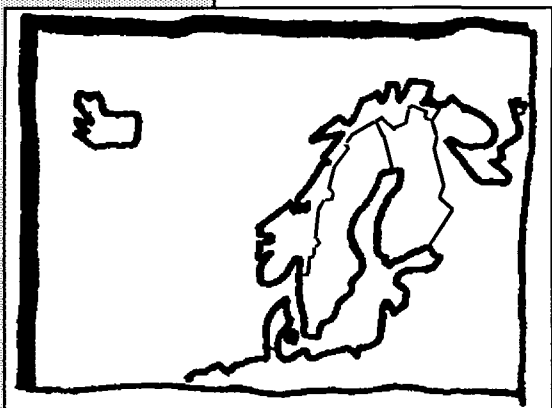


NGU Rapport 94.101

**Nordisk forskerseminar om
steinmaterialer som byggeråstoff
Program og sammendrag**

Rapport nr. 94.101		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Nordisk forskerseminar om steinmaterialer som byggeråstoff. Program og sammendrag.				
Forfatter: Peer-Richard Neeb		Oppdragsgiver: NGU, PGL, NGI		
Fylke:		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 32	Pris: 55,-	
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 01.12.94	Prosjektnr.: 67.2633.04	Ansvarlig: <i>Olav Thoresen</i>
Sammendrag: Et nordisk seminar om steinmaterialer som byggeråstoffer ble gjennomført i Oslo 5.-6. desember 1994. Hensikten med seminaret var å spre informasjon om nye forskningsarbeider og å kartlegge hvilke aktiviteter som forekommer i Norden. Det ble gjennomført 32 foredrag. 85 deltagere var tilstede. Programmet inneholder sammendrag og deltagerliste.				
Emneord:	SAND		Byggeråstoff	
Ingeniørgeologi	GRUS			
Foredrag	PUKK			



3. NORDISKE FORSKERSEMINAR

**OM STEINMATERIALER
SOM BYGGERÅSTOFF**

Program

Sammendrag

Deltagerliste

OSLO
5. - 6. desember 1994

5.- 6. desember 1994

Velkommen!

Årets forskerseminar om steinmaterialer til byggeråstoffer er det tredje. Vi ønsker dere velkommen til Holmenkollen Park Hotel ved Oslo. Stedet har lang tradisjon som sportsarena og har vært brukt til mange nordiske konkurranser innenfor våre nordiske skigrener.

I dag skal vi ikke konkurrere, men informere hverandre om hvilke aktiviteter som forekommer i Norden. Hensikten med seminaret er å spre informasjon om nye forskningsarbeider og å kartlegge hvilke aktiviteter som forekommer i Norden, samt fremfor alt, å skape et kontaktnett for fremtidig samarbeid mellom fagområdene.

Vi håper disse to dagene vil gi dere svar på nye problemstillinger innenfor tilslagsteknologi og anvendelsesteknologi.

Arrangører:

Peer-Richard Neeb
Norges geologiske
undersøkelse

Per Dugstad
Pukk- og grus-
leverandørenes
landsforening

Svein Willy Danielsen
Norges tekniske
høgskole

Jan Kristiansen
Norges geotekniske
institutt

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF

Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

PROGRAM

Mandag 5. desember

- Kl. 1200 Lunsj Holmenkollen Park Hotel
- Kl. 1300 Steinmaterialer i Norden v/Peer-Richard Neeb, NGU, Norge
- Kl. 1315 Steinmaterialbransjens behov for tilslagsforskning.
v/Olav Markussen, Franzefoss Bruk A/S, Norge
- Kl. 1345 **Miljø**
Miljømessige utfordringer og begrensninger knyttet til massetak.
v/Lennart Vilborg, Statens Naturvårdsverk, Sverige
- Kl. 1415 **Marked**
Hva trenger geologer og andre fagfolk å vite om markedet.
v/Jonn-Borger Magnussen, Aker Singel & Grus a.s., Norge
Praktisk erfaring i markedsføring av steinmaterialer.
v/Johan Hattestad, Nodest Vei A/S, Norge
Råstoffsituasjonen i Tyskland og innflytelse på det Skandinaviske marked.
v/Ulrike Mattig, HLFB, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Tyskland
- Kl. 1500 **Kaffe**

Diskusjon
Innledning v/Svein Willy Danielsen, NTH
- Kl. 1600 **Steinmaterialforskningen i Norden**
Hvordan møter forskningen industriens behov?
v/Börje Bergman, Grus och Makadamföreningen, Sverige
- Kl. 1630 Forskningsstatus i Norden. Aktive miljøer, forskningsområder, økonomi,
internasjonalt samarbeid og utdanning.
Finland v/Veli Suominen
Sverige v/Bo Rogne
Danmark v/Erik Bruun Frantsen
Island v/Thorgeir S. Helgason
Norge v/Svein Willy Danielsen
- Kl. 1730 Diskusjon
Innledning v/Per Dugstad, PGL
- Kl. 1930 Fellesmiddag med "noe attåt"

3 NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF

Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

Tirsdag 6. desember

Geologi - undersøkelser

- | | | | |
|-------------|---|--------------|--|
| 0830 | Hansen, Erling | Norge | Prosjektet: Kvalitet av pukk- og grusindustriens produkter. |
| 0845 | Jensen, Viggo | Norge | Research and testing of Norwegian concrete aggregates due to alkali aggregate reaction. |
| 0900 | Helgason, Thorgeir | Island | Forudsigelse av tekniske egenskaper basert på bjergartsfordeling. |
| 0915 | Suominen, Veli | Finland | Nytt fra krossberginventeringen i Finland. |
| 0930 | Schouenborg, Bjørn/
Persson, Lars | Sverige
" | Ringenprosjektet i Stockholm.
" |
| 1000 | Högström, Karin | Sverige | Sydvästsvenska bergarters hållfasthetsegenskaper |
| 1015 | Stenlid, Lars | Sverige | Los Angeles på grova material. |
| 1030 | KAFFE | | |
| 1100 | Grånäs, Karin | Sverige | Hur länge räcker naturgruset? |
| 1115 | Wang, Weixing/
Stephansson, Ove | Sverige
" | Automatic Selection of Aggregate Images for a Moving Conveyor Belt. |
| 1130 | Fernlund, Joanne | Sverige | Particle analysis by image analysis - New Standard method for denoting size as an integrate function of shape. |
| 1145 | Stokke, John A./
Erichsen, E./Wolden, K. | Norge
" | Grus- og Pukkregisteret - Data-assistert kvalitets-vurdering av steinmaterialer. |

1200 LUNSJ

- | | | | |
|------|---------------|-------|---|
| 1300 | Nålsund, Roar | Norge | Analysemetodenes følsomhet for kanteffekt |
|------|---------------|-------|---|

Produksjon

- | | | | |
|------|--------------------|---------|--|
| 1315 | Evertsson, Carl M. | Sverige | Simulering av kornkurvan ved krossning. |
| 1330 | Natvik, John | Norge | Produksjon av pukk. Statusrapport dr.ing. - studium ved NTH. |

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF

Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

Tirsdag 6. desember (forts.)

- | | | | |
|------|------------------|---------|---|
| 1345 | Bentdal, Odd | Norge | Styring av materialkvalitet i knuseverket. |
| 1400 | Gynnemo, Magnus | Sverige | Bergets inverkan vid sprängning. |
| 1415 | Kristiansen, Jan | Norge | Sprengstoffenes betydning for fragmentering og kvalitet av røysa. |

1430 KAFFE

Bruksegenskaper

- | | | | |
|------|---|--------------|---|
| 1445 | Bruun Frantsen, E. | Danmark | Sand og sten kontrollen - Danske krav til tilslagsmaterialer. Produkt af prøvning, produktkvaliteter og kvalitetsstyring. |
| 1500 | Lagerblad, Bjørn/
Persson, Anna-Lena | Sverige
" | Filler, - karakteristik och funktion i betong. |
| 1515 | Laanke, Berit | Norge | Maskinsand til betong. |

Generelle foredrag

- | | | | |
|------|------------------------|---------|--------------------------------------|
| 1530 | Arell, Lars | Sverige | Sekundära ballastmaterial i Holland. |
| 1545 | v/arrangementskomitéén | | Oppsummering - Neste møte |

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF

Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

Innholdsfortegnelse over foredrag

	Side
Arell, Lars	
Sekundära ballastmaterial i Holland	1
Bentdal, Odd	
Styring av materialkvalitet i knuseverk	2
Bergman, Børje	
Hur möter forskningen industrins behov?	3
Bruun Frantsen, Erik	
Sand og sten kontrollen - Danske krav til tilslagsmaterialer. Produktafprøving, produktkvaliteter og kvalitetsstyring	4
Evertsson, Carl Magnus	
Simulering av kornkurvan vid krossning	5
Fernlund, Joanne	
Particle analysis by image analysis - New Standard method for denoting size as an integrate function of shape	6
Grånäs, Karin	
Hur länge räcker naturgruset?	7
Gynnemo, Magnus	
Bergets inverkan vid sprängning	8
Hansen, Erling	
Prosjektet: Kvalitet av pukk- og grusindustriens produkter	9
Helgason, Thorgeir	
Forudsigelse af tekniske egenskaber baseret på bjergartssammensætning	10
Högström, Karin	
Sydvästsvenska bergarters hållfasthetsegenskaper	11
Jensen, Viggo	
Research and testing of Norwegian concrete aggregates due to alkali aggregate reaction	12
Kristiansen, Jan	
Sprengstoffenes betydning for fragmentering og kvalitet av røysa.	13
Lagerblad, Bjørn/Persson, Anna-Lena	
Filler, - karakteristik och funktion i betong	14
Laanke, Berit	
Maskinsand til betong	15
Markussen, Olav	
Steinmaterialbransjens behov for tilslagsforskning	16
Mattig, Ulrike	
Råstoffsituasjonen i Tyskland og innflytelser på det Skandinaviske marked	17
Natvik, John	
Produksjon av pukk. Statusrapport dr.ing. - studium ved NTH	18

	Side
Neeb, Peer-Richard	
Steinmaterialer i Norden	19
Nålsund, Roar	
Analysemetodenes følsomhet for kanteffekt	21
Schouenborg, Bjørn/Persson, Lars	
Ringenprojektet i Stockholm	22
Stenlid, Lars	
Los Angeles på grova material	24
Stokke, John A./Erichsen, E./Wolden, K.	
Grus- og Pukkregisteret - Data-assistert kvalitetsvurdering av <i>steinmaterialer</i>	25
Suominen, Veli	
Läget inom ballastforskningen i Finland	26
Nytt fra krossberginventeringen i Finland	27
Vilborg, Lennart	
Miljømessige utfordringer og begrensninger knyttet till massetak	28
Wang, Weixing/Stephansson, Ove	
Automatic Selection of Aggregate for a Moving Conveyor Belt.....	29

SEKUNDÄRA BALLASTMATERIAL I HOLLAND

Lars Arell

Institutionen för Anläggning och Miljö, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm

I Holland används varje år ca 100 miljoner ton ballastmaterial enligt följande:

<i>fyllningar, förstärkningar,</i>	<i>ca 40 Mton</i>
<i>skyddsvallar</i>	<i>ca 20 Mton</i>
<i>bärlager</i>	<i>ca 10 Mton</i>
<i>asfalt</i>	<i>ca 8 Mton</i>
<i><u>betong</u></i>	<i><u>ca 22 Mton</u></i>
<i>Summa</i>	<i>ca 100 Mton</i>

De material som kommer till användning framgår nedan:

<i>(flod-/havs-)sand</i>	<i>ca 70 Mton</i>
<i>(flod-)grus</i>	<i>ca 20 Mton</i>
<i>kalksten</i>	<i>ca 3 Mton</i>
<i>andra naturliga bergarter</i>	<i>ca 2 Mton</i>
<i><u>sekundära material</u></i>	<i><u>ca 6 Mton</u></i>
<i>Summa</i>	<i>ca 100 Mton</i>

Under begreppet "sekundära material", som står för mellan 5 och 10% av den holländska marknaden, ryms alla material som inte primärt tagits fram för att användas vid bygg- och anläggningsarbeten. De kan indelas i:

- Sekundära naturmaterial, t.ex. schaktmassor och gruvavfall.
- Mineraliska rester från bygg- och anläggningsindustrin, framför allt betong, tegel och uppbruten asfalt.
- Förbränningsrester från kol- och avfallsförbränning.
- Slagger, framför allt från järn- och stålindustrin

I Holland har man sedan flera decennier praktiskt erfarenhet av användning av material ur samtliga dessa grupper. Det är dock först under 80-talet som de sekundära materialen blivit föremål för omfattande material- och miljötekniska studier, i ljuset av en allt restriktivare hållning till utvinning av primära material, framför allt kalksten och flodgrus.

Förutom kunskaper om de sekundära ballastmaterialens egenskaper finns det andra intressanta aspekter på ballastanvändning att lära av i Holland. T.ex.:

- Hur kan myndigheterna medverka till att öka användningen av sekundära material utan att (för)störa den befintliga marknadens funktionssätt?
- Generella regler för miljöpåverkan som inte diskriminerar sekundära material.
- Ett "mekanistiskt" synsätt på uppbyggnaden av (t.ex.) vägar öppnar för användning av tidigare oprövade material och konstruktioner.

Avslutningsvis ska något sägas om de ekonomiska förutsättningarna för sekundära ballastmaterial i Norden mot bakgrund av holländska erfarenheter.

Styring av materialkvalitet i knuseverk

Odd Bentdal

Statens vegvesen Sør - Trøndelag.

Jeg vil i dette innlegget komme med noen erfaringsresultater fra drift av knuseverk.

Det som fremlegges bygger på knusing ved trykkbelastninger.

Det er ved planlegging og sammenstilling av et anlegg en har muligheter til å styre de resultater som senere kan oppnås. Et anlegg som er godt planlagt, vil kunne fremskaffe de produkter og kvaliteter som er ønsket, og ha god utnyttelse av maskinkapasiteten.

Det er mange variasjonsmuligheter og ønsker, så noen generell løsning finnes ikke.

Fra kjøper blir det fokusert på kvalitet, men det er liten vilje til å betale noe for produkter som ligger godt over krav. Skal enn produsere slike materialer må det oppnås uten kostnadsøkninger. Dette kan oppnås ved god styring av materialstrømmen i anlegget.

Det blir ofte hevdet at liten reduksjon pr knusestrinn gir kubisk kornform.

Dette er feil. Det er styringen av materialstrømmen til en knuser sammen med riktig tid for splitting av materialet som påvirker kornformen, **ikke reduksjon**. Den største reduksjon som kan oppnås gjennom en knuser er ca 4 - 5. Skal en oppnå større reduksjoner må det kjøres retur til knuser. Kvaliteten på produktet kan økes ved å øke returmengden, fordi en oppnår stor grad av knusing korn mot korn. **Dette fører til at svake korn delvis kan fjernes ved bevisst styring av massestrømmen gjennom knuseren.**

Ofte er det en fordel om materialer med diameter mindre enn spalteåpning er med ved knusing. Dette gir god fylling i nedre del av knuserkammeret, noe som gir materialet god kornform. Pakking i knuserkammeret er et ankepunkt mot dette. Vi må derfor vurdere de fraksjoner som kjøres i retur. Best kvalitet oppnås i området der knuser nærmer seg pakking.

Utforming av knuseplater, inntaksåpning, slaglengde, spalteåpning, omdreinings-hastighet og motoreffekt, har stor innvirkning på den kapasitet og kvalitet som kan oppnås i en knuser. Små endringer kan føre til store forbedringer på produktet.

Spindelknuser blir ofte beskrevet som mellomknuser, som produserer mye flisig material. Mine erfaringer med bruk av spindel som finknuser er gode, jeg har blant annet brukt spindelknuser til produksjon av 0 - 16 mm fra 20 - 200 mm, med gode resultater. Det oppnås like god kvalitet på den som på en konknuser. Fordelen med spindelknuser er at den har stor inntaksåpning.

Kapasiteten på en knuser bør vurderes i tonn / time og den reduksjon den har påført materialet. Forbrukt effekt er lik utført knusearbeid. Er reduksjon og motoreffekten kjent, så kan kapasiteten beregnes etter formelen : $K_{wh} = \text{tonn/time} * R^{1/n} * n * k$. Der reduksjon er R, og k er koeffisient for steinmaterialet (ca 0,15- 0,25). $R^{1/n}$ er innført slik at R blir < 4, for å ta hensyn til returkjøring eller flere trinn.

Ofte blir kumulativ % på d_{85} for pågang og produkt brukt til å fastsette reduksjon. Dette er etter min vurdering ikke tilstrekkelig, da en må ta hensyn til hele fraksjonen.

Hur möter forskningen industrins behov?

*Börje Bergman
Grus och Makadamföreningen*

Folkmängden i de nordiska länderna Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige uppgår till 23 miljoner människor. Behovet av ballast utgör i genomsnitt tio ton per person och år, dvs. i Norden totalt 230 miljoner ton med ett produktionsvärdet på över nio miljarder SEK.

Som de flesta vet är grus och krossat berg den största naturråvaran i samtliga nordiska länder. Detta material är helt nödvändigt för att vi skall kunna bygga ut vårt samhälle. Ungefär hälften av materialet används för väg- och järnvägsbyggnad, tio procent som ballast i betong och tio procent som stenmaterial i asfaltbeläggningar.

För fem år sedan var forskningen på ballastområdet i Norden obetydlig. Någon undervisning i ballastproduktionsteknik förekom inte på de tekniska högskolorna. Idag, när en betydande satsning sker på utbyggnad av våra Europavägar och järnvägar med anknytning till de stora motorvägs- och järnvägsnäten i centrala Europa, är allt fler beredda att anslå pengar till forskning om ballast. Insikten om att vägens, järnvägens, betongens och asfaltbeläggnings kvaliteten och livslängd i högsta grad är beroende av vilken ballast som används har ökat väsentligt under de senaste åren. Det har också visat sig att forskarna på de tekniska högskolorna är beredda att samarbeta med industrins folk vilket har resulterat i de ungefär tjugo forskningsprojekt som nu är i gång i Norden. Inom några år har vi kanske tio nya doktorer inom, eller med anknytning till ballastområdet. Undervisning i ballastteknik har dessutom införts på flera tekniska högskolor för blivande civilingenjörer inom väg- och vattenbyggnad.

Problemet idag är hur vi skall kunna finna de forskningsområden som är mest angelägna, forskningsområden som kan ge industrin underlag för att framställa bättre produkter som i sin tur ger säkrare och effektivare transportsystem och högre kvalitet på betongkonstruktioner och vägbeläggningar. Här har forskarna en stor uppgift genom sina internationella kontakter och de har ansvaret att följa vad som sker i andra länder. Att utveckla och öka samarbetet i långsiktiga, målrelaterade tvärvetenskapliga verksamheter är ett absolut krav på forskarna från industrins sida.

På högskolorna måste förutsättningar skapas för en högkvalitativ utveckling inom basteknologin. Utifrån denna verksamhet skall sedan de enskilda företagen driva sin egen teknik-, metod- och kompetensutveckling. Vi bör eftersträva att uppnå synergieffekter mellan de olika forskningsområdena i Norden och mellan forskare och industrifolk.

De nordiska forskningsseminarierna, som påbörjades i Helsingfors 1992 för att fortsätta i Göteborg förra året och nu här i Oslo, är ett utmärkt sätt att stimulera fortsatt forskning inom Norden. Vi har också inom industrins branschorganisationer i Norden ett mycket fint samarbete som bör bidra till att man kan diskutera gemensamma forskningsbehov.

Jag hoppas att det här bara är början på forskningen och utvecklingen inom det eftersatta området ballastteknik. När det står klart för de beslutande i samhället hur viktigt det är att materialförsörjningen av ballast säkerställs och att krav på en god kvalitet är nödvändigt kommer också ytterligare ekonomiska medel till forskning att anslås från berörda myndigheter. Vi från industrin är då beredda att bidra med vår del i finansieringen. Framtiden blir vad vi gör den till.

SAND OG STEN KONTROLLEN - Danske krav til tilslagsmaterialer. Produktafprøvning, produktkvaliteter og kvalitetsstyring

*Erik Bruun Frantsen
DTI, Byggeteknisk Institut*

HISTORIK

I Danmark trådte i 1986 "Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner" i kraft (BBB). Boligministeriet (Byggestyrelsen) udarbejdede i 1987 et "Cirkulære om brug af beton", der pålægger anvendelsen af beton i statsligt og statsstøttet byggeri at være i overensstemmelse med BBB. I BBB's krav til tilslagsmaterialerne omtales muligheden for inddragelse af en ekstern, uvildig overvågning (kontrolordning).

SAND OG STEN KONTROLLEN

I samarbejde med de to brancheforeninger (Foreningen af Danske Grus- og Stenindustrier og Foreningen af Danske Ral- og Sandsugere) etablerede DTI Byggeteknisk Institut i 1987 en "Deklarationsordning for Betontilslagsmaterialer", for herigennem at efterleve BBB's intentioner.

I 1992 skiftede "Deklarationsordningen" navn til SAND OG STEN KONTROLLEN. Samtidig udvidedes kontrolordningen, efter opfordringer fra branchen, til også at omfatte grusmaterialer til vejsektoren.

P.t. omfatter SAND OG STEN KONTROLLEN godt 60 virksomheder med knap 100 tilsluttede produktionssteder dækkende ca. 300 produkter produceret i Danmark, Norge, Sverige og Skotland.

KRAV TIL PRODUKTER

Produktkrav, herunder krav til prøvningsomfang og -hyppigheder, tager udgangspunkt i de danske normer og standarder, og er forskellige, alt efter produktets tilsigtede anvendelsesområde.

KRAV TIL KVALITETSSTYRING

En forudsætning for en leverandørs tilslutning er, at der udarbejdes et kvalitetsstyringsystem.

Producenten kan frit vælge mellem godkendelse i forhold til to sæt krav til kvalitetsstyring:

- "Grundkrav" der omfatter områder som varedeklarationer, produktionsapparat, kontrol- og journalsystem samt indberetning og oplysning.
- "Udvidede krav" som er formuleret som en branchefortolkning av ISO 9002-standarden.

FREMTIDEN

DTI Byggeteknisk Institut arbejder mod etablering af en akkrediteret certificeringsordning, som skal kunne tilbyde både produkt- og systemcertificering i henhold til ISO 9000-standarderne. Det er målet, at akkrediteringsprocessen skal påbegyndes omkring årsskiftet 94/95. Det er samtidig målet, at certificeringsordningen skal kunne notificeres i henhold til EU's Byggevaredirektiv.

SIMULERING AV KORNBURVAN VID KROSSNING

Carl Magnus Evertsson

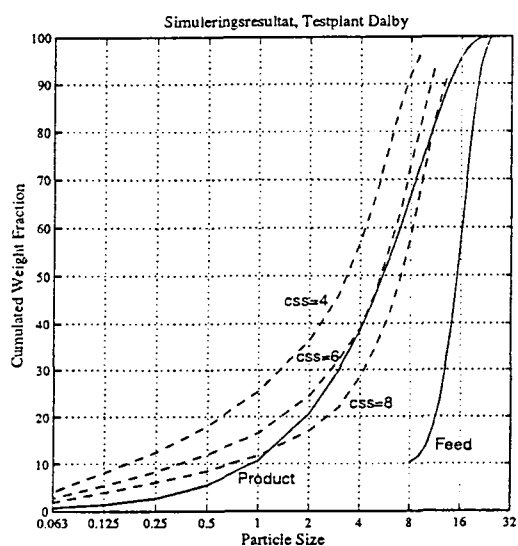
Chalmers Tekniska Högskola, Maskin- och fordonskonstruktion

Som ett delmål i projektet "Fragmentering av ballastmaterial medelst krossning" har studier utförts på hur man skall kunna simulera kornkurvor vid krossning. Att kunna förutsäga kornkurvans utseende vid produktion av ballastmaterial är viktigt ur flera aspekter. En modell som ger goda simuleringsresultat, vilka överensstämmer med verkliga utfall, kan nämligen ge anvisningar om maskininställningar och krav på kornkurvan för det ingående materialet för att erhålla en viss kornkurva hos den färdiga produkten. Simulering av kornkurvor kan också användas vid projektering av bergkrossningsanläggningar och ger då på ett tidigt stadium en uppfattning om hur utfallet efter olika krossningssteg kommer att se ut. Med stöd av simulering kan man således vid projektering avgöra vad som är möjligt att producera inom givna ramar.

I detta arbete har en simuleringsmodell för ett generellt krossningsförlopp eftersträvat. Ibland måste man dock göra vissa antaganden som är beroende av vilken typ av krossningsmaskin som skall simuleras. I dessa fall har de förhållanden som gäller i en konkross antagits. Det inkommande materialet som skall krossas karakteriseras av dess bergart, kornstorleksfördelning och formen hos de enskilda stenpartiklarna. I det utgående materialet kommer bergarten att vara densamma, medan kornstorleksfördelning och form har ändrats. I den presenterade simuleringsmodellen tas för närvarande endast hänsyn till kornstorleksfördelningen hos det ingående materialet.

I simuleringsmodellen delas det inkommande materialet upp i storleksdiskreta klasser. På varje storleksklass får en krossningsfunktion operera vilket för varje storleksklass resulterar i en uppsättning nya storleksklasser. Innehållet i samtliga storleksklasser summeras därefter varefter en kornkurva för det utgående materialet erhålls. För att underlätta den matematiska hanteringen används matrisalgebra. Som krossningsfunktion används någon av de kända krossningsfunktioner som förekommer i vetenskaplig litteratur. Olika krossningsfunktioner ger olika simuleringsresultat.

Resultatet från simuleringen är en kornkurva visande storleksfördelningen för det krossade materialet efter ett krossningssteg. För att utvärdera simuleringsresultaten har dessa jämförts med verkliga krossningsresultat. Överensstämmelsen med verkliga krossningsresultat har visat sig vara mycket god, vilket åskådliggörs nedan.



Particle analysis by image analysis - New Standard method for denoting size as an integrate function of shape.

Joanne M. R. Fernlund,

*Division of Engineering Geology, Department of Civil and Environmental Engineering,
Royal Institute of Technology, Stockholm Sweden, 1994-10-24.*

The aim of this research is to develop a new standard method, using image analysis, to express the integrated size and shape of aggregate material.

Traditional sieve and sedimentation analyses measure a limited aspect of size of the particles. Although both these methods are very rough estimates of size they are very well established in all fields which work with particles. Other characteristics such as elongation, flakiness and surface texture of the particles are determined with various methods, often measured for hand.

The image analysis method is quite different from the traditional methods therefore the results are not directly comparable. Image analysis can identify each individual particle and analyze it in great detail. The results of form are so detailed that they must be simplified in order to be meaningful. Therefore a shape factor, Sh , a ratio of the area and perimeter, has been suggested (Wang technical memorandum 1994-05-26) in order to express the general shape of the particle, circle, ellipse, rectangle or triangle. The shape factor is plotted against to the factor t , which is the ratio between the axial lengths. This plot expresses the shape, S , of each particle. A third axis can be added to the plot which presents the size distribution for the individual shapes. Size can be defined, either as the total area, or the length of long or short axis. Further more the surface texture of the particles can be expressed.

Application of image analysis - The image analysis of a poorly graded sample should be done in one step. However, well graded samples must be broken down into different size groups which are analyzed separately and then integrated together.

A. Material coarser than 64 mm - At present no sieve analysis of this material is made. Using image analysis method a picture would be taken of the material in storage heaps or exposed in the gravel pit wall and analyzed in the computer laboratory.

B. Material 8 to 64 mm - This analysis will primarily be carried out in the laboratory but could be adapted to a field situation later. A 3-dimensional analysis, to obtain the length of the C-Axis, is proposed by means of stereo pictures.

C. Material which is smaller than 8 mm - Analysis of this material will be divided into two parts, one which can be analyzed with a camera directly and one which requires a microscope, and thus restricted to the laboratory. The sample will be mixed with epoxy with fluorescence powder which separates the individual particles from one another and allows a good quality picture to be obtained. The mineral composition of the fine material can easily be determined i.e. if quartz or clay is of importance for its industrial application.

At present computer programs for these analysis are being written, which are based on the theoretical data and the suggested methodology. First after the programs have been installed and initial tests of material made will it be possible to give any results which display how the shape and size of the material is expressed.

Hur länge räcker naturgruset?

Karin Grånäs

Sveriges geologiska undersökning, SGU

I Sverige har ett inventeringsprogram i syfte att förbättra kunskapen om tillgångarna på naturgrus och alternativa material pågått i 10 år.

Inventeringarna visar bl a grusavlagringarnas volym, materialsammansättning och bevarandeanspråk, främst naturvärde men även andra motstående intressen. Resultatet från inventeringarna har lagrats in i en databas, grusdataarkivet, på SGU.

I grusinventeringarna beräknas dels den totala volymen som är grusavlagringarnas volym utan inskränkningar och dels den teoretiskt uttagbara volymen där områden som låses av vägar och bebyggelse samt avlagringar med högt naturvärde (naturvärdesklass I) räknats bort. En stor del av den teoretiskt uttagbara volymen är i praktiken inte exploaterbar på grund av brytningstekniska skäl, geologiska faktorer, marknaden och framförallt andra motstående intressen (se fig nedan).

Genom att göra vissa antaganden har grusavlagringarnas volym reducerats för ovanstående faktorer. Kvar återstår en praktiskt uttagbar volym (nettovolym). En jämförelse mellan den genomsnittliga produktionen av naturgrus de senaste åren och den framräknade praktiskt uttagbara volymen ger en grov uppskattning av hur många år naturgruset räcker i en kommun.

Från databasen har kommunvisa sammanställningar över grusavlagringarnas teoretiskt uttagbara volym, den årliga produktionen samt naturgrusets livslängd gjorts och redovisas i kartform.

Denna sammanställning ger endast en grov översikt över landet som helhet. Siffrorna kan inte användas av en enskild kommun utan vidare analys. I denna sammanställning har ingen hänsyn tagits till krossbergsproduktionen eller tillgångarna på lämpligt berg att krossa. För att erhålla säkra uppgifter om t ex motstående intressen krävs en genomarbetad hushållningsplan.

En målsättning är att inventeringsarbetet kan fortsätta tills varje kommun får ett tillräckligt bra underlag för en vettig planering av ballastmaterialproduktionen.

Naturresevat Naturvärdesklass I Allmänna vägar Bebyggelse	Ej uttagbar volym på grund av geologiska o tekn faktorer	Vattenskydd Kulturminnesvård Fornminnen Andra mark- intressen	Praktiskt uttagbar volym
Total volym			
Teoretiskt uttagbar volym			
Geologiskt användbar volym			
Nettovolym			

BERGETS INVERKAN VID SPRÄNGNING

Magnus Gynnemo

Geologiska Institutionen, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, Sverige

Det fasta berget "urberget" i Norden är i allmänhet ett bra ballastmaterial. Det Nordiska urberget lämpar sig även bra vid byggnation av bergrum- och tunnlar. Om berggrunden detaljstuderas och varje bergart undersöks, upptäcks dessvärre stora inbördes variationer i materialegenskaperna. Variationerna beror på ett flertal geologiska faktorer t.ex. geologiskt ursprung, mineralogi, tektoniska variationer och omvandlingsgrad.

För att nå en hög och jämn ballastkvalitet, måste vi lära oss hur de olika processerna "Geologi-Borrning/Sprängning-Krossning" samverkar och motverkar varandra och på vilket sätt det förändrar materialets egenskaper.

Forskningen har nu påbörjats inom detta ämnesområde, på många platser runt om i Norden. Vi på Chalmers Tekniska Högskola har bildat en forskargrupp, med projekt inom ämneskategorierna "geologi-sprängning-krossning". Det första projektet "projekt stenmaterial" som behandlat materialegenskaperna för 8 vanliga västsvenska bergarter har redan avrapporterats. Tanken med projektserien är att erfarenheter och resultat från varje delprojekt skall komma till nytta i efterföljande projekt.

Projekt SveBeFo 440 "Fragmentering av ballastmaterial genom sprängning" syftar till att ta fram lämplig metodik att styra och kontrollera fragmenteringen vid sprängning med hänsyn till den slutliga produktens kvalitet och användningsområde. Projektet fokuserar sig mot att testa och verifiera i fullskala de slutsatser som erhållits från forskningen på spräng- och detoniksidan i olika geologiska miljöer.

Anpassar man t.ex. sprängriktning med hänsyn till huvudsprickriktningen i området, kan man till viss del styra styckefallsfördelningen. Vi har samtidigt konstaterat att när samma borrh-, ladd- och tändplan använts vid sprängning i olika bergarter, får man stora skillnader i salvtuseende. Skillnader visar sig också i mängd finmaterial som produceras vid sprängning. Under försöken har vi dessutom provat vad en sänkning av detonationshastigheten får för konsekvenser på styckefall, finandel och kvalitet på ballastmaterialet. För att uppnå en förändrad detonationshastighet, utan att övriga parametrar ändras, används Emulan som sedan modifieras genom inblandning av styropor, som ger en önskad sänkningen av detonationshastigheten.

Geologin har spelat en avgörande roll, vid val av försöksplatser. Vi började med den vanligaste bergarten i västsverige nämligen gnejs. Sedan provades diabas, som är en seg basisk bergart och avslutningsvis skall en spröd sprängkänslig bergart testas t.ex. alkaligranit.

Resultatet från försöken ger oss ökad förståelse för sprängningsförloppet i olika geologiska miljöer. Förhoppningsvis kan resultatet även ligga till grund för fördjupade studier i ämnet.

PROSJEKTET: KVALITET AV PUKK- OG GRUSINDUSTRIENS PRODUKTER

Erling K. Hansen
Arbeidsfellesskapet KPG

Et arbeidsfellesskap av 18 pukk- og grusprodusenter, 11 utstyrsleverandører og 8 forskningsinstitutter og sentrale brukere i Norge samarbeider gjennom dette prosjektet for å dokumentere egenskaper og funksjoner til steinprodukter anvendt i vegers/flyplassers bære- og forsterkningslag. Målet er:

- * å komme fram til laboratoriemetoder som kan teste egenskapene til aktuelle sorteringer i full skala.
- * å bestemme kvalitetsegenskaper som bæreevne, stabilitet og lastfordelingskoeffisient for aktuelle lagkonstruksjoner i dekkefundament ved laboratorie- og feltforsøk.

Prosjektet ble påbegynt i 1993 og skal avsluttes i 1997.

Det er særlig 5 egenskaper/parametere ved pukkprodukter som er viktige i denne sammenheng:

- Steinmaterialets mekaniske styrke
- Materialets maksimale kornstørrelse og gradering
- Sorteringens/lagets elastiske stivhet
- Sorteringens/lagets skjærstyrke/stabilitet
- Sorteringens/lagets plastiske deformasjonsmotstand

Egenskapene er innbyrdes avhengige av hverandre.

Når det gjelder mekanisk styrke bygger prosjektet på bruk av de vanlige tester for mekaniske egenskaper. med hovedvekt på Los Angeles metoden.

Når det gjelder elastisk stivhet, stabilitet og deformasjonsmotstand har en startet forsøk med bruk av stort triaxutstyr (Ø 625 mm, høyde 1250 mm) med ulike materialer og graderinger. Resultatene vil kunne brukes til valg og optimalisering av sorteringer.

Noen foreløpige resultater vil foreligge i løpet av høsten 1994.

FORUDSIGELSE AF TEKNISKE EGENSKABER BASERET PÅ BJERGARTSSAMMENSÆTNING

Thorgeir S. Helgason

Linuhönnun h.f. (rådgivende ingeniørfirma), Sudurlandsbraut 4A, 108 Reykjavík

Temaet i foredraget er dette: Hvor langt kan man komme i bedømmelse af stenmaterialers anvendelighed og/eller egenskaber hvis man kun har oplysninger om bjergartssammensætningen? Eller, findes der nogen anden vej ved bedømmelse af materialers anvendelighed end at måle alle de ønskede egenskaber? Det fastslås og argumenteres at man kan have stor brug af en relativt hurtig metode, petrografisk analyse, til at forudsige tekniske egenskaber af materialer, og kan i mange tilfælde undgå videre prøvninger. Filosofien for argumentet er hentet fra materiallæren som handler om "...sammenhengen mellom de enkelte materialers og materialgrupperes fysikalske egenskaber og deres oppbygging, sammensetting og struktur." (Markestad og Maage 1975, s. 1-1). Også, "...a fundamental concept of materials science is that the properties of materials follow from their structure.." (Shackelford 1988, s. 190). Denne filosofi er blevet brugt og udført inden for sedimentologien, hvor det siges at man har nogen "fundamentelle egenskaber" og at alle andre egenskaber E er "afledt" af disse. De fundamentelle egenskaber er "elementerne" m (bjergarter og mineraler), deres størrelse s , form f , og fabrik (orientering o , og nærhed (e. packing) n) (Griffiths 1967). Forfatteren har inkluderet porevandet (andel luft og væske, og sammensætning) p :

$$E = f(m, s, f, o, n, p) \quad (1)$$

I foredraget behandles først og fremst egenskaber på løse, ubundne stenmaterialer som måles på laboratoriet. I de fleste af disse tilfælde vil problemet blive meget enklere end ligning 1 tyder på. Som et eksempel, så gælder det ved måling af slidstyrke (abrasionsmåling) at s , f , og p er fastsat, og man kunne sige det samme om o og n eller at de er urelevante i denne måling:

$$E_{\text{slidstyrke}} \text{ (ved konstant } s, f, p) = f(m) \quad (2)$$

Det vil sige, at hvis man forstår den fysiske sammenhæng f så kan vi forudsige slidstyrken hvis vi måler bjergartssammensætningen. En anden vej er at analysere resultater fra forsøg og komme frem til en eksperimentel sammenhæng. I Island har vi brugt en standardiseret petrografisk metode for over 10 år (Islands byggeforskningsinstitut 1989). Det var en forudsætning at metoden skulle være billig og hurtig, og derfor er hovedvægten lagt på makroskopisk analyse, men også mikroskopisk (tyndslib). DTA, kemiske metoder eller XRD bruges ikke. Den islandske petrologi er særpreget og det genspejles i metoden, hvor kornene grupperes efter "petrografisk type" PT, som defineres som bjergart eller mineraltype, og hvis nødvendigt, nøjere defineret på grund af omdannelse, og/eller porøsitet, og/eller anden karakteristik. Som et eksempel på arbejdet i det her studie, som er et samarbejdsprojekt med Islands byggeforskningsinstitut, vises en eksperimentel ligning af sammenhængen i mellem E og PT. 121 målinger af slidstyrke (og derfor 121 E -er), hvor man også havde gjort petrografiske analyser af materialet (27 PT-er, reduceret til 8 i analysen), analyseredes med regressionsmetode. Analysen viste at for at forudsige slidstyrken kan følgende ligning bruges (gælder kun for blanding af PT-er):

$$E_{\text{abrasionslidstyrke}} = 0,636 - 0,009*PT_1 - 0,006*PT_2 + 0,021*PT_3 + 0,025*PT_4 \quad (3)$$

PT_1 er Basalt-uomdannet-tæt, PT_2 er Basalt-lidt omdannet-tæt, PT_3 er Basalt-uomdannet-porøs, og PT_4 er Basalt-uomdannet-finporøs. PT er opgivet som % af mængde korn, og E som cm^3 . I foredraget vil også vises en tabel med egenskaber afhængige af petrografisk type, som f.eks. enakse trykstyrke, E -modul og densitet. Den kan bruges når man har rene typer, eller egenskaber som er liniert afhængig af den petrografiske type, eller når man søger stenmateriale med visse egenskaber, o.s.v.

SYDVÄSTSVENSKA BERGARTERS HÅLLFASTHETSEGENSKAPER

Karin Högström

Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola, 412 96 Göteborg, Sverige

Det finns ett behov av att kunna identifiera kvaliteten på bergartsmaterial när det används vid vägbyggnation. Ett flertal metoder används idag för detta ändamål. Syftet med studien var att undersöka hållfasthetsparametrarna för olika bergartstyper genom att använda väl utvecklade och etablerade testmetoder och att tala om vilken användbarhet materialet har som obundet bärlager. Syftet var också att hitta modeller som kan användas för att förutsäga några av de svenska hållfasthetsparametrar som används för stenmaterial.

Kärnor borrades ur åtta bergtäkter i sydvästra Sverige. Bergartsmaterialet som studerades är typiskt för denna del av Sverige med gnejsig granodiorit (4 bergtäkter), gnejsig granit (2 bergtäkter), kvartsit (1 bergtäkt) och diabas (1 bergtäkt). Den sammanlagda längden hos kärnorna var över 800 m. Hållfasthetsparametrar för de olika bergartstyperna undersöktes sedan i laboratorium med hjälp av väl etablerade testmetoder.

En statistisk studie med korrelationskoefficienter mellan par av de studerade parametrarna resulterade i en rekommendation av metoder för att beskriva kvaliteten på bergarter som används som obundet bärlager. De rekommenderade metoderna är de standardmetoder som används i Sverige idag, med ett tillägg av metoder som beskriver drag- och tryckhållfasthet. Bra korrelationer fanns mellan testmetoder av samma typ, t.ex. de bergmekaniska tester som utfördes på kärnan. Korrelationer fanns också mellan metoder som utfördes på det krossade materialet, alltså de tester som utförs i den svenska industrin idag. Det fanns inga goda korrelationer mellan bergmekaniska test som utfördes på kärna och test som utfördes på krossat material.

Regressionsanalys för multipla variabler användes sedan för att erhålla korrelationer mellan en grupp variabler. De beroende variablerna var de standardmetoder som används i Sverige idag då man beskriver ett stenmaterials hållfasthetsegenskaper i en väg; sprödhetstalet, slipvärdet och kulkvarnsvärdet. De oberoende variablerna var alla de andra metoderna som ingick i undersökningen. De signifikanta variablerna, de variabler som valdes ut i regressionsanalysen till modellerna, kan delas in i tre grupper; mineralinnehåll, hållfasthetsparametrar för bergarten och sprickighet i bergarten.

Samma variabler kan användas med gott resultat i modeller både för sprödhetstal, slipvärde och kulkvarnsvärde. Relationerna verkar vara av samma typ för variablerna för slipvärdet och kulkvarnsvärdet, som ju båda testar nötning (abrasion), medan relationerna för sprödhetstalet har ett något annorlunda utseende. Enkla modeller kan alltså användas för att förutsäga dessa värden med en någorlunda god säkerhet. Modellerna skall främst ses som en hjälp att förstå relationerna mellan parametrarna. Ytterligare undersökningar måste göras för att säga om modellerna kan användas även för material som är krossat och producerat av täkterna själva.

RESEARCH AND TESTING OF NORWEGIAN CONCRETE AGGREGATES DUE TO ALKALI AGGREGATE REACTION

Viggo Jensen
SINTEF Structures and Concrete

During the last 5-6 years alkali-aggregate reaction (AAR) has been recognised as a concrete durability problem in Norway. The reaction is of the slow/late-expansive type developing over decades and takes a minimum of 15-20 years to appear on the structure. AAR in Norwegian structures has also been caused by a high content of alkalis in Norwegian cements (during the course of decades). AAR in Norway have been observed under humid conditions in several dams, hydro-electric power plants and bridges.

The research project on AAR at SINTEF 1990-1993 has given a fundamental knowledge of the problem in Norway e.g according to distribution and types of reactive aggregates and test methods of aggregates.

AAR in Norwegian structures is caused by the "coarse" fraction of slow/late-expansive aggregates of same types as reported elsewhere e.g. in Canada. More or less diagenetic to low grade metamorphosed rhyolite, sandstones, siltstone, argillite (some carbonaceous), greywacke, and phyllite have reacted. More uncertain AAR has been caused by granite, gneiss and hornfels. Cata-clastic rocks e.g. cataclastite and mylonite are the most widely distributed reactive aggregate type in Norway. Common for Norwegian reactive aggregates are microcrystalline grain sizes e.g. due to cataclasis, developments of sub grains and recrystallization of quartz. The minerals *quartz-feldspar-muscovite (sericite)* are the most frequent composition in reacted Norwegian aggregates.

Laboratory testing, aiming to substantiate suitable test methods, have been carried out on several aggregate types which have been proven to be alkali reactive in field concretes as well as some innocuous aggregates. The most promising test methods for Norwegian aggregates are the South African accelerated mortar bar test (NBRI) and the Canadian CAN3-A23.2-14A concrete prism test. However, the Canadian concrete test seems not suitable to test Norwegian alkali reactive sandstones and phyllite. The ASTM C 227 mortar bar test, the Danish accelerated mortar bar test TI-B 51, the Danish chemical shrinkage TK 84 test and the Japanese Fresh Con CBRI rapid test all failed to reveal alkali reactive aggregates or gave dubious results.

The research project at SINTEF has given the technical knowledge of AAR used for an optional arrangement for declaration and approval of aggregates for concrete introduced in Norway in the autumn 1992 (DGB - Deklarasjon- og Godkjenningsordning for betongtilslag). According to DGB aggregates are tested in two steps; step 1) petrographic analysis by point counting of thin sections and step 2) South African accelerated mortar-bar test (NBRI). If the aggregate contain more than 20 % of reactive + potentially reactive rock types and the mortar bars expand more than 0.1% the aggregate is classified as reactive.

The lecture gives some results from the Norwegian research on concrete aggregates and AAR.

SPRENGSTOFFENES BETYDNING FOR FRAGMENTERING OG KVALITET AV RØYSA

Jan Kristiansen
Norges Geotekniske Institutt

SAMMENDRAG

Dette foredraget omhandler de forsøk og resultater som er nådd i forskningsprosjektet "Sprengbarhet av berg" per 15 oktober 1994. Forsøkene har bestått av småskala blokksprengringer i fire bergarter og fullskala sprengringer i en gneis. Resultatene av både blokksprengringene og fullskalaforsøkene har vist at fragmenteringen er avhengig av detonasjonshastigheten til sprengstoffet. Resultatene fra småskalaforsøkene har også påvist at sprengstoffenes egenskaper er avgjørende for kvaliteten av fragmentene i røysa, målt som sprøhet og flisighet. Fullskalaforsøkene *indikerer* at de "unødvendige skader" en påfører berget i form av dårlig tilpasset sprengstoff, ikke rettes opp i knusing og sikteprosessen i pukkverket.

Det er i prosjektet også planlagt fullskalaforsøk der borhulldimensjonen varierer fra salve til salve. Det foreligger ikke resultater fra disse forsøkene per 15 oktober 1994.

FILLER, -KARAKTERISTIK OCH FUNKTION I BETONG

Björn Lagerblad

Anna-Lena Persson

Teknisk Geologi, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.

För de som blandar betong är det sedan länge känt att olika förekomster av ballastmaterial ger olika betonegenskaper trots likartade graderingskurvor. Några av skillnaderna i egenskaper kan hänföras till det grövre ballastmaterialets textur och form. Exempel på detta är natur- (väl avrundat) kontra krossballasts (kantigt) olika funktion. Det är emellertid erfarenhetsmässigt känt att förändringar av det grova materialet inte i någon nämnvärd grad kan förbättra ballasten om finmaterialet är dåligt medan motsatsen så gott som alltid gäller. Med finmaterial avses i detta sammanhang material som passerar 0,125mm sikten.

Med utnyttjande av tunnslipsteknik eller polerade ytor i mikroskop eller svepelektronmikroskop kopplat till en bildanalysator kan man karakterisera både kornkurvan och formen för finmaterialet.

Varje grus har sin egen speciella kornkurva i finfraktionen. Hur denna ser ut beror på de ingående mineralen, bildningssätt för gruset, och miljön på fyndplatsen. Till exempel blir skillnaderna stora mellan väl svallat material från floder och havsbottnar, och det i Sverige vanliga morängruset. Även när det gäller morängruset kan man observera stora skillnader. Speciellt gäller detta formen, men även sorteringen i fillerfraktionen. Detta gör att finmaterial med till synes samma kornkurva (med traditionella metoder) får olika egenskaper i betong.

I betong, i samma storleksintervall, ligger förutom finmaterialet även cementklinkerkorn. I den färska massan beter de sig, såsom finmaterialet, som fasta partiklar. I detta intervall tillkommer också ofta tillsattsmaterial som mineralisk filler, flygaska, finmald slagg, pozzolaner, silika etc. Tillsammans med vatten medverkar dessa delmaterial till att skapa en finmaterialmassa som kan definieras som pasta i vilken det grövre materialet ska kunna röra sig. För att kunna optimera en betong och reglera den färska massans egenskaper måste man ha full kontroll över finmaterialets sortering och form. Exempelvis måste man för att kunna tillverka en höghållfast betong öka cement- och minska vattenmängden. Detta gör att man med olämpligt finmaterial kan få en för stor partikelansamling i delar av finmaterialfraktionen vilket omöjliggör rörlighet i pastan. Med en väl utförd karakterisering av finmaterialet kan man "mikroproportionera" en betong genom att med selektion eller genom olika tillsattsmaterial reglera pastan. Det påbörjade forskningsarbetet med karakterisering av finfraktionen går ut på att ge ingångsvariabler till optimal betongproportionering för olika ändamål.

MASKINSAND TIL BETONG

Berit Laanke, Franzefoss Bruk A/S

Bakgrunnen for bruk av maskinsand i betongproduksjon er flerdelt. Primært er betongbransjen den siste tiden stilt overfor økende krav til dokumentasjon av tilslagsmaterialenes og betongens egenskaper. Økt vern av naturgrusressursene vil i framtiden gi behov for et supplerende eller alternativt tilslagsprodukt samtidig som flere aktører i tilslagsbransjen sitter på større lager av knuste materialer med kornstørrelser fra det aller fineste og opp til 2-4 mm. Bruk av maskinsand til betongformål vil dermed kunne gagne flere formål. Maskinsand har også tidligere vært brukt i betong, men har lenge hatt et «dårlig rykte» innen betongbransjen, da spesielt med tanke på betongens vannbehov og støpelighet.

To prosjekter med støtte i Norges Forskningsråd's programmer NORCON og NORMIN, arbeider i disse dager for å vurdere og videreutvikle materialet som betongtilslag. NORMIN-prosjektet «Økt bruk av maskinsand i betong», er rettet mot produksjon og materialhåndtering i pukkverk. NORCON-prosjektet er betongteknologisk rettet med tanke på betongens egenskaper ved innblanding av maskinsand. Begge prosjektene har vært sterkt praktisk rettet mot problemløsning innen pukkverk og betongstasjoner. Samtidig har prosjektene vært knyttet opp mot forskningsmiljøet i form av dr. ing. arbeider samt studentoppgaver.

Maskinsand har tidligere vært ansett som et meget vannkrevende materiale ved bruk i betong. Materialets bruksegenskaper i betong avhenger i stor grad av materialparametre som kornform, kornfordeling samt fillermengde og -fordeling. Moderne pukkproduksjon er i hovedsak ikke dimensjonert for å ta hånd om disse parametrene i fraksjonen 0-4 mm. Man må dermed skille mellom et foredlet materiale og et restprodukt fra knuseprosessen.

Maskinsand vil generelt gi en meget tett pakning av tilslaget idet kornfordelingen ligger nært opp til den såkalte «Füller-kurven» samtidig som materialet inneholder en stor andel finstoff < 0.125 mm (10-20 %). Norsk natursand er i stor grad preget av en «sandpukkel» som gir relativt dårlige pakningsegenskaper. En kombinasjon av natur- og maskinsand vil dermed i de fleste tilfeller være en gunstig løsning mhp. betongens bruksegenskaper. Laboratorieprøving med 15 - 60 % maskinsandinnblanding av sandfraksjonen har gitt følgende resultater (C25-C35):

- støpelighet opprettholdes/forbedres noe med samme vann- og sementinnhold
- uendret/noe økt trykkfasthet
- økt tetthet i betongen

På byggeplass er det samtidig registrert:

- bedret stabilitet i betongen
- bedret pumpbarhet av magre blandinger (lavt sementinnhold; C15 og C25)
- mulighet for forbedret overflatefinish

I områder der storparten av naturtilslaget er alkalireaktivt kan ikke-reaktiv maskinsand være et alternativt materiale.

Som en ringvirkning av prosjektene er det ikke minst fokusert på kvalitetssikring av betongbransjens tilslagsmaterialer, produkter og rutiner som totalt sett kommer både bransjen og kundene til gode.

STEINMATERIALBRANSJENS BEHOV FOR TILSLAGSFORSKNING

*Olav Markussen
Franzefoss Bruk A/S*

Bergindustrien forvalter ressurser som ikke er fornybare, og har som underbransjer malm, mineraler, pukk, grus og naturstein. Bergindustrien har som basis for sin ressurs- og miljø-forvaltning en utarbeidet miljøstrategi for bransjen.

Innlegget skal ta for seg optimal uttaksverdi av grus og pukk. Det er her kompetanse og forskning kan bidra mest. Kompetanse innen fremstilling og bruk av disse råvarene må skaffes gjennom FOU i hjemmemarkedet, samt i potensielle eksportmarkeder.

Sprengning og knusing er en destruktiv prosess som i utgangspunktet skal ødelegge et godt råmateriale. Oppgaven er å tilføre akkurat den energi som er nødvendig for å dele opp berget i de biter vi har behov for. Det faktum at pukkbransjen ukritisk tok i bruk malmbransjens knuse- og siktemetoder har vært svært uheldig. Malmbransjen har som formål å så hurtig og effektivt som mulig å frigjøre de enkelte mineraler man er på jakt etter, m.a.o. ødelegge de iboende egenskapene. Vårt formål er å ivareta disse egenskapene.

Vårt primære forskningsbehov går således på desintegrering av fjell til partikkelstørrelser, -form og -fordeling som gir optimal utnyttelse av steinens iboende egenskaper før det endelige produkt. De egenskaper vi har mulighet for å utnytte er steinens *egenvekt, hardhet, farge, trykkstyrke, overflateegenskaper, kornform og kornfordeling*. Den teknologi vi må anvende knytter seg til sprengning, knusing, sikting, lagring og kjemisk overflatemanipulering.

En del av midlene mot anvendt forskning er nå kanalisert gjennom brukerstyrte programmer. Fra myndighetenes side er tanken å la brukerne eller industrien prioritere bruken av forskningsmidler sammen med egne midler. I hovedsak dekkes brukerstyrte programmer med 60% egenfinansiering og 40% fra programmene. Bergindustrien administrerer det 3-årige programmet Normin. Normins program har som formål å øke industriens verdiskapning med inntil 30%. For tiden er følgende programmer relatert til pukk- og grusbransjen:

*Finmaling og klassering	*IT-hovedprosjekt	*Sprengbarhet
*Storskala i underjordsdrift	*IT-vedlikehold	*HMS i bergindustrien
*Økt anvendelse av 0-4 mm	*Kvalitet av pukk- og grusindistribud.	

Det forutsettes en fortsettelse av programmet etter 1996. Øvrige brukerstyrte programmer som har prosjekter som er aktuelle for pukktilslag er Norrock og Norcon. Her ligger en del markedsrettede program.

Det er mitt håp at det samarbeid som er etablert mellom Norsk Forskningsråd, bransjene og forskningsinstitusjonene videreutvikles, og at det gode samarbeid som er med bransjen og dens kolleger i EU og den kommunikasjon som er mellom forskningsinstitusjonene i Norge og EU følges opp slik at de programmer vi har i Norge ikke blir særnorske, men bidrar til å gi oss internasjonal konkurransekraft.

RÅSTOFFSITUASJONEN I TYSKLAND OG INNFLYTELSE PÅ DET SKANDINAVISKE MARKED

Ulrike Mattig

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden

Geologiske forhold viser at Tyskland har store og tilstrekkelige reserver av sand, grus og naturstein med god kvalitet. Det forbrukes nesten en milliard tonn grus og pukk pr. år med økende tendens, særlig i Øst-Tyskland. Mer enn 90 % av massene går til vei- og betongformål, hvor også det største behovet vil være i framtiden.

Utvinnings av byggeråstoffer står i konflikt mellom økonomien og økologien. Miljøvernbestemmelser, restriktiv behandling av uttakstillatelser, økende kvalitetskrav og innskrenket tilgjengelighet av forekomstene gjør det vanskelig, eller lokalt umulig, å dekke behovet på markedet. Dette har ført til økende transport innen Tyskland og import fra naboland. Særlig i Øst-Tyskland er det skarp konkurranse mellom Polen og Tsjekkia og Slovakia pga. dumping-priser med hensyn både til lønn og transport.

Foredraget gir en oversikt over den aktuelle situasjonen og utviklingstendenser i Tyskland på markedet for byggeråstoffer med særlig vekt på potensiell innflytelse i Skandinavia.

PRODUKSJON AV PUKK. Statusrapport dr.ing-studium ved NTH

John Natvik
Institutt for geologi og bergteknikk

Behovet for kunnskap innen universitetsmiljøet og forskningsmiljøet styres i stor grad av ønsker og behov fra industrien. Med bakgrunn i ønsket om et bedre undervisningstilbud på NTH innen dette området og de NTNF-NORMIN prosjekter som er rettet mot fremstilling av pukk, ble det i 1993 besluttet å starte et dr.ing-studium innen NORMIN-programmet. De prosjektene som inngår i studiet er:

- Kvaliteten av pukk- og grusindustriens produkter (KPG)
- Sprengbarhet av berg
- Økt anvendelse av knust 0-4mm som tilslag i betong

Felles målsetning for disse prosjektene er økt verdiskapning og en mer optimal utnyttelse av forekomst og/eller produkt, gjennom forbedret produksjonsteknologi og kvalitetskontroll. Potensialet for en verdiøkning gjennom teknologiforbedring er tilstede, noe som bl.a er dokumentert gjennom studier i Finland. Integreringen av et dr.ing-studium i prosjektene er viktig for å utnytte den felles kunnskap som det enkelte prosjekt fremskaffer gjennom et bredt datagrunnlag, samt foreta utfyllende undersøkelser mellom prosjektene og hindre overlappning.

Ser man på en pukkproduksjon, er sluttproduktet et resultat av samvirket mellom bergartsegenskapene og produksjonsfaktorene. Teknologien som benyttes, sprengning, knusing og klassering, er avgjørende for i hvilken grad man kan utnytte det kvalitetspotensialet som ligger i den enkelte bergart. Studiet vil derfor i hovedsak ta for seg produksjonsteknologiens påvirkning på kvaliteten og bruksegenskapene til pukkmaterialer. Dette innebærer både kvalitetstesting og beskrivelse av materialene. Studiet ventes å avsluttes i 1997.

Status for dr.ing. arbeidet pr. høsten 1994 innebærer både avslutning av fagstudiet og prosjektet "Økt anvendelse av knust 0-4mm som tilslag i betong". Dette prosjektet har som mål å øke anvendelsen av knust 0-4mm i betong med 30-50% av natursandtilsetningen i løpet av 3 år hos flere betongprodusenter. Mitt arbeid har her i hovedsak vært karakterisering av ulike tilslag mhp finstoff samt kvantifisering av kornform. Som eksempel har det blitt nyttet bildeanalyse som et verktøy for en mer nøyaktig bestemmelse av kornform enn vanlig visuell vurdering. Prøver fra ordinær produksjon og materiale bearbeidet med knusere av typen Rotopactor og Duopactor, er undersøkt mhp kornform, gradering, spesifikk overflate mm. Bildeanalyse har vist seg å være godt egnet for å kvantifisere forskjeller i kornform, men metoden er vel og merke ikke standardisert. Prosjektet viser at bruken av slike knusere kan være viktig dersom det skal settes store krav til kornform for tilslagene. Fordelen med slike knusere må imidlertid vurderes opp mot økt finstoff-dannelse.

I KPG-prosjektet foretas en ringtest av Los Angeles maskiner høsten 1994. Hovedmålet med denne undersøkelsen er å teste ut nybygget utstyr etter CEN-standard, men det er også viktig å sammenligne resultatene fra de ulike laboratoriene. I testen deltar 6 ulike maskiner der 7 materialer testes. Det kjøres her både med CEN standard og ASTM standard (totalt 3 graderinger) for å sammenligne resultater fra de ulike graderingene.

STEINMATERIALER I NORDEN

Peer-Richard Neeb

Norges geologiske undersøkelse

Sand og grus til byggeråstoffer kommer fra breelvavsetninger, strandavsetninger, fluviale avsetninger og morene. Fordelingen mellom de ulike geologiske avsetningene varierer innen Norden. Pukk, eller knust fjell, benyttes mer og mer i de nordiske land til vegformål og andre anleggsformål der råstoffene er konkurransedyktige i pris og har den kvalitet brukerne vil ha.

Det meste av kartleggingen av sand- og grusforekomster i Norden er utført av de geologiske undersøkelsene. I Finland, Sverige og Danmark blir forbruket registrert og rapportert hvert år i samarbeid med de geologiske undersøkelsene og deres respektive departementer.

På Island er det veginstituttet (Vegagerd rikising) og vannkraftverksselskapet som står for de største uttak og som har oversikt over forbruket. I Norge er det Statistisk sentralbyrå og Bergvesenet som har ansvaret for de store produsentene, mens NGU har laget statistikk for hele landet de siste år.

Forbruket av sand, grus og knust fjell-pukk i de nordiske land

Produksjonstall for 1993 er samlet inn i samarbeid med de geologiske undersøkelsene, produsent-foreninger og vegkontoret på Island. Tabell 1, 2 og 3 viser produksjon, produksjonsverdi og forbruk pr. innbygger. Det produseres 187 mill. tonn sand og grus og 81 mill. tonn pukk, totalt 268 mill. tonn for en befolkning på 23.7 mill.

Forbruket i tonn pr. innbygger varierer fra 9.7 i Sveige til 33.9 på Island. Ca. 75 % av materialet brukes til veg- og betongformål hvor en setter krav til kvalitet.

Verdien av produksjonen er ca. 9 milliarder NOK før videre foredling på anleggsplassene.

Tabell 1

1993	Produksjon - forbruk, mill. tonn			Verdi mill. NOK 25.11.94		
Land	Sand/grus	Pukk knust fjell	SUM	Sand/grus	Pukk knust fjell	SUM
Sverige	54	32	86			3.947
Finland	44	24	68	441	412	853
Danmark	56.3	-	56	1689	-	1.689
Norge	24	25	49	960	1375	2.335
Island	8.8	0.2	9			250
SUM	187.1	81.2	268			9.074

Tabell 2

1993	Produksjon - forbruk pr. innbygger i tonn			
Land	Sand/grus	Pukk knust fjell	SUM	Innbyggere i Norden, mill.
Sverige	6.1	3.6	9.7	8.800554, 8/94
Finland	8.7	4.7	13.4	5.082000, 6/94
Danmark	10.8	6.9	10.8	5.204994, 8/94
Norge	5.5	5.8	11.7	4.337673, 7/94
Island	33.2	0.7	33.9	264919, 12/93
SUM				23.690140

Tabell 3

1993	Anvendelse av sand, grus og pukk i %			
Land	Vei	Betong	Bygg/anlegg	Annet
Sverige	61	10	15	14
Finland	60	8	32	
Danmark	64	30		6
Norge	46	20	34	
Island	60	8	33	
SUM gjennomsnitt	58.2	15.2	22.8	4

Forskning om byggeråstoffer

Det er store variasjoner i geologiske forhold i de fem nordiske land. Byggeråstoffenes mulige anvendelse og krav til kvalitet varierer. Det er derfor viktig å investere i videre forskning og videreutvikling av tilslagsmaterialer.

Forskning og utvikling er en investering i framtiden på linje med kapitalinvesteringer.

Det er gjennom foredrag disse to dagene vi skal få kjennskap til eksisterende forsknings- og utviklingsarbeid i Norden.

Gjennom personlige kontakter og formidling av nye og tidligere resultater kan nye samarbeidsprosjekter og kontakter initieres.

ANALYSEMETODENES FØLSOMHET FOR KANTEFFEKT

Roar Nålsund

Statens vegvesen Sør-Trøndelag

For å undersøke i hvilken grad analyseresultatene fra metodene fallprøve, Los Angeles og kulemølle påvirkes av prøvematerialets overflateform, er det utført sammenliknende målinger av mekanisk styrke på rundet (uknust) grus og kantet (verksknust) grus.

Knuseeffekter. Ved knusing av grus i verk skjer to prosesser samtidig. Begge påvirker analyseresultatet. Den ene er forandringen fra som isolert sett fører til en økning av analyseverdien (kanteffekten). Den andre er at knusing fjerner svake korn fra analysefraksjonen (bekreftes av bergartstillinger) og gir en reduksjon av analyseverdien. Hvilken av de to prosessene som dominerer, avhenger både av innhold rundet til kantet materiale av knuste korn (knusningsgraden) og innhold av svake korn. Knusningsgraden til de verksknuste grusmaterialene ligger i området 60 - 90 % (en knust flate eller mer).

Kanteffekt. Pukk og uknust grus representerer ytterpunkter på en skala for overflateform. Et pukkkorn er 100% kantet (alle sider av kornet er bruddflater), mens grus tatt fra elv er normalt "100%" rundet (= godt rundet). Ved bestemmelsen av sprøhetstallet (fallprøven) vil en større mengde av et kantet materiale falle gjennom kontrollsiktet på 8 mm -sikt sammenliknet med et mekanisk sterkt materiale når de utsettes for den samme knuseenergi. Det er lettere å slå små biter av kantene hos et pukkkorn enn å dele et helt gruskorn i to deler. På denne måten får pukkkprøven høyere sprøhetstall enn grusprøven selv om de to materialene fra naturens side burde være like sterke. Denne effekten kalles kanteffekt og har vært kjent i ca. 30 år (Höbeda 1966).

Ved hjelp av to helt forskjellige framgangsmåter er kanteffektens maksimale størrelse (forskjellen mellom kantet og rundet materiale) beregnet til ca. 20 %. D.v.s. at sprøhetstallet for 100 % kantet materiale (pukk) må reduseres med de samme 20 % (relativt) før resultatet kan sammenliknes med godt rundet ("100%" rundet) grus.

Fallprøven er den av de tre metodene som reagerer sterkest på kanteffekten. Samtlige sprøhetstall for knust grus i dette forsøket ble høyere enn for uknust grus. Kant-effekten ser ut til å være den dominerende prosess når innholdet av svake bergartskorn er mindre enn ca. 40 %. Sprøhetstall for grus og pukk kan ikke sammenliknes før vi kjenner knusningsgraden hos grusprøven. Når sprøhetstallet bestemmes ved sikting på 2mm -sikt i stedet for 8mm, reduseres virkningen av kanteffekten noe. Kanteffekten er den dominerende prosess når innholdet av svake bergartskorn i grusprøven er lavere enn 20%

Kulemølla ser ut til å være mindre påvirket av kanteffekten enn fallprøven. Den dominerer som prosess bare ved de sterkeste grusmaterialene der innholdet av svake bergartskorn er mindre enn 10 - 15 %.

Los Angelesmetoden ser ut til å være minst påvirket av kanteffekten sammenliknet med fallprøve og kulemølle. Den er følgelig den beste av de tre metodene til å rangere steinmaterialers motstand mot knusing (både grus og pukk). Det er etablert en god sammenheng mellom Los Angelesmetoden og modifisert fallprøve (sprøhetstall beregnet ved 2 mm -sikt) for både grus og pukk.

Alle prøver er hentet fra Sør-Trøndelag fylke. Grusen domineres av friske og normalt sterke bergartskorn, men har også et varierende innhold av svake bergarter (10 - 50%). En del av konklusjonene bygger på bearbeiding av Arnhild Ulviks hovedoppgave ved NTH 1991. Konklusjonene omkring kanteffekt må dokumenteres med resultater fra flere forekomster før de er gyldige.

Ringenprojektet i Stockholm

Lars Persson och Björn Schouenborg

Sveriges geologiska undersökning (SGU), Uppsala och Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP), Borås.

Projektet 'Kvalitetsutredning av tunnelberget i Ringen' utfördes under perioden januari till juni 1994 åt Vägverket, region Stockholm. Ansvarig konsult var Sveriges geologiska undersökning, SGU, Uppsala och följande underkonsulter deltog: Kjessler och Mannerstråle AB, Stockholm, Mineconsult AB, Stockholm samt Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP), Borås.

Förutsättningar och geologi

Lars Persson

Arbetet uppdelades i följande moment

- sammanställning av tillgänglig geologisk och byggnadsgeologisk information inom området som berörs av Ringen (häll-, berggrunds- och strukturgeologisk karta)
- översiktlig kvalitetsklassning av berggrunden
- provtagning och analys samt användbarhetsklassificering av bergmassan som ballast för väg, järnväg och betong
- genomgång av tekniska normer för bergmaterialtestning i andra länder

Arbetet har utförts i följande faser: inventering, provtagning, teknisk analys, provtagning för tunnslipsframställning och tunnslipsanalys, strålningsmätning i fält och av prover samt sammanställning. Provtagningen omfattade 19 prover om ca 60 kg som togs i vägsränningar och andra bergblottningar samt i undermarksanläggningar i omedelbar anslutning till Ringen. Dessutom sändes två prover till Tyskland för test. Stuffer togs i varje provtagningspunkt för mätning av strålning samt för tillverkning av tunnslip. Totalt har 30 tunnslip studerats. För att klargöra mängden naturligt förekommande radioaktiva ämnen mättes ett antal lokaler längs den planerade sträckningen med avseende på innehåll av uran, kalium och torium.

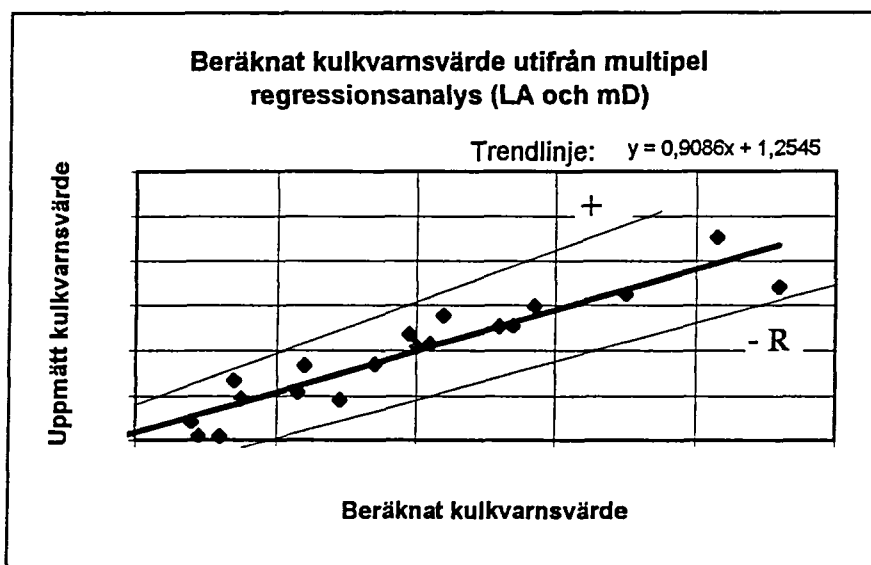
Tekniska analyser

Björn Schouenborg

De egenskaperna som analyserades i projektet var följande: korndensitet, vattenabsorption, sprödhetstal, flisighetstal, kulkvarnsvärde, Los Angelesstal, micro-Deval samt tyska Schlagversuch. Korndensiteten används bl a för proportionering till flera av de övriga analyserna. Vattenabsorptionen används bl a som ett mått på frostbeständighet för ballast till betong. De övriga svenska metoderna används för klassifikation av stenmaterial till väg- och järnvägsbyggen. Los Angelesstal, micro-Deval och "Schlagversuch" är alla blivande Europa-standarder för bedömning av stenmaterials motståndskraft mot fragmentering och nötning. Vidare undersöktes stenproverna avseende mineralsammansättning och mineralomvandling med hjälp av mikroskopering. De mest intressanta parametrarna här var omvandling av kvarts, förekomst av sulfider samt glimmer och lermineral. Kraftigt deformerad kvarts i området är känt för att lokalt ha givit upphov till alkalikiselsyra-reaktion. Även spridda förekomster av sulfider har rapporterats. Lättlösliga sulfider kan vid omvandling till sulfater ge upphov till expansiva och skadliga sulfatreaktioner tillsammans med cementpastan i betongen.

Kommande Europastandarder för fragmentering och nötning

Användandet av Los Angelesstrumpa, micro-Deval, kulkvarn och "Schlagversuch" har varit intressant inte bara för att undersöka stenmaterialets kvalitet för nationella ändamål utan även för den pågående europastandardiseringen av ballast. Det diskuteras för närvarande hur många metoder som egentligen behövs för att klassificera stenmaterials motståndskraft mot nötning och fragmentering. Vilka egenskaper är det som egentligen analyseras med de olika provningsapparaterna? Ur denna aspekt har det varit värdefullt att kunna jämföra resultaten från de parallella provningarna med olika utrustningar. Genom multipel regressionsanalys kan man visa på vilka parametrar som dominerar vid respektive provningsförfarande. De iaktagna korrelationerna är hittills endast verifierade inom det kvalitetsområde som Ringenbergerarterna representerar. Med kvalitetsområdet avses ett intervall definierat av de kulkvarnsvärden som uppmätts i Ringenområdet. Här visas på en mycket god korrelation mellan det uppmätta kulkvarnsvärdet och ett kulkvarnsvärde som är beräknat genom parallella analyser av micro-Deval- och Los Angelesstal på samma laboratorieprover.



$$\text{Beräknat kulkvarnsvärde} = 1,026 * \text{micro-Deval (mD)} + 0,223 \text{ Los Angelesstal (LA)} + 0,017$$

Resultat och sammanfattning

Med resultaten av de tekniska analyserna som bas indelades det provade stenmaterialet i tre klasser nämligen för vägändamål (V), betong (B) och spårballast (J). Det är viktigt att notera att resultaten har en översiktlig karaktär och att slutsatserna baseras på ett antal prover och med de specifika provtagnings- och provberedningstekniker som använts. Det är följaktligen inte möjligt att direkt överföra informationen till detaljerad skala R eller till de direkta förhållanden som kommer att råda i samband med tunneldrivning.

Bergmaterialet längs Ringensträckningen är för vägbyggnad till övervägande del av god kvalitet. Sedimentådergnejsernas kvalitet varierar något med sammansättningen av ingående led. Bergmaterialet är generellt sämre för spårballast än för vägbyggnad. Detta kan relateras till bergarternas glimmerhalt och de krav som Banverket ställer på bergartsmaterialet (<10% glimmer). Avgörande är dock inte alltid glimmerhalten utan hur glimmern är orienterad i bergarten. Bergmaterialet är generellt av god kvalitet för betong. En del prover visar dock ett innehåll av kraftigt deformerad, reaktiv kvarts. Man bör vid brytning vara observant på krosszoner (svällande leror samt lättvittrade glimrar) samt myloniter. I särskilt sedimentgnejserna finns inslag av sulfider, vilka kan orsaka missfärgning av betongytor.

LOS ANGELES PÅ GROVA MATERIAL

Lars Stenlid

Skanska Mellansverige AB

I kommande Europaanormer är för Los Angeles-provning endast fraktion 10-14 mm föreslagen som testfraktion. För 48 st svenska bergarter och 2 st slaggar har L-A värden bestämts för förutom 10-14 även för 16-31,5 och 31,5-63 mm. Bergarterna återspeglar ett brett spektrum m.a.p. sammansättning och geografisk fördelning i Sverige.

För 10-14 mm bestäms LA-värdet av rent slag där de ingående stenarna i de flesta fall går av på mitten. På de grövre fraktionerna förmår kulorna oftast inte att knäcka sönder stenarna och de erhållna LA-värdena är för dessa närmast ett mått på deras förmåga att motstå kantslag och slag på ytan. De bestämmande faktorerna om de knäcks är mineralinnehåll, mineralstorlek, kornfogning, förekomst av sprickor m.m. Ex. på bergarter som har knäckts av på mitten är kvartsit, vissa porfyrier, mylonit, pegmatit samt kalifältspatrika medel-grovkorniga graniter.

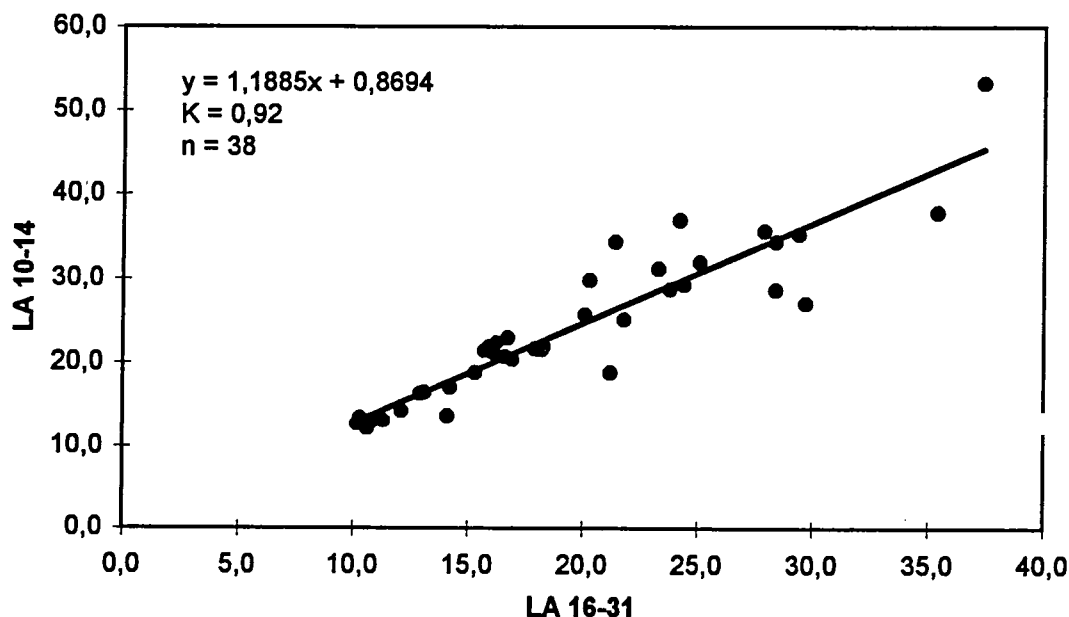
Inverkan av nötning och autogenkrossning hos provmaterialen är av underordnad betydelse. De skilda mekanismerna återspeglas i kornformen och kornstorleksfördelningen efter LA provningarna. Kornformen efter körning i trumman blir för de grova materialen sfärisk - ellipsoidisk beroende på mineralorientering och storlek. Mikrosprickor och svaghetsplan i bergarten kan ge en rombisk fragmentering i vissa fall och en större andel material i mellanfraktionerna i frekvenskurvan efter körning i trumman.

De lägsta LA-värdena för grova material får basiska bergarter, vissa finkorniga vulkaniter, amfiboliter och en del porfyrier.

Höga LA-värden får dolomit, kalkstenar, pegmatit och vissa kalifältspatrika graniter, glimmer-rika sedimentådergnejser och hyttsten.

Jämförelser mot sprödhetstal ger korrelationskoefficienter på 0,7-0,9 för de grova fraktionerna och är högre än för motsvarande kulkvarnsvärden, vilket stöder antagandet att slag är det aktivaste mediet i Los Angelesstrumman för grova material, men att en viss nötning ändå förekommer i de grova fraktionerna.

Sambandet mellan Los Angeles 16-31,5 och 10-14 mm för 38 st svenska bergarter



GRUS- OG PUKKREGISTERET - DATAASSISTERT KVALITETS- VURDERING AV STEINMATERIALER

John Anders Stokke, Eyolf Erichsen og Knut Wolden alle NGU

NGU har utarbeidet materialkrav for dataassistert kvalitetsvurdering av steinmaterialer. Hensikten er å tilrettelegge og forenkle datagrunnlaget i det nasjonale Grus- og Pukkregisteret (GPR) for presentasjon i et geografisk informasjonssystem (GIS) og standard utskriftsrapporter. Arbeidet er også ledd i overføring av GPR til en ORACLE-plattform.

Materialkvaliteten vurderes utelukkende på grunnlag av steinmaterialets mekaniske og fysiske egenskaper samt geologiske data (bergarts- og mineralinnhold). Opplysninger om mektighet, arealbruk og volum er holdt utenfor da denne type informasjon inngår i separate GIS-analyser.

Kvalitetskriteriene er forskjellige for veg- og betongformål. Dette er avhengig av om forekomstene er godt eller dårlig undersøkt. For de godt undersøkte forekomstene bygger vurderingsgrunnlaget på standarder og normer fra Statens vegvesen og Den Norske Betongforeningen. Mindre godt undersøkte forekomster vurderes ut fra det statistiske grunnlaget i GPR.

Tilrettelagt og forenklet informasjon kan distribueres fritt og gjør det mulig å bygge store kartdatabaser for alle typer stedfestet informasjon. Ulike tema kan nå kobles, separeres og presenteres i utsnitt og målestokk som er valgfri.

LÄGET INOM BALLASTFORSKNINGEN I FINLAND

Veli Suominen
Geologiska forskningscentralen

1. Ballastforskning bedrivs aktivt vid Geologiska forskningscentralen, Vägverket, Statens tekniska forskningscentral, samt vid Tekniska högskolorna i Helsingfors och Tammerfors.

2. Inventeringen av krossberg vid GFC är just nu det största enskilda projektet. Vid Tekniska högskolan i Helsingfors planerats ett nytt stort teknologiprojekt: "Fragmentering". Det blir industrin och de ovannämnda forskningsenheterna som deltar. Finansieringen är delvis öppen, hälften väntas komma från staten. Projektet omfattar även malningen - gruvindustrin deltar.

ASTO (asfalt) projektets efterföljare TPPT skall nu forska i de obundna lagren i vägbygget. Dels kommer man att satsa på stabilisering av finkorniga massor från väglinjen. Detta minskar behovet av ballast från åsar och randformationer samt av krossat berg.

Nyttoanvändning av mineraliska restprodukter ingår i TPPT och Miljögeoteknik teknologiprojektet, som även det startat nyligen.

3. Det ekonomiska läget i Finland är fortfarande mycket ansträngt. Forskningsprojekt är svåra att starta. Istället för ett finansierande och beställande organ eller grupp så försöker man göra största delen genom samarbete mellan olika parter. Det är möjligt, men ofta rätt svårt att styra och kontrollera.

4. Internationellt samarbete är på gång på samma sätt som här i Oslo med utbyte av information. EU-pengar tänker många försöka få och planeringen av projektförslag pågår.

5. Utbildningen i ballastfrågor bygger på tillfälliga korta föreläsningsserier vid våra universitet och högskolor. Vi har inte ens en docent för dessa frågor vid någon av högskolorna. Kurserna som har hållits har haft många åhörare.

NYTT FRÅN KROSSBERGSINVENTERINGEN I FINLAND

Veli Suominen
Geologiska forskningscentralen

De första resultaten från krossbergsinventeringsprojektet har offentliggjorts delvis; i form av en ny typ av karta och som statistiska uppgifter. Detaljerad information blir offentlig först senare. Resultaten från de första fem åren bildar redan en referensdatabank för krossbergsundersökningar. Uppgifter om ca 6500 bergområden ingår. Testresultat finns från ca. 650 väldokumenterade prover. En kritisk, men konstruktiv diskussion om testförfarandet borde komma i gång. Testlaboratorierna behöver auktorisering och regelbundna ringanalyser.

Projektets observationer skrivs nu in på en fältdator redan ute på fältet. Kvaliteten på projektets kartor har förbättrats och nya typer av kartor har tagits fram.

Projektets resultat har redan användts av Vägverket för att köpa upp bergområden med högklassigt material. Nu ingår regionala resultat även regionplaneringens s.k. naturresursplan eller regionplan III. Kunskapen om krossbergstillgångar har även tagits i bruk när man försöker skapa regionala planer över hur grundvattenskyddet och ballastproduktion kunde koordineras.

Projektet börjades 1989 och slutar 1998. Redan nu har inventeringen kompletterats i samband med nya närliggande projekt och uppdrag. Trots att vi har fyra år kvar blir täckningen inte tillräklig.

MILJÖMESSIGE UTFORDRINGAR OG BEGRENSNINGER KNYTTET TILL MASSETAK

Lennart Vilborg
Statens Naturvårdsverk, Sverige

Utgångspunkt: Samhället har intresse av att styra täktverksamhet (massuttak) i följande avseenden

- I** Täktverksamhetens inverkan på
 - tillgången till naturresurser (grus- och bergförekomster (pukk), grundvattenmagasin etc.
 - naturmiljön inklusive kulturlandskapsmiljöer (landskapsbild, geovetenskapliga bevarandevärden, växter och djur, vatten i mark, sjöar och vattendrag, fornminnesområden, friluftslivsmiljöer
 - människors hälsa, säkerhet och egendom
- II** Att avslutade täkter (massetak) efterbehandlas och anpassas till en fortsatt lämplig markanvändning
- III** Att restprodukter/överskottsmaterial används och att returprodukter/förbrukningsprodukter återanvänds (kretsloppstänkandet)
- IV** Att en sund pris- och övrig konkurrens upprätthålls på marknaden

Punkterna I-III får anses höra till föredragets tema.

- Punkt I** Här söker jag besvara två frågor
 - a) *vad* kan täktverksamheten påverka inom punkt I och
 - b) på *vilket sätt*?Med ledning av svaren på a) och b) ges därefter exempel på miljömässiga krav/förslag i syfte att undvika/mildra ev. skador/störningar.
- Punkt II** Exempel på olika typer av efterbehandling ges här (principer, åtgärder för att skapa biotoper etc.). Vidare lämnas exempel på bestämmelser om obligatorisk efterbehandling samt åtgärder i syfte att stimulera till bättre sådan behandling.
- Punkt III** Detta område är föga utvecklat i Norden. Bäst är Danmark. Jag ger exempel på åtgärder som skulle kunna öka intresset för att utnyttja överskottsmaterial och återvinna returprodukter.

Automatic Selection of Aggregate Images for A Moving Conveyor Belt

Weixing Wang and Ove Stephansson

Engineering Geology, Royal Institute of Technology, S-100 44 Stockholm, Sweden

Automatic image analysis of aggregate characterisation on a fast moving conveyor belt is part of an ongoing project about image analysis at KTH. The research work for the development of an automatic system of image analysis for aggregate recognition, has been divided into four aspects: (1) image analysis system set-up; (2) automatic selection of aggregate images; (3) aggregate image processing and analysis; and (4) analysis of aggregate size and shape. All the aspects of the research are first carried out in the laboratory, and later in the field. This contribution will only present the work done on the aspect (2), conducted in the laboratory.

In the mining or quarry industry, it is normal that aggregates (or fragments from blasting) are transported with a conveyor belt. In order to estimate the qualities of the aggregate (i.e. distribution of fragment size and shape), the operator has to take aggregate samples from the conveyor belt, perform sieving analysis and manual measurement. This is a time consuming and tedious work, but is the traditional method of evaluation of aggregate quality. Alternatively, an image analysis system can be set up to monitor the aggregate quality on a fast moving conveyor belt (See Figure 1). In order to adapt such a system, we have developed an image classification program, which has been tested in the laboratory.

The image classification program is developed for image quality classification and image selection. Aggregate images are classified into four classes: (1) images affected by motion blur; (2) images of an empty conveyor belt; (3) images of fine materials; and (4) images of visual aggregates in which, the average size of aggregates can be estimated in relation to the density of aggregate edges and shapes. The image classification program is based on the textural analysis of gradient magnitude images of aggregates, and therefore the processing speed is quicker than normal aggregate recognition procedures. In order to obtain aggregate size and shape distribution, the images selected from class (4) must be further analysed. An experimental set-up with a small wagon moving on a rail has been used to simulate a conveyor belt. The results from laboratory testing of different types of aggregates show that the system works reasonably well.

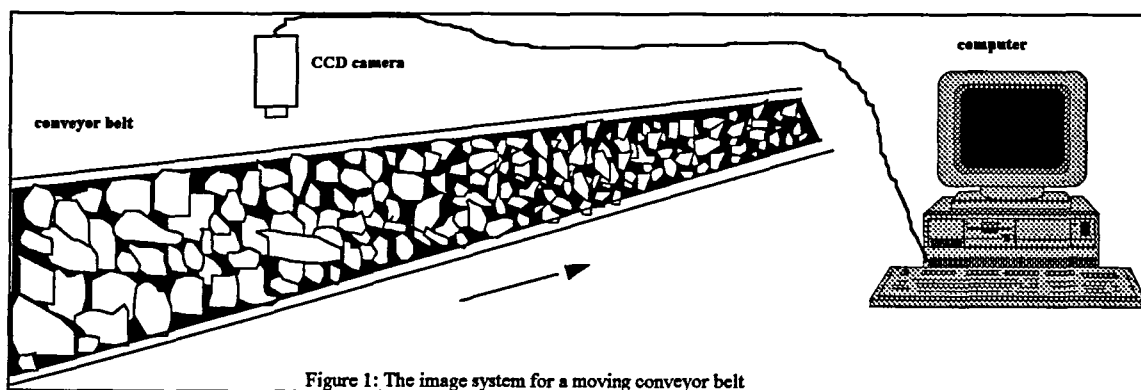


Figure 1: The image system for a moving conveyor belt

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF
Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

DELTAGERLISTE

- Ahrentzen, Per** Vejdirektoratet, Vejteknisk inst.
Elisagårdsvej 5, DK-4000 Roskilde
- Andreassen, Kari Bredde** PGL, Postboks 296
1322 Høvik
- Arell, Lars** KTH, Inst. För Anl.& Miljø, Zusterlaan
224, NL-2611 MP DELFT
- Arnbom, Jan-Olof** SGU, Box 670
S-751 28 Uppsala
- Bentdal, Odd** Statens vegvesen Sør-Trøndelag
Sluppenveien 12, 7004 Trondheim
- Bergman, Børje** Grus och Makadamföreningen
Box 14104, S-161 14 Bromma
- Bruun Frantsen, Erik** DTI, Byggetekn. Inst.
Sand og sten kontrollen, DK-2630 Taastrup
- Carlsson, Hans** SABEMA MATERIAL AB
Box 100, S-43050 Källered
- Carlsson, Lotta** SABEMA MATERIAL AB
Box 100, S-43050 Källered
- Danielsen, Svein Willy** NTH, Inst. for
Geologi og Bergtekn., 7034 Trondheim-NTH
- Dugstad, Per** PGL, Postboks 296, 1322 Høvik
- Ekholm, Leif** Ballast väst AB
S-40514 Göteborg
- Erichson, Eyolf** NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim
- Evertsson, Carl Magnus** Chalmers Tekn.
högskola, Maskin- och fordonskonstr.
S-41296 Göteborg
- Fagerström, Pia** Geologiska forskningscentralen
FIN 02150 ESPOO
- Fauske, Trygve** Statens vegvesen Buskerud
Nedre Kilemoen, 3500 Hønefoss
- Fernlund, Joanne** KTH, Avd. for Teknisk Geologi,
S-10044 Stockholm
- Flood, Boye** Geologiske Tjenester, Hovfaret 8,
0275 OSLO
- Fredheim, Per Helge** Bergindustriens landsforening
Essendropsgt. 6, 0368 Oslo
- Furuhaug, Oddvar** NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim
- Gebert, Göran** Chalmers Tekniska Högskola
Maskin-och fordonskonstr., S-41296 Göteborg
- Grånäs, Karin** SGU, Box 670, S-751 28 Uppsala
- Gustaf-son, Gunnar** Dalporfyr AB
Sødra Allègatan 13, S-413 01 Göteborg
- Gynnemo, Magnus** Chalmers Tekn. Högskola
Geologiska insitutionen, S-41296 Göteborg
- Hagby, Cecilie** Kontrollrådet - DGB
Postboks 53 Blindern, 0313 Oslo
- Hagelia, Per** Veglaboratoriet, Postboks 8142 Dep.,
0033 Oslo
- Hansen, Erling** Arbeidsfellesskapet KPG
2170 FENSTAD
- Hansen, Gunnar** Korsbrekke og Lorck A/S
Postboks 23, 1361 Billingstadsletta
- Hattestad, Johan** Nodest Vei, Postboks 506 Brakerøya
3002 Drammen
- Helgason, Thorgeir S.** Linuhønnum h.f.
(Rådgiv.Ing.firma), Sudurlandsbraut 4A, 108 Reykjavik
- Horvli, Ivar** Statens vegvesen Sør-Trøndelag
Postboks 6064 Postterminalen, 7003 Trondheim
- Hübert, Knut** SVEDALA A/S
Prof. Birkelandsv. 36 d, 1008 Oslo
- Högström, Karin** Chalmers Tekn. Högskola
Geologiska Inst., S-412 96 Göteborg
- Jensen, Viggo** Sintef, Konstruksjoner og betong
Rich. Birkelandsvei 3, 7034 Trondheim

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF
Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

DELTAGERLISTE

Johansson, Hans G. VTI, Olaus Magnus väg 37
S-58195 Linköping

Johnning, Pär Ballast väst AB
S-40514 Göteborg

Järvenpää, Hanna LOHJA RUDUS OY AB
P.o. Box 49, SF-00441 Helsinki

Karlsson, Tom Skanska Mellansverige AB
Box 421, S-74629 Bålsta

Kristiansen, Jan NGI, Box 3930 Ullevaal
Hageby, 0806 OSLO

Kristiansen, Kjell NOTEBY A/S
Postboks 1139 Sverresborg, 7002 Trondheim

Kärkkäinen, Martti LOHJA RUDUS OY AB
P.O. Box 49, FIN-00441 Helsinki

Lagerblad, Björn CBI, Cement och Betong Inst.
S-10044 Stockholm

Laitinen, Tuomo Finlands Schaktentreprenörers
Centralförbund, Slottsgatan 36 B 8
FIN-20100 Turku

Lange, Geir Luftfartsverket, Postboks 8124 Dep.
0032 Oslo

Lekarp, Fredrick KTH, Vägteknik
Brinellvägen 34, S-10044 Stockholm

Lien, Rune Statens vegvesen Finnmark
Postboks 609, 9801 Vadsø

Lungstrøm, Lennart KTH, Teknisk geologi
S-10044 Stockholm

Løberg, Brit E. Vegdirektoratet/Veglaboratoriet
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Laanke, Berit Franzefoss Bruk A/S
Postboks 6014, 7003 Trondheim

Magnussen, Jonn-Borger Aker Singel & Grus a.s.
Postboks 60, 4301 Sandnes

Magnusson, Gustaf Ballast väst AB,
S-40514 Göteborg

Markussen, Olav Franzefoss Bruk A/S
Postboks 53, 1351 Rud

Matikainen, Raimo Helsingfors Tekn. Høgskola
Vuorimiehentie 2 A, FIN-02150 Espo

Mattig, Ulrike Hessisches Landesamt für
Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden

Morfeltdt, Daniel Mineconsult, Banergatan 37
S-11522 Stockholm

Natvik, John NTH, Geologi og bergteknikk
Sem Sælansvei 1, 7034 Trondheim

Neeb, Peer-Richard NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Nielsen, Kai NTH, Inst. for geologi og bergteknikk
7034 Trondheim

Nord, Gunnar Robbins Europe AB
S-10523 Stockholm

Nordahl-Olsen, Torkill Miljø og næringsmiddelstaten
Vestbyveien 13-20, 0976 Oslo

Nyberg, Åke Terraproject AB, Smala gränd 1
S-761 30 Norrtälje

Nålsund, Roar Statens vegvesen Sør-Trøndelag
Sluppenveien 12, 7004 Trondheim

Ottersberg, Gunilla Terraproject AB
Smala gränd 1, S-761 30 Norrtälje

Ottoson, Kenneth SABEBA MATERIAL AB
Box 100, S-430 50 Källered

Persson, Anna-Lena KTH, avd. Teknisk geologi
Inst. Anläggning og Miljø, S-10044 Stockholm

3. NORDISKE FORSKERSEMINAR OM STEINMATERIALER SOM BYGGERÅSTOFF
Holmenkollen Park Hotel, 5. og 6. desember 1994

DELTAGERLISTE

Persson, Lars SGU, Box 670, S-751 28 Uppsala

Ronge, Bo Chalmers Tekn. Högskola
Geologiska institutionen, S-412 96 Göteborg

Russenes, Bjørn F. Sogn og Fjordane fylkeskommune
Regionalstaben, 5840 Hermansverk

Sand, Kari Hordaland fylkeskommune
Utviklingsavdelingen, 5020 Bergen

Sandkvist, Åse SGU, Box 670, S-751 28 Uppsala

Schouenborg, Björn Sveriges Provnings-og
Forskningsinst., Box 857, S-501 15 Borås

Solem, Knut NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Sollid, Johan Ludvig Geografisk institutt UiO
Postboks 1042 Blindern, 0316 Oslo

Stenlid, Lars Skanska Mellansverige AB
Väglaboratoriet Dragrännan, S-746 50 Bålsta

Stephansson, Ove KTH, Teknisk Geologi
S-10044 Stockholm

Stokke, John Anders NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Storhaug, Erik PGL, Postboks 296
1322 Høvik

Suominen, Veli Geologiska forskningscentralen
Betonimiehenkuja 4, FIN-02150 Espoo

Svensson, Chester Chalmers tekn. högskola
Geologiske instituttet, 4112 Göteborg

Svensson, Jörgen VTI, Olaus Magnus väg 37
S-581 95 Linköping

Svensson, Lars Jehanders, Box 47124
10074 Stockholm

Särkkä, Pekka CONCAVE OY
Box 483, FIN-02151 Espoo

Thoresen, Morten NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Thysnes, Eli NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Tjugum, Anne Gro Vegdirektoratet, Veglaboratoriet
Postboks 8142 Dep., 0033 Oslo

Torsteinsrud, Kjell Banverket, Box 1070
S-172 22 Sundbyberg

Ulmgren, Nils NCC Produktionsanläggningar
S-171 70 Solna

Ulvik, Arnhild NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Wang, Weixing KTH, Teknisk geologi
S-10044 Stockholm

Wigum, Børge Johannes NTH, Inst. for geologi og
bergteknikk, Høgskoleringen 6, N-7034 Trondheim

Vilborg, Lennart Statens Naturvårdsverk
Smidesvägen 5, S-17185 Solna

Wolden, Knut NGU, Postboks 3006 Lade
7002 Trondheim

Österlund, Lars Bergab AB, Stampegatan 15
S-416 64 Göteborg