

NGU Rapport 99.097

Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand,
grus og pukk i Etne kommune, Hordaland fylke.

Rapport nr.: 99.097		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus og pukk i Etne kommune, Hordaland fylke.				
Forfatter: Arnhild Ulvik og Knut Wolden		Oppdragsgiver: Etne kommune og NGU		
Fylke: Hordaland		Kommune: Etne		
Kartblad (M=1:250.000) Haugesund og Sauda		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1214-II Etne, 1314-IV Fjæra		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 84	Pris: 75,-	
Feltarbeid utført: Mai 1999		Rapportdato: 05.10.1999	Prosjektnr.: 2680.00	Ansvarlig: <i>Bjørn Bengtsson</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>I et samarbeidsprosjekt mellom Etne kommune og Norges geologiske undersøkelse er sand,- grus- og pukkforekomstene i kommunen vurdert. Formålet med prosjektet har vært å foreta en klassifisering av forekomstene for å gi planleggerne et bedre bakgrunnsmateriale i arbeidet med forvaltningen av disse ressursene.</p> <p>NGUs Grus- og Pukkdatabase er blitt oppdatert og ajourført, og forekomstene er blitt vurdert med hensyn til kvalitet og egenskaper for bruk som tilslag til veg- og betongformål. Forekomstene er på bakgrunn av dette klassifisert etter hvor viktige de er som ressurser i en lokal og regional forsynings-sammenheng.</p> <p>I Etne kommune er det registrert 10 sand- og grusforekomster med et anslått volum på 35 mill. m³ masse. Bare 29% av dette volumet antas å være utnyttbart i dagens situasjon. Det tas ut grus fra to store forekomster sentralt i kommunen. Materialet er av god kvalitet, og det vil være svært viktig å legge til rette for videre uttak fra begge forekomstene i en kommunal arealplanlegging. De andre forekomstene har kun lokal interesse.</p> <p>Det er også registrert fire pukkforekomster. Ingen av pukklokalitetene har drift, men mekaniske analyseresultater for det ene prøvetatte området tilsier svært god kvalitet.</p>				
Emneord: Ingeniørgeologi		Pukk		Sand og grus
Byggeråstoff		Ressursforvaltning		Arealplaner
Vegformål		Betongformål		Fagrapport

INNHold

1. FORORD.....	6
2. KONKLUSJON.....	7
3. BRUK AV GEOLOGISKE DATA I KOMMUNAL PLANLEGGING	9
4. FOREKOMSTENES STØRRELSE	11
5. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I KOMMUNEN.....	13
5.1 Ressurssituasjonen.....	13
5.2 Framtidig situasjon.....	15
5.3 De enkelte forekomstene.....	15
6. LITTERATUR.....	19
7. KARTREFERANSER	19

UTSKRIFTER FRA GRUS- OG PUKKDATABASEN

1. Pukkdatabasen

- 1.1. Fylkesoversikt, pukkkforekomster (2 sider)
- 1.2. Fylkesoversikt, pukkkforekomster med analyser (3 sider)

2. Grusdatabasen

- 2.1. Kommuneoversikt, grusforekomster
- 2.2. Kommuneoversikt, massetak og observasjonslokaliteter
- 2.3. Kommuneoversikt, bergarts- og mineraltelling
- 2.4. Kommuneoversikt, mekaniske egenskaper

VEDLEGG:

- 1. Standardvedlegg: Grus- og Pukkregisteret. Innhold og feltmetodikk. (16 sider)
- 2. Standardvedlegg: Sand-, grus- og pukkkundersøkelser (26 sider)
- 3. Vedlegg A 1-A 6: Pukk. Beskrivelse av laboratoriemetoder (6 sider)

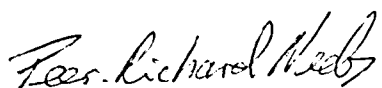
1. FORORD

I et samarbeidprosjekt mellom Etne kommune og Norges geologiske undersøkelse har NGU fått i oppdrag å legge til rette data om sand- og grusforekomstene for bruk i arealplanlegging og ressursforvaltning i kommunen.

I mai 1999 ble alle forekomstene befart og Grus- og Pukkdatabasen oppdatert med ny informasjon. De viktigste forekomstene ble nærmere undersøkt og prøvetatt. Alle forekomstene er vurdert ut fra hvor viktige de er i en lokal og regional forsynings-sammenheng.

På bakgrunn av forbruksmønster, kvalitet og mengde er det gitt forslag på forekomster som kan inngå i en framtidig forsyningsplan for sand, grus og pukk i kommunen. Sammen med miljøhensyn og andre lokale interesser knyttet til arealene, utgjør disse resultatene en viktig del av beslutningsgrunnlaget for naturressursforvaltning og arealplanlegging i kommunen.

Trondheim 05.10.1999

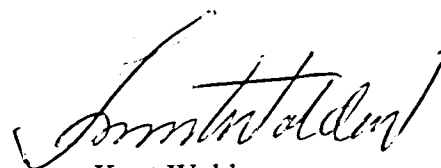


Peer-Richard Neeb

Hovedprosjektleder byggeråstoffer



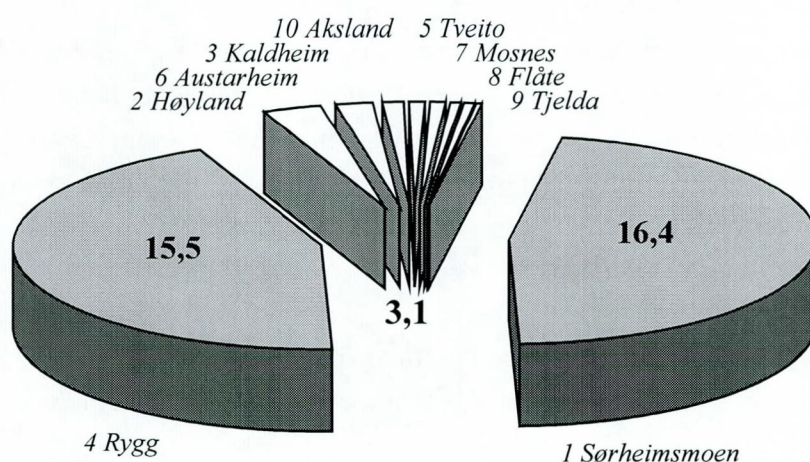
Arnhild Ulvik
overingeniør



Knut Wolden
overingeniør

2. KONKLUSJON

Etne kommune har store volum sand og grus. Det er registrert 10 sand- og grusforekomster med et samlet volum på 35 mill. m³. Det meste av dette er konsentrert på i store forekomster sentralt i kommunen, 1 Sørheimsmoen med 16,4 mill. m³ og 4 Rygg med 15,5 mill. m³. Disse forekomstene er meget viktige både i en lokal og regional forsyning av sand og grus som byggeråstoff. De øvrige forekomstene ligger spredt rundt om i kommunen og kan være viktige i en lokal forsyning til mindre kvalitetskrevede formål. Figur 1 framstiller kommunens registrerte forekomster i volum sand og grus.



Figur 1. Etne kommunes registrerte forekomster med volum i mill. m³.

Selv om kommunen har store totale volum er det likevel begrensede mengder av dette som er utnyttbart i dagens situasjon, tabell 1. Bare 29 % av de totale volum er vurdert som aktuelle for uttak til byggetekniske formål. Dette skyldes at forekomstene er helt eller delvis nedbygd, at det er andre interesser knyttet til arealene, miljømessige hensyn, eller at massene ikke har de kvalitetene som er ønskelig.

Tabell 1. Totalt volum sand og grus i mill m³.

Forekomst	Totalt volum	Utnyttbart volum
1. Sørheimsmoen	16,4	4,7
4. Rygg	15,5	4,1
2. Høyland	1,1	0,4
6. Austarheim	0,6	0,2
3. Kaldheim	0,4	0,2
10. Akslund	0,3	0,2
5. Tveito	0,3	0,2
7. Mosnes	0,2	0,1
8. Flåte	0,2	0,1
9. Tjelda	0,1	0,05

I flere av forekomstene er det åpnet massetak. De fleste av disse er nedlagt eller blir brukt sporadisk til mindre, lokale og private formål. Bare to massetak blir jevnlig brukt i kommersiell hensikt.

Det er en samfunnsoppgave å legge til rette for en fornuftig og langsiktig utnyttelse av de viktigste ressursene. Både ved etablering av nye uttaksområder og ved eksisterende uttak er det viktig at hele ressursen, eller så mye som mulig reserveres for uttak, og at de nærliggende områdene skjermes for annen utnyttelse for å hindre framtidige konflikter i form av støy, støv og stor trafikkbelastning. Det er ønskelig at transportavstandene blir så korte som mulig ut fra samfunnsøkonomiske hensyn (kostnad, miljø). I planleggingen kan man derfor ikke se isolert på de enkelte kommunene, men vurdere større regioner under ett.

Vurderingene i denne rapporten er basert på foreliggende informasjon om forekomstenes kornstørrelse, bergarts- og mineralsammensetning, mekaniske egenskaper, mektighet og volum. Da informasjonsmengden om forekomstene er varierende, er det også lagt inn et visst skjønn ved vurderingene av hvor viktig forekomstene er som ressurs. Oppfølgende undersøkelser kan gi ny informasjon som kan føre til forandringer i prioriteringen. Resultatene kan derfor ikke ses på som eneste alternativ, men som et forslag til løsning på forsyningen av byggeråstoff i dagens situasjon.

Oppfølgende undersøkelser vil kunne omfatte detaljert overflatekartlegging, seismiske undersøkelser eller georadarundersøkelser, sonderende og prøvehentende borer, graving med gravemaskin for visuell vurdering av massene. Videre vil det være påkrevet med mer omfattende prøvetaking og analysering av kornstørrelse, mekaniske egenskaper og prøvestøpinger for fasthetstesting som betongtilslag.

3. BRUK AV GEOLOGISKE DATA I KOMMUNAL PLANLEGGING

I all arealplanlegging er det nødvendig å ha gode kunnskaper om de naturlige egenskapene i jordartene og berggrunnen. Vi vet i dag at forurensing, miljøforstyrrelser og måten vi håndterer naturgrunnet på kan forårsake skade på miljø og helse. For å stoppe denne utviklingen må jordartene, berggrunnen, vatnet og det fysiske miljøet for øvrig utnyttes og forvaltes på en økologisk, sosial og samfunnsøkonomisk fornuftig måte. Innenfor små områder kan de naturgitte forutsetningene være forskjellige. En langsiktig forvaltning av kommunenes naturressurser forutsetter at relativt detaljert geologisk informasjon finnes og brukes i arealplanlegging og forvaltning.

Det er viktig at man har en god oversikt over hvilke ressurser som finnes, og er oppmerksom på ulike brukerinteresser og utnyttelser av disse som kan være aktuelle innenfor de samme områdene, tabell 2. I ressursammenheng er det viktig at man ikke bare tenker lokalt, men også regionalt.

Tabell. 2. Egenskaper og problemer knyttet til naturgrunnet man bør ha kunnskaper om i kommunal planlegging.

Egenskaper for bruk	
Løsmasser	Fjell
Byggegrunn	
Byggeråstoff	
Grunnvann	
Jordvarme	
Avfallsdeponi	
Undervisning	
Rensing av avløpsvann	Malmer
Jordbruk	Mineraler
Verneverdi	Naturstein

Ulemper for bruk	
Løsmasser	Fjell
Skred	
Radon	
Tungmetaller	
Forsuring	
Setninger	

Knutw. 98

Sand, grus og knust fjell (pukk) betraktes som ikke-fornybare ressurser som i dag er blant de viktigste råstoffene som utvinnes på land i Norge. Gjennom arealdelen i kommuneplanen, kan planleggerne ved hjelp av Plan- og bygningsloven legge til rette for en langsiktig ressursforvaltning som sikrer tilgangen til disse byggeråstoffene i framtida, samtidig som

hensynet til miljøet og til andre interesser knyttet til utnyttelse av arealene ivaretas. Ved reguleringsplaner kan det settes vilkår for drift, utforming og avslutting av massetak og pukkverk som innarbeides i en driftsplan.

Produksjonen av disse naturressursene var på landsbasis i 1998 på 63 mill. tonn og representerer en verdi fra produsent på 3.1 milliarder kroner. Sand, grus og pukk brukes til mange forskjellige formål hvor det stilles ulike krav til egenskaper og kvalitet. De strengeste materialkravene stilles for bruk i vegbygging, spesielt faste vegdekker og til betongprodukter. Til kommunaltekniske formål som dreneringsmasser og fyllmasse m.m. er kravene lettere å tilfredsstillere. I ressursforvaltningen er det derfor viktig at kvalitetsmessig gode masser brukes kun til formål som krever slike kvaliteter, mens det til formål med begrensede eller ingen kvalitetskrav benyttes dårligere masser. Både produsenter og forbrukere må i framtida bli mer bevisst dette slik at det ikke sløses med høyverdige ressurser. Etter som kravene til kvalitet skjerpes, vil forekomster med byggeråstoff av god kvalitet bli meget ettertraktet i framtida. Dette gjelder både forekomster i løsmasser og fast fjell.

Forekomster med god kvalitet til byggetekniske formål bør ikke bygges ned eller på annen måte båndlegges slik at disse naturressursene på sikt ikke kan utnyttes. Uttak, foredling og transport av slike produkter medfører ofte ulemper i form av støv, støy og stor trafikkbelastning for nærområdene. Det er derfor viktig at etablerte uttaksområder sikres med en buffersone mot annen utbygningsaktivitet som på sikt kan forsterke disse ulempene. Tilsvarende at man ved etablering av nye uttaksområder tar hensyn til annen allerede igangsatt aktivitet i området.

Stort forbruk sammen med nedbygging av forekomster har ført til knapphet på ressurser mange steder nær byer og tettsteder. Dette har resultert i at masser må transporteres fra fjerntliggende forekomster, noe som fører til en fordyring av massene og økte miljøulempere. Sand og grus er generelt billige byggeråstoffer, men er dyre å transportere. Lange biltransporter vil derfor kunne utgjøre en betydelig del av de totale byggekostnadene.

4. FOREKOMSTENES STØRRELSE

Forekomstenes volum er basert på et digitalisert areal multiplisert med en anslått gjennomsnittlig mektighet. Nøyaktigheten i anslagene vil variere etter forekomstens regelmessighet i overflaten og variasjoner i underliggende jordarter, grunnvannsnivå eller berggrunn.

Utnyttelsesgraden av en forekomst varierer meget. Den er avhengig av massenes egenskaper som byggeråstoff, forekomstens mektighet, dagens arealbruk, verneinteresser, fornminner eller andre bruksinteresser knyttet til arealene. **Totalvolum** som NGU opererer med inkluderer bebygde områder, veger, verneområder, jordbruksarealer, skog m.m. I tabell 3 er det først redusert for bosetting og veger. På denne måten framkommer et **teoretisk uttakbart volum**. Deretter er det skjønsmessig redusert for andre arealkonflikter, praktisk drift, tilgjengelighet og massenes egenskaper som byggeråstoff.

Reduksjonsfaktorene som er benyttet er forsøkt tilpasset sand- og grusreservene i et område. Områder med knappe reserver utnytter gjerne masser som i utgangspunktet har dårligere kvalitet, men som gjennom foredling ved vasking, knusing og sikting gjøres anvendbare. For områder med god tilgang på naturgrus er kvalitetskriteriene strengere for vanlig bruk. De generelle faktorene som er benyttet innen Etne kommune er som følger:

Forekomster med et teoretisk volum $< 1 \text{ mill. m}^3$ reduseres med 20% til **mulig uttakbart volum**. Når det teoretiske volumet er mellom **1-10 mill. m³** reduseres med 20%, 40% eller 60% avhengig av *materialsammensetningen* i forekomsten. Består materialet vesentlig av grov masse, reduseres med 20%. Hvis det veksler mellom grovt og fint materiale reduseres med 40%, og dersom det består utelukkende av sandige masser benyttes reduksjonsfaktoren 60%. For forekomster med et volum $> 10 \text{ mill. m}^3$ reduseres det teoretiske volumet med 20% hvis materialsammensetningen er grov, og med 50% dersom den varierer.

For alle forekomstene i kommunen med et større volum enn 1 mill. m^3 er det benyttet en vekslende materialsammensetning.

Det kan ofte være ulike interesser ved utnyttelsen av en grusforekomst. Eksempler på det kan være beskyttelse av grunnvannsmagasin, fornminner, vern og jordbruk. Tidligere utførte praktiske eksempler viser at 40% av de mulig utnyttbare reservene bortgår på grunn av motstående interesser. Man sitter da tilbake med de **praktisk uttakbare** reservene.

Erfaringstall viser at bare 20-40 % av det totale volum ofte er tilgjengelig for utnyttelse. I Etne er 29 % av det totale volum antatt å være utnyttbart.

Tabell 3. Totale volum redusert til utnyttbare volum (tall i 1000 m³)

Forekomst	Totalt volum	Bebygd volum	Teoretisk volum	Mulig volum	Konflikter / kvalitet	Utnyttbart volum	% av totalt volum
1 Sørheimsmoen	16397	820	15577	7788	3115	4673	28.5
2 Høyland	1078	0	1078	647	259	388	36.0
3 Kaldheim	351	0	351	281	112	169	48.0
4 Rygg	15470	1702	13768	6884	2754	4130	27.0
5 Tveito	337	0	337	270	108	162	48.0
6 Austarheim	587	170	417	334	134	200	34.0
7 Mosnes	176	18	158	126	50	76	43.0
8 Flåte	152	0	152	122	49	73	48.0
9 Tjelda	113	0	113	90	36	54	48.0
10 Aksland	349	17	332	266	106	160	46.0
Totalt	35010	2727	32283	16808	6723	10085	29.0

5. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I KOMMUNEN

5.1 Ressurssituasjonen

I Etne kommune er det registrert ti forekomster med et samlet volum på 35 mill. m³ sand og grus. Det meste av dette fordeles på to store forekomster, 1 *Sørheimsmoen* og 4 *Rygg* med henholdsvis 16.4 og 15.5 mill. m³. Fra disse to forekomstene blir det tatt ut store mengder sand og grus både til lokale bruksområder og til eksport. I følge ressursregnskap for sand, grus og pukk for Hordaland, ble det i 1987 tatt ut drøye 200.000 tonn sand og grus i kommunen. Uttakstallet vil nok variere noe fra år til år avhengig av byggevirksomheten i omegnen, men samtaler med driverne ga inntrykk av et relativt stabilt uttak. Uttakstallene for 1998 lå på ca. 250.000 tonn sand og grus.

Forekomstene er meget viktige forsyningskilder for denne typen byggeråstoff i kommunen. Kvaliteten på materialet varierer innenfor forekomstene, men analyseresultater viser at materialet fra disse to forekomstene kan være egnet til vegdekker med en daglig trafikkbelastning på inntil 5000 kjøretøyer (ÅDT < 5000), tabell 4 og 5. I tillegg kan materialet benyttes til bærelag og forsterkningslag og til betongprodukter. Det er imidlertid påvist et høyere innhold av risikobergarter med hensyn til alkalireaktivitet enn hva som er tillatt. Det betyr at materialet kan gi alkalireaksjoner i betong dersom spesielle betingelser er innfridd.

Tabell 4 viser norske kvalitetskrav som gjelder til vegformål. Tabell 5 viser analyseresultater utført for forekomster i Etne kommune.

Det er også blitt fokusert på innholdet av naturlig arsen i disse forekomstene. Analyser som er utført viser at forekomstene stedvis inneholder høyere verdier enn hva SFT anbefaler med hensyn til bruk i sandkasser.

De andre forekomstene ligger spredt rundt i kommunen. I noen av disse er det åpnet massetak hvor det sporadisk tas ut masser til lokalt bruk eller de er nedlagt, tabell 6.

Tabell 4. Norske kvalitetskrav til vegformål

Bruksområde	Vegtype	St.kl.	Abr.	Sa-verdi	Km
Vegdekke	Spesiell høyt trafikkert veg, ÅDT > 15000	≤ 1	≤ 0,40	≤ 2,0	≤ 6,0
"	Høyt trafikkert veg, ÅDT 5000 - 15000	≤ 2	≤ 0,45	≤ 2,5	≤ 9,0
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 3000 - 5000	≤ 2	≤ 0,55	≤ 3,0	≤ 11,0
"	Middels trafikkert veg, ÅDT 1500-3000	≤ 3	≤ 0,55	≤ 3,5	≤ 13,0
"	Lavt trafikkert veg, ÅDT < 1500	≤ 3	≤ 0,65	-	-
Bærelag		≤ 4	≤ 0,75	-	-
Forsterkningslag		≤ 5	≤ 0,75	-	-

Krav til steinklasse (St.kl.), abrasjonsverdi (Abr.), slitasjemotstand (Sa-verdi) og kulemølleverdi (Km) avhengig av bruksområde. Tabellen er forenklet. Dersom det foreligger analyseresultater for både kulemølle (Km) og abrasjon/Sa-verdi, kan man velge hvilken verdi som skal legges til grunn for vurdering.

Tabell 5. Analyseresultater for enkelte forekomster i Etne kommune.

Forekomstnavn	Steinklasse	Abrasjon	Sa-verdi	Kulemølle	Los Angeles
<i>1 Sørheimsmoen</i>	2	-	-	11.0	24.0
<i>4 Rygg</i>	2	-	-	15.7	24.4
<i>501 Skålnes</i>	1	0.52	2.90	-	-
<i>502 Timpeltut</i>	1	0.35	1.92	-	-

Der er registrert fire pukklokaliteter, hvorav to er prøvetatte områder. De mekaniske analyseresultatene for *502 Timpeltut* viser svært gode verdier. Kvalitetsmessig kan materialet benyttes til vegdekker med ÅDT > 15.000, tabell 4 og 5. Også *501 Skålnes* viser gode analyseresultater. Bergartene er henholdsvis gabbro og kvartsdioritt. De to andre registreringene gjelder to nedlagte, mindre brudd, hvor uttatte masser er blitt benyttet lokalt. Kvaliteten på bergartene i disse to bruddene virker ikke å ha tilsvarende egenskaper som Timpeltut og Skålnes, tabell 5. Slik situasjonen er i dag, har Etne kommune ingen pukkuttak. Det blir, og er tatt ut masser i vegtraséen ved utbedringen av E134 mellom Åkrafjoden og Stordalsvatnet.

Tabell 6. Forekomster med volum, driftsforhold og viktighet.

Forekomst	Volum i mill. m ³	Driftsforhold	Viktige forekomster
<i>1 Sørheimsmoen</i>	16,4	Drift	Meget viktig
<i>4 Rygg</i>	15,5	Drift	Meget viktig
<i>2 Høyland</i>	1,1	Nedlagt	Mindre viktig
<i>6 Austarheim</i>	0,6	Nedlagt	Viktig
<i>3 Kaldheim</i>	0,4	Nedlagt	Mindre viktig
<i>10 Aksland</i>	0,3	Nedlagt	Viktig
<i>5 Tveito</i>	0,3	Ingen drift	Mindre viktig
<i>7 Mosnes</i>	0,2	Ingen drift	Mindre viktig
<i>8 Flåte</i>	0,2	Ingen drift	Mindre viktig
<i>9 Tjelda</i>	0,1	Ingen drift	Mindre viktig
<i>501 Skålnes</i>	-	Ingen drift	Viktig
<i>502 Timpeltut</i>	-	Ingen drift	Viktig
<i>503 Fitja</i>	-	Nedlagt	Mindre viktig
<i>504 Øvrenes</i>	-	Nedlagt	Mindre viktig

5.2 Framtidig situasjon

Uttakene i forekomst 4 *Rygg* er nå i ferd med å avsluttes. Dette innebærer at all uttak av kvalitetsmasser både for bruk i kommunen og til eksport blir konsentrert til forekomst 1 *Sørheimsmoen*.

De øvrige forekomstene i kommunen synes ikke å være interessante for *kommersiell* drift. Enkelte kan likevel ha betydning for en lokal forsyning av byggeråstoff hvor det ikke stilles for strenge krav til kvalitet.

5.3 De enkelte forekomstene

Forekomst 1 *Sørheimsmoen* vil i framtida bli hovedkilden for uttak av sand og grus til veg- og betongformål. Det er derfor viktig at det legges til rette for en fornuftig utnyttelse av denne meget viktige ressursen. I dag båndlegger bebyggelse og dyrka mark det vesentligste av forekomsten. Det er også flere gravhauger med verneverdi på forekomsten. Arealbruksendringer som ytterligere begrenser uttaksmulighetene bør unngås.

Kvaliteten på massene er dokumentert gjennom prøvetaking i dagens massetak. Man må likevel være oppmerksom på at kvaliteten kan variere i en så stor avsetning, spesielt med hensyn til kornstørrelse. For å bestemme dette er det påkrevet med oppfølgende og mer detaljerte undersøkelser.

Forekomst 2 *Høyland* er en breelvterrasse langs dalsiden hvor det tidligere er tatt ut noe masse. Forekomsten synes å være for finkornig til å betraktes som godt egnet som byggeråstoff. Forekomsten vurderes derfor som mindre viktig for kommersiell drift. Dette må imidlertid dokumenteres ved oppfølgende undersøkelser.

Forekomst 3 *Kaldheim* tilhører genetisk forekomst 2 og har stort sett de samme materialeegenskapene. Også her er det tidligere tatt ut noe masse, men massetaket er nå nedlagt. Det finnes noe grus og stein i de øverste lagene, men sand synes å dominere mot dypere nivå. Heller ikke denne forekomsten synes interessant for kommersiell drift, men dette må dokumenteres nærmere.

Forekomst 4 *Rygg* har vært en meget viktig forekomst i forsyningen av sand og grus. Uttakene er imidlertid i ferd med å avsluttes. Forekomsten er i dag båndlagt med bebyggelse og dyrka mark, men inneholder store mengder kvalitetsmessig gode masser som ved en detaljert kartlegging og fornuftig planlegging kan utnyttes. Tidligere er det blitt tilbakeført jordbruksareal etter endt uttak for deler av forekomsten. Det er viktig at arealbruksendringer ikke i enda større grad begrenser muligheten for framtidige uttak fra forekomsten.

Forekomst 5 *Tveito* er en breelvvavsetning med terrasseflate ca. 100 m o.h. Det er ikke tatt ut masser fra forekomsten og heller ingen åpne snitt som kan gi indikasjoner på materialsammensetningen. Observasjoner i overflaten tyder på at kommersiell drift ikke er interessant, men dette må dokumenteres nærmere.

Forekomst 6 *Austarheim* er et breelvdelta bygd opp til marin grense og delt av Fjæraelva. I den sydlige delen er det tatt ut en god del masse til ulike tekniske formål. Videre uttak i dette området er begrenset av at det er bygd skole like inn til massetaket. Forekomsten er viktig i en lokal forsyning av byggeråstoff. Det bør derfor utføres nærmere undersøkelser av forekomsten for om mulig å finne andre områder med tilsvarende masser som kan utnyttes.

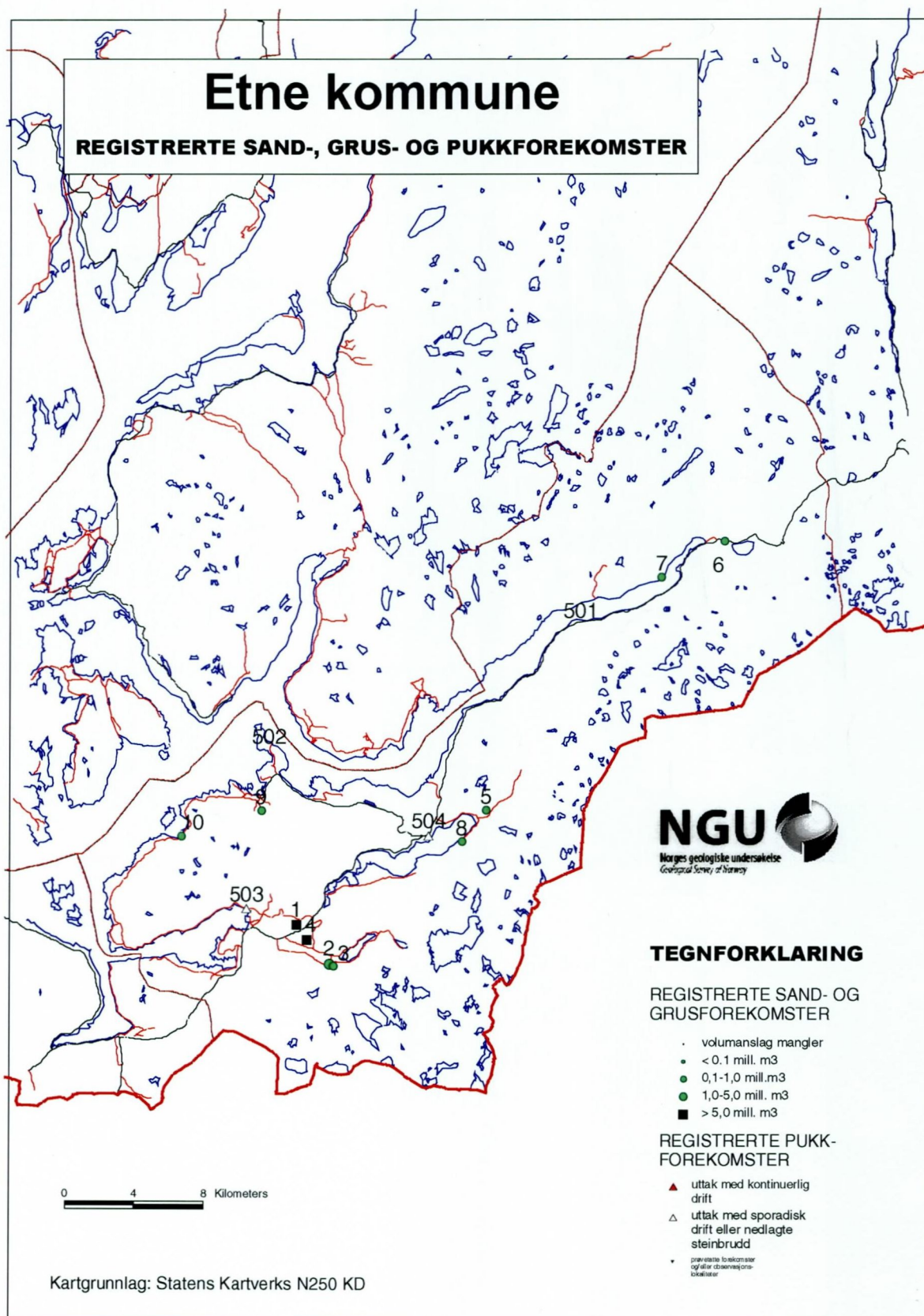
Forekomst 7 *Mosnes* ligger vegløst til på nordsiden av Åkrafjorden og har derfor interesse kun for den lokale bosetningen.

Forekomst 8 *Flåte* kan inneholde masser som kan benyttes lokalt, men fredet stein med inskripsjon fra bronsealderen gjør uttak uaktuelt.

Forekomst 9 *Tjelda* kan inneholde masser egnet for tekniske formål. Vern av landskapsformer synes imidlertid viktigere en nytteverdien av massene. Forekomsten anses derfor ikke aktuell for uttak.

Forekomst 10 *Aksland* er en breelvtterrasse delt i to av Akسدalselva. Det er tatt ut en del masser fra forekomsten. Kvaliteten på massene er begrenset på grunn av høyt innhold av svake bergarter. Massene kan likevel brukes lokalt til formål hvor det ikke er behov for kvalitetsmasser.

Figur 2 viser geografisk beliggenhet for forekomstene i kommunen.



Figur 2. Oversiktskart over forekomstenes beliggenhet i Etne kommune.

6. LITTERATUR

- Erichsen, E.. 1992: Regionale pukkundørsøkelser – Hordaland fylke. *NGU Rapport 92.237. Norges geologiske undersøkelse.*
- Henriksen, H. og Jæger, Ø. 1992: Grunnvann i Etne kommune. *NGU Rapport 92.120. Norges geologiske undersøkelse.*
- Jæger, Ø. 1988: Grus- og Pukkregisteret i Etne, Kvinnherad, Sveio og Ølen kommuner, Hordaland. *NGU Rapport 88.119. Norges geologiske undersøkelse.*
- Jæger, Ø. og Raaness, S. 1989: Grus- og Pukkregisteret i Hordaland fylke. *NGU Rapport 89.026. Norges geologiske undersøkelse.*
- Neeb, P.R. 1999: Grus- og Pukkdatabasen 1999, med katalog over utgitte kart og rapporter. *NGU Rapport 98.126. Norges geologiske undersøkelse.*
- Neeb, P.R. med flere 1992: Byggeråstoffer. Kartlegging, undersøkelse og bruk. *Tapir forlag.*
- Raaness, S. 1988: Ressursregnskap for sand, grus og pukk for Hordaland fylke. *NGU Rapport 88.182. Norges geologiske undersøkelse.*

7. KARTREFERANSER

- Jæger, Ø. 1990: Sand- og grusressurskart. Etne 1214-II M 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Jæger, Ø. 1990: Sand- og grusressurskart. Fjæra 1314-IV M 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Jæger, Ø. 1990: Sand- og grusressurskart. Ølen 1214-III M 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Jæger, Ø. 1990: Sand- og grusressurskart. Sauda 1314-III M 1:50.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Ragnhildstveit, J., Naterstad, J., Jorde, K. og Egeland, B. 1998: Haugesund. Berggrunnskart M 1: 250.000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Sigmond, E.M.O. 1978: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kartbladet Sauda. M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Thoresen, M., Lien, R., Sønstegaard, E., Aa, A.R. 1995: Hordaland. Kvartærgeologisk kart M 1:250.000. *Norges geologiske undersøkelse.*

Hordaland (12): Pukkforekomster.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Virksomhet/Driftsforhold	Dato	UTM-koordinater			Grusressurskart 1:50 000
				Sone	Øst	Nord	
Askøy (1247)	1247.501 Askøy pukkverk	Brudd/I drift	21.08.1986	32	279720	6720040	Herdla (1116-3)
Austevoll (1244)	1244.501 Sandvik	Mulig fremtidig uttaksområde		32	293800	6664500	Austevoll (1115-2)
Bergen (1201)	1201.501 Fana pukkverk	Brudd/I drift	27.07.1987	32	296490	6688730	Bergen (1115-1)
	1201.502 Ytre Arna pukkverk	Brudd/I drift	27.07.1987	32	303440	6708260	Bergen (1115-1)
	1201.503 Melkeplassen	Brudd/Sporadisk drift	27.07.1987	32	296220	6698730	Bergen (1115-1)
	1201.504 Drotningstveit	Brudd/Nedlagt	28.07.1988	32	289350	6698900	Bergen (1115-1)
	1201.505 Haukås steinbrudd	Brudd/Nedlagt	25.08.1991	32	300600	6710600	Bergen (1115-1)
Bømlo (1219)	1219.501 Helvik	Brudd/Nedlagt	28.07.1987	32	285620	6627100	Bømlo (1114-2)
	1219.502 Tolo	Mulig fremtidig uttaksområde		32	293000	6632000	Fitjar (1114-1)
Etne (1211)	1211.501 Skålnes	Typelokalitet(er)		32	346400	6635800	Fjæra (1314-4)
	1211.502 Timpeltut	Mulig fremtidig uttaksområde		32	328500	6628500	Kvinnherad (1214-1)
	1211.503 Fitja	Brudd/Nedlagt	05.05.1999	32	327200	6619400	Etne (1214-2)
Fitjar (1222)	1211.504 Øvrenes	Brudd/Nedlagt	05.05.1999	32	337681	6623608	Etne (1214-2)
	1222.501 Skjerping pukkverk	Brudd/Nedlagt	02.04.1991	32	294700	6650200	Fitjar (1114-1)
	1222.502 Sandvikvågen	Mulig fremtidig uttaksområde		32	297300	6652900	Fitjar (1114-1)
Fjell (1246)	1222.503 Koløyhamn	Typelokalitet(er)		32	293200	6641800	Fitjar (1114-1)
	1222.504 Svartasmoget	Mulig fremtidig uttaksområde		32	293800	6640500	Fitjar (1114-1)
	1246.501 Eide steinknuseverk	Brudd/Nedlagt	21.08.1986	32	277910	6701440	Fjell (1115-4)
	1246.502 Dysneset steinbrudd	Brudd/Nedlagt	28.07.1988	32	285460	6696080	Bergen (1115-1)
Fusa (1241)	1246.503 Straume steinbrudd	Brudd/Nedlagt	28.07.1988	32	286230	6697280	Bergen (1115-1)
	1246.504 Knarrvika pukkverk	Brudd/I drift	26.08.1991	32	288400	6698800	Bergen (1115-1)
	1246.505 Vindnes	Mulig fremtidig uttaksområde		32	280000	6707500	Fjell (1115-4)
	1241.501 Horgaberget	Brudd/Nedlagt	29.07.1987	32	316450	6680150	Fusa (1215-3)
Jondal (1227)	1227.501 Solesnes hellebru	Mulig fremtidig uttaksområde		32	349600	6688600	Jondal (1315-4)
	1227.502 Herand	Mulig fremtidig uttaksområde		32	353400	6691600	Jondal (1315-4)
Kvam (1238)	1238.501 Steinsteberget	Brudd/Nedlagt	19.07.1987	32	351820	6698720	Jondal (1315-4)
	1238.502 Tveit	Mulig fremtidig uttaksområde		32	341400	6683600	Strandebarm (1215-1)
Kvinnherad (1224)	1224.501 Raudstein steinbrudd	Brudd/Nedlagt	03.07.1987	32	319280	6644520	Husnes (1214-4)
	1224.502 Ænes	Mulig fremtidig uttaksområde		32	338900	6664800	Varaldsøy (1215-2)
	1224.503 Opsanger steinbrudd	Brudd/Nedlagt	15.06.1991	32	316700	6638400	Husnes (1214-4)
	1224.504 Krossnes	Mulig fremtidig uttaksområde		32	335000	6628700	Kvinnherad (1214-1)
Lindås (1263)	1263.501 Eikefet pukkverk	Brudd/I drift	21.08.1986	32	312150	6734969	Stanghelle (1216-3)
	1263.502 Mongstad	Brudd/Sporadisk drift	27.07.1988	32	284090	6748249	Austrheim (1116-4)
	1263.503 Kolås	Mulig fremtidig uttaksområde		32	291500	6742600	Masfjorden (1116-1)
	1263.504 Hodna	Typelokalitet(er)		32	299400	6737700	Sæbø (1116-2)
	1263.505 Kvernhusviki	Mulig fremtidig uttaksområde		32	286300	6746100	Austrheim (1116-4)
Masfjorden (1266)	1266.501 Bruviki	Mulig fremtidig uttaksområde		32	297700	6744800	Masfjorden (1116-1)
	1266.502 Ekemo steinbr.			32	304500	6754950	Masfjorden (1116-1)
Meland (1256)	1256.501 Leirvik steinbrudd	Brudd/Nedlagt	27.07.1988	32	285470	6718889	Herdla (1116-3)
	1256.502 Skurtveit steinbrudd	Brudd/Nedlagt	27.07.1988	32	283650	6721849	Herdla (1116-3)
	1256.503 Laksevika pukkverk	Brudd/Sporadisk drift	27.07.1988	32	287240	6717220	Sæbø (1116-2)
	1256.504 Husebø	Mulig fremtidig uttaksområde		32	280400	6725100	Herdla (1116-3)
	1256.505 Ådnefjell	Mulig fremtidig uttaksområde		32	285000	6724600	Herdla (1116-3)
	1256.506 Odland	Mulig fremtidig uttaksområde		32	287400	6723800	Sæbø (1116-2)
Odda (1228)	1256.507 Garnviki	Mulig fremtidig uttaksområde		32	281900	6722300	Herdla (1116-3)
	1228.501 Bråstøl	Mulig fremtidig uttaksområde		32	380700	6638200	Røldal (1314-1)
Os (Hordaland) (1243)	1243.501 Åsen steinbrudd	Brudd/Nedlagt	17.07.1987	32	301150	6681520	Austevoll (1115-2)
	1243.502 Ådnadalen pukkverk	Brudd/I drift	17.07.1987	32	301390	6677880	Austevoll (1115-2)
Osterøy (1253)	1253.501 Mjeldalvågen	Brudd/Sporadisk drift	14.07.1988	32	308090	6707060	Bruvik (1215-4)
	1253.502 Heggeli	Brudd/Sporadisk drift	14.07.1988	32	309830	6712920	Stanghelle (1216-3)
Samnanger (1242)	1242.501 Sagi	Typelokalitet(er)		32	314500	6696700	Bruvik (1215-4)
Stord (1221)	1221.501 Dyviksåta	Mulig fremtidig uttaksområde		32	297000	6635100	Fitjar (1114-1)
Sund (1245)	1245.501 Skaganeset pukkverk	Brudd/Sporadisk drift	28.07.1988	32	284720	6687620	Bergen (1115-1)
	1245.502 Lundaneset	Mulig fremtidig uttaksområde		32	286500	6689000	Bergen (1115-1)
Sveio (1216)	1216.501 Hinderli pukkverk	Brudd/I drift	09.07.1987	32	296670	6607970	Bømlo (1114-2)
	1216.502 Træ skiferbrudd	Brudd/Nedlagt	09.07.1987	32	302330	6624200	Ølen (1214-3)

Forklaring: - Dato: Dato for registrert driftsforhold. ;

- Sone: 21- 26 betyr UTM-sone 31-36 i datum EUREF89/WGS84, 31 - 36 betyr UTM-sone 31 - 36 i datum ED50;

Hordaland (12): Pukkforekomster.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Virksomhet/Driftsforhold	Dato	UTM-koordinater			Grusressurskart 1:50 000
				Sone	Øst	Nord	
Sveio (1216)	1216.503 Svehaug steinbrudd	Brudd/Nedlagt	09.07.1987	32	291670	6600280	Haugesund (1113-1)
	1216.504 Hausbu	Mulig fremtidig uttaksområde		32	304800	6619900	Ølen (1214-3)
Tysnes (1223)	1223.501 Steinåsen	Mulig fremtidig uttaksområde		32	315800	6664300	Fusa (1215-3)
	1223.502 Horga steinbrudd	Brudd/Nedlagt	23.08.1991	32	305500	6658800	Fusa (1215-3)
	1223.503 Okland	Mulig fremtidig uttaksområde		32	306200	6648700	Husnes (1214-4)
Ullensvang (1231)	1231.501 Stolpaneset	Mulig fremtidig uttaksområde		32	375900	6704200	Ullensvang (1315-1)
	1231.502 Viluro	Typelokalitet(er)		32	368100	6688400	Ullensvang (1315-1)
Voss (1235)	1235.501 Fyre	Typelokalitet(er)		32	374598	6745848	Gudvangen (1316-1)
	1235.502 Brandset	Typelokalitet(er)		32	375125	6741100	Gudvangen (1316-1)
Ølen (1214)	1214.501 Vardåsen	Mulig fremtidig uttaksområde		32	306600	6613300	Ølen (1214-3)
	1214.502 Dreganeset	Typelokalitet(er)		32	319347	6616129	Ølen (1214-3)
Øygarden (1259)	1259.501 Blomvåg pukkverk	Brudd/Nedlagt	28.07.1988	32	273010	6717540	Herdla (1116-3)
	1259.502 Sturc	Brudd/Nedlagt	28.07.1988	32	273220	6727580	Herdla (1116-3)

Antall forekomster og typelokaliteter: 69

Hordaland (12): Pukkforekomster med analyser.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Prøvetype	Prøvedato	Bergart	Densitet	Fallprøve				Abrasjonsanalyse		Kule- mølle- verdi	Los- Angeles- verdi	Polerings- motstand
						Stein- klasse	Flisig- hetstall	Sprøhetstall S8	S2	Abrasjons- verdi	Slitasje- motstand			
Askøy (1247)	1247.501 Askøy pukkverk	Fastfjellsprøve	21.08.1986	Mylonitt	2.60	2	1.43	38.3	8.6	0.34	2.10			
Austevoll (1244)	1244.501 Sandvik	Fastfjellsprøve	26.08.1991	Granitt	2.79	2	1.38	36.5	6.3	0.62	3.75			
Bergen (1201)	1201.501 Fana pukkverk	Fastfjellsprøve	20.08.1986	Gabbro	2.77	2	1.37	36.7	8.5	0.42	2.54			
	1201.502 Ytre Arna pukkverk	Fastfjellsprøve	27.07.1987	Gneis	2.99	2	1.39	41.2	9.9	0.54	3.47			
Bømlo (1219)	1219.502 Tolo	Fastfjellsprøve	22.08.1991	Gabbro	3.20	1	1.40	32.1	4.4	0.40	2.27			
Etne (1211)	1211.501 Skålnes	Fastfjellsprøve	21.08.1991	Dioritt	2.86	1	1.43	31.2	4.6	0.52	2.90			
	1211.502 Timpeltut	Fastfjellsprøve	14.06.1991	Gabbro	2.91	1	1.44	30.2	4.6	0.35	1.92			
Fitjar (1222)	1222.501 Skjerping pukkverk	Fastfjellsprøve	02.04.1991		2.83	2	1.38	43.7	10.0	0.62	4.10			
	1222.502 Sandvikvågen	Fastfjellsprøve	15.06.1991	Amfibolitt	3.01	1	1.42	34.1	5.3	0.59	3.45			
	1222.503 Koløyhamn	Fastfjellsprøve	22.08.1991	Granitt	2.78	2	1.35	37.4	7.6	0.33	2.02			
	1222.504 Svartasmoget	Fastfjellsprøve	01.09.1993	Granitt	2.76	1	1.35	34.4	6.5	0.50	2.93			
Fjell (1246)	1246.501 Eide steinknuseverk	Fastfjellsprøve	21.08.1986	Gneis	2.64	2	1.35	37.7	11.0	0.39	2.39			
	1246.504 Knarrvika pukkverk	Fastfjellsprøve	26.08.1991	Mylonitt	2.67	2	1.43	36.7	6.9	0.29	1.76			
	1246.505 Vindnes	Fastfjellsprøve	31.08.1993	Gneis	2.74	2	1.39	41.8	8.3	0.72	4.66			
Jondal (1227)	1227.501 Solesnes hellebru	Produksjonsprøve	03.01.1988		2.75	1	1.43	33.7	7.2	0.39	2.26			
	1227.502 Herand	Fastfjellsprøve	30.06.1991	Gneisgranitt	2.65	2	1.39	35.3	6.9	0.33	1.96			
Kvam (1238)	1238.502 Tveit	Fastfjellsprøve	23.08.1991	Kvartsitt	2.67	2	1.44	40.6	7.5	0.27	1.72			
Kvinnherad (1224)	1224.502 Ænes	Fastfjellsprøve	14.06.1991	Granitt	2.68	2	1.38	43.6	9.6	0.51	3.37			
	1224.504 Krossnes	Fastfjellsprøve	14.06.1991	Granitt	2.67	3	1.28	48.7	12.9	0.54	3.77			
Lindås (1263)	1263.501 Eikefet pukkverk	Fastfjellsprøve	21.08.1986	Gneisgranitt	2.72	2	1.40	40.2	10.2	0.46	2.92			
		Produksjonsprøve			2.65	1	1.14	32.1	8.3	0.49	2.78			
	1263.503 Kolås	Fastfjellsprøve	24.08.1991	Gabbro	2.88	1	1.42	31.7	5.1	0.49	2.76			
	1263.504 Hodna	Fastfjellsprøve	24.08.1991	Mylonitt	2.60	2	1.39	35.4	5.9	0.33	1.96			
		Fastfjellsprøve	24.08.1991	Gabbro	3.06	1	1.37	33.1	5.6	0.59	3.39			
	1263.505 Kvernhusviki	Fastfjellsprøve	30.08.1993	Anorthositt	2.85	1	1.39	25.3	3.9	0.51	2.57			

Hordaland (12): Pukkforekomster med analyser.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Prøvetype	Prøvedato	Bergart	Densitet	Fallprøve				Abrasjonsanalyse		Kule- mølle- verdi	Los- Angeles- verdi	Polerings- motstand
						Stein- klasse	Flisig- hetstall	Sprøhetstall S8	S2	Abrasjons- verdi	Slitasje- motstand			
Masfjorden (1266)	1266.501 Bruviki	Fastfjellsprøve	24.08.1991	Gneisgranitt	2.67	2	1.36	39.0	8.8	0.47	2.94			
	1266.502 Ekemo steinbr.	Fastfjell/Uspesifis.	15.05.1996	Gneisgranitt	2.65	3	1.33	46.8	11.3	0.57	3.90	7.7	25.9	
		Fastfjell/Uspesifis.	15.05.1996	Båndgneis	2.65	3	1.33	53.6	15.0	0.69	5.05	9.8	36.2	55
Meland (1256)	1256.502 Skurtveit steinbrudd	Fastfjellsprøve	27.07.1988	Anorthositt	2.83	3	1.42	50.1	11.9	0.89	6.30			56
	1256.503 Laksevika pukkverk	Fastfjellsprøve	27.07.1988	Gneis	2.83	2	1.41	41.3	7.1	0.56	3.60			
	1256.504 Husebø	Fastfjellsprøve	02.05.1989	Eklogitt	3.11	1	1.33	34.1	5.2	0.50	2.92			
	1256.505 Ådnefjell	Fastfjellsprøve	19.09.1989	Eklogitt	3.25	1	1.37	25.9	5.2	0.36	1.83			
		Fastfjellsprøve	19.09.1989		3.30	1	1.34	27.8	5.8	0.38	2.00			
		Fastfjellsprøve	19.09.1989		3.28	1	1.34	16.5	2.7	0.33	1.34			53
	1256.506 Odland	Fastfjellsprøve	19.09.1989	Eklogitt	3.14	1	1.36	33.2	6.2	0.30	1.73			
1256.507 Garnviki	Fastfjellsprøve	30.08.1993	Eklogitt	3.17	1	1.34	24.6	4.0	0.35	1.74				
Odda (1228)	1228.501 Bråstol	Fastfjellsprøve	14.06.1991	Mylonitt	2.67	2	1.48	38.8	6.8	0.24	1.49			
Os (Hordaland) (1243)	1243.501 Åsen steinbrudd	Fastfjellsprøve	17.07.1987	Gabbro	3.03	2	1.37	41.2	9.5	0.48	3.08			
	1243.502 Ådnadalen pukkverk	Fastfjellsprøve	17.07.1987	Gabbro	3.11	2	1.33	41.5	6.7	0.68	4.38			
Samnanger (1242)	1242.501 Sagi	Fastfjellsprøve	27.08.1991	Gabbro	3.11	5	1.32	58.1	13.1	1.09	8.31			
Stord (1221)	1221.501 Dyviksåta	Fastfjellsprøve	22.08.1991	Gabbro	3.12	1	1.40	30.8	4.2	0.42	2.33			
Sund (1245)	1245.501 Skaganeset pukkverk	Fastfjellsprøve	28.07.1988	Granitt	2.69	2	1.35	40.5	8.3	0.41	2.61			
	1245.502 Lundanaset	Fastfjell/Uspesifis.	15.05.1996	Øyegneis	2.64	1	1.37	33.6	5.6				13.0	50
Sveio (1216)	1216.501 Hinderli pukkverk	Fastfjellsprøve	09.07.1987	Gråvakke	2.66	2	1.32	41.5	10.3	0.42	2.71			
	1216.504 Hausbu	Fastfjellsprøve	01.09.1993	Gneisgranitt	2.73	2	1.34	44.1	9.0	0.71	4.71			
Tysnes (1223)	1223.501 Steinåsen	Fastfjellsprøve	23.08.1991	Dioritt	2.88	1	1.39	32.0	5.3	0.40	2.26			
	1223.503 Okland	Fastfjellsprøve	23.08.1991	Dioritt	2.94	1	1.43	29.9	4.0	0.53	2.90			
Ullensvang (1231)	1231.501 Stolpaneset	Fastfjellsprøve	13.06.1991	Gneisgranitt	2.65	3	1.33	47.2	11.3	0.46	3.16			
	1231.502 Viluro	Fastfjellsprøve	13.06.1991	Arkose	2.65	3	1.36	45.6	10.8	0.60	4.05			
Voss (1235)	1235.501 Fyre	Fastfjell/Uspesifis.		Anorthositt	2.83	2	1.35	37.5	6.2	0.50	3.06	10.1	14.9	50

Hordaland (12): Pukkforekomster med analyser.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Prøvetype	Prøvedato	Bergart	Densitet	Fallprøve			Abrasjonsanalyse		Kule- mølle- verdi	Los- Angeles- verdi	Polerings- motstand	
						Stein- klasse	Flisig- hetstall	Sprøhetstall S8 S2	Abrasjons- verdi	Slitasje- motstand				
Voss (1235)	1235.502 Brandset	Fastfjell/Uspesifis.		Anorthositt	2.73	2	1.34	41.3	9.2	0.51	3.28	8.2	21.7	44
Ølen (1214)	1214.501 Vardåsen	Fastfjellsprøve	21.08.1991	Granitt	2.65	5	1.35	56.2	14.9	0.63	4.72			
Øygarden (1259)	1259.501 Blomvåg pukkverk	Fastfjellsprøve	28.07.1988	Gneisgranitt	2.66	2	1.41	38.8	7.5	0.38	2.37			

Etne (1211) kommune: Grusforekomster.

Forekomstnummer og navn	UTM-koordinater (ED50)			Grusressurskart 1:50 000	Materialtype	Volum 1000 m ³	Sannsynlig mektighet	Areal 1000 m ²	Arealbruk i % av totalarealet						
	Sone	Øst	Nord						Massetak	Bebyggd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak	Annet	
1211.001 Sorheimsmoen	32	330050	6618390	Etne (1214-2)	Sand og grus	16397	15	1093		5	80	10		5	
1211.002 Høyland	32	331950	6616180	Etne (1214-2)	Sand og grus	1078	5	216			95			5	
1211.003 Kaldheim	32	332210	6616020	Etne (1214-2)	Sand og grus	351	4	88			100				
1211.004 Rygg	32	330680	6617550	Etne (1214-2)	Sand og grus	15470	10	1547		10	85			5	
1211.005 Tveito	32	340950	6625040	Etne (1214-2)	Sand og grus	337	5	67			60	40			
1211.006 Austarheim	32	354620	6640570	Fjæra (1314-4)	Sand og grus	587	8	73		20	40	10		30	
1211.007 Mosnes	32	351010	6638490	Fjæra (1314-4)	Sand og grus	176	3	59		10	30	60			
1211.008 Flåte	32	339560	6623220	Etne (1214-2)	Sand og grus	152	8	19			70	30			
1211.009 Tjelda	32	328030	6625000	Etne (1214-2)	Sand og grus	113	3	38			90	10			
1211.010 Aksland	32	323460	6623510	Etne (1214-2)	Sand og grus	349	5	70		5	60	30		5	
Antall forekomster: 10						Sum:		35010			3270	7	81	6	5

Forklaring: - Sannsynlig mektighet: Anslag i meter.
- Areal: Totalareal fratrukket eventuelle utdrevne massetak.
- Volum: Beregnet volum basert på sannsynlig mektighet og areal.
- Arealbruk: Anslått arealbruksfordeling i % av totalarealet.
- Sum: Sum volum, areal samt gjennomsnittlig arealbruksfordeling innen hver kommune.

Etne (1211) kommune: Massetak og observasjonslokaliteter.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokalitet	Driftsforhold	Dato	Etterbehandling	Kornstørrelse i %				Foredling/produksjon	Konfliktsituasjoner
					Blokk	Stein	rus	Sand		
1211.001 Sørheimsmoen	01 Massetak	I drift	04.05.1999		3	7	40	50	Knusing Sikting	Fomminner Jordbruk Mulig fremtidig grunnvannsuttak Mulig verneverdig
1211.002 Høyland	01 Massetak	Nedlagt	04.05.1999			5	25	70		Jordbruk
1211.003 Kaldheim	01 Massetak	Nedlagt	04.05.1999			10	25	65		Jordbruk
1211.004 Rygg	01 Massetak	I drift	05.05.1999			5	30	65		Fomminner Jordbruk Mulig verneverdig
1211.006 Austarheim	01 Massetak	Nedlagt	03.05.1999			5	15	80		Vei
1211.009 Tjelda	01 Massetak	Nedlagt	05.05.1999			5	10	30	55	Mulig verneverdig
1211.010 Aksland	01 Massetak	Nedlagt	04.05.1999			5	10	40	45	
	02 Massetak	Nedlagt	04.05.1999			5	10	20	65	
Antall massetak og observasjonslokaliteter:	8				Sum:	2	6	34	58	

Forklaring: - Kornstørrelse: Visuell vurdering av kornstørrelsesfordelingen i et typisk snitt.
>256mm - Blokk 256-64mm - Stein 64-2mm - Grus <2mm - Sand (inkludert silt og leir)
- Sum: Gjennomsnittlig kornstørrelse beregnet innenfor hver kommune.
- Dato: Dato for registrert driftsforhold.

Etne (1211) kommune: Bergarts- og mineraltelling.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokalitet	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Bergartstelling i %				Mineraltelling i %				Fraksjon	Fallprøve			
					Meget sterk	Sterk	Svak	Meget svak	0,5-1,0 mm	Andre	Glimmer	Mørke		Andre	Sprøhetstall S8	S2	Flisig- hetstall
1211.001 Sørheimsmoen	01 Massetak	1211-1-1-1	Sand og grus	07.07.1987	11	36	51	2	2	98	4	3	93				
		1211-1-1-2	Sand og grus	04.05.1999	1	67	28	4		100	3	9	88	08-11 mm	43.0	11.3	1.34
		1211-1-1-3	Sand og grus	04.05.1999	7	76	15	2		100	4	10	86				
1211.004 Rygg	01 Massetak	1211-4-1-1	Sand og grus	02.07.1987	12	30	55	3	2	98	3	7	90				
		1211-4-1-2	Sand og grus	05.05.1999	12	61	26	1		100	4	12	84	08-11 mm	43.8	12.0	1.35
1211.006 Austarheim	01 Massetak	1211-6-1-1			13	36	51		5	95	2	5	93				
1211.010 Aksland	01 Massetak	1211-10-1-1	Sand og grus	04.05.1999		35	56	9	3	97	11	4	85				

Antall massetak og observasjonslokaliteter med analyser av bergarts- og mineraltelling: 4

- Forklaring:
- Bergartstelling: Telling og vurdering av bergartkornenes styrke i fraksjonen 8-16 mm (NGU-metoden).
 - Mineraltelling: Telling og vurdering av mineralkorn i to sandfraksjoner med følgende inndeling:
 Fraksjon 0,5-1,0 mm: Glimmer (frikorn), Andre korn (vesentlig bergartsfragmenter samt frikorn av kvarts og feltspat).
 Fraksjon 0,125-0,250 mm: Glimmer (frikorn) og skiferkorn, "Mørke" mineraler (amfibol, pyroksen, epidot, granat), Andre korn (vesentlig kvarts og feltspat).
 - Sprøhetstall, S8/S2: Sprøhetstall målt ved 8 mm og 2 mm sikt.
 - Lab. knust: Prosent laboratorieknust materiale.

Etne (1211) kommune: Mekaniske egenskaper.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokaltet	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Fraksjon	Fallprøve				Densitetsanalyse		Kulemølleanalyse	Abrasjonsanalyse	
						Stein-klasse	Flisig-hetstall	Sprøhetstall S8	S2 knust	Lab.	Fraksjon	Densitet	Kulemølleverdi	Abrasjons-verdi
1211.001 Sorheimsmoen	01 Massetak	1211-1-1-2	Sand og grus	04.05.1999	08-11 mm	2	1.34	43.0	11.3	08-11 mm	2.74	11.0		
1211.004 Rygg	01 Massetak	1211-4-1-2	Sand og grus	05.05.1999	08-11 mm	2	1.35	43.8	12.0	08-11 mm	2.76	15.7		

Forklaring: - Steinklasse: Beregnet verdi etter flisighets- og sprøhetstall.
 - Sprøhetstall, S8/S2: Sprøhetstall målt ved 8 mm og 2 mm sikt.
 - Lab. knust: Prosent laboratorieknust materiale.
 - Kulemølleanalyse: Utføres for fraksjon 11,2-16 mm.
 - Abrasjonsanalyse: Utføres på kubisk materiale for fraksjon 11,2-12,5 mm.
 - Slitasjemotstand: Sa-verdi, kvadratroten av sprøhetstallet * abrasjonsverdi.

STANDARDVEDLEGG

**Sammendrag av NGU Rapport 86.126:
GRUS- OG PUKKREGISTERET. INNHOLD OG FELTMETODIKK**

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1	GENERELT OM INNHOLDET I GRUS- OG PUKKDATABASEN 4
2	BAKGRUNN 5
2.1	Formålet med Grus- og Pukkdata-basen..... 5
2.2	Organisering av arbeidet med Grus- og Pukkdata-basen..... 5
2.3	Erfaringer og framdrift..... 6
3	KLASSIFIKASJON AV BYGGERÅSTOFFER 6
3.1	Byggeråstoff klassifisert etter materialtype 6
3.1.1	Sand og grus..... 6
3.1.2	Andre løsmasser 6
3.1.3	Steintipper 7
3.1.4	Pukk fra fast fjell..... 7
3.2	Aktuelle løsmasser i Grusdata-basen klassifisert etter dannelse..... 7
4	REGISTRERINGSKRITERIER 10
4.1	Sand- og grusforekomster 10
4.2	Andre naturlige løsmasser 10
4.3	Steintipper 10
4.4	Fast fjell til pukk..... 11
5	PRESENTASJON AV DATA FRA GRUS- OG PUKKDATABASEN..... 11
5.1	Ressurskart for sand, grus og pukk i målestokk 1:50.000 (M711)..... 11
5.2	Oversiktskart i varierende målestokk..... 12
5.3	Utskrifter med data om forekomster og massetak 12
5.4	Grus- og Pukkdata-basen på internett..... 12
5.5	Rapporter 14
6	AJOURHOLD OG OPPDATERING AV GRUSDATABASEN..... 15

1 GENERELT OM INNHOLDET I GRUS- OG PUKKDATABASEN

Grus- og Pukkdatabase er et edb-basert kart og registersystem for sand- grus- og pukkforekomster. Grus- og Pukkdatabase gir oversikt over de totale ressurser. For den enkelte forekomst kan det blant annet lagres opplysninger om:

- **Arealbegrensning** basert på digitale omriss.
- **Mektighet**. Anslått i felt.
- **Volum** basert på areal og midlere mektighet.
- Enkel **kvalitetsvurdering** som bygger på:
 - * **Mineralkorn- og bergartskorntelling** (innholdet av mekanisk svake korn i grusfraksjonen 8 - 16 mm og innholdet av glimmer i sandfraksjonene 0,125 mm - 0,25 mm og 0,5 - 1 mm)
 - * **Kornstørrelsesfordeling** i typiske snitt, massetak, vegskjæring etc.
 - * **Sprøhets- og flisighetsanalyser** i enkelte forekomster der NGU eller Statens vegvesen har utført detaljundersøkelser
- **Arealbruksfordeling** grovt vurdert under befarings
- **Arealbrukskonflikter**. En tenkt situasjon med alle konflikter som oppstår når hele forekomsten drives ut
- **Driftsforhold** i masseuttak
- **Rapportreferanser**

Opplysningene om hver enkelt forekomst er vanligvis ikke omfattende nok for detaljert driftsplanlegging av større massetak. I grusrapporter utarbeider NGU som regel forslag til videre undersøkelser av utvalgte forekomster.

Det utarbeides både rapporter, flere typer kart og utskrifter i tilknytning til databasen. Rapporter, grusressurskart og standardtabeller kan bestilles ved NGU.

NGU gir for øvrig råd og veiledning om databasen. Alle henvendelser vil bli besvart etter brukerens ønsker.

Nedenfor er det gitt en bredere omtale av metodikken og innholdet i databasen. For en mer utførlig beskrivelse vises det til NGU Rapport 86.126.

2 BAKGRUNN

I 1978 startet Miljøverndepartementet et prosjekt for registrering av massetak og forekomster av sand/grus og andre byggeråstoffer i Telemark og Vestfold fylke, og fylkeskartkontorene i de to fylkene fikk ansvaret for oppbyggingen av et sand-/grus-/råstoffregister.

I 1979 ble prosjektet utvidet til et samarbeidsprosjekt mellom Miljøverndepartementet (MD), fylkeskartkontorene i Telemark og Vestfold og Norges geologiske undersøkelse (NGU) for å utvikle en database og feltmetodikk for en landsomfattende grusdatabase. Det ble nedsatt en arbeidsgruppe ved fylkeskartkontorene i Telemark og Vestfold som i samarbeid med NGU utarbeidet en modell til *Grusregisteret*.

NGU og fylkeskartkontorene fikk i 1981 konsesjon på opprettelse og drift av *Grusregisteret*. Etter en kort prøveperiode satte NGU i gang et omfattende arbeid med å forbedre og tilpasse den opprinnelig modellen. Fra 1986 ble registeret utvidet med egen database med analyseregister for pukk. Navnet på registeret ble da forandret til Grus- og Pukkregisteret. Fra og med 1998 ble navnet så endret til *Grus- og Pukkdatabasen*.

Fra 1980 - 96 har NGU etablert grusdatabase i alle landets fylker. Parallelt med etableringsarbeidet har NGU foretatt vedlikehold og utvikling av programsystemer for mer effektiv, fleksibel og rasjonell registrering og presentasjon av data.

2.1 Formålet med Grus- og Pukkdatabasen

Grus- og Pukkdatabasen er et edb-basert kart og registersystem for sand-, grus- og pukkforekomster. Databasen skal danne grunnlag for planmessig utnyttelse av disse ressursene. Det er i denne sammenhengen viktig å gi brukeren opplysninger om områder med overskudd/underskudd på naturgrus, påvise variasjoner i materialkvalitet, registrere masseuttak og påpeke mulige arealbrukskonflikter. Databasen skal videre dekke behovene for grunnlagsdata av denne type i kommunal og fylkeskommunal planlegging, danne grunnlag for ressursregnskap og være et hjelpemiddel for andre brukerkategorier med behov for opplysninger fra databasen.

2.2 Organisering av arbeidet med Grus- og Pukkdatabasen

Etablering, drift og ajourhold av databasen samordnes i dag av Miljøverndepartementet (MD), og NGU. NGU har det praktiske ansvaret for drift og ajourhold av Grus- og Pukkdatabasen på landsbasis. Økonomisk er ansvaret fordelt mellom MD og NGU.

2.3 Erfaringer og framdrift

NGU ser det som meget nyttig å ha et godt samarbeid med de største brukergruppene. Dette er viktig for å kunne tilpasse informasjonen og eventuelt justere det metodiske opplegget. Dessuten kan blant annet tilgang på ny teknologi, endrede politiske retningslinjer og krav til samordning mot andre databaser føre til endringer. Målsettingen ble etter en del justeringer at databasen skulle være etablert i hele landet innen utgangen av 1995.

3 KLASSIFIKASJON AV BYGGERÅSTOFFER

Byggeråstoff i Grus- og Pukkdatabasen klassifiseres både etter material- og forekomsttype. Figur 1 viser en oversikt over klassifikasjonssystemet.

3.1 Byggeråstoff klassifisert etter materialtype

De aktuelle materialtyper i Grus- og Pukkdatabasen er sand og grus, andre løsmasser, steintipper og fast fjell til pukk.

3.1.1 Sand og grus

Med sand og grus menes i denne sammenheng materiale med kornstørrelser i fraksjonsområdet sand - grus - stein - blokk (0,06 - 256 mm). "Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innen bestemte kornstørrelser. Sand ligger i fraksjonsområdet 0,06 - 2 mm og grus i området 2 - 64 mm. Uttrykkene sand og grus blir brukt om hverandre i daglig tale som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge- og anleggsformål. En middelkornstørrelse på ca. 0,3 mm er nedre grense for hva som regnes anvendbart til byggetekniske formål som vei- og betongformål. Mer finkornige forekomster regnes som uinteressante i Grus- og Pukkdatabasen. Til de godt sorterte sand- og grusavsetninger regner en breelv-, elve- og strandavsetninger. Til de dårlig sorterte sand- og grusavsetninger regner en først og fremst grusig morene.

3.1.2 Andre løsmasser

I områder med liten eller ingen tilgang på naturgrus kan ur, skred- og forvittringsmateriale være aktuelle som byggeråstoffer.

3.1.3 Steintipper

Steintipper fra ulike anlegg i fjell som kan være aktuelle til fyllmasse eller som råstoff til pukkproduksjon.

3.1.4 Pukk fra fast fjell

Denne del av databasen omfatter eksisterende uttak i fast fjell (pukkverk), nedlagte pukkverk og aktuelle uttaksområder.

3.2 Aktuelle løsmasser i Grusdatabasen klassifisert etter dannelse

Løsmassene klassifiseres etter dannelsesmåte og -miljø. Det er således de ulike geologiske prosessene som avspeiles gjennom inndelingen. Som sand- og grusforekomster er følgende løsmassetyper aktuelle:

Elve- og bekkeavsetninger er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelvavsetningene, men de er som regel bedre sortert, og har ofte bedre rundete korn. Elveleimateriale eller elvegrus transporteres og avsettes i elvesengen og langs bredden på våre elver og vassdrag. Langs større elver kan elveleimateriale lokalt være en betydelig ressurs. Kontrollerte uttak av elvegrus er mange steder å foretrekke framfor uttak på høyproduktiv dyrka mark innen områder med lave elvesletter (grunnvannstanden 1-2 m under overflaten). Det er viktig at strømnings- og erosjonsforhold som følge av slike uttak blir holdt under oppsikt slik at elva ikke starter utilsiktet graving.

Elvedelta dannes der elver munner ut i rolig vann. Eldre elvedelta vil p.g.a. landhevingen bli hevet over havnivået. Har elven hatt stor materialtilgang kan elvedelta være betydelige sand- og grusressurser.

Flomskredvifter dannes der bekker i dalsidene munner ut i flatt terreng. Deres ytre form er meget karakteristisk. Materialet kan variere mye fra litt omlagret morene materialet avsatt under flomskred til bedre sortert sand, grus og stein. Grusvifter kan i enkelte tilfelle egne seg til høyverdige formål, men innholdet av organisk materiale er i mange tilfelle for høyt.

Morenemateriale er løsmasser avsatt direkte av isbreer. Det danner et mer eller mindre sammenhengende dekke over berggrunnen. Andre løsmassetyper ligger ofte på et underlag av morenemateriale. Morenematerialet består oftest av alle kornstørrelser fra blokk til leir, men mengden av ulike kornstørrelser kan variere. Bergartsfragmenter i materialet er som regel skarpkantet. På og nær markoverflaten er blokk og steininnholdet høyere enn mot dypet. Utrast materiale fra mektige moreneavsetninger er svært vanskelig å avgrense fra morenemateriale forøvrig ved vanlig overflatekartlegging.

Breelavsetninger er løsmasser avsatt av strømmende smeltevann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein og gruskorn er som regel rundet. Breelavsetningene er våre viktigste sand og grusforekomster.

Ur er brukt som en fellesbetegnelse på avsetninger dannet ved steinsprang. Er det knapphet på sand og grus kan ur være aktuelt som byggeråstoff.

Forvittringsmateriale er løsmasser som er dannet ved kjemisk eller mekanisk forvitring av berggrunnen. Bare unntaksvis finnes det tykke avsetninger av forvittringsmateriale i Norge. I mangel av andre masser kan disse benyttes fortrinnsvis til fyllmasse.

Bresjø/innsjøavsetninger er løsmasser avsatt ved relativt rolige strømningsforhold i bredemte sjøer. De kjennetegnes ved nær horisontal lagning, og består oftest av finsand og silt. Vanligvis er slike avsetninger for finkornige til å bli registrert som byggeråstoffressurs.

Aktuelle materialtyper		Viktige forekomsttyper	Forekomstens verdi som ressurs avhenger av:	Vanlig bruksområde i naturlig tilstand
Naturlige løsmasser	Sand og grus (S)	Sorterte forekomster: - Breelvavsetning (B) - Elveavsetning (E) - Strandavsetning (U) (- Bresjø/Innsjø-avsetning) (I)	- Mektighet - Arealbruk - Beliggenhet - Kvalitet - Finstoffinnhold - Homogenitet - Kornstørrelsesfordeling	- Veg- og betongformål
		Dårlig sorterte forekomster: - Grusig morene (M)		- Veg- og betong - Fyllmasse
	Andre løsmasser (A)	- Ur (R) - Skredmatr. (R) - Forvittringsmateriale (F)		- Fyllmasse - Evt. veggrus
Steintipper (Z)		- Ulike bergartstyper	Steinkvalitet	- Fyllmasse - Råstoff til pukkproduksjon
Fast fjell til pukk (P)		- Ulike bergartstyper	Forekomstens geometri	- Pukk til veg- og betongformål

Figur 1. Aktuelle byggeråstoffer i Grusdatabasen.

Kornstørrelser:

De hovedfraksjoner for kornstørrelser som brukes er følgende:

Blokk (Bl)	større enn 256mm
Stein (St)	256 - 64 mm
Grus (G)	64 - 2 mm
Sand (S)	2 - 0,063 mm
Silt (Si)	0,063 - 0,002 mm
Leir (L)	mindre enn 0,002 mm

Ved omtalen av sorterte avsetninger angis hovedfraksjonen i substantivform, f.eks. grusig sand (mest sand, grus utgjør mer enn 10 %, andre hovedfraksjoner utgjør mindre enn 10 %). I parentes er angitt de ulike fraksjoners standardiserte forkortelse.

4 REGISTRERINGSKRITERIER

4.1 Sand- og grusforekomster

Databasen omfatter naturlig forekommende sand og grusforekomster på land. Forekomster under grunnvannsnivå er ikke tatt med, men i enkelte tilfelle registreres elvegrus i og langs dagens elveløp. Sand- og grusforekomster skal registreres og gis egen identitet med eget nummer i databasen når:

- 1) Ressursenes sannsynlige totalvolum over grunnvannsstand, morene, silt, leir eller fjell er større enn 50.000 m³ og når den anslåtte gjennomsnittlige mektighet samtidig er større enn 2 m.
- 2) Forekomsten ikke tilfredsstiller minstekravet i punkt 1, men likevel har stor lokal betydning.
- 3) Forekomsten ikke tilfredsstiller minstekravet, men har et massetak som forsyner flere enn grunneieren.

Nedre grense for volum og mektighet er ikke absolutt, men må sees i sammenheng med kommunens og regionens forsyningssituasjon totalt. I områder med knapphet på utnyttbare ressurser kan det være naturlig å senke volumgrensen.

4.2 Andre naturlige løsmasser

Ur, skred og forvittringsmateriale kan i spesielle tilfelle registreres med eget forekomstnummer. Dette gjelder områder med svært liten eller ingen tilgang på naturgrus. Forekomsten bør tilfredsstille minstekravet for registrering som nevnt under kap. 4.1.

4.3 Steintipper

Alle steintipper (kraftverkstipper og gråbergtipper) skal registreres fordi de kan ha betydning som fyllmasse eller som råstoff til pukkproduksjon.

4.4 Fast fjell til pukk

Fast fjell til pukk skal registreres når:

- 1) Det drives regelmessig pukkproduksjon (stasjonert pukkverk)
- 2) Det er eller har vært produksjon av knust fjell i steinbruddet. Nedlagte pukkverk skal altså registreres.
- 3) En bergart er undersøkt med tanke på pukkproduksjon. Forekomsten skal registreres i pukkdatabasen. Steinbrudd som er drevet for uttak av blokker til f.eks. elfeforbygning, moloer og bygningsstein skal også registreres når bergartene i steinbruddet kan antas egnet til pukkproduksjon.

5 PRESENTASJON AV DATA FRA GRUS- OG PUKKDATABASEN

Edb-presentasjon av data gir muligheter til alternative presentasjonsformer med mulighet til å tilpasse produktene etter brukernes ønsker. Etter hvert som de enkelte fylkene har fått etablert databasen, har NGU utarbeidet standard ressurskart for sand, grus og pukk i målestokk 1:50.000. Denne kartserien er nå landsdekkende. Det er utarbeidet fast formaterte utskrifter for presentasjon og videre bearbeiding av data, og i takt med registreringsarbeidet blir det også utarbeidet en standard rapportserie.

Alle disse produktene kan bestilles ved NGU.

Nedenfor omtales de kart, utskrifter og rapporter med data fra Grus- og Pukkdatabasen som produseres ved NGU.

5.1 Ressurskart for sand, grus og pukk i målestokk 1:50.000 (M711)

Den edb-baserte informasjonen på ressurskartene for sand, grus og pukk kan plottes på ulike måter og til ulike formål.

- Endelig utgave plottes på målfast folie med topografisk grunnlag. Folieoriginalen
- oppbevares ved NGU. Papirkopier av kartene fås ved henvendelse til NGU. Ved ajourhold av databasen vil ikke disse kartene bli oppdatert, men bli erstattet av nye, kommunevise ressurskart for sand, grus og pukk i farger på digitalt grunnlag, og med målestokk tilpasset den enkelte kommune.

5.2 Oversiktskart i varierende målestokk

Oversiktskart kan etter behov plottes i ulike målestokker og med forskjellig innhold. Det digitale topografiske grunnlaget er basert på et Norgeskart i målestokk 1:1 mill. Oversiktskart i målestokker større enn ca. 1:100.000 kan derfor bli noe ufullstendige.

5.3 Utskrifter med data om forekomster og massetak

NGU har utarbeidet standard utskrifter som gir opplysninger knyttet til forekomster og massetak. Utskriftene brukes i NGUs rapporter fra Grus- og Pukkdatabasen, og kan sendes brukerne etter ønske ved henvendelse til NGU. Nedenfor er det vist en oversikt over tilgjengelige utskrifter.

5.4 Grus- og Pukkdatabasen på internett

Fra høsten 1998 ble opplysninger fra Grus- og Pukkdatabasen gjort tilgjengelige på NGUs nettsider (<http://grusogpukk.ngu.no/>).

Tabelltittel	Innhold
Grusforekomster	
Fylkesoversikt - grusforekomster	Kommunevis oversikt over antall registrerte forekomster, volum og arealbruk
Kommuneoversikt - grusforekomst	Forekomstenes koordinater, kartbladnavn, materialtype, mektighet volum og arealbruk
Kommuneoversikt - massetak og observasjonslokalitet	Driftsforhold, kornstørrelse foredling/produksjon, konflikter, etterbehandling
Kommuneoversikt - bergarts- og mineraltelling	Bergarts- og mineraltelling, fallprøve
Kommuneoversikt - mekaniske egenskaper	Fallprøve, densitet, kulemølle og abrasjonsanalyse
Kommuneoversikt - antall analyser	Antall utførte prøver av foran nevnte typer
Fylkesoversikt - grusforekomster	Kommunevis oversikt over antall forekomster, massetak og driftsforhold i disse
Forekomstoversikt - en forekomst	Informasjon om en forekomst.
Forekomstoversikt - massetak	Informasjon om ett massetak, observasjonslokalitet
Fylkesoversikt - Grusforekomst med produsent/leverandør	Produsenter med adresse og telefon.
Landsoversikt - grusforekomster	Fylkesvis fordeling av registrerte og volumberegnete forekomster og arealbruk
Landsoversikt - grusforekomster	Fylkesvis fordeling av antall forekomster, massetak, observasjonslokaliteter og driftsforhold
Pukkforekomster	
Fylkesoversikt - pukkforekomster	Forekomstnr. og- navn, driftsforhold, antall forekomster, koordinater og kartblad
Fylkesoversikt - pukkforekomster med analyser	Bergartstype, prøvetype, densitet, fallprøve, abrasjonstest, Los Angelesverdi, poleringsverdi (PSV) og kulemølleanalyse
Fylkesoversikt - egnethetsvurdering	Forekomstenes egnethet til veg- og betongformål
Kommuneoversikt - antall analyser	Antall abrasjons-, densitets-, fallprøve-, kulemølle-, Los Angeles-, - polerings- og tynnslipsanalyser
Forekomstoversikt - en forekomst	Informasjon om en forekomst.
Forekomstoversikt - analyser for en forekomst	Analyseresultater fra en forekomst
Fylkesoversikt - pukkforekomster med produsenter/leverandører	Produsent med adresse og telefon, registreringsdato, driftsforhold.
Landsoversikt - pukkforekomster	Fylkesvis oversikt over forekomster, antall analyser og driftsforhold

Figur2. Utskrifter fra Grus- og Pukkdatabasen

5.5 Rapporter

Det utarbeides kommunevise rapporter for Grus- og Pukkdatabasen. Kommunerapportene danner også grunnlaget for fylkesrapportene.

Rapportene kan deles inn i følgende deler:

1) Tekstdel

Tekstdelen beskriver de viktigste forekomstene i kommunen. For en samlet vurdering og rangering av forekomstene legges det spesiell vekt på følgende parametre:

- a) Mektighet og volum er svært avgjørende for en rasjonell utnyttelse og "verdi ansettelse" av den enkelte forekomst.
- b) Materialkvaliteten er avgjørende for eventuell utnyttelse til høyverdige veg- og betongformål. Materialets kornstørrelsessammensetning, sorteringsgrad og bergarts- og mineralkorninnhold er viktige i denne sammenhengen.
- c) Forekomstenes beliggenhet i forhold til aktuelle forsyningsområder er også avgjørende for dens verdi som sand- og grusressurs. Det blir under feltarbeidet lagt mest vekt på sentralt beliggende forekomster og forekomster i tilknytning til det eksisterende vegnettet.

2) Standardutskrifter

Standardutskrifter med opplysninger om en eller flere forekomster legges inn i teksten. Følgende utskrifter benyttes normalt i rapporten:

Fylkesrapporter

- a) Fylkesoversikt - grusforekomster
- b) Fylkesoversikt - pukkkforekomster
- c) Fylkesoversikt - pukkkforekomster med produsenter/leverandører
- d) Fylkesoversikt - grusforekomster med produsenter/leverandører

Kommunerapporter

- e) Kommuneoversikt - grusforekomster
- f) Kommuneoversikt - massetak og observasjonslokalitet
- g) Kommuneoversikt - bergarts- og mineraltelling
- h) Fylkesoversikt - pukkkforekomster

3) Kart

For plotting av oversiktskart brukes vanligvis et digitalt norgeskart, hvor kartene kan plottes i valgfrie målestokker. I fylkesrapportene benyttes et slikt kart for hele fylket. I kommunerapporten er det vanligvis tatt med et oversiktskart i A4-format som viser forekomstenes plassering og volum innen den enkelte kommune.

6 **AJOURHOLD OG OPPDATERING AV GRUSDATABASEN**

Dersom databasen skal bli et nyttig hjelpemiddel for kommunale og fylkeskommunale etater og andre brukere må informasjonen være mest mulig ajour til en hver tid. Det må derfor etableres og innarbeides faste rutiner for supplering og oppdatering av all informasjon i databasen. Særlig viktig vil det være å samle inn data om driftsforhold, uttaks- og forbruksdata. Dette vil danne grunnlag for å bygge opp fylkesvise ressursregnskap for sand, grus og pukk.

Fra 1996 er det planlagt fylkesvis ajourhold hvert femte år med befaringer hvert tiende år.

I en oppdateringsfase er det også naturlig å innhente nødvendig ekstrainformasjon for å kunne utarbeide temakart over forekomstenes kvalitet til veg- og betongformål, og hvor viktige de er i forsyningen av byggeråstoff. Dette vil være et viktig grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus og pukk i kommuner og fylker.

STANDARDVEDLEGG
SAND-, GRUS- OG PUKKUNDERSØKELSER

INNHALDSFORTEGNELSE

Side

1. NGUS MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER	5
1.1 Forundersøkelse	5
1.2 Oppfølgende undersøkelser	6
1.3 Detaljundersøkelser	6
2. KVALITETSVURDERING OG -KRAV AV SAND OG GRUS TIL BETONG- OG VEGFORMÅL	7
2.1 Sand og grus til betongformål	7
2.1.1 Korngradering	8
2.1.2 Fillerinnhold	10
2.1.3 Ideelle siktekurver	10
2.1.4 Tilslagspartiklenes kornform, rundingsgrad og overflateforhold	11
2.1.5 Tilslagets mineralogi	11
2.1.6 Kjemisk reaktive mineraler	12
2.1.7 Termiske egenskaper	14
2.1.8 Forurensninger	15
2.2. Sand og grus til vegformål	15
2.2.1 Mekaniske egenskaper og kornform	16
2.2.2 Uheldig bergartsinnhold	16
2.2.3 Korngradering	16
3. FELTUNDERSØKELSER	19
3.1 Løsmassekartlegging	19
3.2 Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter	19
3.3 Prøvetaking	19
3.4 Seismiske undersøkelser	20
3.5 Løsmasseboring med Borros Polhydrill	20
3.6 Enkel sondering med Pionærbormaskin	21
4. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENE INNDELING	21
4.1 Generelle trekk i Norges kvartærgeologi	21
4.2 Innholdet på kvartærgeologiske kart	21

4.3	Løsmassenes inndeling.....	22
4.4	Kornstørrelser	23
5.	LABORATORIEUNDERSØKELSER	24
5.1	Kornfordelingsanalyse.....	24
5.2	Bergarts- og mineralkorntelling.....	24
5.3	Humus- og slambestemmelse.....	25
5.4	Betongprøving.....	25

Figurer og tabeller

1.	NGUs modell for sand- og grusundersøkelser	6
2.	Regler for graderingskommisss av sandtilslag	9
3.	Eksempler på samlet gradering	10
4.	Noen eksempler på samlede graderinger	13
5.	Alkalireaktive bergarter	14
6.	Grus, Materialkrav i bære- og forsterkningslag	17
7.	Grus, materialkrav i vegdekker	18
8.	Seismiske hastigheter i en del jordarter.....	20

1. NGUS MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER

"Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innenfor de bestemte kornfraksjonene: sand 0.06-2 mm, grus 2-64 mm og stein 64-256 mm. Uttrykkene sand og grus blir i daglig tale brukt om hverandre som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge- og anleggsformål. I praksis gjelder det kornstørrelsene sand-grus-stein.

Sand og grus er i naturen konsentrert i forekomster bygget opp av vannbehandlet materiale. Særlig viktig er breelvavsetninger dannet under innlandsisens avsmelting. Enkelte steder kan også elveavsetninger, strandavsetninger og morenemateriale være viktige forekomsttyper.

Sand- og grusforekomster er viktige som råstoffkilder til bygge- og anleggsformål. Dessuten kan de også nyttes som byggegrunn, landbruksareal, grunnvannsuttak, kloakkresipient og avfallsdeponier. Alle disse anvendelsesmuligheter blir belyst ved sand- og grusundersøkelser, men hver anvendelse krever spesialundersøkelser.

1.1 Forundersøkelse

I forundersøkelsen vil en normalt få lokalisert og arealavgrenset et områdes sand- og grusforekomster. Det blir også gjort en grov vurdering av volum og kvalitet på grunnlag av geologisk tolkning av forekomstenes dannelse og oppbygning. Denne tolkingen er basert på overflatekartlegging, snittbeskrivelse og spredt prøvetaking. Prøvene analyseres med hensyn på kornfordeling og bergarts- og mineralkornsammensetning. Resultatene blir presentert som mulig mengde og kvalitet for de enkelte forekomstene, f.eks. 19 (min.) - 20 (maks.) mill. m³, middels til gode tekniske egenskaper.

Der det er utført regional kvartærgeologisk kartlegging i M 1:50.000 er det vesentligste av forundersøkelsen utført.

De videre undersøkelsene i fase 1 og 2 har som viktigste mål å gi sikrere informasjon om mengde og kvalitet for et utvalg av forekomstene. Normalt vil kostnadene pr. arealenheter øke drastisk når en må ta i bruk teknisk utstyr for å fremskaffe disse informasjonene.

1.2 Oppfølgende undersøkelser

Prøver tas oftest kontinuerlig i sjakter eller i snitt. Unntaksvis foretas det prøvetakende borer nedover i forekomsten. Prøvene analyseres for vurdering av egnethet til teknisk bruk, oftest sprøhets- og flisighetsanalyse, mineralogisk analyse og i visse tilfeller utføres betongprøvestøping. På dette nivået er geofysiske undersøkelser som seismikk, georadar, elektriske målinger viktige. Disse indirekte metodene gjør det mulig å tolke materialsammensetningen ut fra registrert gjennomgangshastighet for lyd (refraksjons-seismikk) eller elektrisk ledningsevne (elektriske motstandsmålinger). Resultatene blir presentert som sannsynlig mengde og kvalitet og er en syntese av resultater fra feltundersøkelser, laboratorieundersøkelser og geologisk tolkning. Et eksempel på konklusjon av oppfølgende undersøkelser kan være: volum: minimum 13 maksimum 17 mill. m³ sand og grus av god teknisk kvalitet.

1.3 Detaljundersøkelser

Detaljundersøkelse skiller seg fra oppfølgende undersøkelser ved tettere undersøkelsesnett og mer bruk av prøvehentende borer. Det tas større prøver til detaljert materialundersøkelse som f.eks. betongprøvestøping. Konklusjon i en detaljundersøkelse kan for eksempel være 1,4 (min.) - 1,6 (maks.) mill. m³ sand og grus med god teknisk kvalitet, egnet som tilslag i høyfast betong- og vegdekker.

Fase	Innhold (Forberedelser og feltarbeid)	Resultat (Bearbeiding)
Forundersøkelse	-Tidligere undersøkelser -Løsmasseregistrering, kartlegging i målestokk 1:50.000. -Flyfotostudier -Befaringer -Evt. enkel prøvetaking	-Lokalisering av forekomster -Mulig volum og kvalitet
Oppfølgende undersøkelse	-Kartlegging i målestokk M = 1:20.000 -Geofysiske undersøkelser -Sonderboring -Prøvetaking	-Skille ut viktige forekomster -Sannsynlig volum og kvalitet
Detaljundersøkelse	-Kartlegging i målestokk M = 1: 5.000 -Geofysiske undersøkelser -Sonderboringer evt. prøvehentende borer -Prøvetaking	-Påvise enkeltforekomsters egnethet til ulike formål. -Påvise volum og kvalitet. -Evt. utarbeide uttaks- og driftsplaner

Figur 1. NGUs modell for sand- og grusundersøkelser

2. KVALITETSVURDERING OG -KRAV AV SAND OG GRUS TIL BETONG- OG VEGFORMÅL

To parametre er sentrale for vurdering av materialkvalitet:

- Materialtekniske egenskaper (kvalitet).
- Forekomstens sammensetning (strukturer og indre oppbygging)

Det benyttes en rekke laboratoriemetoder for vurdering av de materialtekniske egenskaper (se eget kapittel). Behovet vil variere fra undersøkelse til undersøkelse.

Forekomstenes sammensetning og oppbygging varierer både horisontalt og vertikalt. Undersøkelse og dokumentasjon av materialsammensetningen har derfor stor betydning for vurdering av ressurspotensialet og for utarbeidelse av uttaksplaner. Boring, seismikk, elektriske målinger og bruk av georadar samt prøvetaking er eksempler på metoder som benyttes i felt.

De geologiske forhold avgjør forekomstenes egenskaper og karakteristika. Det er av avgjørende betydning å klarlegge og utnytte kunnskap om de naturgitte forhold.

Er det lokalt ikke tilgang på forekomster av høy nok kvalitet er det viktig å være klar over at enkle kvalitetsforbedrende tiltak er et alternativ til import og lang transport. Sikting, knusing og vasking er eksempler på tiltak for å bedre gruskvaliteten. Det vil her føre for langt å gi en fullstendig og detaljert oversikt over dette emnet.

2.1 Sand og grus til betongformål

Tilslagskornenes geometriske utforming, deres fysiske og kjemiske egenskaper og karakteristika har betydning for betongen såvel i fersk som i herdet tilstand. Dette kapitlet gir oversikt over tilslagsfaktorer som øver stor innflytelse på betongens bruksegenskaper. Selv om det foreligger en rekke metoder for vurdering av tilslagets egenskaper og karakteristika, finnes det meget få akseptkriterier. På dette punkt er norske standardspesifikasjoner for tilslag (NS 3420) generelt utformet og lite presise. Dette har flere årsaker. For det første er flere viktige parametre vanskelige å kvantifisere. Dessuten er det en kompleks sammenheng mellom de ulike tilslags- og betongegenskaper. Derfor kreves det som regel direkte funksjonsorientert testing av tilslaget i mørtel eller betong. Prøvestøping og etter kontroll av konstruksjoner der det aktuelle tilslaget inngår, er i mange tilfeller enkelt og sikkert i forhold til omfattende undersøkelse og tolkning av tilslagsegenskaper. Enkle kvalitative vurderinger basert på viktige materialtekniske egenskaper har likevel stor og uvurderlig betydning når en vil foreta en grov sammenligning og rangering av ulike

forekomster som tidligere er lite undersøkt. På denne måten er det samtidig enkelt å påvise regionale forskjeller i tilslagskvalitet. Korntellemetodene er av primær interesse i denne sammenhengen.

Det kan skilles mellom følgende tilslagsundersøkelser:

- Korntellemetoder (bergarts-/mineralkorntellinger, kornform, rundingsgrad, ruhet etc.)
- Testing av tilslagets mekaniske egenskaper (teknologiske tester); Sprøhet og flisighet samt abrasjonstest, humustest og Los-Angelestest.

Prøving av tilslaget i betong (indirekte teknologiske tester):

I fersk betong: Vannbehov, Slump (konsistens, bearbeidbarhet)

I herdet betong: Fasthetsegenskaper, bestandighet (frost-, miljø, temperaturpåkjenninger etc.)

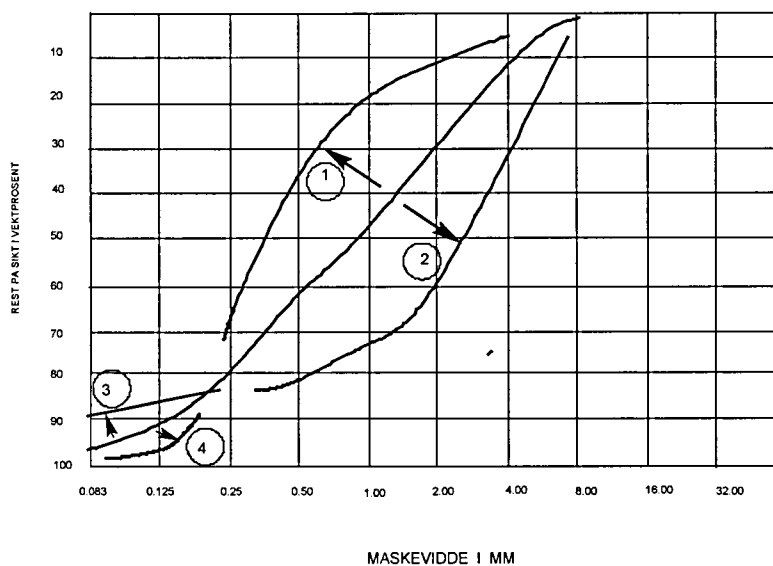
Listen ovenfor må i hvert enkelt tilfelle tilpasses til det aktuelle kontroll- og dokumentasjonsbehovet. Det finnes ingen enkel oppskrift på å sette sammen en betong med de ønskede egenskaper. For å oppnå foreskrevet kvalitet og få tilpasset resepten må det støpes flere prøveblandinger.

2.1.1 Korngradering

Tilslagets korngradering er den parameter som enkeltstående har størst innflytelse på betongens bruksegenskaper. Graderingen påvirker først og fremst en rekke egenskaper ved den ferske betongen:

- Vannbehov
- Bearbeidbarhet
- Komprimerbarhet
- Separasjon/vannutskillelse
- Slumptap
- Luftinnhold

Siktekurven gir en visuell framstilling av tilslagets gradering. Fillerinnhold, forholdet mellom fint og grovt tilslag samt kurveformen er blant de parametre som kan leses direkte av fra siktekurven.



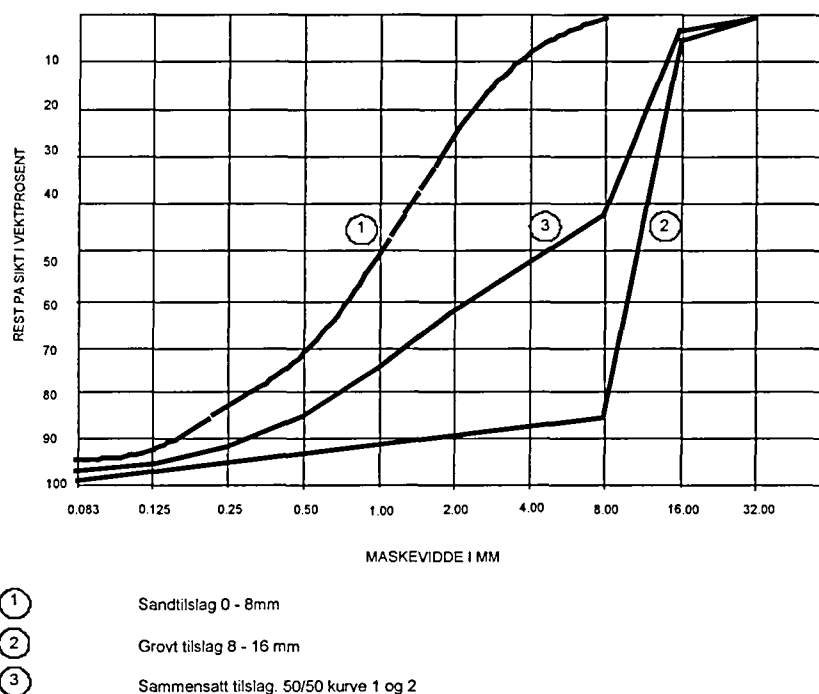
1.	Åpen sandkurve (økt poreinnhold, mindre pakningsgrad), såkalt "sandpukkel" kan medføre :	<ul style="list-style-type: none"> - Økende vannbehov - Økende luftinnhold - Lettere flyt/mobilitet/pumpbarhet - Fare for separasjon/vannutskillelse
2.	En tettere sandkurve (som innenfor visse grenser medfører redusert poreinnhold kan gi:	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert vannbehov - Tettere pakning / mindre luftinnhold
3.	Økt fillermengde fordres ved:	<ul style="list-style-type: none"> - Magre blandinger - Skarp kornform - Bløt betong
4.	Redusert fillerinnhold er fordelaktig ved:	<ul style="list-style-type: none"> - Fete blandinger - Rund kornform - Stiv konsistens ("tør" betong)

Figur 2. Regler for graderingskompromiss av sandtilslag (Norsk betongforenings publikasjon nr. 18)

Mengdeforholdet mellom den fine og grove delen av tilslaget (sand og stein) påvirker blant annet betongens bearbeidbarhet og vannbehov. Dette er et viktig styringsredskap. Rent produksjonsteknisk er det nemlig lett å justere forholdet sand/stein for tilpassing av samlet gradering. Tilslagsgraderingen vil ofte være et kompromiss mellom ulike betongteknologiske behov, se figur 2. Dessuten er man ofte henvist til lokale tilslag, med begrensede muligheter til justering av kornkurven.

2.1.2 Fillerinnhold

I produksjonssammenheng benyttes betegnelsen filler om materiale mindre enn 0.125 mm, da dette er den minste kornstørrelsen som i praksis kan skilles ut ved tørrsiktning (fillersand nederst i figur 2). Et høyt fillerinnhold motvirker betongens tendens til vannutskillelse. På den annen side kan det gi høyere vannbehov. Fillerfraksjonen virker delvis som "smøring" i fersk betong. Sement har også fillervirkning. Derfor bør fillerinnholdet være lavere i en sementrik enn i en mager blanding, og høyere når det benyttes knust tilslag. Er det for lite filler kan det suppleres med dertil egnet fillersand fra andre lokaliteter.



Figur 3. Eksempel på samlet gradering (Norsk betongforenings publikasjon nr. 18)

2.1.3 Ideelle siktekurver

For å lage god betong med lavt pastabehov og gode svinn- og krypegenskaper er det gunstig å benytte graderinger som gir tett kornpakking og lavest mulig hulromsprosent. Samtidig må det blant annet tas hensyn til at betongen skal være formbar og stabil. Den samlede graderingen teller mest, men sandens gradering påvirker en rekke bruksegenskaper hos betongen. Den optimale gradering vil ikke være den samme for forskjellige betongtyper/betongformål. Her er samvirket med øvrige tilslagsparametre, ikke minst kornformen, av stor betydning. For å ha bedre kontroll med samlet gradering er det vanlig å proporsjonere betong med ferdigfraksjonert materiale fra separate lagre. Delmaterialene

foreligger som regel i standardiserte sorteringer. Sandtilslaget leveres gjerne med øvre nominelle kornstørrelse i området fire til åtte mm. Steintilslaget bør foreligge i korte sorteringer for hindre separasjon. Figur 3 viser et eksempel på et tilslag satt sammen av to delmaterialer.

Figur 2 viser tommelfingerregler for graderingskompromiss i sandfraksjonen. Figuren viser at det samtidig ikke kan tas fullt hensyn til alle faktorer. Figur 4 viser noen eksempler på samlede graderinger som har vist seg egnet til ulike formål. Sprang- eller diskontinuerlig gradert materiale (kurve E, figur 4) gir i enkelte tilfelle en lett bearbeidbar betong med lavt pastabehov. Fare for separasjon tilsier imidlertid at denne type gradering først og fremst bør benyttes når det foreskrives relativt stiv konsistens. Spranggradering gjør det blant annet enklere å frilegge stein i fasader. Kunstig innført luft har både stabiliserende og "smørende" virkning på betong. Fordi luftinnførende tilsetningsstoff erstatter endel av sand- og fillerinnholdet bør det benyttes graderinger med lavere finstoffinnhold.

2.1.4 Tilslagspartiklenes kornform, rundingsgrad og overflateforhold

Tilslagskornenes rundingsgrad og kornform har betydning for den ferske betongens bearbeidbarhet. Skarpkantede og flisige korn gir en større indre friksjon i fersk betong i forhold til godt rundet materiale. Det viser seg at selv et lite innhold av godt rundet materiale i fraksjonen 1-4 mm kan være gunstig for den ferske betongens egenskaper. Når fersk betong støpes ut og komprimeres, kan flate og flisige steinpartikler av og til orientere seg med den flate siden parallelt horisontalplanet og på denne måten fange opp porevann og danne vannlommer på kornenes underside. I herdet betong kan en ru og kantet overflate gi bedre fortanning og større indre friksjon, og motvirke heftbrudd i kontaktsonen pasta/tilslag. Dette er særlig gunstig med tanke på bøyestrekfastheten.

2.1.5 Tilslagets mineralogi

Det viser seg at tilslagets mineralogiske sammensetning har en viss betydning for vannbehovet. Mineralinnholdet synes å være viktigere enn formfaktoren i sandens finfraksjon. Innhold av fri glimmer, skiferkorn og fysisk svake korn i tilslaget vil både øke den ferske betongens vannbehov og indirekte virke ugunstig inn på fasthetsutviklingen. Dette vil ha negativ innflytelse først når glimmerinnholdet overstiger 10 - 15%. Høyt glimmerinnhold kan det bare i en viss grad kompenseres for ved bruk av plastiserende tilsetningsstoffer.

2.1.6 Kjemisk reaktive mineraler

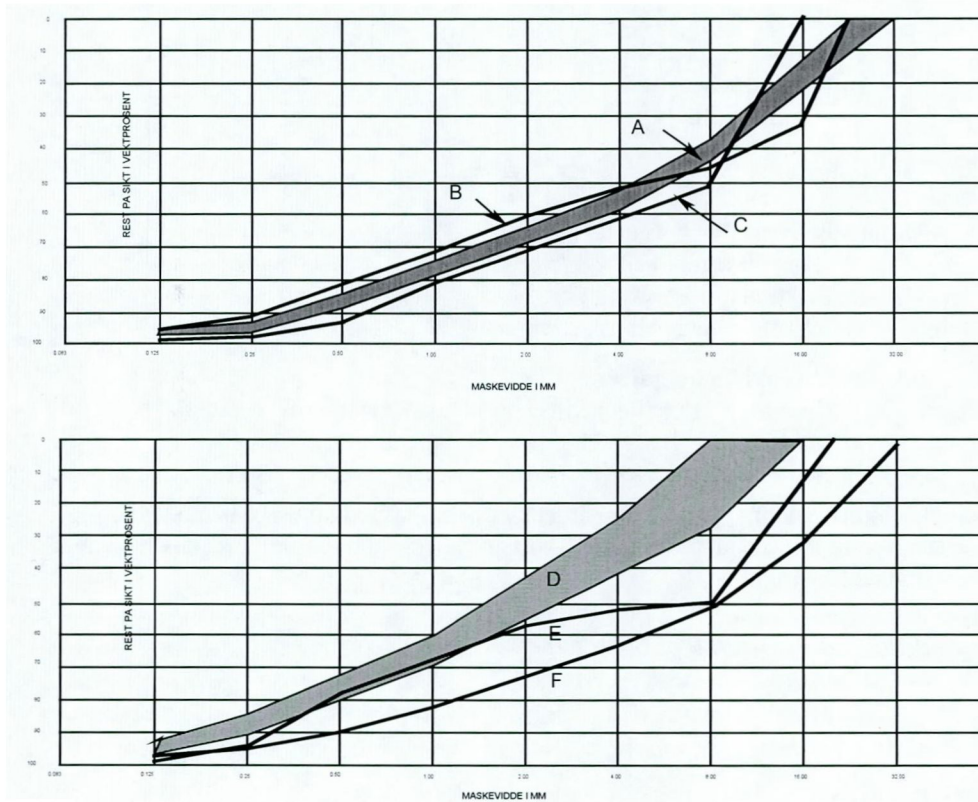
Enkelte bergarter og mineraler kan på grunn av sine kjemiske og fysiske egenskaper under gitte betingelser være lite volumstabile i kontakt med sementpasta.

I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner i flere eldre dam- og brokonstruksjoner i Sør-Norge. Tilgjengelige alkalier i sementpastaen kan reagere med visse bergarter i tilslaget og føre til volumekspansjon og oppsprekking i herdet betong. Den kjemiske reaksjonen er i slike tilfelle svært langsom og finner kun sted under forhold med høy fuktighet. Skadene oppdages gjerne først etter 15 til 20 år.

Alkalireaksjoner er hos oss primært påvist i tilslag inneholdende fin- til mikrokrystallin og deformert kvarts, blant annet i mylonitt, lavmetamorf rhyolitt, sandstein, samt fyllitt og gråvakke, figur 5.

Det må presiseres at risikobergartene ikke alltid er reaktive. Det er pr. i dag ikke etablert sikre kriterier for vurdering av skadelig innhold av risikobergartene. Resultater tyder på at man inntil videre bør benytte en øvre grense på 20 volumprosent for mulige reaktive bergarter. Aksellererte forsøk på mørtel- og betongprismer i laboratoriet kan benyttes for dokumentasjon av bestandighet på tilslag.

Magnetkis kan reagere med sementpastaen og danne forbindelser med sprengvirkning i pastaen. Et annet sulfid, svovelkis, ansees derimot kun som et estetisk problem i forbindelse med rustutfellinger på overflaten, så lenge mineralet ikke opptrer sammen med magnetkis. Kis vil primært opptre i knust tilslag. I naturgrus er skadelig kis som regel vitret bort, men fremdeles reaktiv kis kan finnes i grus under grunnvannsnivået. Kismineraler opptrer sporadisk i mange bergartstyper og er lette å identifisere i stoff eller ved bergartsundersøkelser. Kisinnholdet fastlegges ved DTA, kapittel 3. I henhold til den frivillige deklarasjons- og godkjenningsordningen skal magnetkisinnholdet ikke overstige 0.2 - 1 %. Skadelige kisreaksjoner kan motvirkes ved bruk av sulfatresistent sement.



- A. Høyfast betong, god støpelighet/flytende konsistens.
- B. Godt støpelig høyfast betong med stor andel knust tilslag.
- C. Høyfast vegbetong (stor slitestyrke).
- D. Tilslag til sprøytebetong.
- E. Partikkelsprang (50/50 med 0-4 og 8-16 mm). Sanda er ensgradert og fillerfattig.
- F. Fullerkurve (tettete kulepakning) 0-32 mm.

Figur 4. Noen eksempler på samlede graderinger (Norsk betongforenings publikasjon nr. 18).

<p>Sannsynlig alkalireaktive bergarter: Sandstein/gråvakke/siltstein Mylonitt/kataklasitt Ryolitt/sur vulkansk bergart Argillitt/fyllitt Metamergel Kvartsitt (mikrokrySTALLIN og meget finkornet) *)</p> <p>Mulig alkalireaktive bergarter: Kvartsitt (finkornet) *) / kvartsskifer Finkornet kvartsrik bergart Kalkstein med pelittisk struktur</p> <p>Ikke-alkalireaktive bergarter: Granitt/gneis/glimmerskifer/dioritt/etc. (fin- til grovkornet) Mafiske bergarter (gabbro/basalt/grønnstein/etc.) Ren krySTALLIN kalkstein/marmor</p>

*) MikrokrySTALLIN og meget finkornet kvartsitt (maks. 60µm) bør betraktes som sannsynlig reaktiv, mens finkornet kvartsitt (60-130 µm) er mulig reaktiv (selv med "strained" kvarts).

Figur 5. Alkalireaktive bergarter.

2.1.7 Termiske egenskaper

Volumet av fast stoff i både tilslaget og sementpastaen vil lovmessig endres i takt med temperaturen. Moderate temperaturpåkjenninger fra miljøet og ikke minst herdeprosessen fører vanligvis ikke til dannelse av riss og sprekker i betong. Når det foreskrives betong for ekstreme temperaturpåkjenninger må det blant annet tas hensyn til at kvarts undergår en kryсталlografisk faseomvandling ved 573 grader C. Under denne omvandlingen ekspanderer kvartsens volum 0.83 prosent, noe som vil ha ødeleggende virkning på betong.

2.1.8 Forurensninger

Humus er en felles betegnelse på dekomponert organisk materiale og humussyrer. Et høyt humusinnhold kan forsinke og i verste fall forhindre herdeforløpet i betongen. I norske grusforekomster er humusforurensning først og fremst knyttet til selve jordsmonnet eller de øverste 2 - 4 m av løsmasseprofilen. Den nedre del av denne sonen får gjerne en karakteristisk brunfarge på grunn av oksyderte jern-/humusforbindelser. Den tradisjonelle NaOH-metoden gir ikke bestandig et entydig svar på innholdet av skadelig humus. Dette er blant annet avhengig av mineralsammensetningen og geokjemiske faktorer generelt. Indikerer NaOH-metoden skadelig humus bør det i tillegg utføres målinger etter den nye titreringsmetoden og eventuelt foretas herdeforsøk. Salter og klorider kan skape korrosjonsproblemer på innstøpt stål, danne belegg på betongoverflater og øke faren for alkalireaksjoner. Her til lands kjenner vi problemet i forbindelse med utnyttelse av submarine forekomster. Salt sjøvann som fukt i tilslaget vil vanligvis ikke ha noen innflytelse på vanlig konstruksjonsbetong. Når det prosjekteres spennbetong eller betong som skal være bestandig i spesielt aggressive miljø som marint miljø, brodekker etc., må det imidlertid tas hensyn til kloridinnholdet. I flomålet (strandsonen) kan salt anrikes i særlig grad. I Norsk Standard (NS 3474) skal det totale kloridinnholdet ikke overstige 1 prosent av sementvekten. I utenlandske standarder er 0.1 prosent nevnt som grense når det siktes mot spennbetongkvaliteter.

Belegg (beising) av finstoff (leir, evt. siltfraksjonen) kan redusere heftfastheten pasta/tilslagskorn og redusere den generelle betongfastheten. Silt- og leirbelegg kan forekomme i områder med høyereliggende sand- og grusavsetninger. Foruten selve belegget kan det også forekomme klumper og linser med silt/leir.

Innhold av humus, salter, klorider og overflatebelegg kan effektivt motvirkes ved en vaskeprosess. Vasking kan imidlertid lett føre til utvasking og reduksjon av fillerinnholdet.

2.2. Sand og grus til vegformål

Vegnormalene stiller krav til mekaniske egenskaper, gradering og kornform. Kravene kan omfatte steinklasse, abrasjonsverdi, flisighet, slitasjeverdi, humusinnhold, gradering samt bergartsinnhold. Kravene avhenger av hvor i vegkroppen materialet benyttes, klimaet og trafikkbelastningen. Vegteknisk skilles det klart mellom dekker, bærelag og forsterkningslag. I disse tre lag i vegens overbygning stilles det vesensforskjellige krav til materialet.

Det viser seg fordelaktig å benytte en høyere andel med knust materiale i fraksjonen over fire millimeter. Dette gir blant annet mer stabile og bæredyktige vegkonstruksjoner. Det bemerkes at det generelt benyttes naturmateriale i fraksjonen under fire millimeter. Unntatt fra dette er

ekstra tilsats av filler. Her krever Vegnormalene at det benyttes filler nedmalt eller knust fra forvittringsbestandige bergarter.

De strengeste kravene stilles for materiale i vegdekker. Figur 7 gir oversikt over dekketyper der det kan benyttes en større eller mindre andel med naturgrus i fraksjonen over 4 millimeter. På de sterkest trafikkerte veger kreves det vanligvis dekker med mer enn 80 prosent knust steinmateriale.

I bære- og i forsterkningslag kan det benyttes grus og sand i en rekke konstruksjonselementer. Figur 6 gir oversikt over de materialkrav som normalene stiller til naturgrusen. I mekanisk stabiliserte bærelag kreves det minst 50 prosent knuste flater (fraksjoner større enn 4 mm). Grovknust steinmateriale gir generelt god stabilitet og knuseøkonomi, men kan øke faren for separasjon. I bituminøst- og sementstabiliserte bærelag kan det benyttes naturgrus, men det stilles krav til steinklasse og flisighet alt etter trafikkbelastningen. Vegnormalene krever at det ikke skal benyttes steinmateriale med mer enn 20 og 35 prosent svake bergarter i henholdsvis bære- og forsterkningslag. Størsteparten av sand- og grusmaterialer til vegformål benyttes i bære- og forsterkningslag.

2.2.1 Mekaniske egenskaper og kornform

Ut fra mekanisk styrke (sprøhetstallet) og kornformen (flisighetstallet) klassifiseres veggrus i steinklasser i henhold til gjeldende norm i fem kvalitetsklasser fra klasse 1 til 5 (5 er laveste kvalitet). Figurene 6 og 7 viser de krav som stilles til steinklasse, flisighet og abrasjonsverdi, og innholdet av mekaniske svake bergarter i de ulike deler av vegoverbygningen.

2.2.2 Uheldig bergartsinnhold

Enkelte bergarter kan ikke anbefales i vegdekker. Dette gjelder for eksempel fyllitt, kalkstein, leirskifer og olivin.

2.2.3 Korngradering

Statens vegvesen stiller krav til korngradering til de fleste deler av overbygningen. I vegdekker og de fleste bærelag er graderingskravene strenge med krav om tilpasning til normgivende siktekurver. I forsterkningslag er det ikke krav til kornkurve, men forholdet mellom 60 og 10 prosent-gjennomgangen (Cu-verdien) skal være større enn 10 i det øvre forsterkningslaget.

GRUS. MATERIALKRAV I BÆRE- OG FORSTERKNINGSLAG													
Del av vegoverbygging			Årsdøgntrafikk	Stein-klasse maks.	Flisighet for matr. > 11.2	Abrasjonsmotstand	%-andel <75 mikron, matr. <19mm	%-andel knust matr. > 4.0mm.	%-andel knuste flater, totalt	%-andel svake bergarter 8-16 mm	Humusinnhold	Graderingskrav /d _{max}	
Mekanisk stabilisert bærelag	Knust grus	Øvre	< 300	3	< 1.50		< 9		> 50	(<25)	< 1% (Glødemetoden)	Grensekurver /32mm	
		Nedre	< 1500	3	< 1.50		< 9		> 50	(<25)			
BÆRERLAG	Asfaltert sand (As)		300-5000	5	-			> 35		(<25)	< 0.5 (NaOH-metoden)	Tilpassning /11.2mm	
	Asfaltert grus (Ag)		1500-5000	4	< 1.55			> 35		(<25)		Tilpassning /32mm	
			> 5000	3	< 1.50			"		"		Grensekurver /32mm	
	Bituminøst stabilisert bærelag	Emulsjonsgrus (Eg)		< 1500	4	< 1.60		< 5 2)				(<25)	Grensekurver /32mm
				1500-15000	3	< 1.50		"				"	Grensekurver /16mm
	Skumgrus (Sg)		< 1500	4	< 1.60		< 12 2)					(<25)	(Grensekurv.) /16mm
			1500-5000	3	< 1.50		"					"	Grensekurver (37mm)
Bitumenstabilisert grus (Bg)		< 1500	4	< 1.60		< 17 2)				(<25)			
		1500-5000	3	< 1.50		"				"			
Sementstabilisert grus (Cg) 1)		> 300	5	< 1.60						(<25)			
FORSTERKNINGSLAG	Øvre			4			< 8 2)			(<35)	< 1% (Glødemetoden)	Cu > 15 (150mm)	
	Nedre			5			< 8 2)			(<35)		Cu > 5	

1) = Krav til trykkfasthet kommer i tillegg

 2) = Materiale < 16 mm d_{max} = Største tillatte kornstørrelse

(=) = Anbefalt verdi, ikke krav

Figur 6. Grus. Materialkrav i bære- og forsterkningslag (iht. Statens vegvesen håndbok 018).

GRUS. MATERIALKRAV I VEGDEKKER														
Del av vegoverbygging			Årsdøgntrafikk	Stein-klasse maks.	Flisighet for matr. > 11.2 maks.	Abrasjonsmotstand	Slitasjemotstand	%-andel knust matr. > 4.0mm.	%-andel knust matr. > 8.0 mm	%-andel svake bergarter 8-16 mm	Humusinnhold	Graderingskrav /d _{max}		
B I T U M I N Ø S E V E G D E K K E R 1)	Varmerproduserte dekker i verk	Asfaltbetong (Ab)	1500- 3000	3	< 1.45	< 0.55	< 3.5	> 50	-	(< 20)	< 2 (NaOH-metoden)	Grensekurver /22 mm		
			3000- 5000	"	"	"	< 3.0	> 60	-	"				
			5000- 15000	2	"	< 0.45	< 2.5	> 70	-	"				
			> 15.000	1	"	< 0.40	< 2.0	> 80	-	"				
	Asfaltgrusbetong (Agb)	< 300	3	< 1.50	-	-	> 20	-	-	(< 25)	Grensekurver /22mm			
		300- 1500	"	"	(< 0.65)	-	"	-	-	"				
		1500- 3000	"	"	< 0.55	< 3.5	"	-	-	"				
	Bituminøst stabilisert bærelag	Mykasfalt (Ma)	< 300	3	< 1.50	-	-	> 20	-	-	(< 20)	< 0.5 (NaOH-metoden)	Grensekurver /22mm	
			300- 1500	"	< 1.50	(< 0.65)	-	"	-	-	"			
			1500- 3000	"	< 1.45	(< 0.55)	< 3.5	> 30	-	-	"			
		Emulsjonsgrus, tett (Egt)	< 300	3	< 1.50	-	-	> 20	-	-	(< 20)			Grensekurver /16mm
			300- 1500	"	< 1.45	(< 0.65)	-	"	-	-	"			
1500- 3000			"	< 1.45	< 0.55	< 3.5	"	-	-	"				
Emulsjonsgrus, drenerende (Egd)	< 300	3	< 1.50	-	-	> 50	-	-	(< 20)	Grensekurver /22mm				
	300- 1500	"	< 1.45	(< 0.65)	-	"	-	-	"					
1500- 3000	"	< 1.45	< 0.55	< 3.5	"	-	-	"	"					
Asfaltskumgrus (Asg)	< 1500	3	< 1.50	-	-	-	-	-	(< 20)	Grensekurver /16mm				
Oljegrus (Og)	< 300	3	< 1.50	-	-	-	-	-	(< 20)	Grensekurver /16mm				
	300- 1500	"	< 1.45	-	-	-	-	-	"					
GRUS-DEKKE				(3)	< 1.50	-	-	-	> 30	(< 20)	< 1% (Glødemetoden)	Grensekurver /19mm		

() = Anbefalt verdi, ikke krav

- = Krav/anbefalinger foreligger ikke

d max = Største tillatte kornstørrelse

1) = I tillegg kreves : Innhold av magnetkis < 0.5, samt et ikke fastsittende belegg.

2)

Figur 7. Grus. Materialkrav i vegdekker (iht Statens vegvesen håndbok 018).

Volumet er en viktig faktor ved mange sand- og grusundersøkelser. Ofte stipuleres volumet som produktet av gjennomsnittlig mektighet (tykkelsen av ressursen ned til fast fjell, grunnvann eller andre løsmasser) og arealet. Andre ganger kreves det detaljerte opplysninger om mektigheten for å beregne volumet. Nøyaktigheten avhenger både av de naturgitte forutsetninger og ambisjonsnivået ved undersøkelsene.

3. FELTUNDERSØKELSER

3.1 Løsmassekartlegging

Kartlegging av løsmassene er en systematisk befaring og tolkning av løsmasseforholdene fra overflaten. Løsmassene kan deles inn etter deres dannelse, egenskaper og utbredelse. Resultatene tegnes inn og presenteres på løsmasse- eller kvartærkart. Under kartleggingen nyttes det ofte flyfoto montert på et Brett med enkle stereobriller. Dette gir en tredimensjonal terrengmodell som er meget nyttig for å se og tolke typiske terrengformer. Økonomisk kartverk med fem meters koter er også nyttig i felt. Den øverste meteren av løsmassene vurderes dessuten med stikkbor og spade. Snitt, skjæringer og byggegroper gir dessuten nyttig informasjon om lagfølge og mektighet. I mange tilfeller vil resultater fra tidligere undersøkelser forenkle feltarbeidet.

3.2 Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter

For å vurdere volum og kvalitet kreves det opplysninger om løsmassenes mektighet, lagfølge og sammensetning. Snitt i massetak, vegskjæringer, byggegroper og naturlige utglidninger etc. kan gi tilstrekkelig informasjon, men mange ganger må det graves sjakter med gravemaskin eller for hånd. Sjaktene plasseres på steder der det er lett å nå ned til urørt, humusfritt materiale. På grusterrasser plasseres sjaktene gjerne langs utvalgte profil i brattskråninger for å få et best mulig bilde av den vertikale variasjon i kornstørrelses-sammensetningen.

3.3 Prøvetaking

Vekten av prøvetatt materiale i snitt og sjakter varierer fra 0,5 til 22 kg ved kornfordelingsanalyser (avhengig av toppsiktets lysåpning), 5-15 kg ved sprøhet og flisighetsprøver og 30-80 kg ved betongprøver. For å unngå store prøvemengder siktes ofte materialet i felt.

3.4 Seismiske undersøkelser

Seismiske undersøkelser går ut på å måle lyd hastigheten innenfor de enkelte lag i løsavsetninger og berggrunn. Lydbølgene forplanter seg med ulik hastighet i forskjellige jordarter og er sterkt avhengig av vannmetningsgrad. Målingene skjer ved at en gjennom sprengning eller slag initierer lydbølger som forplanter seg gjennom avsetningene. Geofoner utplassert langs en profillinje registrerer når lydbølgen når fram til de enkelte geofonpunkter, og tiden avleses på et instrument (seismograf). Disse tidsavlesningene danner basis for beregning av lyd hastighet som funksjon av dyp, og resultatene fremstilles i seismiske profiler. Opptrer det sjikt med ulik lyd hastighet tegnes disse inn på profilene. Sjiktgrensene definerer gjerne endringer i geologiske forhold (korngradering, vanninnhold, pakningsgrad, porøsitet etc.). I løsmasser er metoden ofte velegnet til å bestemme dyp til grunnvannsnivå og fjell, da disse overgangene vanligvis medfører store sprang i lyd hastighet. Nøyaktigheten avhenger av en rekke faktorer, men grovt sett antas nøyaktigheten i sjiktgrensebestemmelse å være +/- 1 m inntil 10 m's dyp. På dyp over 10 m settes feilmarginen generelt til 10 prosent.

Følgende oversikt viser "normal" variasjon i lyd hastighet innenfor spesielle avsetningstyper:

- sand/grus	over grunnvannsnivå	200- 800 m/s
- sand/grus	under grunnvannsnivå	1400-1600 m/s
- morene	over grunnvannsnivå	700-1500 m/s
- morene	under grunnvannsnivå	1500-1900 m/s
- leire		1100-1800 m/s

Figur 8. Seismiske hastigheter i en del jordarter

3.5 Løsmasseboring med Borros Polhydrill

Borros beltegående borrhigg er en lett og mobil enhet som benyttes under oppfølgende og detaljerte løsmasseundersøkelser. Borrhiggen foretar både sonderende og prøvehentende boringer. Riggen blir særlig brukt i forbindelse med ressursundersøkelser når det er behov for en sikker vurdering og dokumentasjon av materialsammensetningen innen forekomstene. I praksis har det vist seg at riggens penetrasjonsevne ved sonderboringer er 40-50 m, og 20-30 m ved de prøvehentende boringene. Særlig verdifull blir boringene dersom de kan kombineres med indirekte undersøkelsesmetoder som seismikk og elektriske målinger.

Boringene foregår både med slag og rotasjon, og det skjer en kontinuerlig spyling med vann (evt. tilsatt stabiliserende kjemikalier). Under sonderboringen benyttes 36 mm 1 m's borstenger med 40 mm krysskjærkrone. Under de prøvehentende boringene benyttes en borkrone på 74 mm. I prøvefangeren kan det tas opp prøver på omlag 1 kg. Vanligvis betjenes borrhiggen av to mann.

3.6 Enkel sondering med Pionærbormaskin

Dette er en lett mobil utrustning som kan betjenes av to personer uten særlig opplæring. Sonderingene foregår ved at den skjøtbare borstrengen blir slått ned i grunnen ved hjelp av den bensindrevne Pionær slagboremaskinen. Det benyttes 1 m's borstenger med diameter 25 mm og en kantformet borspiss hvis maksimale diameter er noe større enn hos selve borstrengen. Denne type borer lar seg ikke gjennomføre i stein- og blokkrike avsetninger eller annet hardt pakket materiale. Det kan til denne utrustningen også benyttes en enkel prøvehentende gruskannebor, men prøvemengden er liten og påliteligheten heller dårlig. For hver boremeter er det vanlig at bormannskapene roterer borstrengen manuelt for å "høre" hvilket materiale borspissen befinner seg i. Tolkningen er subjektiv, men på begrensede dyp inntil 10-15 m gir metoden ofte verdifull informasjon, særlig om den suppleres med geofysiske undersøkelser.

4. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENE INNDELING

4.1 Generelle trekk i Norges kvartærgeologi

Kvartærgeologien omhandler den yngste perioden av Jordens geologiske historie - Kvartærtiden. Perioden er preget av store klimasvingninger med istider og varmere mellomistider. Under istidene var landet mer eller mindre dekket av innlandsbreer som gravde ut og transporterte med seg store mengder løsmateriale. Mye av dette materialet ble fraktet ut i havet og avsatt der. Tyngden av ismassene førte til at jordskorpen ble presset ned. Da isen smeltet vekk hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ved kysten. Landhevingen har ført til at store arealer med gammel hav- og fjordbunn i dag ligger over havnivået.

Løsmassene som finnes på land i dag, er for det meste dannet under og etter siste istid. De største forekomstene er knyttet til hevete hav- og fjordområder, dalfører og enkelte viddeområder i innlandet.

4.2 Innholdet på kvartærgeologiske kart

Kartet viser løsmassenes utbredelse og egenskaper. Det gir også opplysninger om dannelsesmåte, overflateformer, innlandsisens bevegelsesretning og avsetningsforhold. Kartet fremstiller forholdene nær markoverflaten. Mektighet og lagfølge er angitt hvor data foreligger. For de sorterte avsetninger som f.eks. breelvavsetninger og elveavsetninger er kornstørrelsene på kartet angitt på grunnlag av en visuell vurdering i felt, og bruk av 1 m's lett bærbar stikkbor. For de usorterte avsetninger (f. eks. morenemateriale) er kornstørrelser ikke vist på kartet, men blokkrik overflate og store enkeltblokker kan være angitt.

4.3 Løsmassenes inndeling

Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåte og -miljø. Det er således de ulike geologiske prosessene som avspeiles gjennom inndelingen på kartet.

Morenemateriale er løsmasser avsatt direkte av isbreer. Det danner et mer eller mindre sammenhengende dekke over berggrunnen. Andre løsmasstyper ligger ofte på et underlag av morenemateriale. Morenematerialet består oftest av alle kornstørrelser fra blokk til leir, men mengden av ulike kornstørrelser kan variere. Bergartsfragmenter i materialet er som regel ganske skarpkantet. På og nær markoverflaten er som regel blokk og steininnholdet høyere enn mot dypet. Særlig blokkrike arealer er angitt. Utrast materiale fra mektige moreneavsetninger er svært vanskelig å avgrense fra morenemateriale for øvrig ved vanlig overflatekartlegging.

Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis stor mektighet brukes for arealer med få eller ingen fjellblotninger. Berggrunnens småformer trer ikke tydelig fram på grunn av morenemektigheten som vanligvis er fra en halv til noen få meter. Lokalt kan imidlertid mektigheten være langt større.

Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over fjellgrunnen brukes for arealer hvor mektigheten er liten. Berggrunnens småformer trer tydelig fram, og som regel finnes mange små fjellblotninger. I enkelte mindre berggrunnsforsenkninger kan mektigheten være mer enn en halv meter.

Breelavsetninger er løsmasser avsatt av strømmende smeltevann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein og gruskorn er som regel rundet.

Hav- og fjordavsetninger er brukt for løsmasser bunnfelt i havet. På grunn av landhevingen finnes disse avsetningene ofte høyt over dagens havnivå. Silt og leir er oftest de dominerende kornstørrelser. I mange områder har det gått

Leirskred. Tydelige skredkanter tegnes på kartet, men utraste leirmasser kan være vanskelig å skille fra uforstyrrede hav- og fjordavsetninger ved vanlig overflatekartlegging.

Elve- og bekkeavsetninger er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelavsetningene, men de er som regel bedre sortert og har ofte bedre rundete korn.

Lave elvesletter omfatter de lave elveslettene og elveleiematerialet i tilknytning til dagens elveløp. De er karakterisert ved lite mektige sand- og grusavsetninger over andre løsmasstyper og generelt høy grunnvannstand (1-2 m under overflaten).

Elvedelta får en dannet der elver munner ut i rolig vann. Eldre elvedelta vil p.g.a. landhevingen bli hevet over havnivået. Har elven hatt stor materialtilgang kan elvedelta være betydelige sand- og grusressurser.

Flomskredvifter dannes der bekker i dalsidene munner ut i flatt terreng. Deres ytre form er meget karakteristisk. Materialet kan variere mye fra litt omlagret morenematerialet avsatt under flomskred til bedre sortert sand, grus og stein. Grusvifter kan i enkelte tilfelle egne seg til høyverdige formål, men i mange vifter er innholdet av organisk materiale skadelig høyt.

Ur er brukt som en fellesbetegnelse på avsetninger dannet ved steinsprang.

Skredmateriale er brukt om materiale i bratte dal- eller fjellsider og består av en blanding av nedrast forvittringsmateriale og morenemateriale med innslag av ur og organisk materiale. Mektigheten er ofte liten, men tiltar mot de lavereliggende deler av skråningen. Mektige flomskredvifter foran elver og bekker i dalsider kartlegges ofte som elve- og bekkeavsetninger.

Torv- og myrdannelser er brukt som fellesbetegnelse på forekomster av torv, dy og gytje med mektighet større enn omlag 0,3 m.

Fyllmasser er løsmasser tilført av mennesker. Betegnelsen er brukt for steintipper, søppelfyllinger og andre større fyllinger. Bakkeplanering i jordbruksområder er ikke inkludert.

4.4 Kornstørrelser

De hovedfraksjoner for kornstørrelser som brukes er følgende:

Blokk (Bl)	større enn 256 mm
Stein (St)	256-64 mm
Grus (G)	64-2 mm
Sand (S)	2-0.063 mm
Silt (Si)	0.063-0.002 mm
Leir (L)	mindre enn 0.002 mm

Ved omtalen av sorterte avsetninger angis hovedfraksjonen i substantivform, f.eks. grusig sand (mest sand, grus utgjør mer enn 10 prosent, andre hovedfraksjoner utgjør mindre enn 10 prosent). I parentes er angitt de ulike fraksjoners standardiserte forkortelse.

5. LABORATORIEUNDERSØKELSER

Kornfordelingsanalyse
Bergarts- og mineralkorntelling
Humus- og slambestemmelse
Prøvestøping

5.1 Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingsanalysen viser kornstørrelsesfordelingen i prøvene. Metoden blir utført i.h.t. Vegdirektoratets analyseforskrifter og Norsk Standard 427A, del 2. En avpasset mengde skaptørket materiale tørrsiktet i en ferdig oppsatt siktesats med kvadratiske lysåpninger av definerte dimensjoner. Det benyttes ved NGU ordinært en siktesats med følgende lysåpninger: (64) - (32) - 16 - 8 - 4 - 2 - 1 - 0.5 - 0.25 - 0.125 og 0.063 mm. Toppsiktet er vanligvis på 16 mm, men når det er viktig å bestemme korngraderingen for grovere fraksjoner benytter en alternativt toppsikt på 32 eventuelt helt opp til 64 mm. I de sistnevnte tilfelle kreves det at den innsamlede prøvemengden er atskillig større. Etter sikting veies materialet på hvert sikt og vektprosent av totalt materiale i analysen bestemmes. På grunn av materialtekniske egenskaper til finkornig materiale, må kornstørrelsesfordelingen for materiale mindre enn sand (0.063 mm) bestemmes ved slemmeanalyse.

Gjennomgangsprosenten for et sikt er summen av vektprosentene på alle mindre sikt. Resultatene presenteres vanligvis i et kornfordelingsskjema, der gjennomgangsprosent plottes mot den tilhørende lysåpning. Ut fra kornfordelingsanalysen kan en bestemme flere parametre som karakteriserer materialets kurveforløp:

Middelkornstørrelsen:	50 prosent gjennomgang
Sorteringstallet:	Mål for spredning i kornstørrelse

5.2 Bergarts- og mineralkorntelling

Slike tellinger er viktige for å klarlegge sand- og grusmaterialers bergarts-/mineralkorn-sammensetning, fysiske tilstand, overflateegenskaper samt kornform og rundingsgrad. For å dokumentere egnethet til høyverdige formål er det nødvendig med tellinger. Resultatene kan også gi viktig informasjon om geologiske forhold.

Materiale til tellingene kan splittes ut fra ulike prøver eller samles inn spesielt til dette formålet. Telling utføres vanligvis på utvalgte fraksjoner i grusfraksjonen og i sandfraksjonen. Omlag 100 korn splittes ut og klassifiseres visuelt ett for ett i mikroskop eller for

øyet. For sikker identifikasjon er det vanlig å teste gruskorns ripemotstand med stålspatel, anvende saltsyre for å påvise kalkstein, eventuelt magnet for å påvise magnetitt. I sjeldne tilfelle utføres det røntgen, D.T.A. eller kjemiske analyser på pulverpreparater av prøvene. Bergartskorn (blandkorn) deles inn i grupper som erfaringsmessig påvirker materialets egenskaper til høyverdige formål og som det samtidig er praktisk mulig å identifisere sikkert. Innhold av bløte, mekanisk svake og forvitrede bergartskorn vil forringe materialets kvalitet. Fyllitt, porøs kalkstein, glimmerskifer etc. er alle eksempel på uheldige bergarter. Mineralkorn (frikorn) deles etter samme prinsippet inn i 2-3 grupper. Mineralkorn er vanligvis enklere å identifisere enn bergartskorn og normalt følges denne inndelingen:

1. Lyse korn: for det meste feltspat og kvarts, men i en del tilfelle kalkspat, zeolitter etc.
2. Mørke korn: vanlige er hornblende, feltspat, pyroksen, granat, ertskorn etc.
3. Glimmerkorn: for det meste frikorn av muskovitt og biotitt. Det viser seg at et høyt glimmerinnhold i sandfraksjonen reduserer materialets egnethet som betongtilslag. Overflatebelegg på mineralkorn kan gi dårlig heft både i betong og i bituminøse vegdekker.

Inneholder betongtilslag mer enn 20 % sannsynlig og mulig reaktive bergarter (se fig. 5.) må det foretas supplerende undersøkelser. Iht. kravene fra Norsk Betongforening skal tellingene foretas i flere fraksjoner på slippreparerte prøver.

5.3 Humus- og slambestemmelse

Humusinnholdet bestemmes ved natronlutmetoden i.h.t. Norsk Standard 427A, del 2. En viss mengde prøvemateriale mindre enn 4 mm rystes i en natronopløsning med bestemt konsentrasjon. Etter en tids henstand registreres humusinnholdet som en eventuell misfarging av væskesøylen over det bunnfelte materialet og vurderes visuelt etter en oppsatt skala. Slamhøyden registreres også. Metoden må kun betraktes som orienterende. Prøvestøping må til om man med sikkerhet skal avgjøre om eventuelle humussyrer er skadelige for betong.

Testen viser kun at prøvene inneholder humussyrer, men sier ikke noe om den skadelige innflytelsen på betong.

5.4 Betongprøving

Tilslaget må prøvestøpes i betong både når det settes store krav til dokumentasjon av kvalitet, eller når det kreves målrettet tilpassing av blanderesepert. Det viser seg at de ulike delmaterialer i en betong ikke fullt ut kan verdsettes uavhengig av hverandre. Riktig

sammensetning og proporsjonering av forholdet mellom fint og grovt tilslag kan utjevne forskjeller i mørtelkvalitet. Et eksempel på dette er "spranggradert" materiale som først

kommer til sin rett under betongprøving. Mørtelfastheter alene må derfor ikke tillegges for stor vekt når betong skal vurderes. Betongprøving krever større prøvemengder og bedre laboratorieutrustning. Vanligvis prøves sanden (0-8 mm) i ordinær konstruksjonsbetong (fasthetsklasse C 25) sammen med et standard grovt tilslag (8-25 mm). Når det tilsiktes høyfast betong (C80-C100) vil tilslaget også få større betydning for fastheten. I slike tilfelle må både den grove og den fine delen av tilslaget prøvestøpes. Betong prøvestøpes vanligvis med et gitt v/c-forhold og en gitt sementmengde avhengig av tilsiktet betongkvalitet. I den ferske blandingen bestemmes bearbeidbarhet/støpelighet. Deretter støpes det ut terninger som trykkprøves etter 7 og 28 døgn. Betongens romdensitet og luftporeinnhold bestemmes også. I betong øver en rekke faktorer innflytelse på betongegenskapene. Det kan derfor være vanskelig å vurdere enkeltresultater mot hverandre.

- * Fallprøve (sprøhet og flisighet)
- * Abrasjon
- * Slitasjemotstand
- * Kulemølle
- * Los Angeles
- * Polished Stone Value (PSV)
- * Tynnslip

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 puk, 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 ukorrigerede 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 puk.

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 knusetrinn 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 overflateforvitring. 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 verksprodusert 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 årstdøgntrafikk (ÅDT) større enn 1500 kjøretøy. Det er også innført krav til abrasjonsverdien for tilslag til anvendelse i bære- og forsterkningslag.

Et representativt utvalg med puk Korn 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 tilslagslagets 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 pukkk) og ASTM C535 (grov pukkk) 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 veghjulet 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 og 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 planparallel 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.