sted til sted. 10 m eller mer er påvist i nord. Det er dette grove topplaget som representerer de beste sand- og grusressursene. Fin sand med 30-40 m mektighet ligger under det grove topplaget. Under dette igjen ligger finkornige marine avsetninger, silt og leire.

3.3 Hensmoen og Kilemoen

Hensmoen og Kilemoen er, på samme måte som Eggemoen, opprinnelig ett stort isranddelta som under landhevingen etter isavsmeltingen har blitt gjennomskåret av Sogna slik at det i dag framstår to separate moer. Moen ble bygget opp i havet foran en istunge som lå i Sperillvassdraget og Hensmoen/Kilemoen er dermed helt atskilt fra Eggemoen både med hensyn til opprinnelse og opphavsbergarter for massene. Det ble ikke avsatt leirer foran iskanten i den grad som ved Eggemoen, og slike masser er ikke påvist verken i Hensmoen eller i Kilemoen. Under et grusig, steinig topplag ligger derimot grusig sand og sand med tykkelser større enn 40 m helt i sør på Hensmoen, noe mindre i nordvest.

3.4 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen i dette området består i nord og vest av forskjellige gneiser og granitter, kvartsitt og amfibolitt. Dette er generelt sterke bergarter med gode mekaniske egenskaper for veg- og betongformål. På østsiden av Randsfjorden, sør for Brandbu, består berggrunnen av Oslofeltets kalksteinsbergarter og skifre. Spesielt skifrene er svake og egner seg dårlig til tekniske formål. Berggrunnen gjenspeiler seg også i løsmassene. På Eggemoen er det derfor et høyere innhold av skifer og kalk i løsmassene enn det en finner på Hensmoen og Kilemoen.

4. UTFØRTE UNDERSØKELSER I 2002

I forbindelse med reguleringsplanarbeide for Eggemoen industriområde og flyplass har Norges geologiske undersøkelse (NGU) på oppdrag fra fylkesgeologen i 3-fylkesamarbeidet og Ringerike kommune undersøkt sand- og grusressursene innen et begrenset område av Eggemoen ved sonderboring. Boringene ble utført 3.- 4. juni 2002 av Myhre brønnboring AS med HAFO 2000T rigg uten vannspyling. Det ble foretatt en kontinuerlig tolkning av NGU under boringene der boresynk, evt. slag og lydbildet var vesentlige parametre. Boringene ble avsluttet når tykke finsandlag ble påvist. Totalt ble det boret og beskrevet 218,5 m fordelt på 20 borehull, se kartvedlegget. Det ble tatt prøver for mekanisk testing og mineralanalyse fra bunnen av forsvarrets massetak ved nordenden av flystripa (ca. 10 m under overflaten på moen) og av overflatemateriale like øst for terminalbygget ved flystripa. Resultatene er gjengitt i tabell 1, vedlegg 1 og prøvepunktene i kartvedlegget.

5. VOLUM

Generelt har den delen av Eggemoen som omfattes av reguleringsplanen, et topplag med grov grus og stein, og topplaget er tykkest i nord. I området ved forsvarrets massetak har dette topplaget en mektighet på 6-8 m, og det tynner ut mot sør der det enkelte steder er helt fraværende.

Under det grove topplaget ligger sand med tynne gruslag, også dette er tykkest i nord med 3-4 m, og forsvinner nesten helt i sør ved innkjørselen til Eggemoen der ensgradert sand dominerer hele profilet. Under de grovere lagene ligger ensgradert sand som er tildels kompakt og finkornet. Denne sanden vurderes lite egnet for teknisk bruk, men kan brukes som fyllmasse til formål hvor finkornig materiale kan aksepteres.

Ut fra dette finnes det til *teknisk bruk* utnyttbare sand- og grusressurser med en mektighet i de nordre delene av reguleringsområdet på 9-12 m avtagende til 1-2 meter i den sørligste delen, se kartvedlegget. Innen planområdet på 1156 dekar er det etter dette mulig å ta ut 4-6 mill. m³ sand og grus med en korngradering egnet for tekniske formål. Dette representerer nesten halvparten av det som forbrukes av sand og grus i Norge i løpet av ett år og har en verdi levert fra produsent på ca. 300 mill. kroner.

Basert på tolkninger av sonderboringene og erfaringer fra tilsvarende avsetningstyper er det utarbeidet et mektighetskart over de utnyttbare ressursene, se kartvedlegget. Massenes korngradering er bestemmende for mektighetsanslagene.

6. KVALITET

6.1 Generelt

Sand og grus som byggeråstoff benyttes som tilslag i betongproduksjon, til vegbygging, i vann- og avløpsgrøfter, som dreneringsmasse og i fyllinger og lignende. For disse formålene stilles det forskjellige krav til massenes egenskaper. De strengeste kravene til mekaniske egenskaper, mineralinnhold og korngradering stilles for bruk i vegbygging og betongproduksjon.

For vegformål er det ønskelig med grove, grus- og steinrike masser som kan knuses ned til ønskede fraksjoner. Avhengig av hvor i vegkroppen massene skal benyttes stilles det krav til steinmaterialets styrke og mekaniske egenskaper. Strengeste krav stilles for bruk i faste dekker på veier med høy trafikkbelastning.

For betongformål er korngradering og bergarts- og mineralinnhold de viktigste kriteriene. Høyt glimmer- og skiferinnhold i sanden gir økt vannbehov for å i vareta mørtelblandingens bearbeidbarhet, noe som igjen krever økt sementmengde for å oppnå ønsket styrke.

Forbruket av sand og grus på årsbasis i Norge til ulike formål er ca. 50 % til veg, 20 % til betong og 30 % til fyllmasse og andre mindre kvalitetskrevenne formål.

Selv om behovet for kvalitetsmasser til veg- og betongformål i volum utgjør godt over halvparten av det totale forbruket av sand og grus, er det også stort behov for masser til formål hvor topp kvalitet ikke er nødvendig.

6.2 Eggemoen

På østsiden av Randsfjorden sør for Brandbu består berggrunnen av kalksteinsbergarter og skifre. Skifrene er gjerne svake og er lite egnet til tekniske formål. Eggemoen inneholder en del slike bergarter. Tabell 1 viser et innhold på 17 og 20 % svake bergarter i to prøver fra Eggemoen, mot 3 og 2 % for Hensmoen og Kilemoen. Det synes imidlertid ikke som om dette influerer på de mekaniske egenskapene. I tidligere undersøkelser avviker fallprøveresultatene lite fra tilsvarende prøver fra Hensmoen og Kilemoen som ikke har disse bergartstypene, vist ved steinklasse i tabell 1. Tabellen viser også at innholdet av glimmer i sanden er noe høyere på Eggemoen. Brukt som betongtilslag kan innholdet av glimmer i sandfraksjonen ha negativ innvirkning på betongens fastheter. Vanligvis vil et glimmerinnhold på 10–12 % ha liten innvirkning, men dette må bekreftes gjennom prøvestøping og trykkprøving.

Tabell 1. Steinklasse, bergarts- og mineraltelling fra Eggemoen, Hensmoen og Kilemoen.

Forekomst	Steinklasse	Bergartsstyrke i fraksjonen 8-16 mm		Mineraltelling i fraksjonen				
		Sterke	Svake	0.125-0.250 mm		0.5-1.0 mm		
				Glimmer	Mørke mineraler	Andre	Glimmer	Andre
Eggemoen*	1	83	17	13	6	82	1	99
Eggemoen**	2	80	20	10	7	83	2	98
Hensmoen	2	97	3	1	8	91	1	99
Kilemoen	2	98	2	1	5	94	1	99

* gjennomsnitt av to prøver tatt omkring nordenden av flystripa i 2002

** gjennomsnitt av fire prøver tatt ulike steder på forekomsten

Prøven for mekaniske egenskaper tatt i 2002 faller inn under steinklasse 1 etter fallprøven, gir en mølleverdi (Mv) på 16,7 og en Los Angeles verdi (LA) på 21,2, vedlegg 1. Slagmotstanden er god (sprøhetstall og LA verdi), mens de abrasive egenskapene (mølleverdien) er svake. Den høye mølleverdien begrenser anvendelsesmulighetene av grusmateriale til faste vegdekker, men innfrir kravene for lavt trafikkerte veger med en gjennomsnittlig årstdøgnstrafikk (ÅDT) < 1500 kjøretøyer. Som veggrus og til bære- og forsterkningslag kan massene brukes.

7. VIDERE UNDERSØKELSER

Etter NGUs vurdering er det nødvendig med et grunnlagsmateriale som dokumenterer de ulike råstoffkvaliteter som finnes på hele forekomsten. Dette kan gjøres ved en mer detaljert kartlegging av forekomsten med hensyn til kornstørrelse, bergartssammensetning og mekaniske egenskaper og dermed få en oversikt over hvor store volum som er egnet som byggeråstoff i de forskjellige områdene på Eggemoen. På den måten kan man finne fram til de beste områdene for råstoffutvinning, og kan på den måten gi myndighetene et bedre grunnlag for avgjørelser i arealdisponeringssaker knyttet til Eggemoen.

Det er behov for en mer samlet vurdering av råstoffreserver og langsiktig etterspørsel etter byggeråstoffer (grus og pukk) i den vestlige delen av Oslo-regionen. En slik vurdering vil gå på tvers av kommune- og fylkesgrenser, men vil gi planmyndighetene et langt mer helhetlig vurderingsgrunnlag for beslutninger i arealsaker hvor uttak av byggeråstoffer er et aktuelt tema. I en slik vurdering vil de store grusressursene i Ringerike kommune være en viktig faktor. NGU håper det i nær framtid vil bli mulig å gjennomføre en slik samlet vurdering.

8. REFERANSER

- Kjærnes, P.A. 1975: Kvartærgeologisk kartlegging med spesiell vekt på sand- og grusforekomster. Ringerike kommune, Buskerud. *NGU Rapport nr. 1402*.
- Nålsund, R. 1985: Grusregisteret i Ringerike kommune. *NGU Rapport nr. 85.038*.
- Reite, A.J. 1980: Sand- og grusressurser i deler av Ringerike kommune, Buskerud. *NGU Rapport nr. 1633/1*.
- Reite, A.J. og Kjærnes, P.A. 1978: Seismiske målinger på Kilemoen, Hensmoen, Vallerstømoen og Eggemoen. *NGU Rapport nr. 1677*.
- Sindre, A. 1976: Seismiske grunnundersøkelser, Hensmoen og Eggemoen, Ringerike, Buskerud og Jevnaker, Oppland. *NGU Rapport nr. 1512*.
- Wolden, K. 1994: Forvaltningsplan for åtte kommuner i Buskerud fylke. *NGU Rapport 94.036*.

Mekaniske egenskaper

NGU

Norges geologiske undersøkelse

**Mekaniske egenskaper**Sprøhet / flisighet / abrasjon
kulemølle / Los Angeles / PSV

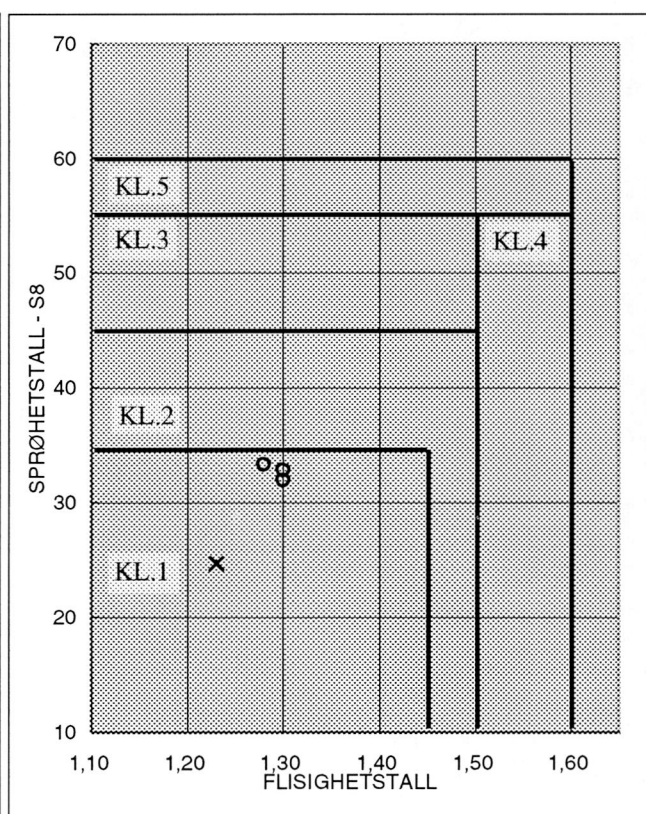
Lab.prøve nr.: 2002094

KOMMUNE : Ringerike
KARTBLADNR. : 1815-3
FOREKOMSTNR.: 0605-31.5KOORDINATER : 57300/666700
DYBDE I METER :
UTATT DATO : 03.06.02
SIGN. :**Visuell kvalitetsklassifisering :**

Antall korn vurdert stk.	Meget sterke %	Sterke %	Svake %	Meget svake %
-----------------------------	-------------------	-------------	------------	------------------

Mekaniske egenskaper :

Kornstørrelse mm	8 - 11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	o	o	o	x		
Flisighetstall-fli	1,30	1,30	1,28	1,23	1,34	1,35
Flisighetsindeks-FI	2	3	1	1	13	12
Ukorr. Sprøhetstall-S0	32,9	31,9	33,4	24,7		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Sprøhetstall-S8	32,9	31,9	33,4	24,7		
Materiale < 2mm-S2	7,3	8,7	8,7	5,5		
Kulemølleverdi, Mv					18,1	15,3
Laboratorieknust i %:	% andel 8-11,2 av tot.mengde: 45,4					
Avg fli-FI-S8; 8-11,2:	1,29	2	32,7	Middel S2 : 8,2		
Avg fli-FI-Mv; 11,2-16	1,35	13	16,7	PSV :		
Abrasjonsverdi-a:	Middel :					
Sa-verdi (a * sqrt S8):					Densitet : 2,65	
Flis.tall/-indeks; 10-14:	1,31	/	8,0	LA-verdi : 21,2		



BERGARTS BESKRIVELSE: Bergart:

Mineralinnhold:

Reaksjon med HCL:

Sted:
TrondheimDato:
04.09.2002

Sign.:

Laoratoriemetoder

Vedlegg A1-A6

- * **Fallprøve (sprøhet og flisighet)**
- * **Abrasjon**
- * **Slitasjemotstand**
- * **Kulemølle**
- * **Los Angeles**
- * **Polished Stone Value (PSV)**
- * **Tynnslip**
- * **SieversJ-verdi**
- * **Slitasjeverdi**
- * **Borsynkindeks (DRI)**
- * **Borslitasjeindeks (BWI)**

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

Steinmaterialers motstandsdyktighet mot mekaniske slagpåkjenninger kan bl.a. bestemmes ved den såkalte fallprøven. Metoden er utbredt i de nordiske land (noe avvik i gjennomførelsen av testen mellom landene) og kan til dels sammenliknes med den engelske aggregate impact test, den tyske Schlagversuch og den amerikanske Los Angeles test.

Fallprøven utføres ved at en bestemt fraksjon, 8,0-11,2 mm, med en kjent kornform av grus eller pukk, knuses i et fallapparat. Apparatet består av en morter hvor materialet utsettes for slag fra et 14 kg lodd som faller med en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets ukorrigerte sprøhetstall (S_0). Dette tallet korrigeres for pakningsgraden i morteren etter slagpåkjenningen, og man får deretter beregnet **sprøhetstallet (S_8)**.

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform uttrykkes ved **flisighetstallet**. Flisighetstallet er en fysisk egenskap som angir forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisighets-testen utføres som en del av fallprøven og bestemmes på samme utsiktede kornstørrelses-fraksjon som for sprøhetstallet. I tillegg kan det utføres flisighetskontroll på alle fraksjoner som måtte ønskes. Bredden bestemmes på sikt med kvadratiske åpninger, og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus og pukk.

Resultatene etter fallprøven kan variere fra laboratorium til laboratorium, men f.o.m. 1988 er analyseapparatene rimelig godt standardisert. Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger.

Vanligvis prøves materialet to ganger i fallapparatet. Sprøhetstallet for omslaget, omslagsverdien, gir uttrykk for materialets motstand mot repetert slagpåkjenning. Omslagsverdien gjenspeiler ofte den kvalitetsforbedring som kan oppnås ved å benytte flere knusestrinn i et knuseverk.

Steinmaterialer klassifiseres i steinklasser etter resultatene fra fallprøven. Avhengig av sprøhets- og flisighetstallet er det definert fem steinklasser:

Steinklasse	Sprøhet	Flisighet
1	≤ 35	≤ 1.45
2	≤ 45	≤ 1.50
3	≤ 55	≤ 1.50
4	≤ 55	≤ 1.60
5	≤ 60	≤ 1.60

Klassifisering av steinmaterialer etter fallprøvetesten
Steinklasse 1 er best og 5 er dårligst.

Sprøhet- og flisighetsresultatene kan variere avhengig av hvordan steinmaterialet er blitt prøvetatt og behandlet før selve fallprøven. Steinmaterialet blir enten prøvetatt som stoffprøver (håndstykke store bergartsprøver) eller tatt fra en bestemt fraksjon som er bearbeidet i et knuseverk (produksjonsprøve).

Stoffprøvetaking benyttes ofte ved undersøkelser av nye områder som er aktuelle for uttak av fjell. Vanligvis blir prøven tatt fra en utsprengt vegskjæring eller sprengt ut fra en fjellblotning. I begge tilfeller blir materialet utsatt for knusing i forbindelse med sprengningen. I enkelte tilfeller tas også stoffprøver som ikke er blitt utsatt for sprengning. Dette skjer f.eks. ved prøvetaking av urmasse eller ved at prøven blir slått direkte løs fra en fjellblotning med slegge. Forutsetningen for dette er at bergarten er fri for overflate-forvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

Stoffprøvetaking kan også utføres i pukkverk, men det er som regel av større interesse å få undersøkt kvaliteten av steinmaterialet etter at det er bearbeidet i knuse-/sikteverket (produksjonsprøver). I knuseverk er det vanlig å knuse materialet i flere trinn. Dette forbedrer kvaliteten ved at materialet får en mer kubisk kornform (lavere flisighetstall). Kubisering medfører også at sprøhetstallet blir bedre. Denne foredlingseffekten er til en viss grad avhengig av bergartstypen.

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

- a) For sortering med øvre navngitte kornstørrelse mindre enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjon 8.0-11.2 mm utsiktet fra det aktuelle produktet dersom denne fraksjonen utgjør minst 15% av produktet. Hvis dette kravet ikke kan oppfylles, utføres fallprøven som etter punkt b.
- b) For sorteringer med øvre navngitte kornstørrelse større enn 22 mm utføres fallprøven på fraksjonen 8.0-11.2 mm utsiktet fra laboratorieknust materiale fra det aktuelle produktet.

I tillegg skal det for produksjonsprøver utføres flisighetskontroll på grovfraksjonen av verksproduisert materiale på en av følgende fraksjoner: 11.2-16.0 mm, 16.0-22.4 mm, 22.4-32.0 mm, 32.0-45.2 mm eller 45.2-64.0 mm. Det skal velges en fraksjon som tilsvarer minst 15% av produktet og som ligger så nær produktets øvre navngitte kornstørrelse som mulig. Ved produksjon stilles det krav til flisighetstallet for materiale > 11.2 mm.

Abrasjon

Abrasjon eller **abrasjonsverdien** gir uttrykk for steinmaterialers abrasive slitestyrke eller motstand mot ripeslitasje. Abrasjonsmetoden er en nordisk metode (noe avvik i gjennomføringen av testen mellom landene) som opprinnelig er utviklet fra den engelske aggregate abrasion test. Metoden anvendes først og fremst for kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitedekker på veier med årsdøgntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

Et representativt utvalg med pukkkorn i fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Platen presses med en gitt vekt mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

< 0.35	meget god
0.35-0.45	god
0.45-0.55	middels
0.55-0.65	svak
> 0.65	meget svak

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (S_a -verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_g) og abrasjonsverdien.

Følgende klassifisering benyttes:

< 2.0	meget god
2.0-2.5	god
2.5-3.5	middels
3.5-4.5	svak
> 4.5	meget svak

Kulemølle

Kulemøllemetoden gir som abrasjonsmetoden uttrykk for steinmaterialets slitestyrke. Den er innført som en nordisk metode i forbindelse med det europeiske standardiseringsprogrammet for tilslagsmaterialer (CEN/TC 154). Metoden er til for å bestemme tilslagets motstand mot slitasje ved bruk av piggdekk. Det er ønskelig at metoden på sikt skal erstatte abrasjonsmetoden.

I korte trekk går metoden ut på at 1 kg steinmateriale i fraksjonen 11.2-16.0 mm roteres i en trommel i 1 time med 5400 omdreininger sammen med 7 kg stålkuler og 2 liter vann. Trommelen har en bestemt utforming og er utstyrt med tre «løftere» som blander innholdet ved rotasjon. Steinmaterialet blir utsatt for både slag og slitasje, men med hovedvekt på slitasje.

Etter rotasjon blir materialet våtsiktet og tørket. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 2 mm kvadratsikt. Dette gir uttrykk for slitasjen, og betegnes **kulemølleverdien** (K_m).

Følgende klassifisering benyttes:

≤ 7.0	kategori A
≤ 10.0	kategori B
≤ 14.0	kategori C
≤ 19.0	kategori D
≤ 30.0	kategori E
Ingen krav	kategori F

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Los Angeles

Los Angeles-testen gir uttrykk for materialets evne til å motstå både slag og slitasje. Metoden er opprinnelig amerikansk, men har lenge vært benyttet i flere europeiske land derav av NSB i Norge. Metoden kan utføres etter den amerikanske standardprosedyren ASTM C131 (fin pukk) og ASTM C535 (grov pukk) eller den nye europeiske CEN prosedyren prEN 1097-2, §4.

Etter CEN prosedyren utføres metoden ved at 5 kg steinmateriale i fraksjonen 10.0-14.0 mm roteres i en trommel sammen med 11 stålkuler. Innvendig har trommelen en stålplate som ved omdreining løfter materialet og stålkulene opp før det deretter slippes ned. Etter ca. 15 min. og 500 omdreininger taes materialet ut, våtsiktes og tørkes. Etter veiing beregnes prosentvis andel som passerer et 1.6 mm kvadratsik. Dette gir uttrykk for den mekaniske påkjenningen, og betegnes **Los Angeles-verdien (LA-verdien)**.

Det benyttes følgende klassifisering:

≤ 15.0	kategori A
≤ 20.0	kategori B
≤ 25.0	kategori C
≤ 30.0	kategori D
≤ 40.0	kategori E
≤ 50.0	kategori F
Ingen krav	kategori G

Kategori A er best og kategori G dårligst.

Polished Stone Value (PSV)

PSV er en engelsk metode som benyttes for å registrere poleringmotstanden til tilslaget som skal anvendes i toppdekke. I Mellom-Europa er det ønskelig med vegdekker med høy friksjonsmotstand for å unngå at de blir «glatte». I Norden er dette et ukjent problem p.g.a. bruk av piggdekk i vintersesongen som «rubber opp» og gir tilslaget i toppdekket en ru overflate.

Testprosedyren består i at 35 til 50 prøvebiter av en bestemt kornfraksjon, < 10 mm kvadratsikt og > 7.2 mm stavsikt, støpes fast på en konveks rektangulær plate (90.6 x 44.5 mm). 12 testplater (4 testplater for hver prøve) og 2 korreksjonsplater monteres på et veghjul som er montert vertikalt på en poleringsmaskin. Veghjulet roterer 3 timer med en hastighet på 315-325 omdr/min. Veghjulet blir belastet med et hjul bestående av kompakt gummi som blir roterende motsatt i forhold til veghjulet. Gummihjulet blir tilført vann og

slipemiddel. Etter bearbeiding av testplatene i poleringsmaskinen blir poleringsmotstanden målt med et pendelapparat. En pendelarm stryker over testplaten som gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

≥ 68.0	kategori A
≥ 62.0	kategori B
≥ 56.0	kategori C
≥ 50.0	kategori D
≥ 44.0	kategori E
Ingen krav	kategori F

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

Tynnslip er betegnelsen på en tynn preparert skive av en bergart som er limt fast til en glassplate. Slipet er utgangspunkt for mikroskopisk bestemmelse av mineraler og deres innbyrdes mengdeforhold. Når polarisert lys passerer gjennom det gjennomskinnelige preparatet, som vanligvis har en tykkelse på ca. 0,020 mm, vil de ulike mineraler kunne identifiseres i mikroskopet på grunnlag av deres karakteristiske optiske egenskaper.

Mineralfordelingen sammen med den visuelle vurderingen av strukturer ute i terrenget, er grunnlaget for bestemmelse av bergartstype. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, mineralkornenes form og størrelse, omvandlingsfenomener, dannelsesmåte etc.

Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at den har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen er inndelt etter følgende skala:

<1 mm	- finkornet
1-5 mm	- middelskornet
>5 mm	- grovkornet

Vanligvis dekker et tynnslip et areal på ca. 5 kvadratcentimeter. Resultatene fra en tynnslipanalyse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

BILAGSDEL

BILAG I

1. ANALYSER OG KRAV TIL BYGGERÅSTOFFER

Kvalitetskravene til masser for veg- og betongformål gjelder for materiale som er produsert i knuse-/sikteverk og resultatene vil være avhengige av hvor godt materialet er bearbeidet. Undersøkelser har vist at prøver tatt fra produksjon, kan gi avvik i analyseresultater i forhold til prøver som er tatt av naturgrus og knust i laboratorium. Mekanisk testing av prøver som er knust under kontrollerte forhold i laboratoriet gir en mer nøytral vurdering av materialets iboende egenskaper enn prøver tatt fra produksjonen hvor forskjell i produksjonsutstyr og antall knuse- og sikte-trinn kan gi betydelig avvik. Ved optimal knusing i knuseverk kan imidlertid analyseresultatene av produksjonsprøver være sammenliknbare med resultatene for prøver knust i laboratoriet.

For bruk som tilslag for vegformål har knust fjell i stadig større grad tatt over for naturgrus. For materialer som skal brukes som tilslag for vegformål i Norge stilles det krav til ulike mekaniske egenskaper, og flere testmetoder blir benyttet for å bestemme dette.

I dag stilles det krav til fallprøven hvor det blir beregnet en steinklasse basert på sprøhets- og flisighetstallet. Sprøhetstallet gir uttrykk for prøvematerialets motstandsevne mot slagpåkjenninger. Abrasjonsmetoden gir en verdi for materialets abrasive egenskaper, noe som har betydning for vegdekkets motstandsevne mot piggdekkslitasje. For en del bruksområder stilles det i tillegg krav til slitasjemotstanden (Sa-verdien) som ikke er en testmetode i seg selv, men et produkt av sprøhetstallet og abrasjonsverdien ($Sa = \sqrt{\text{sprøhetstallet} \times \text{abrasjonsverdien}}$). Abrasjonsmetoden er lite anvendbar for bruk på grusmateriale pga. materialets inhomogene karakter. Det er meningen at kulemøllemetoden skal erstatte abrasjonsmetoden, men foreløpig stilles det ikke krav til denne metoden og det oppgis kun veiledende verdier. For Los Angelesmetoden, som korelerer godt med fallprøvens sprøhetstall, oppgis også kun veiledende verdier. Tabell 1 gir en forenklet oversikt over norske krav til vegformål.

Tabell 1. Forenklet oversikt over krav for tilslagsmaterialer til vegformål.

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Mv	LA
Vegdekke	Spesiell høy trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0	≤ 15
“	Høy trafikkert veg, ÅDT 5000-15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0	≤ 20
“	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000-5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0	≤ 20
“	“ , ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0	≤ 20
“	Lav trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-	≤ 25
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-	≤ 30
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-	≤ 30

Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.) og slitasjemotstand (Sa-verdi) avhengig av bruksområde. For mølleverdi (Mv) og Los Angeles verdi (LA) stilles det foreløpig ikke krav, men veiledende verdier er oppgitt. Tabellen er forenklet og basert på vedlegg C.

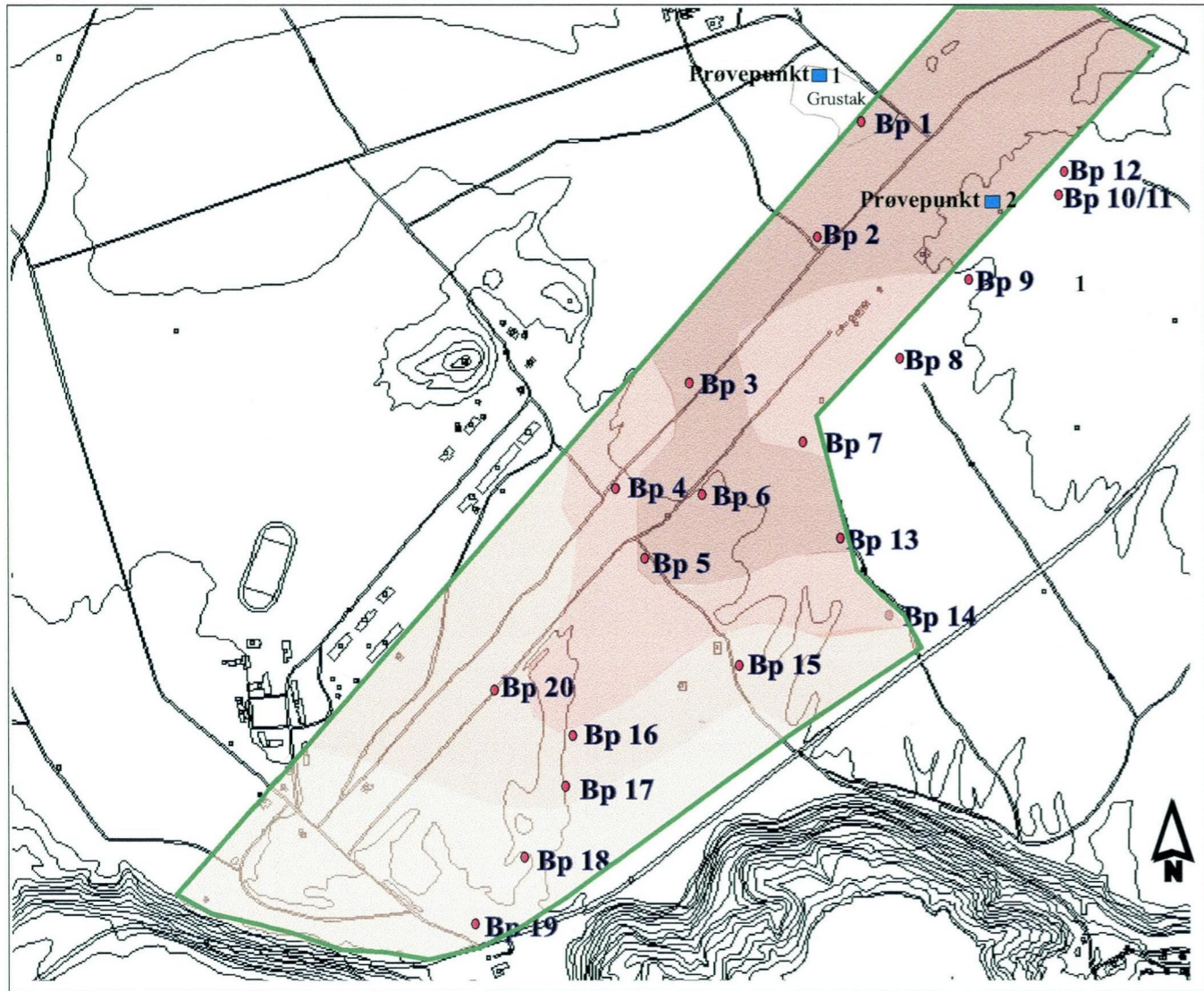
Til betongformål er det viktig at tilslaget har en jevn fordeling av alle kornstørrelser for å få en tett og kompakt betong. Høyt innhold av glimmerminerale, skiferkorn eller sulfidminerale er uheldig. Forurensing av humus kan også gi negative utslag på

betongkvaliteten. For bruk i fuktig miljø som bruer og dammer er det også viktig at tilslaget inneholder minst mulig alkalireaktive bergarter. For betongformål stilles ingen spesielle krav til mekanisk styrke, med unntak for høyfastbetong. For høyfastbetong er det viktig at steinmaterialet er «sterkt» da det grove tilslaget ofte er bestemmende for betongens totalstyrke. For vanlig betong bør tilslaget generelt være «mekanisk godt» og inneholde minst mulig glimmer. Det er først og fremst kornformen uttrykt ved flisigheten og kornfordelingen etter sikting som er avgjørende for om et tilslagsmateriale er egnet til betongformål.

For enkelte bruksområder som fyllmasse, dremsmasse, hagesingel, filterlag o.s.v. stilles heller ingen krav til mekanisk styrke. Denne type lav-kvalitetsmasser (fyllmassekvalitet, kommunalvare puk/grav) bør dog ha en viss styrke (minimum steinklasse 5) for å unngå for stor finstoffproduksjonen. For høy andel produsert finstoff gjør materialet telefarlig og lite drenerende. Spesielt skifrige bergarter som fyllitt, leirskifer, svartskifer (alunskifer), glimmerskifer og grønskifer gir ofte store mengder med finstoff.

Fallprøven, abrasjonsmetoden og kulemøllemetoden er også standard testmetoder i de øvrige nordiske landene. Unntaket er at det testes på noe ulike kornfraksjoner og at prøveprosedyren er noe forskjellig mellom landene.

I det øvrige Europa benyttes ulike testmetoder, men som ofte gir uttrykk for de samme mekaniske påkjenninger som framkommer ved de norske/nordiske metodene. Undersøkelser viser at det er til dels god korrelasjon mellom de forskjellige testmetodene. Gjennom det pågående CEN arbeidet (Comite Europeen de Normalisation) er det blitt standardisert hvilke metoder som skal være gjeldende for alle EU/EFTA land. Kulemølle, Los Angeles og PSV er alle godkjent som «CEN metoder».



Målestokk ca. 1: 12 500

Kartgrunnlag fra statens kartverk, ØK CK 052-2,3,4

Tegnforklaring

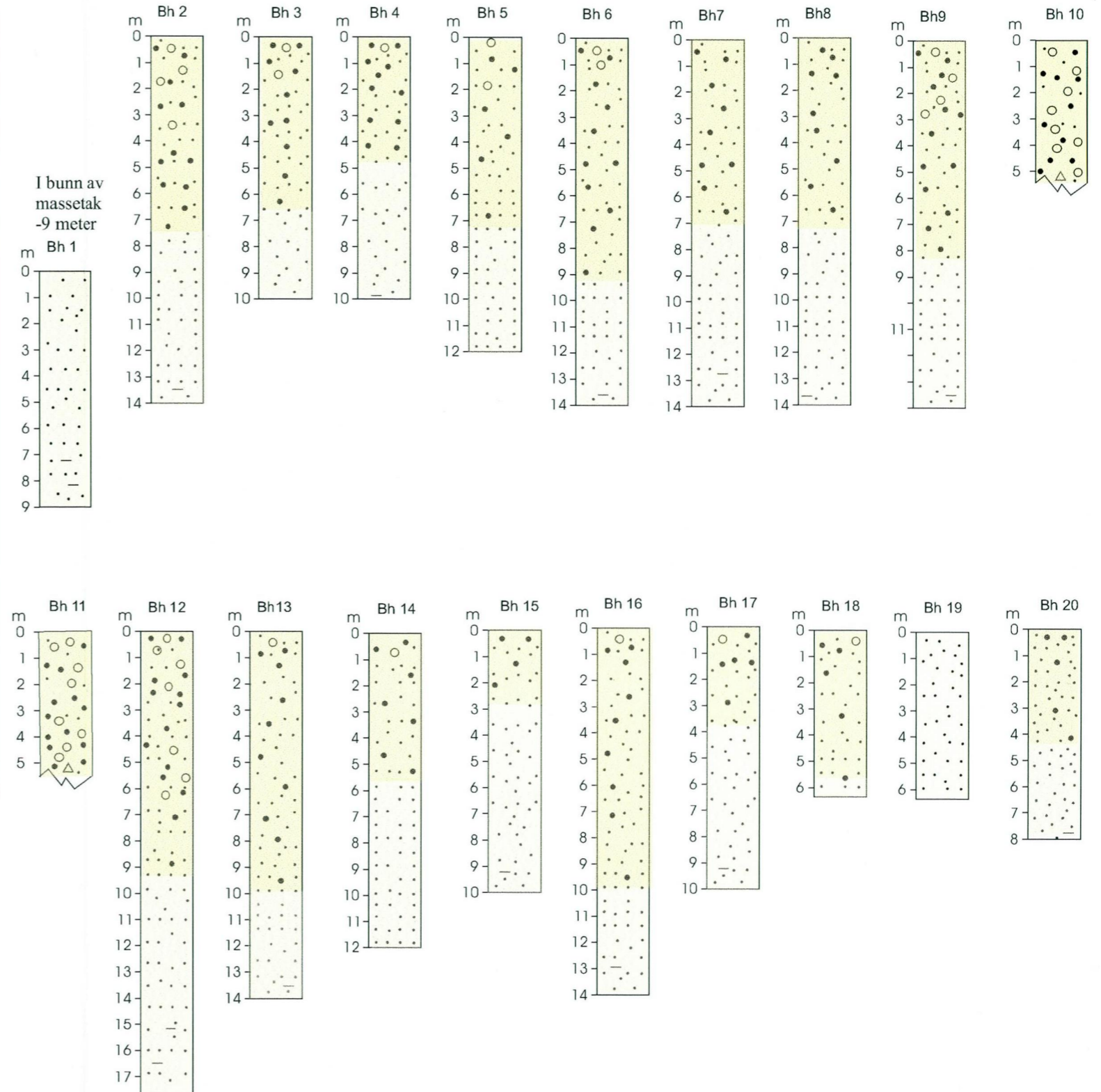
Grense for undersøkt- og volumberegnet område

Bp 19 Borehullsplassering m/referansenr.

1 Prøvepunkt

Kornstørrelse	
	Blokk >256 mm
	Stein 256 - 64 mm
	Grus 64.-.2 mm
	Sand 2.-0,063 mm
	Silt 0,063 - 0,002 mm
	Leir <0,002 mm

Mektighetsanslag over utnyttbare masser	
	12-9 meter
	9-6
	6-3
	3-0



Referanse til kartet:

Wolden, K. & Bargel, T.
NGU Rapport 2002.080
Norges geologiske undersøkelse