

NGU-rapport nr. 86.019
Hvor er det stein?
Geologiske og geografiske forhold.
Konferansen "Stein i vei",
Vettnes, januar 1986



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 86.019	ISSN 0800-3416	Åpen/Fortrolig til	
Tittel: Hvor er det stein? Geologiske og geografiske forhold.			
Forfatter: Peer-Richard Neeb		Oppdragsgiver: Pukk- og grusleverandørenes Landsforening's Servicekontor NGU	
Fylke:		Kommune:	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 23	Pris:
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: Januar 1986	Prosjektnr.: 5321.00	Prosjektleder: P.-R. Neeb
Sammendrag: PGL holdt kurs om stein i vei på Vette i januar 1986. Foredraget tar for seg "stein" (bergarter) fra fast fjell og løsmasser. Det gis en kort definisjon på steinmateriale. Følgende geologiske forhold gjennomgås: Transport- og avsetnings- betingelser, kornform, mekaniske og fysiske egenskaper og en visuell kvalitetsklassifisering av stein. Geografiske forhold regionalt og lokalt gjennomgås. Status for Grus- og Pukkregisteret ved NGU er også tatt med.			
Emneord	Ingeniørgeologi	Kvalitetsundersøkelser	
	Berggrunn		
	Løsmasser	Foredrag	

Hydrogeologiske rapporter kan lånes eller kjøpes fra Oslokontoret, mens de øvrige rapportene kan lånes eller kjøpes fra NGU, Trondheim.

INNHOOLD

	Side
INNLEDNING	4
HVA ER STEIN	5
Dannelse av sand og grus	5
GEOLOGISKE FORHOLD	8
Berggrunnen	8
Transport- og avsetningsbetingelser	9
Kornform	11
Mekaniske og fysiske egenskaper	11
Visuell kvalitetsklassifisering av stein	12
GEOGRAFISKE FORHOLD	15
Regionalt	15
Lokalt	17
STATUS OM STEIN VED NGU	18
Grusregisteret	18
Status og prioritering av kartleggingsområder	18
Pukkregisteret	22
LITTERATUR	23

INNLEDNING

I et moderne samfunn er det behov for stedfestet informasjon om stein fra løsmassene og fast fjell. Berggrunnen og løsmassene utgjør en viktig del av naturgrunnlaget, og kartleggingen av disse er en offentlig oppgave.

Sand, grus og pukk er i praksis en ikke fornybar ressurs. På landsbasis er avsetningene geografisk ujevnt fordelt, og mange steder i Norge har for liten tilgang på sand og grus. Det forbrukes ca. 30 mill. tonn sand og grus med en brutto produksjonsverdi på omlag 1000 mill. kroner før transport til forbruker. Av pukk forbrukes ca. 16 mill. tonn med en brutto produksjonsverdi på omlag 800 mill. kroner. Som vist i Fig. 1 representerer imidlertid produksjonen store verdier sammenlignet med andre deler av bergverksindustrien, og det er grunn til å tro at denne vil øke. Norges geologiske undersøkelse (NGU) vil derfor de kommende år gjennomføre et regionalt inventeringsprogram for å kartlegge potensielle uttaksområder for pukk, samt registrere eksisterende uttak. Programmet vil bli en integrert del av arbeidet med Grusregisteret hvor alle løsmasseforekomster egnet til bruk som byggeråstoff, blir registrert.

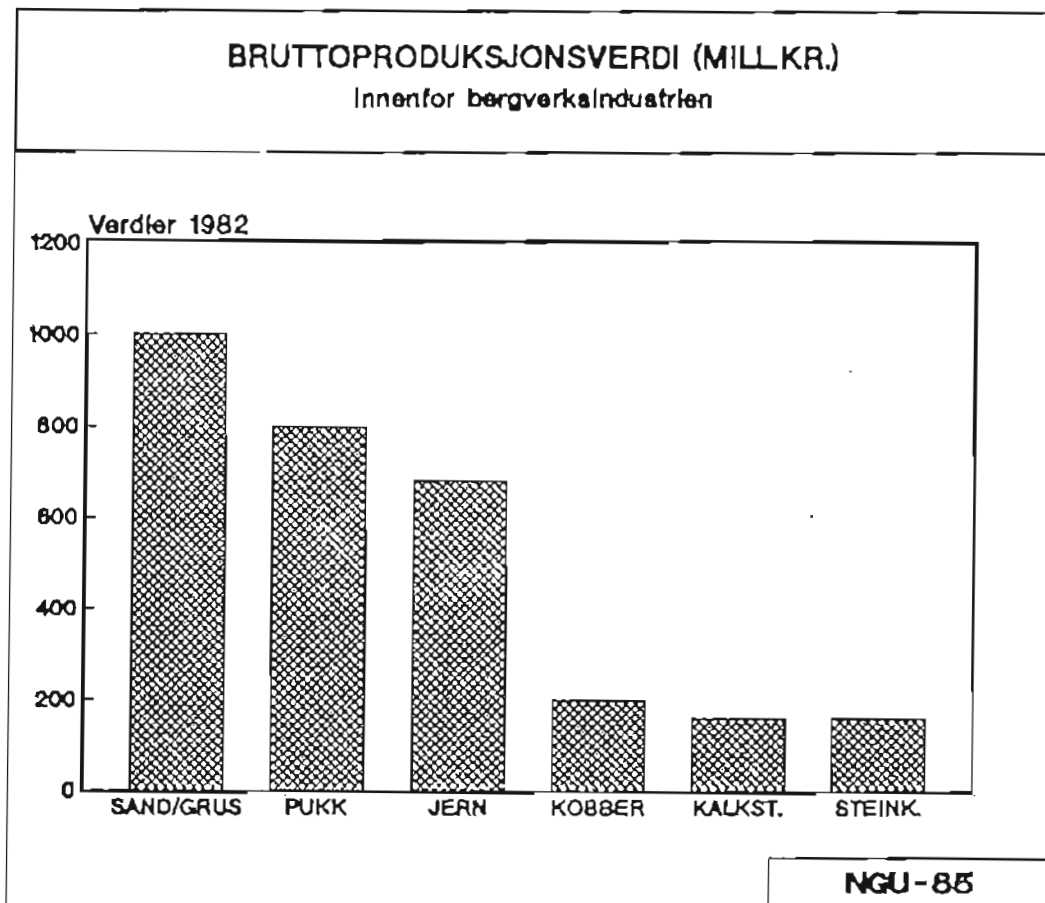


Fig. 1 Mineralske råstoffer produsert på land i Norge (1982, mill. kr.)

HVA ER STEIN?

Et berggrunnskart viser utbredelsen av de ulike bergartstypene (steintypene) i Norge. Jordskorpen er sammensatt av ulike typer bergarter som igjen er opphavet til løsmassene gjennom nedbryting over tusener av år (glasial erosjon, forvitring, elvetransport). I mange land finner en alle overganger mellom fast fjell, løst (forvitrede) fjell og løsmasser. I Norge er det et skarpt skille mellom fast fjell og løsmasser. Vi bruker i dagligtale ordet "bergart" om fast fjell (granitt, gneis, kvartsitt, gabbro) og ordet løsmasser om sand, grus, stein, leire etc, som ligger oppå fjellet.

Dannelse av sand og grus

"Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innenfor bestemte kornstørrelser: Sand 0.06-2 mm, grus 2-64 mm. Uttrykkene sand og grus blir brukt om hverandre i daglig tale som en fellesbetegnelse på sorterte løsmasser til bygge- og anleggsformål. Disse løsmassene er som regel lagdelt fordi de er avsatt i vann i motsetning til morene. Særlig viktig er breelavsetninger dannet under innlandsisens nedsmelting. Elveavsetninger, i noen grad også strandavsetninger og morenemateriale, er andre viktige forekomsttyper, Fig. 2.

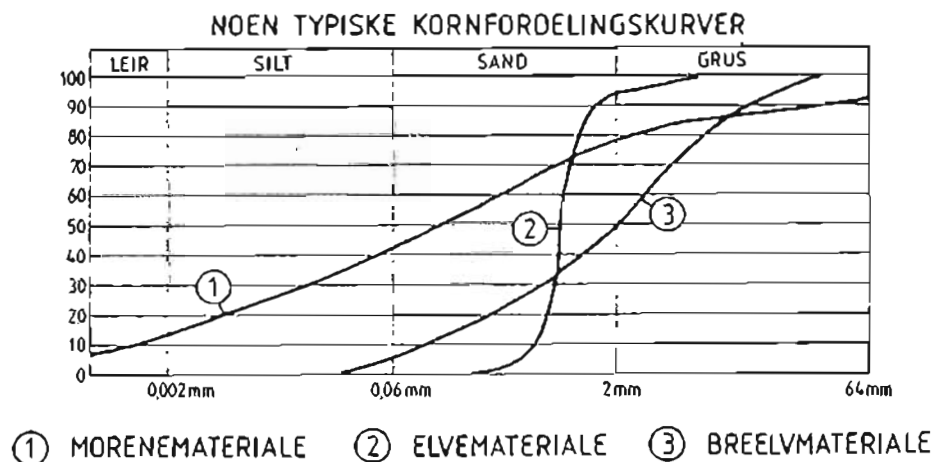


Fig. 2

Fig. 3 viser situasjonen i mange av våre dalfører etter nedsmeltingen av innlandsisen. Store mengder smeltevann ble frigjort og fulgte bl.a. tunneler og sprekker i og under isen, og dannet breelvavsetninger. I dag sees breelvavsetningene som terrasser, rygger (eskere) hauger og vifter i landskapet.

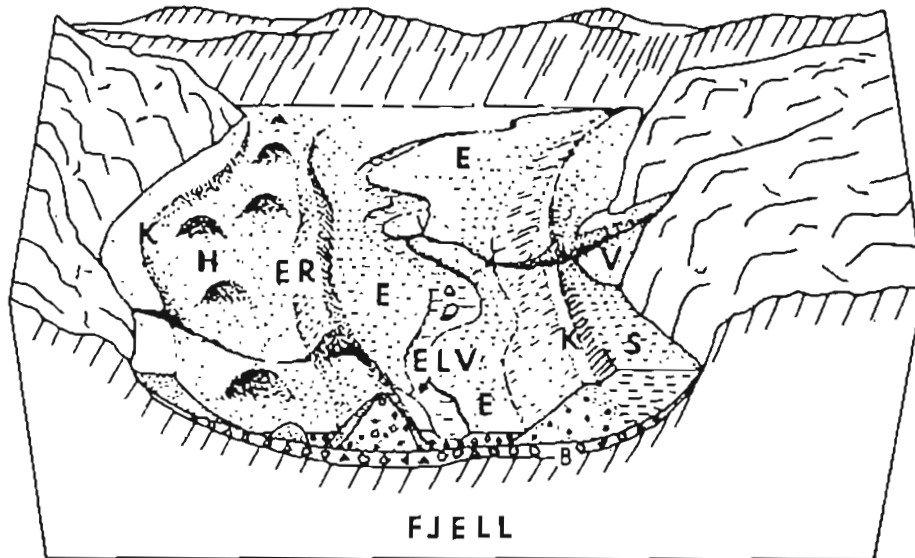
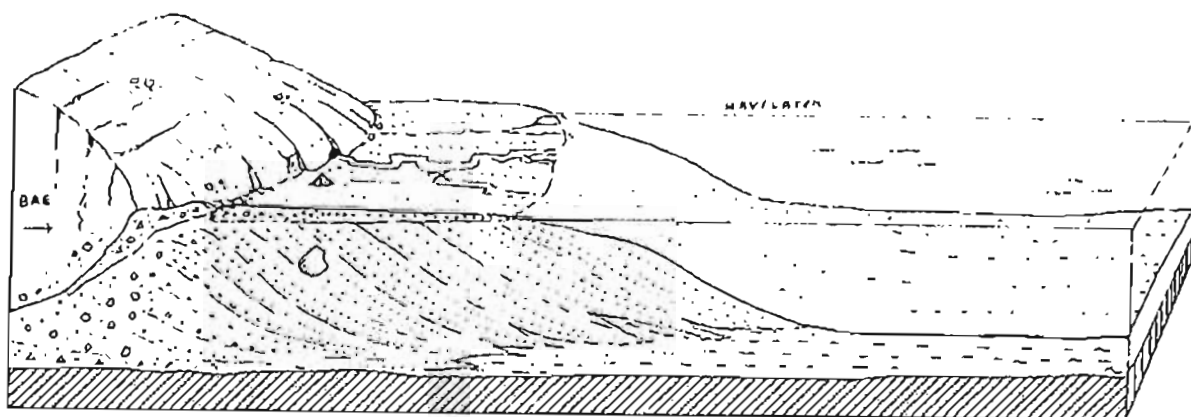


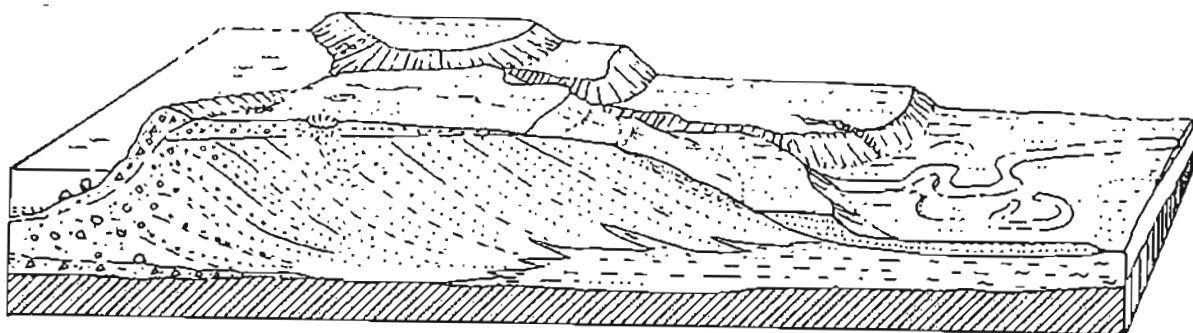
Fig. 3. Isen er borte.

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| S: bresjøavsetning | E.R: esker-rygg |
| K: kame-terrasser | V: grusvifte |
| H: hauger, dødis-terreng | B: bunnmorene. |

Særlig store og viktige er breelvdeltaene som er bygget opp der breelvene munnet ut i åpent vann foran brefronten, Fig. 4. Det karakteristiske ved disse er at de har skrålag med sterkt vekslende kornstørrelse, mens hvert enkelt lag er mer eller mindre enskornet. De største av våre breelvdeltaer inneholder flere hundre millioner m³ sand, grus og stein.



A



B

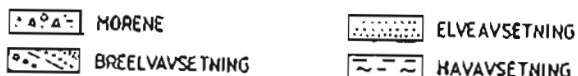


Fig. 4 Isranddelta. Situasjonen er sammenlignbar med dannelsen av mange sand- og grusforekomster i Norge.

- A. Breelvmateriale bygges opp til et delta foran isfronten. Karakteristisk er et horisontalt topplag av grus og stein, skrålag av sand og grus og mer horisontale bunnlag med finsand, silt og leir.
- B. Isen har trukket seg ut av området og avsetningen demmer opp en innsjø. Elven har skåret seg ned gjennom deltaet. Under landhevingen ble nye elvedeltaer bygd opp over havavsetningene i stadig lavere nivåer.

GEOLOGISKE FORHOLD

Kvaliteten av løsmasser brukt som vegmateriale er bestemt av deres geologiske opprinnelse. De tre viktigste faktorene er:

- Berggrunnen
- Transport- og avsetningsbetingelser
- Omdannede prosesser

De geologiske faktorenes innvirkning på tilslagsmaterialet er illustrert på Fig. 5.

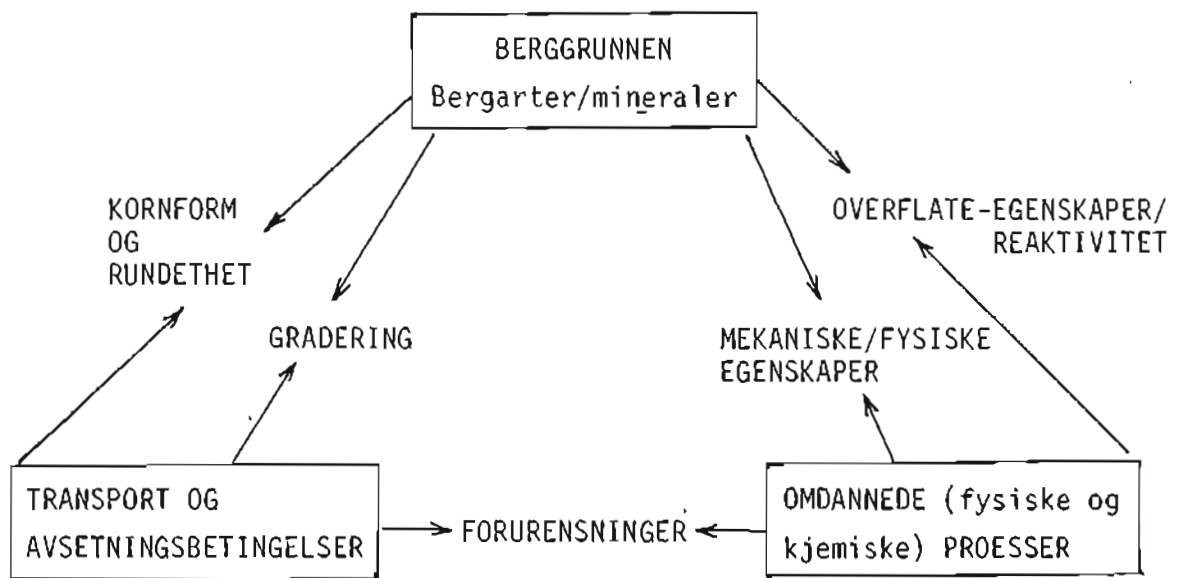


Fig. 5. Geologiske faktorenes innvirkning på vegmaterialets kvalitetsparametre.

Berggrunnen

Kartet (Fig. 6) viser utbredelsen av de ulike bergartstypene i Norge. Bergartene har etter sin sammensetning og dannelsesmåte ulike egenskaper som veimateriale. Dette gjelder også løsmasser som er dannet fra de enkelte bergartstyper.

Det er således store kvalitetsforskjeller mellom sand- og grusavsetninger fra skifrige bergarter (fyllitt, glimmerskifer, leirskifer) og de sterkere grunnfjellsbergartene (gneiser, granitter, gabbroer, grønnsteiner, kvartsitter).

Områdene med skifere vil derfor være dominert av sand/grus med høyt innhold av svake bergartsfragmenter og glimmer. Dette er i særlig grad tilfelle for deler av fylkene Sør-Troms, Nordland, Trøndelagsfylkene og Oppland. I disse fylkene er det nødvendig med detaljerte undersøkelser av hver enkelt forekomst for å skille de gode forekomstene fra de dårlige.

Transport- og avsetningsbetingelser

Hovedmengden av løsmasser er dannet i den siste geologiske perioden (Kvartærtiden) ved erosjon og transport av isbreer og smeltevann. I store deler av landet er transportlengdene korte, og det er da mulig å anslå gruskvaliteten når bergartene "oppstrøms" for isbevegelsen/vannbevegelsen er kjent.

Petrografisk kart over NORGE

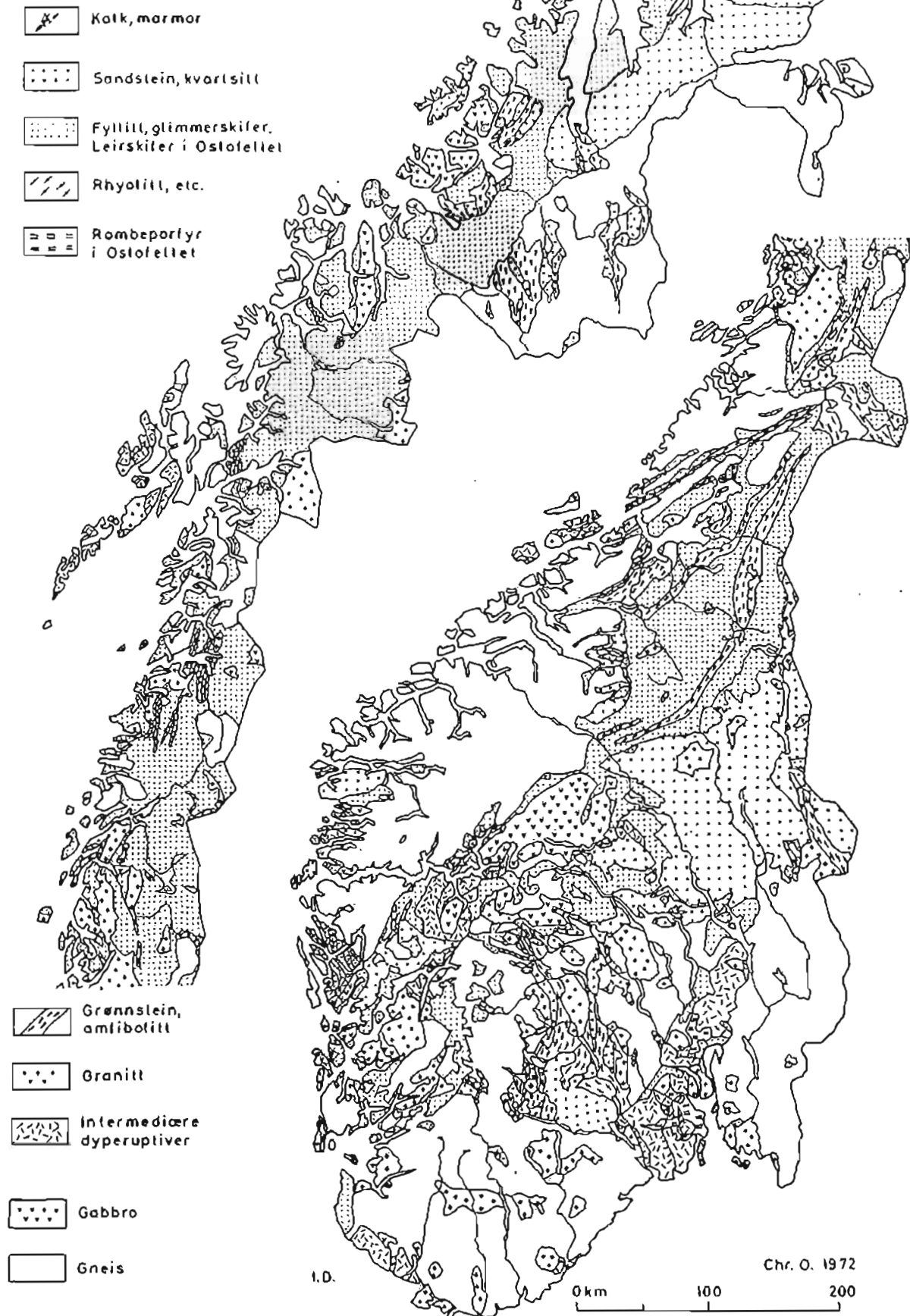


Fig. 6

Våre største sand- og grusressurser finnes i hoveddalene, og spesielt nær havnivået under isavsmeltingen (ved "marin grense"), Fig. 4. Disse breelavsetningene er karakterisert ved varierende middelkornstørrelser og gradering (både vertikalt og horisontalt i avsetningen) avhengig av smeltevannets varierende transportevne og avsetningsbetingelser. Løsmassene består hovedsakelig av fragmenter fra "moderbergartene" oppstrøms avsetningene.

Moderbergartenes mineral-kornstørrelser er i stor grad bestemmende for forholdet mellom frie mineralkorn og bergartsfragmenter i de ulike fraksjonene i løsmassene. Generelt kan det sies at fraksjonene finere enn 0.5 mm er dominert av frie mineralkorn. I de norske sandavsetningene er lyse kvarts- og feltspatmineraler dominerende. I mindre mengder forekommer glimmer og mørke mineraler. Fraksjonene større enn 0.5 mm består av bergartskorn med ulik mineralsammensetning.

Kornform

Sand- og grusmaterialets kornform er en funksjon av kornstørrelser, mineraltyper og transportlengder. Lang transportavstand (vann) fører til bedre runding av kornene i grusfraksjonene, mens den i liten grad fører til runding av sandkorn. Skifer- og glimmerkorn vil ha bladig kornform. Feltspat og kvarts vil gi mer kubiske korn. Lange transportavstander fører også til at svake korn slites ned og fjernes fra sandavsetningene. Breelavsetningene er hovedsakelig preget av korte transportavstander, mindre rundet materiale og dårlig sortering, mens elveavsetninger er bedre rundet og mere ensgradert.

Mekaniske - fysiske egenskaper

Bergarter er sammensatt av forskjellige mineraler. Disse kan ha varierende kornstørrelse, orientering, spaltbarhet, mekanisk styrke og binding. Bergartene har en geologisk forhistorie hvor høye spenninger og temperaturvariasjoner har ført til omvandlede bergarter med orienterte mikrosprekker som ved siden av mineralorienteringen gir svakhetsretninger i materialet, f.eks. glimmerskifer. Disse forhold gir bergarten redusert styrke. Vi utsetter bergartskornene for spesielle bearbeidingsprosesser og påkjenninger ved uttak og ved bruk i veier.

Hvor lang tid det tar før et asfaltdekke slites ned eller et bærelag bryter sammen, avhenger av en rekke forhold som trafikkbelastning, asfalmengde, korngradering, andelen grovt materiale i asfalttilslaget, komprimering og sist, men ikke minst, steinmaterialenes brukskvalitet. Med brukskvalitet menes materialets motstand mot mekanisk nedbrytning i form av slag eller ripepåkjenninger (abrasjon).

Det koster uforholdsmessig mye tid og penger å vurdere materialkvaliteten gjennom bygging av forsøksveier. Nesten alle undersøkelser bygger derfor på laboratorieforsøk. Dette er den raskeste måten å vurdere et materiale på, men det er dessverre ikke bestandig en klar sammenheng mellom laboratoriemålt materialkvalitet og brukskvalitet.

Visuell kvalitetsklassifisering av stein

Ved NGU har en innført en visuell kvalitetsbedømmelse som et supplement til fallprøve og abrasjonsanalyse. Metoden er også i bruk ved vegkontorene. Det kan ofte være vanskelig å gi små bergartsfragmenter i en grusprøve korrekt bergartsbetegnelse.

Ved å gruppere hvert enkelt bergartskorn etter forventet mekanisk styrke, blir en i hovedtrekk uavhengig av bergartsnavnene samtidig som en har fått en orienterende kvalitativ vurdering.

I fylkene Nordland, Troms, Sør- og Nord-Trøndelag har denne metoden fungert spesielt godt fordi de kambrosiluriske bergartene i disse områdene er ofte svært vanskelig å identifisere visuelt.

De ulike bergarter grupperes etter antatt slagstyrke (sprøhet) og ripemotstand. Forslaget til gruppeinndeling i Fig. 7 bygger på erfaringer ved NGU under arbeidet med Grusregisteret og etter forslag av Wangen ved Veglaboratoriet. Relevante bergartsnavn er brukt som eksempler på innholdet i de forskjellige gruppene.

Ved vurdering av ripehardhet ved bruk av stålspiss, benyttes følgende skala:

- 1) Ingen ripespor - høg ripemotstand
- 2) Svakt ripespor - grensetilfelle
- 3) Kraftig ripespor - lav ripemotstand

Type 1 plasseres vanligvis i gruppe MEGET STERKE eller STERKE KORN. Type 3 plasseres vanligvis i SVAKE eller MEGET SVAKE KORN. Type 2 kan både høre inn under gruppe STERKE og SVAKE KORN.

GRUPPE	BESKRIVELSE
MEGET STERKE KORN (gruppe 1)	Finkornige, homogene bergarter med lavt innhold av bløte mineraler. Gruppen vil ofte inneholde følgende typer: Kvartsitt, kvartskorn, ulike typer gabbro, amfibolitt, ripeharde grønnsteiner og sandsteiner, granitt, dioritt og lavfoliert granittisk gneis. Generelt: Høy ripemotstand og lav sprøhet (anslagsvis s mindre enn 40).
STERKE KORN: (gruppe 2)	Middels- til grovkornete bergarter nevnt under gruppe 1. Andre eksempler kan være migmatitt og ripeharde skifre. Generelt: Høy ripemotstand og middels sprøhet (s anslagsvis mellom 40 og 55).
SVAKE KORN (gruppe 3)	Bløte og/eller anisotrope bergarter som glimmerrike skifre, bløt grønnstein/grønnskifer, fyllitt, umetamorf kalkstein, glimmerrik gneis, og delvis forvitrede fragmenter av bergarter nevnt i gruppe 1 og 2. Generelt: Lav ripemotstand og/eller middels eller høy sprøhet (s anslagsvis større enn 55).
MEGET SVAKE KORN (gruppe 4)	Bergartsfragmenter som lar seg knuse mellom fingrene. Eksempler kan være gjennomforvitrede korn og meget bløte skifre som alunskifer og liknende. Generelt: Lav ripemotstand og høy sprøhet (s anslagsvis mellom 90 og 100).

Mineralkornstørrelse:

Finkornet	= Korndiameter mindre enn 1.0 mm
Middelskornet	= Korndiameter mellom 1.0 og 5.0 mm
Grovkornet	= Korndiameter større enn 5.0 mm

Fig. 7. Inndeling av bergartskorn etter forventet brukskvalitet med hensyn på veiformål (bærelag og bituminøse dekker).

Forslaget til inndeling i kvalitetsklasser gir lettere en orienterende kvalitativ vurdering av steinmaterialet enn bare bruk av bergartsnavn. Metoden forutsettes alltid brukt når det utføres fallprøve på et grusmateriale.

GEOGRAFISKE FORHOLD

En oversikt over sand-, grus- og pukkforekomster har størst interesse i områder hvor det allerede foreligger eller forventes et behov for slike byggeråstoffer.

I praksis betyr dette at kartleggingen konsentreres til arealer omkring tettsteder, samt langs hovedveinettet. Veietaten er som nevnt storforbruker av sand, grus og pukk, og framtidige behov på denne sektor må derfor tillegges stor vekt. Utvelgelse av kartleggingsområder skjer på to nivå, regionalt og lokalt.

Regionalt

På fylkesnivå skjer prioriteringen på grunnlag av

- tilgang på naturgrus
- kvalitet på naturgrus
- beliggenhet av eksisterende pukkverk
- planlagt anlegges- og vedlikeholdsaktivitet på veisektoren

Disse forhold registreres og vurderes før feltkartleggingen starter. Som grunnlag for en slik vurdering brukes Grusregistreet, som f.eks. gir oversikter over områder med knapphet på naturgrus som vist i Fig. 8. For Opplands vedkommende gjelder dette store deler av Valdres og kommunene sør for Gjøvik.

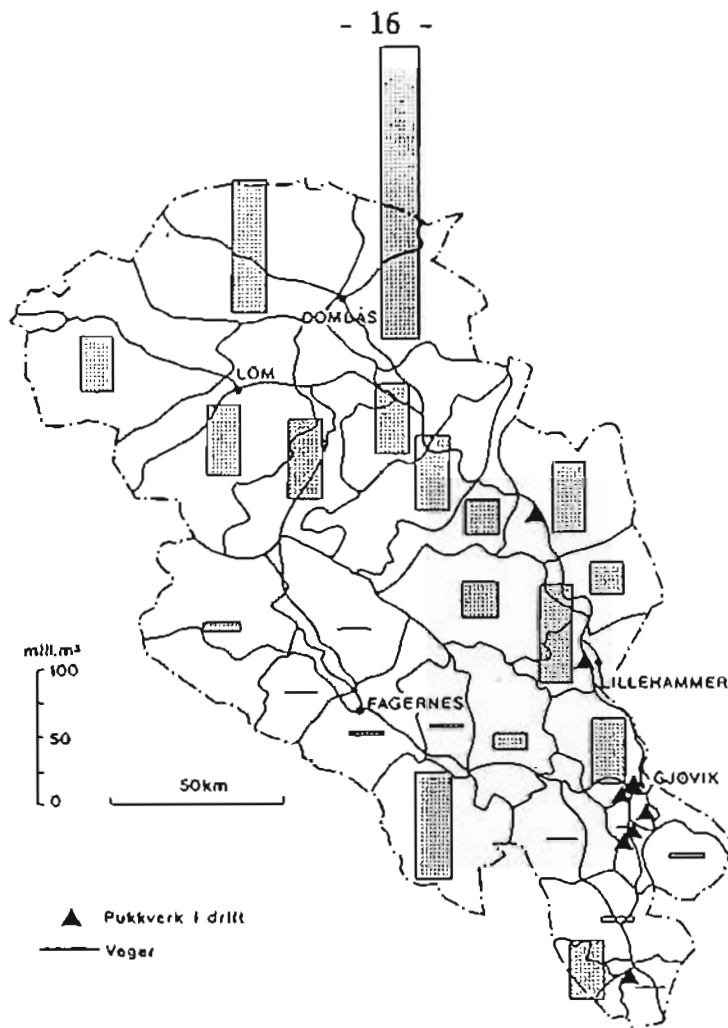


Fig. 8. Kommunevis fordeling av de totale sand- og grusreservene i Oppland.

Grusregisteret inneholder også opplysninger om kvalitative variasjoner mellom grusforekomstene, og sammenholdt med berggrunnskart gir dette grunnlag for å vurdere hvor også kvalitetshensyn skaper behov for erstatningsmaterialer.

I enkelte deler av landet er kvaliteten på tilgjengelig naturgrus så dårlig at den ikke tilfredsstillende kravene til ulike byggetekniske formål. Her er kvalitativt akseptabel pukk et alternativ. I den senere tid har vi registrert en tendens til å benytte pukk i bærelaget i stedet for naturgrus.

I noen brukssammenhenger er det også slik at kvalitetsnormene krever bruk av pukk, dvs. at det foreligger et marked for pukk som er uavhengig av tilgang og kvalitet på naturgrus.

Framstillingskostnadene for pukk er større enn for sortert naturgrus, og knuste steinprodukter vil derfor primært konkurrere med naturgrus på basis av transportavstand til forbruksområde og kvalitet. Grovt sett regner en at yttergrensen for et pukkverks salgsdistrikt ligger ca. 2-3 mil unna

pukkverket. For kyststrøkene der båttransport nyttes i stor utstrekning vil salgsdistriktene bli vesentlig større.

Veisektoren er storforbruker av pukk, som dels går til nyanlegg og dels til vedlikehold av eksisterende veinett. Gjennom en kvalitetsheving av tilslagsmaterialene til i første rekke bærelag og asfaltdekker, synes det mulig å oppnå betydelige samfunnsøkonomiske gevinster gjennom en forlengelse av vedlikeholdsperioden. Det er derfor viktig å ta hensyn til behovene til veietaten ved prioriteringen av kartleggingsområder.

Lokalt

Under arbeidet i felt skjer den lokale prioriteringen av kartleggingslokalteter på grunnlag av

- driftstekniske forutsetninger
- geologiske forutsetninger

Rekkefølgen er motsatt av det som tradisjonelt er tilfelle i mineralressurskartlegging, og dette har sammenheng med flere faktorer.

Uttaksområdene bør ligge så nært markedet som mulig av hensyn til transportkostnadene. I innlandsområder vil dette si at man konsentrerer seg om forekomster langs det eksisterende veinett. I kystområder må det også legges vekt på sjøkontakt.

Uttaksområdets topografiske forhold er viktig for driften. Ved palldrift bør minimum pallhøyde være 12-15 m, helst noe høyere, og forholdene bør ligge til rette for bryting på flere nivå. Uttaksområdet bør også ha tilstrekkelig lagerkapasitet.

Pukkverk og grustak medfører ofte ulemper for nærmiljøet i form av støv- og støyplager, rystelser og steinsprut under sprengning og stor trafikk av tunge kjøretøyer. Det er derfor viktig å velge ut steder der produksjonen kommer minst mulig i konflikt med miljøkrav fra omgivelsene.

Tilgjengelighet av strøm, vann og avløpsmuligheter er også momenter som bør tas med ved avgrensning av de aktuelle områdene.

Dersom det foreligger berggrunnskart i M 1:50 000 er det relativt enkelt å vurdere de generelle geologiske forutsetninger for pukkproduksjon. Disse

kartene er vanligvis meget nøyaktige langs veinettet på grunn av veiskjæringene med gode fjellblotninger. Kartene gir informasjon om bergartstype og gir grunnlag for volumanslag.

STATUS OM STEIN VED NGU

Grusregisteret

Initiativet til å få utviklet og etablert "dagens" Grusregister kom fra Miljøverndepartementet. Tidligere har følgende etater hatt registre over sand- og grusressursene: Sivilforsvaret, Veietaten og Norges geologiske undersøkelse. I Grusregisteret blir alle data lagt inn på NGUs dataanlegg og senere overført til fylkeskartkontorene. Brukerne kan henvende seg til fylkeskartkontorene for å få data og kart fra registeret. NGU har data fra hele landet og vil kunne utarbeide regionale oversikter.

Status og prioritering av kartleggingsområder

Målsettingen er at registreringene for hele landet skal være ferdig i løpet av 1990. Status i dag og planlagt framdriftsplan viser dekning på ca. 1/3 av Norges landareal, Fig. 9. Tidsplanen vil holdes ved tilstrekkelig med midler fra Miljøverndepartementet, Industridepartementet og de resterende fylkene. Status for registreringer og estimert volum for resten av landet er vist i Fig. 10 og 11.

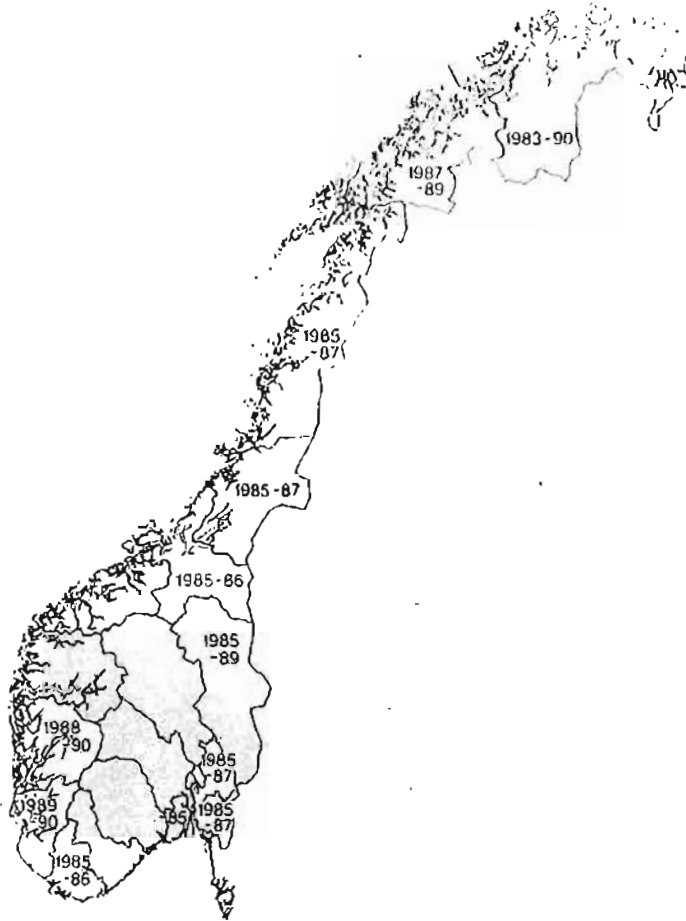
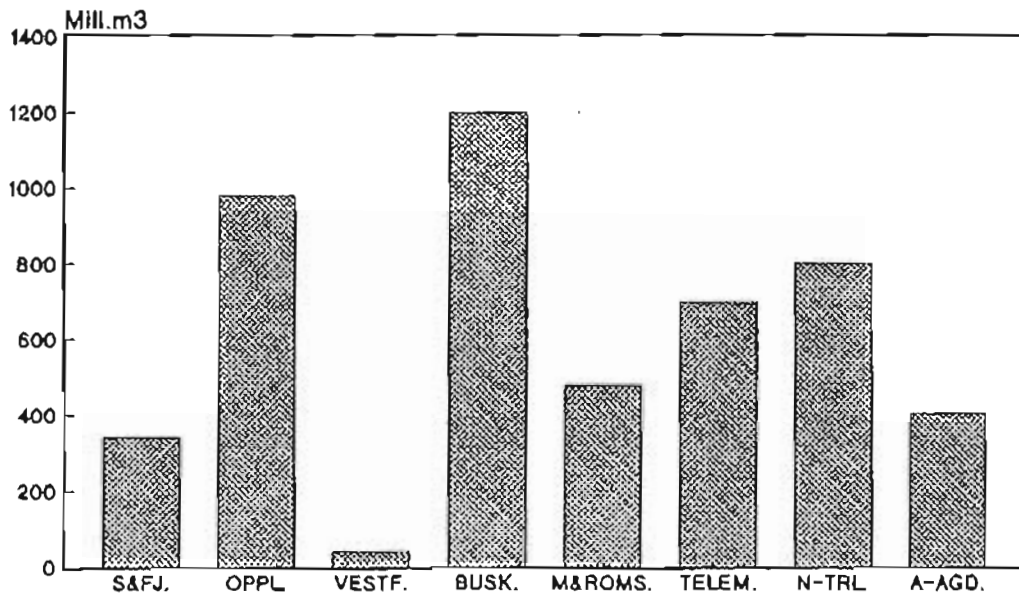


Fig. 9

SAND- OG GRUSRESERVER I NORGE

8 FYLKER

TOT.VOLUM



LANDSPROGNOSE: 12 MILLJARDER M3.

Fig. 10 viser sand- og grusreserver i de 8 ferdige fylkene: Sogn og Fjordane, Oppland, Vestfold, Buskerud, Møre- og Romsdal, Telemark, Nord-Trøndelag og Aust-Agder.

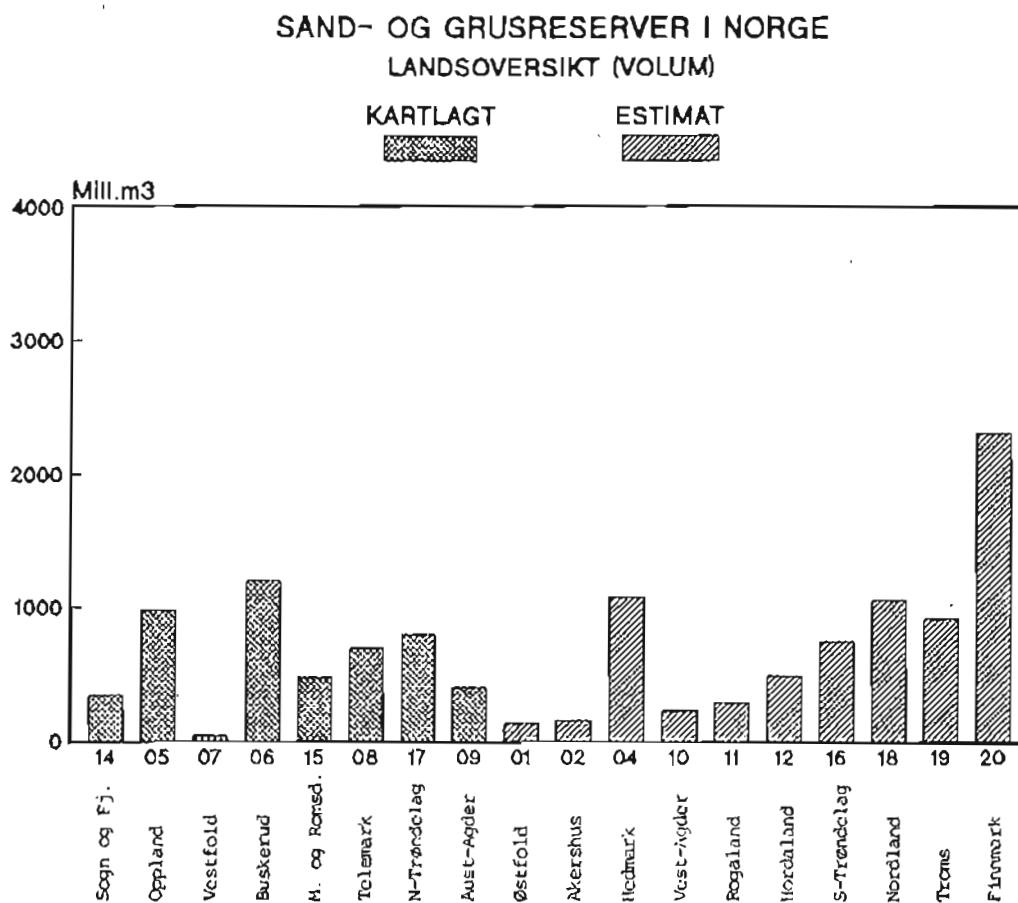


Fig. 11.

Et overslag i de resterende fylkene utfra tilgjengelige erfaringsdata gir 12 milliarder m³ totalt med sand og grus for hele landet, Fig. 11.

SAND- OG GRUSRESERVER I NORGE VOLUM PR. PERSON

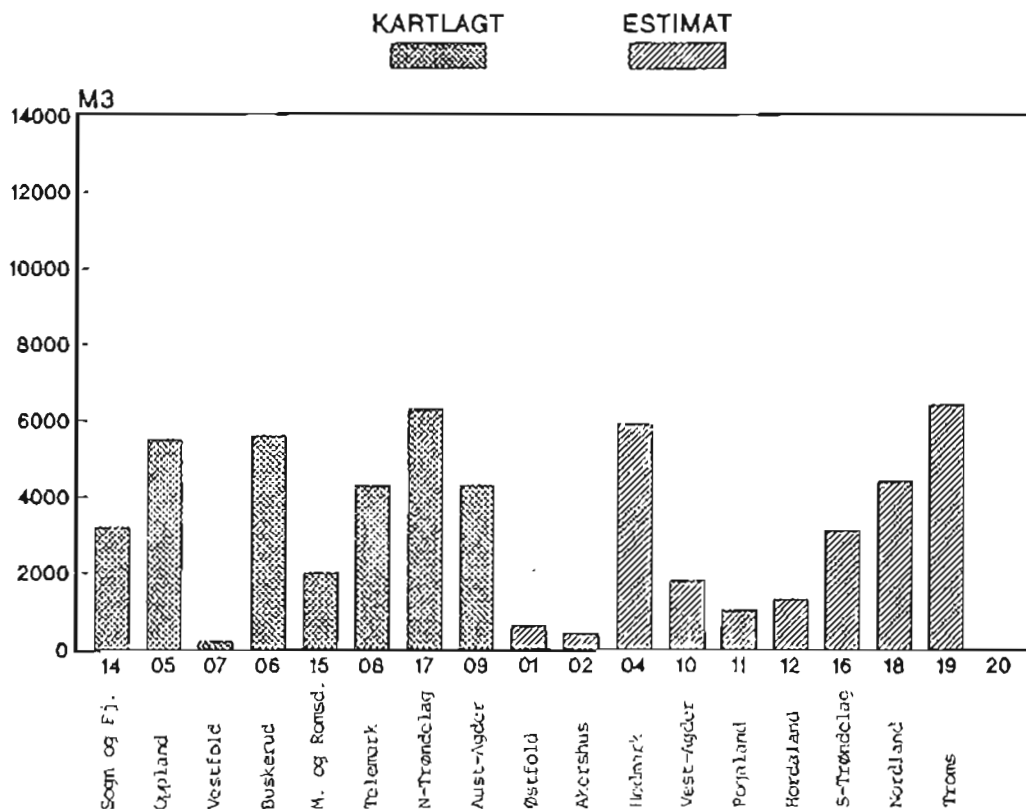


Fig. 12 viser sand- og grusreservene fordelt pr. person. Det er 6 fylker med betydelige sand- og grusressurser i Norge i forhold til folketallet.

I løpet av kort tid vil vegetaten og andre brukere få mulighet til terminaltilknytning til Grusregisteret og kan selv finne fram data direkte på skjerm. De vil da alltid få de senest ajourførte opplysningene. På sikt vil det også bli etablert andre registre med geologisk informasjon koblet til Grusregisteret, f.eks. pukk-, morene- og grunnvannsdata.

Opplysninger om disse ressurstyper i ett og samme register gir opplysninger om den totale byggeråstoffsituasjonen i en region.

Pukkregisteret

En oversikt over bakgrunn og målsetting for Pukkregisteret (PR) er gitt i særtrykk fra NGUs årsmelding for 1984: "Regional kartlegging av bergarter egnet til pukkproduksjon".

NGU vil utvide databasen til Grusregisteret med et Pukkregister i løpet av 1986. Sistnevnte blir en integrert del av Grusregisteret, Fig. 13. Kartpresentasjon av pukkdira vil skje parallelt med sand- og grusdata på felles kart i målestokk 1:50 000.

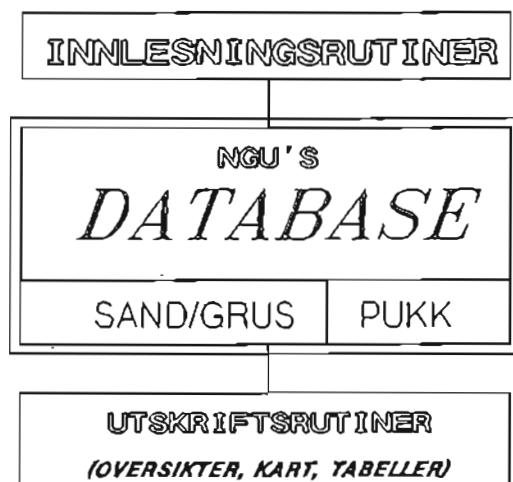


Fig. 13.

EDB-delen av registeret er allerede etablert og vil være ferdig uttestet ved utgangen av 1985. PR er bygd opp som en integrert del av databasen for Grusregisteret, både m.h.t. inntasting av data, brukerfunksjoner og produksjonsprogram.

I 1986 regner NGU med å gjennomføre en massiv registrering som omfatter overføring av data fra manuelle arkiv på de enkelte vegkontor, høgskoler etc., samt feltregistrering i eksisterende pukkverk.

Pr. utgangen av 1986 regner man med å ha en ajourført, oppdatert og operativ database over etablerte pukkverk og eksisterende analysedata. I 1986 vil feltregistreringene i Østfold avsluttes, og i Aust-Agder planlegges feltarbeidet oppstartet. Et program for kartleggingen av potensielle uttaksområder for pukk vil startes fra og med 1987.

Trondheim, 6. januar 1986

Peer R. Neeb
Peer-R. Neeb

LITTERATUR

- Andersen, Anne-Britt: NGU-rapport nr. 1807/1. Grusregisteret i Oppland fylke, 1982.
- Hugdahl, Helge og Neeb, Peer-R.: NGU-rapport nr. 85.174. Grusregisteret og Pukkregisteret. Regional kartlegging.
- Hugdahl, Helge og Nålsund, Roar: Regional kartlegging av bergarter til pukkproduksjon. NGUs årsmelding 1984.
- Neeb, Peer-R. og Rueslåtten, Håkon: Regionale geologiske variasjoner i norske tilslag. Upublisert.
- Nålsund, Roar: Prøving av steinmaterialers mekaniske egenskaper. Holder dagens metoder mål? NIF-kurs Steinmaterialer 1982.
- Nålsund, Roar: NGU-rapport 84.078 "Klassifisering av steinmaterialer". Visuell kvalitetsvurdering av naturgrus til veiformål. En metodebeskrivelse.
- Oftedal, Chr.: 1972. Norges Geologi. Berggrunnskart over Norge.
- Olsen, R. Selmer: 1976. Ingeniørgeologi. Del 1. Generelle geologi.
- Wolden, Knut og Jansen, Ivar: NGU-rapport nr. 85.237. Grusregisteret i Aust-Agder.