

NGU Rapport 96.081

Kartlegging av mulige pukkeforekomster fra
Vest-Agder til Hardangerfjorden

Rapport nr.: 96.081		ISSN 0800-3416	Gradering: <i>ÅPEN</i>
Tittel: Kartlegging av mulige pukkeforekomster fra Vest-Agder til Hardangerfjorden			
Forfatter: Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: NGU, Franzefoss Bruk A/S	
Fylke: Vest-Agder, Rogaland, Hordaland		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 25	Pris: Kr. 107,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 21.06.1996	Prosjektnr.: 2692.00	Ansvarlig: <i>Før. R. Neeb</i>
Sammendrag:			
<p>Det er foretatt en kartlegging av områder som kan være egnet til ruttak av fjell for produksjon av pukke til eksport. Den geografiske plasseringen av lokalitetene er på kyststrekningen mellom Vest-Agder og Hardangerfjorden. Til lokaliseringen er det benyttet topografiske kart, berggrunnskart, kommuneplaner og tilgjengelige pukke rapporter for deler av leteområdet. Ved lokalisering av nye områder er det benyttet kriterier som bergartstype og egenvekt, sjødyp, størrelse på ressurs, geografisk plassering, antatt kvalitet og eventuelle konfliktsituasjoner. Det er ikke foretatt prøvetaking med analysering for noen av forekomstene.</p> <p>I alt 13 forekomster ble valgt ut som interessante. Et utvalg av disse bør følges opp med prøvetaking og geologisk kartlegging i felt. Først og fremst for å vurdere forekomstenes utbredelse og homogenitet, men også for å dokumentere bergartenes kvalitet til byggetekniske formål. Det er foreslått en rangering vurdert etter de fastsatte kriterier. Den geografiske spredningen på de foreslåtte lokalitetene er god.</p> <p>For utvalgte europeiske land er det utført en studie av de respektive lands gjeldende kvalitetskrav. På sikt vil felles CEN-standarder være veiledende, men inntil de trer i kraft må man forholde seg til hvert lands egne standarder. Det som har vært mulig å skaffe til veie av litteratur på området presenteres i denne rapporten.</p>			
Emneord: Ressurskartlegging	Pukk	Ingeniørgeologi	
Fagrapport			

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. KONKLUSJON.....	5
3. UTFØRELSE.....	8
4. FOREKOMSTBESKRIVELSE	9
5. BERGARTSBESKRIVELSE	16
6. KVALITETSKRAV I EUROPEISKE LAND	17
6.1 TYSKLAND	17
6.2 STORBRIANNIA.....	21
6.3 DANMARK.....	23
6.4 BELGIA.....	23
6.5 NEDERLAND.....	24
7. LITTERATUR.....	25

1. INNLEDNING

Franzefoss Bruk A/S har gitt NGU i oppdrag å lokalisere mulige egnede områder for pukkproduksjon på kyststrekningen mellom Vest-Agder og Hardangerfjorden.


Ved hjelp av topografiske kart i målestokk 1:50.000 og berggrunnskart i ulike målestokker er det valgt ut aktuelle forekomster. Kriterier som er lagt til grunn for utvelgelsen er blant annet havneforhold, sjødyb, avstand til bebyggelse og kaianlegg, størrelse på ressursen og bergartskvalitet. Kvalitet har i første omgang mindre betydning, da det ikke er innhentet prøver for analysering. Vurderingene som er foretatt bygger på geologisk kjennskap til ulike bergarters mekaniske styrke og egenvekt. For et fåtall av forekomstene eksisterer det imidlertid prøvedata.


Det er forsøkt å unngå eventuelle konfliktsituasjoner ved å benytte eksisterende kommuneplaner og oversikt over naturvernområder i Norge.

Det presiseres at kartleggingen er grov og utført med enkle hjelpemidler. Det må derfor utføres grundig feltarbeid med geologisk kartlegging og prøvetaking for å dokumentere utbredelse, homogenitet og kvalitet på de mest interessante forekomstene.

Pukk materialet er tenkt benyttet i veg, betong og til jernbaneformål. Det er ønskelig at det skaffes en oversikt over hvilke krav/spesifikasjoner som gjelder for landene Danmark, Tyskland, Belgia, Nederland og England.

Trondheim, 21. juni 1996
Hovedprosjekt for byggeråstoffer


Peer-Richard Neeb
hovedprosjektleder


Arnhild Ulvik
forsker

2. KONKLUSJON

Det er valgt ut 13 forekomster som anses som interessante for pukkproduksjon. Ved nærmere samtale med de berørte kommunene ble antallet redusert til 6. Dette fordi flere av de foreslåtte forekomstene ligger i LNF-områder (L=landbruk, N=natur og F=friluftsområde) med sterke lokale friluftsjnteresser. Arealdisponeringen i hver enkelt kommune er vedtatt politisk. Det er ingen ting i veien for at areal ved nye vedtak kan omdisponeres. De 6 utvalgte lokalitetene anbefales fulgt opp med detaljkartlegging og eventuelt prøvetaking.

Alle de foreslåtte lokalitetene oppfyller kravene som er stilt om tonnasje på minimum 100 mill. tonn. Beliggenheten er ved sjø, og dybdeforholdene er gode. Dessuten er det tatt hensyn til antatt bergartskvalitet og egenvekt.

En foreløpig prioritering av de ulike lokalitetene er basert på geografisk beliggenhet, geologisk kjennskap til ulike bergarter, kommunenes holdninger og interesser, logistikk og konfliktsituasjoner som f.eks. friluftsliv og hyttebebyggelse. Dette gjengis i tabell 2.1 på neste side. Et kart med oversikt over de utvalgte lokalitetene ses i figur 2.1 på side 7.

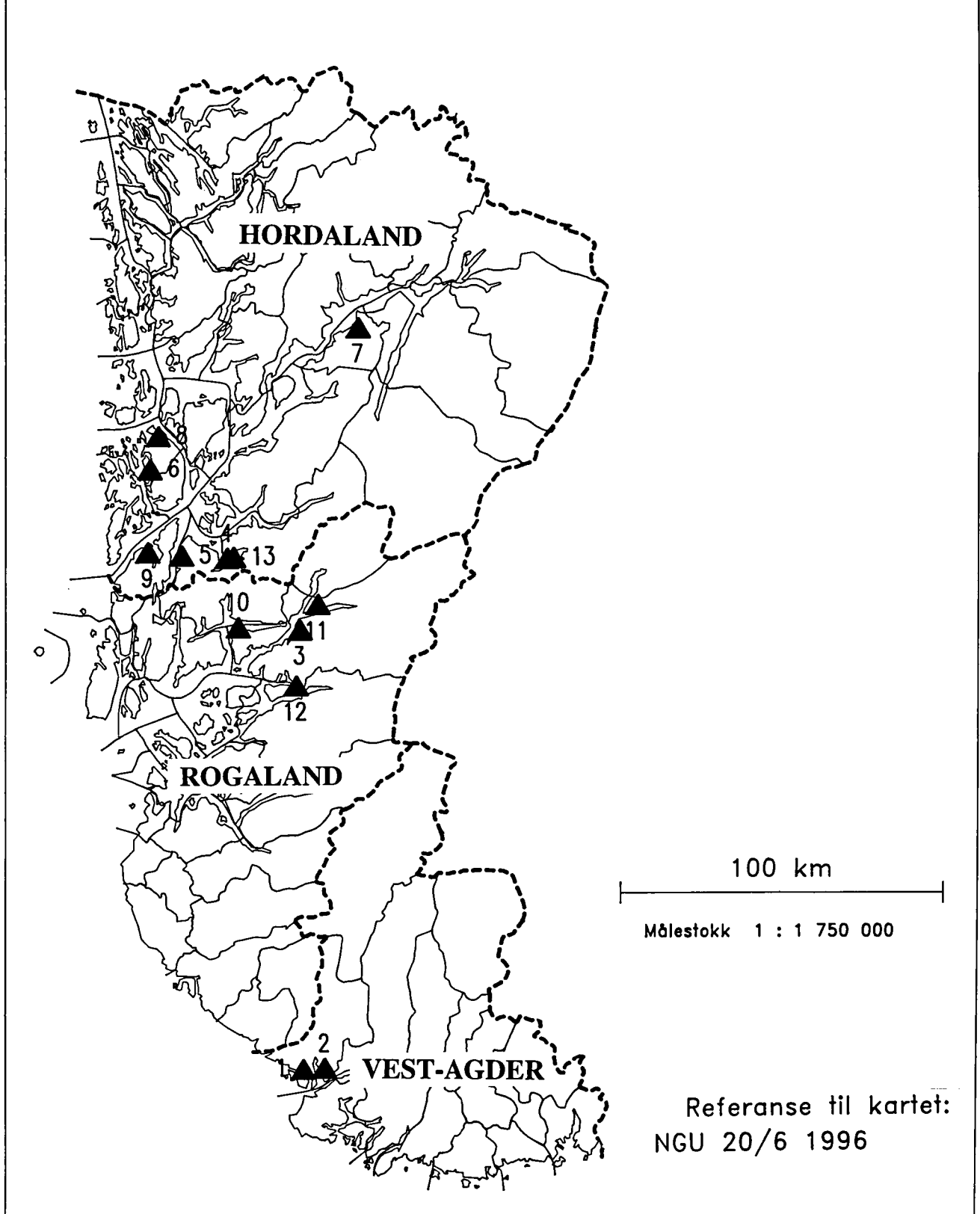
Det er skaffet til veie kvalitetskrav som gjelder for landene Danmark, Belgia, England, Nederland og Tyskland. Det viste seg vanskelig å få en komplett oversikt. Det gjelder særlig for jernbane- og betongformål.

Tabell 2.1 Oversiktsmatrise som viser kriterier som er lagt til grunn ved prioritering.

Forekomstnavn	Kommune	Bergart	Geografisk plassering	Logistikk båt/havn	Kvalitet	Konflikter hytter/friluftsliv	Kommunens holdning	Referanse i kommunen	Annet	Rang
Hålandsfjella	Flekkefjord	Anortositt	+	+	?	+	+	Nina Nissestad	Berggrunnskartlegges av NGU i 1996	1
Ståbystrand/Spjotnes	Flekkefjord	Granittisk gneis	+	+	?	-	+	Nina Nissestad	Berggrunnskartlegges av NGU i 1996	2
Velaskardet	Suldal	Granodioritt/kvartsdioritt	+	+	+	+	+	Teknisk sektor		3
Dreganeset	Ølen	Gneis	+	+	?	+	+	Harald Espeland		4
Vardåsen	Ølen	Granitt	+	+	+/-	+	+/-	Harald Espeland	Analyseresultater ikke representative	5
Sætrafjellet	Fitjar	Granodioritt	+	+	+	+	+/-	Teknisk sektor		6
Herand	Jondal	Granittisk gneis	+	+	+	+	+	Teknisk sektor	Det foreligger planer om drift	7
Landasåtene	Fitjar	Gabbro/amfibolitt	+	+	+	-	-	Teknisk sektor		8
Mjuk	Sveio	Tonalitt (granitt)	+	+	?	-	-	Teknisk sektor		9
Hamnafjell	Suldal	Gneis	+	+	?	-	-	Teknisk sektor		10
Holsvikdalen	Suldal	Granitt/gneis	+	+	+	-	-	Teknisk sektor		11
Tåneset/Middagsheia	Suldal	Gneisgranitt	+	+	?	-	-	Teknisk sektor		12
Dyråsen	Etne	Granitt	+	+	?	-	-	Teknisk sektor		13

OVERSIKTSKART

Foreslåtte lokaliteter for pukkuttak i Vest-Agder, Rogaland og Hordaland



Figur 2.1. Oversiktskart over de utvalgte pukkområdene i nummerert rekkefølge.

3. UTFØRELSE

I det geografiske området langs kysten fra Vest-Agder til Hardangerfjorden er alle topografiske kart i målestokk 1:50000 gjennomgått for om mulig å finne egnede pukkeforekomster for uttak i større skala. I alt dreier det seg om 37 kart. Det ble avmerket områder ut fra gunstig topografi, relativt gode havneforhold, sjødyp, og avstand til bebyggelse.

Senere ble alle avmerkede områder knyttet opp mot berggrunnskart i ulike målestokker, fortrinnsvis 1:50.000 der det var mulig. Mange områder falt bort på grunn av ugunstig berggrunn som f.eks. fyllitt, stor variasjon i bergartssammensetning m.m.

NGU har mange eksisterende analysedata i Rogaland og Hordaland. Disse ble også benyttet i arbeidet. En del avmerkede forekomster falt fra på grunn av svake mekaniske analyse-resultater.

Videre er det skaffet til veie kart over kommuneplaner/kystsoneplaner for de fleste berørte kommuner. Enkelte kommuner hadde ikke utarbeidet sine planer ennå, og der er det fra teknisk sektor eller planavdelingen skaffet muntlige opplysninger om de foreslåtte pukkeområdene. Kommuneplanene er benyttet til å kontrollere om pukkeområdene ville komme i konflikt med jordbruk, hyttebebyggelse, drikkevannskilder, nedslagsfelt, verneområder, foreslåtte verneområder m.m. Noen forekomster falt ut når denne sammenstillingen ble utført.

DN-rapport 1995-3, *Naturvernrområder i Norge 1911-1994* er også anvendt under arbeidet. Den er benyttet til å knytte foreslåtte forekomster opp mot naturvernrområder. Ingen forekomster viste seg å bli berørt av slike verneområder.

Det er utarbeidet et arbeidsskjema hvor hver forekomst er lagt inn og vurdert. En totalvurdering av forekomstene inkluderer de kriterier som er satt av oppdragsgiver, men særlig vektlegges geografisk plassering (lengst mulig sør).

Det er blitt avholdt prosjektmøter mellom Franzefoss Bruk A/S og NGU hvor foreslåtte forekomster ble gjennomgått og diskutert. Til slutt ble man sittende igjen med ca. 20 forekomster. For disse forekomstene er det anskaffet økonomisk kartverk i målestokk 1:20.000 der det eksisterte, i målestokk 1:5000 ellers. På grunnlag av de økonomiske kartene er grunneieroversikt i form av gårds-/bruksnummer satt opp.

På et senere prosjektmøte ble antallet forekomster ytterligere redusert. De involverte kommunene er blitt forespurt om hvordan de stilte seg til de foreslåtte områdene, og om det eventuelt ville være konflikter i forbindelse med LNF. På grunnlag av disse høringene ble antallet redusert til halvparten.

4. FOREKOMSTBESKRIVELSE

Nedenfor er hver forekomst som er vurdert som interessant beskrevet kortfattet sammen med et kartutsnitt i målestokk 1:50.000. Forekomstene kommer i rangert rekkefølge.

Forekomstnavn: Hålandsfjella (1)

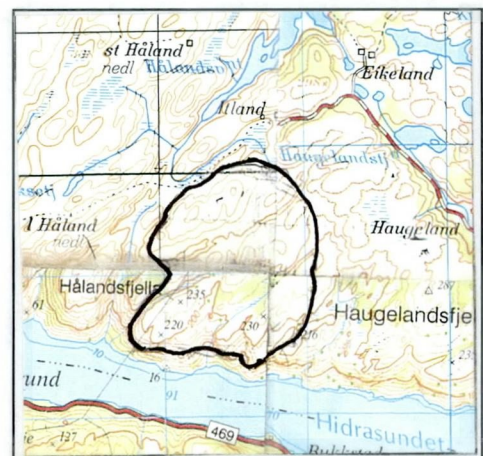
Kommune: Flekkefjord

Kartbladnr: 1311-IV Sokndal

ØK: AST 005006-20, AST 007008-20

Bergart: Anortositt

Grunneiere: 38/7, 34/4, 34/6, 34/7, 35/2



Beskrivelse: Forekomsten ligger ved Hidrasundet i et LNF-område. Det er ingen utpreget bruk av området til friluftsliv. Det foreligger ingen analysedata, så kvaliteten på bergarten er det umulig å si noe eksakt om. Det er gode muligheter for utbygging av havneområde, og dybdeforholdene er gunstige. Kommunen har en positiv holdning til pukkverksdrift.

Forekomstnavn: Ståbystranda, Spjotnes (2)

Kommune: Flekkefjord

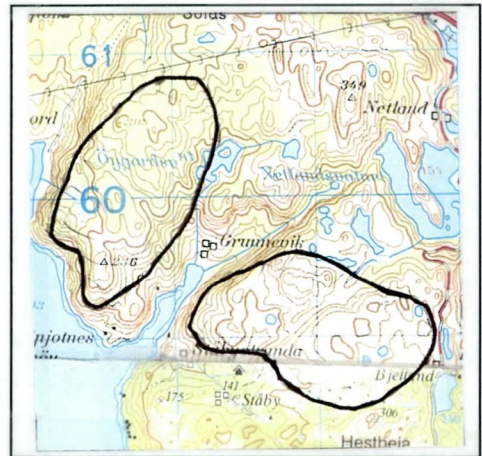
Kartbladnr: 1311-I Flekkefjord

ØK: AUV 005006-20

Bergart: Granittisk gneis

Grunneiere: Spjotnes: 105/2, 106/3

Ståby: 98/3, 98/6, 106/4, 107/3, 107/4,
107/6, 107/12



Beskrivelse: Lokaliteten består av to områder ved Stolsfjorden, sørøst for Flekkefjord. Det er gode havne- og dybdeforhold. Det er noe hyttebebyggelse i nærheten. Det er ingen fast bosetting hverken ved Ståbystranda eller Grunnevik. Områdene er heller ikke spesielt interessante med hensyn på friluftsliv.

Generelt kan sies at det for Flekkefjord skal utarbeides en verneplan for kystsonen. Det er derfor viktig å komme med konkrete planer om pukkverksdrift så raskt som mulig.

Forekomstnavn: Velaskardet (3)

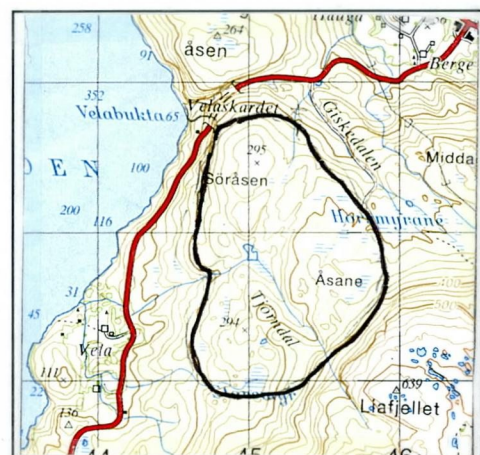
Kommune: Suldal

Kartbladnr: 1313-IV Sand

ØK: AOP 033034-20

Bergart: Foliert granodioritt/kvartsdioritt

Grunneiere: 101/2, 102/4, 105/12



Beskrivelse: Forekomsten ligger like sør for tettstedet Sand i Suldal kommune. Det er mulig å benytte båter opp til 65.000 dwt. Mulighetene for å bygge ut kai er gode. Forekomsten ligger langt fra bebyggelse, og kan skjermes for innsyn. Forekomsten ligger i et LNF-område, men vil ikke komme i konflikt med sterke friluftsinnteresser e.l. Det ligger en nylig avsluttet søppelfylling ved den foreslåtte lokaliteten. Det eksisterer prøvedata på et materiale ikke langt fra det angitte området. Disse gir svært gode mekaniske analyseresultater.

Forekomstnavn: Dreganeset (4)
Kommune: Ølen
Kartbladnr: 1214-III Ølen
ØK: AKL 037038-20, AKL 039040-20

Bergart: Gneis

Grunneiere: 68/1, 68/2, 65-67, 69,75/sameie



Beskrivelse: Forekomsten ligger relativt høyt over havet ved kommunegrensen mot Etne. En vil ikke ha innsyn til pukkverket fra sjøen, men det må bygges ut kai og havneområde med lagringsmuligheter. I kommunens arealdel disponeres området til LNF. Det er ingen særskilte friluftsinnteresser i området. Kommunen stiller seg i utgangspunktet ikke negativt til pukkverksdrift. I følge kommunen eksisterer det prøvedata av god kvalitet fra området.

Forekomstnavn: Vardåsen (5)
Kommune: Ølen
Kartbladnr: 1214-III Ølen
ØK: AHJ 037038-20

Bergart: Granitt

Grunneiere: 121/5, 121/18, 124/1, 124/2, 124/5



Beskrivelse: Forekomsten ligger vest i kommunen, like nord for Vikebygd. Bergarten er middelskornet, og det eksisterer prøvedata fra området. En har vært uheldig ved innhenting av prøven, og den er ikke representativ for området. Det bør derfor foretas nye analyser fra et mer homogent prøvemateriale. Dybde- og havneforholdene er gode. En del av det foreslåtte området er regulert for hyttebygging. Det har ennå ikke blitt bygd hytter.

Forekomstnavn: Sætrafjellet (6)

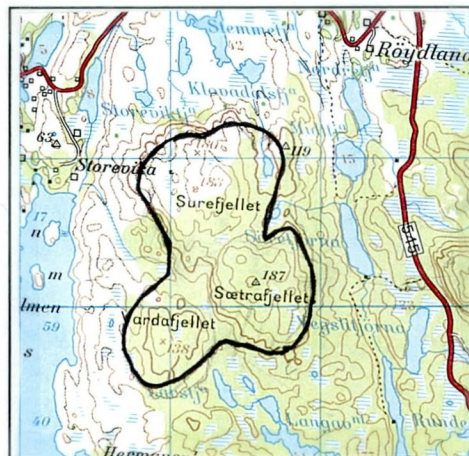
Kommune: Fitjar

Kartbladnr: 1114-I Fitjar

ØK: AFG 043044-20

Bergart: Granodioritt

Grunneiere: 50/21, 51/4



Beskrivelse: Det eksisterer prøvedata fra dette området på vestsiden av Stord. De indikerer en bergart med svært gode mekaniske egenskaper. Havne- og dybdeforhold er trolig gode, og avstanden til bebyggelse akseptabel. I det foreslåtte området er det en relativ nyåpnet kommunal søppelplass. Området er disponert for LNF, men deler av det (mot nordøst) har spesielle jordbruk- og skogbruksinteresser.

Forekomstnavn: Herand (7)

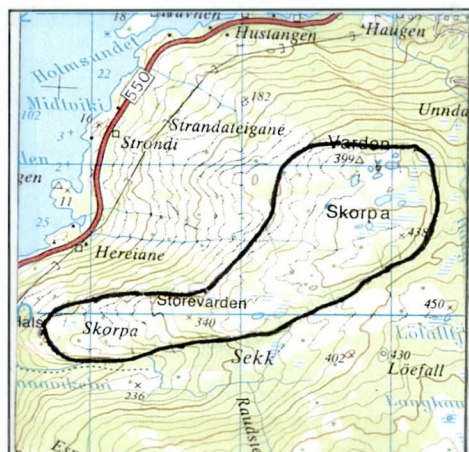
Kommune: Jondal

Kartbladnr: 1315-IV Jondal

ØK:

Bergart: Granittisk gneis

Grunneiere: 9/5, 9/6, 9/7, 9/8, 9/9, 12/1, 12/10, 13/1, 13/3, 13/4, 13/5, 13/17, 13/22



Beskrivelse: Forekomsten er analysert og viser gode mekaniske egenskaper. Kommunen jobber allerede med melding og konsekvensutredning. Utenlandske interesser er inne i bildet, og ønsker seg norske industrikontakter.

Forekomstnavn: Landasåtene (8)

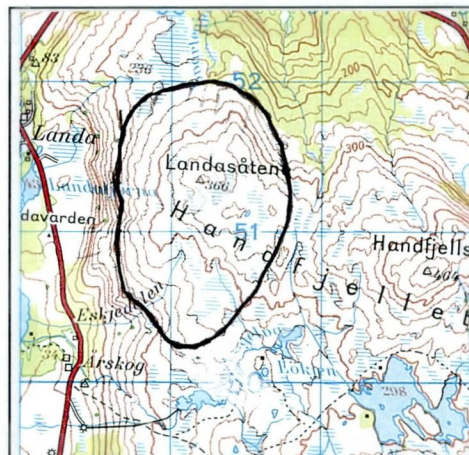
Kommune: Fitjar

Kartbladnr: 1114-I Fitjar

ØK: AFG 045046-20

Bergart: Gabbro/amfibolitt

Grunneiere: 70/1, 70/2, 70/3, 70/4, 70/6, 80/1



Beskrivelse: Lokaliteten ligger i et gabbrofelt nord i kommunen. Analyseresultater fra området er særdeles gode. Det foreslåtte området er disponert til LNF. Deler av det avmerkede området er et populært utfartsterreng. Kommunen har kommet med positive signaler med hensyn til pukkverksdrift.

Ved Raunholmen er det utført en god del analyser, blant annet av Franzefoss. Det jobbes med å sette i gang drift på denne forekomsten. Utenlandske interesser er allerede inne i bildet.

Forekomstnavn: Mjuk (9)

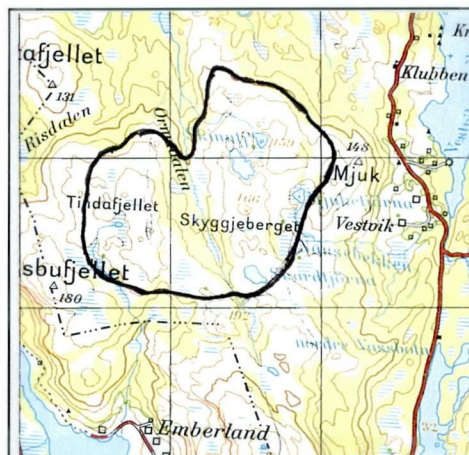
Kommune: Sveio

Kartbladnr: 1114-II Bømlo

ØK: AHJ 037038

Bergart: Tonalitt

Grunneiere: 33/1, 35/1, 36/3, 36/5, 36/7, 36/12,
36/21, 36/25



Beskrivelse: Forekomsten ligger nord i kommunen og i god avstand til bebyggelse. Det eksisterer ingen prøvedata for forekomsten, så en kan vanskelig si noe om kvalitet og homogenitet på materialet. Havne- og dybdeforholdene er gunstige. I kommunenes arealdel disponeres området til LNF av strengeste kategori. Like sør for det foreslåtte området er det et populært turmål, Emberlandsnipen.

Forekomstnavn: Hamnafjell (10)
Kommune: Suldal
Kartbladnr: 1213-I Vindafjorden
ØK: AMN 033034-20

Bergart: Tonalittisk gneis

Grunneier: 42/1

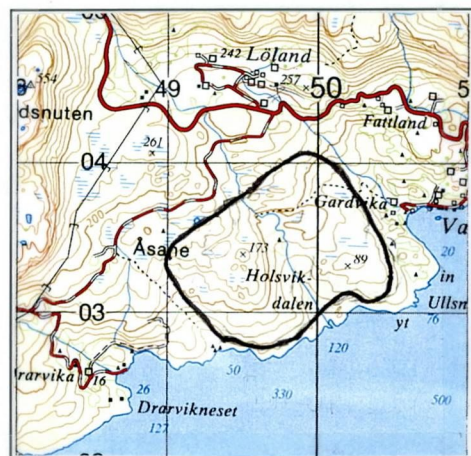


Beskrivelse: Lokaliteten ligger langt fra bebyggelse nordvest i kommunen. Kvaliteten på bergarten er usikker fordi det ikke eksisterer prøvedata fra området. Gneisen grenser mot fyllitt, så lokaliteten må undersøkes nærmere. Havne- og dybdeforholdene er gunstige. I kommunens arealdel er det aktuelle området disponert for LNF. Det er sterke skogbruks- og friluftinteresser ved Mekjavika som ligger like øst for det foreslåtte området.

Forekomstnavn: Holsvikdalen (11)
Kommune: Suldal
Kartbladnr: 1314-III Sauda
ØK: AQ 036-5-1, AQ 036-5-2

Bergart: gneis/granitt

Grunneiere: 82/1, 82/2, 82/3, 82/4, 82/5, 82/6



Beskrivelse: Området ligger ved Vanvik, en liten avstikker fra traséen inn mot Sauda. Den største båten som har gått inn til Sauda er på 65.000 dwt (225 m lang og 32 m bred). Båten måtte loses gjennom den relativt trange passasjen inn Sandsfjorden. Det er derfor ikke noe problem å benytte båter på 30.000 dwt. Som regel er båtene tomme når de returnerer fra Sauda. Det foreslåtte området ligger et godt stykke fra bebyggelse, men det kan være noe vanskelig å få skjernet mot innsyn. Bergarten er en gneis/granitt. Det er umulig å si noe om homogenitet og kvalitet på bergarten før det utføres en kartlegging og evt. prøvetaking for analysering. Logistikk og muligheter for gode havneforhold ligger til rette. I kommunens arealdel disponeres området til LNF. Det er sterke friluftinteresser i området, spesielt i strandsonen.

Forekomstnavn: Tåneset/Middagsheia (12)

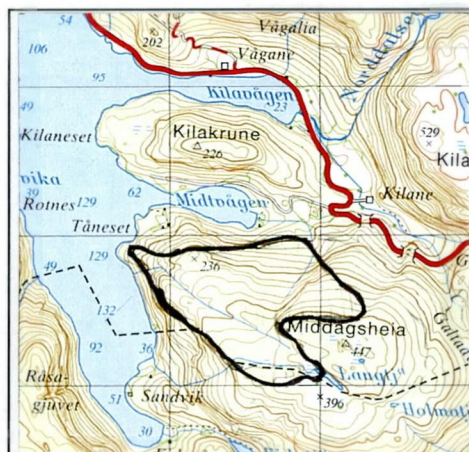
Kommune: Suldal

Kartbladnr: 1313-IV Sand

ØK: AQ 031-5-3

Bergart: Gneisgranitt

Grunneiere: 170/2, 170/34



Beskrivelse: Forekomsten ligger innerst i Erfjorden ved kommunegrensen til Hjelmeland. Det er umulig å si noe om kvalitet og homogenitet for lokaliteten før den er undersøkt nærmere. Havneforholdene er gunstige. Det er sterke friluftsinnteresser i dette LNF-området. Dessuten er det en del hyttebebyggelse ved Kilavågen, like nord for det foreslåtte området.

Forekomstnavn: Dyråsen (13)

Kommune: Etne

Kartbladnr: 1214-II Etne

ØK: AMN 039040-20

Bergart: Granitt

Grunneiere: 23/2, 22/felleseie?



Beskrivelse: Forekomsten ligger ved kommunegrensen mot Ølen i et LNF-område. Bebyggelse ligger i god avstand fra lokaliteten, og det er gode muligheter å skjerme for innsyn. Havne- og dybdeforholdene er gunstige. Området har sterke friluftsinnteresser, da det er et mye brukt turterreng.

5. BERGARTSBESKRIVELSE

I dette kapitlet nevnes kortfattet og generelt om kvaliteten på de bergartsnavnene som er brukt i forekomstbeskrivelsene.

Anortositt er en middels- til grovkornet magmatisk bergart. Hovedmineralet består av plagioklas. NGU har flere analysedata på anortositt. Enkelte av prøvene viser seg å ha høye sprøhetsverdier, mens andre kommer i steinklasse 1 og 2. Det eksporteres store mengder anortositt fra Norge til Europa i dag.

Gneis/granitt/tonalitt/gneisgranitt er magmatiske og metamorfe bergarter med svært varierende analyseresultater. NGU har analysedata som viser en variasjon fra steinklasse 1 til 5. Gneiser er generelt bedre egnet til tekniske formål enn granitter og tonalitter. Dette avhenger blant annet av kornstørrelse og bindingen mellom mineralkornene. Gneis er en bergart det eksporteres betydelige mengder av i Norge.

Granodioritt er magmatisk og grovkornet og består vesentlig av mineralene plagioklas, hornblende, kvarts og alkalifeltspat. Dioritter som NGU har analyseresultater av ligger stort sett i steinklasse 1. Granodioritter havner i klasse 2. Abrasjonsresultater av disse bergartene er også tilfredsstillende.

Gabbro/amfibolitt er bergarter med en relativ høy egenvekt. Som oftest ligger egenvekten rundt 3.00 g/cm^3 . Bergartene er gjerne homogene, og gir relativt gode analyseresultater.

6. KVALITETSKRAV I EUROPEISKE LAND

Jernbanepukk

Det har ikke lyktes å skaffe til veie opplysninger om kvalitetskrav som stilles til jernbanepukk for andre europeiske land. I Norge anvendes Los Angeles-metoden på fraksjoner mellom 25 og 63 mm. Grenseverdien som er satt for 25-32 mm-fraksjonen skal ligge mellom 10 og 19. Det stilles også krav til over- og understørrelse, samt finstoffinnhold.

Betong

Krav til betongtilslag baseres i hovedsak på nasjonale standarder. Noen viktige egenskaper som er av betydning for betongens egenskaper er E-modul, densitet, mekanisk styrke, frostbestandighet, kjemisk motstand, temperaturstabilitet og motstand mot slitasje.

6.1 Tyskland

Vegformål

I Tyskland er laboratoriemetoden «Schlagversuch» mest utbredt. Metoden utføres på to korntørrelser, «schotter» (35-45 mm) og «splitt» (8-12 mm), og benyttes ved testing av materiale for bruk i både bærelag og veidekke. Kravet til schlagversuch-verdi varierer etter bruksformål og trafikkmengde (kjøretøy med vekt > 5 t). Tabell 6.1 viser vegklasser og grenseverdier for veidekke, bindelag og spesielle bruksformål. Tabell 6.2 viser grenseverdiene som er satt for bærelag (spalte 4 og 5).

Tabell 6.1 Grenseverdier for veidekke og bindelag.

Anzahl der Lkw über 5 t Nutzlast und Busse je 24 Std.	> 3000	3000-1500	1500-500	500-100	< 100
Bauklasse	I	II	III	IV	V
1. Bitumenöse Deckschichten	18	18	18	22	26
2. Binderschichten	18	18	22	26	26
3. Tragschichten	Anforderungen nach TL Min (Tabelle 3)				
4. Sonderfälle	15	15	15	—	—

Tabell 6.2 Tillatte slagversuch-verdier for bærelag.

Mineralstoffgruppe	Rohdichte ρ_R g/cm ³	Würfeldruck- festigkeit σ_D N/mm ²	Widerstandsfähigkeit gegen Schlag	
			Schotter SD 10 Gew.-%	Splitt/Kies SZ _{8/12} Gew.-%
1	2	3	4	5
Granit Syenit	2,60–2,80	160–240	10–22	12–27
Diorit Gabbro	2,70–3,00	170–300	8–18	10–20
Quarzporphyr Keratophyr Porphyrit Andesit	2,50–2,80	180–300	9–22	11–23
Basalt Melaphyr	2,85–3,05	250–400	7–17	9–20
Basaltlava	2,20–2,35	80–150	–	–
Lavaschlacke	Anforderungen nach MLS			
Diabas	2,75–2,95	180–250	7–17	9–20
Kalkstein Dolomitstein	2,65–2,85	80–180	16–30	17–28
Grauwacke Quarzit Gangquarz Quarz. Sandsteine	2,60–2,75	120–300	10–22	12–27
Gneis Granulit Amphibolith	2,65–3,10	160–280	10–22	12–27
Kies gebrochen	2,60–2,75	–	–	14–25
Kies rund	2,55–2,75	–	–	17–34

Tabell 6.2 viser at verdien for knust stein kan variere fra 9-28, alt etter hvilken bergart det er snakk om. Verdien for grusmateriele (kies) tillates opp til 34.

Andre metoder det stilles krav til i Tyskland er kornfordeling, over- og understørresle, finstoffinnhold og frost-bestandighet.

Tabell 6.3, 6.4 og 6.5 viser tillatt mengde over- og underkorn for henholdsvis grus, knust materiale og «edelsplitt».

Tabell 6.3 Natursand og grus.

Benennung und Bezeichnung der Lieferkörnungen	zulässige Höchstwerte für	
	Unterkorn Gew.-%	Überkorn Gew.-%
1	2	3
Natursand 0/2 (DIN 4226)	–	10 bis 4 mm
Natursand 0/2	–	25 bis 8 mm
Kies 2/4	15	10 bis 8 mm
Kies 4/8	15	10 bis 16 mm
Kies 8/16	15	10 bis 31,5 mm
Kies 16/32	15	10 bis 63 mm
Kies 32/63	15	10 bis 90 mm

Tabell 6.4 Knust grus og puk.

Benennung und Bezeichnung der Lieferkörnungen	zulässige Höchstwerte für	
	Unterkorn Gew.-%	Überkorn Gew.-%
1	2	3
Brechsand – Splitt 0/5	–	20 bis 8 mm
Splitt 5/11	20	10 bis 22,4 mm
Splitt 11/22	20	10 bis 31,5 mm
Splitt 22/32	20	10 bis 45 mm
Schotter 32/45	20	10 bis 56 mm
Schotter 45/56	20	10 bis 63 mm

Tabell 6.5 «Edelsplitt» og «edelbrechsand».

Benennung und Bezeichnung der Lieferkörnungen	zulässige Höchstwerte für	
	Unterkorn Gew.-%	Überkorn Gew.-%
1	2	3
Füller 0/0,09	–	20 bis 2 mm
Edelbrechsand 0/2	–	15 bis 5 mm
Edelsplitt 2/5	10	10 bis 8 mm
Edelsplitt 5/8	15 jedoch höchstens 5% < 2 mm	10 bis 11,2 mm
Edelsplitt 8/11	15 jedoch höchstens 5% < 5 mm	10 bis 16 mm
Edelsplitt 11/16	15 jedoch höchstens 5% < 8 mm	10 bis 22,4 mm
Edelsplitt 16/22	15 jedoch höchstens 5% < 11,2 mm	10 bis 31,5 mm

I Tyskland testes et materiales evne til å motstå avskalling ved gjentatt tining/frysing. Kravene som stilles til ulike materialtyper ses i tabell 6.6. Tallet angis i vektprosent avskallet mengde av den totale prøven.

Tabell 6.6 Finstoffandel ved frostsprengning.

	Mineralstoffe	Absplitterungen höchstens Gew.-%	Anteil an Korn unter 0,71 mm höchstens Gew.-%
	1	2	3
1	Schotter > 32 mm	3,0	1,5
2	Splitte und Kiese	3,0	1,0
3	Edelsplitte	1,0	entfällt

Tabell 6.7 viser tillatt mengde finstoffinnhold for ulike fraksjoner. Med finstoff menes materiale < 0.063 mm. Mengden av dette måles i vektprosent av den totale prøven.

Tabell 6.7 Innhold av avslambart materiale.

	Korngruppe/Lieferkörnung	Gehalt an abschlämmbaren Bestandteilen in Gew.-% höchstens
1	0/1, 0/2, 0/4	4,0
2	0/8, 1/2, 1/4, 2/4	3,0
3	0/16, 0/32, 2/8, 4/8	2,0
4	0/63, 2/16, 4/16, 4/32	1,0
5	8/16, 8/32, 16/32, 32/63	0,5

Kornform bestemmes i Tyskland ved hjelp av et spesielt skyvelære. Metoden går ut på å finne forholdstallet mellom kornets lengde (L) og tykkelse (T). Andelen korn med $L/T > 3:1$ i prosent er avgjørende om materialet godkjennes brukt.

For grus > 4 mm gjelder at andelen må være $\leq 50\%$

For «splitt» > 5 mm gjelder at andelen må være $\leq 50\%$

For «Edelsplitt» > 5 mm gjelder at andelen må være $\leq 20\%$

Det stilles ikke pr. i dag krav til PSV-verdi i Tyskland, men det foreligger forslag om grenseverdier. Det gjelder for tilslag for bruk i slitelag.

PSV >55	Ved spesielle anvendelser
PSV >50	Veiklasse I-III (høytrafikkerte veger)
PSV >43	Veiklasse $< III$ (veger med normal trafikkbelastning)

Los Angeles-metoden er lite brukt i Tyskland. Det kan være årsaken til at det ikke har lyktes å oppspore grenseverdier for denne laboratorimetoden.

6.2 Storbritannia

I Storbritannia er det flere testmetoder som benyttes. Uttrykket «kritiske grenseverdier» benyttes i stedet for spesifiserte krav.

For det første stilles det krav til petrografi. Steinmaterialet skal bestå av basalt, gabbro, granitt, hornfels, kalkstein, porfyr, kvartsitt eller sandstein. Dersom det foreslås andre bergarter må det skaffes opplysninger om materialet ved å foreta ulike tester.

I Storbritannia er metoden PSV (polished stone value) utbredt. PSV bestemmes for fraksjonen 8.0-10.0 mm. Tabell 6.8 viser kritiske grenseverdier for PSV i forhold til trafikkbelastning og vegkategori.

Tabell 6.8 Kritiske grenseverdier for PSV

Veg- kategori	Andel veg- lengde i England	Trafikkbelastning (cv/lane/day)					
		250	1000	1750	2500	3250	4000
A1	< 0.1%	>60	>65	>70	>75		
A2	< 4%	>60		>65	>70	>75	
B	< 15%	>55		>60		>65	
C	< 81%	>45					

Motstand mot saltsprengning (Soundness test, St) blir også anvendt. St-verdien skal være minst 75%. Vannabsorpsjonen skal dessuten kontrolleres rutinemessig. Den kan høyst være 2%.

En metode kalt «Ten percent fines» er en trykkprøvetest. Den pålagte lasten ved «10% fines» skal minst være 140 kN.

Motstand mot slag måles ved «Aggregate Crushing Value», ACV. ACV-verdien må ikke overstige 35%.

En abrasjonstest, «Aggregate Abrasion Value», AAV, må utføres på materiale som skal anvendes i slitelag. AAV bestemmes i kombinasjon med PSV, og skal være mindre enn 16 eller 10%, alt etter tungtrafikk og asfalttype. Tabell 6.9 viser denne sammenhengen.

Tabell 6.9 Kritiske grenseverdier for AAV.

Vegdekke	Trafikkbelastning (cv/lane/day)				
	250	1000	1750	2500	3250 4000
Chippings	< 14	< 12		< 10	
Wearing courses	< 16	< 14		< 12	

Kornform bestemmes ut fra andelen korn med tykkelse mindre enn 60% av kornstørrelsen. Dette måltallet kalles «Flakiness Index», FI. Kravene som gjelder er som følger:

For knust materiale: $FI \leq 45\%$

For uknust grus: $FI \leq 50\%$

Tabell 6.10 viser grenseverdier for en del mekaniske testmetoder i forhold til trafikkbelastning og type vegkonstruksjon.

Tabell 6.10 Grenseverdier for en del mekaniske testmetoder

Vegkonstruksjon	Test- metode	Trafikkbelastning (cv/lane/day)		
		1500	6000	
<u>Ubundet</u>	LA	< 35	< 30	< 25
	ACV	< 30	< 27	< 23
	AIV	< 30	< 27	< 23
	10% fines	>100	>115	>130
<u>Bitumen bundet</u> Surface dressing & pervious macadam	LA	< 25		< 16
	ACV	< 23		< 16
	AIV	< 23		< 16
	10% fines	>130		-
Dens wearing course	LA	< 30		< 25
	ACV	< 27		< 23
	AIV	< 27		< 23
	10% fines	>115		>130
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 30	
	AIV		< 30	
	10% fines		>100	
<u>Sement bundet</u> Betongdekke	LA	< 35		< 30
	ACV	< 30		< 27
	AIV	< 30		< 27
	10% fines	>100		>115
Bære- og forsterkningslag	LA		< 35	
	ACV		< 35	
	AIV		< 35	
	10% fines		> 50	

6.3 Danmark

I Danmark stilles det krav til maksimal kornstørrelse, finstoff-innhold, korngradering, renhet (organisk materiale), innhold av knust materiale, mineralinnhold og kornstyrke.

Kravene varierer i takt med hva steinmaterialet (tilslaget) skal brukes til. Det kan dreie seg om «ballastskærver», «bundsikringsgrus», «dækgrus til makadam», «stabilt grus» og «stein til makadam og avrettingsgrus».

De danske kravene er spesifisert i Dansk Ingeniørforenings norm for sand-, grus- og stenmaterialer. Disse normalene gjelder også som Dansk Standard 401.

6.4 Belgia

I Belgia stilles det krav til PSV. Her gjelder $PSV > 50$.

Andre spesifikasjoner eller krav har det ikke lyktes å oppdrive.

6.5 Nederland

I Nederland stilles det krav til blant annet kornfordeling, tabell 6.11.

Det stilles også krav til PSV etter trafikkbelastning. Det strengeste kravet gjelder for autobahn.

PSV \geq 65	Autobahn, vegklasse 4
PSV \geq 53 (50)	Vegklasse 3
PSV \geq 48	Vegklasse 1 og 2

Tabell 6.11 Krav til kornfordeling i Nederland

sieve mm	mass percent passing %		
	nominal grading		
	0/40	0/80	20/80
90		90 - 100	90 - 100
45	90 - 100		50 - 80
31.5		60 - 90	
16	60 - 90		
8		30 - 60	
4	30 - 60		
2	20 - 50	15 - 45	
0.063	0 - 8	0 - 8	0 - 8

I mangel på egne steinressurser som egner seg til vegformål importerer Nederland fra andre land. 50% av alt materialet i ubundne lag i veger er faktisk slagg fra tysk og nederlandsk stålindustri. Også en del resirkulert materiale, som knust betong benyttes. Et problem både med importerte steinmaterialer og slagg er stor variasjon i materialene.

7. LITTERATUR

Bakløkk, Leif Jørgen, 1995: *SINTEF Rapport STF61 F95010*.

Bida, Jan og Ronge, Bo, 1995: Krav på ballastmaterial i Europa. 1 A4-side. *GMFs studieresa våren 1995. Foreløpig upublisert*.

Börtemark, Ingvar, 1995: Krav på betongballast i Europa och kommande EN-normer. *Rapport GMFs studieresa våren 1995*.

Dansk Ingeniørforenings og Ingeniør-Sammenslutning, 1992: Sand-, grus- og stenmaterialer. Normstyrelsens publikasjoner NP-208-N.

Forkstam, Bo og Kjellgren, Jan, 1995: Krav på ballast i asfaltbelägning i europeiske länder. *Rapport GMFs studieresa våren 1995*.

Höbeda, Peet, 1995: Europastandarder för stenmateriale till asfaltbelägning. *VTI Notat 1-1995*.

Smith, M.R., 1993: Aggregates. Sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes. *The Geological Society, London*.

Sweere, Govert T.H.: Unbound Granular Bases for Roads

TL Min-StB 94: Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau. *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*.