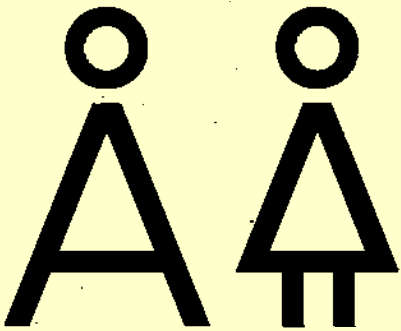


Swedish Uranium: an energy source – resources and conditions for exploration

November 2008

Gustav Åkerblom
Senior Uranium Geologist

Åkerblom & Åkerblom HB



Major conditions that have to be met if uranium mining should become a reality.

1. There has to be legal rules for mining uranium.
2. There must exist uranium deposits that are economic to mine.
3. There has to be a Government in favor for mining uranium and which gives a concession for mining.
4. There has to be an acceptance for mining uranium by the population.

"I will treat all cases regarding the mining of uranium exactly as I treat all other cases."

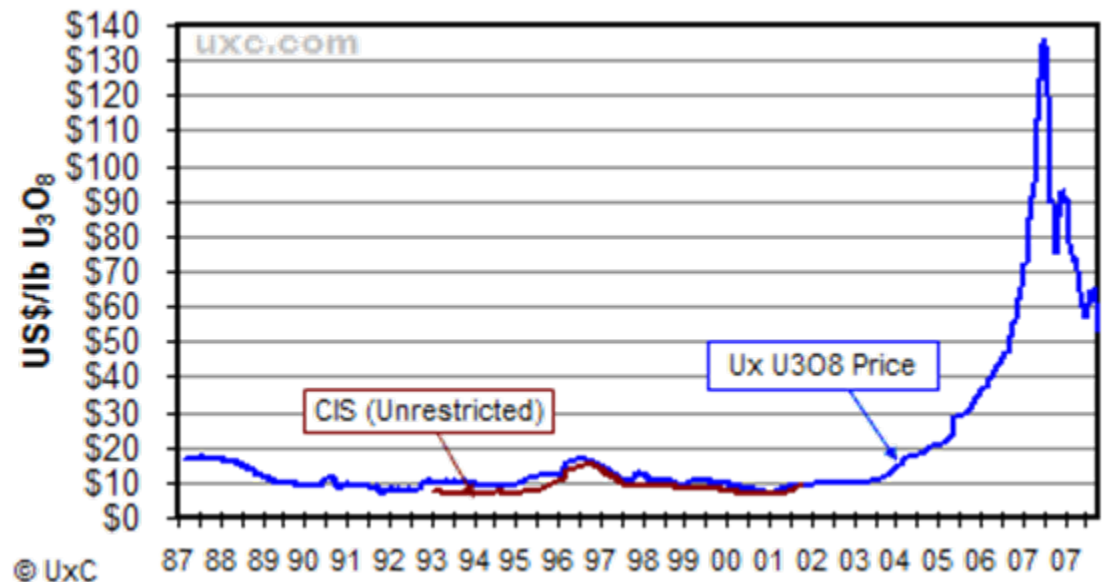
*Maud Olofsson,
Swedish Minister of Industry
in the newspaper Ny Teknik*



On the spot market, since 2000, the uranium price has grown by 10 times from 100 SEK to about 1000 SEK per kg (January 2008). Today's spot price is US\$ 48/lb (704 SEK/kg)

In the entire world, 180 new nuclear power plants are being planned. These require a guarantee for a uranium supply for at least the next 50 years.

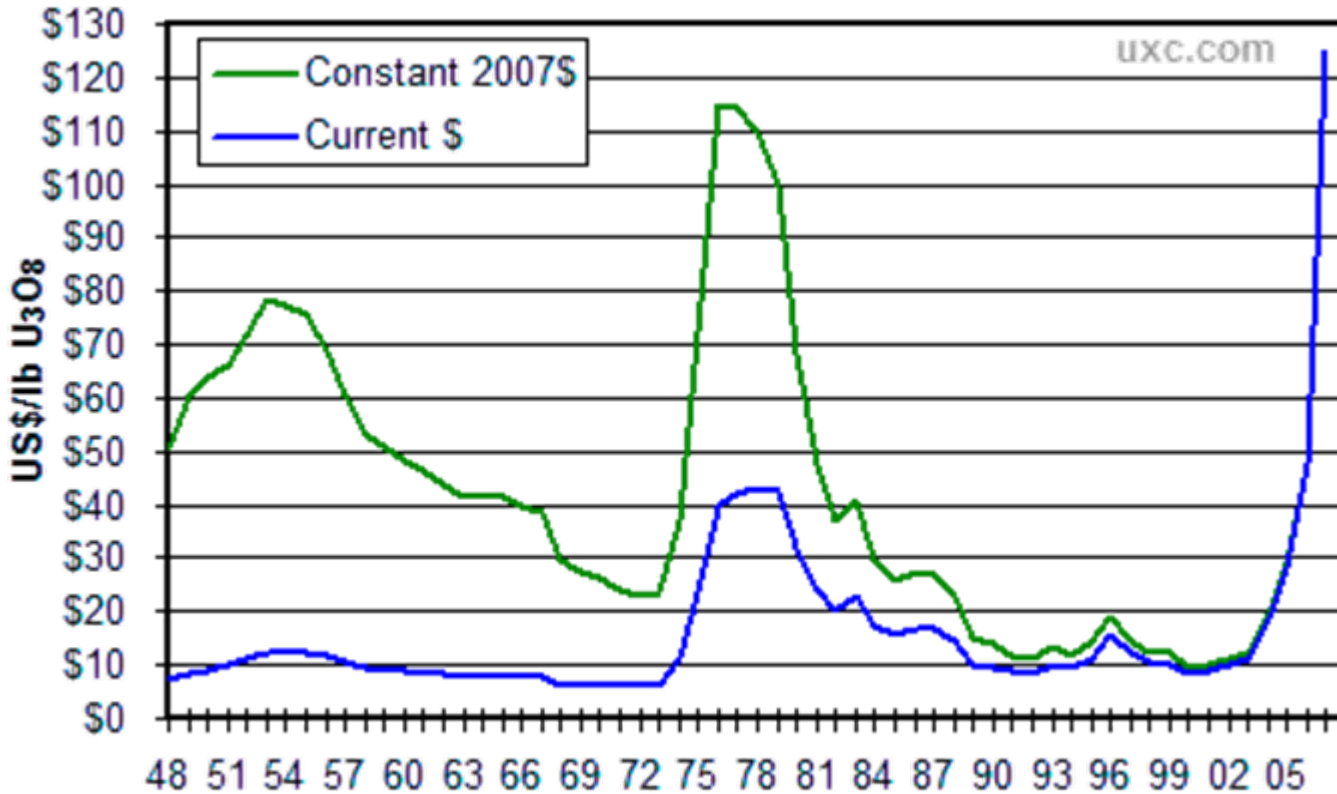
Ux U3O8 vs. CIS Prices*



Uraniumletter International, Nov. 2008

Swedish consumption of raw uranium approx. 2 000 tons per year

Constant 2007 US\$ vs. Current US\$ Spot U₃O₈ Prices



Source: 48-68 US/AEC, 69-86 Nuexco EV, 87-Present U_x U₃O₈ Price

Uranium – world demand, production and resources

(Uranium 2007 – resources, production, demand, IAEA/NEA 2008)

Demand:

2008	70,000 tU
2030	85,000 - 120,000 tU

Production:

2007	41,000 tU
------	-----------

Resources:

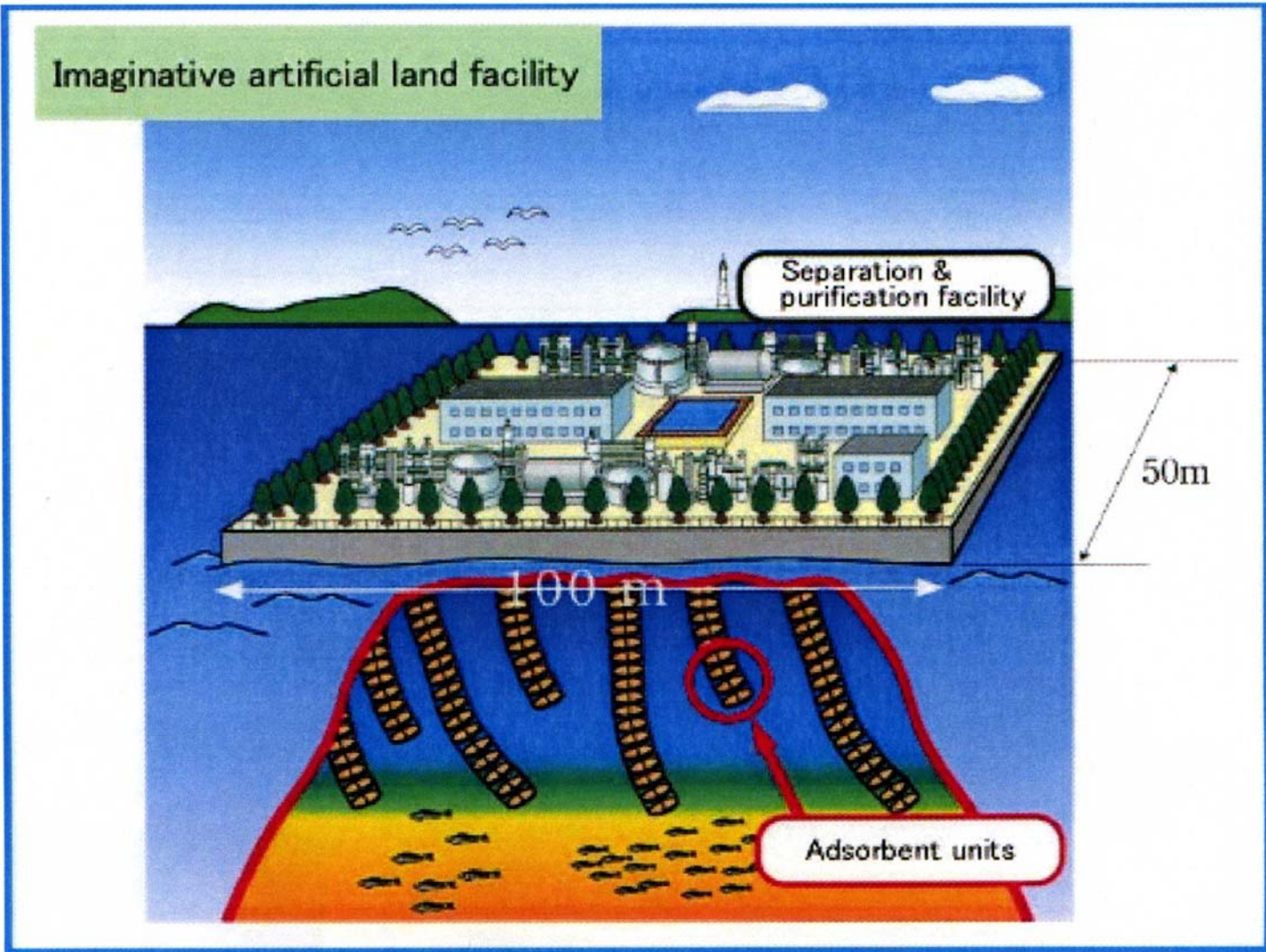
	< 40 USD/kg	< 80 USD/kg	< 130 USD/kg
Identified resources	3,000 ktU	4,500 ktU	5,500 ktU
Reasonable assured resources	1,760 ktU	2,600 ktU	3,000 ktU
Inferred resources	1,200 ktU	1,800 ktU	2,100 ktU

The uranium resources in Swedish alum shales are not included

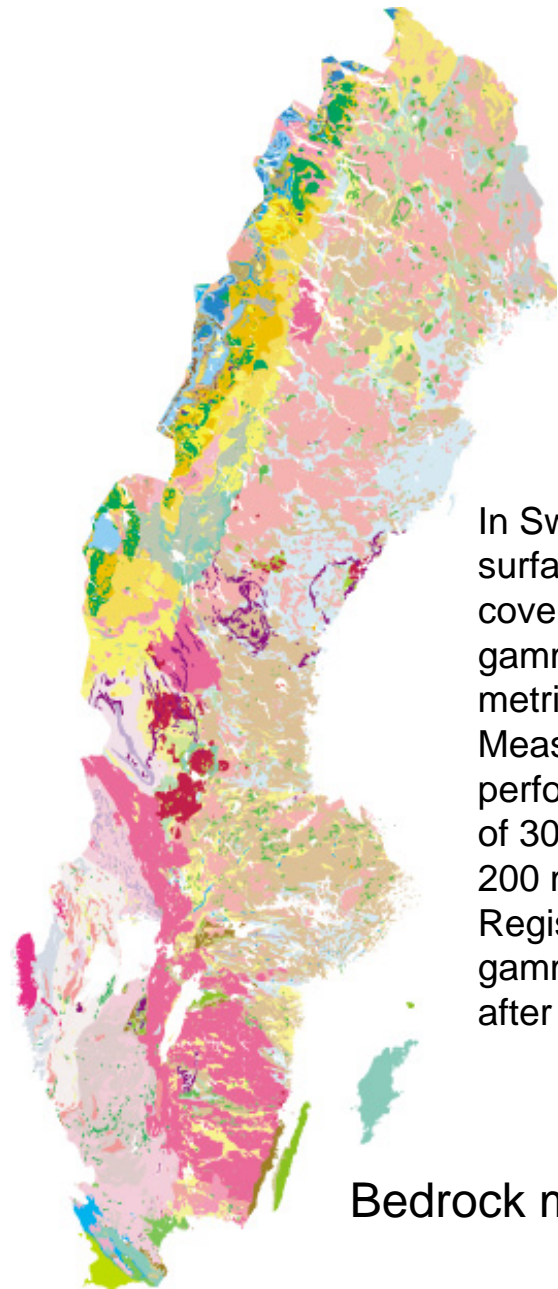
Known uranium deposits presented as four classes

Class	Concentration	Type/Example
I	> 5 %	Mac Arthur River, Canada, Totally in Canada approximately 300,000 tU
II	0,1 – 5 %	Most Swedish uranium deposits in basement rock.
III	0,02-0,1 %	Low concentration uranium deposits in sandstones, hematite breccia (Olympic dam in Australia), uranium in Swedish alum shale, uranium in phosphorite
IV	0,0000003 %	Unlimited amounts; uranium in sea water, cost of extraction >1500-5000 SEK/kg?

Ore values depend upon how easy it is to extract the uranium. At Olympic Dam uranium is mined together with Cu. In Ukraine today, uranium is extracted from sandstones with concentrations of 0,02-0,04 % U. Method in-situ leaching.



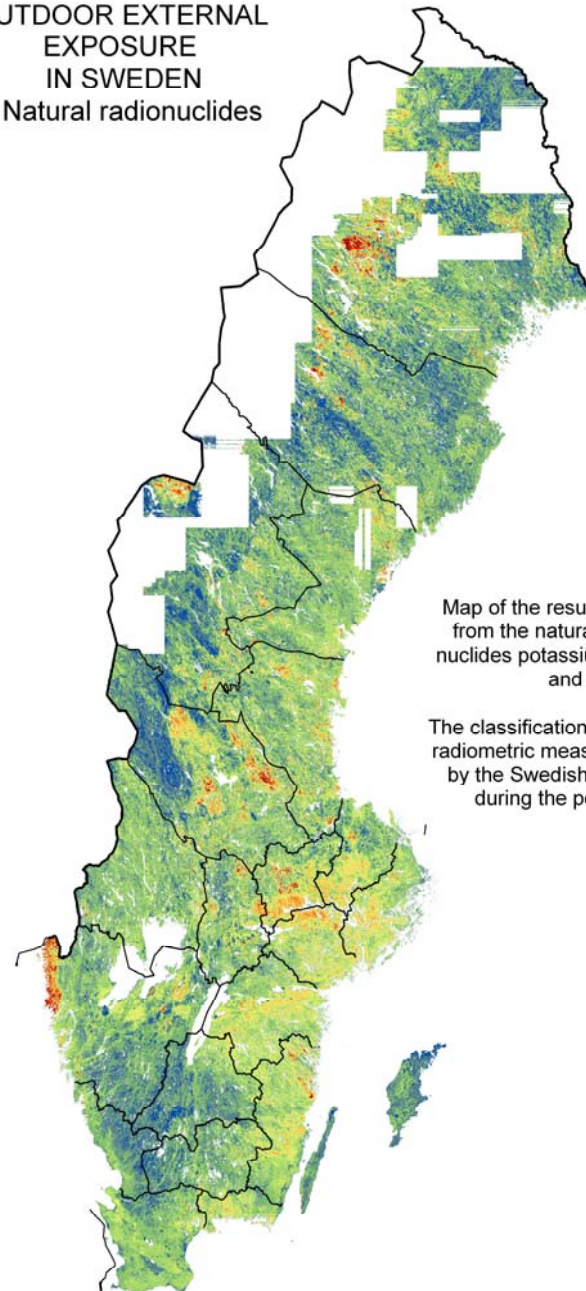
Extraction of uranium from sea water. (Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, Japan)



Bedrock map

In Sweden, 80% of the surface area has been covered by airborne gamma-ray spectrometric measurements. Measurements are performed at an altitude of 30-60 m, along lines 200 m apart. Registration of the gamma spectra occurs after each flown 20 m.

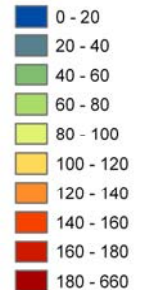
OUTDOOR EXTERNAL EXPOSURE IN SWEDEN
- Natural radionuclides



Map of the resulting exposure rates from the naturally occurring radionuclides potassium, uranium, thorium and progeny.

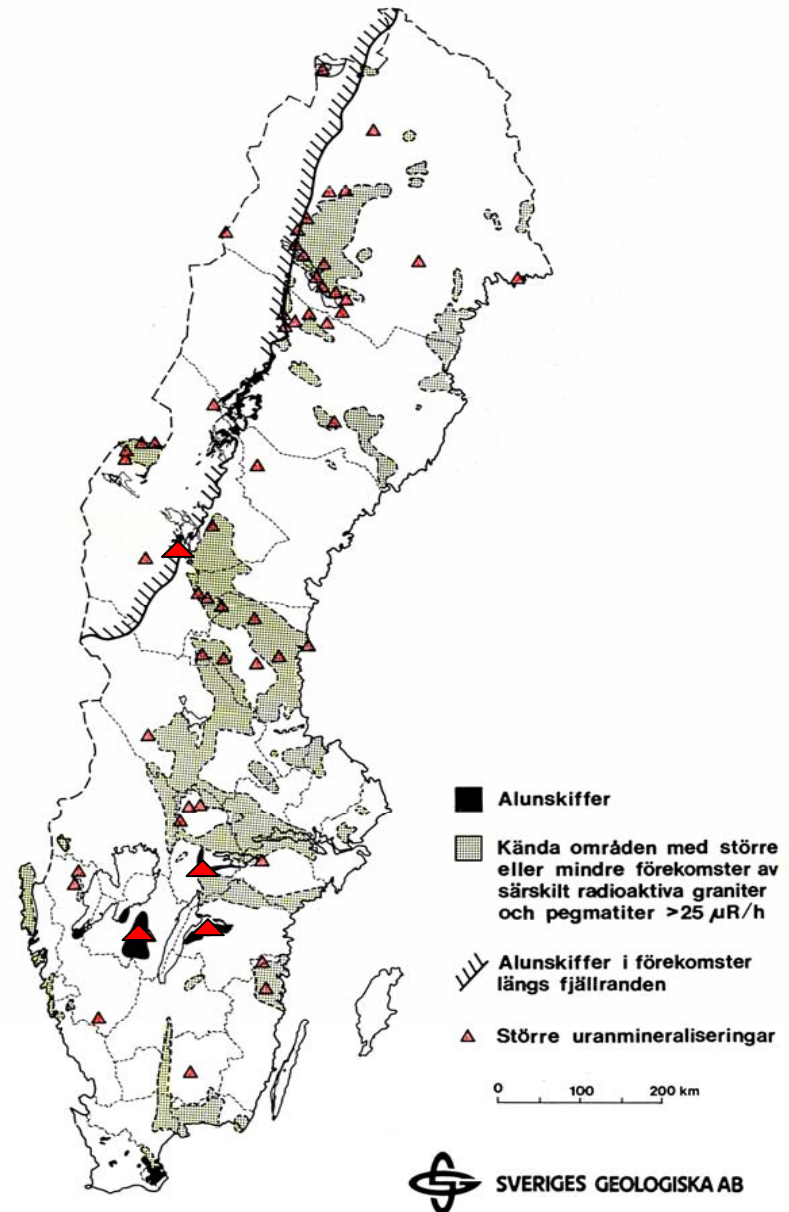
The classification is based on airborne radiometric measurements performed by the Swedish Geological Survey during the period 1968-2007.

Exposure rate
nG/h



Sweden's geology provides excellent conditions for good uranium ores.

The map shows uranium deposits discovered during exploration 1954-1985.



Uranium appears in all geological environments.

Uranium is easily dissolved, mobile and often precipitates in a reducing environment.

Examples of uranium deposits in different geological environments in Sweden:

Pitchblende in fracture fillings in within volcanic rocks: Pleutajokk, or in granite: Lilljuthatten.

Impregnation in transformed granite: Björkråmyran, Åsele

Sandstone/quartzite: Västervik

Iron ores: Bergslagen

Phosphorous rich rocks: Tåsjö calcitic sandstone, Pålänge, Kalix, volcanic rocks

In contact with dikes or sills consisting of basic rocks: Manak, Ultevis in Jokkmokk, Lilljuthatten

Clayey layers directly above the Precambrian basement rock surface: Akkapakte

Pegmatites: Stackebo,

Neosome: Majsaberget, Sågtjärn



Pleutajokk, uranium boulder

The largest Swedish uranium deposits other than alum shale

Uranium ore and location	Ore type	Uranium resources and average concentrations
Pleutajokk, at Hornavan, Arjeplog	Pitchblende in fracture fillings in Precambrian acid volcanites	3000-5000 tons U, >0,1 %
Björkråmyran, Åsele	Zircon + uranium as impregnation in albite in a large fracture zone in Revsund granite	2000 tons U, >0,1 % is established, survey stopped 1986
Kvarnån, Harads, Boden	Uraninite as impregnation in meta volcanites	1200 tons U, >0,1 %
Lilljuthatten, Stensjö area, Krokum	Pitchblende as impregnation and fracture fillings and breccias in granite	3 300 tons U, >0,2 %, several other not yet fully explored deposits exist in the area
Kläppibäcken, Nöjdfjället, Långtjärn, Krokum	Pitchblende + fluorite in fracture fillings and as impregnation in granite	>1 500 tons U, >0,08 %
Sågtjärn, Bodsjön, Ånge	Uraninite in neosome	600 tons U, >0,06 %, several other deposits exist in the area
Sölvbacktjärn, Storsjö Kapell and Tossåsen, Härjedalen	Uraninite + copper + silver in calcitic meta volcanic rocks	
Pålänge, Kalix	Uraninite + phosphorous as impregnation in meta vulcanite	1100 tons, >0,06 % U
Norråker, Tåsjö	Uranium + phosphorous in Ordovician calcitic sandstone	44 000 tons U, 0.02-0,06 % U, 6 millions of tons P ₂ O ₅ , 2-9 %

Alum shale, coaly and oil bearing black shale, which contains uranium, vanadium, molybdenum and nickel .

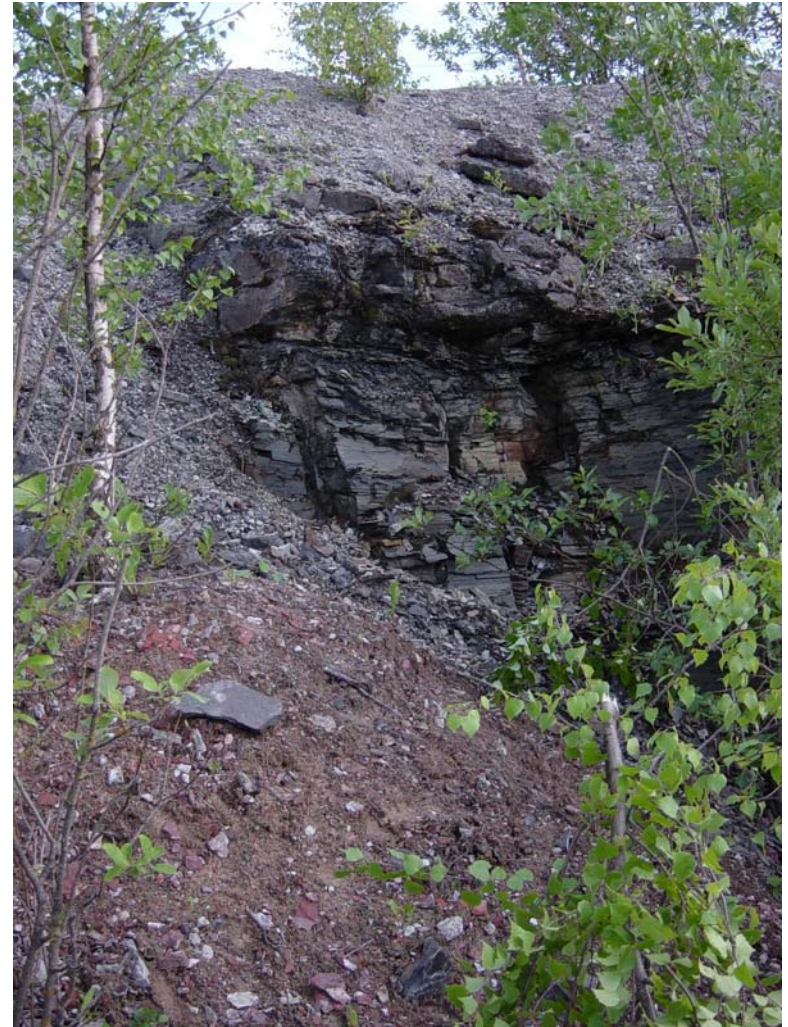
The worlds largest reserve of uranium of class 3.

Concentrations of uranium vary from 50 to 400 gram U per ton shale.

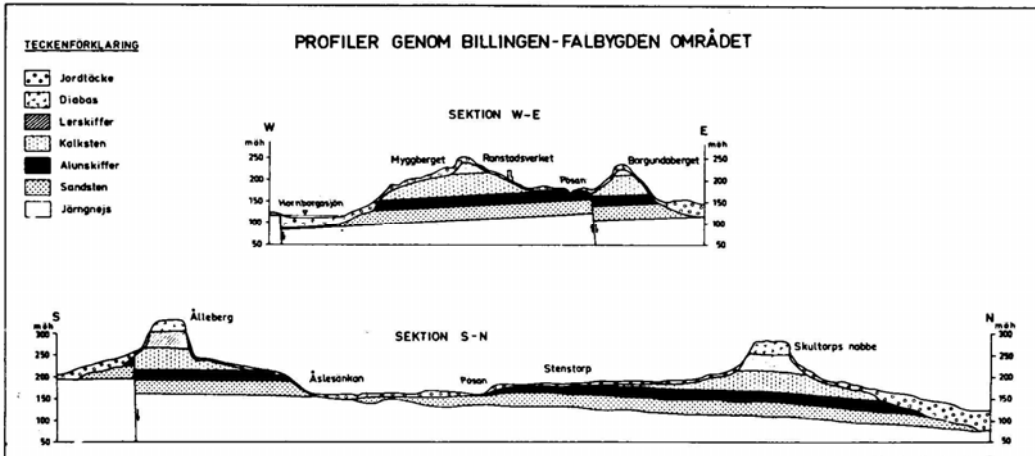
The best uranium concentrations occur in Västergötland, more than 1 million ton uranium in Billingen.

In Jämtland in the Myrviken area at Storsjön, up to 200 m thick layer with 0,02 % uranium, 0,3 % vanadium, 0,03 % nickel and 0,04 % molybdenum.

The Storsjön area contains a total of 4,6 million tons of uranium (SGU 1982).



Alum shale at Uddagården, Falköping, Västergötland



**BILLINGEN-FALBYGDEN
VÄSTERGÖTLAND
GEOLOGICAL MAP**

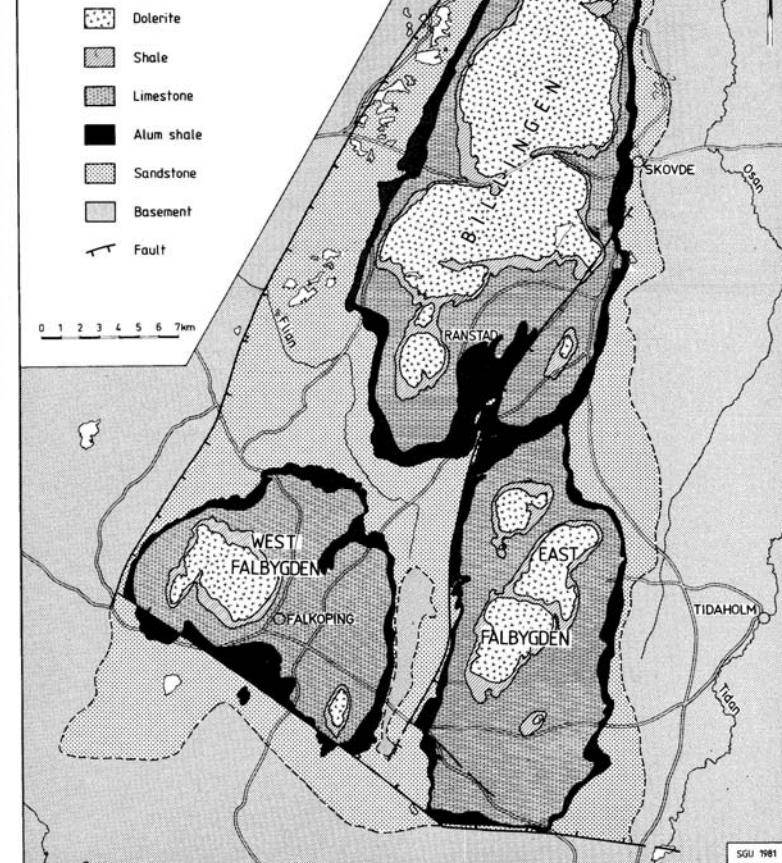


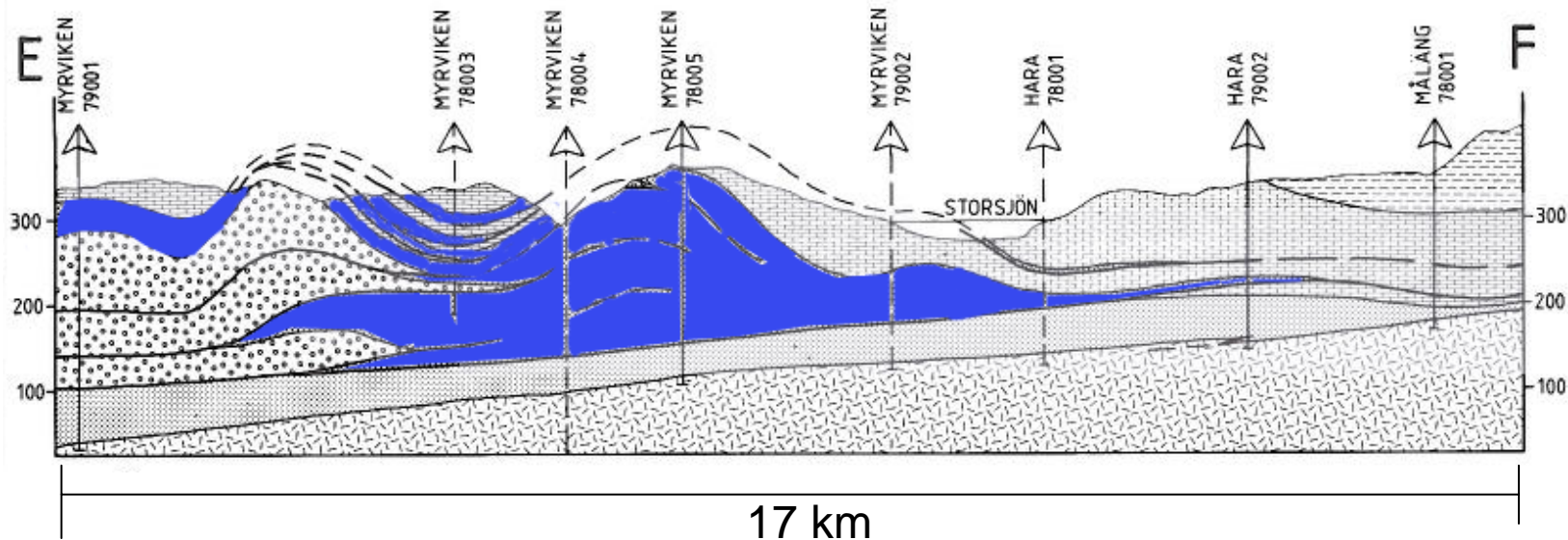
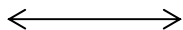
Fig. 2. Geological map of the Billingen-Falbygden area.

In Västergötland, uranium rich alum shale occurs as a 4-5 m thick, shallow dipping layer.

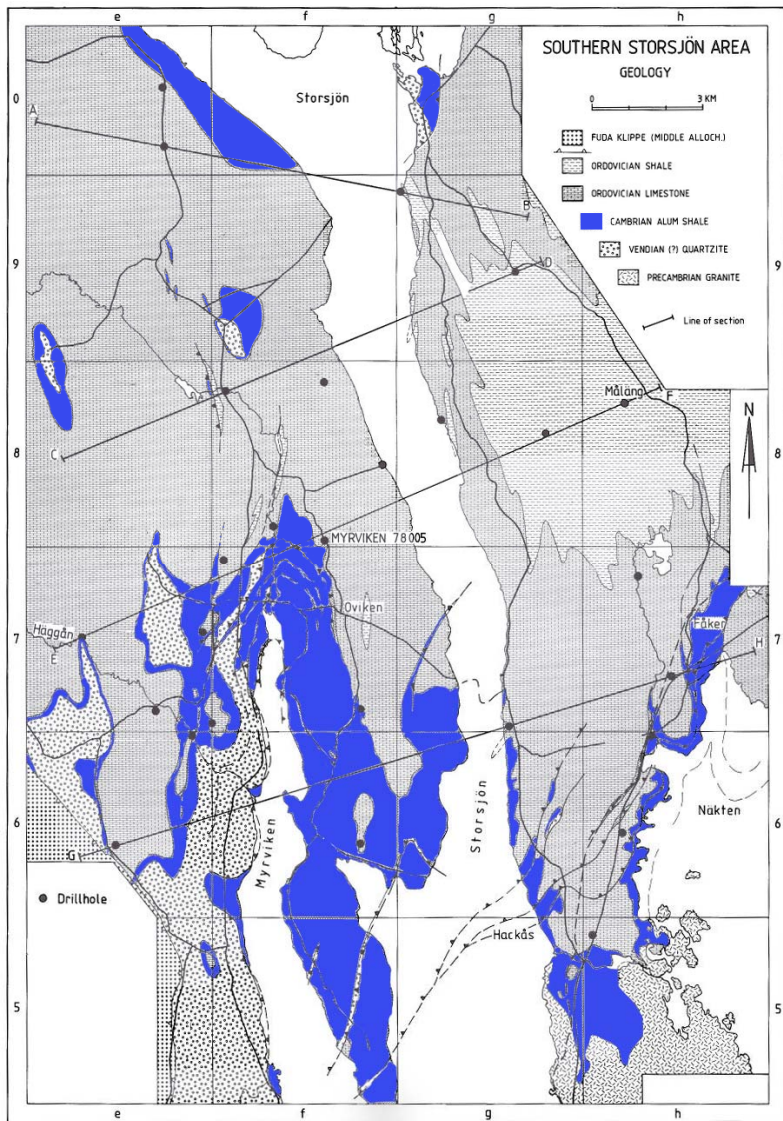
Total uranium resources ca. 1 million tons U.

Section through the Southern Storsjö area

Proposed site for open pit mining



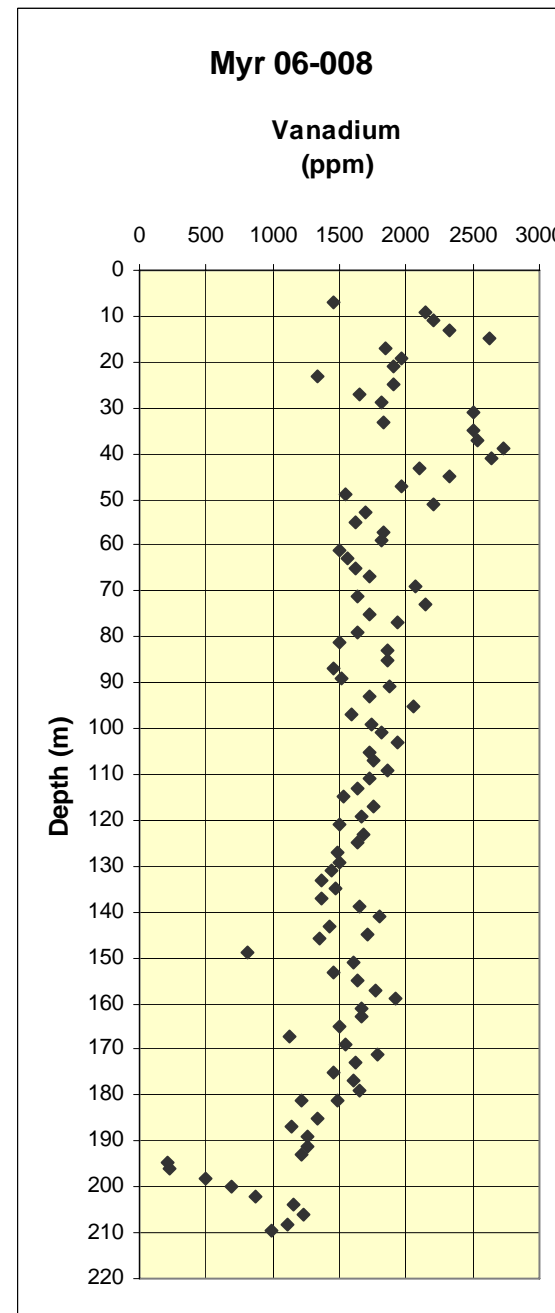
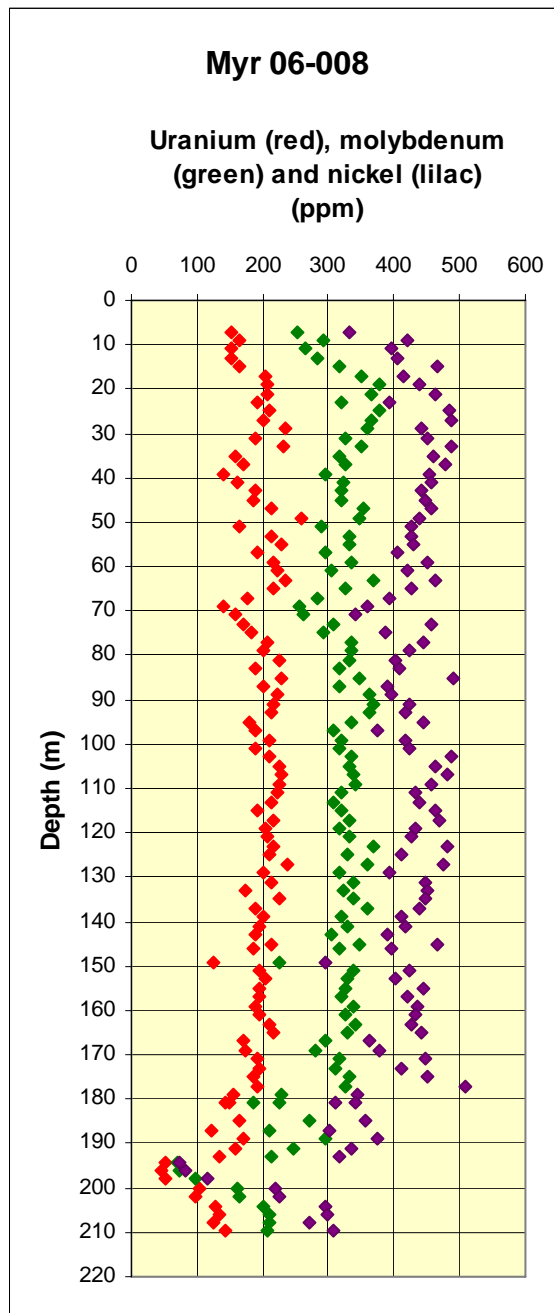
Gee, 1982



Bedrock geology of the Storsjön area

Exploration permits covering alum shale

Contents of U, Mo, Ni and V in a 220 m deep borehole drilled 2006 close to Myrviken, Storsjön, Jämtland.



Could uranium mining supply Sweden's nuclear industry with uranium fuel?

- The Swedish reactors use about 2000 ton natural uranium per year.
- Mining and processing of 20 million tons of alum shale per year in the Storsjö area could produce 2000 ton natural uranium per year.
- However, to be used in reactors this uranium has to be converted to enriched uranium, which implies that the content of uranium-235 in the fuel uranium has to be increased to 3.5 % from 0,7 % in natural uranium. No enrichment plant exists in Sweden.

Uranium exploration in Sweden - a historical overview

1909-1914 Mining of kolm in Stolan, Billingen

1945 Atomic Committee appointed by the government

1947 AB Atomenergi formed, SGU exploration of all alum shale deposits in southern Sweden

1950-1958 AB Atomenergi and Johnsonbolaget, Grängesbergbolaget and others exploration companies, Lundberg Exploration Ltd. Aerial surveys

1954 -1968 AB Atomenergi Prospektering, from 1959 aerial surveys together with Bolidenbolaget

1950-1954 Test mining of uranium in Kvarntorp, Närke

1958-1970 Survey and mining of uranium in Ranstad

1968 SGU takes over uranium exploration

1976 SKBF enters as financier, SGU and from 1978 SGAB exploration

1985 SKB was denied a permit to mine uranium by Swedish Government

2002 Uranium exploration resumed in Sweden

Regional exploration methods

Selection of areas having suitable bedrock for uranium deposits

Aerial gamma spectrometer surveys

Geochemical sampling

Boulder tracing with gamma meter

Surveying by snowmobile



Detailed exploration

Magnetic and electric methods

Trenching

Drilling



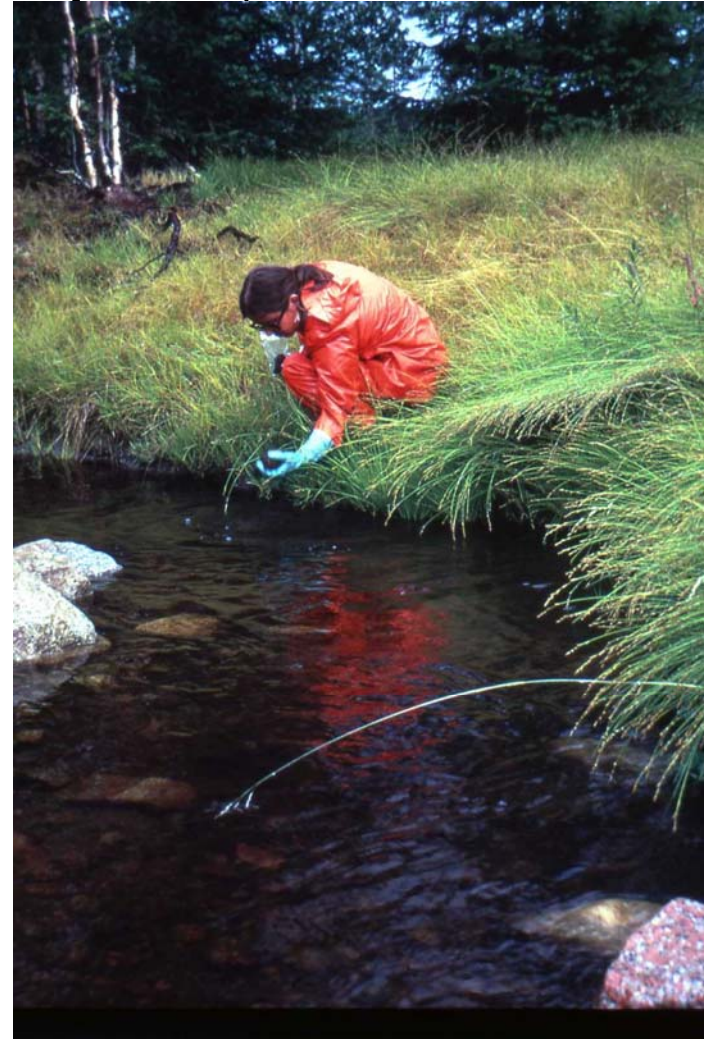
Companies exploring uranium or thorium in Sweden. Totally approx. 12 different companies, including:

- ✓ Continental Precious Minerals Inc., Canada
- ✓ Mawson Energi AB, Canada/Australia
- ✓ AURA Energy/(Drake Resources), Australia
- ✓ Norrsken Energy Ltd. Joint venture by EVE, Energy Ventures Ltd, Australien and International Gold Exploration AB, Sweden
- ✓ Wiking Mineral AB, Sweden
- ✓ Nordic Diamonds Ltd., Canada
- ✓ MinMet, Ireland
- ✓ Beowolf Mining Plc., GB
- ✓ Uranium Prospects Plc. GB
- ✓ Mineralbolaget, Mirab, Sweden
- ✓ Botnia Exploration AB, Sweden (thorium)

For information on exploration permits:

<http://www.bergsgstaten.se/>

Sampling stream mud





Laws, ordinances, regulations, contracts

Minerals Act, Minerals Ordinance

Environmental Code, Environmental Ordinance

Act on Nuclear Activities, Ordinance on Nuclear Activities

Radiation Protection Act, Radiation Protection Ordinance with relevant associated regulations.

Transport of Dangerous Goods Act and Ordinance on Transport of Dangerous Goods, ADR-S (The Swedish Rescue Services Agency (SRSA) regulations on transportation of dangerous goods)

Euratom Treaty. (Treaty establishing the European Atomic Energy Community, Euratom.)

Minerals Act, Minerals Ordinance

1 Chap. 1§ Uranium and thorium minerals, as well as alum shale – are included in the list of minerals for which exploration permits and mining concessions may be granted.

Environmental Code

17 Chap. 1§ The Swedish Government shall examine permits for facilities for mining uranium rich minerals ...

6§ The Swedish Government may allow an activity which is intended in 1§ 1 only if it is approved by the Municipal Council (**Municipal Veto**).

Act on Nuclear Activities, Ordinance on Nuclear Activities

1§ Uranium and thorium are *nuclear material*. Mining of uranium is a ***nuclear activity***. (Waste from uranium mining is most probably ***nuclear waste***, according to the Radiation Protection Ordinance).

5§ A permit is required for nuclear technological activities. Questions regarding permits are examined by the Swedish Government or the agency appointed by the Government.

Radiation Protection Act, Radiation Protection Ordinance, Swedish Radiation Safety Authority (SSM) Regulations

According to law 5§ all types of handling of radioactive materials is an ***activity involving radiation***. According to SSM, uranium exploration constitutes an ***activity involving radiation***.

The handling of material with a uranium concentration exceeding 80 g U/ton requires a permit. There are requirements for protection against radioactive radiation for employees and the general public for activities with radioactive materials or the storage of radioactive waste.

Dose limits for the public: 0,01 mSv/year for a single activity, max 1 mSv/year all activities combined.

Dose limits for workers: Work with radiation 6 mSv/year, max 20 mSv/year over a period of 5 consecutive years, max 50 mSv during one single year.

To the **Swedish Parliament**, in March 2007, the Green and the Left Parties laid bills requiring a stop for uranium exploration and prohibition of future uranium mining.

The **Standing Committee on Economic Affairs** rejected the bills and declared:

The Standing Committee can not find that there exists a reason to introduce a Municipality veto for all minerals inclusive uranium. The opinion of the Committee is that the legislation including the Minerals Act, the Environmental Code and the Act on Nuclear Activities is a powerful legislation which provides a guarantee for a good management.

The Committee notes that at present mining of uranium is not a topical.

In March 2008 the Parliament decided according to the declaration of the Committee.

Riksdagens näringsutskottet behandlade i mars 2007 motioner från v och mp om förbud mot prospektering efter uran och ändring av Euratomfördraget

Näringsutskottet avslag motionerna med följande motivering.

”Utskottet kan – till skillnad från uppfattningen i motion 2006/07:N287 (mp) – inte se något behov av att det införs kommunal vetorätt för *all* prospektering av mineral, inklusive uran. Det kan också erinras om att bergmästaren kan meddela de villkor som behövs till skydd för bl.a. miljön vid alla former av undersökningstillstånd. Innan undersökningsarbetet kommer i gång ska säkerhet ha ställts för ersättning för eventuell skada och intrång.

Enligt utskottets uppfattning är lagstiftningen på området med minerallagen och miljöbalken – och när det gäller uran även kärntekniklagen – en stark lagstiftning som borgar för en bra hantering. Som tidigare nämnts har kommunerna vetorätt i fråga om brytning av uran, och det är regeringen som prövar frågan om tillstånd att bryta uran efter miljökonsekvensbeskrivningar och yttrande från bl.a. Kärnkraftinspektionen. Utskottet konstaterar att någon uranbrytning i Sverige för närvarande inte är aktuell.”

Utskottets förslag behandlades i Riksdagen i mars 2008. Riksdagen beslöt enligt utskottets förslag.

Euroatomfördraget

”Det är således EU-länderna själva som beslutar om uranbrytning på sitt territorium på grundval av de ekonomiska, miljömässiga och politiska överväganden som varje land gör. Euratomfördraget kan inte upphävas av enskilda EU-länder. Mot den bakgrunden avstyrks motion 2006/07:N264 (v) i aktuell del.”

Uranbrytning i Sverige, punkt 1 (s) Särskilt yttrande från socialdemokraterna.

Thomas Östros (s), Carina Adolfsson Elgestam (s), Alf Eriksson (s), Krister Örnfjäder (s), Berit Högman (s) och Karin Åström (s) anför:

Uran är ett av de mineraler som omfattas av minerallagen. Enligt denna lag ges enskilda företag rätt att ansöka om bl.a. undersökningstillstånd. Det är bergmästaren som utfärdar sådana tillstånd. Undersökningstillstånd ger i princip endast ensamrätt för företagen att söka efter angivet mineral inom området. För provborrning krävs därefter godkännande från markägare och eventuellt tillstånd enligt miljöbalken.

När det gäller hantering av uran finns en omfattande lagstiftning utöver minerallagen. Bearbetning, transport eller annan hantering av detta ämne regleras främst av lagen om kärnteknisk verksamhet. Anläggningar för brytning av uranhaltigt material ska tillåtlighetsprövas av regeringen enligt miljöbalken. Den aktuella kommunen har vetorätt för verksamheten.

Vi tycker att denna ordning är rimlig men förstår också den oro som den ökande prospekteringen efter uran har skapat. Trots omfattande undersökningar av myndigheter och företag är den svenska berggrunden fortfarande relativt utforskad, och då olika mineraler oftast återfinns tillsammans är det viktigt att prospekteringen fortsätter. Detta gagnar inte minst gruvnäringen.

Vi socialdemokrater ser dock inte framför oss någon uranbrytning i Sverige. Samma inställning redovisades av den tidigare regeringen genom ett svar av statsrådet Ulrica Messing på en skriftlig fråga i riksdagen (fr. 2005/06:1545). I svaret anförde hon: "Jag avser, med beaktande av gällande lagar, att vidta de åtgärder som krävs för att brytning av uranhaltigt material inte ska bli aktuellt i vare sig miljö känsliga eller andra områden i vårt land." Det vore bra om den nuvarande regeringen kunde redovisa hur den ser på en eventuell uranbrytning i Sverige.

Riksdagens näringsutskottet behandlade i mars 2007 motioner från v och mp om förbud mot prospektering efter uran och ändring av Euratomfördraget

Näringsutskottet avslag motionerna med följande motivering.

”Utskottet kan – till skillnad från uppfattningen i motion 2006/07:N287 (mp) – inte se något behov av att det införs kommunal vetorätt för *all* prospektering av mineral, inklusive uran. Det kan också erinras om att bergmästaren kan meddela de villkor som behövs till skydd för bl.a. miljön vid alla former av undersökningstillstånd. Innan undersökningsarbetet kommer i gång ska säkerhet ha ställts för ersättning för eventuell skada och intrång.

Enligt utskottets uppfattning är lagstiftningen på området med minerallagen och miljöbalken – och när det gäller uran även kärntekniklagen – en stark lagstiftning som borgar för en bra hantering. Som tidigare nämnts har kommunerna vetorätt i fråga om brytning av uran, och det är regeringen som prövar frågan om tillstånd att bryta uran efter miljökonsekvensbeskrivningar och yttrande från bl.a. Kärnkraftinspektionen. Utskottet konstaterar att någon uranbrytning i Sverige för närvarande inte är aktuell.”

Utskottets förslag behandlades i Riksdagen i mars 2008. Riksdagen beslöt enligt utskottets förslag.

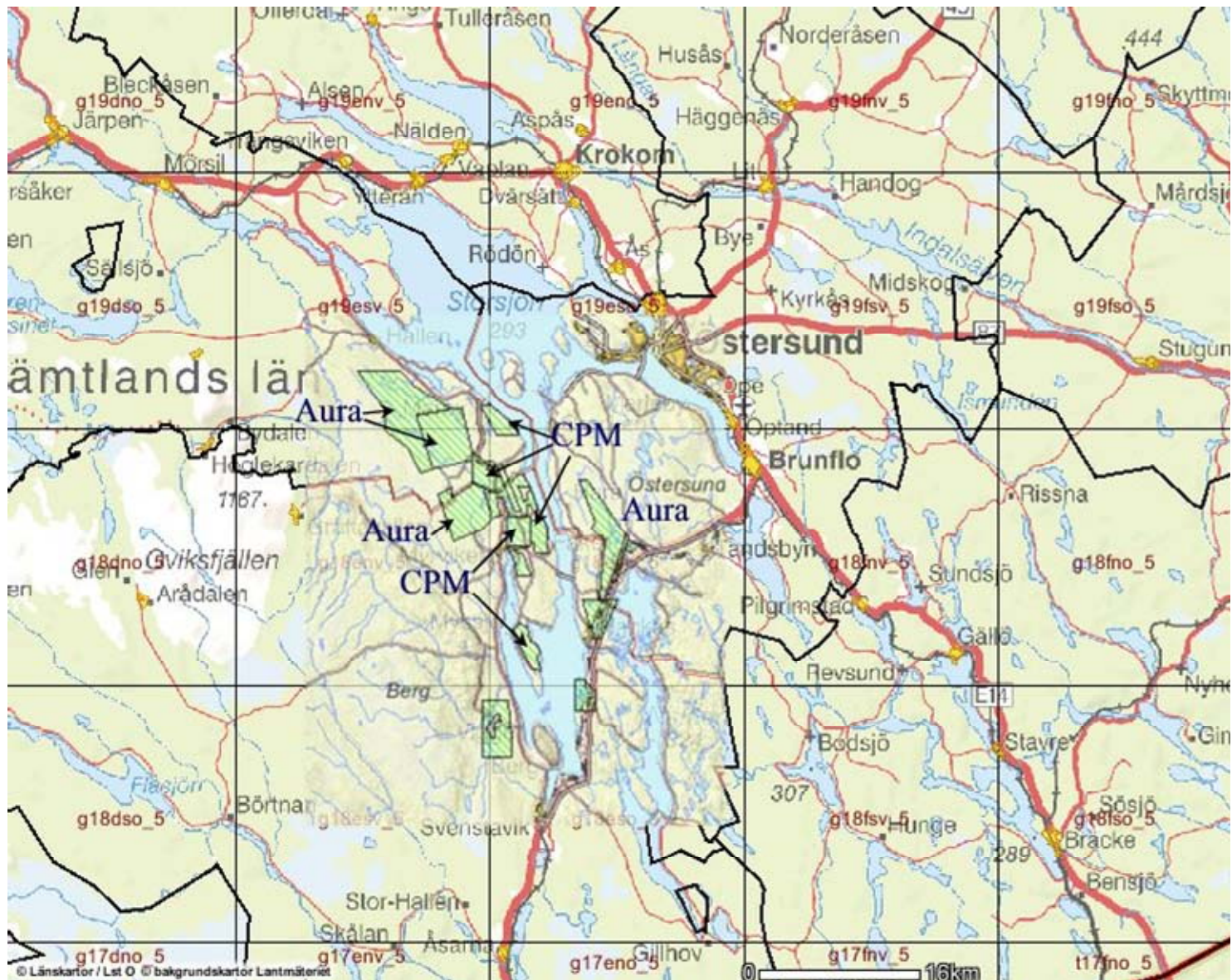
Euroatomfördraget

”Det är således EU-länderna själva som beslutar om uranbrytning på sitt territorium på grundval av de ekonomiska, miljömässiga och politiska överväganden som varje land gör. Euratomfördraget kan inte upphävas av enskilda EU-länder. Mot den bakgrunden avstyrks motion 2006/07:N264 (v) i aktuell del.”

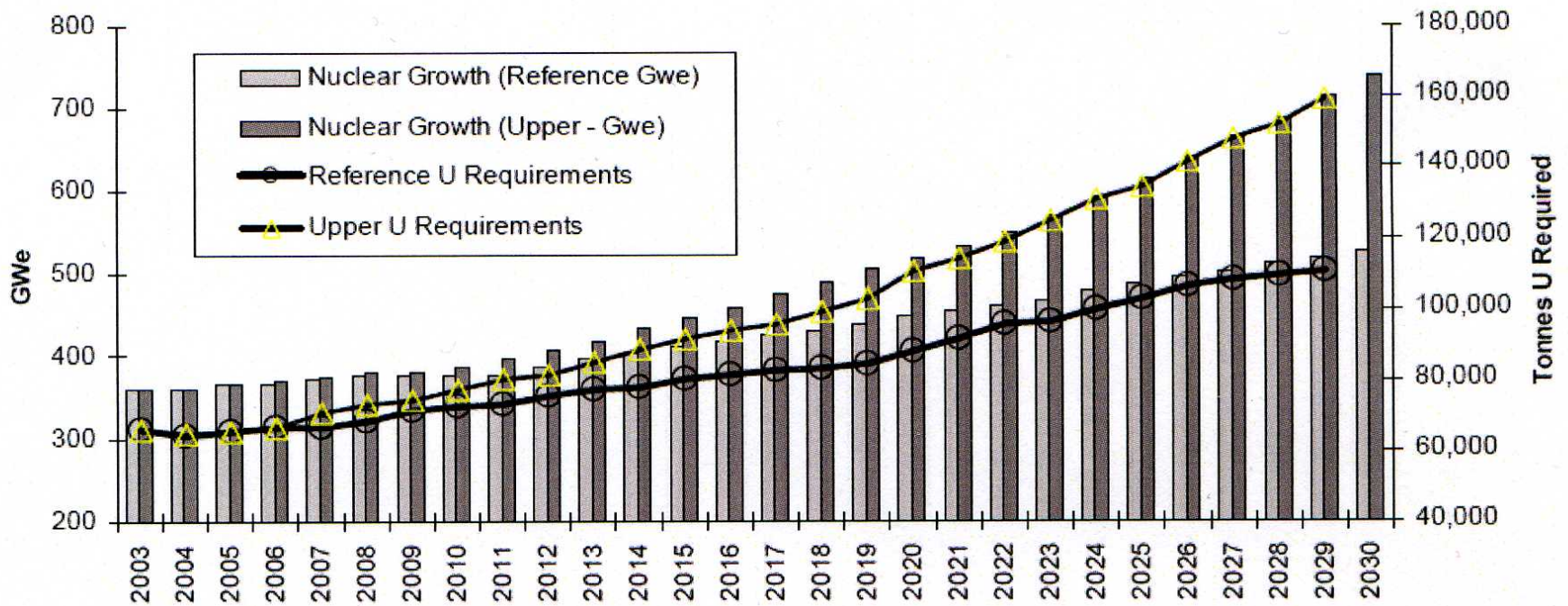


SLAG

I found uranium!



Global Nuclear Growth



World Nuclear Association, (2006a)