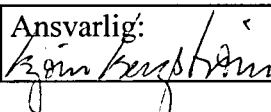


NGU Rapport 99.041

Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus
og pukk i Vindafjord, Tysvær, Haugesund og
Karmøy kommune. Rogaland fylke.

Rapport nr.: 99.041		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus og pukk i Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune. Rogaland fylke.			
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Rogaland fylkeskommune, NGU	
Fylke: Rogaland		Kommune: Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 84	Pris: kr. 170,-
		Kartbilag: 2	
Feltarbeid utført: juni-sept. 97	Rapportdato: 25.05.1999	Prosjektnr.: 2680.03	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Gjennom et samarbeidsprosjekt mellom Rogaland fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse er sand,- grus- og pukkforekomstene i fylket vurdert. Formålet med prosjektet har vært å foreta en klassifisering av naturlige byggeråstoffer for å gi planleggerne et bedre bakgrunnsmateriale i arbeidet med forvaltningen av disse ressursene.</p> <p>Det er foretatt oppdatering og ajourføring av Grus- og Pukkregisteret og en kommunevis vurdering av forekomstene 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 forsyningssammenheng.</p> <p>I denne rapporten presenteres resultatene fra Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune. Av disse er det kun Vindafjord som har sand og grus og som kan dekke deler av forbruket ved egenproduksjon. Det produseres også pukk i kommunen som dekker eget forbruk samtidig som noe eksporteres til nabokommuner.</p> <p>Tysvær har ingen egenproduksjon av sand og grus, men produserer store mengder pukk for eksport. Det importeres både sand, grus og pukk for å dekke eget forbruk.</p> <p>Haugesund har ingen forekomster og det som trengs av disse byggeråstoffene må hentes utenfra.</p> <p>Karmøy har ingen sand- og grusforekomster og må importere det som trengs av byggeråstoff fra andre kommuner i fylket. Det produseres pukk hvorav noe brukes i kommunen og noe går til Haugesund. Det er likevel behov for stor tilførsel av pukk utenfra for å dekke behovet.</p> <p>I kommuner med underskudd på byggeråstoffer er forbruksstedet, hvilken kvalitet som kreves og pris avgjørende for hvor massene hentes fra.</p>			
Emneord: Ingeniørgeologi	Pukk	Byggeråstoff	
Sand og grus	Vegformål	Betongformål	
Arealplaner	Ressursforvaltning	Fagrapport	

INNHold

FORORD	5
1. KONKLUSJON	6
2. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I FYLKET	8
3. BRUK AV GEOLOGISKE DATA I KOMMUNAL PLANLEGGING	11
4. KLASSIFISERING OG RANGERING AV FOREKOMSTENE	13
4.1 Klassifisering av forekomstene etter kvalitet	13
4.2 Rangering av forekomstene etter hvor viktige de er som ressurs	15
4.3 Temakart	15
5. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I DE ENKELTE KOMMUNENE	17
5.1 Vindafjord kommune (4 mill m³ utnyttbart volum)	17
5.1.1 Ressurssituasjonen	17
5.1.2 Framtidig situasjon	17
5.2 Tysvær kommune	18
5.2.1 Ressurssituasjonen	18
5.2.2 Framtidig situasjon	18
5.3 Haugesund kommune	19
5.3.1 Ressurssituasjonen	19
5.3.2 Framtidig situasjon	19
5.4 Karmøy kommune	19
5.4.1 Ressurssituasjonen	19
5.4.2 Framtidig situasjon	20
LITTERATUR	21
KARTREFERANSER	21

TABELLER

1. Pukkregisteret
 - 1.1 Fylkesoversikt, pukkkforekomster (1 side)
 - 1.2 Fylkesoversikt, pukkkforekomster med analyser (3 sider)
 - 1.3 Fylkesoversikt, egnethetsvurdering (2 sider)
2. Grusregisteret
 - 2.1 Fylkesoversikt, grusforekomster (1 side)
 - 2.2 Kommuneoversikt, grusforekomster (4 sider)
 - 2.3 Kommuneoversikt, massetak og observasjonslokaliteter (3 sider)
 - 2.4 Kommuneoversikt, bergarts- og mineraltelling (1 sider)
 - 2.5 Kommuneoversikt, mekaniske egenskaper (1 sider)

VEDLEGG:

1. Standardvedlegg I: Grus- og Pukkregisteret. Innhold og feltmetodikk. (14 sider)
2. Standardvedlegg II: Sand-, grus- og pukkkundersøkelser (25 sider)
3. Vedlegg A 1-A 8: Pukk. Beskrivelse av laboratoriemetoder (8 sider)

KART

Temakart byggeråstoff

Tegning 99.041. 5.1: Kvalitet til veg- og betongformål i Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune

Tegning 99.041. 5.2: Viktige forekomster i Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune

FORORD

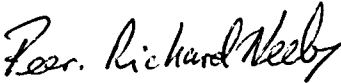
I et samarbeidsprosjekt mellom Rogaland fylkeskommune og Norges geologiske undersøkelse har NGU fått i oppdrag å legge til rette grunnlagsdata for en fylkesdelplan for sand, grus, stein og pukk i Rogaland.


I løpet 1997 har NGU utarbeidet ressursregnskap for sand, grus og pukk i Rogaland fylke for 1996. Grus- og Pukkregisteret er ajourført i alle kommunene og forekomstene klassifisert etter kvalitet til veg- og betongformål og rangert etter hvor viktige de er i forsyningen av byggeråstoffer både lokalt og regionalt.

Resultatene fra Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Tysvær kommune presenteres i denne rapporten i form av tekst og tematiske kart. 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 kommunene. Sammen med miljøhensyn og andre lokale interesser knyttet til arealene, utgjør disse resultatene en viktig del av beslutningsgrunnlaget for naturressursforvaltning og arealplanlegging i de enkelte kommunene.

Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Rogaland fylke for 1996 er presentert i egen rapport, NGU Rapport 97.178.

Trondheim 25. mai 1999


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder byggeråstoff


Knut Wolden
overingeniør

1. KONKLUSJON

Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune er alle underskuddskommuner med hensyn til sand og grus. Bare Vindafjord har registrerte sand- og grusforekomster og har noe egenproduksjon, figur 1. Kommunen må likevel importere sand og grus for å dekke behovet. Vindafjord er selvforsynt med pukk, mens Karmøy dekker noe av sitt behov med egenproduksjon. I tillegg leveres noe til Haugesund som for øvrig må skaffe alt den trenger utenfra. Tysvær produserer store mengder pukk for eksport, men det meste av eget behov til byggeråstoff hentes utenfor kommunen.

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. I tabell 1 er det totale volum først redusert for bebygd volum. Deretter er det skjønnsmessig redusert for andre arealkonflikter, praktisk drift, tilgjengelighet og massenes egenskaper som byggeråstoff. Erfaringstall viser at bare 20-40 % av det totale volum ofte er tilgjengelig for utnyttelse. I Vindafjords tilfelle er 43 % av det totale volum antatt å være utnyttbart.

Tabell 1. Totale volum redusert til utnyttbare volum

Kommune	Totalt volum i mill. m ³	Bebygd volum	Teoretisk uttakbart volum	Konflikter/kvalitet	Utnyttbart volum	% av totalt volum
Vindafjord	9,4	0,6	8,8	4,8	4,0	43
Tysvær	0					
Haugesund	0					
Karmøy	0					

Knutw. 98

Vindafjord kommune (4 mill. m³ utnyttbart volum) har en del sand og grus og dekker deler av behovet ved egenproduksjon, men importerer noe fra Hjelmeland. Kommunen er selvforsynt med pukk og eksporterer også noe til Ølen i Hordaland fylke.

Tysvær kommune har ingen registrerte volum sand og grus, men produserer store mengder pukk for eksport til Europa. Kommunen importerer både sand og grus og pukk for å dekke eget behov.

Haugesund kommune har selv ingen utnyttbare ressurser og må importere sand, grus og pukk fra andre kommuner i fylket.

Karmøy kommune har ingen utnyttbare sand- og grusforekomster og må derfor importere slike masser fra andre kommuner. Det produseres noe pukk, men det er behov for en til dels stor import for å dekke behovet.

I denne rapporten er vurderingene av kvalitet basert på den informasjon som foreligger om kornstørrelse, bergarts-, og mineralsammensetning, mekaniske egenskaper, mektighet og volum i kjente forekomster. Da informasjonsmengden om forekomstene er varierende, er det også lagt inn et visst skjønn ved vurderingene av hvor viktige 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.

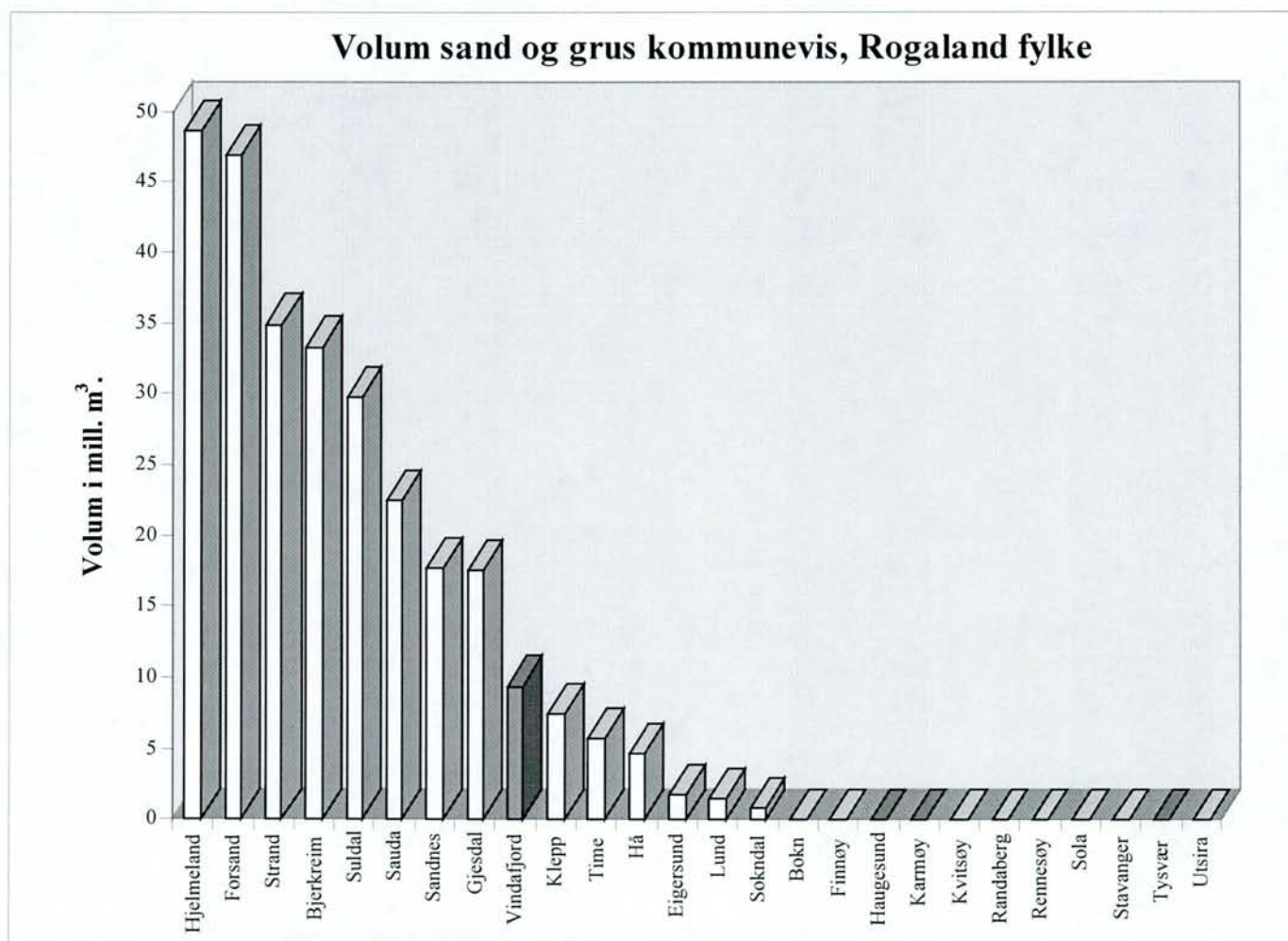
Oppfølgende undersøkelser vil kunne omfatte detaljert overflatekartlegging, seismiske undersøkelser eller georadarundersøkelser, sonderende og prøvehentende borer og graving med gravemaskin for visuell vurdering av massene. Videre vil det være påkrevet med mer omfattende prøvetaking og analysering av kornstørrelse, mineralinnhold og mekaniske egenskaper. For betongtilslag vil også prøvestøping og trykkprøving være viktig for å bestemme massenes egenskaper for forskjellige kvaliteter.

2. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I FYLKET

Rogaland er med et samlet volum på ca. 283 mill. m³ blant de fylker som har minst sand og grus i landet. Ressursene er ujevnt fordelt fra naturens side slik at noen av kommunene har relativt mye sand og grus, mens andre har små eller ingen ressurser, tabell 2, figur 1. (Kommunene som behandles i denne rapporten er uthevet i tabellen og figuren).

Tabell 2. Totalt volum sand og grus i mill. m³ kommunevis i Rogaland.
(Kommuner som omfattes av denne rapporten har uthevet skrift).

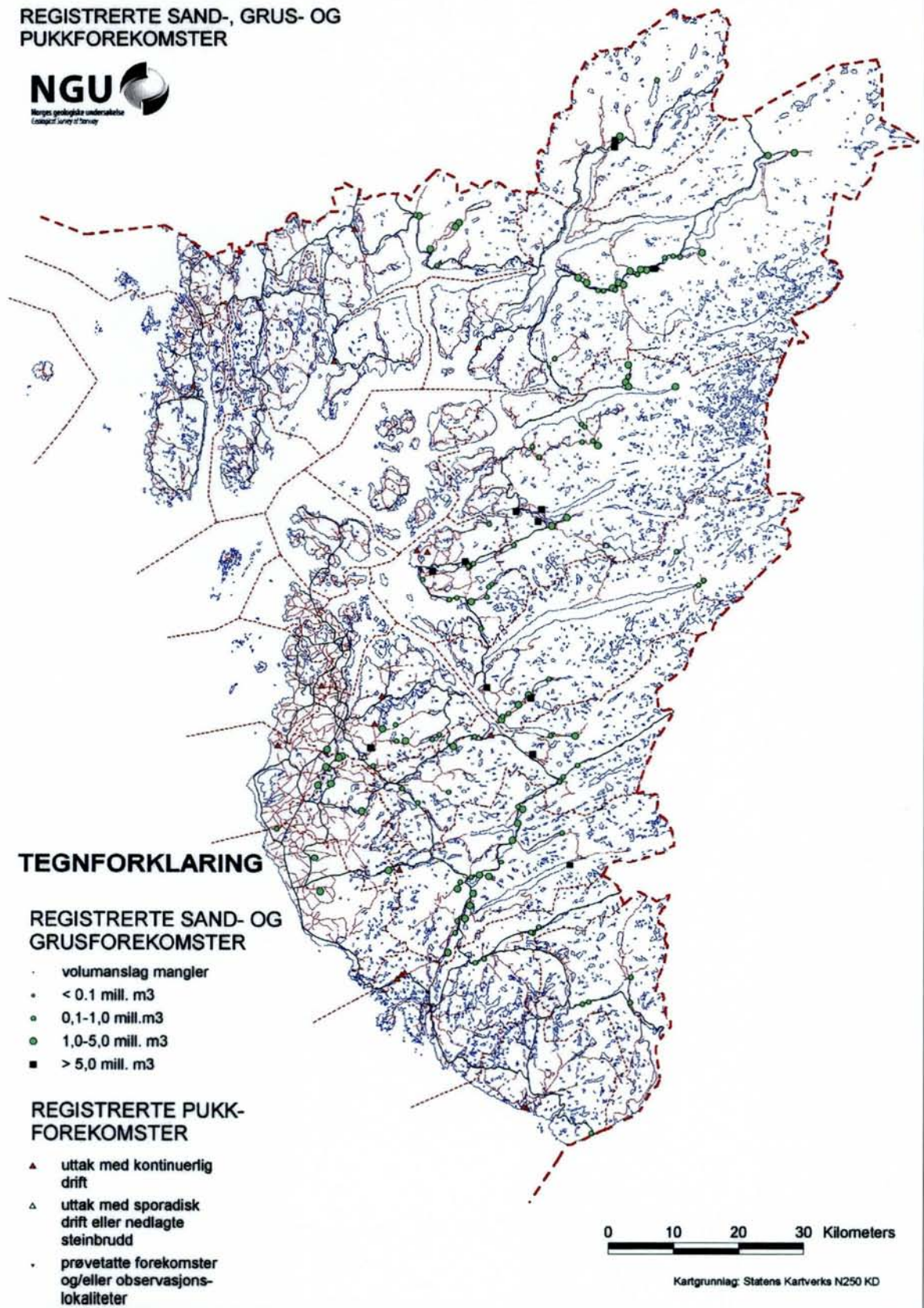
Kommune	Volum i mill m ³	Kommune	Volum i mill m ³	Kommune	Volum i mill m ³
Bjerkreim	33,3	Karmøy	0	Sola	0
Bokn	0	Klepp	7,5	Stavanger	0
Eigersund	1,8	Kvitsøy	0	Strand	34,9
Finnøy	0	Lund	1,5	Suldal	29,8
Forsand	46,9	Randaberg	0	Time	5,8
Gjesdal	17,6	Rennesøy	0	Tysvær	0
Haugesund	0	Sandnes	17,7	Utsira	0
Hjelmeland	48,6	Sauda	22,5	Vindafjord	9,4
Hå	4,7	Sokndal	0,9		



Figur 1. Totalt volum sand og grus for alle kommunene i fylket (i følge grus- og Pukkregisteret).

Rogaland fylke

REGISTRERTE SAND-, GRUS- OG PUKKFOREKOMSTER

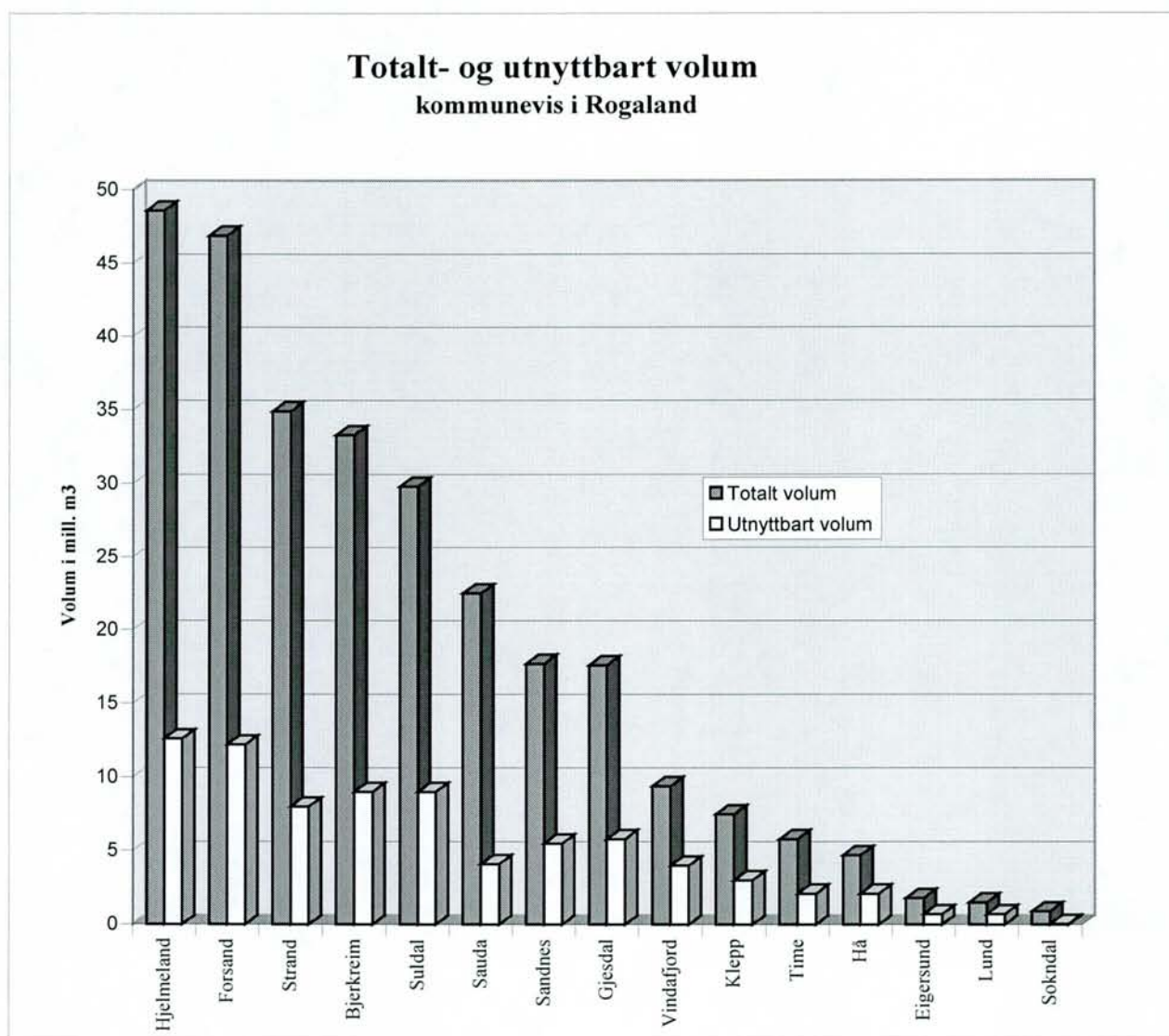


Figur 2. Forekomsternes størrelse og beliggenhet.

Generelt er de indre delene av fylket godt forsynt med sand, grus til de fleste byggetekniske formål hvor slike masser benyttes. I kyst- og øykommunene er det få eller ingen sand- og grusforekomster som er aktuelle for kommersiell drift.

Mest sand og grus finnes i Hjelmeland og Forsand med 45-50 mill m³. Strand, Bjerkreim og Suldal har mellom 30-35 mill. m³, mens Sauda, Sandnes og Gjesdal har 17-22 mill. m³. De største uttakene skjer i Hjelmeland, Forsand, Gjesdal og Strand kommune.

Det er imidlertid stor forskjell på totale volum og utnyttbare volum, tabell 1, figur 3. Bare 20-40 % 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 kvaliteter som er ønskelig.



Figur. 3. Totalt og utnyttbart volum fordelt på kommuner i Rogaland.

Rundt om i kommunene er det åpnet en rekke massetak. Mange av disse er nedlagt eller blir brukt sporadisk til mindre, lokale og private formål. Bare et fåtall massetak blir jevnlig brukt i kommersiell hensikt.

Det er en samfunnsoppgave å legge til rette for en fornuftig og langsiktig utnyttelse av disse viktige ressursene. Både ved etablering av nye uttaksområder og ved eksisterende uttak er det viktig at hele ressursen reserveres for uttak. Det er også viktig at de nærliggende områdene ikke disponeres til formål som på sikt kan utløse konflikter som følge av støy, støv og stor trafikkbelastning fra uttaksvirksomheten. Det er ønskelig at transportavstanden blir så kortsom mulig ut fra samfunnsøkonomiske hensyn (kostnad og miljø). I planleggingen kan man derfor ikke se isolert på de enkelte kommunene, men vurdere større regioner under ett.

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 3. I ressursammenheng er det viktig at man ikke bare tenker lokalt, men også regionalt.

Tabell. 3. 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 er det viktig at hensynet til miljøet og til andre interesser knyttet til bruken av arealene ivaretas. Ved reguleringsplaner kan det settes vilkår for drift, utforming og avslutning av massetak og pukkverk som innarbeides i en driftsplan.

Produksjonen av disse naturressursene var i 1997 på 61 mill. tonn i Norge og representerte en verdi fra produsent på 3.0 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 tilfredsstille. I ressursforvaltningen er det derfor viktig at kvalitetsmessig gode masser kun brukes 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. KLASSIFISERING OG RANGERING AV FOREKOMSTENE

På bakgrunn av analysene i Grus- og Pukkregisteret er det mulig ut fra fastlagte kriterier å foreta en automatisk klassifisering av forekomstene etter kvalitet til veg- og betongformål. Ut i fra dette kan forekomstene rangeres etter hvor viktige de er som byggeråstoffressurs. Analysene som ligger til grunn for klassifiseringen kommer fra prøver tatt i massetak eller prøvepunkt og representerer kvaliteten på massene på dette stedet. Klassifiseringen gjelder massene i sin naturlige tilstand. Ved foredling gjennom sikting, knusing og vasking kan egenskapene forbedres betydelig. Utviklingen av teknologi og utstyr på dette området har de senere åra økt anvendelsesmulighetene av forekomster med i utgangspunktet mindre egnede masser. Det kan derfor oppstå uheldige utslag i rangeringen mellom forekomster med ulik grad av foredling.

4.1 Klassifisering av forekomstene etter kvalitet

Grunnlagsmaterialet for klassifiseringen er noe forskjellig avhengig av detaljeringsgraden i undersøkelsene og hvilke analyser som er utført. Vurderingen av forekomstenes kvalitet til veg- og betongformål er utført på bakgrunn av tre grader av dokumentasjon, figur 4 og 5. Figurene viser også kravene til kvalitet for veg- og betongformål innen de forskjellige dokumentasjonsgradene.

Til vegformål kreves det utført mekaniske analyser for at massene kan klassifiseres som meget gode. I dag brukes knust fjell (pukk) i stadig større grad til vegformål. Bare unntaksvis brukes sand og grus, og da fortrinnsvis til middels og lavt trafikkerte veger (Vedlegg 3. Laboratorieundersøkelser). For sand- og grusforekomstene er det bare i enkelte tilfeller foretatt slike analyser (dokumentasjonsgrad 1, godt undersøkt). En del av klassifiseringene er gjort på bakgrunn av kornstørrelse, bergarts- og mineralinnhold, (dokumentasjonsgrad 2, noe undersøkt), mens de fleste er klassifisert på bakgrunn av kornstørrelse (dokumentasjonsgrad 3, lite undersøkt), figur 4. Man må være oppmerksom på at forekomstene kan få ulik rangering avhengig av dokumentasjonsgrad. Figur 6 viser anvendelsesområdene for materialet innenfor de forskjellige klassifiseringene.

For at en sand- og grusforekomst skal være godt egnet til vegformål kreves det en høy andel grove masser som kan knuses ned til ønskede fraksjoner. Der det ikke er utført mekaniske analyser vil derfor kornstørrelsen være den avgjørende faktoren for klassifiseringen. Kornfordelingen er basert på visuelle vurderinger av en gjennomsnittlig prosentvis fordeling av sand, grus, stein og blokk i massetak og skjæringer. Forekomster hvor det gjennomsnittlige sandinnholdet er høyt vil få en dårlig klassifisering selv om det finnes noe grove masser som kan ha god kvalitet, eksempelvis i et grovt topplag. Likeledes vil grove forekomster med høyt innhold av grus og stein få en god klassifisering uten at den mekaniske styrken på

grusmaterialet er dokumentert. Det er derfor meget viktig at man er klar over hvilke analyser som er utført og hvilken dokumentasjonsgrad som gjelder.

Kvalitetskrav til vegformål

Kvalitetskrav ved klassifisering av forekomstene til vegformål							
Dokumentasjonsgrad	Klassifisering	Mekaniske egenskaper				Bergartstilling % svake korn	Gradering % sand
		Steinklasse	Abrasjon	Sa- verdi	Kulemolle		
1 Godt undersøkt	Meget god (1)	1	0,40	2,0	6	5	40
	God (2)	2	0,45	2,5	9	15	50
	Middels god (3)	3	0,55	3,5	13	35	65
	Dårlig (4)	5	0,75	-	-	50	70
	Meget dårlig (5)	Utenfor klasse	>0,75	-	-	>50	>70
2 Noe undersøkt	God (2)	Ingen analyser				15	50
	Middels god (3)	Ingen analyser				35	65
	Dårlig (4)	Ingen analyser				50	70
	Meget dårlig (5)	Ingen analyser				>50	>70
3 Lite undersøkt	God (2)	Ingen analyser					50
	Middels god (3)	Ingen analyser					65
	Dårlig (4)	Ingen analyser					70
	Meget dårlig (5)	Ingen analyser					>70
4 Ikke undersøkt	Forekomsten er ikke vurdert						

Figur 4. Kvalitetskrav for vegformål etter dokumentasjonsgrad.

For betongformål vil klassifiseringen bli god dersom prosentandelen sand er til stede, selv om den innbyrdes fordelingen (kornkurven) ikke er tilfredsstillende. For nøyaktig å bestemme forekomstenes egenskaper som tilslag for ulike betongformål, må det foretas prøvestøpinger og trykkprøving av disse tilpasset de ønskede kvalitetskrav. For bruk i fuktig miljø som dammer og broer må tilslaget også undersøkes med hensyn til kjemisk reaktive bergarter. I Rogaland har ikke dette vært noe stort problem, men det kan finnes bergarter som kan være reaktive i fylket. Det må i de enkelte tilfellene undersøkes om forekomstene inneholder risikobergarter, og om disse er alkalireaktive (Vedlegg 2. Standardvedlegg, sand-, grus- og pukkundersøkelser).

Kvalitetskrav til betongformål

Kvalitetskrav ved klassifisering av forekomstene til betongformål					
Dokumentasjonsgrad	Klassifisering	Mekaniske egenskaper Steinklasse	Bergarts- og mineraltelling		Gradering % sand
			% svake korn	% fri glimmer	
1 Godt undersøkt	Meget god (1)	2	15	2	60
	God (2)	3	30	5	70
	Middels (3)	4	40	10	75
	Dårlig (4)	5	50	25	80
	Meget dårlig (5)	Utenfor klasse	>50	>25	>80
2 Noe undersøkt	Meget god (1)	Ingen analyser		15	2
	God (2)	Ingen analyser		30	5
	Middels (3)	Ingen analyser		40	10
	Dårlig (4)	Ingen analyser		50	25
3 Lite undersøkt	Meget dårlig (5)	Ingen analyser		>50	>25
	God (2)	Ingen analyser			70
	Middels (3)	Ingen analyser			75
	Dårlig (4)	Ingen analyser			80
4 Ikke undersøkt	Meget dårlig (5)	Ingen analyser			>80
	Forekomsten er ikke vurdert				

Figur 5. Kvalitetskrav for betongformål etter dokumentasjonsgrad.

I dette prosjektet er det foretatt en generell vurdering av egenskapene til betongformål med kornstørrelsen og mineralinnholdet som de viktigste kriteriene, figur 5. Figur 6 viser anvendelsesområdene for materialet innenfor de forskjellige klassifiseringene.

Klassifisering etter kvalitet	Anvendelsesområder
Meget god (1)	Egnet til alle betongformål og vegdekker (ÅDT>15 000)
God (2)	Egnet til alle betongformål og vegdekker (ÅDT> 5 000)
Middels god (3)	Egnet til betongformål og vegdekker (ÅDT> 1 500)
Dårlig (4)	Egnet til betongformål og bære- og forsterkningslag
Meget dårlig (5)	Uegnet

Figur 6. Anvendelsesområder av materialene innenfor de ulike klassifiseringsgradene.
(ÅDT= årstdøgntrafikk)

4.2 Rangering av forekomstene etter hvor viktige de er som ressurs

Sand-, grus- og pukkforekomstene er rangert etter hvor viktige de er som ressurs med utgangspunkt i de mekaniske egenskapene, bergarts- og mineralinnholdet og kornstørrelsen vist i klassifisering av kvalitet, figur 7. Det er også tatt hensyn til forekomstenes volum og uttakenes beliggenhet i forhold til bebyggelse, vegnettet og forbruksområdene. Rangeringen er basert både på forekomster som kan dekke et lokalt behov og forekomster som kan forsyne større områder. Lokale variasjoner i kornstørrelse og bergartenes fordeling i løsmassene gjør at kvaliteten kan variere innen samme forekomst. Det er derfor også lagt en subjektiv vurdering til grunn for rangeringene. Forekomster hvor det er uttak i drift eller sporadisk drift, og hvor det er dokumentert behov for disse massene, klassifiseres som meget viktig eller viktig uavhengig av kvalitet.

4.3 Temakart

I denne rapporten er det utarbeidet to typer kart som viser konklusjonen på undersøkelsene:

“Ressurskart sand, grus og pukk: Kvalitet til veg- og betongformål” og

“Ressurskart sand, grus og pukk: Viktige sand-, grus- og pukkforekomster”

“Ressurskart sand, grus og pukk: Kvalitet til veg- og betongformål” klassifiserer forekomstene etter egenskapene for veg-, og betongformål basert på kriteriene i figur 4 og 5.

De strengeste kravene til kvalitet gjelder for vegdekker på veger med høy trafikkbelastning. Behovet for slike masser er derfor begrenset. Opplysninger fra Statens vegvesen i Rogaland viser en gjennomsnittlig trafikkbelastning på europavegene på 7 500 kjøretøyer i døgnet (ÅDT 7500), på riksvegene ÅDT 5 000 og fylkesvegene ÅDT 1000. På hovedferdselsvegen fra Sandnes og Sola til Stavanger er ÅDT 40 000, men dagtall på 55-56 000 forekommer. Det er

derfor på begrensede vegstrekninger det kreves masser med de strengeste kravene til kvalitet. Av den grunn er det naturlig å redusere klassifiseringen til tre nivåer.

På kartene er masser med meget god og god kvalitet slått sammen og kalt **God**, middels god kvalitet er beholdt som en gruppe og kalt **Middels god**, mens dårlig og meget dårlige masser er slått sammen til **Mindre god**. Der det ikke finnes datagrunnlag eller dette er for dårlig, har forekomstene fått signaturen **Ikke vurdert**.

Forutsetningen for klassifiseringen er at kravet til ett av bruksområdene veg- eller betongformål tilfredsstilles på de tre nivåene, figur 7. Signaturen på kartene er vist i parentes.

“Temakart Byggeråstoff, viktige sand-, grus- og pukkforekomster” viser en rangering av hvor viktige forekomstene er som ressurs basert på forutsetningene i kapittel 4.2. Signaturen på kartene er vist i figur 8.

Klassifisering etter kvalitet	Kvalitetskrav		Kvalitetskart
	Vegformål	Betongformål	Signatur på kartene
Meget god (1)	1-2	1-2	(1)
God (2)			God
Middels god (3)	3	3	(2)
			Middels god
Dårlig (4)	4-5	4-5	(3)
Meget dårlig (5)			Mindre god
Mangler grunnlag (x)	x	x	Ikke vurdert (x)

Figur 7. Kvalitetskrav til forekomstene og signatur på kartene.

Viktighetskart
Signatur på kartene
Meget viktig
Viktig
Mindre viktig
Ikke vurdert

Figur 8. Signatur på kartene.

5. BYGGERÅSTOFFSITUASJONEN I DE ENKELTE KOMMUNENE

5.1 Vindafjord kommune (4 mill m³ utnyttbart volum)

5.1.1 Ressurssituasjonen

I kommunen er det registret 10 forekomster hvor 6 er volumberegnet til samlet å inneholde ca. 9 mill. m³ sand og grus. Av i alt 10 registrerte massetak er det sporadiske uttak i 3, mens de øvrige er nedlagt. Kommunen kan dekke det meste av sitt behov for masser fra egne forekomster, men må importere spesielle kvaliteter. Av pukk er kommunen selvforsynt, og eksporterer også noe til en nabokommune. Flere andre områder er prøvetatt med hensyn til bergartskvalitet og kan være aktuell for framtidig pukkverksdrift.

Store forekomster, driftsforhold og viktige forekomster.

Forekomst	Volum i mill. m ³	Driftsforhold	Viktige forekomster
5 Håland	2,6	nedlagt	meget viktig
2 Longeland	2,1	spodisk drift	meget viktig
4 Vikedal	1,9	nedlagt	mindre viktig
3 Mo	1,2	ingen uttak	viktig
6 Sandeid	0,9	ingen uttak	mindre viktig
1 Hogganvik	0,7	ingen uttak	viktig
10 Viland		spodisk drift	viktig
501 Knapphus pukkverk		drift	meget viktig
502 Toraneset pukkverk		nedlagt	mindre viktig

Figur 9. Forekomstdata for Vindafjord kommune.

I følge ressursregnskap for sand, grus og pukk i fylket for 1996 ble det tatt ut 7 300 m³ (11 000 tonn) sand og grus og produsert 30 000 m³ (45 000 tonn) pukk, figur 10.

Uttak og forbruk av sand, grus og pukk i kommunen for 1996

År	Uttak m ³		Samla uttak	Import		Eksport		Forbruk i m ³		Samla forbruk
	Sand/grus	pukk		Sand/grus	Pukk	Sand/grus	Pukk	Sand/grus	pukk	
1996	7 300	30 000	37 300	14 900	0	0	2 700	22 200	27300	49 500

Figur 10. Uttak og forbruk av byggeråstoff.

5.1.2 Framtidig situasjon

Selv om de utnyttbare mengder sand og grus er betydelig redusert i forhold til totale mengder kan kommunen langt på veg være selvforsynt med sand og grus til de fleste formål i mange år. Det bør tas hensyn til disse ressursene i kommunens arealplan, slik at de beste forekomstene blir reservert som uttaksområder for byggeråstoff. De viktigste forekomstene er i første rekke 501 Knapphus pukkverk, 5 Håland, 2 Longeland og 3 Mo. 10 Viland kan dekke et lokalt

behov for fyllmasse, mens forekomst 1 Hogganvik kan inneholde godt egnede masser. Kommunen må likevel regne med å måtte hente masser til spesielle formål fra andre kommuner.

5.2 Tysvær kommune

5.2.1 Ressurssituasjonen

I Tysvær kommune er det registrert 2 forekomster med sand og grus. Begge er punktlokaliseringer av massetak uten avgrenset areal og volumberegning. Begge massetakene er nedlagt, men kan benyttes til enklere lokale formål. 506 Espevik er et stort pukkverk hvor hele produksjonen eksporteres til flere land i Europa. Det meste av det som forbrukes av kvalitetsmasser i kommunen blir importert fra andre kommuner.

Store forekomster, driftsforhold og viktige forekomster.

Forekomst	Volum i mill. m ³	Driftsforhold	Viktige forekomst
506 Espevik		drift	meget viktig
1 Falkeid		nedlagt	mindre viktig
2 Bordalsbekken		nedlagt	mindre viktig

Figur 11. Forekomstdata for Tysvær kommune.

I følge ressursregnskap for sand, grus og pukk i fylket for 1996, ble det tatt ut 240 000 m³ knust fjell (360 000 tonn) for eksport. Det ble importert 11 300 m³ (17 000 tonn) pukk og vel 14 000 m³ sand og grus (21 100 tonn) for å dekke behovet for byggeråstoff i kommunen, figur 12.

Uttak og forbruk av sand, grus og pukk i kommunen for 1996

År	Uttak m ³		Samla uttak	Import		Eksport		Forbruk i m ³		Samla forbruk
	Sand/grus	pukk		Sand/grus	Pukk	Sand/grus	Pukk	Sand/grus	pukk	
1996	0	240 000	240 000	14 100	11 300	0	240 000	14 100	11 300	25 400

Figur 12. Uttak og forbruk av byggeråstoff.

5.2.2 Framtidig situasjon

Sand og grus med god kvalitet til byggetekniske formål finnes ikke i kommunen og må derfor importeres også i framtida. Stor produksjon av pukk kan dekke eget behov når dette er hensiktsmessig. Transportlengde og kostnader vil være avgjørende for hvor massene tas fra.

Produksjon av pukk er en stor næring i kommunen og det bør legges til rette slik at tilstrekkelige arealer reserveres for framtidig drift.

Det er også tatt bergartsprøver for kvalitetsvurdering av andre bergarter med tanke på pukkproduksjon. Ved omdisponering av arealbruken i disse områdene, bør også en mulig pukkproduksjon vurderes.

5.3 Haugesund kommune

5.3.1 Ressurssituasjonen

I Haugesund kommune er det ingen produksjon av sand, grus eller pukk. Kommunen må derfor basere hele sitt forbruk på import fra andre kommuner. I dag importeres det sand og grus fra Hjelmeland og Strand, mens pukk kommer fra Karmøy, Sokndal og Suldal.

Ressursregnskap for 1996 viser at Haugesund importerte hele sitt forbruk av byggeråstoffer på 88 800 m³ fra andre kommuner i fylket. Av dette utgjør sand og grus 26 800 m³ (40 200 tonn) og pukk 62 000 m³ (93 000 tonn).

Uttak og forbruk av sand, grus og pukk i kommunen for 1996

År	Uttak m ³		Samla uttak	Import		Eksport		Forbruk i m ³		Samla forbruk
	Sand/grus	pukk		Sand/grus	Pukk	Sand/grus	Pukk	Sand/grus	pukk	
1996	0	0	0	26 800	62 000	0	0	26 800	62 000	88 800

Figur 13. Uttak og forbruk av byggeråstoff.

5.3.2 Framtidig situasjon

Hagesund kommune må også i framtida importere det som trengs av sand, grus og pukk til byggetekniske formål fra andre kommuner. Hvor disse massene hentes fra er avhengig av hvilke kvaliteter som kreves og markedsprisene. Som i dag vil Hjelmeland og Strand være aktuelle for leveranser av sand og grus, mens Karmøy, Sokndal og Suldal er aktuelle for levering av knust fjell.

5.4 Karmøy kommune

5.4.1 Ressurssituasjonen

Det er kun registrert 1 sand- og grusforekomst i kommunen. Det er en punktlokalisering av et massetak i morenemasser. Dette massetaket er nå nedlagt. Det er 2 pukkverk i kommunen. 501 Karmøy pukkverk ligger nær flyplassen i en grønnstein med gode mekaniske egenskaper. Dette pukkverket er nå nedlagt. 502 Byggnes er uttak og foredling av fjell i tilknytning til utbygging av et industriområde. Dette pukkverket er den eneste produsenten av byggeråstoff i kommunen.

Store forekomster, driftsforhold og viktige forekomster.

Forekomst	Volum i mill. m ³	Driftsforhold	Viktige forekomst
501 Karmøy pukkverk		nedlagt	meget viktig
502 Byggenes		drift	meget viktig
1 Eide		nedlagt	mindre viktig

Figur 14. Forekomstdata for Karmøy kommune.

Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Rogaland fylket i 1996 viser at det i Karmøy ble produsert 40 100 m³ pukk (60 100 tonn). Vel halvparten av dette ble brukt i kommunen. For å dekke et stort behovet ble det importert både pukk, sand og grus, figur 15.

Uttak og forbruk av sand, grus og pukk i kommunen for 1996

År	Uttak m ³		Samla uttak	Import		Eksport		Forbruk i m ³		Samla forbruk
	Sand/grus	pukk		Sand/grus	Pukk	Sand/grus	Pukk	Sand/grus	pukk	
1996		40 100	40 100	139 100	66 300		16 100	139 100	90 300	129 400

Figur 15. Uttak og forbruk av byggeråstoff.

5.4.2 Framtidig situasjon

Det er ingen sand- og grusforekomster i kommunen, så alt forbruk må importeres. Deler av behovet for pukk vil også i de nærmeste åra kunne dekkes fra egen produksjon. Det krever at arealer for slik produksjon gjøres tilgjengelige. Ved gjenåpning av 501 Karmøy pukkverk, eller etablering av nytt uttak andre steder, kan en større del av behovet dekkes lokalt.

LITTERATUR

- Erichsen, E., 1991: Regionale pukkundørsøkelser - Rogaland fylke. *NGU Rapport 91.167*
- Holt, E., 1993: Forundersøkelser av mulige pukkkforekomster i utvalgte kommuner i Rogaland og Hordaland fylke. *NGU Rapport 93102*
- Jæger, Ø., 1992: Grus- og pukkkregisteret i Rogaland. *NGU Rapport 92.242*
- Ulvik, A. 1993:, Ressursregnskap for sand, grus, pukkk og skjellsand i Rogaland fylke 1992. *NGU Rapport 93.130*
- Ulvik, A. & Riiber, K., 1997: Ressursregnskap for sand, grus og pukkk i Rogaland fylke 1996. *NGU Rapport 97.178*
- Wolden, K. & Erichsen, E., 1989: Geologiske temakart for bruk i kommuneplanens arealdel. *NGU Rapport 89.039*
- Wolden, K., 1994: Forvaltningsplan for sand, grus og pukkk i åtte kommuner i sydlige Buskerud. *NGU Rapport 94.036*
- Wolden, K., 1998. Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus og pukkk i nordre og vestlige deler av Buskerud fylke 1998. *NGU Rapport 89.019*
- Wolden, K., 1998. Grunnlagsmateriale for forvaltning av sand, grus og pukkk i Stavanger-Jærenområdet, Rogaland fylke 1998. *NGU rapport 98.078*

Kartreferanser

- Jorde, K., Naterstad, J., Pedersen, R.B., Solli, T. & Ragnhildstveit, J., 1993:Haugesund. Berggrunnsgeologisk kart 1113-1, M 1:50 000. Foreløpig utgave. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Jorde, K., Sigmond, E.M., Thorsnes, T., 1995: Stavanger. Berggrunnsgeologisk kart M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Sigmond, E.M., 1975: Sauda. Berggrunnsgeologisk kart M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Tellefsen, J.E., Wurm, F., Jorde, K., Naterstad, J. & Birkeland, T., 1990: Rennesøy. Berggrunnsgeologisk kart 1213-3, M 1:50 000. Foreløpig utgave. *Norges geologiske undersøkelse.*

According to Wangen. Et al. 1990

Ridges:

Name/location	Length	Width	Height	Upper till	Subt. Sed.	Orientation
Årsland	1433	354	10	6,5 m	1m clayey diam. + > 1m sand	137 - 317
Grødeland	750	274	5	1m	5,5 m clayey diam. + 5 m till + 2 m sand	144 - 324
Lerbrekk	1700	450	10	3	clayey diam+>2m gravel and sand	350° - 170°
Varhaug	786	288	5			123 - 303
Nordvarhaug	445	150	10			138 - 318
Sunde	695	246	5			155 - 335
(Hårr	588	420	ca 8 m)			
Varhaug Church						107-287

Areas between ridges:

Name/location	Upper till thickness	Sub till sediments
Varhaug center	1 m	9,5 m clayey diam. + 1 m sand + 3,5 m clay diam. + > 1m gravel
Ævestad	1,5 m	3 m clayey diam + 3 m clay + > 0,5 m sand
Auestad, (Janocko et al.)	Removed	5 m sand and gravel+ 2m till + 15 m fines+10 m sand gravel and till
Varhaug church, (Storrø 1998)	probably removed of younger fluvial erosion	4 m of silty clay + 1 m boulders +sand and gravel
Grødeland, (Janock et al)	2 m (eroded)	7 m Sand + Thick gravelly complex till

Distances between ridges measured transverse to ridge axis

Lerbrekk	Varhaug	992
Lerbrekk	Nordvarhaug	842
Grødeland	Sunde	669

Distance between ridges «head to head»

Lerbrekk	Sunde	1582
Nordvarhaug	Grødeland	1576
(Varhaug	Lerbrekk	520)

Pukkregisteret
tabell 1.1

Rogaland (11): Pukkforekomster.

Kommune	Forekomstnummer og navn	Driftsforhold	Dato	UTM-koordinater (ED50)		Nord Grusressurskart 1:50 000
				Sone	Øst	
Bjerkreim (1114)	1114.501 Moi Pukk	I drift		32	320326	6504887 Bjerkreim (1212-2)
Bokn (1145)	1145.501 Sønnaland	Mulig fremtidig uttaksområde	02.07.1990	32	293356	6566606 Skudeneshavn (1113-2)
Eigersund (1101)	1101.501 Hellvik	I drift	29.06.1998	32	320040	6488240 Eigersund (1211-1)
	1101.502 Hegrestad	I drift	29.06.1998	32	320670	6488840 Bjerkreim (1212-2)
	1101.503 Gjermestadknuten	I drift	29.06.1998	32	321199	6489099 Bjerkreim (1212-2)
	1101.504 Lædre	Mulig fremtidig uttaksområde	26.06.1998	32	328650	6475350 Eigersund (1211-1)
Finnøy (1141)	1141.501 Søreivågen	Mulig fremtidig uttaksområde	04.07.1990	32	325663	6570288 Strand (1213-2)
	1141.502 Navarnes	Mulig fremtidig uttaksområde	04.07.1990	32	316900	6560300 Rennesøy (1213-3)
Forsand (1129)	1129.501 Skeivik	Prøvepunkt		32	330000	6536500 Høle (1212-1)
Gjesdal (1122)	1122.501 Dirdal pukkverk	Sporadisk drift	29.06.1998	32	334329	6525796 Høle (1212-1)
	1122.502 Rage pukkverk	I drift	07.06.1997	32	332420	6525478 Høle (1212-1)
Hjelmeland (1133)	1133.501 Lyngsvatnet	Nedlagt	07.06.1989	32	351840	6554950 Lyngsvatnet (1313-3)
	1133.502 Heståsen	Mulig fremtidig uttaksområde	30.06.1990	32	331600	6559700 Strand (1213-2)
	1133.503 Lysåsen	Prøvepunkt		32	331300	6562400 Strand (1213-2)
	1133.504 Djupevik	Prøvepunkt		32	332599	6564800 Strand (1213-2)
	1133.505 Dalevika	Mulig fremtidig uttaksområde	30.06.1990	32	333500	6567600 Strand (1213-2)
Karmøy (1149)	1149.501 Karmøy pukkverk	Nedlagt	11.09.1997	32	285890	6584160 Haugesund (1113-1)
	1149.502 Bygnes	I drift	10.06.1989	32	288860	6579510 Haugesund (1113-1)
Klepp (1120)	1120.501 Alvevatnet	I drift	15.10.1996	32	301739	6524315 Stavanger (1212-4)
Rennesøy (1142)	1142.501 Rennaren	Mulig fremtidig uttaksområde	05.07.1990	32	314200	6558200 Rennesøy (1213-3)
Sandnes (1102)	1102.501 Kyllens pukkverk	I drift	16.08.1986	32	316540	6527610 Stavanger (1212-4)
	1102.502 Hogstad	I drift	17.08.1986	32	317640	6531850 Stavanger (1212-4)
	1102.503 Bråstein	Nedlagt	17.08.1986	32	314980	6522580 Stavanger (1212-4)
Sauda (1135)	1135.501 Solland	Prøvepunkt		32	347600	6607800 Sauda (1314-3)
	1135.502 Bølnes	Mulig fremtidig uttaksområde	01.07.1990	32	347444	6608593 Sauda (1314-3)
Sokndal (1111)	1111.501 Rekefjord øst	I drift	24.06.1998	32	339857	6468520 Sokndal (1311-4)
	1111.502 Øgledalen	Mulig fremtidig uttaksområde	27.06.1990	32	345300	6467400 Sokndal (1311-4)
	1111.503 Tellnes	Prøvepunkt		32	349299	6468899 Sokndal (1311-4)
	1111.504 Jøssingfjord	Mulig fremtidig uttaksområde	04.01.1996	32	343000	6467500 Sokndal (1311-4)
	1111.505 Rekefjord vest	I drift	22.06.1998	32	339400	6468697 Sokndal (1311-4)
Sola (1124)	1124.501 Røyneberg	I drift	19.08.1986	32	308470	6533460 Stavanger (1212-4)
Strand (1130)	1130.501 Tau 1	I drift	29.06.1990	32	322940	6554130 Strand (1213-2)
	1130.502 Vostervatnet	Prøvepunkt		32	325700	6555299 Strand (1213-2)
	1130.503 Ådnanesnuten	Mulig fremtidig uttaksområde	29.06.1990	32	331858	6542894 Høle (1212-1)
	1130.504 Tau 2	I drift	01.03.1999	32	324672	6553929 Strand (1213-2)
Suldal (1134)	1134.501 Norsk stein	I drift	01.07.1990	32	332240	6585250 Vindafjord (1213-1)
	1134.502 Tysingvatnet	Prøvepunkt		32	338500	6588200 Vindafjord (1213-1)
	1134.503 Ersdal	Mulig fremtidig uttaksområde	01.07.1990	32	343647	6592966 Sand (1313-4)
	1134.504 Åsane	Mulig fremtidig uttaksområde	01.07.1990	32	349100	6603800 Sauda (1314-3)
	1134.505 Løland	Mulig fremtidig uttaksområde	01.07.1990	32	349500	6604200 Sauda (1314-3)
	1134.506 Velaskaret	Prøvepunkt		32	345117	6594941 Sand (1313-4)
Tysvær (1146)	1146.501 Napp	Mulig fremtidig uttaksområde	03.07.1990	32	295098	6591999 Haugesund (1113-1)
	1146.502 Apeland	Mulig fremtidig uttaksområde	03.07.1990	32	298500	6585600 Haugesund (1113-1)
	1146.503 Ramsvika	Mulig fremtidig uttaksområde	03.07.1990	32	312300	6589100 Skjoldastraumen (1213-4)
	1146.504 Vassendvik	Mulig fremtidig uttaksområde	03.07.1990	32	316400	6591000 Skjoldastraumen (1213-4)
	1146.505 Narravika	Mulig fremtidig uttaksområde	03.07.1990	32	309368	6579590 Skjoldastraumen (1213-4)
	1146.506 Espevik	I drift	09.09.1997	32	310300	6583200 Skjoldastraumen (1213-4)
Vindafjord (1154)	1154.501 Knapphus pukkverk	I drift	14.06.1989	32	313420	6603340 Ølen (1214-3)
	1154.502 Toranaset pukkverk	Prøvepunkt	02.07.1990	32	304100	6604600 Ølen (1214-3)
	1154.503 Indraland	Prøvepunkt		32	314800	6594800 Skjoldastraumen (1213-4)
	1154.504 Ospevika	Mulig fremtidig uttaksområde	01.07.1990	32	337970	6597615 Vindafjord (1213-1)
	1154.505 Raudnes	Mulig fremtidig uttaksområde		32	315250	6593050 Skjoldastraumen (1213-4)

Antall forekomster/prøvetatte lokaliteter: 52

Forklaring: - Dato: Dato for registrert driftsforhold.

Pukkregisteret
tabell 1.2

Rogaland (11): 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			
Bokn (1145)	1145.501 Sønnaland	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Gneis	2.64	2	1.32	42.6	10.1	0.43	2.81			
Eigersund (1101)	1101.501 Hellvik	Fastfjellsprøve	15.08.1986	Anorthositt	2.69	2	1.40	40.2	9.8	0.38	2.41			
		Fastfjellsprøve	15.08.1986	Anorthositt	2.72	1	1.36	32.4	6.7	0.44	2.50			
		Produksjonsprøve		Anorthositt	2.71	1	1.30	28.4		0.34	1.81			
		Fastfjellsprøve	28.06.1990	Anorthositt	2.71	2	1.38	36.5	6.8	0.48	2.90			
		Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Anorthositt	2.77	1	1.33	28.4	4.5	0.45	2.40	6.7	11.9	55
	1101.502 Hegrestad	Fastfjellsprøve	16.08.1986	Anorthositt	2.70	1	1.37	32.6	6.7	0.40	2.28			
		Produksjonsprøve	18.09.1985	Anorthositt	2.75	2	1.40	35.8		0.39	2.33			
		Produksjonsprøve	16.08.1986	Anorthositt	2.76	1	1.37	30.1	6.2	0.36	1.98			
		Fastfjellsprøve	16.08.1986	Anorthositt	2.74	2	1.38	40.5	6.8	0.44	2.80			
		Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Anorthositt	2.70	1	1.33	34.4	6.3	0.42	2.46	5.4	17.0	42
1101.503 Gjermestadknuten	Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Anorthositt	2.78	1	1.32	29.4	4.7	0.52	2.82	8.7	12.3	54	
1101.504 Lædre	Fastfjell/Uspesi	26.06.1998	Anorthositt	2.78	1	1.32	30.6	5.2	0.47	2.60	8.8	13.4	56	
Finnøy (1141)	1141.501 Sorevågen	Fastfjellsprøve	04.07.1990	Gneis	2.75	2	1.37	39.3	7.4	0.47	2.95			
	1141.502 Navarnes	Fastfjellsprøve	04.07.1990	Amfibolitt	2.95	2	1.37	43.8	11.4	0.59	3.90			
Forsand (1129)	1129.501 Skeivik	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Øyegneis	2.65	2	1.26	39.6	9.6	0.45	2.83			
Gjesdal (1122)	1122.501 Dirdal pukkverk	Fastfjellsprøve	18.08.1986	Gneis	2.76	2	1.38	37.7	9.6	0.42	2.58			
		Fastfjellsprøve	18.08.1990	Gneis	3.00	1	1.33	35.0	7.0	0.44	2.60			
		Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Gneisgranitt	2.79	2	1.32	38.7	8.8	0.47	2.92	12.0	24.3	48
	1122.502 Rage pukkverk	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Diabas	3.00	3	1.26	46.8	12.8	0.46	3.15			
Hjelmeland (1133)	1133.502 Heståsen	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Øyegneis	2.65	2	1.32	45.0	11.8	0.46	3.09			
	1133.503 Lysåsen	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Fyllitt	2.78	3	1.40	49.6	9.8	0.84	5.92			
	1133.504 Djupevik	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Gneis	2.70	2	1.36	36.8	7.7	0.45	2.73			
	1133.505 Dalevika	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Kvartsitt	2.67	2	1.37	37.3	7.9	0.48	2.93			
Karmøy (1149)	1149.501 Karmøy pukkverk	Fastfjellsprøve	19.08.1986	Grønnstein	2.92	1	1.36	29.3	5.8	0.53	2.87			
Rennesøy (1142)	1142.501 Rennaren	Fastfjellsprøve	05.07.1990	Gneis	2.64	3	1.35	53.4	17.0	0.65	4.75			
Sandnes (1102)	1102.501 Kylles pukkverk	Fastfjellsprøve	16.08.1986	Granitt	2.60	3	1.35	45.3	14.1	0.42	2.83			
	1102.502 Hogstad	Fastfjellsprøve	17.08.1986	Granodioritt	2.65	2	1.37	41.4	12.3	0.39	2.51			
	1102.503 Bråstein	Fastfjellsprøve	17.08.1986	Gneis	2.90	1	1.42	33.0	6.7	0.39	2.24			

NB! For prøvetype 'Oppl. fra produsent' er alle analysedata oppgitt av produsent



Rogaland (11): 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			
Sauda (1135)	1135.501 Solland	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Amfibolitt	2.95	1	1.37	29.8	5.0	0.50	2.73			
	1135.502 Bølnes	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Rhyolitt	2.71	2	1.41	36.2	6.6	0.38	2.29			
Sokndal (1111)	1111.501 Rekefjord øst	Fastfjellsprøve	15.08.1986	Noritt	3.15	2	1.36	37.1	9.0	0.46	2.80			
		Produksjonsprøve	15.08.1986	Noritt	3.11	2	1.32	38.0		0.42	2.59			
		Fastfjellsprøve	28.06.1990	Noritt	3.29	4	1.56	37.0	8.9	0.54	3.28			
		Oppl. fra produsent	19.11.1998	Noritt	3.16	2	1.30	40.0		0.40	2.53		18.0	53
		Fastfjell/Punktprøve	26.06.1998	Noritt	3.15	2	1.31	43.5	10.0	0.59	3.89	16.7	23.5	55
		Fastfjell/Punktprøve	26.06.1998	Noritt	3.17	3	1.33	51.5	12.7	0.70	5.02	18.7	35.8	55
		Fastfjell/Punktprøve	01.09.1998	Noritt										
		Fastfjell/Punktprøve	01.09.1998	Noritt										
	1111.502 Øgledalen	Fastfjellsprøve	27.06.1990	Anorthositt	2.75	5	1.29	57.1	16.5	0.53	4.00			
	1111.503 Tellnes	Tipprøve		Anorthositt	2.70	3	1.36	51.0	11.4	0.65	4.64	12.3	25.7	51
		Tipprøve		Anorthositt	2.71	3	1.32	48.5	11.9	0.62	4.32	11.3	28.0	46
		Tipprøve		Anorthositt	2.74	2	1.39	40.0	7.1	0.53	3.35	9.7	17.0	47
		Tipprøve		Noritt	3.36	2	1.35	39.9	8.5	0.80	5.05	21.0	25.5	46
	1111.505 Rekefjord vest	Fastfjell/Punktprøve	15.08.1986	Anorthositt	2.70	3	1.33	51.1	15.8	0.46	3.29			
		Produksjonsprøve	05.12.1985	Anorthositt	2.71	2	1.31	42.1		0.43	2.79			
		Fastfjell/Punktprøve	28.06.1990	Anorthositt	2.83	3	1.33	49.9	12.6	0.54	3.81			
		Oppl. fra produsent	19.11.1998	Anorthositt	2.75	2	1.31	40.0		0.40	2.53		18.0	51
Fastfjell/Punktprøve		24.06.1998	Anorthositt	2.71	3	1.29	48.4	14.0	0.52	3.62	10.6	29.8	46	
Fastfjell/Punktprøve		24.06.1998	Anorthositt	2.70	3	1.30	54.2	13.9	0.50	3.68	11.4	33.2	49	
Fastfjell/Punktprøve		24.06.1998	Anorthositt	2.80	1	1.32	33.6	5.4	0.59	3.42	11.0	14.4	53	
Fastfjell/Punktprøve		25.06.1998	Anorthositt											
Fastfjell/Punktprøve		25.06.1998	Anorthositt											
Fastfjell/Punktprøve		23.06.1998	Anorthositt											
Fastfjell/Punktprøve		23.06.1998	Anorthositt											
Fastfjell/Punktprøve		23.06.1998	Anorthositt											
Sola (1124)	1124.501 Royneberg	Fastfjellsprøve	19.08.1986	Glimmergneis	2.73	2	1.41	42.3	11.1	0.58	3.77			
Strand (1130)	1130.501 Tau 1	Fastfjellsprøve	18.08.1986	Mylonitt	2.75	2	1.46	35.7	6.6	0.35	2.09			

NB! For prøvetype 'Oppl. fra produsent' er alle analysedata oppgitt av produsent

Rogaland (11): 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
Strand (1130)	1130.501 Tau 1	Produksjonsprøve	10.02.1986		2.78	1	1.36	22.4		0.34	1.61			
		Produksjonsprøve	18.08.1986		2.70	1	1.36	26.0	5.1	0.36	1.84			
		Fastfjellsprøve	18.08.1990	Mylonitt	2.76	2	1.43	37.5	6.6	0.45	2.76			
	1130.502 Vostervatnet	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Gneis	2.70	2	1.41	41.0	9.0	0.46	2.95			
		1130.503 Ådnanesnuten	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Øyegneis	2.66	2	1.26	41.5	10.6	0.43	2.77		
	1130.504 Tau 2	Fastfjell/Punktprøve		Mylonitt	2.80	1	1.36	25.4	4.0	0.42	2.12	7.1	10.5	57
Fastfjell/Punktprøve			Mylonitt	2.77	1	1.36	28.4	4.2	0.33	1.76	5.1	10.8	55	
Suldal (1134)	1134.501 Norsk stein	Produksjonsprøve	23.12.1988		2.61	2	1.31	41.4	9.4					
		Fastfjellsprøve	01.07.1990	Gneis	2.76	2	1.39	45.0	8.3	0.70	4.70			
		Fastfjell/Punktprøve		Gneis	2.79	1	1.34	34.5	5.5	0.55	3.23	11.2	15.4	58
	1134.502 Tysingvatnet	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Båndgneis	2.76	1	1.38	31.9	6.2	0.41	2.32			
	1134.503 Ersdal	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Gneis	2.73	2	1.38	35.6	6.6	0.41	2.45			
	1134.504 Åsane	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Gneisgranitt	2.65	2	1.33	40.6	9.1	0.41	2.61			
1134.505 Løland	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Diabas	3.05	1	1.39	27.0	4.0	0.42	2.18				
Tysvær (1146)	1146.501 Napp	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Granitt	2.64	3	1.35	46.6	12.1	0.49	3.34			
	1146.502 Apeland	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Gneis	2.64	3	1.35	48.1	12.6	0.46	3.19			
	1146.503 Ramsvika	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Gneis	2.67	2	1.38	41.0	8.6	0.45	2.88			
	1146.504 Vassendvik	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Øyegneis	2.67	3	1.33	47.4	12.1	0.54	3.72			
	1146.505 Narravika	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Granitt	2.65	2	1.33	43.9	10.9	0.49	3.25			
Vindafjord (1154)	1154.501 Knapphus pukkverk	Fastfjellsprøve	14.06.1989	Amfibolitt	2.93	2	1.34	39.3	8.1	0.57	3.57			
	1154.502 Toranaset pukkverk	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Granitt	2.71	2	1.29	40.4	10.1	0.54	3.43			
	1154.503 Indraland	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Grønnskifer	3.02	2	1.38	44.3	8.0	1.01	6.72			
	1154.504 Ospevika	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Dioritt	2.80	1	1.36	34.4	6.3	0.46	2.70			
	1154.505 Raudnes	Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997	Gneisgranitt	2.63	5	1.31	56.9	15.5	0.67	5.05	10.1	35.9	51
		Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997	Gneisgranitt	2.63	3	1.31	50.2	11.7	0.56	3.97	6.8	29.6	51
Fastfjell/Punktprøve		22.10.1997	Gneis	2.65	2	1.32	44.4	10.3	0.47	3.13	7.7	24.5	51	
		22.10.1997	Gneisgranitt	2.65	3	1.30	52.9	13.5	0.56	4.07	10.0	34.6	50	
	Fastfjell/Punktprøve	15.10.1996	Gneis	2.71	2	1.33	42.1		0.60	3.89	8.1	21.4	54	

Pukkregisteret
tabell 1.3

Rogaland (11): Egnethetsvurdering.

Forekomstnummer og navn	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Vegdekke	Vegformål		Fyllmasse	Betong-formål
					Bærelag	Forst. lag		
1101.501 Hellvik	1101-501-1-1	Fastfjellsprøve	15.08.1986	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-501-1-2	Fastfjellsprøve	15.08.1986	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-501-1-3	Produksjonsprøve		Egnet for ÅDT > 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-501-2-1	Fastfjellsprøve	28.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-501-3-1	Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1101.502 Hegrestad	1101-502-1-1	Fastfjellsprøve	16.08.1986	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-502-1-3	Produksjonsprøve	18.09.1985	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-502-1-4	Produksjonsprøve	16.08.1986	Egnet for ÅDT > 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-502-2-1	Fastfjellsprøve	16.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1101-502-3-1	Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1101.503 Gjermestadknuten	1101-503-1-1	Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1101.504 Lædre	1101-504-1-1	Fastfjell/Uspesi	26.06.1998	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1102.501 Kylles pukkverk	1102-501-1-1	Fastfjellsprøve	16.08.1986	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1102.502 Hogstad	1102-502-1-1	Fastfjellsprøve	17.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1102.503 Bråstein	1102-503-1-1	Fastfjellsprøve	17.08.1986	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1111.501 Rekefjord øst	1111-501-1-1	Fastfjellsprøve	15.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-501-1-3	Produksjonsprøve	15.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-501-4-1	Fastfjellsprøve	28.06.1990	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	NORIT	Oppl. fra produsent	19.11.1998	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-501-7-1	Fastfjell/Punktprøve	26.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-501-7-2	Fastfjell/Punktprøve	26.06.1998	Egnet for ÅDT < 300	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-501-8-1	Fastfjell/Punktprøve	01.09.1998		Egnet		Egnet	Egnet
	1111-501-8-2	Fastfjell/Punktprøve	01.09.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1111.502 Øgledalen	1111-502-1-1	Fastfjellsprøve	27.06.1990	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1111.503 Tellnes	1111-503-1-1	Tipprøve		Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-503-1-2	Tipprøve		Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-503-1-3	Tipprøve		Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-503-2-1	Tipprøve		Egnet for ÅDT < 300	Egnet	Uegnet	Egnet	Egnet
1111.505 Rekefjord vest	1111-505-1-1	Fastfjell/Punktprøve	15.08.1986	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-1-2	Produksjonsprøve	05.12.1985	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-2-1	Fastfjell/Punktprøve	28.06.1990	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-2-2	Fastfjell/Punktprøve	28.06.1990				Egnet	Egnet
	ANSIT	Oppl. fra produsent	19.11.1998	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-4-1	Fastfjell/Punktprøve	24.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-4-2	Fastfjell/Punktprøve	24.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-5-1	Fastfjell/Punktprøve	24.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-6-1	Fastfjell/Punktprøve	25.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-6-2	Fastfjell/Punktprøve	25.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1111-505-7-1	Fastfjell/Punktprøve	23.06.1998	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1111-505-7-2	Fastfjell/Punktprøve	23.06.1998	Egnet for ÅDT < 300	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	
1111-505-7-3	Fastfjell/Punktprøve	23.06.1998	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	
1111-505-7-4	Fastfjell/Punktprøve	23.06.1998	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	
1122.501 Dirdal pukkverk	1122-501-1-1	Fastfjellsprøve	18.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1122-501-2-1	Fastfjellsprøve	18.08.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1122-501-3-1	Fastfjell/Punktprøve	29.06.1998	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1122.502 Rage pukkverk	1122-502-1-1	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1124.501 Røyneberg	1124-501-1-1	Fastfjellsprøve	19.08.1986	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1129.501 Skeivik	1129-501-1-1	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1130.501 Tau 1	1130-501-1-1	Fastfjellsprøve	18.08.1986	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1130-501-1-3	Produksjonsprøve	10.02.1986				Egnet	
	1130-501-1-4	Produksjonsprøve	18.08.1986				Egnet	
	1130-501-2-1	Fastfjellsprøve	18.08.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1130.502 Vostervatnet	1130-502-1-1	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1130.503 Ådnanesnuten	1130-503-1-1	Fastfjellsprøve	29.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet

Forklaring: - Vegformål: Rangert etter "Vegbygging-håndbok 018", Statens vegvesen 1991.
- ÅDT: Trafikkbelastning uttrykt ved gjennomsnittlig årsdøgntrafikk.

Forekomstnummer og navn	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Vegdekke	Vegformål			Betong- formål
					Bærelag	Forst. lag	Fyllmasse	
1130.504 Tau 2	1130-504-1	Fastfjell/Punktprøve		Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1130-504-2	Fastfjell/Punktprøve		Egnet for ÅDT > 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1133.502 Heståsen	1133-502-1-1	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1133.503 Lysåsen	1133-503-1-1	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Egnet	Uegnet
1133.504 Djupevik	1133-504-1-1	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1133.505 Dalevika	1133-505-1-1	Fastfjellsprøve	30.06.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.501 Norsk stein	1134-501-1-1	Produksjonsprøve	23.12.1988				Egnet	
	1134-501-1-2	Produksjonsprøve	23.12.1988				Egnet	
	1134-501-2-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 300	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1134-501-3-1	Fastfjell/Punktprøve		Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.502 Tysingvatnet	1134-502-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.503 Ersdal	1134-503-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.504 Åsane	1134-504-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.505 Løland	1134-505-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1134.506 Velaskaret	1134-506-1-1	Fastfjell/Samleprøve	27.09.1996				Egnet	Egnet
	1134-506-2-1	Fastfjell/Samleprøve	27.09.1996				Egnet	Egnet
1135.501 Solland	1135-501-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1135.502 Bølnes	1135-502-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 15000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1141.501 Sjørevågen	1141-501-1-1	Fastfjellsprøve	04.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1141.502 Navarnes	1141-502-1-1	Fastfjellsprøve	04.07.1990	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1142.501 Rennaren	1142-501-1-1	Fastfjellsprøve	05.07.1990	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1145.501 Sønnaland	1145-501-1-1	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1146.501 Napp	1146-501-1-1	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1146.502 Apeland	1146-502-1-1	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1146.503 Ramsvika	1146-503-1-1	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1146.504 Vassendvik	1146-504-1-1	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1146.505 Narravika	1146-505-1-1	Fastfjellsprøve	03.07.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1149.501 Karmøy pukkverk	1149-501-1-1	Fastfjellsprøve	19.08.1986	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1154.501 Knapphus pukkverk	1154-501-1-1	Fastfjellsprøve	14.06.1989	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1154.502 Toraneset pukkverk	1154-502-1-1	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1154.503 Indraland	1154-503-1-1	Fastfjellsprøve	02.07.1990	Uegnet	Uegnet	Uegnet	Egnet	Uegnet
1154.504 Ospevika	1154-504-1-1	Fastfjellsprøve	01.07.1990	Egnet for ÅDT < 5000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1154.505 Raudnes	1154-505-2-1	Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997	Uegnet	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1154-505-3-1	Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997				Egnet	Egnet
	1154-505-4-1	Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1154-505-5-1	Fastfjell/Punktprøve	24.05.1997				Egnet	Egnet
	1154-505-5-1	Fastfjell/Punktprøve	22.10.1997	Egnet for ÅDT < 3000	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
	1154-505-6-1	Fastfjell/Punktprøve	25.05.1997				Egnet	Egnet
	1154-505-7-1	Fastfjell/Punktprøve	25.05.1997				Egnet	Egnet
	1154-505-7-1	Fastfjell/Punktprøve	22.10.1997	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet
1154-505-8-1	Fastfjell/Punktprøve	15.10.1996	Egnet for ÅDT < 1500	Egnet	Egnet	Egnet	Egnet	

Forklaring: - Vegformål: Rangert etter "Vegbygging-håndbok 018", Statens vegvesen 1991.
- ÅDT: Trafikkbelastning uttrykt ved gjennomsnittlig årsdøgntrafikk.

Grusregisteret
tabell 2.1

Rogaland (11) fylke: Grusforekomster.

Kommune	Forekomster		Volum mill. m ³	Arealbruk i % av totalarealet						
	Registrerte	Volumberegnete		Massetak	Bebyggd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak	Annet	Ingen
Bjerkreim (1114)	33	18	33.3		8	63	5		22	1
Bokn (1145)	1									100
Eigersund (1101)	19	5	1.8	8	5	57			30	
Forsand (1129)	15	11	46.9		14	54	1	7	24	
Gjesdal (1122)	29	11	17.6	1	9	66	6	8	11	
Hjelmeland (1133)	27	19	49.0		11	61	2	11	11	4
Hå (1119)	12	2	4.7	22		27	5		47	
Karmøy (1149)	1									100
Klepp (1120)	13	4	7.5	6	16	57	5		16	
Lund (1112)	13	4	1.5	9	9	75	5		2	
Randaberg (1127)	1									100
Rennesøy (1142)	2									100
Sandnes (1102)	22	10	17.7	5	16	48	27		4	
Sauda (1135)	6	4	22.5		49	30	18		2	
Sokndal (1111)	4	1	0.9		90	10				
Sola (1124)	1									100
Strand (1130)	17	14	34.9		25	65	4	5		
Suldal (1134)	36	22	29.8		21	75	4			
Time (1121)	13	3	5.8	5	3	21	29		41	
Tysvær (1146)	2									100
Vindafjord (1154)	10	6	9.5		6	62	25	2	4	
Sum:	277	134	283.5	1	16	58	8	4	12	1

Forklaring: Arealbruk: Anslått arealbruk i % av totalarealet.
Sum: Summering innenfor hvert fylke av antall registrerte og volumberegnete forekomster, volum samt gjennomsnittsverdi for arealbruksfordeling.

Grusregisteret
tabell 2.2

GRUSREGISTERET
KOMMUNEØVERSIKT

Utskriftsdato: 11.02.1999

Tabell 2.2 side 1

Vindafjord (1154) kommune: Grusforekomster.

Forekomstnummer og navn	UTM-koordinater (ED50)			Grusressurskart 1:50 000	Materialtype	Volum 1000 m3	Sannsynlig mektighet	Areal 1000 m2	Arealbruk i % av totalarealet							
	Sone	Øst	Nord						Massetak	Bebygd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak	Annet		
1154.001 Hogganvik	32	325980	6597720	Vindafjord (1213-1)	Sand og grus	752	4	188	5		80	15				
1154.002 Longeland	32	329327	6604218	Etne (1214-2)	Sand og grus	2090	8	261			20	80				
1154.003 Mo	32	328750	6603560	Etne (1214-2)	Sand og grus	1202	8	150	10		85	5				
1154.004 Vikedal	32	324970	6600220	Etne (1214-2)	Sand og grus	1905	8	238			100					
1154.005 Håland	32	323240	6605250	Etne (1214-2)	Sand og grus	2630	12	219	20		60		10	10		
1154.006 Sandeid	32	322660	6605400	Etne (1214-2)	Sand og grus	904	10	90			10	60		30		
1154.007 Årak	32	320470	6603130	Ølen (1214-3)	Sand og grus											
1154.008 Ile	32	318410	6602330	Ølen (1214-3)	Sand og grus											
1154.009 Skogen	32	310340	6600130	Skjoldastraumen (1213-4)	Sand og grus											
1154.010 Viland	32	319491	6602530	Ølen (1214-3)	Sand og grus											
Antall forekomster: 10						Sum:		9483		1146		6	62	26	2	4

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.

GRUSREGISTERET
KOMMUNEOVERSIKT

Utskriftsdato: 11.02.1999

Tabell 2.2 side 2

Tysvær (1146) kommune: Grusforekomster.

Forekomstnummer og navn	UTM-koordinater (ED50)			Grusressurskart 1:50 000	Materialtype	Volum 1000 m3	Sannsynlig mektighet	Areal 1000 m2	Arealbruk i % av totalarealet					
	Sone	Øst	Nord						Massetak	Bebyggd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak	Annet
1146.001 Falkeid	32	301660	6578590	Skjoldastraumen (1213-4)	Sand og grus									
1146.002 Bordalsbekken	32	310410	6585450	Skjoldastraumen (1213-4)	Sand og grus									

Antall forekomster: 2

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.

Haugesund (1106) kommune: Grusforekomster.

Forekomstnummer og navn	UTM-koordinater (ED50)			Grusressurskart 1:50 000	Materialtype	Volum 1000 m3	Sannsynlig mekthighet	Areal 1000 m2	Arealbruk i % av totalarealet				
	Sone	Øst	Nord						Massetak	Bebyggd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak

Antall forekomster: 0

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.

GRUSREGISTERET
KOMMUNEOVERSIKT

Utskriftsdato: 11.02.1999

Tabell 2.2 side 4

Karmøy (1149) kommune: Grusforekomster.

Forekomstnummer og navn	UTM-kordinater (ED50)			Grusressurskart 1:50 000	Materialtype	Volum 1000 m3	Sannsynlig mektighet	Areal 1000 m2	Arealbruk i % av totalarealet					
	Sone	Øst	Nord						Massetak	Bebyggd	Dyrka mark	Skog	Utdrevet massetak	Annet
1149.001 Eide	32	287840	6577470	Haugesund (1113-1)	Sand og grus									

Antall forekomster: 1

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.

Grusregisteret
tabell 2.3

Vindafjord (1154) kommune: Massetak og observasjonslokaliteter.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokalitet	Driftsforhold	Dato	Etterbehandling	Kornstørrelse i %				Konfliktsituasjoner	
					Blokk	Stein	Grus	Sand		Foredling/produksjon
1154.002 Longeland	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997				25	75		
	02 Massetak	Sporadisk drift	09.09.1997				25	75		
1154.003 Mo	01 Massetak	Sporadisk drift	09.09.1997				20	80	Sikting	
1154.004 Vikedal	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997				5	95		
1154.005 Håland	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997				20	80	Knusing Sikting	
1154.006 Sandeid	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997							
1154.007 Årak	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997							
1154.008 Ile	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997	Delvis utført			2	13	85	
1154.009 Skogen	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997			15	15	20	50	
1154.010 Viland	01 Massetak	Sporadisk drift	09.09.1997			2	8	25	65	
Antall massetak og observasjonslokaliteter: 10					Sum:	0	0	19	81	

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.

Tysvær (1146) kommune: Massetak og observasjonslokaliteter.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokalitet	Driftsforhold	Dato	Etterbehandling	Kornstørrelse i %			Konfliktsituasjoner
					Blokk	Stein	Grus Sand Foredling/produksjon	
1146.001 Falkeid	01 Massetak	Nedlagt	09.09.1997					
1146.002 Bordalsbekken	01 Massetak	Nedlagt	20.06.1989		5	25	70	

Antall massetak og observasjonslokaliteter: 2

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.

Karmøy (1149) kommune: Massetak og observasjonslokaliteter.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokalitet	Driftsforhold	Dato	Etterbehandling	Kornstørrelse i %			Konfliktsituasjoner
					Blokk	Stein	Grus Sand	
1149.001 Eide	01 Massetak	Nedlagt	11.09.1997					

Antall massetak og observasjonslokaliteter: 1

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.

Grusregisteret
tabell 2.4

Vindafjord (1154) kommune: Bergarts- og mineraltelling.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokaltet	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Bergartstelling i %			Mineraltelling i %				Fraksjon	Fallprøve		Lab. knust		
					Meget sterk	Sterk	Svak	Meget svak	0,5-1,0 mm Glimmer	Andre	0,125-0,250 mm Glimmer		Mørke	Andre		Sprøhetstall S8	Flisig- S2 hetstall
1154.002 Longeland	01 Massetak	1154-2-1-1										08-11 mm	57.4	1.39	50		
1154.003 Mo	01 Massetak	1154-3-1-1			2	19	70	9	1	99	12	3	85				
1154.005 Håland	01 Massetak	1154-5-1-1			9	48	38	5	1	99	9	4	87	08-11 mm	45.2	1.32	50
1154.008 Ile	01 Massetak	1154-8-1-1										08-11 mm	52.5	1.43	50		

Antall massetak og observasjonslokalteter 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.

Grusregisteret
tabell 2.5

Vindafjord (1154) kommune: Mekaniske egenskaper.

Forekomstnummer og navn	Massetak/lokaltet	Prøvenummer	Prøvetype	Prøvedato	Fraksjon	Fallprøve			Densitetsanalyse	Kulemølleanalyse	Abrasjonsanalyse	
						Stein-klasse	Flisig-hetstall	Sprøhetstall S8			Lab. S2 knust	Densitet
1154.002 Longeland	01 Massetak	1154-2-1-1			08-11 mm	5	1.39	57.4		50		
1154.005 Håland	01 Massetak	1154-5-1-1			08-11 mm	3	1.32	45.2		50		
1154.008 Ile	01 Massetak	1154-8-1-1			08-11 mm	3	1.43	52.5		50		

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.

Vedlegg 1

STANDARDVEDLEGG

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

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 GENERELT OM INNHOLDET I GRUS- OG PUKKREGISTERET	3
2 BAKGRUNN.....	4
2.1 FORMÅLET MED GRUS- OG PUKKREGISTERET	4
2.2 Organisering av grus- og pukkregisterarbeidet	4
2.3 Erfaringer og framdrift	5
3 KLASSIFIKASJON AV BYGGERÅSTOFFER.....	5
3.1 Byggeråstoff klassifisert etter materialtype	5
3.1.1 Sand og grus.....	5
3.1.2 Andre løsmasser.....	5
3.1.3 Steintipper	6
3.1.4 Pukk fra fast fjell.....	6
3.2 Aktuelle løsmasser i Grusregisteret klassifisert etter dannelse	6
4 REGISTRERINGSKRITERIER.....	9
4.1 Sand- og grusforekomster	9
4.2 Andre naturlige løsmasser.....	9
4.3 Steintipper.....	9
4.4 Fast fjell til pukk	10
5 PRESENTASJON AV DATA FRA GRUS- OG PUKKREGISTERET	10
.1 Ressurskart for sand, grus og pukk i målestokk 1:50.000 (M711)5	10
5.2 Oversiktskart i varierende målestokk.....	11
5.3 Utskrifter med data om forekomster og massetak.....	11
5.4 Grus- og Pukkregisteret på internett	11
5.5 Rapporter	13
6 AJOURHOLD OG OPPDATERING AV GRUS- OG PUKKREGISTERET	14

1 GENERELT OM INNHOLDET I GRUS- OG PUKKREGISTERET

Grus- og Pukkregisteret er et EDB-basert kart og registersystem for sand- grus og pukkforekomster. Grus- og Pukkregisteret 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-0,25mm 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 rapportene utarbeider NGU som regel forslag til videre undersøkelser av utvalgte forekomster.

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

NGU gir forøvrig råd og veiledning om registeret. Alle henvendelser vil bli besvart etter brukerens ønsker.

Nedenfor er det gitt en bredere omtale av metodikken og innholdet i registeret. 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 et landsomfattende Grusregister. Det ble nedsatt en arbeidsgruppe ved fylkeskartkontorene i Telemark og Vestfold som i samarbeid med NGU utarbeidet en modell til registeret.

NGU og fylkeskartkontorene fikk i 1981 konsesjon på opprettelse og drift av Grusregisteret. Etter en kort prøveperiode startet NGU et omfattende arbeid med å forbedre og videreutvikle den opprinnelig modellen. Fra 1986 ble registeret utvidet med egen database med analyseregister for pukk.

Fra 1980 - 1996 har NGU etablert Grusregister og Pukkregister 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 Pukkregisteret

Grus- og Pukkregisteret er et EDB-basert kart og registersystem for sand-, grus- og pukkforekomster. Registeret 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. Registeret skal videre dekke behovene for denne type grunnlagsdata i kommunal og fylkeskommunal planlegging, danne grunnlag for ressursregnskap og være et hjelpemiddel for andre brukerkategorier med behov for opplysninger fra registeret.

2.2 Organisering av arbeidet med Grus- og Pukkregisteret

Etablering, drift og ajourhold av registeret samordnes i dag av Miljøverndepartementet (MD), og NGU. NGU har det praktiske ansvaret for drift og ajourhold av Grus- og Pukkregisteret 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 dataregistre føre til endringer. Målsettingen ble etter en del justeringer at registeret skulle være etablert i hele landet innen utgangen av 1995.

3 KLASSIFIKASJON AV BYGGERÅSTOFFER

Byggeråstoff i Grus- og Pukkregisteret 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 Pukkregisteret 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 - 2mm 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 Pukkregisteret. 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

Pukkregisteret omfatter eksisterende uttak i fast fjell (pukkverk), nedlagte pukkverk mulig framtidige uttaksområder og prøvepunkt .

3.2 Aktuelle løsmasser i Grusregisteret 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. landhevningen 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 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 BYGGERÅSTOFFER I GRUSREGISTERET

Aktuelle materialtyper		Viktige forekomsttyper	Forekomstens verdi som ressurs avhenger av:	Vanlig bruksområde i naturlig tilstand
Naturlige løsmasser	Sand og grus (S)	<u>Sorterte forekomster:</u> - Breelvavsetning (B) - Elveavsetning (E) - Strandavsetning (U) - Bresjø/Innsjøavsetning (I)	- Mektighet - Arealbruk - Beliggenhet - Kvalitet - Finstoffinnhold - Homogenitet - Kornstørrelsesfordeling	- Veg- og betongformål
		<u>Dårlig sorterte forekomster:</u> - 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.

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

Registeret 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 registrert 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 tilfredsstillende minstekravet i punkt 1, men likevel har stor lokal betydning.
- 3) Forekomsten ikke tilfredsstillende 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 tilfredsstillende minstekravet for registrering som nevnt under kap. 4.1.

4.3 Steintipper

Alle steintipper (kraftverkstipper og gråbergstipper) 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 pukkregisteret. Steinbrudd som er drevet for uttak av blokker til f.eks. elveforbygning, moloer og bygningsstein skal også registreres når bergartene i steinbruddet kan antas egnet til pukkproduksjon.

5 PRESENTASJON AV DATA FRA GRUS- OG PUKKREGISTERET

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 registeret 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 tabeller og utskrifter for presentasjon og videre bearbeiding av data, og i takt med registreringsarbeidet er det også utarbeidet en standard rapportserie.

Alle disse produkter kan bestilles ved NGU.

Nedenfor omtales de kart, utskrifter og rapporter med data fra Grus- og Pukkregisteret 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.

Ressurskartene for sand, grus og pukk er plottet på målfast folie med topografisk grunnlag. Folieoriginalen oppbevares ved NGU, mens papirkopier av kartene fås ved henvendelse. Ved oppdatering av registrene vil ikke disse kartene bli oppdatert, men bli erstattet av nye, kommunevise ressurskart for sand, grus og

pukk i farger på digitalt kartgrunnlag, 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 NGU's rapporter fra Grus- og Pukkregisteret, og kan sendes brukerne etter ønske ved henvendelse til NGU. Nedenfor er det vist en oversikt over tilgjengelige utskrifter.

5.4 Grus- og Pukkregisteret på internett

Fra høsten 1998 vil opplysninger fra Grus- og Pukkregisteret være tilgjengelige på NGUs internettsider.

Utskrifter fra Grus- og Pukkregisteret

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, kulemolle 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 og kulemolleanalyse
Fylkesoversikt - egnethetsvurdering	Forekomstenes egnethet til veg- og betongformål
Kommuneoversikt - antall analyser	Antall abrasjons-, densitets-, fallprøve- 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

FIGUR 2.

5.5 Rapporter

Det utarbeides kommunevise rapporter for Grus- og Pukkregisteret. 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 "verdiansettelse" 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 GRUS- OG PUKKREGISTERET

Dersom registeret 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 registeret. Særlig viktig vil det være å samle inn data om driftsforhold, uttaks- og forbruksdata. Dette vil danne grunnlag for å lage ressursregnskap for sand, grus og pukk i de enkelte fylkene.

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.

Vedlegg 2

STANDARDVEDLEGG

SAND-, GRUS- OG PUKKUNDERSØKELSER

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. NGU'S MODELL FOR SAND-OG GRUSUNDERSØKELSER.....	4
1.1 Forundersøkelse.....	4
1.2 Oppfølgende undersøkelser	4
1.3 Detaljundersøkelser	5
2. KVALITETSVURDERING OG KVALITETSKRAV AV SAND OG GRUS TIL.....	5
2.1 Sand og grus til betongformål.....	6
2.1.1 Korngradering.....	7
2.1.2 Fillerinnhold	9
2.1.3 Ideelle siktekurver	9
2.1.4 Tilslagspartiklenes kornform, rundingsgrad og overflateforhold	10
2.1.5 Tilslagets mineralogi	10
2.1.6 Kjemisk reaktive mineraler.....	10
2.1.6 Termiske egenskaper	13
2.1.7 Forurensninger	14
2.2. Sand og grus til vegformål.....	14
2.2.1 Mekaniske egenskaper og kornform.....	15
2.2.2 Uheldig bergartsinnhold	15
2.2.3 Korngradering.....	15
3. FELTUNDERSØKELSER.....	18
3.1 Løsmassekartlegging	18
3.2 Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter.....	18
3.3 Prøvetaking.....	18
3.4 Seismiske undersøkelser.....	19
3.5 Løsmasseboring med Borros Polhydrill	19
3.6 Enkel sondering med Pionærbormaskin.....	20
4. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENES INNDELING.....	20
4.1 Generelle trekk i Norges kvartærgeologi.....	20
4.2 Innholdet på kvartærgeologiske kart.....	21

4.3 Løsmassenes inndeling	21
4.4 Kornstørrelser	23
5. LABORATORIEUNDERSØKELSER	23
5.1 Kornfordelingsanalyse	23
5.2 Bergarts- og mineralkorntelling.....	24
5.3 Humus- og slambestemmelse	24
5.4 Betongprøving	25

Figurer og tabeller

1. NGUs modell for sand- og grusundersøkelser	7
2. Regler for graderingskomromiss av sandtilslag	8
3. Eksempler på samlet gradering	9
4. Noen eksempler på samlede graderinger	12
5. Alkalireaktive bergarter	13
6. Grus, Materialkrav i bære- og forsterkningslag	16
7. Grus, materialkrav i vegdekker	17
8. Seismiske hastigheter i en del jordarter.....	19

1. NGU'S 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 brelvavsetninger 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- 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 boringer 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 boringer. 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 boringer -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 KVALITETSKRAV 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 kapittelet gir oversikt over tilslagsfaktorer som øver stor innflytelse på betongens bruksegenskaper. Selv om det foreligger en rekke metoder for vurdering av tilslagsets 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 etterkontroll 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-/mineralkorn tellinger, kornform, rundingsgrad, ruhet etc.)
Testing av tilslagsets 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

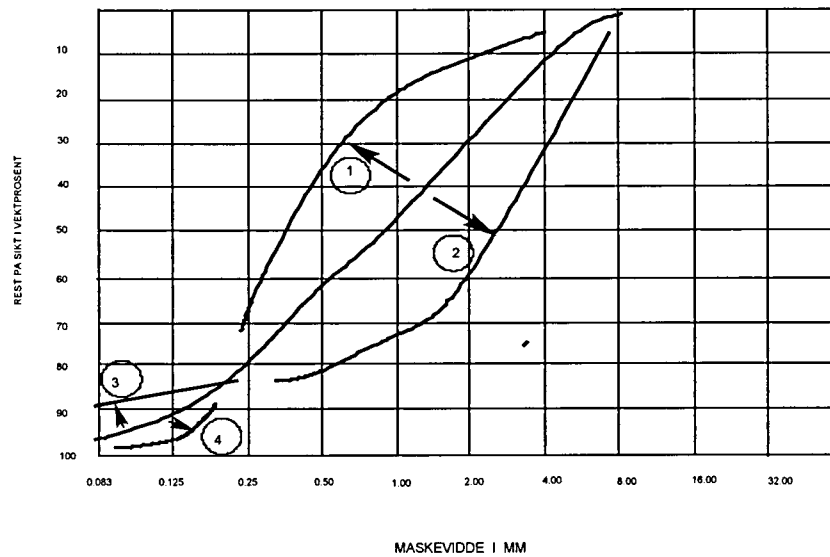
de ønskede egenskaper. For å oppnå foreskrevet kvalitet og få tilpasset resepten må det støpes flere prøveblandinger.

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
- Slumtap
- 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.



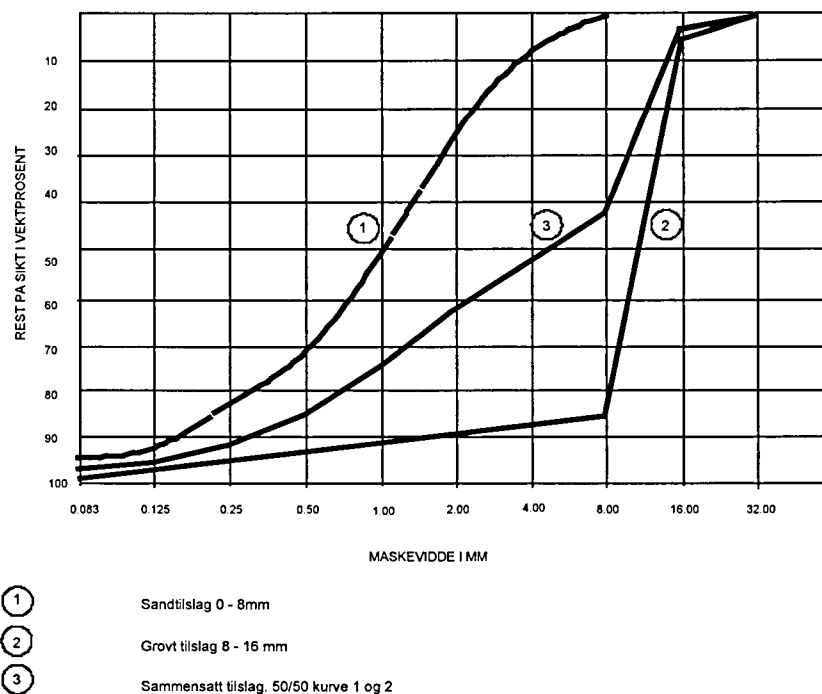
1.	Åpen sandkurve (økt poreinnhold, mindre pakningsgrad), såkalt "sandpukkel" kan medføre :	<ul style="list-style-type: none"> - Økende vannbehov - Økende luftinnhold - Lettere flyt/mobilitet/pumpbarhet - Fare for separasjon/vannutskillelse
2.	En tettere sandkurve (som innenfor visse grenser medfører 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 ("tørr" 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 tilpasning 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 tørrsikting (fillersand nederst i fig. 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.

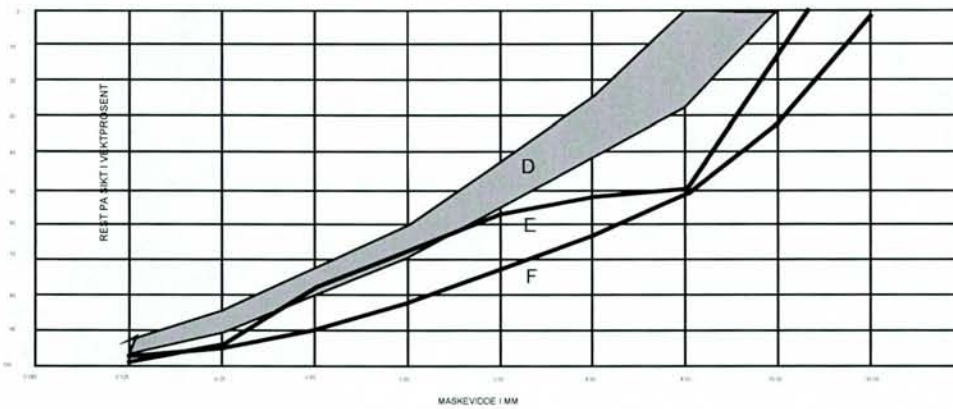
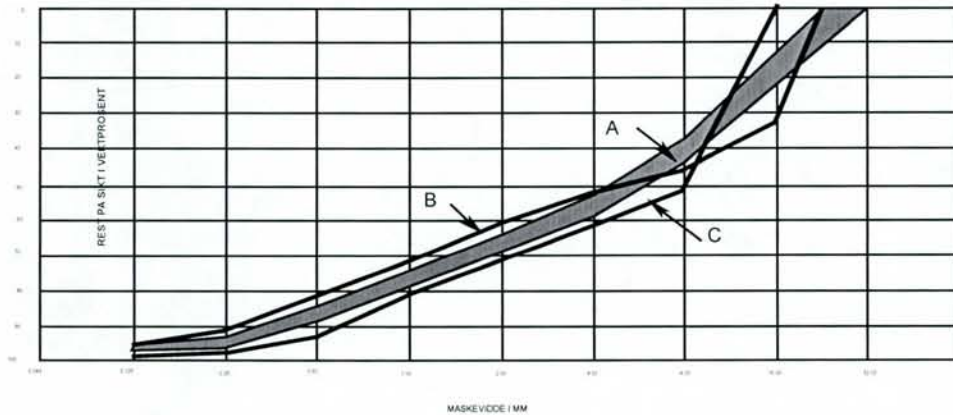
I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner i flere eldre dam- og brokonstruksjoner i Sør-Norge. Tilgjengelige alkalier i sementpastaen kan reagere med visse bergarter i tilslaget og føre til volumekspansjon og oppsprekking i herdet betong. Den kjemiske reaksjonen er i

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 per 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 Rhyolitt/sur vulkansk bergart Argillitt/fyllitt Metamergel Kvartsitt (mikrokrystallin og meget finkornet) *)</p> <p>Mulig alkalireaktive bergarter: Kvartsitt (grovkornet) *) / kvartsskifer Finkornet kvartsrik bergart Kalkstein med pellittisk 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. 50 mikron) bør betraktes som sannsynlig reaktiv, mens grovkornet kvartsitt er mulig reaktiv (selv med "strained" kvarts.

Figur 5. Alkalireaktive bergarter

2.1.6 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 krystallografisk faseomvandling ved 573 grader C. Under denne omvandlingen ekspanderer kvartsens volum 0.83 prosent, noe som vil ha ødeleggende virkning på betong.

2.1.7 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 skiller 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 Øvre	grus	< 300	3	< 1.50		< 9		> 50	(<25)	< 1% (Glødemetoden)	Grensekurver /32mm
	(Gk) Nedre		< 1500	3	< 1.50		< 9		> 50	(<25)		
BÆRER E L A G	Asfaltert sand (As)		300-5000	5	-			> 35		(<25)	< 0.5 (NaOH-metoden)	Tilpasning /11.2mm
	Asfaltert grus (Ag)		1500-5000	4	< 1.55			> 35		(<25)		Tilpasning /32mm
	Bituminøst	Emulsjonsgrus (Eg)		< 1500	4	< 1.60		< 5 2)		(<25)		Grensekurver /32mm
				1500-15000	3	< 1.50		"		"		"
	Stabilisert bærelag	Skumgrus (Sg)		< 1500	4	< 1.60		< 12 2)		(<25)		Grensekurver /16mm
				1500-5000	3	< 1.50		"		"		"
	Bitumenstabilisert grus (Bg)		< 1500	4	< 1.60		< 17 2)			(<25)		(Grensekurv.) /16mm
		1500-5000	3	< 1.50		"			"	"		
Sementstabilisert grus (Cg) 1)		> 300	5	< 1.60					(<25)	Grensekurver (37mm)		
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)	Varme produserte 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	"	-	"			
	Bituminost 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)	-	"	-	"		
		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	"	-	"					
Asfalskumgrus (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% (Gløde-metoden)	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 befarings- 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 profiler 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. Riggeren 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 boringer 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 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 ganske skarpkantet. På og nær markoverflaten er som regel blokk og steinnholdet 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.

Breelvavsetninger 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 utrase 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 breelvavsetningene, 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 løsmassetyper 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. landhevningen 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. Toppsikket 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 kornfordelings skjema, 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-/mineralkornsammensetning, 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 er 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 blanderesepter. 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.

Vedlegg 3

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

Fallprøve (sprøhet og flisighet)

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

Fallprøven utføres ved at en bestemt fraksjon, 8,0-11,2 mm, med en kjent kornform av grus eller pukk, knuses i et fallapparat. Apparatet består av en morter hvor materialet utsettes for slag fra et 14 kg lodd som faller med en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korngrænse, 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 pukk.

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

Vanligvis prøves materialet to ganger i fallapparatet. Sprøhetstallet for omslaget, omslagsverdien, gir uttrykk for materialets motstand mot repetert slagpåkjenning. Omslagsverdien gjenspeiler ofte den kvalitetsforbedring som kan oppnås ved å benytte flere 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 overflate-forvitring. Stoffprøver blir alltid knust i laboratorieknuser før selve fallprøven.

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

Produksjonsprøver skal behandles etter følgende retningslinjer:

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

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

Abrasjon

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

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

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialets egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (S_a -verdi), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (S_8) 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 tilslaget 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 veiging 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 som gir et utslag på en kalibrert skala. Utslaget angir friksjonskoeffisienten angitt i prosent, også benevnt **PSV-verdi**.

Det benyttes følgende klassifisering:

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

Kategori A er best og kategori F dårligst.

Tynnslip

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

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

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

SieversJ-verdi

En bergarts SieversJ-verdi er et uttrykk for bergartens motstand mot riping med hardmetall-verktøy. Et tilsaget prøvestykke av bergarten utsettes for et roterende hardmetallbor under bestemte betingelser. SieversJ-verdien defineres som hulldybden målt i mm. Metoden er utviklet for bruk i generell vurdering av bergarters borbarhet.

Slitasjeverdi

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Bergartsmaterialet knuses ned til pulverform med kornstørrelse < 1 mm. I et bestemt apparatur påføres bergartspulveret en roterende stålplate. Et hardmetallstykke trykkes mot platen og utsettes for slitasjepåkjenning. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i milligram for et prøvestykke av hardmetall.

Borsynkindeks (DRI)

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i en undersøkt bergart. En høy verdi av DRI (drilling rate index) indikerer at bergarten er lett å bore i, mens lav borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 * DRI$ (cm/min).

Følgende klassifisering benyttes:

< 32	Meget liten
32-43	Liten
43-57	Middels
57-75	Stor
> 75	Meget stor

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI (bit wear index) antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje i felt er logaritmisk.

Følgende klassifisering benyttes:

<18	Meget liten
18-28	Liten
28-38	Middels
38-48	Stor
>48	Meget stor

Ressurskart: Sand, grus og pukk

Kvalitet til veg- og betongformål
Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune



Tegnforklaring

Klassifisering til veg- og betongformål (pr. mars 1998)
Vegformål Betongformål Rangering

1	1	God
2	2	Middels god
3	3	Mindre god
4	4	Ikke vurdert

- Sand- og grusforekomst
- Sand- og grusforekomst (usikker)
- Pukkforekomst, mulig uttaksområde
- Grusrygg (esker)
- Pukkverk i drift
- Pukkverk i sporadisk drift eller nedlagt
- Prøve- eller observasjonspunkt for pukk
- Massetak
- Liten sand- og grusforekomst
- Steintipp
- Ur og skredmateriale
- 12** Forekomstens nummer i Grus- og Pukkregisteret

Arealtyper

- Bebygde områder
- Åpen mark
- Skog
- Vann
- Åpen myr

Bebyggelse

- Gård, villa
- Hytte, sæter

Veger og terrengformer

- Offentlig veg
- Privat veg
- Høgdekurver 100m
- Tellekurver 500m

Tegning 99.041 - 5.1
Referanse til kartet:
Wolden, K 1999
Ressurskart, Vindafjord, Tysvær,
Haugesund og Karmøy
NGU



Projeksjon: UTM sone32, EUREF 89

Forutsetningen for klassifiseringen er beskrevet i NGU rapport 99.041.
Kartet må derfor brukes sammen med rapporten.

Ressurskart: Sand, grus og pukk

Viktige sand-, grus- og pukkforekomster
Vindafjord, Tysvær, Haugesund og Karmøy kommune



Tegnforklaring
Forekomstens betydning som ressurs (pr. mars 1998)

Forekomst	Rangering
	Meget viktig
	Viktig
	Mindre viktig
	Ikke vurdert

	Sand- og grusforekomst
	Pukkforekomst, mulig uttaksområde
	Grusrygg (esker)
	Pukkverk i drift
	Pukkverk i sporadisk drift eller nedlagt
	Prøve- eller observasjonspunkt for pukk
	Massetak
	Liten sand- og grusforekomst
	Steintipp
	Ur, Skred og forvittringsmaterial

12—Forekomstens nummer i Grus- og Pukkregisteret

Arealtyper

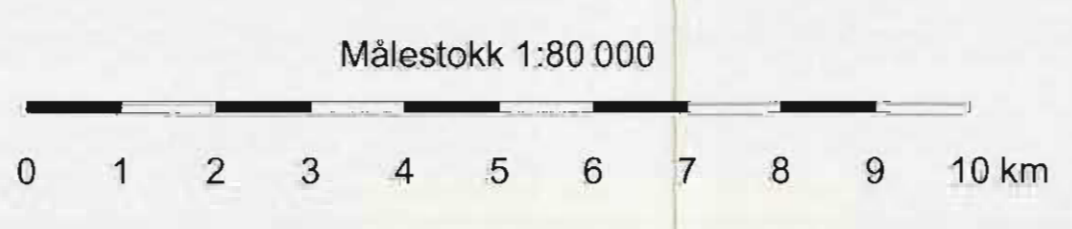
- Bebygde områder
- Åpen mark
- Skog
- Vann
- Åpen myr

Bebyggelse

-

Veger og terrengformer

-



Projeksjon: UTM sone32, EUREF 89

Tegning 99.041 - 5.2
Referanse til kartet:
Wolden, K 1999
Ressurskart, Vindafjord, Tysvær,
Haugesund og Karmøy
NGU

Kartgrunnlag: N250 fra Statens kartverk. Tiltaksnr.: LUC-4-1997