



ITM-rapport 207

Uran i kalkprodukter – beräkning av belastningen på sjöar

Hans Borg och Teresia Wällstedt

Institutionen för tillämpad miljövetenskap

Department of Applied Environmental Science

Uran i kalkprodukter – beräkning av belastningen på sjöar

Hans Borg¹ och Teresia Wällstedt²

¹Institutionen för tillämpad miljövetenskap, ITM

²Institutionen för geologiska vetenskaper

Stockholms universitet

e-post: hans.borg@itm.su.se

ISSN 1103-341

Tryckeri: ITM, 2011-11-18

ISRN SU-ITM-R-207-SE

Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM)
Stockholms universitet
106 91 Stockholm

2011 11 18

Uran i kalkprodukter – beräkning av belastningen på sjöar

Hans Borg¹, Teresia Wällstedt²

**Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM)¹
Institutionen för geologiska vetenskaper²**

Stockholms universitet

**ITM-rapport 207
2011**

Bakgrund

I samband med revision av kalkningshandboken reviderades också gränsvärdena för metaller i kalkprodukter. Uran var dock inte aktuellt att ta med i denna revision (Ekvall et al. 2007). Efter detta har det föreslagits att man skulle kunna använda avfallsprodukter från vattenverk där höga uranhalter finns, för kalkning av sjöar. Förhöjda halter av uran har nu konstaterats i utfällningsgranuler av kalciumkarbonat från vattenverken i fr a Uppsala (Gränby och Bäcklösa), liksom från Skåne (Vomb och Bulltofta). De enstaka analyser som hittills gjorts visar på uranhalter på 8-14 mg/kg TS i produkterna från Uppsala, medan annan traditionellt använd kalk som regel har en till två tiopotenser lägre halter. Det finns alltså anledning att ta fram ett bättre underlag för att eventuellt utöka gränsvärdeslistan även med uran. Med anledning av detta har Havs- och vattenmyndigheten uppdragit åt ITM att utreda detta. Föreliggande rapport redovisar urandata i vatten och sediment från svenska sjöar och presenterar en beräkning av belastningen på sjöar vid eventuell användning av avfallsgranuler för kalkning.

Metodik

Data på uran i sediment och vatten i svenska sjöar, kalkade och okalkade, presenteras för att ge en bild av den naturliga variationen. Koncentrationer i sediment har tidigare rapporterats i Lithner och Holm 2003, och dessa data används här för att ge en bild av variationen i södra och norra Sverige i totalt 15 sjöar. Dessutom har metalldata från sedimentprofiler från fyra kalkade och en okalkad sjö, insamlade 2007, kompletterats med bestämning av uran i ytsediment och i djupare preindustriella nivåer. För att belysa variationen av urankoncentrationer i sjövattnen har vattenprover från åtta sjöar analyserats, fyra referenssjöar från miljöövervakningen och fyra kalkade sjöar från IKEU-programmet. I dessa program tas vattenprover för metallanalys månadsvis april – oktober, och vi har kompletterat de ordinarie analyserna med bestämning av uran i de 5-6 senaste månadernas prover från i år.

Data på urankoncentrationer i kalk som används för sjökalkning samt i utfällningsgranuler har tillhandahållits av Nordkalk AB (Matti Grönvall, Köping).

Urankoncentrationen i vatten och sediment har bestämts med ICP-MS (Thermo X-series II), i sediment efter syrauppslutning i HNO₃ 1+1 i stängda flaskor i autoklav (SS-EN-ISO 15587-2).

Beräkning av tillförd mängd uran till vatten och sediment vid användning av kalkprodukter med olika uranhalt har utförts på liknande sätt som vid revisionen av kalkningshandboken (Ekvall et al. 2007), då gränsvärdena för metaller reviderades. I likhet med i den tidigare rapporten har vi gjort beräkningarna utifrån en liten sjö med relativt hög avrinning och omsättningstid och höga doser. Dessa antaganden har gjorts för att ha en god säkerhetsmarginal.

Den teoretiska sjö vi har räknat på har följande egenskaper:

Sjöarea = 1 km²
 Sjöns volym: 7*10⁶ m³
 Avrinningsområdets area = 22 km²
 Areal specifik avrinning = 20 l/km² s
 Teoretisk omsättningstid < 1 år
 Volymdoser kalk: 18 resp 25 g/m³

Resultat

Uran i svenska sjöar

Urankoncentrationerna i vattenproverna från de åtta sjöarna presenteras i tabell 1. Temporalvariationen är obetydlig under perioden april t o m september, med standardavvikelse under 10%. Flertalet sjöar uppvisar medelhalter på 0,02-0,05 µg/l under perioden. Stensjön i Gävleborgs län uppvisar något avvikande högre värden, med en medelhalt på 0,11 µg/l. I detta begränsade datamaterial kan ingen skillnad noteras mellan okalkade och kalkade vatten.

Koncentrationen av uran i sediment från skogssjöar i Norrland provtagna 1997, var i ytsediment i genomsnitt 6,4±4,0 µg/g TS och i djupare nivåer 9,0±6,7 µg/g. I tio sjöar i södra Sverige var medelhalterna i ytsediment 5,2 ± 2,2 och i djupare nivåer 4,9 ± 2,5 µg/g TS (tabell 2-3) (Lithner & Holm, 2003). Variationen mellan sjöarna är relativt liten men några avvikande högre värden finns, t ex Lill Rensjön i Norrland med 14 µg/g i ytsediment och 22 i preindustriella nivåer. I S Sverige påträffades maximalt 8,6 µg/g i ytsediment och 9,9 i djupare skikt (Skäravattnet). Någon anrikning mot sedimentytan kunde inte konstateras.

Dessa data kompletterades således med sedimentprofiler från 2007 insamlade inom IKEU-projektet. Medelhalterna i ytsedimenten ligger här på 1,4 – 2,8 µg/g ts och i djupare nivåer på 1,2 – 3 µg/g ts. Variationen mellan sjöarna är relativt liten och det finns inte heller här någon tendens till anrikning mot sedimentytan, vilket alltså pekar på att det inte finns någon märkbar påverkan från antropogena föroreningar.

Ekotoxikologiska överväganden

Uppgifter om urans giftverkan på vattenlevande organismer är relativt sparsamma i litteraturen och de flesta baseras på akuttoxiska effekter, t ex dödlighet (LC₅₀, LC₂₀). En del uppgifter om subletala, kroniska effekter för kräftdjur finns dock. Reproduktionsskador (EC₂₅) registrerades vid 3 µg/l för *Ceriodaphnia dubia* (Pickett et al., 1993). För en del andra arter finns uppgifter om reproduktionsskador vid 15 – 50 µg/l (Hyne et al., 1993; Semaan et al., 2001; Riethmuller et al., 2001; Charles et al., 2002). Biologiska effekter av uran kan relateras delvis till aktiviteten av uranyljonen (UO₂²⁺), med vilken Ca²⁺ och Mg²⁺ konkurrerar om komplexbindningsställen på t ex gälmembran i vattenmiljön. Även UO₂OH⁺ kan bidra till toxiciteten, särskilt vid låg alkalinitet i vattnet (Riethmuller et al., 2001, Markich et al., 2000). Känsligheten för uran är därmed generellt högre hos djur och växter i mjuka vatten med låg alkalinitet, en

vattenkvalitet som dominerar i Sverige, särskilt i de områden som är föremål för kalkningsåtgärder.

Tillväxthämning, EC₂₅, för planktonalger (*Chlorella* sp) har konstaterats vid 14 – 80 µg/l med ökande hårdhet hos vattnet (Charles et al., 2002; Franklin et al., 2000).

Kunskapsunderlaget om effekter av uran i sediment, på bentiska organismer, är också relativt begränsat. Ett LC₂₀ på 15 µg/g ts rapporterades för kräftdjuret *Hyaella azteca* (BEAK International 1998). Eftersom det är en akuteffektnivå bör den förses med en säkerhetsfaktor vid tillämpning på naturliga miljöer. För fjädermygglarver (*Chironomus tentans*) har registrerats ökad kroppsbelastning och tillväxthämning efter 10 dagars exponering för 39 µg/l (NOEC) och 157 µg/l (LOEC). Vidare observerades tillväxthämningar på nästa generation, även om endast föräldragenerationen var exponerad för uran. Uran som ackumulerats i larvstadiet elimineras inte helt vid metamorfosen till adulta myggor. En viss transport av uran från vattenmiljön till terrester miljö kan därmed förväntas (Muscatello & Liber 2009).

Det finns i övrigt relativt få data och dessa är mycket divergerande, varför det är svårt att definiera en säker effektnivå för uran i sediment. ”I brist på bättre” har det föreslagits ett PNEC på 100 µg/g ts för sediment (Thompson et al., 2002; review av Sheppard et al., 2005, och referenser i denna).

Beräkning av urantillförseln till sjöar vid dosering av kalk med olika uranhalter

Belastning på vattenfasen

Här antas liksom i tidigare beräkningar (Ekvall et al, 2007) att 40% av all tillsatt kalk löser sig i hela vattenmassan.

Utifrån tre olika utgångspunkter kan vi definiera en högsta tillåten koncentration i vatten: 0,1, 0,2 och 3 µg/l. Dessa baseras på 1) en dubblering av medelhalterna av uran i sjövattnen enligt tab 1, 2) en dubblering av maximivärdet av uran i sjövattnet (tab. 1), samt 3) reproduktionsstörningar (EC₂₅) för kräftdjuret *Ceriodaphnia dubia*, vid 3 µg/l (Pickett et al., 1993, Sheppard et al., 2005). Bakgrundshalten av uran i svenska vatten idag ligger således runt 0,01-0,1, med medelvärde på 0,05 µg/l. Med hänsyn taget till denna har vi därför räknat på en acceptabel koncentrationsökning på 0,05, 0,1 respektive 3µg/l, för att uppnå högsta acceptabla haltnivå enligt ovan.

Belastning på sediment

För sediment antas, liksom tidigare (Ekvall et al, 2007), att 10 års kalkdoser fördelar sig i de översta 2 cm sedimentskiktet (medelsediment från IKEU-sjöar m a p densitet mm). I likhet med halter i vatten har vi definierat högsta tillåtna uppnådda koncentration i sediment; 6, 15 och 100 µg/g ts. Detta baseras på en dubblering av IKEU-sjöarnas koncentration (tab. 4), en dubblering av medelhalten i sjöarna i tab. 2-3 vilket sammanfaller med LC₂₀-värde för kräftdjuret *Hyaella azteca*, samt ett föreslaget översiktligt PNEC-värde för bentiska organismer i sediment (Sheppard et al., 2005).

Uranhalterna i svenska sjösediment ligger idag på 1,5-3 i IKEU-sjöarna och 5-6 $\mu\text{g/g}$ ts i sjöarna enligt tab 2. Med hänsyn till bakgrundshalten har vi därför räknat på en acceptabel koncentrationsökning på 3, 8 respektive 100 $\mu\text{g/g}$ ts, för att uppnå maximalt acceptabel nivå, enligt de tre alternativen ovan.

I nedanstående tabell visas resultatet av beräkningarna såsom högsta acceptabla urankoncentration i kalkprodukten, enligt de olika antagandena.

Antaganden	Högsta tillåtna uppnådda koncentration av uran	Vatten ($\mu\text{g/l}$)			Sediment ($\mu\text{g/g}$ ts)		
		0,1	0,2	3,0	6	15	100
Acceptabel U-halt i kalk vid olika volymdoser (mg/kg)	Volymdos 18 g/m^3	3,5	7,0	210	1,3	3,5	44
	Volymdos 25 g/m^3	2,5	5,0	152	1,0	2,5	32

Med hänsyn till att bakgrundshalterna i mjuka svenska vatten ligger på ca 0,05 $\mu\text{g/l}$ i medeltal och sällan överstiger 0,1 $\mu\text{g/l}$ bör alternativet med en högsta acceptabel uppnådd halt på 0,1 $\mu\text{g/l}$ användas i första hand. Detta innebär alltså en fördubbling av bakgrundshalten, vilket är analogt med angreppssättet för övriga metaller (Ekvall et al., 2007). Enligt beräkningen redovisad i tabellen ovan skulle detta ge en acceptabel koncentration av uran i en kalkprodukt för sjökalkning på maximalt 3,5 respektive 2,5 $\mu\text{g/g}$ för de två olika volymdoserna.

Beräkningarna utifrån belastningen på sediment ger en högsta acceptabel urankoncentration i kalk på 1 upp till 44 mg/kg, enligt de tre alternativen i tabellen ovan. Det högsta alternativet, baserat på en acceptabel halt av 100 mg/kg i sedimentet, grundar sig på ett osäkert underlag bestående av mycket divergerande testresultat. Resultaten baseras till stor del också på akuttester med dödlighet som endpoint. Vid tillämpning av dessa i mer naturliga omständigheter, med måttlig men mer långsiktig påverkan, bör man alltså införa en tillräcklig säkerhetsfaktor. Detta alternativ framstår som minst lämpligt.

Det andra alternativet, att tillåta 15 mg/kg i sedimentet, grundar sig på en fördubbling av medelnivån av uranhalterna i sjöarna i tabell 2, vilka är 15 st fördelade både i norra och södra Sverige. Det kan tyckas vara ganska få, men de är utvalda att representera skogssjöar med mjukt vatten med låg buffertkapacitet, dvs i sådana områden där behovet av kalkningsinsatser som regel är störst. Sjöarna kan därmed betraktas som ett någorlunda representativt urval av denna sjötyp. En maximihalt av 15 mg/kg sammanfaller också med det LC_{20} värde som har publicerats för kräftdjuret *Hyalella azteca* och det ger samma maximihalt av uran i kalk som det alternativ för belastning på vatten som förordas ovan, dvs 3,5 och 2,5 mg/kg vid volymdos 18 respektive 25 g/m^3 kalk.

Vi föreslår därmed ett gränsvärde för högsta tillåtna koncentration av uran i kalkprodukter på 2,5 mg/kg TS. Denna halt bör leda till som mest en fördubbling av bakgrundskoncentrationerna i vatten och sediment, även vid kalkning med höga doser och därmed ha en god säkerhetsmarginal. Detta bör dessutom inte leda till toxiska effekter på vattenlevande organismer, utifrån de kunskaper om toxiska nivåer som finns idag.

Analysresultaten från traditionellt använd kalk visar att alla "vanliga" kalkprodukter, klarar detta gränsvärde, åtminstone enligt analysresultaten i bil.1. Utfällningsgranulerna från de skånska vattenverken ligger också under gränsen enligt de nu tillgängliga analysresultaten. Däremot kan konstateras att utfällningsgranulerna från Uppsala (uranhalter på 8-14 mg/kg TS) ligger klart över de föreslagna maximivärdena för kalkprodukter.

Referenser

- BEAK International Inc., 1998. Toxicity of uranium and trace metal discharged to the aquatic environment. Prepared for Atomic Energy Control Board, Ottawa, Ontario, August. Dorval, Quebec (Solicitation No. 87055-7-5010/1).
- Charles, A.L., Markich, M.J., Stauber, J.L., De Filippis, L.F., 2002. The effect of water hardness on the toxicity of uranium to a tropical freshwater alga (*Chlorella sp.*). *Aquatic Toxicology* 60 (1–2), 61–73.
- Ekvall, A., Wällstedt T., Borg, H., von Bahr, B. 2007. Föroreningar i kalk – förekomst och miljöeffekter, *SP rapport 2007:22*
- Franklin, N.M., Stauber, J.L., Markich, S.J., Lim, R.P., 2000. pH-dependent toxicity of copper and uranium to a tropical freshwater alga (*Chlorella sp.*). *Aquatic Toxicology* 48, 275–289.
- Hyne, R.V., Padovan, A., Parry, D.L., Renaud, S.M., 1993. Increased fecundity of the cladoceran *Moinodaphnia macleayi* on a diet supplemented with a green alga, and its use in uranium toxicity tests. *Australian J Marine & Freshwater Res* 44 (3), 389–399.
- Lithner G., Holm, K. 2003. Nya metaller och föroreningar i svensk miljö. *Naturvårdsverket, rapport 5306*.
- Markich, S.J., Brown, P.L., Jeffree, R.A., Lim, R.P., 2000. Valve movement responses of *Velesunio angasi* (*Bivalvia: Hyriidae*) to manganese and uranium: an exception to the free ion activity model. *Aquatic Toxicology* 51, 155–175.
- Muscatello, J.R., Liber, K. 2009. Accumulation and chronic toxicity of uranium over different life stages of the aquatic invertebrate *Chironomus tentans*. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 57:531–539

Pickett, J.B., Specht, W.L., Keyes, J.L., 1993. Acute and chronic toxicity of uranium compounds to *Ceriodaphnia dubia*. Westinghouse Savannah River Co., Aiken, South Carolina. Prepared for the Department of Energy under contract DE-AC09-89SR 18035, p. 57. (WSRC-RP-92-995).

Riethmuller, N., Markich, S.J., van Dam, R.A., Parry, D., 2001. Effects of water hardness and alkalinity on the toxicity of uranium to a tropical freshwater hydra (*Hydra viridissima*). *Biomarkers* 6, 45–51.

Semaan, M., Holdway, D.A., van Dam, R.A., 2001. Comparative sensitivity of three populations of the cladoceran *Moinodaphnia macleayi* to acute and chronic uranium exposure. *Environmental Toxicology*, 16 (5), 365–376.

Sheppard, S.C., Sheppard, M.I., Gallerand, M-O, Sanipelli, B. 2005. Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium. *J. Environ Radioactivity*, 79, 55-83.

Thompson, P.A., Kurias, J.A., Mihok, S.S., 2002. Using benthic invertebrates and sedimentary chemistry monitoring data for estimating lowest effect/severe effect levels of uranium mines in Canada. CNSC, Ottawa, Canada (ref. i Sheppard et al., 2005).

Tabell 1. Urankoncentrationen i vatten.

Sjö	Kalkning	Provtagn datum	²³⁸ U µg/l	Mv	± sd
Trehörningen, Tyresta	Kalkad till 1991 (IKEU)	2011-04-26	0,037		
		2011-05-24	0,037		
		2011-06-21	0,035		
		2011-08-23	0,034		
		2011-09-20	0,041	0,037	0,002
Långsjön, Tyresta	Kalkad till 1995 (IKEU)	2011-04-26	0,054		
		2011-05-24	0,054		
		2011-06-21	0,054		
		2011-08-23	0,051		
		2011-09-20	0,054	0,053	0,001
Årsjön, Tyresta	Okalkad referens (IKEU)	2011-04-27	0,016		
		2011-05-31	0,015		
		2011-06-22	0,014		
		2011-08-25	0,012		
		2011-09-21	0,013	0,014	0,001
Stensjön, Tyresta	Kalkad till 2010 (IKEU)	2011-04-27	0,041		
		2011-05-24	0,040		
		2011-06-22	0,038		
		2011-08-25	0,038		
		2011-09-21	0,042	0,040	0,002
Långsjön, Örebro län	Kalkad till 2010 (IKEU)	2011-04-18	0,053		
		2011-05-16	0,051		
		2011-06-14	0,053		
		2011-07-04	0,053		
		2011-08-16	0,050		
2011-09-14	0,051	0,052	0,001		
St. Envättern, Södermanlands län	Okalkad (Miljööverv.)	2011-04-19	0,053		
		2011-05-18	0,051		
		2011-06-14	0,049		
		2011-07-14	0,049		
		2011-09-08	0,044	0,049	0,003
Härsevatten V Götalands län	Okalkad (Miljööverv.)	2011-04-19	0,020		
		2011-05-19	0,018		
		2011-06-16	0,015		
		2011-09-26	0,019	0,018	0,002
Stensjön, Gävleborgs län	Okalkad (Miljööverv.)	2011-04-10	0,087		
		2011-05-11	0,120		
		2011-06-14	0,115		
		2011-07-12	0,118		
		2011-09-11	0,112	0,110	0,012
Kalkade sjöar mv				0,046	0,0001
Okalkade sjöar mv				0,048	0,004
Totalt mv				0,046	0,004

Tabell 2. Urankoncentrationer i sediment i svenska skogssjöar i Norrlands inland och i södra Sverige (Lithner & Holm 2003).

Stationsnamn	X-koordinat	Y-koordinat	Provtagn datum	Sediment nivå cm	Provtagn djup m	TS %	GF %	Uran µg/g tv
Lungsjön	703650	156400	1997-08-27	0-1	20	6,41	25,46	4,82
	703650	156400	1997-08-27	20-22	20	11,00	31,96	6,23
Stor Grundsjön	719040	155640	1997-08-28	0-1	4	7,59	34,82	5,88
	719040	155640	1997-08-28	16-18	4	7,97	37,01	6,42
Stor Hocksjön	703410	155990	1997-08-27	0-1	9,5	8,92	32,84	2,47
	703410	155990	1997-08-27	18-20	9,5	9,62	33,14	2,76
Lill Rensjön	703950	155730	1997-08-27	0-1	6,5	9,65	32,88	14,10
	703950	155730	1997-08-27	16-18	6,5	11,59	32,71	22,00
S. Saddijaur	717900	159300	1997-08-28	0-1	6,5	10,27	32,98	4,60
	717900	159300	1997-08-28	16-18	6,5	9,64	42,95	7,42
Farlängen	624511	140583	1998-02-05	0-1	7	4,11	32,08	3,58
	624511	140583	1998-02-06	16-18	7	10,65	23,00	2,86
Fiolen	632928	142284	1998-02-07	0-1	4,5	12,21	18,09	1,54
	632928	142284	1998-02-07	12-14	4,5	9,78	34,10	5,44
Mossgöl	624267	149857	1998-02-05	0-2	8	5,57	47,48	5,21
	624267	149857	1998-02-05	18-20	8	6,39	56,29	3,58
Rolstorpssjön	624625	140318	1998-02-06	0-1	12	6,87	28,53	4,92
	624625	140318	1998-02-06	18-20	12	7,83	34,13	2,80
Skäravattnet	625182	146796	1998-02-05	0-1	19	7,21	37,14	8,59
	625182	146796	1998-02-05	18-20	19	8,31	42,83	9,87
Skärilen	633760	144603	1998-02-07	0-1	15,5	9,34	25,79	5,09
	633760	144603	1998-02-07	15-17	15,5	9,06	26,84	5,40
Sännen	624421	147234	1998-02-05	0-1	13	6,81	28,46	5,00
	624421	147234	1998-02-05	18-20	13	10,57	25,81	4,98
Vemmentorpasjön	624747	134672	1998-02-06	0-1	5,5	5,26	32,64	2,39
	624747	134672	1998-02-06	18-20	5,5	12,18	34,02	2,44
Vitavatten 1, Ronneby	624658	146086	1998-02-05	0-2	8	4,20	53,40	7,21
	624658	146086	1998-02-05	18-20	8	6,50	51,61	9,13
Vitavatten 2, Olofström	623695	142465	1998-02-05	0-1	20	7,50	41,76	4,18
	623695	142465	1998-02-05	18-20	20	7,87	51,38	2,84

Tabell 3. Medelhalter av uran i sediment från sjöarna i tabell 2.

Totalt mv ytsediment	5,305
Sd	± 2,922
Totalt mv preindustriella nivåer	6,278
Sd	± 4,780
Norrland, mv ytsediment	6,374
Sd	± 4,018
Norrland, mv preindustriella nivåer	8,966
Sd	± 6,705
Södra Sverige, mv ytsediment	5,167
Sd	± 2,257
Södra Sverige, mv preindustriella nivåer	4,934
Sd	± 2,525

Tabell 4. Uranhalter i sediment från sjöar i IKEU-programmet, samt medelvärden och standardavvikelser för de tre översta respektive de tre djupaste nivåerna i varje profil.

Namn	Kalkning	Provtagn datum	Nivå cm	Djup m	U $\mu\text{g/g tv}$	Mv	$\pm\text{Sd}$		
Långsjön T	Kalkad till 2006	2007-05-23	0-1	12,1	2,30	2,22	0,137		
		2007-05-23	1-2		2,02				
		2007-05-23	2-3		2,33				
		2007-05-23	18-20		3,18			2,83	0,359
		2007-05-23	23-25		2,96				
		2007-05-23	28-30		2,34				
Årsjön AB	Okalkad ref.	2007-06-12	0-1	8	1,46	1,51	0,033		
		2007-06-12	1-2		1,53				
		2007-06-12	2-3		1,53				
		2007-06-12	18-20		1,21			1,18	0,034
		2007-06-12	23-25		1,18				
		2007-06-12	28-30		1,13				
Stensjön AB	Kalkad till 2010	2007-06-12	0-1	20	2,30	2,44	0,133		
		2007-06-12	1-2		2,40				
		2007-06-12	2-3		2,62				
		2007-06-12	18-20		2,09			2,84	0,551
		2007-06-12	23-25		3,39				
		2007-06-12	28-30		3,03				
Trehörningen AB	Kalkad till 1991	2007-06-13	0-1	4	1,25	1,39	0,159		
		2007-06-13	1-2		1,31				
		2007-06-13	2-3		1,61				
		2007-06-13	15-17		1,47			1,38	0,145
		2007-06-13	20-22		1,17				
		2007-06-13	24-25		1,49				
Långsjön AB	Kalkad till 1995	2007-06-13	0-1	7,6	2,62	2,77	0,117		
		2007-06-13	1-2		2,91				
		2007-06-13	2-3		2,78				
		2007-06-13	13-15		3,36			2,98	0,266
		2007-06-13	18-20		2,80				
		2007-06-13	23-25		2,79				

Bilaga 1. Uranhalter i avfallsgranuler från vattenverk i Uppsala och Skåne (Nordkalk AB, analyser från ALS Scandinavia).

Er beteckning	Bulltofta				
Labnummer	U10657258				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	0.0966	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Bäcklösa				
Labnummer	U10657259				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	OLPE
U*	12.9	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Gränby				
Labnummer	U10657260				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	OLPE
U*	7.99	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Vomb				
Labnummer	U10657261				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	1.36	mg/kg TS	2	S	ENMU

Bilaga 1. Forts., uran i avfallsgranuler från Uppsala och Skåne.

Er beteckning	Kalkgranul V				
Labnummer	U10646430				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	SYL
U*	0.973	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Kalkgranul G				
Labnummer	U10646431				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	SYL
U*	8.16	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Kalkgranul B1				
Labnummer	U10646432				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	SYL
U*	0.0773	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	Kalkgranul B2				
Labnummer	U10646433				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	100.0	%	1	W	SYL
U*	14.2	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	IG Filler				
Labnummer	U10646434				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	SYL
U*	0.746	mg/kg TS	2	S	ENMU

Bilaga 1. Forts., uranhalter i kalk från svenska kalkbrott

Analys: G2

Er beteckning	IG-200				
Labnummer	U10657253				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	0.503	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	KÖ-100				
Labnummer	U10657254				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	0.373	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	LP-ST 20-40				
Labnummer	U10657255				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	0.956	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	OR-200				
Labnummer	U10657256				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.9	%	1	W	OLPE
U*	0.146	mg/kg TS	2	S	ENMU

Er beteckning	UD-200				
Labnummer	U10657257				
Parameter	Resultat	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS*	99.7	%	1	W	OLPE
U*	0.703	mg/kg TS	2	S	ENMU