

Fakta om ESS

Kvicksilver och explosionsrisk

Kvicksilver används i ESS som mål för protonstrålen. Atomerna klyvs vid beskjutningen och omvandlas till andra lättare ämnen ([1], [2]). En del av dessa är radioaktiva och samtidigt flyktiga. Speciellt kan nämnas jod som är särskilt farligt eftersom människokroppen tar upp och lagrar det i sköldkörteln (4.7.4.2 [2], 8.5.2 Radiotoxicities [3]). Radioaktiv jod kan förorsaka cancer.

I anläggningen hålls kvicksilvret inneslutet i en mycket kraftig behållare men värms även med en effekt av flera miljoner watt. Om kylningen bortfaller byggs snabbt ett tryck upp i kvicksilvret som hotar spränga varje inneslutning. Kvicksilvret pumpas runt och ständig kylning krävs med flytande väte för att undvika en överhettning. Vätet kyls i sin tur i flera steg och värmen förs till slut ifrån anläggningen med kylvatten till ett dussin kyltorn där en stor mängd vatten avdunstar (se nedan: Kylbehov).

Vätet är en säkerhetsrisk i sig eftersom det är extremt explosivt i blandning med luft (=knallgas).

Kvicksilver och den radioaktiva blandningen av klyvningsprodukter kan komma att spridas till omgivningen från ESS, dels genom att ånga läcker ut, dels ifall en explosion inträffar vid en olycka.

I Lunds kommuns uppdragsutredning skriver SWECO i avsnittet 3.2.7 Säkerhetsaspekter[1]:

...

Kvicksilvermålet sitter inneslutet i stål och betong. Värsta scenariot är om kylsystemet skulle sluta fungera samtidigt som protonstrålen fortsätter att aktivera in hetta i målet. I så fall kan brand uppstå och föra ut radioaktivitet i omgivningen. (I så fall kan kvicksilver dunsta ut ur målbyggnaderna och spridas till omgivningen. ...

ESS Council skriver själva i sin tekniska rapport:

Kapitel 4.7 [2]: (Sid 4-76) "The main safety concerns with respects to the ESS target results from:

- The radiotoxicity of the spallation products (10^5 TBq/target)
- The chemical toxicity of the mercury (15 t/target)
- The direct radiation penetrating through the shielding which may, among others, result in activation of soil and ground water
- The condensed, burnable gases (hydrogen), used in moderators, whose explosion might damage the target station.

Kapitel 4.7.3 (Sid 4-80) "The following design basis accidents were identified in PSAR as being most important:

- Fire (spreading into or starting within the target building)
- Hydrogen explosion with follow-on fire (also as a consequence of seismic events)

- Loss of heat sink accidents without timely shutdown of the proton beam
- Loss of mercury flow without timely shutdown of the proton beam

Other accidents identified as relevant and studied in detail in PSAR are:

- Loss of mercury confinement
- Hydrogen explosion without fire (also induced by seismic events)
- Beam mis-steering leading to failure of the target hull
- Crane drop accidents

[3] kapitel 8:40:

...

Most relevant are such events, where the target system with its remarkable radiotoxic inventory is involved. Maximum consequences are obtained, if the mercury is heated up in course of the accident and (partly) evaporates into the environment. In case of ESS, these extreme cases may lead to a pronounced exaggeration of dose limits. Representative accidents of this type are on the one hand side those with failure of target cooling combined with a failure of the proton beam shutdown system. On the other hand, heat-up of the mercury by explosion, fire (independent explosion/fire or caused by an earthquake) belongs to these types of accidents, too. ...

Risken för att en explosion inträffar där tonvis med radioaktivt kvicksilver och klyvningsprodukter sprids är svårbedömd. Ingen liknande anläggning har hittills tagits i drift.

ESS är i sina mått en jättelik industri anläggning och en sådan kan med tidigare erfarenheter till hjälp byggas med säkrade driftsbetingelser.

ESS är emellertid en forskningsanläggning. Detta medför att driftsbetingelserna ständigt kommer att förändras med de extra risker det innebär.

Inga nämnvärda säkerhetsutredningar har fortfarande (Jan 2005) gjorts för ESS. Detta lämnas till sist. I sig illavarslande.

Ända fram tills Lunds kommunstyrelse hade fattat beslut om att verka för att ESS skall läggas i direkt anslutning till bebyggelsen skriver ESS Council i avsnittet Safety i Technical report (1996):

The ESS study has the objective of demonstrating the feasibility of a 5 MW spallation source. This requirement means that the level of technical detail on many of the systems is quite limited and certainly inappropriate for a detailed hazard and risk analysis. So no attempt has been made in this study to perform a comprehensive and detailed safety analysis.

Senare i en uppdatering sommaren 2002 skrev man under avsnittet Safety & Licensing i Technical Report:

... the radioactivity generated in the mercury target and in other parts of the ESS together with the chemical toxicity and volatility of mercury require that considerable effort has to be spent on safety examinations, shielding calculations and preparation of the formal safety report to support the procedures required to obtain authorisation to build and operate the ESS.

... A preliminary safety analysis for ESS will be performed until the end of 2003. This analysis will cover all relevant ESS components. The main aims of this analysis are:

- Supporting ESS design work with respect to optimisation of ESS safety features
- Giving sufficient information about safety for the decision about ESS construction
- Collecting arguments for convincing the public about a safe ESS operation
- Acting as basis for a safety report for ESS to be prepared just after the decision for ESS construction

...

ESS Council är medvetna om att just kvicksilvret och radiotiviteten är känsliga frågor som kräver en stark argumentation om man vill få tillstånd att bygga anläggningen. Det tycks inte som att riskerna skall få hindra att anläggningen byggs i tätbebyggt område. Det är viktigare att finna argument för att få det eftertraktade tillståndet från berörda myndigheter.

Kap. 8.5 General procedure of ongoing ESS safety work [2]: A preliminary safety analysis for ESS will be performed until the end of 2003. This analysis will cover all relevant ESS components. The main aims of this analysis are:

- Supporting ESS design work with respect to optimisation of ESS safety features
- Giving sufficient information about safety for the decision about ESS construction
- *Collecting arguments for convincing the public about a safe ESS operation*
- Acting as basis for a safety report for ESS to be prepared just after the decision for ESS construction

The safety analysis is based on the respective SNS work [PSAR, 2000], [APSAD, 2000] , but will consider the specific ESS conditions concerning design and commissioning; in chapter 4.7.3 it is outlined that, due to differences in commissioning requirements, the ESS safety study for the target has to be more detailed than the respective SNS studies. This safety analysis deals mainly with site independent safety items; site dependent issues (both, legal aspects and physical conditions of the site) will be worked out by national teams and can be added to the documentation of the analysis.

Kap. 8.1 Safety and licensing – Introduction (Sid 8-5) [2]: Nevertheless, the radioactivity generated in the mercury target and in other parts of the ESS together with the chemical toxicity and the volatility of the mercury require that considerable effort has to be spent on safety examinations, shielding calculations *and preparation of the formal safety report to support the procedures required to obtain authorisation* to build and operate ESS.

Kap 8.2.1 Radiological aspects (Sid 8-7) [2]: The formal requirements for licensing with respect to radioactivity are different in different European countries. Several countries (United Kingdom, Germany, Sweden etc) treat the ESS as a non-nuclear plant, whereas rules in other countries (France, Belgium, Italy etc) require a nuclear licensing process for ESS.

Kap. 8.2.1.4 (Sweden) [2]: There is today no waste system for non-nuclear radioactivity waste in Sweden.

Kap. 8.2.2 Toxic aspects [2]: Apart from the radioactivity contained in the target material, the chemical toxicity of mercury represent a major hazard to both people and environment if accidentally released. Not only have large and fast releases to be considered, but also small, continuous releases and minor incidents.

Kap. 8.2.2.5 [2]: Sweden considers mercury as an environmental pollutant and pursues the strategy for risk reduction by phasing out all uses of Hg.

Radioaktivitet

Förutom spridning av radioaktivitet vid en eventuell olycka, sprids radioaktivitet till omgivningen vid normal drift.

Radioktivitet kommer att utvecklas av strålningen, under anläggningen i jord och grundvatten. Till luften läcker små mängder radioaktiva gaser. Strålningen sprids åt alla håll, man talar om Skyshine (Chap 8 [3]). För att hålla strålningen under normaldrift inom de gränsvärden som strålskyddsmyndigheter stipulerar omges anläggningens olika delar av stål, betong och jord. Tjockleken av skikten beror bl a på strålningens intensitet. Målet med kvicksilver strålar så kraftigt att 4-5 meter stål plus 1-2 meter betong krävs, för övriga delar behövs 1-2 meter betong men upp till 8 m jord.

Arealbehov och Säkerhetszon

Hösten 2004 kom en uppdatering av underlaget för ESS [3] Expansionszonen runt anläggningen anges till 250-300 m och ytbehovet blir därmed 2,2-2,5 km² (= 220-250 ha).

ESS-anläggningen kräver en stor yta även utan säkerhetszon (jmf nedan). Det borde rimligen tillkomma en sådan utöver det fysiska ytbehovet för byggnaderna och expansionszonen.

Oklart hur jämförelser kan göras med SNS-acceleratorn i USA men det bör noteras att den anläggningen, redan innan den tagits i bruk, planeras byggas ut med flera mål och med utökad effekt.

Tendensen i utredningarna runt ESS är att ytbehovet ökar med tiden.

I Sweco:s utredning och i ESS Technical Report 2002 talas om ett arealbehov på 1 km². Redan sommaren 2002 kom en uppdatering av Technical Report där en expansionszon krävs i ett band om 200 m runt om anläggningen, därmed blev ytbehovet 2 km².

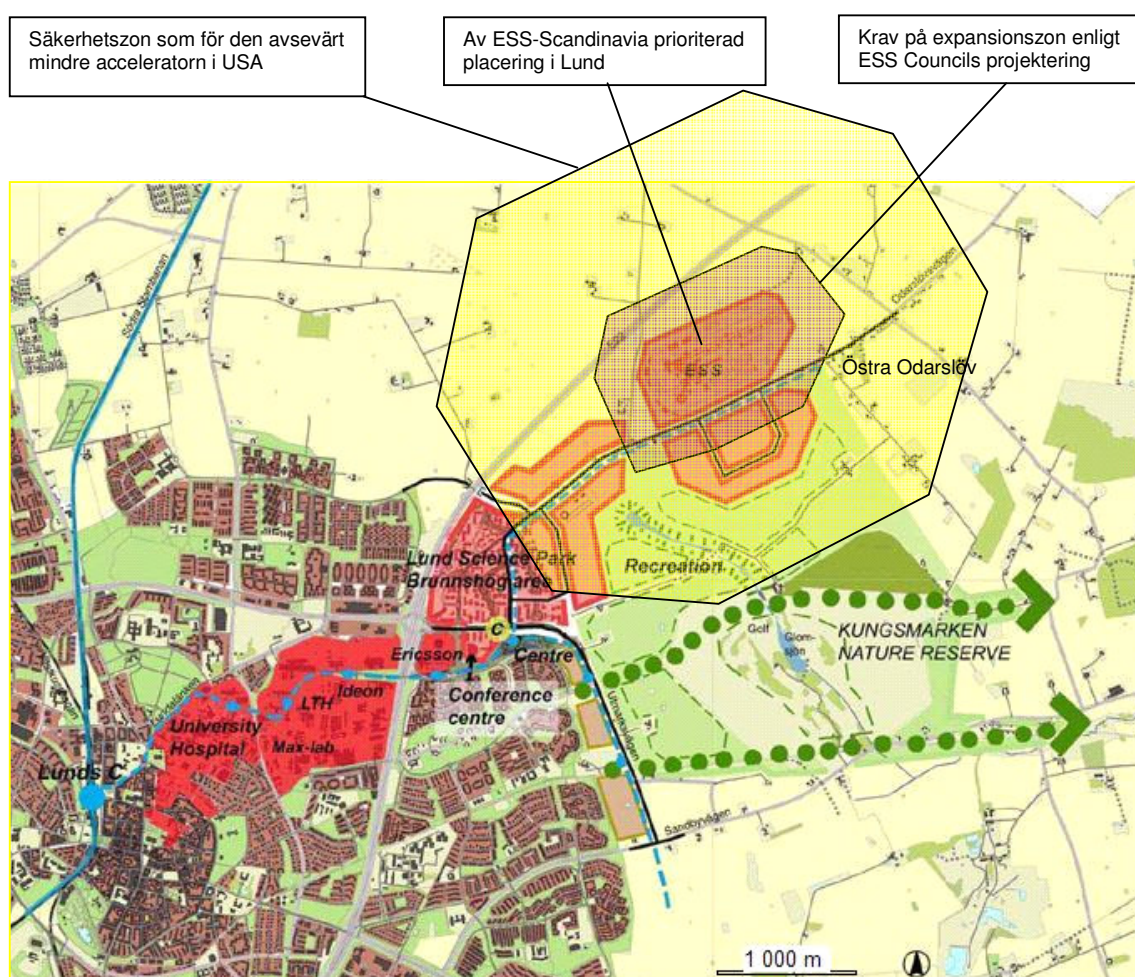
Utöver ytbehovet för ESS tillkommer följdbebyggelser som också kan komma ta flera km² i anspråk[1].

Den föreslagna placeringen i anslutning till Lund innebär förstörelse av stora ytor av den mest högklassiga åkermarken i Sverige.

ESS skall projekteras med en zon som omger anläggningen på 300 meter eller mindre, en sk expansionszon. Någon särskild säkerhetszon har inte beräknats för ESS. Notera att den liknande anläggningen SNS, som byggs i USA och är avsevärt mycket mindre, har en säkerhetszon på minst 1375 m i ett band runt om som är avspärrat för allmänheten. SNS uppges ha en stråleffekt på 1,4 MW jämfört med ESS stråleffekt på 10 MW. (Kapitel I.1 [3]).

Citat från [3], Kap 6 Safety and Licensing:

Comparing PSAR/SNS dose and consequence estimations with ESS conditions the following differences have to be taken into account: □ Greater distance between the SNS facility and the public (1375 m, compared to about 250-300 m expected for ESS: Doses decrease roughly with up to the inverse square of the distance ...



Kartan visar den placering som ESS-Scandinavia förordar (rödmarkerade områden med följdebbyggnader är antydda). Kartan härrör från SWECO:s utredning. På denna finns ingen expansionszon (grått) eller säkerhetszon (gult), de är inlagda här.

Energibehov

ESS kommer att behöva 120-150 MW elenergi med extremt högt ställda krav på tillförlitligheten i försörjningen. Bl a får elavbrott längre än 0,6 s (!) inte förkomma mer än högst en gång per år i snitt. Så höga krav är svåra att tillfredställa vid en anslutning till det normala nätet.

Citat från 6.2.6 Quality of electricity [2]:

Reliability of the operation and exploitation requires high performances in terms of Unscheduled Beam Interruptions (UBIs). Reaching figures as low as a few hundred UBIs per year is the objective. Unwanted fluctuations in grid voltage are one of the main reasons for power supply trips and therefore UBIs.

Stormy regions with a high density of overhead electricity lines will have to be rejected.

The following characteristics are required:

- Maximum amplitude variation of the voltage □ 7 %
- Maximum frequency variation □ 1 %
- A maximum of one long complete (duration > 600 ms) interruption of electricity supply per year on an average, measured over a period of three years
- A maximum of three voltage dips per year, exceeding 400 ms, or with an amplitude larger than □ 12 %, on two phases
- A maximum of three voltage dips per year, with an amplitude larger than □ 8 %, on three phases
- Short circuit power higher than 3,500 MVA
- The facility is to operate for about 6,000 hours per year. Consequently, the electricity bill represents a large fraction of the annual budget ...

Kylbehov

Från ESS-Skandinavien har framförts idén att omhänderta värmespill genom att föra det till Lunds fjärrvärmenät.

Citat ur SWECO:s utredning 11.1.4 [1]:

"Vi föreslår att man vid projektering av ESS-anläggningens kylsystem beaktar att en stor del av värmeenergin kan återvinnas och tillgodogöras i Lunds fjärr-värmenät ."

Detta verkar illa genomtänkt. Det gäller särskilt under sommarhalvåret då staden inte kan ta emot så stora mängder värme som svarar mot ESS behov.

Vid en offentlig debatt (Lunds Stadshall 12/11 2002) har företrädare från ESS-Skandinavien framfört att anläggningen i så fall kan ha sommarstängt (då inte stan kan ta emot värmespillet). Detta rimmar också särdeles illa med förslaget att stänga anläggningen vintertid för underhållsarbeten och därmed inte belasta elnätet under kalla vintermånader [4].

Det går då inte att uppnå den önskade drifttiden på 200-250 dagar per år (jmf ovan 6000 tim).

Citat ur Ångpanneföreningens utredning [4]:

"Anläggningen beräknas kräva en effekt på 120-150 MW och drifttiden per år är cirka 200 dagar i perioder om 45 dagar. Under underhållsperioder kan effektbehovet minska med minst 65 MW₃, till 55-85 MW. Totalt ger detta en årlig elförbrukning på ungefär 0.8 TWh. Längre perioder för underhåll (8-12 veckor)₅ kan förläggas till de tider på året då risken för effektbrist är som störst, det vill säga under januari och februari."

Under de gångna åren har sannolikt mer än 500 manår använts för projektering av ESS [6]. Det underlag som tagits fram kan inte på ett lättvindligt sätt förändras. Den befintliga designen bygger på att ett tiotal kylvattentorn används, där kyleffekten i slutänden åstadkoms med vattenförångning.

Citat från ESS Council [2]:

6.5.2.2 Chilled water

...

We plan for 11 chiller units, of 5 MW each including one as a spare.

...

The evaporative cooling towers for tower water and chilled water will be located on the roof of the central utility buildings and orientated with due regard for the prevailing winds to minimize fogging, icing, noise, etc.

...

I SWECO:s utredning talas om ett kylvattenbehov (vid användning av kyltorn) på 200 m³/tim. 50 MW värme förångar fullständigt 72 m³/tim. Det ryker rejält då. Som en jämförelse kan nämnas Örtofta sockerbruk (produktion c:a 230 000 ton socker/år) som vid drift "ryker" bort c:a 45 m³/tim ren vattenånga.



Örtofta sockerbruk dec 2004

Gas, vatten, väg, järnväg etc

Ytterligare krav tillkommer på infrastrukturen gällande dubbla kraftledningar, gasledning, väg som kan bära tunga transporter och eventuellt en järnväg. En enskild väg med tillfart till motorvägen krävs. Den skall kunna bära en 100 tons låg fraktare som bär en last av en järnvägsvagns storlek.

Citat från kapitel 6.2.4 Site requirements [2]:

...

At the required time, the site should be handed over, ready for construction with existing road access and all services ready to be connected at the site boundary:

Private road access for heavy goods vehicles (maximum load 100 tonnes) with free passage for a low loader carrying a railway wagon sized load, connected to the motorway network.

Telephone connections for 1,500 subscribers.

Fast communication links to international networks and computing centres (> 2 Mbits/s).

Minimum high voltage power supply of 120 MW in the SC version and 145 MW in the NC version from two well separated lines.

Gas connection 12,000 MWh/year.

Water main minimum flow 250 m³/h (to extinguish fire).

Main sewer connections (rainwater, wastewater, etc.).

...

Citat från Kapitel 4.8 The transport infrastructure [5]:

Load on access roads: Access roads to the site, provided at the site fence free of charge by the host country, must be capable of sustaining a maximum load of 100 t, with free passage for a low loader carrying a railway wagon size load. (Access from railroad to the facility should allow such transport).

Landskapsbild

Anläggningen omfattar ett stort antal byggnader som kommer att dominera landskapsbilden. Dygnetruntbelysning och rök kommer att ytterligare bidra till detta.

Atomacceleratorn är drygt 400 m lång och har ett hölje som når som mest 7 meter ovanför markytan. De två målbyggnaderna är 62 x 88 meter med största höjd 23 m kap 6.4.2. [2].

Yt- och grundvatten

Som nämnts ovan avger anläggningen radioaktivitet som kommer att kontaminera mark, yt- och grundvatten. Denna anläggning är tänkt att placeras endast ca 500 meter från Kungsmarkens naturreservat vars huvudflöde av ytvatten kommer från det tilltänkta etableringsområdet. Anläggningen riskerar förstöra de unika betingelserna som gör Kungsmarken till ett av Sveriges

artrikaste växtlokaler. Naturreseptatet rymmer bl.a ca 400 kärlevåxter, ca 65 häckande fågelarter och ca 470 arter av Macrolepidopteran (storfjärilar).

Radioaktivt avfall, belysning, buller

Anläggningen kommer att vara inhägnad, bevakad och upplyst dygnet om. Kyltorn (se ovan) mm kommer att förorsaka buller. I en särskild byggnad kommer att finnas ett avfallslager för radioaktiva instrumentdelar etc. Radiaktransporter kommer att förekomma från anläggningen.

Citat från kapitel 6.2.4 Site requirements [2]:

The site must be situated in an area with no special restrictions concerning emissions, noise and power lines.

The local storage of activated equipment (or radioactive waste), resulting from the operation of the facility, must be allowable for a period of up to 20 years.

Citat från Kapitel 3.2 Omgivningspåverkan [1]:

3.2.3 Ljusstörningar Dygnetrunt drift och hög säkerhetsnivå kommer sannolikt att innebära krav på stark belysning av anläggningen nattetid. Detta kan komma att upplevas störande av omkringboende.

3.2.4 Buller Kylanläggningen, kan beroende på utformning, med sina aggregat producera buller.

3.2.5 Avfall, restprodukter Radioaktivt avfall Anläggningen kommer, i likhet med andra acceleratorlaboratorium, att löpande producera lågaktivt radioaktivt avfall i form av aktiverade delar och instrument som byts ut. Rivning/demontering då byggnaden har tjänat ut och ska demonteras/rivas kommer radioaktiva byggnadsdelar och komponenter att finnas kvar som måste tas omhand.

3.2.7 Säkerhetsaspekter

...

Avfall

Anläggningen producerar varje år lågaktivt avfall. För att beräkna mängden har avfallsmängden från ISIS använts som underlag: Avfallstyper är tex aktiverade maskindelar, oljor, vatten.

Rivning

Radioaktiv kvicksilver i målen = 15 ton eller 1 m^3 /målstation. Detta byts aldrig under anläggningens livstid.

Vid rivning av anläggningen måste kvicksilvret slutförvaras i 3000 år.⁴

Schaktning

ESS skulle bli en byggplats av gigantiska mått. Man kan rimligen göra en hel del jämförelser med SNS. Mängden schaktmassor och betong blir med säkerhet ännu mycket större. Antalet lastbilstransporter skulle uppgå till flera hundra tusen, kanske ett par gånger sveriges längd med lastbilar om de stått på rad.

Citat [8]:

SNS: almost a reality! (April 2004)

The world's most advanced Spallation Neutron Source (SNS)— a \$1.4 billion project — is nearly complete. The project is on time and on budget for its 2006 completion. SNS will provide the most intense pulsed neutron beams in the world and will become one of the world's leading research facility for study of the structure and dynamics of materials using neutrons. The facility is being built at Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, by the U.S. Department of Energy. Groundbreaking began in December 1999, and today the project is 80% complete. More than \$1 billion has been spent so far. The project budget was \$143 million for the current fiscal year, and \$113.6 million is expected for 2005. The 30Ha landscape on Chestnut Ridge has changed dramatically, with the forest being replaced by buildings and installations. Construction has included moving almost 765.000 cubic metres of earth and pouring of 61.164 cubic metres of concrete. About 500 people work at the site on a daily basis. The Center for Nanophase Materials Sciences (a \$65 million project) is being built adjacent to SNS. The addition of other science facilities is also being discussed. The initial 1.4-MW facility will have one target station with 24 instruments and will attract top scientists from around the world. A power upgrade can be achieved at a very low cost and the facility is prepared for the addition of a second target station. Both projects are on the DOE 20 year list of high priority project proposals. The SNS Project Office will open its doors to the public on 2nd April, offering an opportunity to visit with SNS staff and learn about this unique facility. More info: SNS website



Oak Ridge SNS vid byggstart



SNS april 2004

Referenser:

[1] SWECO FFNS Arkitekter AB, Uppdragsnummer 3830363: ESS-S

[2] ESS Council; The ESS Project Volume III Technical Report:
<http://neutron.neutron-eu.net/FILES/VolIIIeng.pdf>

[3] The ESS Project Volume III Update Technical Report:
http://neutron.neutron-eu.net/n_documentation/n_reports/n_ess_reports_and_more/106

[4] Hur påverkas elförsörjningen i Sverige av eventuell lokalisering av ESS till Sydsverige? Utredning av Ångpanneföreningen Energi & Miljö AB (2003-03-03).
http://www.ess-scandinavia.org/new/source/Nyheter/AF_ESS_030303.pdf

[5] Guideline on how to submit an expression of interest to host the European Spallation Source, Council of the European Spallation Source Project, Final version November 28, 2001: http://www.ess-scandinavia.org/new/source/dokumentation/2001%2011%2028%20site_selection_process.doc

[6] Press release ESS 17 juli 2002 (sid 46): http://neutron.neutron-eu.net/FILES/Assessment_WR.pdf

[7] http://neutron.neutron-eu.net/n_news