

Mål nr M 1333-11	KBS-3-SYSTEMET	CLAB – CLINK	KÄRNBRÄNSLEFÖRWARET	2017-09-05	1	
Bakgrund och uppdrag	Metodval	Platsval	Säkerhet efter förslutning	MKB och samråd		



14 – Uppdrag och ändamål med den sökta verksamheten

Radioaktivitet och strålning

- Vd:s inledning
- Vägen fram till ansökan
- Radioaktivitet, strålning och avfallstyper

Mål nr M 1333-11	KBS-3-SYSTEMET	CLAB – CLINK	KÄRNBRÄNSLEFÖRWARET	2017-09-05	2	
Bakgrund och uppdrag	Metodval	Platsval	Säkerhet efter förslutning	MKB och samråd		

Vd:s inledning

Eva Halldén

- Företaget SKB – uppdrag och verksamhet
- Det svenska systemet för hantering av radioaktivt avfall
- Ändamålet med SKB:s ansökan



Kärnkraftverkens ansvar – SKB:s uppdrag



KTL 10 §

Den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet ska svara för att de åtgärder vidtas som behövs för

1. att med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs **upprätthålla säkerheten**,
2. att på ett säkert sätt **hantera och slutförvara** i verksamheten uppkommet **kärnavfall** eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt, och
3. att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar i vilka verksamheten inte längre ska bedrivas till dess att all verksamhet vid anläggningarna har upphört och **allt kärnämne och kärnavfall placerats i ett slutförvar som slutligt förslutits**.

Kärnkraftföretagen bildade SKB för att på deras uppdrag uppfylla lagens krav.

Ägare

VATTENFALL



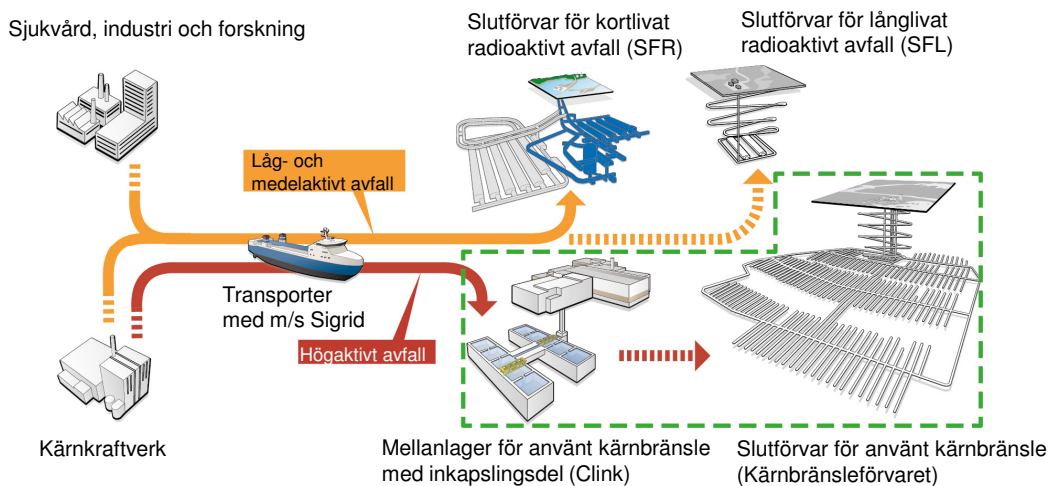
Sydkraft
Nuclear
Power



FORSMARKS
KRAFTGRUPP

SKB är ett dotterbolag inom Vattenfallskoncernen

Det svenska systemet för avfallshantering



Anläggningar



Kärntekniska anläggningar

- Centralt mellanlager för använt kärnbränsle, Clab
- Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, SFR

Forskningslaboratorier

- Äspölaboratoriet
- Bentonitlaboratoriet
- Kapsellaboratoriet

Personal

Antal anställda december 2016: 547

- 316 med grundläggande akademisk utbildning
- 71 specialister (tekn dr, fil dr, tekn lic)
- 268 i Oskarshamn
- 95 i Östhammar
- 184 i Solna



Finansiering



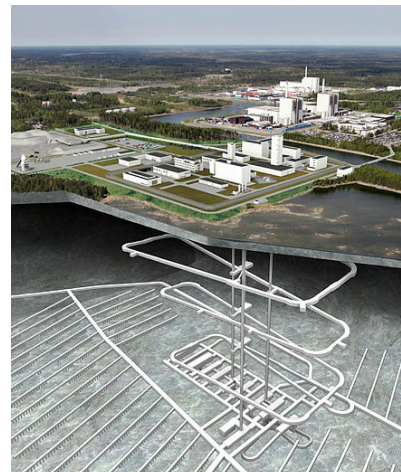
- Det svenska kärnavfallsprogrammet finansieras helt av kärnkraftsbolagen. Detta är reglerat i kärntekniklagen
- Kärnkraftsbolagen betalar avgifter till Kärnavfallsfonden och ägarbolagen ställer säkerheter
- Fondering 2015–2017
 - 4,1 öre/kWh kärnkraftsel i genomsnitt (reaktorer i drift)
 - Barsebäck tillför cirka 1 miljard per år
- Använt: 43 miljarder
- Finns i kärnavfallsfonden: 63 miljarder
- Uppskattad totalkostnad: 141 miljarder (hela programmet inklusive avveckling)

Ändamålet med den sökta verksamheten



”...att slutförvara använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet, nu och i framtiden.”

(ur SKB:s ansökan)



Sammanfattning

- Grunden för SKB:s uppdrag är kraven i kärntekniklagen
- Tydligt ansvar och tydliga roller för alla aktörer
- Finansiering är säkrad genom Kärnavfallsfonden
- De aktuella anläggningarna ingår i ett sammanhängande system för hantering, transport och slutförvaring av allt kärnavfall
- Ändamålet med ansökan är att leverera den långsiktiga säkerhet som lagen kräver

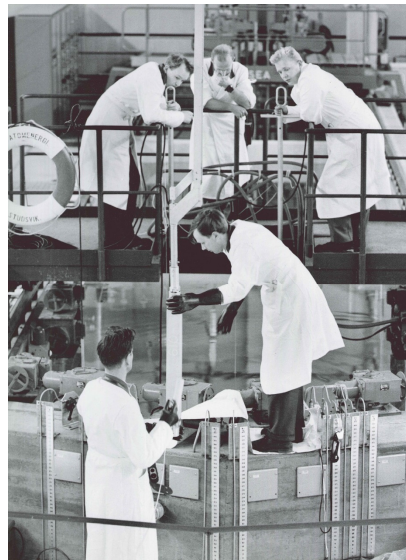


Vägen fram till ansökan

Claes Thegerström, tidigare vd

Översikt

- Svensk kärnkraft
- Grundstenar och milstolpar i kärnavfallsprogrammet
- Internationell utblick



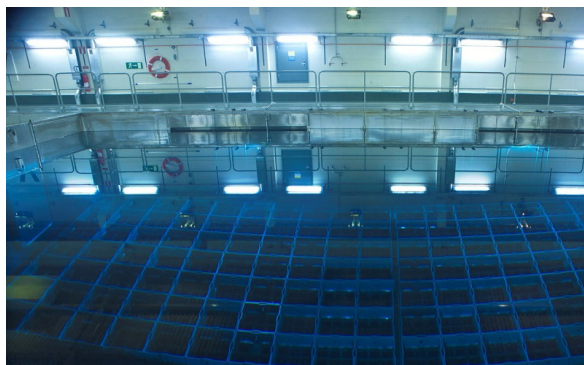
Kärnkraft – el och avfall

Kärnkraftverk



Cirka 2 300 000 000 000 kWh (2 300 TWh)

Clab – mellanlagret för använt kärnbränsle



Cirka 6 500 ton använt kärnbränsle

Svensk kärnkraft och kärnavfall i tre tidsperioder

Pionjärtiden 1945-1972



Uppbyggnad och ifrågasättande 1972-1985



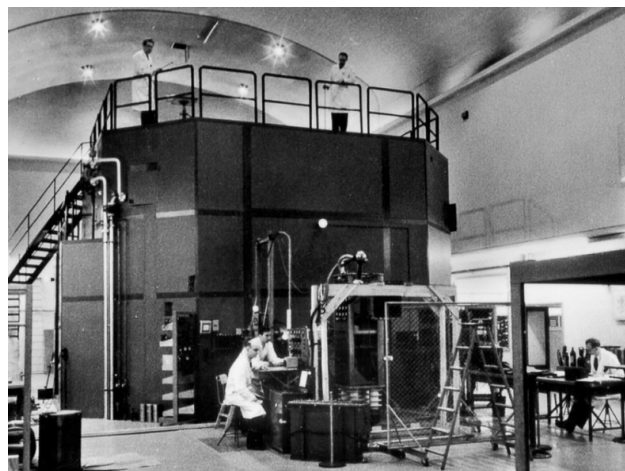
Foto: Sven-Erik Sjöberg/TT

Produktion och utveckling av svenska systemet 1985- ...



Pionjärtiden 1945–1972

- 1950 – FOA + AB Atomenergi
- 1954 – Forskningsreaktor på KTH
- 1955 – "Atoms for peace"
- 1959 – Studsviks forskningsanläggning
- 1963 – Ågesta, fjärrvärme Farsta (1973)
- 1968 – Svenska kärnvapenplaner avskrivs
- 1972 – O1 startar



Uppbyggnad och frågasättande 1972–1985



Foto: Sven-Erik Sjöberg/TT

1974 – Centern emot kärnkraft, O2 startar, SKI bildas

1975 – B1, R2 startar

1976 – Kärnkraften valfråga, R1 startar

1977 – Villkorlagen, B2 startar

1978 – Centern lämnar regeringen

1980 – Folkomröstning =>12 reaktorer till 2010, F1 startar

1981 – R3 och F2 startar

1983 – R4 startar

1984 – KTL träder i kraft

1985 – F3, O3 startar

Produktion och utveckling 1985–...

1985 – 12 reaktorer i drift

1986-89 – Effekthöjningar, förbud mot nya reaktorer

1990-talet – Lag om avveckling, B1 stängs

2000-talet – B2 och Studsvikreaktorer stängs, SSI+SKI=SSM

2010-talet – Nya reaktorer får byggas, Vattenfall planerar för nya reaktorer men avstår, O2 och O1 stängs, energiöverenskommelse (2016)

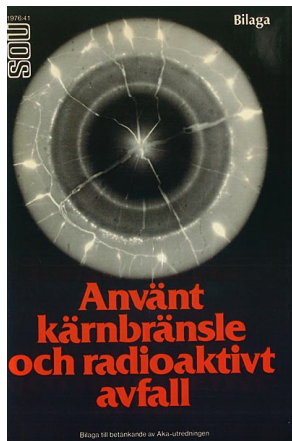
2019 – R2 stängs

2020 – R1 stängs, sex reaktorer i drift



Grundstenar i det svenska kärnavfallsprogrammet

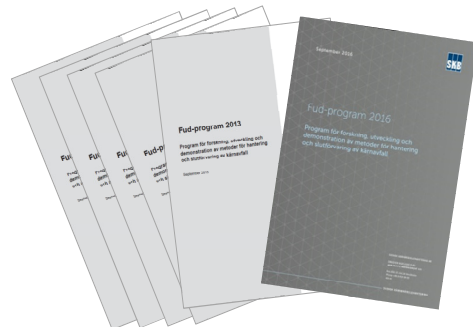
Aka-utredningen
1972-76



KBS-rapporterna
1977-83

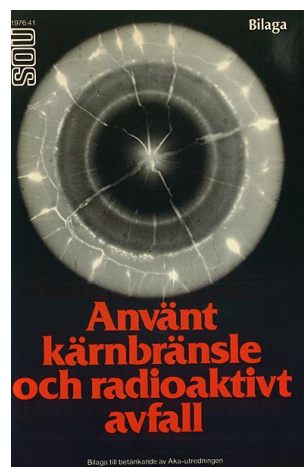


Fud-programmen
1984-2016-...



Aka-utredningen 1972–76

- Parlamentariskt sammansatt + experter
- Tog samlat grepp och lade grunden
- Föreslog
 - Centralt mellanlager och transportsystem
 - Geologisk förvaring, undersökningar
 - Projektering uppdragsanläggning
 - Ansvarigt organ (statligt)
 - Kraftindustrin ska bära kostnaderna



KBS-rapporterna 1977–83 (Kärnbränslesäkerhet)

KBS-1: Förglasat högaktivt avfall, underlag för start av R4, F2

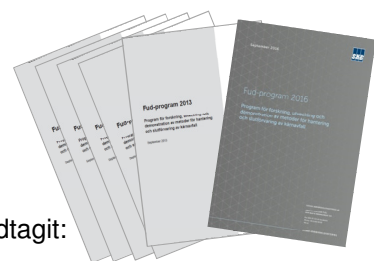
KBS-2: Använt bränsle, inget tillståndsunderlag

KBS-3: Använt bränsle, underlag för start av F3, O3



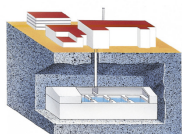
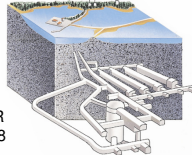
Fud-programmen 1984–2016– ...

- Instrument för planering, granskning och uppföljning
- Krav i KTL, ska lämnas till SSM vart 3:e år
- Granskning och remissbehandling inför regeringsbeslut, som bl a godtagit:
 - KBS-3-metoden som huvudinriktning på utvecklingsarbetet (löpande)
 - Utformningen av lokaliseringsprocessen och lokaliseringskriterierna (Fud 92,5)
 - KBS-3 som planeringsförutsättning för platsundersökningarna (Fud-K, 2000)

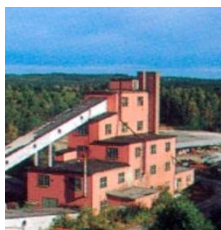


"Utan att föregripa ställningstaganden till framtida tillståndsansökningar bedömer regeringen att Svensk Kärnbränslehantering AB bör använda KBS-3-metoden som planeringsförutsättning för de platsundersökningar som nu avses." (Nov 2001)

Milstolpar – kärntekniska anläggningar

Clab
1985SFR
1988Clab2
2008

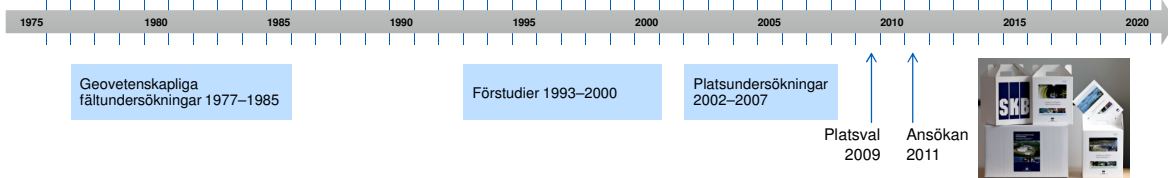
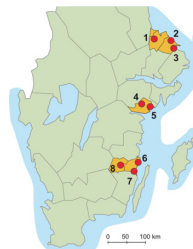
Milstolpar – forskningslaboratorier

Stripa
1977Äspö
1987Kapsellaboratoriet
1997Bentonitlaboratoriet
2007

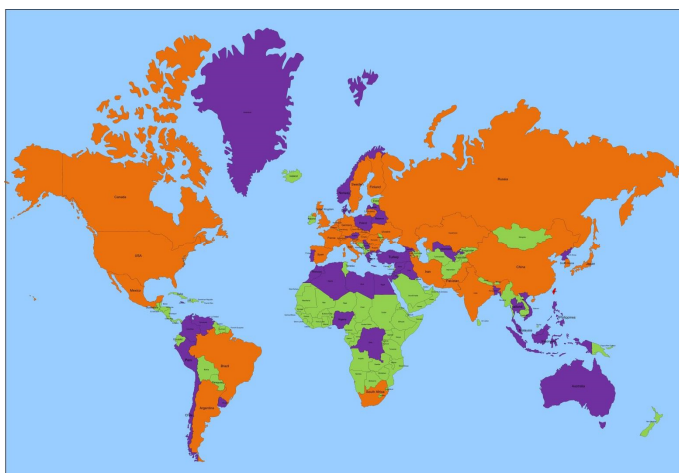
Milstolpar – lokalisering



■ Diskussioner om förstudie
■ Genomförd förstudie



Internationell utblick – avfallsfrågan aktuell i många länder



Använt kärnbränsle i världen

- 300 000 ton finns i mellanlager
- 100 000 ton har upparbetats

Orange – länder med kärnkraftverk

Lila – länder utan kärnkraft, men med forskningsreaktorer

Grön – länder utan kärnreaktorer

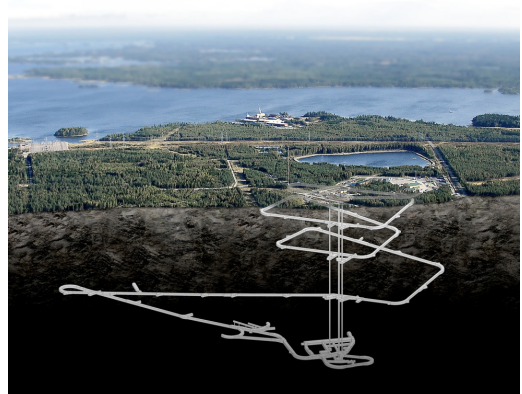
Internationell utblick – överenskommelser

- EU – Kärnavfallsdirektivet, krav på:
 - Ramverk för ansvarsfull och säker hantering
 - Nationellt ansvar och nationell plan
 - Finansiering
- IAEA Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management



Internationell utblick – Finland bygger KBS-3-förvar

- 1983-87 – Policy + kärnenergilag
- 1994 – Förbud exportera använt kärnbränsle (Lovisa/Sovjet)
- 1995 – Posiva bildas
- 2001 – Principbeslut ratificeras av riksdagen:
KBS-3-metoden på en plats i Eurajoki kommun
- 2004 – Bygge av Onkalo börjar
- 2012 – Posiva ansöker om tillstånd för slutförvar
- 2015 – Tillstånd beviljas
- 2016 – Byggstart



Sammanfattning

- Kärnkraften har sedan ca 40 år utgjort en viktig del av svensk elförsörjning
- Parlamentarisk utredning (Aka) följt av politiska beslut i början av 1980-talet angav ramar och ansvar för det svenska kärnavfallsprogrammet
- Ett systematiskt utvecklingsarbete styrt av SKB, under regelbunden och ingående granskning
- KBS-3-metoden godtagen som underlag för start av F3, O3 (1984), som huvudinriktning på utvecklingsarbetet (löpande sedan 1984) och som planeringsförutsättning för platsundersökningarna (2001)
- Fullskaliga laboratorier för delarna i flerbarriärsystemet (Äspö-, kapsel- och bentonitlaboratoriet)
- Lokaliseringsprocess (1992–2009) baserad på säkerhetskrav, miljökrav och medverkan från berörda kommuner
- Brett internationellt samarbete och samsyn kring geologisk slutförvaring
- Finland bygger nu sitt slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden

Radioaktivitet, strålning och avfallstyper

Olle Olsson, teknologie doktor, fd direktör SKB

Översikt

- Kort om radioaktiv strålning
- Kärnavfall och använt kärnbränsle
- Använt kärnbränsle som ska slutförvaras



Strålning är transport av energi i form av vågor eller partiklar

Joniserande strålning

Strålning med tillräckligt hög energi för att jonisera, dvs slå loss elektroner från atomer som träffas och förvandla dem till joner.

Exempel

- strålning från radioaktivt sönderfall
- neutronstrålning från kärnklyvning (fission)
- strålning skapad på konstgjord väg (röntgenapparater, partikelacceleratorer, ...)

Icke-joniserande strålning

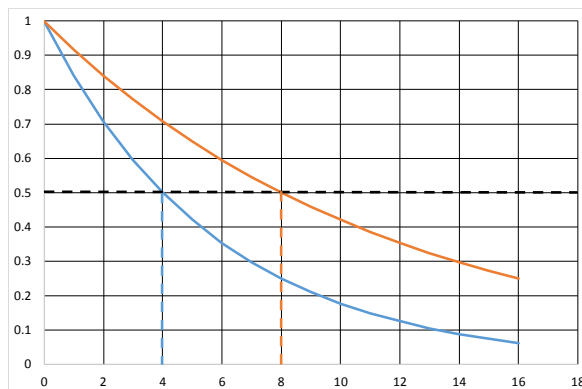
Strålning med otillräcklig energi för att jonisera träffade atomer.

Exempel

- synligt ljus
- ultraviolett strålning
- infraröd strålning
- elektromagnetiska fält (mikrovågor, radiovågor, magnetfält från kraftledningar, ...)

Några grundfakta om radioaktivitet

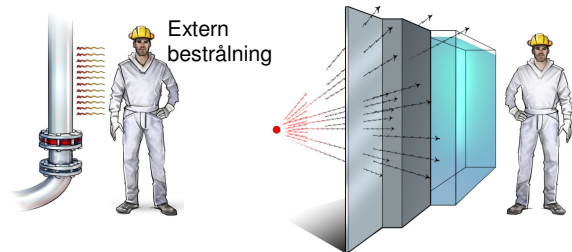
- **Radioaktivt sönderfall:** Spontan omvandling av en atomkärna av en typ (nuklid) till en atomkärna av en annan typ (nuklid) samtidigt som joniserande strålning avges.
- **Radioaktivitet – sönderfallshastighet:** Antal sönderfall per tidsenhet, mäts i Becquerel (Bq = antal sönderfall per sekund).
- **Halveringstid:** Den tid efter vilken hälften av en radioaktiv nuklid har sönderfallit.
- **Effektiv dos:** Från strålning överförd energi per kilo multiplicerad med viktningsfaktorer som tar hänsyn till den relativa risken för skador (Sievert, Sv).



Extern och intern bestrålning

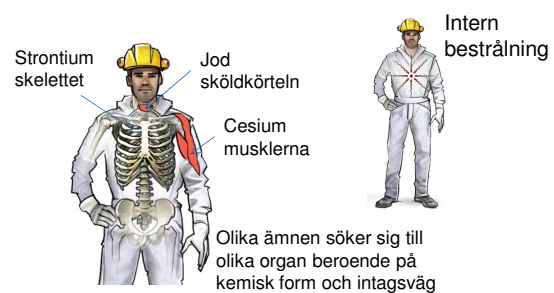
Extern bestrålning – strålkällan utanför kroppen

- Ger dos om man kommer nära ett radioaktivt ämne
- Dosen beror på strålkällans styrka, hur nära man är och hur länge
 - Röntgenbild
 - Arbete vid strålkällor (reaktor, röntgenapparater)



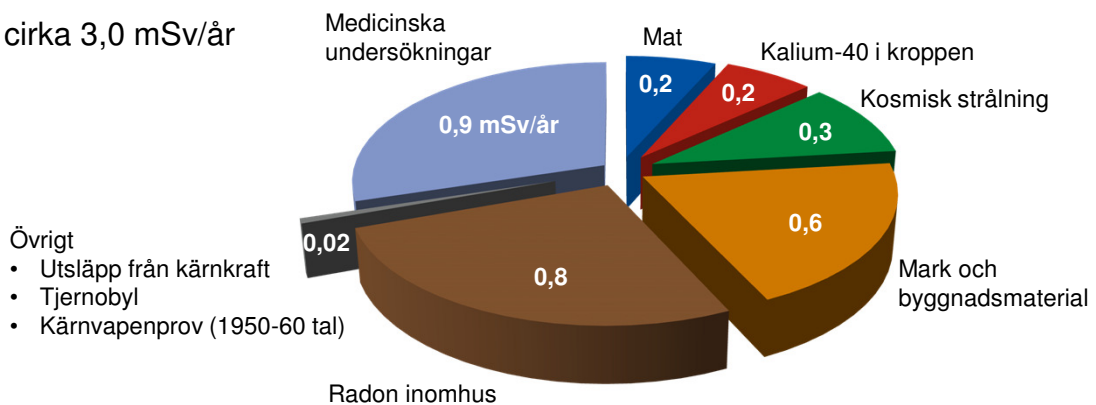
Intern bestrålning – strålkällan i kroppen

- Ger dos om radioaktiva partiklar, vätskor eller gaser kommer in i kroppen
- Dosen beror på det radioaktiva ämnets mängd och egenskaper och på hur länge radioaktiviteten stannar i kroppen
 - Sköldkörtelbehandling
 - Radon i bostäder



Genomsnittlig exponering från naturliga och antropogena källor (Sverige)

Totalt cirka 3,0 mSv/år



Regelverk – accepterade nivåer

- SSMFS 2008:51** **2§ Arbetstagare.** Gräns för årlig effektiv dos: **50 mSv**. Dock högst **100 mSv** på fem år i följd.
- 8§ Bestrålning av allmänheten.** Effektiv dos från verksamhet med strålning får inte överstiga **1 mSv** per år.
- SSMFS 2008:23** **5§ Skydd av människors hälsa.** Effektiv dos från alla kärntekniska anläggningar inom samma geografiska område ska inte överstiga **0,1 mSv** per år.
- SSMFS 2008:37** **5§ Skydd av människors hälsa.** Ett **slutförvar** för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar blir **högst 10^{-6}** . Motsvarar en effektiv dos på 0,014 mSv/år ≈ 1 % av svenskens genomsnittliga exponering från naturliga källor (ICRP publikation 60).

Olika slags avfall – olika lösningar

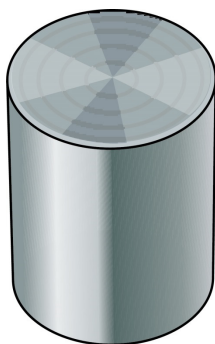


Kärnbränsle

Före drift:

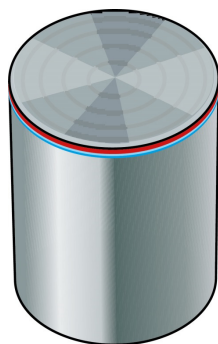
3,5–5 % klyvbart uran

- Låg radioaktivitet
- Avger inte värme



Använt kärnbränsle

- Hög radioaktivitet – lång halveringstid
 - Ger direktstrålning i bränslets närhet
 - Kan ge intern bestrålning om radioaktiva ämnen i bränslet sprids i miljön
- Avger värme



Efter drift:

4–5 % klyvningsprodukter
(Cs, Sr, Cl, I, Nb)

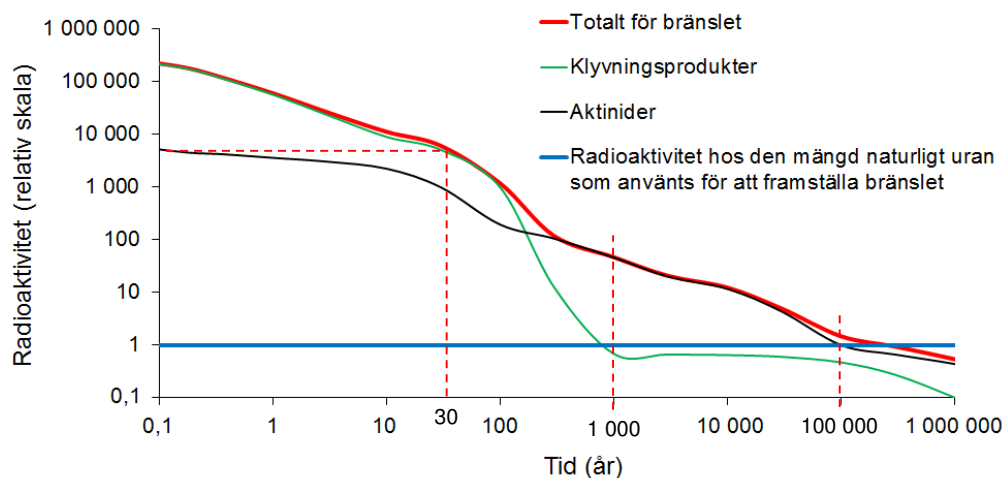
Ca 1 % klyvbart uran

Ca 1 % aktinider (Pu, Am)

varav ca 80 % plutonium

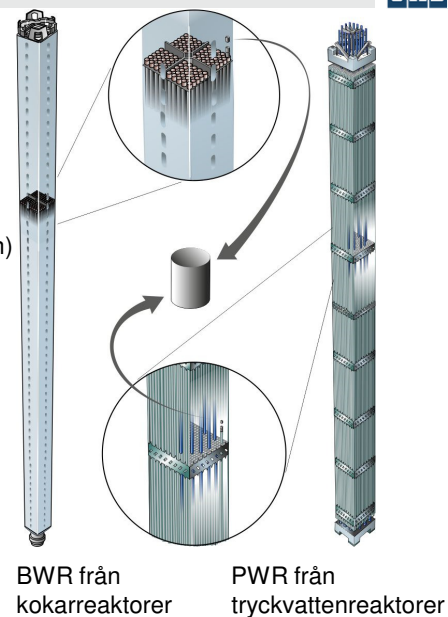
varav drygt 60 % klyvbart

Radioaktivitet i använt kärnbränsle

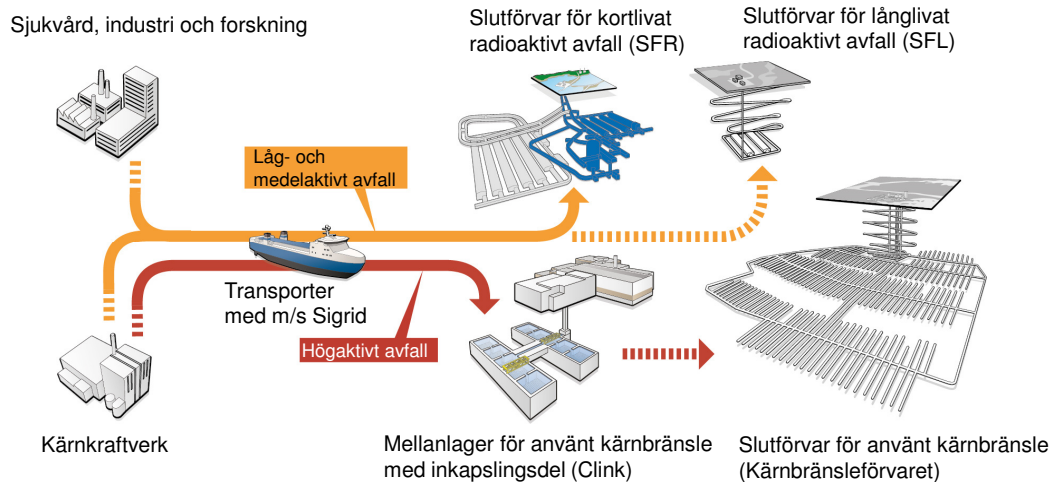


Använt kärnbränsle som ska slutförvaras

- Det bränsle som idag finns i Clab
 - Använt bränsle från Forsmark, Oskarshamn, Ringhals och Barsebäck (ca 6 500 ton)
 - Kärnämne (bränslerester) från verksamheten i Studsvik (ca 3 ton)
 - Så kallat Swap-MOX (drygt 20 ton)
 - Använt bränsle och kärnämne från Ågesta (ca 20 ton)
- Tillkommande mängder från
 - De 10 reaktorer som idag har driftstillstånd
 - Verksamhet i Studsvik (bränslerester från tester och forskningsreaktorn R1)
- MKB:n och säkerhetsredovisningen baseras på 12 000 ton



Det svenska systemet



Sammanfattning

- Det använda kärnbränslet finns och måste tas omhand
- Det använda kärnbränslet avger strålning och värme
 - Radioaktiviteten och värmeavgivning avtar med tiden men det är farligt under mycket lång tid
 - Efter ca 100 000 år är farligheten jämförbar med den hos uranmalmen som behövdes för att göra kärnbränslet
 - Särskilt viktigt att kärnbränslet kan hållas skilt från människa och miljö under de första 1 000 åren
 - Ca 30 år efter uttag ur reaktorn kan bränslet kapslas in slutförvaras

