

SSI-rapport 85-08



**Statens
strålskyddsinstitut**

Postadress
Box 60204
104 01 STOCKHOLM

Gatuadress
Karolinska sjukhuset
Solna

Telefon
08-729 71 00

Hans Möre

Radioaktiva ämnen i byggnadsmaterial

ISSN 0282-4434

Pris 40 kronor



Dokumentets nummer

SSI-rapport 85-08

Datum

1985-02-28

ISSN 0282-4434

Författare

Hans Möre

Avdelning

Miljölaboratoriet

Dokumentets titel

Radioaktiva ämnen i byggnadsmaterial.

Sammanställning av aktivitetshalter i prover undersökta vid statens strålskyddsinstitut

Sammanfattning

Rapporten redovisar samtliga aktivitetsbestämningar av byggnadsmaterialprover som utförts vid SSI under åren 1962 och 1972 - 1984. Aktivitetshalterna av ^{232}Th , ^{226}Ra och ^{40}K har bestämts. Mätmetoden redovisas och mätonoggrannheten diskuteras.

Dessa resultat har jämförts med resultat från mätningar på prover från 1950-talet.

Nyckelord (valda av författaren)

Byggnadsmaterial, aktivitetshalt, ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K ,
gammaindex, radiumindex

Antal sidor

56

INNEHALLSFÖRTECKNING

	sid
1 Inledning	1
2 Mätmetod	1
2:1 Utrustning	1
2:2 Mätprocedur	2
2:3 Kalibrering	2
2:4 Mätonoggrannhet	2
2:5 Mätgränser	4
2:6 Provurval	5
3 Resultat	5
Tabell 3:1 Tegel	7
3:2 Kalksandsten	8
3:3 Betong	9
3:4 Betong med särskild ballast	10
3:5 Cement	11
3:6 Ballast för betongtillverkning	12
3:7 Särskild ballast för betongtillverkning	30
3:8 Gasbetong	31
3:8.1 Sandbaserad gasbetong	31
3:8.2 Gasbetong med någon alunskiffer	32
3:8.3 Alunskifferbaserad gasbetong	33
3:8.3.1 Falköping	33
3:8.3.2 Hällabrottet	33
3:8.3.3 Uddagården	34
3:8.3.4 Övriga alunskifferbaserade prover	34
3:8.4 Producerad mängd gasbetong samt radium- halter 1953 och 1973	35
3:9 Cellex	36
3:10 Gipsplattor	36
3:10.1 Naturgips	36
3:10.2 Biproduktsgips	36
3:11 Lerklinker	37
3:12 Lerklinkerblock	37
3:13 Isoleringsmaterial	37
3:14 Fasadmaterial	38
3:15 Innertak	38
3:16 Murbruk och putser	38
3:17 Slagg	38

	sid
4 Sammanfattning	39
Tabell 4 Medel-, min- och max värden för samtliga byggmaterialgrupper	39
5 Mätningar gjorda på byggmaterialprover från 1950-talet	41
6 Referenser	42
Appendix: Figurer över fördelningen av m_{γ} och m_{Ra} för huvudgrupperna av byggmaterial	43
Bilaga: Onoggrannhet vid bestämning av ^{226}Ra i ballastprover	47

1 Inledning

Denna rapport redovisar samtliga aktivitetsbestämningar av byggnads-material som har utförts vid statens strålskyddsinstitut (SSI) under åren 1962 och 1972 - 1984.

Proverna har undersökts med avseende på de naturligt förekommande radionukliderna ^{232}Th , ^{226}Ra och ^{40}K . Dessa har jämförts med resultat från mätningar av byggnadsmaterial från 1950-talet. Dessa prover mättes på 1950-talet och har därefter mätts om på 1970-talet.

Det är viktigt att beakta att den strålskyddsrisk som är förknippad med de presenterade byggmaterialen inte beror enbart på deras aktivitetshalter. Materialen har dels olika densitet, dels olika grad av radonavgång (exhalation) även när ^{226}Ra -halten är densamma. Ur strålskyddssynpunkt koncentreras intresset till radonet som avgår från materialet. Radonexhalationsraten hos ett prov mäts inte rutinmässigt, dock har den undersökts för ca 10 procent av ballastmaterialen för betongtillverkning, resultaten redovisas i ref Hi83. I bostaden bestäms den slutgiltiga exhalationsraten dessutom av byggnadsdelens geometri och dess ytbehandling. Gammastrålningen från ^{232}Th , ^{226}Ra och ^{40}K spelar en underordnad roll i dessa sammanhang.

Stor försiktighet bör iakttas vid generaliseringar gjorda med utgångspunkt från presentationen av enskilda mätvärden och medelvärden. En mätning på ett grusprov kan t ex få representera en hel grustäkt, trots att det kan förekomma inhomogeniteter i aktivitetsfördelningen inom tåkten. Aktivitetshalten kan därför variera allteftersom olika delar av tåkten utnyttjas.

De medelvärden som anges är medelvärden för prov mätta vid SSI, de är inte viktade för produktionsvolymen eller dess variation i tiden.

2 Mätmetod

2.1 Utrustning. Aktiviteten har bestämts med gammaspektrometri. Detektorn består av en 4"x4" NaI kristall och ett fotomultiplikatorrör skär-
made med 15 cm järn.

Detektorn matas av ett separat högspänningsaggregat, signalen från detektorn leds till en mångkanalsanalysator. Före 1974 användes Nuclear Data's ND 130A, efter 1974 användes en ND 2400 båda med 256 aktiva kanaler. Kalibreringen utfördes så att varje kanal blev ca 16 keV bred. Som utskriftsanordning användes en teletype. Proverna mättes i Marinellikärl av aluminium om 1,4 liters volym. Under 1984 har ett HPGe mätsystem börjat användas för mätning av byggmaterial.

2:2 Mätprocedur. Den vanliga mätningen sker genom att provet fylls i Marinellikärl och mäts direkt 2000 sek. Därefter torkas provet under ca 24 timmar i 110 °C. För alla prover används torrvikten vid beräkning av aktivitetshalten. Lättbetongprover som är finkrossade och andra prover som förväntas exhalera en väsentlig del av det bildade radonet innesluts i Marinellikärl med tättslutande lock. Efter tre veckor har ungefärlig jämvikt nåtts mellan radium och radon. För ytterligare beskrivning av mätproceduren hänvisas till ref Ha78.

2:3 Kalibrering. Kalibreringar har utförts för ^{232}Th , ^{226}Ra och ^{40}K . ^{232}Th har kalibrerats med ^{228}Th i ammoniumsulfat i ett Marinellikärl vid 2,614 MeV. ^{226}Ra har blandats i gips i ett Marinellikärl och utvärderingen sker vid 1,765 MeV. ^{40}K har lösts i vatten och utvärderas vid 1,461 MeV.

Densiteterna för kalibreringsproverna har varit något över 1,0 g cm⁻³, för ^{226}Ra ca 1,5 g cm⁻³. Mer detaljerat beskrivs metoden i ref Ha78. En omkalibrering har skett i efterhand av 1962 års kalibrering och mätvärdena har korrigerats.

2:4 Mätosoggrannheten beror på:

- tillfälliga fel vid mätningen
- osoggrannhet i kalibreringskonstanterna
- otillräcklig provmängd
- densitetsfel
- bristande jämvikt
- provets fuktighet
- systematiskt fel pga kaliumbidrag till ^{226}Ra fototopp
- förändring av detektorns egenskaper med tiden

Det tillfälliga felet (räknestatistiska felet) beror av aktiviteten i mätkärllet och mättiden. För densiteten ungefär $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ och 2000 sek mättid har tillfälliga felet (σ) för ^{226}Ra beräknats till 15 % för 4 Bq kg^{-1} , 5 % för 37 Bq kg^{-1} och 2 % för 74 Bq kg^{-1} . Med ett annat beräkningssätt som nödvändiggjorts pga försämrade upplösning hos detektorn på senare år och där även hänsyn tas till onoggrannheten i bidragsfaktorerna för ^{232}Th och ^{40}K till ^{226}Ra intervallet fås σ till 47 % vid 10 Bq kg^{-1} , 9 % vid 37 Bq kg^{-1} och 6 % vid 74 Bq kg^{-1} , se vidare ref Ha78.

Onoggrannheten i kalibreringskonstanterna beror på onoggrannheten i de standardlösningar som användes vid tillverkningen av kalibreringsproverna. I detta fall har summan av de systematiska felen och de tillfälliga felen på konfidensnivån 95 % uppgetts vara $\leq 5 \%$ för ^{226}Ra , $\leq 3 \%$ för ^{232}Th och $\leq 2 \%$ för ^{40}K . Onoggrannheten beror också på det tillfälliga felet vid kalibreringen ($\leq 1 \%$ på konfidensnivån 68 %) samt på eventuell inhomogenitet hos fördelningen av aktiviteten i det slutliga kalibreringsprovet.

Den totala onoggrannheten, vari ingår en bedömning av det systematiska felet och det tillfälliga felet på 95 % konfidensnivå, har bedömts vara mindre än 10 %, se vidare ref Ha78.

Otillräcklig provmängd. Vid undersökningen av ballast för betongtillverkning erhöles ibland för små provmängder för att fylla mätkärllet. I dessa fall blandades provet med ett inaktivt material. Det har visats att detta förfaringssätt inte ger någon signifikant skillnad i den mätta aktiviteten (Ha78).

Densitetsfel uppstår genom att man kalibrerar med ett prov av en densitet och sedan mäter prov av en annan densitet¹⁾. Detta fels storlek har inte uppmätts. Det finns dock anledning att anta att detta fel är litet eftersom utvärderingen sker vid de höga energier där densiteten och därav egenabsorptionen inte har någon stor betydelse. Kalibreringsprovernas densitet ligger något över $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, gasbetong $\sim 0,6 \text{ g cm}^{-3}$ och ballast $\sim 1,6 \text{ g cm}^{-3}$ ligger på ömse sidor.

Bristande jämvikt och provets fuktighet. 1982 undersöktes betydelsen

1) Med densitet menas i denna rapport skrymdensiteten

av att mäta provet direkt eller efter tre veckors tillväxt av radon i slutet mätkärl. Skillnaden mellan torrt och fuktigt prov undersöktes också för de båda fallen. Tre prover undersöktes, ett grus-, ett singel- och ett makadamprov. Alla mätningarna visade en underskattning av jämviktsvärdet för ^{226}Ra vid direkt mätning om drygt 10 %. För makadam var denna underskattning större om provet var fuktigt. Undersökningen finns med som bilaga till denna rapport. Där diskuteras också de mätvärden som erhöles 1975 vid mätning av de tre proverna och de mätvärden som erhöles efter ommätningen 1982.

I ref Ha78 hade felet pga bristande jämvikt bestämts vid direkt mätning av två prover till $< 5 \%$.

Systematiskt fel pga kaliumbidrag till ^{226}Ra fototopp. Detta bidrag togs det ingen hänsyn till vid 1975 års mätning av ballast, därvid kom den beräknade ^{226}Ra halten att bli för hög. Denna förhöjning kompenseras något av att halten vid direkt mätning blir något för låg. Hur dessa fel utfaller diskuteras i bilagan för ett grusprov. Hur stora felen blir för det enskilda ballastprovet kan inte härledas från någon enstaka mätning, onoggrannheten torde dock öka.

Förändring av detektorns egenskaper med tiden såsom halvvärdesbredd hos fototopparna har konstaterats de senaste åren, vilket har lett till att ^{40}K nu ger ett större bidrag till ^{226}Ra intervallet än tidigare. Sedan några år har korrigerats för detta vid aktivitetsberäkningen.

2:5 Mätgränser. Mätgränserna bestäms av mättiden, densiteten och hur aktiviteten fördelar sig mellan nukliderna. För ballastprover med mättiden 2000 sek blir mätgränsen¹⁾:

^{232}Th	2,4	Bq kg ⁻¹
^{226}Ra	3,7	"
^{40}K	13	"

Efter ökande halvvärdesbredd hos detektorn har apparaturen numera en mätgräns för ^{226}Ra om $\sim 9 \text{ Bq kg}^{-1}$.

1) Mätgräns, ett mätvärde som överskrider bakgrunden med tre standardavvikelser för bakgrunden ($3\sigma_{\text{bg}}$)

2:6 Provurval. Syftet med mätningarna har varit dels att få en uppfattning om halterna i vanliga byggnadsmaterial, dels att identifiera grupper med högre halter samt att följa utvecklingen.

Urvalet av prover har gjorts på olika sätt:

- 1) På eget initiativ har vi skaffat stickprover från statens provningsanstalt (SP), från byggarbetsplatser och från försäljare eller producenter. Urvalet av prover har dels gjorts av oss, dels av t ex producenten.
- 2) Prover har också undersökts efter förfrågan från producent eller allmänhet, när resultatet av mätningen bedömts vara av intresse för undersökningen.

Ett slumpmässigt uttag ur produktionen har varit önskemålet vid provtagningen. Detta kan dock vara svårt att verifiera eftersom valet ofta har gjorts av andra.

Det enskilda provets representativitet för hela produktionen kan diskuteras, t ex när ett grusprov får representera ett helt grustag.

Mellan olika materialgrupper finns stora skillnader i antal undersökta prover. Prover av ballastmaterial är t ex väl representerade, eftersom de ingick i en särskild undersökning för att kartlägga ballast från svenska betongfabriker.

När höga halter har konstaterats i ett material har flera prover samlats in upprepade gånger för att ge en uppfattning om eventuella tidsvariationer. Ett exempel på detta är den skifferbaserade gasbetongen. Prover har ibland också mätts vid produktionsförändringar.

3 Resultat

I tabellerna anges aktivitetshalten för ^{232}Th , ^{226}Ra och ^{40}K (Bq kg^{-1}). Dessutom anges gammaindex m_γ enligt svensk byggnorm 1980 (SBN80);

$$m_\gamma = \frac{C_K}{10000} + \frac{C_{\text{Ra}}}{1000} + \frac{C_{\text{Th}}}{700}$$

där C_i = aktivitetshalten av respektive nuklid i Bq kg^{-1} .

Radiumindex m_{Ra} är enligt samma byggnorm $m_{Ra} = \frac{C_{Ra}}{200}$.

Index är satta så att om m_{γ} understiger 1 beräknas bidraget till dos-ekvivalenten i ett rum som är helt byggt av detta material understiga 2 mSv år^{-1} . Om m_{Ra} understiger 1 och rummets samtliga delar består av materialet, samt med en luftväxling om 0,5 omsättningar per timme, beräknas radondotterhalten understiga 70 Bq m^{-3} , motsvarande dosekvivalenten 7 mSv år^{-1} . ICRP:s konversionsfaktor om 0.1 mSv år^{-1} per Bq m^{-3} har använts (ICRP84).

Alla prover utom ballastmaterial för betongtillverkning är placerade i kronologisk ordning efter mätdatum i tabellerna.

Om flera prover kom från samma produktionssats eller på annat sätt var mycket likartade har de sammanfattats till ett värde i tabellerna.

I kommentarerna före tabellerna anges de huvudsakliga grundkomponenter som ingår i ett sammansatt byggmaterial.

Slutligen bör beaktas att de medelvärden för aktiviteten för en byggmaterialgrupp som anges i tabellerna avser de prover som undersökts vid SSI. De har således inte viktats i proportion till sina produktionsvolymerna. De angivna medelvärdena står för de aritmetiska medelvärdena.

I appendix visas ett antal histogram för m_{γ} och m_{Ra} för de byggmaterialgrupper där vi mätt åtminstone 10 prover.

Nils Hagberg och författaren har utfört mätningarna. Leif Nyblom har ordnat dataprogrammen för utskrift av figurerna. Lisbeth Falgert har maskinskrivit rapporten.

Tabell 3:1. Tegel

Kommentar Tegel bränns av tegellera som förutom lersubstans innehåller i huvudsak finfördelad sand, glimmer och fältspat. Till tegellera sätts magringsmedel som kan utgöras av sand. Sedan 1960-talet har produktionen av fasadtegel dominerat över murtegel. De tegelbruk varifrån prover togs 1979 har produktion fortfarande med undantag av Sennans tegelbruk som är nedlagt.

Mätdatum	Tegelbruk samt artikeltyp	Antal prover	^{232}Th Bq	^{226}Ra kg ⁻¹	^{40}K Bq	m_{γ}	m_{Ra}
Okt 1962	Mälardalens fasad		129	97	1023	0,38	0,49
Okt 1962	" murtegel		143	80	1023	0,39	0,40
Nov 1962	" 20-tegel		128	96	1060	0,38	0,48
Okt 1971	Kanik rött, fasad		93	60	792	0,27	0,30
Okt 1971	Slottsmöllan - " -		98	58	1010	0,30	0,29
Dec 1971	Haga - " -		159	149	1062	0,48	0,75
Dec 1971	Brimo (Holland), rött 6-hål		84	40	710	0,23	0,20
Dec 1971	Sundsvik rött, mur		100	49	947	0,29	0,25
Feb 1973	Sundsvik rött, fasad		172	135	1108	0,49	0,68
Feb 1973	Bergsbrunna gult, fasad		98	97	1049	0,34	0,49
Feb 1973	Helsingborg brunt, fasad		103	56	572	0,26	0,28
Sept 1973	Sundsvik rött, fasad		180	164	1066	0,53	0,82
Sept 1973	Bergsbrunna gult, fasad		115	100	1013	0,37	0,50
Sept 1973	Helsingborg brunt, fasad		99	63	548	0,26	0,32
Sept 1973	Heby rött, fasad och mur	2	138	118	1030	0,42	0,59
Jan 1974	Sundsvik rött, mur	2	160	141	1025	0,47	0,71
Feb 1974	Haga rött, mur	3	159	143	985	0,47	0,72
Okt 1979	Bergsbrunna (Uppsala)		110	115	875	0,36	0,58
Okt 1979	Haga (Enköping)		141	149	804	0,43	0,75
Okt 1979	Kanik (Flädie-Bjärred)		79	72	685	0,25	0,36
Okt 1979	Minnesberg (Svedala)		78	80	738	0,27	0,40
Okt 1979	Slottsmöllan (Halmstad)		95	75	842	0,29	0,38
Okt 1979	Östra Grevie (Vellinge)		74	63	650	0,23	0,32
Okt 1979	Bara (Malmö)		77	67	659	0,24	0,34
Okt 1979	Hallsberg		121	137	784	0,39	0,69
Okt 1979	Sennan		83	57	821	0,26	0,29
Okt 1979	Tjustorp (Svedala)		71	68	667	0,24	0,34
Okt 1979	Välbacken (Brunflo-Östers.)		101	96	986	0,34	0,48
Okt 1979	Klippan		96	90	906	0,32	0,45
Okt 1979	Bohustegel (Munkedal)		98	86	882	0,31	0,43
Okt 1979	Forssa (Bollebygd)		71	92	737	0,27	0,46

Forts Tabell 3:1. Tegel

Mätdatum	Tegelbruk samt artikeltyp	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		———— Bq kg ⁻¹ ————				
	Medelvärde för 35 prover	116	98	888	0,35	0,49
	Medianvärde	103	96	947	0,34	0,48
	Lägsta värde	71	40	548	0,23	0,20
	Högsta värde	180	164	1108	0,53	0,82

Tabell 3:2. Kalksandsten

Kommentar Kalksten framställs av finkrossat sandstensberg och kalk. Komponenterna blandas med vatten och formas till stenar som ånghärdas.

Mätdatum	Artikeltyp, företag	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		———— Bq kg ⁻¹ ————				
Jan 1978	Mexisten, Ytongbolagen	4	7	23	0,02	0,04
Jan 1978	Baskarpsten, Vättertegel	10	15	440	0,07	0,08
Feb 1978	Mexisten, Intong AB Falköp	9	7	22	0,02	0,04
	Medelvärde för 3 prover	7	10	162	0,04	0,05
	Lägsta värde	4	7	22	0,02	0,04
	Högsta värde	10	15	440	0,07	0,08

Tabell 3:3. Betong

Kommentar Betongen blandas av vatten, cement och ballast i proportionerna 6:12:82. De vanligaste ballastmaterialen består av grus, singel och makadam.

Mätdatum	Provbeskrivning	Antal prover	^{232}Th ————	^{226}Ra Bq kg ⁻¹ ————	^{40}K ————	m_{Y}	m_{Ra}
Okt - dec 1962	Stdbetong vid SSI's bygge	3	66	31	692	0,19	0,16
Okt 1971	Gyllengahm + Limhamn		56	39	599	0,18	0,20
Okt 1971	- " -		57	34	622	0,18	0,17
Feb 1972	Betong (Strängnäs)		67	46	762	0,22	0,23
Feb 1972	Gammal yttervägg (Strängnäs)		125	63	862	0,33	0,32
Feb 1972	Gammalt golv (Strängnäs)		77	53	759	0,24	0,27
Maj 1972	Norrköping		69	45	577	0,20	0,23
Dec 1972	Strängbetong (Kungsör)		79	52	781	0,24	0,26
Dec 1972	Eskilstuna Betongfabrik		99	57	744	0,27	0,29
Sept 1973	Finsta		79	48	770	0,24	0,24
Sept 1973	Bällsta		127	53	751	0,31	0,27
Sept 1973	Södertälje		105	56	718	0,28	0,28
Sept 1973	Örebro		68	46	614	0,20	0,23
Sept 1973	Växjö		65	41	932	0,23	0,21
Nov 1979	Betong K 400 (Stockholm)		46	50	589	0,17	0,25
Nov 1979	Betong med SiO ₂ stoft K 400		47	47	573	0,17	0,24
Feb 1982	Varnhem		49	51	828	0,20	0,26
	Medelvärde för 19 prover		74	46	714	0,22	0,23
	Medianvärde		67	47	744	0,20	0,24
	Lägsta värde		46	31	573	0,17	0,16
	Högsta värde		127	63	932	0,33	0,32

Tabell 3:4. Betong med särskild ballast

Kommentar Hoforsitbetong har som ballast mineralet hoforsit, det används till låg-aktivitetsrum.

Mätdatum	Provbeskrivning	Antal prover	^{232}Th —— Bq	^{226}Ra kg ⁻¹	^{40}K ——	m_{Y}	m_{Ra}
Dec 1962, sept 1973	Järnmalmsbetong	2	32	26	68	0,08	0,13
Dec 1962	Hoforsitbetong	3	6	3	32	0,01	0,02
Nov 1971	Antitron strålskyddsbetong		14	8	133	0,04	0,04
Apr 1972	Hoforsitbetong		3	3	20	0,01	0,02
	Lägsta värde		3	3	20	0,01	0,02
	Högsta värde		32	26	68	0,08	0,13

Tabell 3:5. Cement

Kommentar Utgångsmaterialen för cement är 75 % kalksten och 25 % lera, dessa blandas ihop i vatten och massan bränns i ugn. 3 % gips tillsätts på slutet av tillverkningsprocessen.
 Numera (1984) finns endast cement från Slite, Degerhamn (Öland) och Skövde (Gullhögen) kvar av den svenska produktionen. Cement importeras även från Polen.

Mätdatum	Produktionsort	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
		Bq kg ⁻¹				
Sept 1962	Gullhögen	41	23	36	0,09	0,12
Sept 1962	Hidinge	47	168	297	0,26	0,84
Sept 1962	Hällekis	43	23	378	0,12	0,12
Sept 1962	Köping	81	37	349	0,19	0,19
Sept 1962	Limhamn	31	21	21	0,07	0,11
Sept 1962	Slite	43	37	266	0,13	0,19
Sept 1962	Vika	42	50	201	0,13	0,25
Sept 1962	Öland	42	78	309	0,17	0,39
Mars 1978	Stora Vika	29	25	194	0,09	0,13
Apr 1978	Gorazdze, Polen	24	25	190	0,08	0,13
Juli 1978	Hällekis	40	25	317	0,11	0,13
Juli 1978	Köping	51	30	196	0,12	0,15
Juli 1978	Slite	29	35	316	0,11	0,18
Juli 1978	Limhamn	24	27	47	0,07	0,14
Juli 1978	Skövde	33	25	294	0,10	0,13
Juli 1978	Degerhamn	37	28	317	0,11	0,14
Nov 1981	Slite	30	48	265	0,12	0,24
Nov 1981	Degerhamn	36	32	251	0,11	0,16
Nov 1981	Köping, massivcement	92	115	201	0,27	0,58
Nov 1981	Skövde	32	24	245	0,09	0,12
	Medelvärde för 20 prover	41	44	235	0,13	0,22
	Medianvärde	39	31	258	0,11	0,16
	Lägsta värde	24	21	21	0,07	0,11
	Högsta värde	92	168	378	0,27	0,84

Tabell 3:6. Ballastmaterial för betongtillverkning

Kommentar De första 306 proverna mättes vid en landsomfattande undersökning 1975 - 1976. De sista 21 proverna mättes före 1975.

I tabellen för ballastmaterial för betongtillverkning har proverna ordnats i bokstavsordning efter orten för betongfabriken. Då ballast från en fyndighet kan användas i flera betongfabriker, har alla upprepningar av en fyndighet markerats med en parentes i tabellen. Inom parentesen anges för vilken gång i ordningen som provet redovisas. Medelvärden har beräknats över de faktiskt erhållna proverna.

I sammanställningen på slutet hänförs prover betecknade med S + M till singelgruppen. Det bör observeras att de enskilda värdena som presenteras för en grustäkt enbart gäller för ett prov vid provtagningstillfället, och därmed kan variationer hos halterna i ett prov förekomma när andra delar av täkten utnyttjas. Undersökningen har inte syftat till att fastlägga halterna i material från de enskilda täkterna utan syftat till att få ett representativt urval av ballastmaterial för betongtillverkning i landet och att uppskatta fördelningen av halterna.

G = grus

S = singel

M = makadam

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	m _γ	m _{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
ALINGSÅS	Färdig Betong AB	G	Hol	38	37	903	0,18	0,19
		S	Hol	65	41	1092	0,24	0,21
ARBOGA	Ekebro AB	G	Kung Karls grustag, Kungsör	79	70	881	0,27	0,35
		S	Kung Karls grustag, Kungsör	123	87	814	0,34	0,44
ARVIKA	Arvika Cementgjuteri AB	G	Sandbräcka, Brunskog	47	33	973	0,20	0,17
BODEN	Wikströms Betong AB	G	Bjässmora	43	52	969	0,21	0,26
		S + M	Bjässmora	75	54	870	0,25	0,27
BOLLEBYGD	Färdig Betong AB	G	Bollebygd	40	33	755	0,17	0,17
		S	Bollebygd	56	31	781	0,19	0,16
BOLLNÄS	Hälsinge Makadam AB	G	Växbo	45	37	999	0,20	0,19
		S	Växbo	144	81	1055	0,39	0,41
		M	Arbrå	59	40	788	0,20	0,20
BORÅS	Färdig Betong AB	G	Örsås	43	38	888	0,19	0,19
		S	Örsås	50	31	773	0,18	0,16
BÄCKEFORS	Färdig Betong AB	G	Bäckefors	44	36	655	0,16	0,18
		M	Bäckefors	59	39	592	0,18	0,20
EKSJÖ	VL-Betong AB	G	Tannarp	40	41	866	0,18	0,21
		M	Gunnaryd	101	68	999	0,31	0,34

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_γ	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
EMMABODA	Emmaboda Betong AB	G	Bodaskog	83	64	1117	0,29	0,32
		S	Bodaskog	87	63	1125	0,30	0,32
		M	Bodaskog	96	81	1214	0,34	0,41
ENKÖPING	Fa: Larsson o Co	G	Åhl	53	49	818	0,21	0,25
		S	Åhl	58	42	696	0,19	0,21
		M	Åhl	53	45	603	0,18	0,23
ENKÖPING	Akerby Grustag u.p.a.	G	Akerby	47	46	796	0,19	0,23
		S + M	Akerby	64	41	696	0,20	0,21
ESKILSTUNA	Eskilstuna Betongfabriks AB	G	Kjula	94	73	829	0,29	0,37
		S	Kjula	93	75	796	0,29	0,38
ESLÖV	Sydsten AB	G	Göingeholm	50	39	973	0,21	0,20
		M	Hardeberga	10	18	248	0,06	0,09
FALKENBERG	Falkenbergs Betongind AB	G	Trustorp, Ljungby	29	25	773	0,14	0,13
		M	Trustorp, Ljungby	33	28	803	0,16	0,14
FALUN	Ekebro AB	G	Oråsen	84	53	914	0,26	0,27
		S	Oråsen	128	81	1018	0,37	0,41
FINJA	Finja Betong AB	G	Finja	38	37	884	0,18	0,19
		S + M	Finja	69	44	866	0,23	0,22
FINSPÅNG	Betong AB Hans Hadenius	G	Finspång	68	66	784	0,24	0,33
		S	Finspång	101	60	836	0,29	0,30
FLEN	Flens Grus o Betong AB	G	Torp	67	58	751	0,23	0,29
		S	Torp	104	96	814	0,33	0,48
		M	Oxelösund	152	75	925	0,38	0,38

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
GRÄNNA	Byggn firma David Johansson	G	Adelöv	63	66	940	0,25	0,33
		S	Adelöv	99	55	932	0,29	0,28
GRÄSMYR	Gräsmyr Betongfabrik	G	Frängstorp	54	45	840	0,21	0,23
		S	Frängstorp	98	62	729	0,27	0,31
GÄVLE	Betongindustri AB, Hille	G	Björke	65	54	770	0,22	0,27
		S + M	Björke	70	55	714	0,23	0,28
GÄVLE	Betongindustri AB, Valbo	G	Rörberg	77	56	766	0,24	0,28
		S + M	Rörberg	91	59	681	0,26	0,30
		S + M	Rörberg	113	55	707	0,29	0,28
GÖTEBORG	Ess-Betong AB, Angered	G	Gråbo	47	41	770	0,19	0,21
		M	Angered	66	32	592	0,19	0,16
GÖTEBORG	Ingebäcks Elem fabr Hisings-Kärre	G	Huveröd	38	33	677	0,15	0,17
		S	Huveröd	50	39	770	0,19	0,20
		M	Huveröd	47	33	722	0,17	0,17
GÖTEBORG	Färdig Betong AB, Högsbo och Ringön	G	Östad	54	39	807	0,20	0,20
		G	Sjögårde	37	25	614	0,14	0,13
		S	Östad	84	47	925	0,26	0,24
GÖTEBORG	Sabema Material AB, Landvetter	G	Härryda	45	34	692	0,17	0,17
		S	Härryda	90	45	884	0,26	0,23
		M	Landvetter	62	44	696	0,20	0,22
GÖTEBORG	Sabema Material AB, Mölndal	G	Tom Fjärås	57	33	773	0,19	0,17
		S	Tom Fjärås	81	42	840	0,24	0,21
		M	Källered	127	70	477	0,30	0,35

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
GÖTEBORG	Sabema Material AB, Tagene	G	Ellesbo, Kungälv	22	26	625	0,12	0,13
		G	Ucklum	33	26	648	0,14	0,13
		S	Ellesbo, Kungälv	58	39	807	0,20	0,20
		M	Tagene	252	122	1162	0,60	0,61
GÖTEBORG	Sabema Material AB, Vikan	G	Hedared	38	30	747	0,16	0,15
		S	Hedared	58	34	807	0,20	0,17
		M	Vikan	37	22	477	0,12	0,11
HAGFORS	Färdig Betong AB	G	Toneby, Sunne	44	42	1047	0,21	0,21
		S	Toneby, Sunne	67	43	807	0,22	0,22
HALLSBERG	Ekebro AB	G	Norrbacka grustag	56	47	707	0,20	0,24
		S	Norrbacka grustag	101	59	736	0,28	0,30
HALLSTAHAMMAR	Ekebro AB	G	Sätra Brunn, Västerås	57	40	685	0,19	0,20
		S	Sätra Brunn, Västerås	70	53	662	0,22	0,27
HALMSTAD	Sydsten AB	G	Sperlingsholm	30	24	844	0,15	0,12
		M	Sperlingsholm	61	37	973	0,22	0,19
HAPARANDA	Palovaara Grus och Betong	G	Haparanda	36	22	636	0,14	0,11
		M	Haparanda	30	17	426	0,10	0,09
HARDEBERGA	Sydsten AB	G	Revinge	26	27	448	0,11	0,14
		(M)	Hardeberga (2:a ggn)	10	18	248	0,06	0,09
HEBY	Kullbergs Cementvaror	G	Stingtorpets grus, Heby	55	45	699	0,19	0,23
		S	Stingtorpets grus, Heby	76	53	655	0,23	0,27
HELSINGBORG	Hälsingborgs Byggbetong AB	G	Kvidinge	49	37	995	0,21	0,19
		S	Kvidinge	105	66	984	0,31	0,33
		M	Åstorp	103	57	1025	0,31	0,29

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_Y	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
HUDIKSVALL	Rabo Produkter AB, Hög	G	Baldra, Hög	63	40	988	0,23	0,20
		S	Baldra, Hög	98	47	977	0,28	0,24
HULTSFRED	Hultsfreds Lastbil- central AB	G	Ekorntorp, Hultsfred	56	51	1018	0,23	0,26
		S + M	Ekorntorp, Hultsfred	86	57	1003	0,28	0,29
HUSKVARNA	Huskvarna Cementgjuteri AB	G	Taberg	24	24	599	0,12	0,12
		G	V Jära, Bottnaryd	32	24	725	0,14	0,12
		S	Bottnaryd	78	46	921	0,25	0,23
HÄRNÖSAND	Sundsvalls Grus och Betong, Härnösand	G	Stavre	49	41	747	0,19	0,21
		S	Stavre	73	47	733	0,22	0,24
		M	Stavre	79	49	729	0,23	0,25
HÄSSLEHOLM	Johan Kock AB	G	Vankiva	39	32	892	0,18	0,16
		M	Tyringe	93	37	833	0,25	0,19
HÖÖR	Skånsk Byggbetong AB	G	Ljungarum	28	33	796	0,15	0,17
JÖNKÖPING	Jönköpings Betong AB	G	Månsarp	40	36	792	0,17	0,18
		S	Klintamon, Bottnaryd	83	48	914	0,26	0,24
KALIX	Kalix Betong	G	Vitheden, Kalix	43	34	862	0,18	0,17
		M	Vitheden, Kalix	59	30	673	0,18	0,15
KALMAR	Kalmar Betongindustri AB	G	Vassmolösa	65	58	981	0,25	0,29
		S + M	Vassmolösa	77	63	903	0,26	0,32
KALMAR	Skånska Cementgjuteriet AB	G	Rockneby	104	78	1173	0,34	0,39
		M	Rockneby	115	81	977	0,34	0,41

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
KARLSKOGA	Gelleråsen AB	G	Kedjeåsen	100	66	1058	0,31	0,33
		S	Kedjeåsen	111	61	947	0,31	0,31
KARLSKRONA	Harry Olofsson AB	G	Heaby, Ronneby	43	37	1092	0,21	0,19
		S	Rödeby	178	87	918	0,43	0,44
		M	Verkö, Karlskrona	62	86	622	0,24	0,43
KARLSTAD	Färdig Betong AB	G	Sörmon, Karlstad	64	50	1025	0,24	0,25
		M	Sörmon, Karlstad	120	62	851	0,32	0,31
KARLSTAD	Karlstad Grus och Betong AB	G	Rudsberg, Hynboholm	49	30	929	0,19	0,15
		S	Rudsberg, Hynboholm	118	59	977	0,33	0,30
KATRINEHOLM	Erikson & Malmnäs AB	G	Katrineholm	65	67	840	0,24	0,34
		S	Katrineholm	116	91	777	0,33	0,46
KINNA	Färdig Betong AB	G	Örby	42	35	707	0,17	0,18
		S	Björketorp	60	36	770	0,20	0,18
KRAMFORS	Betong AB	G	Habborn	34	45	814	0,17	0,23
		S	Habborn	48	54	807	0,20	0,27
		M	Ödsberget	71	70	714	0,24	0,35
KRISTIANSTAD	K-Betong AB	G	Bäckaskog	39	32	592	0,15	0,16
		M	Önnestad	83	47	1317	0,30	0,24
KUNGSBACKA	Sabema Material AB	G	Lii Fjärås	64	36	781	0,21	0,18
		S	Lii Fjärås	116	47	870	0,30	0,24
		(M	Källered (2:a ggn)	127	70	477	0,30	0,35)

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
KUNGÄLV	Kungälv-Betong AB	G	Dösebacka, Kungälv	30	30	681	0,14	0,15
		S	Dösebacka, Kungälv	81	42	766	0,23	0,21
		M	Skällebräcka, Kungälv	69	49	777	0,23	0,25
KÖPING	Köpings Kolimport & Handels AB	G	Kung Karls grusverk, Kungsör	86	71	833	0,28	0,36
		S	Kung Karls grusverk, Kungsör	106	81	847	0,32	0,41
LANDSKRONA	Sydsten AB	G	Färingtofta	49	44	955	0,21	0,22
		M	Färingtofta	71	40	929	0,23	0,20
LAXÅ	Östansjö Cementgjuteri AB	G	Trugamon, Laxå	56	45	855	0,21	0,23
		S + M	Trugamon, Laxå	71	56	814	0,24	0,28
LIDKÖPING	Råda-Sand AB	G	Råda, Lidköping	48	40	799	0,19	0,20
		M	Axvall, Skara	57	43	807	0,21	0,22
LINDESBERG	Linde Grus & Betong AB	G	Lindeåsen	73	57	840	0,25	0,29
		S	Lindeåsen	98	60	725	0,27	0,30
LINKÖPING	Betong AB Hans Hadenius	G	Åtvidaberg	49	65	847	0,22	0,33
		S	Åtvidaberg	61	53	833	0,22	0,27
		M	Åtvidaberg	74	53	877	0,25	0,27
LINKÖPING	Skånska Cementgjuteriet AB	G	Klint	52	59	814	0,21	0,30
		S	Klint	71	52	788	0,23	0,26
LJUNGBY	Gustav R Johansson AB	G	Stenavad	32	37	925	0,18	0,19
		S	Stenavad	63	44	932	0,23	0,22
		M	Stenavad	71	41	914	0,23	0,21
LULEÅ	Kallax Betong och Grus AB	G	Kallax	51	41	932	0,21	0,21
		S	Kallax	54	42	807	0,20	0,21
		M	Kallaxtjärn	3	7	137	0,02	0,04

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_γ	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
LULEÅ	Nederluleå Bruk och Betong AB	G	Kallaxheden	24	31	966	0,16	0,16
		G	Ersnäs, Fältträsk	41	41	892	0,19	0,21
		M	Ersnäs	78	50	814	0,24	0,25
LYSEKIL	Färdig Betong AB, Brodalen	G	Backa, Dingle	48	33	714	0,17	0,17
		S	Backa, Dingle	113	48	733	0,28	0,24
LYSEKIL	Färdig Betong AB, Lyse	(G	Backa, Dingle (2:a ggn)	48	33	714	0,17	0,17)
		M	Scanraff, Sjöbol	283	167	1066	0,68	0,84
MALMÖ	Dalbyverken	G	Dalared, Skurup	31	34	500	0,13	0,17
		M	Dalby	49	29	485	0,15	0,15
MJÖLBY	Mjölby Betongindustri AB	G	Mjölby	53	54	696	0,20	0,27
MORA	Mur och Betong AB, Öna	G	Säs, Mora	97	64	988	0,30	0,32
		S + M	Säs, Mora	126	67	1162	0,36	0,34
MOTALA	Betong AB Hans Hadenius	G	Dansby, Motala	66	51	788	0,22	0,26
		S	Dansby, Motala	90	44	659	0,24	0,22
		M	Dansby, Motala	84	57	877	0,26	0,29
MÖKLINTA	Basbetong AB	G	Möklinta, N-Heden	56	43	803	0,20	0,22
		S	Möklinta, N-Heden	76	53	733	0,23	0,27
MÖRRUM	Blekinge Betong AB	G	Bräkne-Hoby	72	47	1010	0,25	0,24
		S	Bräkne-Hoby	122	58	973	0,33	0,29
		M	Bräkne-Hoby	129	61	929	0,34	0,31
NORRAHAMMAR	Byggn AB E Ekblad	G	Månsarp	37	29	688	0,15	0,15
NORRKÖPING	Skånska Cementgjuteriet AB, Svärtinge	G	Svärtinge	67	59	607	0,22	0,30
		S	Svärtinge	87	48	662	0,24	0,24

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_γ	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
NYBRO	O G Ohlsson Byggnads AB	G	Igersdela, Ljungbyholm	75	77	1021	0,29	0,39
		S	Igersdela, Ljungbyholm	75	72	910	0,27	0,36
NYKÖPING	Grus och Singel AB	G	Eneby grustag	65	67	858	0,25	0,34
		S	Eneby grustag	109	99	903	0,35	0,50
NYNÄSHAMN	Nynäs Betong AB	G	Sorunda	74	47	836	0,24	0,24
		S	Sorunda	114	50	796	0,29	0,25
NÖDINGE	Kungälv-Betong AB, Nödinge	(G	Dösebacka, Kungälv (2:a ggn)	30	30	681	0,14	0,15)
		(S	Dösebacka, Kungälv (2:a ggn)	81	42	766	0,23	0,21)
		(M	Skällebräcka, Kungälv (2:a ggn)	69	49	777	0,23	0,25)
OSBY	Osby Betong AB	G	Ejratal, Osby	51	35	936	0,20	0,18
		S + M	Ejratal, Osby	96	43	988	0,28	0,22
OSKARSTRÖM	Oskarströms Cementgjuteri AB	G	Vrenninge, Oskarström	41	43	1040	0,21	0,22
		M	Vrenninge, Oskarström	53	39	1055	0,22	0,20
OXELÖSUND	Flens Grus och Betong AB, Oxelösund	(G	Torp, Flen (2:a ggn)	67	58	751	0,23	0,29)
		(S	Torp, Flen (2:a ggn)	104	96	814	0,33	0,48)
		(M	Oxelösund (2:a ggn)	152	75	925	0,38	0,38)
PITEA	Norrbottens Cementgjuteri AB, Öjebyn	G	Böle	56	51	818	0,21	0,26
		M	Böle	82	59	814	0,26	0,30
RIMFORSA	Kindabetong AB, Slätmon	G	Slätmon	56	61	862	0,23	0,31
		S	Slätmon	64	45	810	0,22	0,23
RÄTTVIK	Rättviks Betong AB	G	Ingels, Rättvik	93	64	1036	0,30	0,32
		S	Ingels, Rättvik	123	65	944	0,34	0,33

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_Y	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
SJÖBO	Sydsten AB	G	Ilstorp	21	25	411	0,10	0,13
		M	Övedskloster	163	37	1180	0,39	0,19
SKARA	Götene Betong AB	G	Götene	55	42	951	0,22	0,21
		G	Götene	51	40	829	0,20	0,20
		S	Götene	67	43	877	0,23	0,22
SKELLEFTEA	Strömbergs Cementgjuteri AB	G	Långviken	38	27	533	0,13	0,14
		S + M		35	23	311	0,10	0,12
SKURUP	Skurups Betong AB	M	Blentarp	99	45	825	0,27	0,23
SKÖVDE	Z-Betong AB	G	Mofalla	34	35	1129	0,20	0,18
		S	Mofalla	107	46	1129	0,31	0,23
SOLLEFTEA	Sollefteå Cem varufabrik, Granvåg	G	Ön	38	40	940	0,19	0,20
		S	Ön	52	35	644	0,17	0,18
STENUNGSUND	Färdig Betong AB	G	Huveröd	33	32	703	0,15	0,16
		M	Stenungsund	59	73	833	0,24	0,37
STOCKHOLM	Betongindustri AB, Bällsta	G	Enhörna	90	63	855	0,28	0,32
		S	Enhörna	161	70	884	0,39	0,35
STOCKHOLM	Betongindustri AB, Haninge	G	Sandemar	76	50	840	0,24	0,25
		S	Jordbro	128	63	881	0,33	0,32
STOCKHOLM	Betongindustri AB, Hornsberg	G	Löten	67	53	792	0,23	0,27
		S	Löten	121	59	858	0,32	0,30
STOCKHOLM	Betongindustri AB, Huddinge	G	Riksten	80	45	799	0,24	0,23
		S	Riksten	133	63	914	0,34	0,32

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
STOCKHOLM	Upplandsbetong AB, Järfälla	G	Långåsen, Arlanda	48	44	740	0,19	0,22
		S	Bålsta	77	54	722	0,24	0,27
"	Betongindustri AB, Kallhäll	G	Lindormsnäs	56	50	733	0,20	0,25
		S	Lindormsnäs	74	51	751	0,23	0,26
"	Upplandsbetong AB, Kungsängen	G	Lindormsnäs, Upplands-Bro	55	50	781	0,21	0,25
		(S	Bålsta (2:a ggn)	77	54	722	0,24	0,27)
"	Betongindustri AB, Märsta	G	Lindåsen, Skoby	53	41	740	0,19	0,21
		S	Lindåsen, Skoby	79	52	714	0,24	0,26
"	Upplandsbetong AB, Rosersberg	(G	Långåsen, Arlanda (2:a ggn)	48	44	740	0,19	0,22)
		S + M	Skoby, Arlanda	74	52	692	0,23	0,26
"	Betongindustri AB, Rö	G	Malmen	66	59	844	0,24	0,30
		S	Ticksta	126	69	895	0,34	0,35
"	Betongindustri AB, Sickla	(G	Riksten (2:a ggn)	80	45	799	0,24	0,23)
		(S	Riksten (2:a ggn)	133	63	914	0,34	0,32)
"	Betongindustri AB, Sollentuna	(G	Lindormsnäs (2:a ggn)	56	50	733	0,20	0,25)
		G	Toresta	64	54	747	0,22	0,27)
		(S	Lindormsnäs (2:a ggn)	74	51	751	0,23	0,26)
		S	Toresta	86	52	696	0,24	0,26)
"	Betongindustri AB, Tumba	G	Kassmyra	82	49	836	0,25	0,25
		S	Kassmyra	117	52	807	0,30	0,26
"	Betongindustri AB, Täby	(G	Malmen (2:a ggn)	66	59	844	0,24	0,30)
		(S	Ticksta (2:a ggn)	126	69	895	0,34	0,35)

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
STOCKHOLM	Upplandsbetong AB, Ulriksdal	G	Österledinge, Norrtälje	68	55	873	0,24	0,28
		M	Solnakrossen	244	75	1055	0,53	0,38
"	Betongindustri AB, Värby	(G	Riksten (3:e ggn)	80	45	799	0,24	0,23)
		(S	Riksten (3:e ggn)	133	63	914	0,34	0,32)
"	Betongindustri AB, Värmdö	(G	Riksten (4:e ggn)	80	45	799	0,24	0,23)
		(S	Löten (2:a ggn)	121	59	858	0,32	0,30)
"	Betongindustri AB, Värtan	(G	Enhörna (2:a ggn)	90	63	855	0,28	0,32)
		(S	Enhörna (2:a ggn)	161	70	884	0,39	0,35)
"	Betongindustri AB, Älta	G	Sandemar	66	49	858	0,23	0,25
		M	Ältakrossen	120	64	777	0,31	0,32
STRÅNGNÄS	Strängnäs Cement- gjuteri AB	G	Sätertorp, Malmbý	103	77	951	0,32	0,39
		S + M	Sätertorp, Malmbý	127	68	914	0,34	0,34
STAVIEBY	Sydsten AB	(G	Färingtofta (2:a ggn)	49	44	955	0,21	0,22)
		(M	Hardeberga (3:e ggn)	10	18	248	0,06	0,09)
SUNDSVALL	Sundsvalls Grus och Betong Bergsåker, Mokajen	G	Ahmon	50	47	836	0,20	0,24
		S	Ahmon	80	57	836	0,25	0,29
		M	Ah	93	63	829	0,28	0,32
SUNNE	Färdig Betong AB	(G	Toneby, Sunne (2:a ggn)	44	42	1047	0,21	0,21)
		(S	Toneby, Sunne (2:a ggn)	67	43	807	0,22	0,22)
SÄFFLE	Färdig Betong AB	G	Svanskog	52	40	696	0,18	0,20
		S	Svanskog	57	41	551	0,18	0,21
SÖDERKÖPING	Göta Betong AB	G	Ö Ryd	66	52	807	0,23	0,26
		S	Ö Ryd	127	51	810	0,31	0,26

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
SÖDERTÄJE	Underås AB	G	Underås, Enhörna	88	64	825	0,27	0,32
		S + M	Underås, Enhörna	131	76	844	0,35	0,38
SÖLVESBORG	Sölve Grustag AB	G	Sölve	37	34	644	0,15	0,17
		M	Sölve	101	63	877	0,29	0,32
SÖRAKER	Sundsvalls Grus och Betong AB	(G	Stavre (2:a ggn)	49	41	747	0,19	0,21)
		(S	Stavre (2:a ggn)	73	47	733	0,22	0,24)
		(M	Stavre (2:a ggn)	79	49	729	0,23	0,25)
TIBRO	Färdig Betong AB, Svekhult	G	Svekhult, Hjo	40	36	992	0,19	0,18
		S + M	Svekhult, Hjo	94	52	1199	0,31	0,26
TORSÄKER	Marklunds Byggnadsvaror AB	G	Årsunda	95	39	873	0,26	0,20
TRANÅS	Tranås Betong och Grus AB	G	Jularp, Aneby	66	39	788	0,21	0,20
		S	Jularp, Aneby	57	31	588	0,17	0,16
TRELLEBORG	Johan Kock AB	G	Skurup	24	29	514	0,11	0,15
		M	Stenberget	84	37	1162	0,27	0,19
TROLLHÄTTAN	Ess-Betong AB	G	Terås, Backamo	36	29	725	0,15	0,15
		M	Hult, Trollhättan	82	49	1177	0,28	0,25
		M	Hult, Trollhättan	93	47	992	0,28	0,24
"	Skånska Cement- gjuteriet AB	G	Ucklum	37	32	744	0,16	0,16
		S	Ucklum	61	40	722	0,20	0,20
		M	Hult, Trollhättan	145	53	1077	0,37	0,27
TUOLLUVAARA	Kiruna Grus och Sten- förädling AB, Kiruna	G	Poikijärvi	40	37	777	0,17	0,19
		G	Poikijärvi	463	64	180	0,74	0,32
		M	Gruvan T.G.A.	96	36	271	0,20	0,18

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_Y	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
TANGA	Skånska Makadamfabriken AB	(G	Kvidinge (2:a ggn)	49	37	995	0,21	0,19)
		(S	Kvidinge (2:a ggn)	105	66	984	0,31	0,33)
		(M	Astorp (2:a ggn)	103	57	1025	0,31	0,29)
UDDEVALLA	Ess-Betong AB, Varvet	G	Sköldunga	36	32	718	0,16	0,16
		M	Varvet	40	49	947	0,20	0,25
		M	Varvet	37	38	881	0,18	0,19
"	Skånska Cement- gjuteriet AB	G	Sköldunga, Backamo	35	37	673	0,15	0,19
		S	Terås, Backamo	74	49	596	0,21	0,25
		M	Terås, Backamo	47	37	518	0,16	0,19
ULRICEHAMN	Färdig Betong AB	G	Köttekulla	47	40	766	0,18	0,20
		S	Köttekulla	71	43	870	0,23	0,22
UMEA	Umeå Byggbetong AB	G	Kulla	42	40	855	0,19	0,20
		S	Kulla	70	51	699	0,22	0,26
		M	Brännland	74	60	696	0,24	0,30
UPPSALA	Upplandsbetong AB	G	Åsby grustag	74	53	825	0,24	0,27
		S + M	Åsby grustag	88	58	855	0,27	0,29
"	Uppsala Cement- gjuteri AB	G	Vendels grustag	71	57	821	0,24	0,29
		G	Åsby grustag	78	65	855	0,26	0,33
		M	Åsby grustag	84	61	888	0,27	0,31
VARBERG	Sabema Material AB	G	Tjärby, Varberg	32	21	755	0,14	0,11
		S	Tjärby, Varberg	44	22	707	0,16	0,11
VEINGE	Veinge Grus AB	G	Veinge	31	30	866	0,16	0,15
VETLANDA	Landsbro Grus AB	G	Djupadal, Landsbro	42	41	611	0,16	0,21
		S	Glömsjö, Landsbro	52	43	596	0,18	0,22

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_γ	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
VARGARDA	Färdig Betong AB	(G	Hol (2:a ggn)	38	37	903	0,18	0,19)
		(S	Hol (2:a ggn)	65	41	1092	0,24	0,21)
VANERSBORG	Skånska Cement- gjuteriet AB	(G	Ucklum (2:a ggn)	37	32	744	0,16	0,16)
		(S	Ucklum (2:a ggn)	61	40	722	0,20	0,20)
		(M	Hult, Trollhättan (2:a ggn)	145	53	1077	0,37	0,27)
VÄRNAMO	Värnamo Grus och Betong AB	G	Skeda, Bor	35	33	1206	0,20	0,17
		S	Skeda, Bor	65	34	918	0,22	0,17
		M	Skeda, Bor	70	40	969	0,24	0,20
VÄRÖBACKA	Färdig Betong AB, Värö	G	Björkholm, Veddige	40	30	648	0,15	0,15
		S	Släryd, Köinge	29	22	862	0,15	0,11
VÄSTERVIK	Västerviks Betong och Mur- bruksfabrik AB	G	Målserum, Västervik	57	48	873	0,22	0,24
		S	Målserum, Västervik	50	29	551	0,16	0,15
		M	Målserum, Västervik	66	36	537	0,18	0,18
VÄSTERAS	Ekebro AB	(G	Sättra Brunn, Västerås (2:a ggn)	57	40	685	0,19	0,20)
		(S	Sättra Brunn, Västerås (2:a ggn)	70	53	662	0,22	0,27)
"	Västerås Byggnads- produkter AB	G	Lånsta	64	46	651	0,20	0,23
		S	Gunsta	72	49	596	0,21	0,25
VÄXJÖ	Förenade Betong AB	G	Oby, Vislanda	38	37	836	0,17	0,19
ASTORP	Skånska Makadamfabriken AB	(G	Kvidinge (3:e ggn)	49	37	995	0,21	0,19)
		(S	Kvidinge (3:e ggn)	105	66	984	0,31	0,33)
		(M	Astorp (3:e ggn)	103	57	1025	0,31	0,29)
ÄLMHULT	E W Johansson AB	G	Strömsnäsbruk	52	41	903	0,21	0,21
		S	Strömsnäsbruk	68	42	925	0,23	0,21

Forts Tabell 3:6

Ort	Betongfabrik	Typ	Fyndighet	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
ÄLVSBY	Br Lindroth Betong	G	Nystrand	44	49	969	0,21	0,25
		S + M	Nystrand	65	51	870	0,23	0,26
ÖREBRO	Ekebro AB	G	Blackstahyttan, Frösvidal	73	60	611	0,23	0,30
		S	Blackstahyttan, Frösvidal	103	60	599	0,27	0,30
ÖRNSKÖLDSVIK	ABV-Vägförbättringar AB	G	Hällén	57	48	925	0,22	0,24
		S	Hällén	100	51	781	0,27	0,26
"	Kroksta Bruk och Betong, Gullänget	G	Gerdal, Örnsköldsvik	40	46	847	0,19	0,23
		S + M	Gerdal, Örnsköldsvik	74	51	703	0,23	0,26
ÖSTERSUND	Jämt-Betong AB	G	Mörtån, Stugun	53	39	733	0,19	0,20
		G	Binnån, Gällö	48	27	766	0,17	0,14
		S	Mörtån, Stugun	58	41	633	0,19	0,21
ÖSTHAMMAR	HB Östhammarsbetong	G	Marka, Östhammar	44	39	714	0,17	0,20
		S	Marka, Östhammar	89	50	799	0,26	0,25

Forts Tabell 3:6

Mätdatum	Sort	Ort och leverantör	Antal prover	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
				Bq kg ⁻¹				
Sept 1962	G	Jehander		60	35	913	0,21	0,18
Sept 1962	G	Underås		84	44	915	0,26	0,22
Sept 1962	S	Jehander		94	43	825	0,26	0,22
Sept 1962	S	Underås		71	39	855	0,23	0,20
Sept 1962	S	Jordbro		94	33	859	0,25	0,17
Sept 1962	S	Riksten		133	31	1018	0,32	0,16
Sept 1962	S	Älta		137	35	1013	0,33	0,18
Sept 1971	G	Sätertorp		102	56	962	0,30	0,28
Sept 1971	S	"		118	47	884	0,30	0,24
Sept 1971	G	Malmbym		76	46	858	0,24	0,23
Sept 1971	S	"		128	51	873	0,32	0,26
Sept 1971	G	Åsby		90	68	947	0,29	0,34
Sept 1971	S	"		127	61	832	0,33	0,31
Sept 1971	G	Kjulaås		88	60	914	0,28	0,30
Sept 1971	S	"		145	63	984	0,37	0,32
Sept 1971	G	Gyllengahm		60	43	799	0,21	0,22
Sept 1971	S	"		104	53	818	0,28	0,27
Apr 1973	G	Sperlingsholm, Sydsten AB, Halmstad	4	29	15	894	0,15	0,08
Medelvärde för 327 prover av ballast för betongtillverkn				73	48	819	0,23	0,24
"	"	157 grusprover		56	44	820	0,21	0,22
"	"	113 singelprover		89	52	821	0,26	0,26
"	"	57 makadamprover		86	52	814	0,26	0,26

Forts Tabell 3:6

	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
	Bq kg ⁻¹				
Medianvärde för 327 prover av ballast för betongtillverkning	66	46	829	0,23	0,23
" " 157 grusprover	51	41	829	0,20	0,21
" " 113 singelprover	86	51	818	0,26	0,26
" " 57 makadamprover	74	47	833	0,24	0,24
för 327 ballastprover är:					
lägsta värdet	3	7	137	0,02	0,04
högsta värdet	463	167	1317	0,74	0,84
därav: för 157 grusprover är:					
lägsta värdet	21	15	180	0,10	0,08
högsta värdet	463	78	1206	0,74	0,39
för 113 singelprover är:					
lägsta värdet	29	22	311	0,10	0,11
högsta värdet	178	99	1199	0,43	0,50
för 57 makadamprover är:					
lägsta värdet	3	7	137	0,02	0,04
högsta värdet	283	167	1317	0,68	0,84

Efterkommentar De första 306 proverna mättes vid en landsomfattande undersökning 1975-1976. De 21 prover som mättes före 1975 har ett medelvärde för ^{232}Th som är 21 % större än motsvarande för de 306 senare, för ^{226}Ra var medelvärdet 15 % mindre och för ^{40}K 10 % högre. Olika urvalskriterier för de båda grupperna har använts, varför den statistiska signifikansen i skillnaderna inte kan bedömas. För medelvärdena från den representativa urvalsundersökningen om 306 prover hänvisas till Ha78.

Tabell 3:7 Särskild ballast för betongtillverkning

Kommentar I denna tabell redovisas ballastmaterial som används i huvudsak för strålskyddsändamål samt när lågaktiva rum konstrueras.

Mätdatum	Material	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_γ	m_{Ra}
		———— Bq kg ⁻¹ ————				
Okt 1962	Järnmalm, Grängesberg	34	34	55	0,09	0,17
Okt 1962	" Kiruna	141	7	47	0,21	0,04
Okt 1962	Hoforsit	<2	<1	4	<0,004	<0,005
Juli 1974	H D Olivin, Norge	<0,4	<0,4	9	<0,002	<0,002
Sept 1974	Kalksten, Boda	7	3	74	0,02	0,02
Sept 1974	Dolomitsten, Sala	3	3	5	0,008	0,02
Jan 1975	Norrdal Olivin, Norge	<0,4	<0,4	<1	<0,001	<0,002
Nov 1979	Kiseldioxid	<4	9	91	<0,02	0,05

3.8 Gasbetong

Kommentar Gasbetong tillverkas av en blandning av bränd kalk, cement och finmalet kiselsyrehaltigt material som högtryckånghärdas. Porositeten uppkommer som en följd av vätgasutveckling när kalkvatten och aluminiumpulver reagerar.

Sandbaserad gasbetong har malen sandsten/sand som ballast.

Gasbetong med någon alunskiffer från Falköping och Uddagården 1975 - 1979 använde malen sand och en mindre del skifferaska som ballast.

Alunskifferbaserad gasbetong 1929 - 1975 hade skifferaska som ballast. Alunskiffern innehåller bl a små mängder uran och kolväten. De senare används som energikälla vid bränning av den kalk som ingår i materialet. Därvid bildas samtidigt skifferaskan som är kiselsyrehaltig.

Det bör observeras, som framgår av tabellerna, att den sandbaserade gasbetongen (Siporex och vit ytong) i huvudsak har ett måttligt radiuminnehåll medan gasbetong med någon alunskiffer och alunskifferbaserad gasbetong (grå resp blå ytong) har förhöjda radiumhalter, särskilt den senare.

Tabell 3:8.1. Sandbaserad gasbetong. Siporex och vit ytong

Frågetecken (?) anger osäkerhet om provets benämning.

Mätdatum	Fabrik	Antal prover	^{232}Th _____	^{226}Ra Bq	^{40}K kg ⁻¹ _____	m_{Y}	m_{Ra}
Okt 1962	Siporex, Gävle		124	40	353	0,25	0,20
Okt 1962	Siporex, Södertälje		105	35	359	0,22	0,18
Mars 1973	Siporex, Södertälje	3	81	118	459	0,28	0,59
Mars 1973	Siporex, Dalby	8	17	14	251	0,06	0,07
Mars 1973	Vit ytong	3	10	14	56	0,03	0,07
Nov 1973	Vit ytong, Skelleftehamn		75	101	440	0,25	0,51
Nov 1973	Vit ytong		12	17	62	0,04	0,09
Maj 1973	Siporex, Södertälje	2	85	132	475	0,30	0,66
Maj 1973	(?) Skelleftehamn	2	157	80	505	0,35	0,40
Nov 1974	Gamla prov från 1938-40	2	24	22	287	0,08	0,11
Juli 1976	Kvarntorp		5	13	33	0,02	0,07
Juli 1976	Hällabrottet		6	8	33	0,02	0,04
Sept 1976	Vit ytong		11	3	44	0,02	0,02
Nov 1976	(?)		4	11	21	0,02	0,06
Jan 1977	Hällabrottet		11	7	26	0,03	0,04
Sept 1979	Uddagården, Falköping	3	14	22	376	0,08	0,11
Sept 1979	NY-fabr Skelleftehamn		137	59	282	0,28	0,30
Sept 1979	" "		109	60	378	0,25	0,30
Sept 1979	" "		59	67	360	0,19	0,34
Sept 1979	" "		126	58	325	0,27	0,29

Forts Tabell 3:8.1. Sandbaserad gasbetong. Siporex och vit ytong

Mätdatum	Fabrik	Antal prover	^{232}Th —— Bq	^{226}Ra kg ⁻¹	^{40}K ——	m_{Y}	m_{Ra}
	Medelvärde för 36 prover		49	42	276	0,14	0,21
	Medianvärde		19	22	284	0,08	0,11
	Lägsta värde		4	3	21	0,02	0,02
	Högsta värde		157	132	505	0,35	0,66

Tabell 3:8.2. Gasbetong med någon alunskiffer från Falköping och Uddagården, produktion 1975 - 1979

Mätdatum	Fabrik	Antal prover	^{232}Th —— Bq	^{226}Ra kg ⁻¹	^{40}K ——	m_{Y}	m_{Ra}
Sept 1974	Falköping	3	28	333	534	0,43	1,67
Juli 1976	Uddagården	2	27	483	494	0,57	2,42
Aug 1976	Falköping		34	377	496	0,48	1,89
Nov 1976	Falköping		37	551	488	0,65	2,76
Jan 1977	Uddagården		36	559	548	0,67	2,80
Sept 1977	Uddagården		27	511	503	0,60	2,56
Feb 1979	Uddagården, Falköping		34	546	566	0,65	2,73
Feb 1979	" "		24	465	445	0,54	2,33
Feb 1979	" "		29	284	498	0,38	1,42
Maj 1979	Falköping		39	272	450	0,37	1,36
	Medelvärde för 13 prover		31	425	506	0,52	2,13
	Medianvärde		30	465	498	0,54	2,33
	Lägsta värde		24	272	445	0,37	1,36
	Högsta värde		39	559	566	0,67	2,80

3:8.3 Alunskifferbaserad gasbetong, produktion 1929 - 1975

Tabell 3:8.3.1. Falköping

Mätdatum	Prov uttaget av	Antal prover	^{232}Th ——	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ——	m_{γ}	m_{Ra}
Okt 1962	-		19	1565	637	1,66	7,83
Jan 1973	Producenten mars 1972 - dec 1972	10	78	2124	977	2,33	10,62
Jan 1973	Statens provningsanstalt (SP)	6	59	2377	904	2,55	11,89
Nov 1973	SP		80	2427	925	2,63	12,14
	Medelvärde för 18 prover		69	2194	931	2,38	10,97
	Medianvärde		72	2183	933	2,37	10,92
	Lägsta värde		19	1565	637	1,66	7,83
	Högsta värde		96	2516	1110	2,76	12,58

Tabell 3:8.3.2. Hällabrottet

Mätdatum	Prov uttaget av	Antal prover	^{232}Th ——	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ——	m_{γ}	m_{Ra}
Jan 1973	Producenten maj 1969 - dec 1972	10	66	1262	788	1,44	6,31
Jan 1973	SP	3	73	1500	747	1,68	7,50
Nov 1973	SP		86	1484	725	1,68	7,42
	Medelvärde för 14 prover		69	1329	775	1,51	6,64
	Medianvärde		72	1258	777	1,44	6,29
	Lägsta värde		33	1073	666	1,19	5,37
	Högsta värde		81	1961	888	2,17	9,81

Tabell 3:8.3.3. Uddagården

Mätdatum	Prov uttaget av	Antal prover	^{232}Th ———	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ———	m_{Y}	m_{Ra}
Jan 1973	SP	10	59	2376	900	2,55	11,88
Nov 1973	SP		67	2305	784	2,48	11,53
Mars 1976	?	2	65	1437	699	1,60	7,19
	Medelvärde för 13 prover		61	2226	860	2,40	11,13
	Medianvärde		63	2361	858	2,53	11,81
	Lägsta värde		44	1395	610	1,52	6,98
	Högsta värde		74	2627	1036	2,84	13,14

Tabell 3:8.3.4. Övriga alunskifferbaserade prover

Mätdatum	Fabrik	Antal prover	^{232}Th ———	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ———	m_{Y}	m_{Ra}
Maj 1963	Öland, Grönhögen		74	788	1066	1,00	3,94
Okt 1973, mars 1974	Durox från 1969	2	90	1523	812	1,73	7,62
Okt 1973	Ospecc	4	56	1993	882	2,16	9,97
Jan 1974	Ospecc	2	72	1212	746	1,39	6,06
Dec 1974	Ospecc	5	52	1517	814	1,67	7,59
Apr 1975	Ospecc från 1950 talet		57	1132	666	1,28	5,66
	Medelvärde för 15 prover		63	1530	830	1,70	7,65
	Medianvärde		64	1425	798	1,61	7,13
			^{232}Th ———	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ———	m_{Y}	m_{Ra}
	Medelvärdet för samtliga 60 prover av alunskifferbaserad gasbetong blir:		66	1833	854	2,01	9,16
	Medianvärde		67	2054	851	2,26	10,27

Tabell 3:8.4

Produktion av skifferbaserad gasbetong (blå lättbetong) i Sverige samt radiumhalten i prover tagna 1953 och 1973.

Fabrik	Driftsperiod	Producerad mängd t_{30} m 1970 (m^3)	Typ av produkt	Radium i prover (Bq/kg)		m_{Ra}	
				1953	1973	1953	1973
Borensberg	1936 - 1968	$1,56 \cdot 10^6$	mellan- väggar	1200	-	6,0	-
Yxhult N:a	1929 - 1959	1,38	armerat golvbj.	1600	-	8,0	-
" K	1960 -	(sandbaserad gasbetong)		-	15	-	0,08
" S:a	1947 - 1975	4,9	armerat golvbj.	1250	1350	6,25	6,75
Falköping	1930 - 1974	0,69	oarmerade produkter	1900	2300	9,5	11,5
"	1975 - 1979	(sandbaserad gasbetong)					
Uddagården	1955 - 1974	3,41	oarmerade produkter	-	2400	-	12,0
Grönhögen (Öland)	1943 - 1972	3,96		670	-	3,35	-
Skövde/ Durox	1929 - - 1968	3,0	alla typer	-	1500	-	7,5

Tabell 3:9 Cellex

Kommentar Cellex blandas av 54 % cement, 9 % kvartsmjöl, ca 37 % vatten och en emulsion. Materialets densitet är ca 300 kg m^{-3} . Cellex användes bl a som isolerings- och fyllnadsmaterial i och på mark, ett specifikt användningsområde är platta på mark.

Mätdatum	Ort	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg^{-1}				
April 1978	Norrköping	14	9	138	0,04	0,05
April 1978	"	28	11	202	0,07	0,06

3:10 Gipsplattor

Kommentar Plattorna tillverkas av gips, stärkelse, skyddskolloider, vatten, skummedel och papper. Biproduktsgips kan erhållas ur avfallet från fosfatindustrin.

Tabell 3:10.1. Naturgips

Mätdatum	Ort(namn)	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg^{-1}				
Feb 1973	Polen	5	7	37	0,02	0,04
Juli 1973	Finland	12	9	68	0,03	0,05
Jan 1974	Gipsi (1962)	<1	2	50	<0,01	0,01
Feb 1974	" (1973)	<1	3	23	<0,01	0,02
Feb 1974	Gyproc (1973)	<1	2	<3	<0,004	0,01
April 1975	Gyproc (1974)	<4	4	13	<0,01	0,02
Feb 1977	Varberg	7	7	41	0,02	0,04
Feb 1977	Bålsta	<7	<4	15	<0,02	<0,02
	Medelvärde	4	4	28	0,01	0,02

Tabell 3:10.2. Biproduktsgips

Mätdatum	Ort(namn)	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg^{-1}				
Maj 1973	Helsingborg, Boliden	62	15	16	0,11	0,08
Dec 1974	Gyproc 75 % kemigips	65	27	38	0,12	0,14
Aug 1982	Gyproc, Varberg syntetiskt Bolidengips	38	24	17	0,08	0,12
	Medelvärde	55	22	24	0,10	0,11

Tabell 3:11. Lerklinker

Kommentar Lerklinker fås genom sintring av lera som gjorts porös med jäsmedel.

Mätdatum	Beteckning	Antal prover	^{232}Th ————	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ————	m_{γ}	m_{Ra}
Sept 1974	Gullätt	3	161	137	1041	0,47	0,69
Sept 1974	Leca	2	184	189	1093	0,56	0,95
Maj 1979	Leca		169	184	929	0,52	0,92
Medelvärde 6 prover			170	162	1040	0,51	0,82

Tabell 3:12. Lerklinkerblock

Kommentar Lerklinkerblock är betongblock med lerklinker och ev något sand som ballastmaterial.

Mätdatum	Beteckning	^{232}Th ————	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ————	m_{γ}	m_{Ra}
Nov 1973	Lecablock	96	87	707	0,29	0,44
Maj 1979	Lecablock, Bjärträ	93	85	700	0,29	0,43
Maj 1979	" Lingham	149	166	759	0,45	0,83
Maj 1979	" Gråbo	114	143	767	0,38	0,72
Medelvärde		113	120	733	0,35	0,61

Tabell 3:13. Isoleringsmaterial

Mätdatum	Beteckning	^{232}Th ————	^{226}Ra Bq kg ⁻¹	^{40}K ————	m_{γ}	m_{Ra}
Nov 1973, april 1975	Stenull 2 prover	19	18	239	0,07	0,09
Nov 1973	Glasull	14	13	297	0,06	0,07
Nov 1973	Skumplast, Frigolit	<59	<30	<110	<0,13	<0,15
Nov 1973	" ospec	<19	<7	<33	<0,04	<0,04
Medelvärde 5 prover		26	17	184	0,07	0,09

Tabell 3:14. Fasadmateriel

Mätdatum	Beteckning	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg ⁻¹				
Okt 1975	Coloroc	3	4	17	0,01	0,02
Nov 1975	Eternit	16	11	26	0,04	0,06

Tabell 3:15. Innertak

Mätdatum	Beteckning	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg ⁻¹				
Feb 1974	Ecophon ljudabs.	51	34	101	0,12	0,17

Tabell 3:16. Murbruk och putser

Kommentar Murbruk och putser består av cement och ett oftast finfördelat ballastmaterial

Mätdatum	Beteckning	Antal prover	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
			Bq kg ⁻¹				
Feb 1963	Oaxen KC 21/4 puts och murbruk	2	54	23	663	0,17	0,12
April 1963	Hoforsitputs	2	7	3	27	0,02	0,02
Sept 1974	Gullex, lättbruk murbruk och puts	4	134	111	882	0,39	0,56
Feb 1978	Mexibruk, Intong AB Falköping		3	6	29	0,01	0,03
Juni 1978	Tunnfogsbruk, ytong och grund	2	27	25	384	0,10	0,13

Tabell 3:17. Slagg

Mätdatum	Beteckning	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
		Bq kg ⁻¹				
Juni 1978	Masugnsslagg, Oxelösund	114	151	160	0,33	0,76
Juli 1978	Slaggpellets, Luleå	182	84	121	0,36	0,42
	Medelvärde	148	118	141	0,35	0,59

4. Sammanfattning

I tabellen nedan sammanfattas de olika byggmaterialgruppernas medel-, min- och maxvärden.

Tabell 4

Material	Antal prover		^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{γ}	m_{Ra}
			Bq kg ⁻¹				
Tegel	35	medelvärde	116	98	888	0,35	0,49
		minvärde	71	40	548	0,23	0,20
		maxvärde	180	164	1 108	0,53	0,82
Kalksandsten	3	medelvärde	7	10	162	0,04	0,05
		minvärde	4	7	22	0,02	0,04
		maxvärde	10	15	440	0,07	0,08
Betong	19	medelvärde	74	46	714	0,22	0,23
		minvärde	46	31	573	0,17	0,16
		maxvärde	127	63	932	0,33	0,32
Betong med särskild ballast	7	medelvärde	anges ej eftersom gruppen är inhomogen				
		minvärde	3	3	20	0,01	0,02
		maxvärde	32	26	68	0,08	0,13
Cement	20	medelvärde	41	44	235	0,13	0,22
		minvärde	24	21	21	0,07	0,11
		maxvärde	92	168	378	0,27	0,84
Ballast	327	medelvärde	73	48	819	0,23	0,24
		minvärde	3	7	137	0,02	0,04
		maxvärde	463	167	1 317	0,74	0,84
varav							
Grus	157	medelvärde	56	44	820	0,21	0,22
		minvärde	21	15	180	0,10	0,08
		maxvärde	463	78	1 206	0,74	0,39
varav							
Singel	113	medelvärde	89	52	821	0,26	0,26
		minvärde	29	22	311	0,10	0,11
		maxvärde	178	99	1 199	0,43	0,50
varav							
Makadam	57	medelvärde	86	52	814	0,26	0,26
		minvärde	3	7	137	0,02	0,04
		maxvärde	283	167	1 317	0,68	0,84
Särskild ballast; se tabell 3:7, presenteras ej här ty gruppen är inhomogen							
Sandbaserad gasbetong	36	medelvärde	49	42	276	0,14	0,21
		minvärde	4	3	21	0,02	0,02
		maxvärde	157	132	505	0,35	0,66
Gasbetong med någon alunskiffer	13	medelvärde	31	425	506	0,52	2,13
		minvärde	24	272	445	0,37	1,36
		maxvärde	39	559	566	0,67	2,80

Forts Tabell 4

Material	Antal prover		^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	m_{Y}	m_{Ra}
			Bq kg ⁻¹				
Alunskifferbaserad gasbetong	60	medelvärde	66	1 833	854	2,01	9,16
		minvärde	19	788	610	1,0	3,94
		maxvärde	96	2 627	1 110	2,84	13,14
varav							
dito Falköping	18	medelvärde	69	2 194	931	2,38	10,97
		minvärde	19	1 565	637	1,66	7,83
		maxvärde	96	2 516	1 110	2,76	12,58
varav							
dito Hällabrottet	14	medelvärde	69	1 329	775	1,51	6,64
		minvärde	33	1 073	666	1,19	5,37
		maxvärde	81	1 961	888	2,17	9,81
varav							
dito Uddagården	13	medelvärde	61	2 226	860	2,40	11,13
		minvärde	44	1 395	610	1,52	6,98
		maxvärde	74	2 627	1 036	2,84	13,14
varav							
dito övriga fabr	15	medelvärde	63	1 530	830	1,70	7,65
Cellex	2	medelvärde	21	10	170	0,06	0,06
Gipsplattor naturgips	8	medelvärde	4	4	28	0,01	0,02
		minvärde	<1	2	<3	<0,004	0,01
		maxvärde	12	9	68	0,03	0,05
Gipsplattor biproduktsgips	3	medelvärde	55	22	24	0,10	0,11
Lerklinker	6	medelvärde	170	162	1 040	0,51	0,82
		minvärde	161	137	929	0,47	0,69
		maxvärde	184	189	1 093	0,56	0,95
Lerklinkerblock	4	medelvärde	113	120	733	0,35	0,61
Isoleringsmaterial	5	medelvärde	26	17	184	0,07	0,09
Fasadmaterial	2	medelvärde	10	8	22	0,03	0,04
Innertak	1		51	34	101	0,12	0,17
Murbruk och puts	11	medelvärde	anges ej eftersom gruppen är inhomogen				
		minvärde	3	3	27	0,01	0,02
		maxvärde	134	111	882	0,39	0,56
Slagg	2	medelvärde	148	118	141	0,35	0,59

Som jämförelse visas nedan de radiumgammaekvivalenta halter¹⁾ som mättes i byggnadsmaterial under 50-talet av Hultqvist (Hu56).

Mätning 1950-talet

Material	Antal prover	²²⁶ Ra ekvivalent					
		Bq kg ⁻¹			m _{Ra}		
		Medel- värde	Högsta värde	Lägsta värde	Medelv- värde	Högsta värde	Lägsta värde
Tegel	109	136	224	52	0,68	1,12	0,26
Betong (utan alunskiffer)	23	78	116	29	0,39	0,58	0,15
Skifferbaserad lättbetong	29	724	1294	259	3,62	6,47	1,30
Cement	10	48	102	31	0,24	0,51	0,16
Kalk	4	11	29	1,7	0,06	0,15	0,009
Trä	1	<1,7	-		<0,009		

1) Radiumgammaekvivalent användes som storhet när en jonisationskammare kalibreras med ett ²²⁶Ra preparat. Vid mätning av ett prov kan man inte särskilja jonisationen som orsakas av ²³²Th, ⁴⁰K och ²²⁶Ra utan summan av jonisationen jämförs med kalibreringspreparatet.

Ommätning 1973 av alunskifferbaserad lättbetong

Fabrik	Antal prover	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	m _γ	m _{Ra}
		Bq kg ⁻¹				
N:a fabr Hällabrottet från 50-talet	5	80	1600	759	1,79	8,00
S:a fabr Hällabrottet från 50-talet	5	68	1243	710	1,41	6,22
Borensberg från 50-talet	6	70	1221	792	1,40	6,11
Grönhögen från 50-talet	6	86	654	989	0,88	3,27
Svenska Celltong AB Falköping från 50-talet	5	85	1883	818	2,09	9,42
Medelvärde för 27 prover		78	1292	819	1,49	6,46
Medianvärde		81	1277	799	1,47	6,39
En udda ommätning gjordes 1975						
Skövde gasbetong 50-talet		122	2416	1129	2,70	12,08

Kommentar 2 prover saknades vid ommätningen. Som synes blir radiumhalterna betydligt större vid ommätningen.

6 Referenser

- Ha78 Hagberg, N och Möre, H. Aktivitetshalt i ballastmaterial för betongtillverkning i Sverige. Statens strålskyddsinstitut, Box 60204, 104 01 Stockholm, rapport SSI:1978-029.
- Hi83 Hildingson, O. Radon från naturgas och makadam. Statens provningsanstalt, teknisk rapport 1983:28.
- Hu56 Hultqvist, B. Studies on naturally occurring ionizing radiations. Kungl svenska vetenskapsakademiens handlingar, fjärde serien, band 6, Nr 3 1956.
- ICRP84 ICRP publication 39. Principles for limiting exposure of the public to natural sources of radiation, Annals of the ICRP, volume 14, No 1 1984.
- SBN80 Svensk byggnorm 1980, Statens planverk PFS1980:1.

I detta appendix visas fördelningen av m_Y och m_{Ra} för huvudgrupperna av byggmaterial.

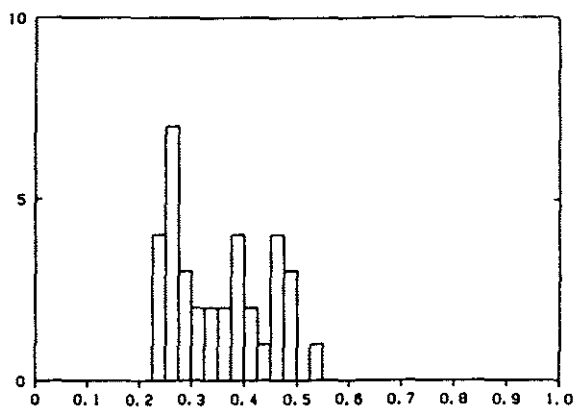


Fig 1a. m_Y för 35 tegelprover

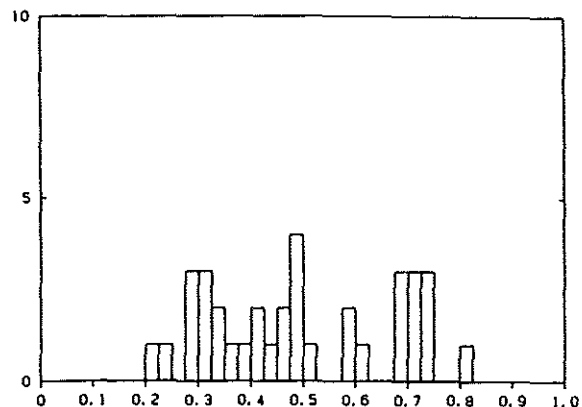


Fig 1b. m_{Ra} för 35 tegelprover

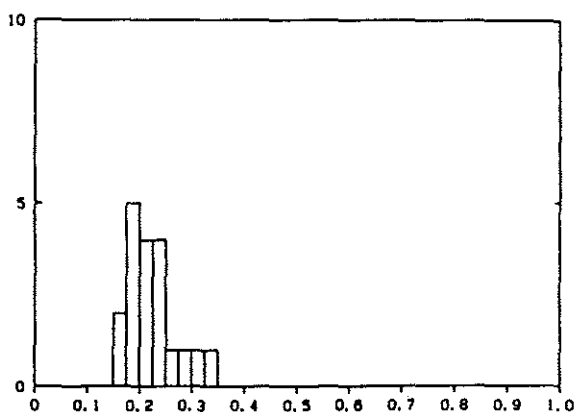


Fig 2a. m_Y för 19 betongprover

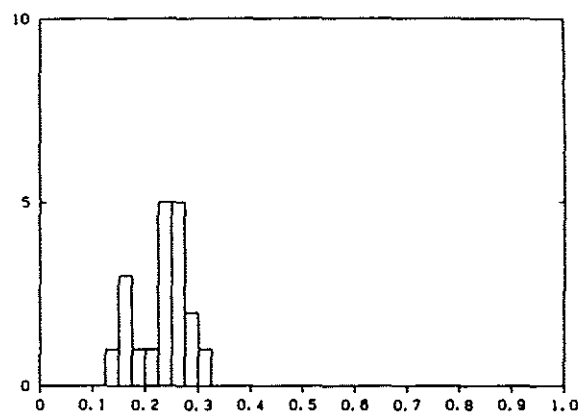


Fig 2b. m_{Ra} för 19 betongprover

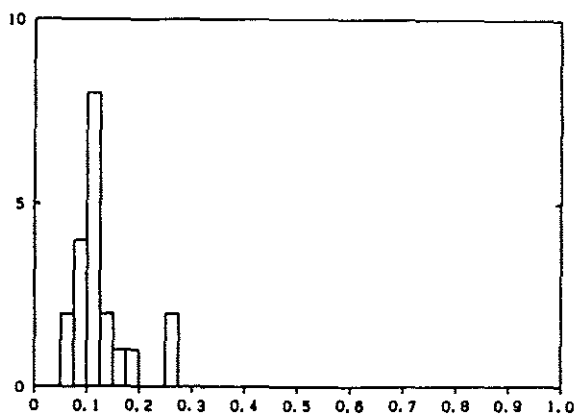


Fig 3a. m_Y för 20 cementprover

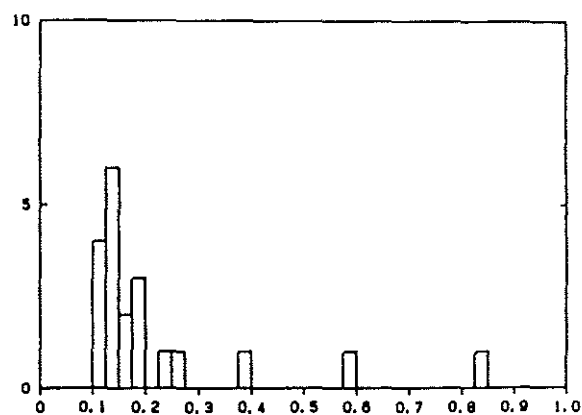
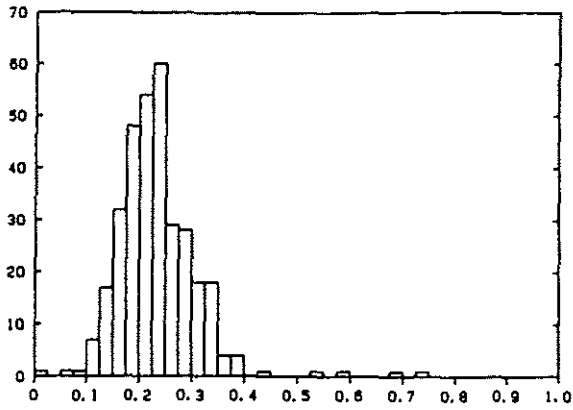
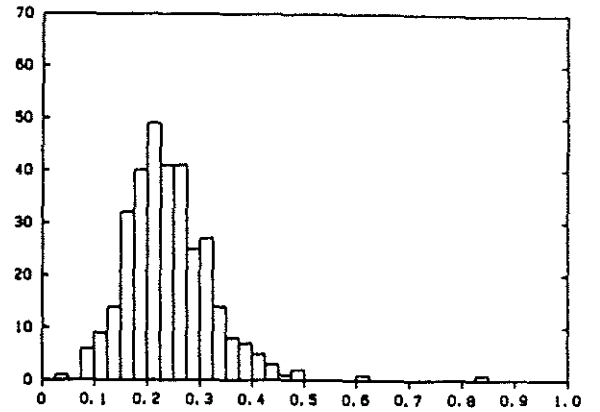
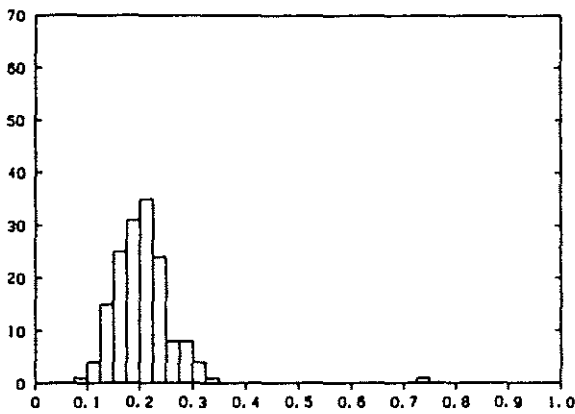
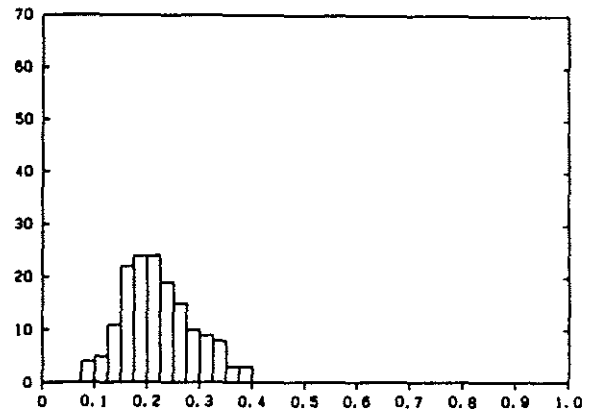
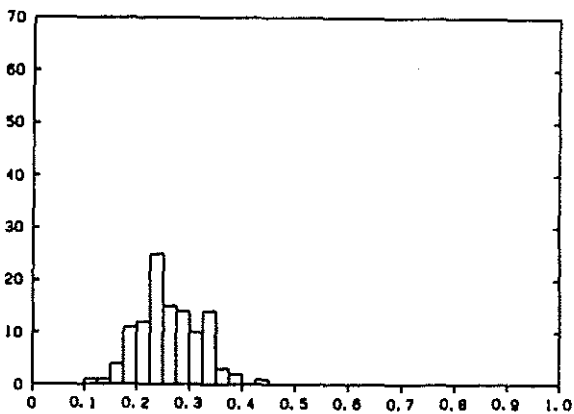
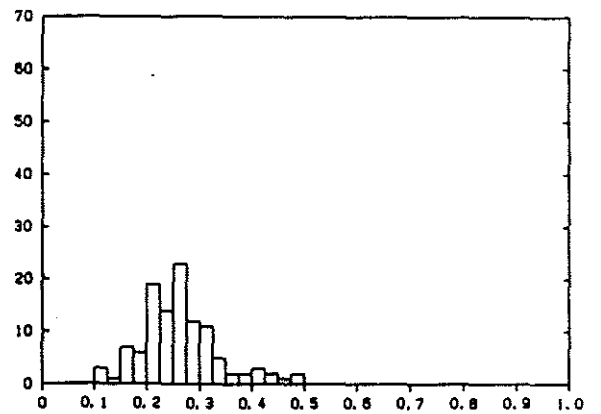
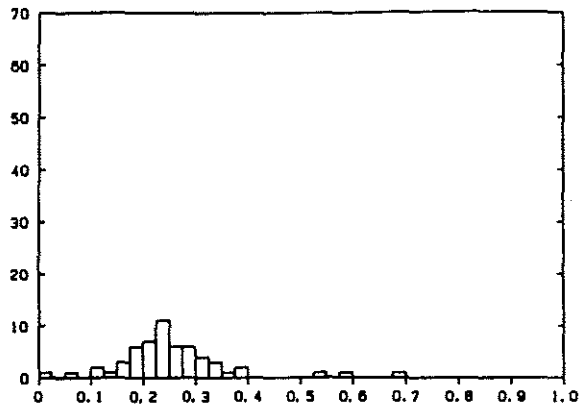
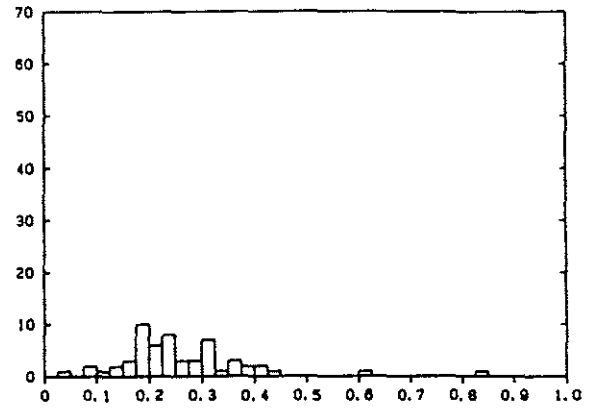
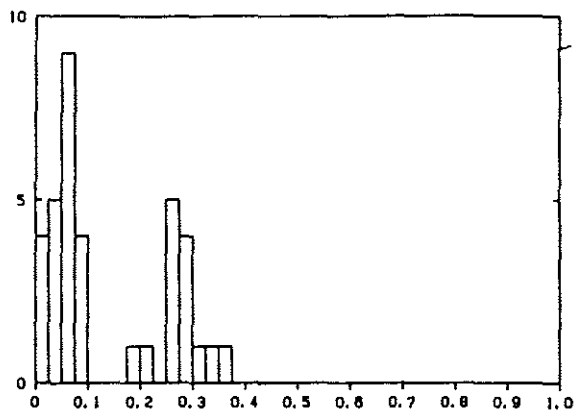
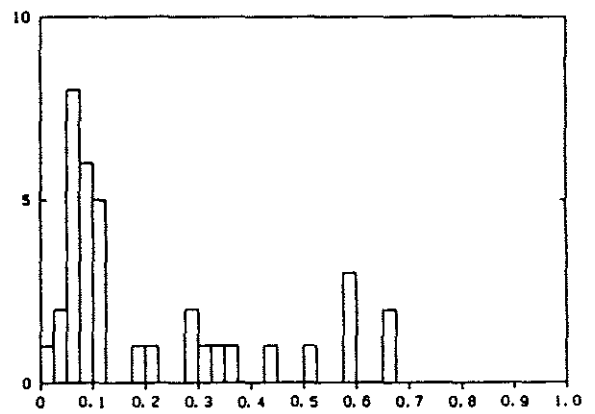
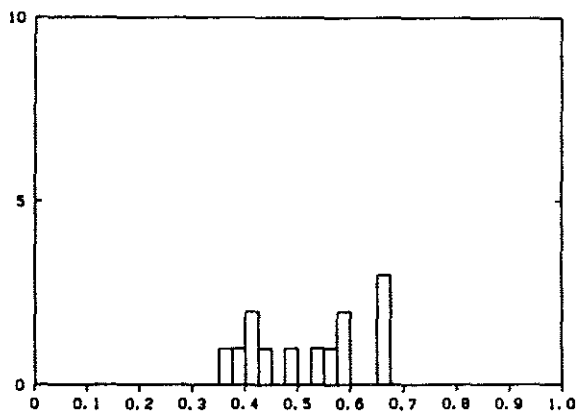
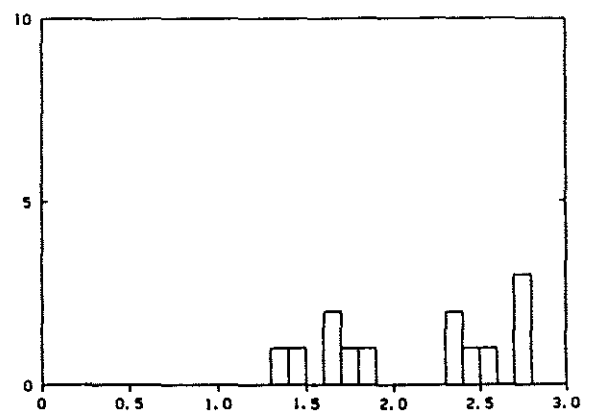


Fig 3b. m_{Ra} för 20 cementprover

Fig 4a. m_Y för 327 ballastproverFig 4b. m_{Ra} för 327 ballastproverFig 5a. m_Y för 157 grusproverFig 5b. m_{Ra} för 157 grusproverFig 6a. m_Y för 113 singelproverFig 6b. m_{Ra} för 113 singelprover

Fig 7a. m_Y för 57 makadamproverFig 7b. m_{Ra} för 57 makadamproverFig 8a. m_Y för 36 prover av sandbaserad gasbetongFig 8b. m_{Ra} för 36 prover av sandbaserad gasbetongFig 9a. m_Y för 13 prover av gasbetong med någon alunskifferFig 9b. m_{Ra} för 13 prover av gasbetong med någon alunskiffer

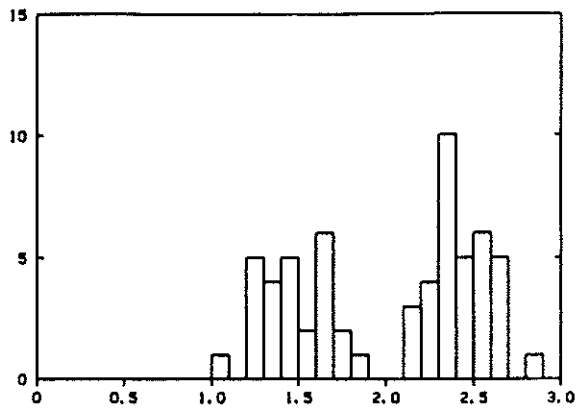


Fig 10a. m_y för 60 prover av alunskifferbaserad gasbetong

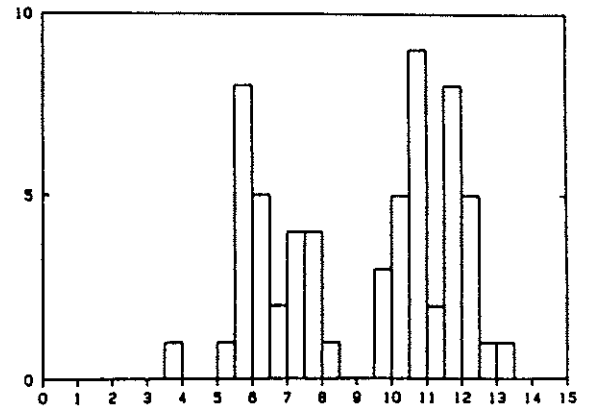


Fig 10b. m_{Ra} för 60 prover av alunskifferbaserad gasbetong

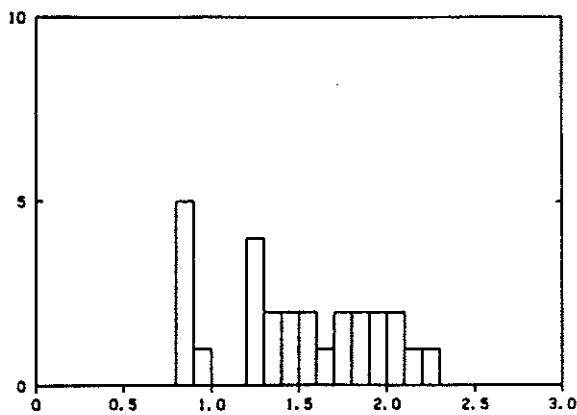


Fig 11a. m_y för 27 prover av alunskifferbaserad gasbetong från 1950-talet mätt 1973

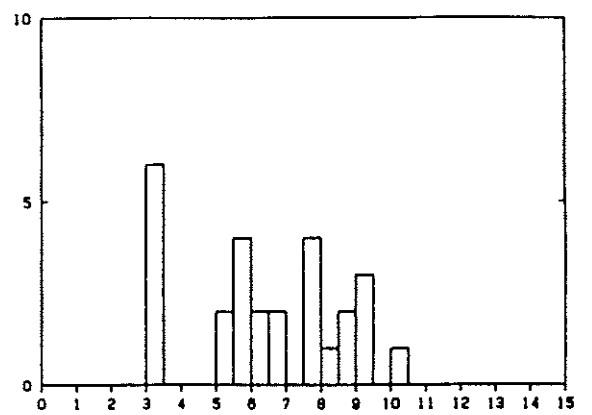


Fig 11b. m_{Ra} för 27 prover av alunskifferbaserad gasbetong från 1950-talet mätt 1973

ONOGGRANNHET VID BESTÄMNING AV ^{226}Ra I BALLASTPROVER

BAKGRUND

En landsomfattande undersökning av ballastmaterial utfördes 1975. Halten av naturligt förekommande radionuklider bestämdes i 306 prover. Mätningarna utfördes gammaspektrometriskt med en NaI detektor. Proverna fylldes i Marinellibägare utan hänsyn till deras fuktkvot och mätningen gjordes utan att invänta jämvikt. Vid utvärderingen gjordes ingen kompensering för bidraget från ^{40}K till ^{226}Ra fototoppen. Tidigare erfarenheter hade visat att dessa förenklingar av mätningarna kunde göras utan att felet blev oacceptabelt stora. Fuktkvotens inverkan hade dock inte undersökts systematiskt och därför har under 1982 ett försök gjorts att få underlag för en uppskattning av fuktkvotens inverkan på bestämningen av ^{226}Ra i ballastprover.

TEORI

Fukten i materialet inverkar vid direkt bestämning (då jämviktswärdet inte inväntas) av ^{226}Ra beroende på att radonexhalationen förändras med fuktkvoten. Den gammaspektrometriska mätningen sker på sönderfallsprodukten ^{214}Bi (radium C) till ^{222}Rn . Radonexhalationens storlek beror av var radiet befinner sig i bergartsstrukturen, dennes innehåll av sprickor och porer samt av mängden fukt i dessa hålrum. Vanligen låter man ett material som skall mätas med avseende på ^{226}Ra halten vara inneslutet i ett gastätt kärl ca tre veckor för att jämvikt skall bildas mellan radium och radon. Om inget radon skulle förmå lämna bergartsstrukturen fås samma resultat vid en direkt mätning av provet som vid en mätning tre veckor efter det att provet inneslutits. Eftersom radonet exhaleras fås en underskattning av ^{226}Ra halten vid en direktmätning. Underskattningen kan dock vara försumbar.

METOD

Våren 1982 valdes tre ballastprover från det material som undersöktes 1975: ett grus-, ett singel- och ett makadamprov. Dessa prov har efter torkning i 110 C° i 24 timmar förvarats i plasthinkar med lock i en tempererad lokal de senaste 6 åren.

Proverna mättes i torrt och fuktigt tillstånd och för båda tillstånden

gjordes en direkt mätning och en mätning efter tre veckors radontillväxt. Direktmätningen gjordes efter det att provet fyllts på en Marinellibehållare och locket skruvats på.

I det första försöket mättes proverna i sitt ursprungliga torra tillstånd med den fuktkvot de hade efter förvaringen, här kallat torrt tillstånd.

Det andra försöket började med att locket skruvades av från första försöket och proverna fick nå jämvikt med omgivningen under ca en vecka varefter de fuktades genom att en känd volym vatten hölls över provet. De fick stå öppet medan fukten skulle tränga in i bergartsstrukturen. Gruset behöll fukten även med öppet lock medan däremot singel och makadam torkade snabbt. Gruset fick stå fuktigt två dagar innan locket skruvades på och provet mättes. Det kan diskuteras om ett nytt fortvarighetstillstånd hann att inträda på två dagar. Singel- och makadamprovet fuktades varefter locket genast skruvades på varefter första mätningen omedelbart utfördes. Härigenom hann inte vattnet tränga in i strukturen när provmaterialet hade fri kontakt med omgivningen. Ett försök att kompensera bristerna gjordes i det tredje försöket genom att låta singel- och makadamprovet stå helt nedsänkta i vatten i en plasthink en vecka för att fukten skulle tränga in i strukturen. Proverna mättes 4000 sekunder och hänsyn togs vid beräkningarna till att fototopparna har breddats.

RESULTAT

^{226}Ra i grus

	1:a försöket (torrt)			2:a försöket (1,0 % fukt)		
	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg ⁻¹]	1σ [%]	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg ⁻¹]	1σ [%]
Direkt mätn	2	49,2	± 1,7	2	47,6	± 1,8
Efter 3 v tillväxt	2	56,8	± 1,5	2	54,6	± 1,6

Exhalationsfaktorn i procent beräknas genom att dra den mätta radiumhalten av den direkta mätningen från det mätta värdet efter tre veckors tillväxt, samt att denna skillnad divideras med radiumhalten efter tre veckors tillväxt. Exhalationsfaktorn beräknades för det torra provet till $13,3 \% \pm 2,3 \%$ (1σ i absoluta tal) och för det fuktiga provet till (1 % fukt) $12,8 \% \pm 2,4 \%$ (1σ). Med hänsyn taget till mät-onoggrannheten är exhalationen lika för det torra och det fuktiga provet.

Exhalationsfaktorns värde i procent är lika med hur mycket mindre ^{226}Ra halten blir när man mäter direkt istället för att vänta tills jämvikt mellan radium och radon hunnit inställa sig.

Endast det tillfälliga felet i medelvärdet (1σ) har angivits. De systematiska felen kan vara betydande. När samma prov mätts flera gånger har standardfelet i medelvärdet angivits.

^{226}Ra halt i singel

	1:a försöket (torrt)			2:a försöket (fuktigt)			3:e försöket (1,8 % fukt)		
	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]
Direkt mätn	2	31,7	$\pm 2,7$	1	32,6	$\pm 3,8$	4	36,6	$\pm 1,7$
Efter 3 v tillväxt	2	35,6	$\pm 2,5$	2	36,6	$\pm 2,4$	4	41,7	$\pm 1,5$

Exhalationsfaktorn fås i 1:a försöket till $11,0 \% \pm 3,8 \%$, i 2:a försöket till $10,9 \% \pm 4,4 \%$ och i 3:e försöket till $12,2 \% \pm 2,3 \%$.

I andra försöket är fuktkvoten i materialstrukturen okänd eftersom antagligen endast ytan hann bli fuktig före mätningen, vilket även gäller makadam i försök 2.

^{226}Ra halt i makadam

	1:a försöket (torrt)			2:a försöket (fuktigt)			3:e försöket (1,5 % fukt)		
	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]	Antal best av samma prov [st]	^{226}Ra [Bq kg^{-1}]	1σ [%]
Direkt mätn	2	20,7	$\pm 4,6$	1	25,4	$\pm 5,5$	4	32,8	$\pm 2,2$
Efter 3 v tillväxt	2	24,3	$\pm 4,0$	1	35,2	$\pm 4,1$	4	42,3	$\pm 1,8$

Exhalationsfaktorn fås i 1:a försöket till $14,8 \% \pm 6,2 \%$, i 2:a försöket till $27,8 \% \pm 7,0 \%$ och i 3:e försöket till $22,5 \% \pm 2,9 \%$.

DISKUSSION

Det är anmärkningsvärt att för singel och makadam ökar den uppmätta ^{226}Ra halten allteftersom försöken genomförs, särskilt gäller detta för försök 3 för singel och försök 2 och 3 för makadam. Detta leder till misstanke om instabilitet i mätapparaturen. Mellan första mätningen i försök 1 till sista i försök 3 har det förflutit ungefär 5 månader. Långa tider har provet haft fri kontakt med omgivande luft mellan försöksserierna. Bakgrunderna som mäts regelbundet har inte genomgått förändringar som ligger utanför området $-3\sigma_{bg} + X_m$, $X_m + 3\sigma_{bg}$ ($X_m =$ medelvärdet) under tiden undersökningarna utfördes. Detta antyder att det inte är apparaturen som drivit.

En annan indikation på att mätapparaturen är någorlunda stabil är att vid samtliga mätningar av gruset (8 mätningar) erhöles spridningen (s)¹⁾ till $1,5 \%$ för ^{232}Th och $1,1 \%$ för ^{40}K . Motsvarande värden för singel (15 mätningar) var $2,0 \%$ för ^{232}Th och $3,5 \%$ för ^{40}K . Slutligen erhöles för makadammet (14 mätningar) spridningen $8,1 \%$ för ^{232}Th och $3,1 \%$ för ^{40}K .

Skillnaden mellan mätning av materialet torrt eller fuktigt, direkt eller efter tre veckors tillväxt av radon är obetydlig vad avser förändringen av ^{232}Th och ^{40}K halten för grusmätningarna.

Vid mätning av singlet är ^{232}Th halterna väl samlade kring medelvärdet över alla mätningar medan däremot ^{40}K halten delar upp sig i två distinkta grupper. Den ena gruppen utgörs av försök 1 och 2, den andra gruppen av försök 3.

För makadammet gäller att ^{40}K halterna är någorlunda väl samlade kring medelvärdet medan ^{232}Th halten är mindre välsamlad.

En tänkbar orsak till att den mätta ^{226}Ra halten varierar mer än ^{232}Th och ^{40}K är att jämviktsvärdet är mycket känsligt för läckage hos mät-

1)
$$s = \left(\frac{\sum (x_i - x_m)^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

kärlet. Gummipackningen mellan lock och bottendel kan ha haft olika läckage vid de olika försöken.

När ^{226}Ra halten bestämdes första gången 1975 erhöles aktiviteterna

	^{226}Ra [Bq kg ⁻¹]	Räknestat. fel 1σ	Fuktkvot [%]
Grus	66,6	± 2,5 %	1,5
Singel	42,2	± 3,5 %	0
Makadam	40,0	± 3,9 %	0

1975 mättes proven 2 000 sek och 1982 4 000 sek. Värdena som erhöles 1975 är inte direkt jämförbara med de resultat som erhöles 1982 eftersom det kaliumbidrag som faller inom radiets utvärderingsenergiintervall inte borträknades då. Detta ger ett något för högt värde för radiumhalten. Proverna mättes direkt utan att vänta tre veckor tills fullständig jämvikt inträtt, vilket ger ett något för lågt värde för radiumhalten.

Om man vid 1975 års beräkning av radiumhalten subtraherar kaliets bidrag till radiumtoppen (1,76 MeV) blir ^{226}Ra halten:

	^{226}Ra [Bq kg ⁻¹]	Räknestat. fel 1σ	Fuktkvot [%]
Grus	47,8	± 3,6	1,5
Singel	27,2	± 5,6	0
Makadam	19,9	± 8,2	0

Dessa halter stämmer väl med de som uppmättes i 1:a försöket vid direktmätningen 1982. 1984 mättes grusprovet med HPGe utrustningen, varvid jämviktsvärdet för ^{226}Ra blev 63,1 Bq kg⁻¹ ± 1 % (räknestatistiskt fel 1σ) och med ett systematiskt fel som bedöms vara mindre än 5 %. Detta är 13 % större än jämviktsvärdet som mättes 1982 på NaI utrustningen, samtidigt är det 5 % mindre än det okorrigerade värdet från 1975. Exhalationsfaktorn är av samma storleksordning vid mätningarna 1982 och 1984. Således ger de okorrigerade värdena från 1975

ett felaktigt resultat, som dock kan ses som en acceptabel approximation av jämviktsvärdet enligt ovan. Hur stora felen blir för det enskilda ballastprovet är svårt att säga.

SLUTSATSER

Vid bestämning av radiumhalten i grusprover gör det enligt denna undersökning ingen skillnad om provet är torrt eller fuktigt, i båda fallen ger en direktbestämning av provet vid fuktkvoten 1 % en underskattning av ^{226}Ra halten med ca 13 % i förhållande till den halt som erhöles efter tre veckors tillväxt.

För singel vid fuktkvoten 2 % gäller samma förhållande som för grus. Här blev underskattningen ca 11 %.

Makadam i torrt tillstånd gav en underskattning om ca 15 %, i fuktigt tillstånd (fuktkvot 2%) blev underskattningen i ett försök (2) 28 % och i ett annat försök (3) 23 % i förhållande till den halt som erhöles efter tre veckors tillväxt i respektive försök. Osäkerheterna i de två sista värdena är så stora att skillnaden inte är statistiskt signifikant.

Litteraturreferenserna (Co81) och (Pe82) anger båda att exhalationsraten ökar för betong när fuktkvoten ökar inom intervallet 0 - 10 % fuktkvot.

Jämvikt bör inväntas vid bestämning av radiumhalt i makadamprover, när dessa är fuktiga enligt denna undersökning.

REFERENSER

- Co81 Collé, R, et al, Radon transport through and exhalation from building materials, p 55, NBS 1981.
- Pe82 Petterson, H, et al, Radonexhalation från byggnadsmaterial, sid 23, SP-RAPP 1982:32.

HITTILLS UTGIVNA SSI-rapport 1985

Rapport- nummer	Titel (undertitel)	Författare
01	Radon till bostäder	Miljölaboratoriet
04	Collective Doses from Recycling of Contaminated Scrap Metal	Curt Bergman Ragnar Boge
06	Hushållens innehav av beredskaps- broschyr och jodtabletter	Örjan Hultåker
07	Avveckling och friklassning av R1-reaktorn	Curt Bergman Bo Tage Holmberg
08	Radioaktiva ämnen i byggnadsmaterial	Hans Möre