



DET NORSKE VERITAS AS
Divisjon Norden
Prøvelaboratoriet

Veritasveien 1,
N-1322 HØVIK, Norge
Tel: +47 67 57 99 00
Fax: +47 67 57 89 60
http://www.dnv.com
Org. No: NO 959 627 606 MVA

NorStone Årdal

4137 ÅRDAL

Att: Torstein Riskedal

Deres ref:
Ola Skjølvold

Vår ref:
hab/99aaaa6d

Dato:
16. februar 1999

HIC-måling, fallunderlag, Årdal 2-8

Målinger for å bestemme kritisk fallhøyde for ovennevnte sandtype ble utført etter norsk standard, NS 1177. Målingene ble utført innedørs den 9 februar 1999 i DNV's laboratorium på Høvik. Testmetoden går i korthet ut på at et "hode" av aluminium slippes i fritt fall fra forskjellige høyder mot det underlaget som skal undersøkes. Testhodets akselerasjon som funksjon av tid registreres. På grunnlag av denne beregnes "Head Injury Criterion", HIC. Den beregnede kritiske fallhøyden forteller ved hvilken fallhøyde en valgt grenseverdi for HIC overskrides. Denne kritiske fallhøyden gir et inntrykk av underlagets dempende egenskaper.

2-8 sand, Årdal.

| Fallhøyde (mtr.) | Beregnet HIC for fallserie 1 | Beregnet HIC for fallserie 2 | Beregnet HIC for fallserie 3 | Beregnet HIC for fallserie 4 | Beregnet kritisk fallhøyde (mtr.) |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 3,15 | 405 | 390 | 388 | 401 | 8,0 |
| 4,01 | 403 | 343 | 446 | 583 | 9,0 |
| 4,95 | 304 | 823 | 461 | 404 | 9,9 |
| Kritisk fallhøyde i meter | | | | | Bedre enn 4.95 |

Ved disse målingene var det ikke fallhøyde nok til å finne 1000HIC verdien. Denne verdien er beregningsverdien for kritisk fallhøyde. Kritisk fallhøyde i meter er derfor oppgitt som bedre enn høyeste fallhøyde under testen.

Med vennlig hilsen
for DET NORSKE VERITAS AS

Amund Westin
Avdelingsleder
Prøvelaboratoriet

Erik Habberstad



NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge

04

NORSTONE
HEIDELBERGCEMENT Group

NS-EN 1177

Fallunderlag

Varenummer / Identifikasjon
101817-149 / 2/8mm(D)

| Standarder | | Verdier | Kategorier |
|--------------|--|---|-------------------------------|
| NS-EN 933-1 | Kornstørrelse Gradering Toleransekategori | | 2/8 G _A 90 - |
| NS-EN 933-3 | Kornform Flisighetsindeks | - | F _{IK} |
| NS-EN 1097-6 | Korndensitet | 2,67 Mg/m ³ | 2,65 - 2,69 Mg/m ³ |
| NS-EN 1097-6 | Vannabsorpsjon | 0,6% | WA ₂₄ 1 |
| NS-EN 933-1 | Renhet Finstoffinnhold | 0,6% | f _{1,5} |
| NS-EN 933-5 | Prosentandel knuste korn | | C _{IK} |
| NS-EN 1097-2 | Motstand mot fragmentering Los Angeles-prøving | - | LA _{IK} |
| NS-EN 1097-9 | Motstand mot piggdekkslitasje | - | A _N IK |
| NS-EN 1367-1 | Fryse-og line motstand | - | F _{IK} |
| NS-EN 932-3 | Sammensetning | Granitt/gneis fra løsmasseforekomst. Dominans av kubiske/rundede korn. Ikke synlig belegg. Ikke registrert meget svake korn | |

| Deklarete verdier gradering | NS-EN 933-1 | Forventet (%) | Toleranser (%) |
|-----------------------------|-------------|---------------|----------------|
| Gjennomgang 31,5mm | | | |
| Gjennomgang 22,4mm | | | 100 |
| Gjennomgang 16mm | | 100 | 98-100 |
| Gjennomgang 11,2mm | | 94 | 90-99 |
| Gjennomgang 8mm | | 55 | |
| Gjennomgang 5,6mm | | 22 | |
| Gjennomgang 4mm | | 6 | |
| Gjennomgang 2mm | | 3 | |
| Gjennomgang 1mm | | 2 | |
| Gjennomgang 0,5mm | | 1 | |
| Gjennomgang 0,25mm | | 1 | |
| Gjennomgang 0,125mm | | 0,6 | 0-1,5 |
| Gjennomgang 0,063mm | | | |

Dater: 03.02.2011

Torstein Riskeedal

**NATURLIG RADIOAKTIVITET
i
SAND FRA NORSTONE, ÅRDAL**

**Notat skrevet for NorStone AS
(referanse John Natvik)**

31.august 2004

**Tom Myran
Institutt for geologi og bergteknikk
NTNU**

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | Side |
|--------------------------------|------|
| 1 INNLEDNING | 3 |
| 2 BAKGRUNN | 3 |
| 3 ANALYSER OG RESULTATER | 3 |
| 4 KONKLUSJON | 5 |

1 INNLEDNING

Det er foretatt analyse av naturlig radioaktivitet i 1 stk prøve av 0/8 mm sand fra NorStone, Årdal.

Prøven ble tatt ut av undertegnede fra en bigbag merket NorStone Årdal lab.sand 0/8 mm (referansesand i Norge for betongtilslag) mottatt av SINTEF Betong i Trondheim.

Kontaktperson for NorStone har vært John Natvik.

2 BAKGRUNN

Uran (U) og thorium (Th) finnes naturlig i varierende konsentrasjoner i berggrunnen. Gjennom radioaktiv nedbrytning danner disse hver sin serie med radionuklider. Hvor stor denne andelen er, vil variere fra bergart til bergart Dette kan føre til varierende mengder av naturlig radioaktivitet i bergarter. Der bergarter benyttes som bygningsmaterialer kan dette føre til forhøyede radonkonsentrasjoner i hus.

Fra flere hold er det uttrykt ønske om en harmonisering av regelverket for naturlig radioaktivitet og radon. I EU ble det i 1999 fremmet forslag om å sette grenseverdier for hvor høy radioaktivitet som kan tolereres i bygningsmaterialer. Pukk regnes som bygningsmaterialer og vil derfor bli satt i fokus dersom forslaget som ble lagt frem legges til grunn ved lovgivning innen dette området.

En del av pukkan som brukes i Norge som bygningsmateriale produseres fra bergarter av typen granitt eller granittisk gneis. Men også basiske bergarter av type metagabbro, amfibolitter etc brukes i stor grad. Spesielt de sure bergartene av granittisk type inneholder nivåer av radioaktive isotoper som vil kunne komme i fare for ikke å bli "godkjent" dersom forslaget som er lagt frem i EU blir tatt til følge. Men forslaget fra EU er lagt på is. Det virker som de fleste land *ikke* kommer til å innføre krav til bygningsmaterialer som er så strenge som det som ble foreslått i EUs anbefaling fra 1999. I Norge foreligger det heller ingen planer om å innføre strengere grenseverdier enn de som anvendes i dag. Hvilke betingelser og vurderingskriterier som anvendes i Norge for naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer (inkl. pukk) er omtalt nedenfor (kap. 3).

3 ANALYSER OG RESULTATER

Problemstillingen med analyse av pukkmateriale er diskutert med bl.a Statens Strålevern og Institutt for energiteknikk. Analysene er gjennomført med bakgrunn i dette. Det er også gjennomført en diplomoppgave ved Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU med dette som tema.

Før analysen ble pukkprøven tørket til konstant vekt og målt med høyoppløselig germaniumdetektor gammaspektrometri (IFE). Resultatene er gitt i tabellen under (tabell 1).

Tabell 1. Måleresultater, aktiviteter ved radioaktiv likevekt (Bq/kg).

| Serie | ²³⁸ U | ²³² Th | |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Aktuell radiumisotop | ²²⁶ Ra | ²²⁸ Ra, ²²⁴ Ra | |
| Målt nuklide | ²¹⁴ Pb, ²¹⁴ Bi | ²¹² Pb, ²¹² Bi | ⁴⁰ K |
| Sandprøve NorStone Årdal | 36 ± 4 | 37 ± 4 | 1057 ± 122 |

Naturlig radioaktivitet består hovedsakelig av ⁴⁰K samt nuklider i de tre seriene som starter med henholdsvis ²³⁸U, ²³²Th og ²³⁵U. Disse gir opphav til ulike radiumisotoper (se tabellen over). ²³⁸U gir opphav til radiumisotopen ²²⁶Ra som igjen gir opphav til radonisotopen ²²²Rn. Radon er en edelgass, og har derfor liten evne til å danne kjemiske forbindelser. Radongassen frigjøres dermed lett til luft. Når det gjelder helseeffekten for radon er den primært knyttet til spalteproduktene av radon, de såkalte radondatterproduktene, som er faste partikler. Disse kan representere en potensiell risiko ved inhalering i tilstrekkelige konsentrasjoner over lang tid. Av radonisotopene er det kun ²²²Rn som har betydning i strålevernsammenheng. De andre isotopene har for kort halveringstid til at de vil rekke å diffundere inn i bygninger.

Siden radon (²²²Rn) er et datterprodukt av radium (²²⁶Ra), vil radiuminnholdet i berggrunnen være avgjørende for mengden radongass som kan sive inn i bergrom, hus osv.

Direkte måling av uran og thorium lar seg vanskelig gjennomføre. Målingene baseres derfor på ²¹⁴Pb/²¹⁴Bi og ²¹²Pb/²¹²Bi for henholdsvis ²³⁸U- og ²³²Th-seriene. Ved radioaktiv likevekt er aktiviteten av ²¹⁴Pb og ²¹⁴Bi lik aktiviteten av ²²⁶Ra. Det samme gjelder for ²¹²Pb, ²¹²Bi og ²²⁴Ra/²²⁸Ra. Det antas videre at det er likevekt mellom radiumisotopene og henholdsvis uran eller thorium. Før prøven ble målt, sto den til inngroing i ca 2 uker. Den målte aktiviteten ble så korrigert til aktiviteten ved likevekt. ⁴⁰K ble målt direkte.

Statens strålevern har anbefalt en grense på 300 Bq/kg for ²²⁶Ra i tilkjørte masser. Grensen er ikke overskredet for sandprøven(0/8 mm sand) fra NorStone, Årdal.

Følgende betingelse er satt av Statens strålevern for innholdet av naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer for innendørs bruk:

$$X = \frac{\text{Bq / kg } ^{40}\text{K}}{3000} + \frac{\text{Bq / kg } ^{226}\text{Ra}}{300} + \frac{\text{Bq / kg } ^{228,224}\text{Ra}}{200} < 1$$

Tabell 2. Betingelse for bygningsmaterialer til innendørs bruk.

| Prøve | X |
|--------------------------|------|
| Sandprøve NorStone Årdal | 0,66 |

Denne betingelsen er også oppfylt for prøven fra NorStone, Årdal.

4 KONKLUSJON

Statens strålevern har anbefalt en grense på 300 Bq/kg for radium (^{226}Ra) i tilkjørte masser for bygningsformål. Denne grensen er ikke overskredet for sandprøven (0/8 mm sand) fra NorStone, Årdal (tabell 1).

Statens strålevern har også satt en betingelse for innholdet av naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer for innendørs bruk basert på at målt nivå av Bq/kg for ^{40}K , ^{226}Ra og $^{228,224}\text{Ra}$ dividert på en faktor (se over) skal være < 1 . Denne betingelsen er også oppfylt for sandprøven fra NorStone, Årdal (tabell 2).

Dette betyr at prøven fra NorStone, Årdal oppfyller de betingelser som er satt til naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer.

Til: NorStone AS, avd. Årdal
Fra: Norges geologiske undersøkelse
Arkiv:
Dato: 8. mai 2007

Kopi:

NATURLIG INNHOLD AV ARSEN OG TUNGMETALLER I SAND

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har utført kjemiske analyser av 5 prøver fra NorStone AS avdeling Årdal. Prøvene ble analysert for 31 ulike elementer (grunnstoff) etter akkrediterte metoder, der åtte av disse er gjengitt i Tabell 1. Analysen viser innholdet av arsen og tungmetaller som naturlig finnes i massene. Hele analyserapporten er vedlagt.

Bakgrunn

Arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink betraktes som de viktigste uorganiske stoffene i miljø- og helsesammenheng. Statens forurensningstilsyn (SFT) setter krav med hensyn på innholdet av disse stoffene for hva som kan tolereres for at massene skal kunne brukes fritt, uten å være til skade for naturmiljø eller mennesker. Det er dette som er SFTs normverdier for mest følsom arealbruk. Befinner noen av stoffene seg over disse normverdiene kan massene ikke benyttes fritt, og bruksområde med hensyn på miljø- og helsefare må tas i betraktning. Ved bruksområder som veidekke o.l. aksepteres imidlertid langt høyere innhold av disse stoffene, slik at normverdiene er noe man sjelden forholder seg til. Når massene derimot skal brukes som barnehagesand blir disse normverdiene viktige, siden barn kommer direkte i kontakt med jorda. Nye reviderte normverdier er under godkjenning og disse er også gjengitt i Tabell 1 sammen med de fortsatt gjeldende normverdiene.

Nasjonalt folkehelseinstitutt har utarbeidet et sett med helsebaserte kvalitetskriterier for miljøgifter i jord i barnehagers og skolars lekeplasser, der de nevnte stoffene inngår. Når NGU har kartlagt forurenset barnehagejord er det disse verdiene som har vært utgangspunkt for grensen mellom det akseptable og det ikke akseptable innholdet i jorda. Verdiene er gjengitt i Tabell 1. Av tabellen ser man at de helsebaserte grenseverdiene for jord i barns utemiljø ligger betydelig over SFTs normverdier, og det finnes ingen øvre grense for kobber, sink og krom.

I forbindelse med nasjonal plan for opprydning i forurensning i barnehager og lekeplasser vil det bli stilt krav til kjemisk innhold i den jorda som skal kjøpes til barnehager og lekeplasser. Kravene blir sannsynligvis knyttet til de foreslåtte reviderte normverdiene (Tabell 1).

Resultater

Analyses resultatene viser at prøvene fra disse massene inneholder lite arsen og tungmetaller, og nivåene ligger betydelig under SFTs nåværende normverdier. Ingen av stoffene overstiger de helsebaserte grenseverdiene fra Norsk folkehelseinstitutt. For kadmium, arsen og kvikksølv er samtlige prøver under instrumentets deteksjonsgrense.

Tabell 1: Tabellen viser innholdet av arsen og tungmetaller i prøvene, sammenlignet med SFTs normverdier for mest følsom arealbruk og Nasjonalt folkehelseinstitutt's helsebaserte grenseverdier i jord i barns utemiljø. Verdier over SFTs normverdi for mest følsom arealbruk er satt i fet skrift.

| Prøvemerkning | Kobber (Cu) | Sink (Zn) | Bly (Pb) | Nikkel (Ni) | Kadmium (Cd) | Krom (Cr) | Arsen (As) | Kvikksølv (Hg) |
|-----------------------------------|----------------|----------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|-------------------|
| | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] |
| Årdal 0/4mm nr.1 | 6,16 | 22,3 | 4,7 | 6,3 | <0,1 | 7,65 | <2 | < 0,01 |
| Årdal 0/4mm nr.2 | 7,15 | 24,9 | 5,0 | 5,9 | <0,1 | 9,76 | <2 | < 0,01 |
| Årdal 0/4mm nr.3 | 5,81 | 23,8 | 4,2 | 6,8 | <0,1 | 8,64 | <2 | < 0,01 |
| Årdal 0/4mm nr.4 | 7,00 | 23,0 | 4,9 | 6,8 | <0,1 | 8,93 | <2 | < 0,01 |
| Årdal 0/4mm nr.5 | 6,06 | 22,2 | 5,1 | 6,1 | <0,1 | 8,28 | <2 | < 0,01 |
| Gjeldende normverdier | 100 | 100 | 60 | 50 | 3 | 25 | 2 | 1 |
| Forslag til reviderte normverdier | 100 | 100 | 60 | 50 | 3 | 35 | 8 | 1 |
| Helsebaserte grenseverdier | . ¹ | . ¹ | 100-150 | 135 | 10 | . ¹ | 20 | 1 |

¹ Ingen begrensning for kobber, sink og treverdige (naturlig og ufarlig) krom. Hvis kromverdien er over 40 mg/kg må innholdet av seksverdige (giftig) krom bestemmes.

Vedlegg: Analyserapporter

Kjemisk analyse ved ICP-AES

| Prøve Id. | Si | Al | Fe | Ti | Mg | Ca | Na | K | Mn | P | Cu | Zn | Pb | Ni | Co |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] |
| Årdal 0/4mm nr.1 | 491 | 4490 | 8000 | 904 | 3580 | 2460 | 336 | 2080 | 96.2 | 374 | 6.16 | 22.3 | 4.7 | 6.3 | 1.44 |
| Årdal 0/4mm nr.2 | 273 | 5050 | 9080 | 1140 | 3750 | 3420 | 426 | 2060 | 110 | 547 | 7.15 | 24.9 | 5.0 | 5.9 | 1.58 |
| Årdal 0/4mm nr.3 | 334 | 4050 | 7300 | 787 | 3240 | 2160 | 275 | 1820 | 108 | 405 | 5.91 | 23.8 | 4.2 | 6.8 | 2.68 |
| Årdal 0/4mm nr.4 | 255 | 3620 | 7070 | 910 | 2600 | 3060 | 289 | 1580 | 96.5 | 708 | 7.00 | 23.0 | 4.9 | 6.8 | 2.17 |
| Årdal 0/4mm nr.5 | 254 | 4000 | 7370 | 1040 | 2880 | 3180 | 306 | 1830 | 91.8 | 630 | 6.06 | 22.2 | 5.1 | 6.1 | 1.93 |

| Prøve Id. | V | Mo | Cd | Cr | Ba | Sr | Zr | Ag | B | Be | Li | Sc | Ce | La | Y | As |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] | [mg/kg] |
| Årdal 0/4mm nr.1 | 11.1 | <0.5 | <0.1 | 7.65 | 33.5 | 21.1 | 2.8 | <2 | <5 | <0.2 | 8.8 | 1.03 | 25.6 | 15.9 | 6.06 | <2 |
| Årdal 0/4mm nr.2 | 12.4 | <0.5 | <0.1 | 9.76 | 35.1 | 25.6 | 4.6 | <2 | <5 | <0.2 | 9.0 | 1.22 | 47.4 | 25.0 | 8.90 | <2 |
| Årdal 0/4mm nr.3 | 13.2 | <0.5 | <0.1 | 8.64 | 32.7 | 18.2 | 2.6 | <2 | <5 | <0.2 | 7.6 | 0.98 | 31.0 | 17.4 | 6.99 | <2 |
| Årdal 0/4mm nr.4 | 12.4 | <0.5 | <0.1 | 8.93 | 28.1 | 18.8 | 5.6 | <2 | <5 | <0.2 | 7.1 | 1.16 | 48.8 | 25.5 | 10.8 | <2 |
| Årdal 0/4mm nr.5 | 12.0 | <0.5 | <0.1 | 8.28 | 29.6 | 20.4 | 5.5 | <2 | <5 | <0.2 | 7.6 | 1.12 | 51.8 | 24.9 | 10.4 | <2 |

Kjemisk analyse ved CV-AAS

| Prøve Id. | Hg |
|------------------|---------|
| | [mg/kg] |
| Årdal 0/4mm nr.1 | < 0.01 |
| Årdal 0/4mm nr.2 | < 0.01 |
| Årdal 0/4mm nr.3 | < 0.01 |
| Årdal 0/4mm nr.4 | < 0.01 |
| Årdal 0/4mm nr.5 | < 0.01 |

Analysene er utført ved NGU-Lab. Provene er sikret med nylonsikt med maskåpning på 2 mm for den kjemiske analysen. Analyseløsninger er fremstilt ved ekstraksjon med 7 N HNO₃ i samsvar med Norsk Standard – NS 4770. NGU-lab er ikke akkreditert for Si (geologisk materiale).
 Analyseusikkerhet er oppgitt til ±10 % for begge analyseteknikkene.



SINTEF Kjemi

Uorganisk prosesskjemi og analyse

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 2 A
Telefon: 73 59 28 73
Telefaks: 73 59 69 95
Teleks: 55 620 sintf n

Foretaksregisteret:
NO 948 007 029 MVA

ANALYSERAPPORT

OPPDRAGSGIVER

NorStone
v/John Natvik
4120 Tau

OPPDRAG

Bestemmelse av arsen.

| PRØVEMATERIALE | ANTALL/FORM | PRØVER MOTTATT |
|----------------|-------------|----------------|
| Sand | 1 2-8 mm | 1999-09-23 |

VÅR REF.

99/519

DERES REF.

PRØVER UTTATT AV

Oppdragsgiver

UTFØRT AV/DATO

H. Semb

1999-10-14

TELEFON (FAGLIG ANSV.)

73592865

ELEKTRONISK ARKIVKODE

99002003

FAGLIG ANSVARLIG

Helge Semb

ANTALL SIDER

1 av 2

DATO

1999-10-18

ANSVARLIG SIGNATUR FOR SINTEF

Arne Petter Ratvik, Forskningsjef

A.P. Rabile

ANALYSEMETODER

Arsen er bestemt i salpetersyrebehandlet prøve med atomabsorpsjon/hydrid etter intern prosedyre KS 66-23-L-814

ANMERKNING

Prøven oppbevares i 3 mnd. fra analyserapportens dato.

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembrakt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEF's analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.



RESULTATER

Journalnr 99/519

2-8 mm Perlesingel fra NorStone Årdal 20/9-99

As: 0,074—0,079 mg/kg