IV:e generationens kärnkraftverk

Sofia Helsing
6.4.2009

Innehåll

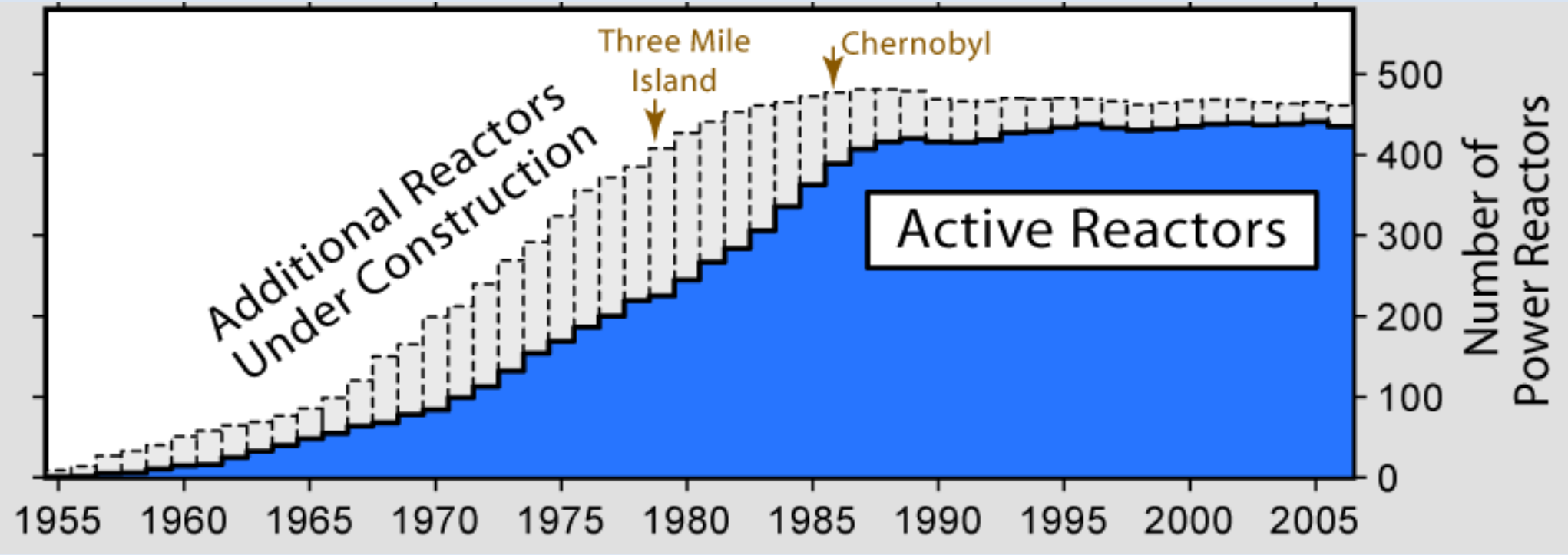
- Vad är Generation IV?
- Om dagens kärnkraft och reaktorer
- Generation IV:s mål och reaktortyper

Vad är Generation IV?

- Reaktorteknologi som beräknas kunna tas i bruk 2030.
- Ett initiativ av USA:s energimyndighet DOE år 2000.
  - Grund: Ur medellångt tidsperspektiv är kärnkraft en viktig energikälla.
  - The Generation IV International Forum (GIF) grundas 2000. (Formellt från 2001.)
  - I dagsläget tretton medlemmar. (En av dem EURATOM.)
  - Har enats om samarbete med forskning kring energisystem som bygger på kärnkraft.

Kärnkraft idag

- 2007: 14% av världens elektricitet kommer från kärnkraft.
- 439 reaktorer i 31 länder.



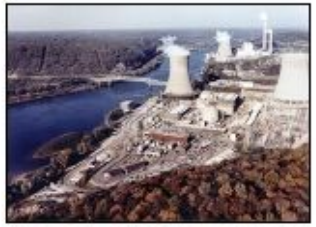
Typer av reaktorer

- Reaktorer kan kategoriseras på flera sätt, till exempel ...
  - Enligt om de använder snabba eller termiska neutroner.
  - Enligt moderator.
    - grafit, lätt vatten, tungt vatten, ...
  - Enligt kylmedium.
    - vatten, gas, flytande metall, ...

Generation IV: Nuclear Energy Systems Deployable no later than 2030 and offering significant advances in sustainability, safety and reliability, and economics

Generation I

Early Prototype Reactors



- Shippingport
- Dresden, Fermi I
- Magnox

Generation II

Commercial Power Reactors

- LWR-PWR, BWR
- CANDU
- VVER/RBMK

Generation III

Advanced LWRs

- ABWR
- System 80+
- AP600
- EPR

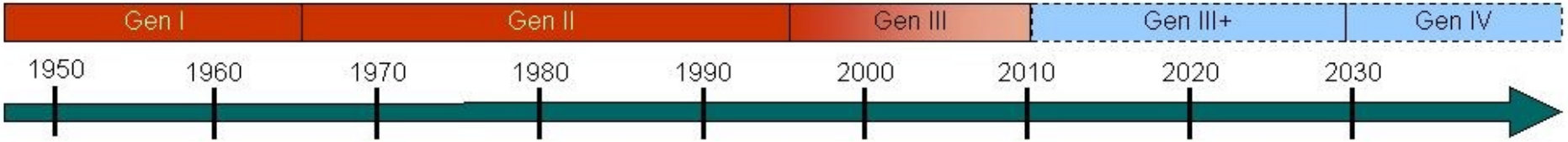
Near-Term Deployment

Generation III+ Evolutionary Designs Offering Improved Economics

.....

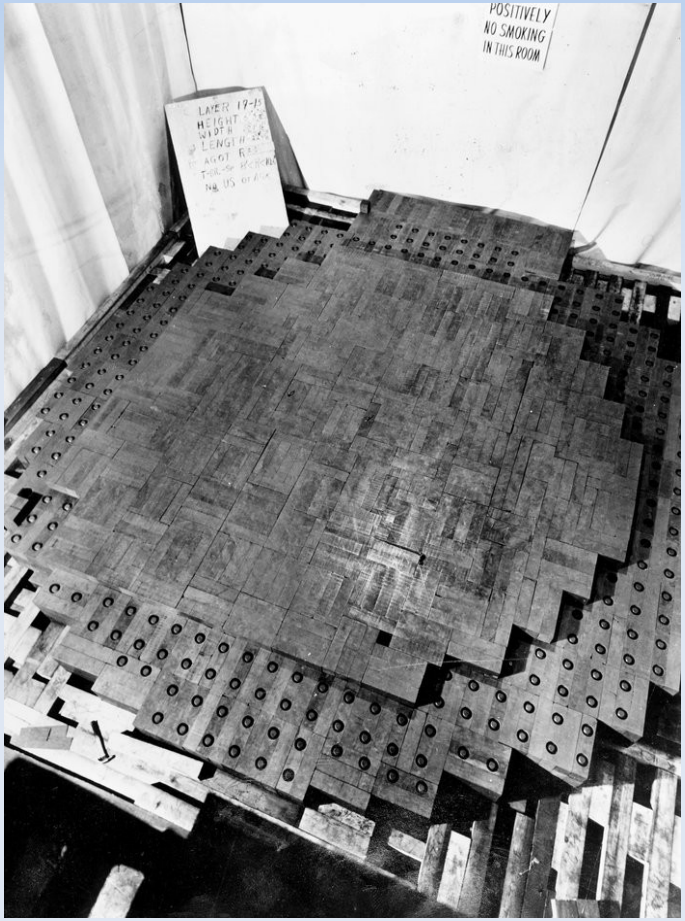
Generation IV

- Highly Economical
- Enhanced Safety
- Minimal Waste
- Proliferation Resistant



Termiska reaktorer

- Använder moderator, för att sakta ner de snabba neutronerna från fissionen till termiska (långsamma) neutroner.
- Termiska neutroner orsakar fission av U-235 med större sannolikhet än snabba neutroner.
- De allra flesta av dagens reaktorer är termiska.
- Bränsle: låganrikat uran.
- Kylning: vatten vanligast.

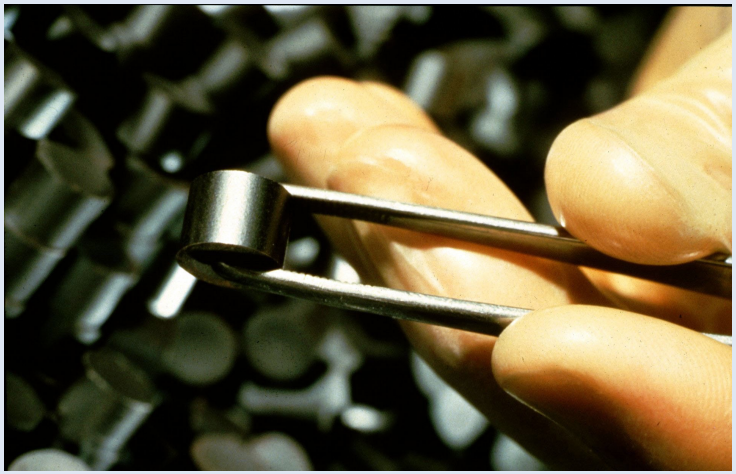


Snabba reaktorer

- Ingen moderator.
- Kylning: flytande metall. (Ej vatten, eftersom detta fungerar som moderator.)
- Kräver relativt höganrikat bränsle.
- Ovanliga idag.
- Kan användas för bridning och transmutering.

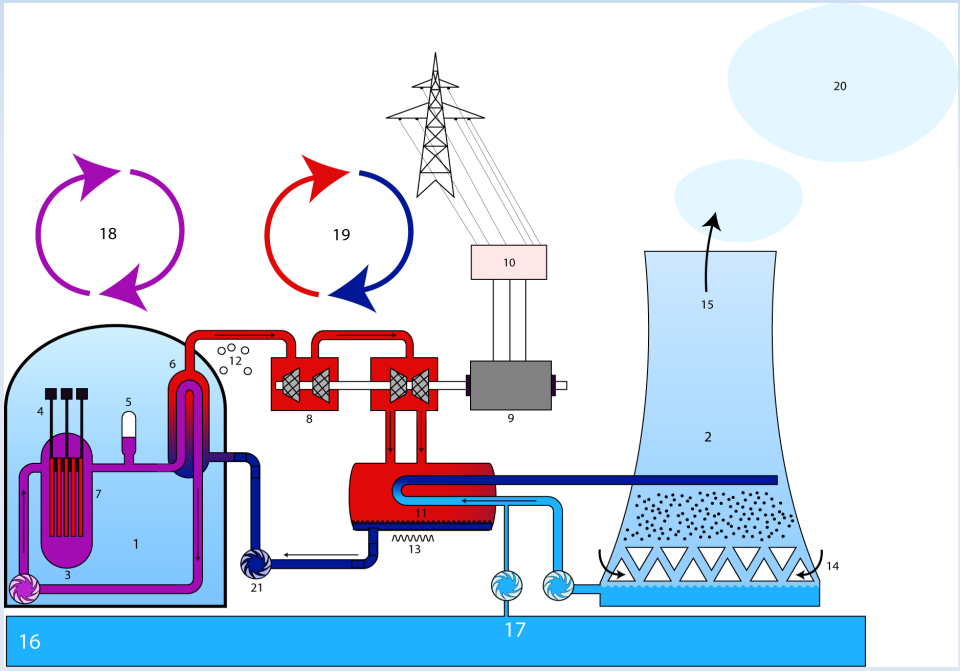
Bränsle

- Naturligt uran innehåller 99,3% U-238 och 0,7% U-235.
- Dagens termiska lättvattenreaktorer använder enbart U-235.
  - Uranet måste anrikas, till ca 4% U-235
- Så som bränslet används idag beräknas det räcka 250 år. Med bridteknik kunde det räcka 25000 år.



Reaktorer idag

- 265 (60%) är tryckvattenreaktorer (PWR)
- 94 (21%) är kokvattenreaktorer (BWR)
- Typisk reaktor:
  - Termisk
  - Öppen bränslecykel
  - Dåligt utnyttjande av uranet.
  - Verkningsgrad ca 33%



Utvecklingsområden

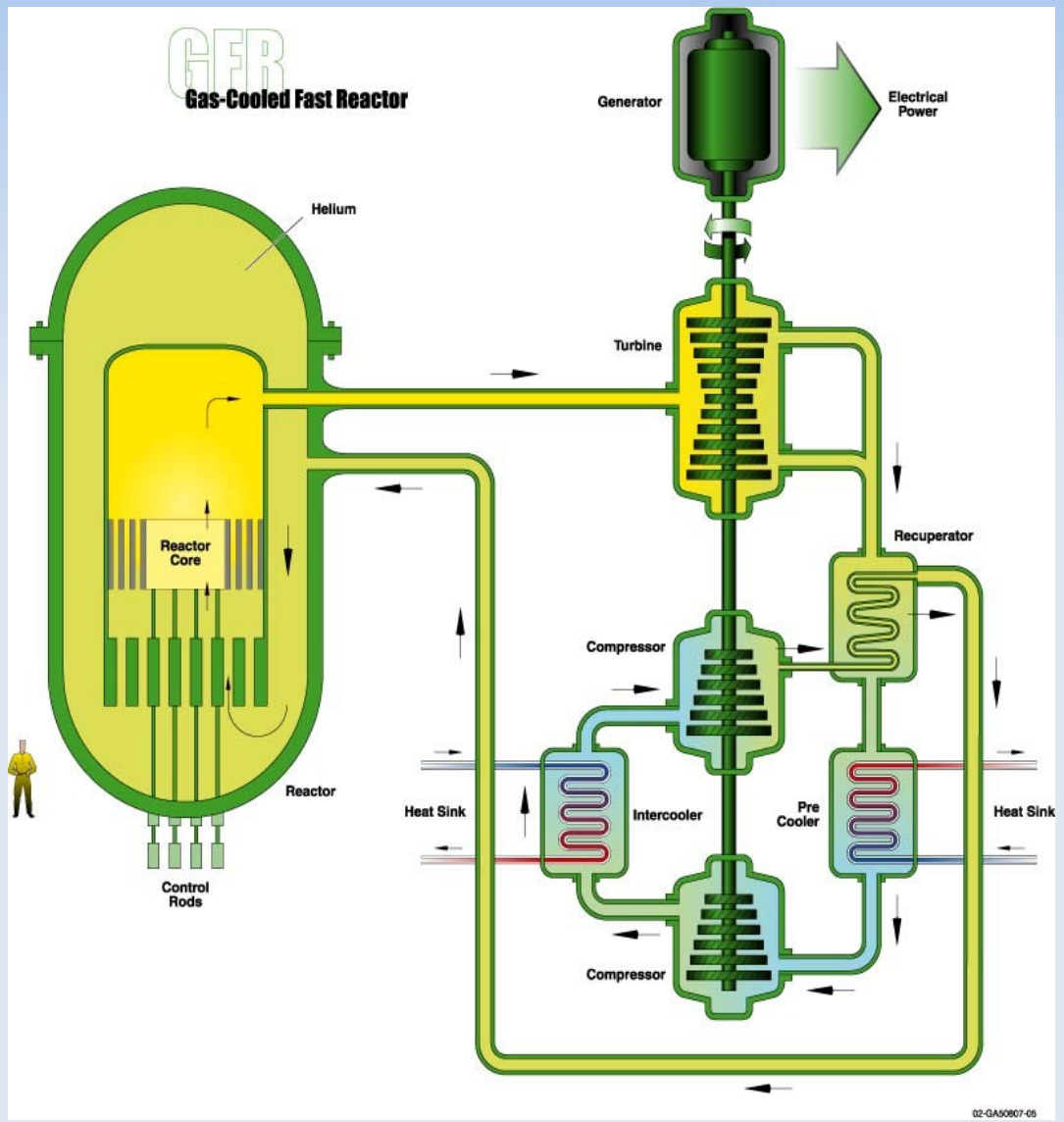
- GIF har satt upp målsättningar för att lösa problem med dagens kärnkraft. Dessa rör
  - Resurshushållning
  - Ekonomi
  - Säkerhet
  - Avfall
  - Spridning av fissilt material

Utvalda reaktortyper

- Sex typer som anses kunna möta målsättningarna inom tidsramen har valts ut
  - Gaskyld snabb reaktor (GFR)
  - Blykyld snabb reaktor (LFR)
  - Smältsaltreaktor (MSR)
  - Natriumkyld snabb reaktor (SFR)
  - Superkritiskt vatten reaktor (SCWR)
  - Högtemperaturreaktor (VHTR)

Gaskyld snabb reaktor

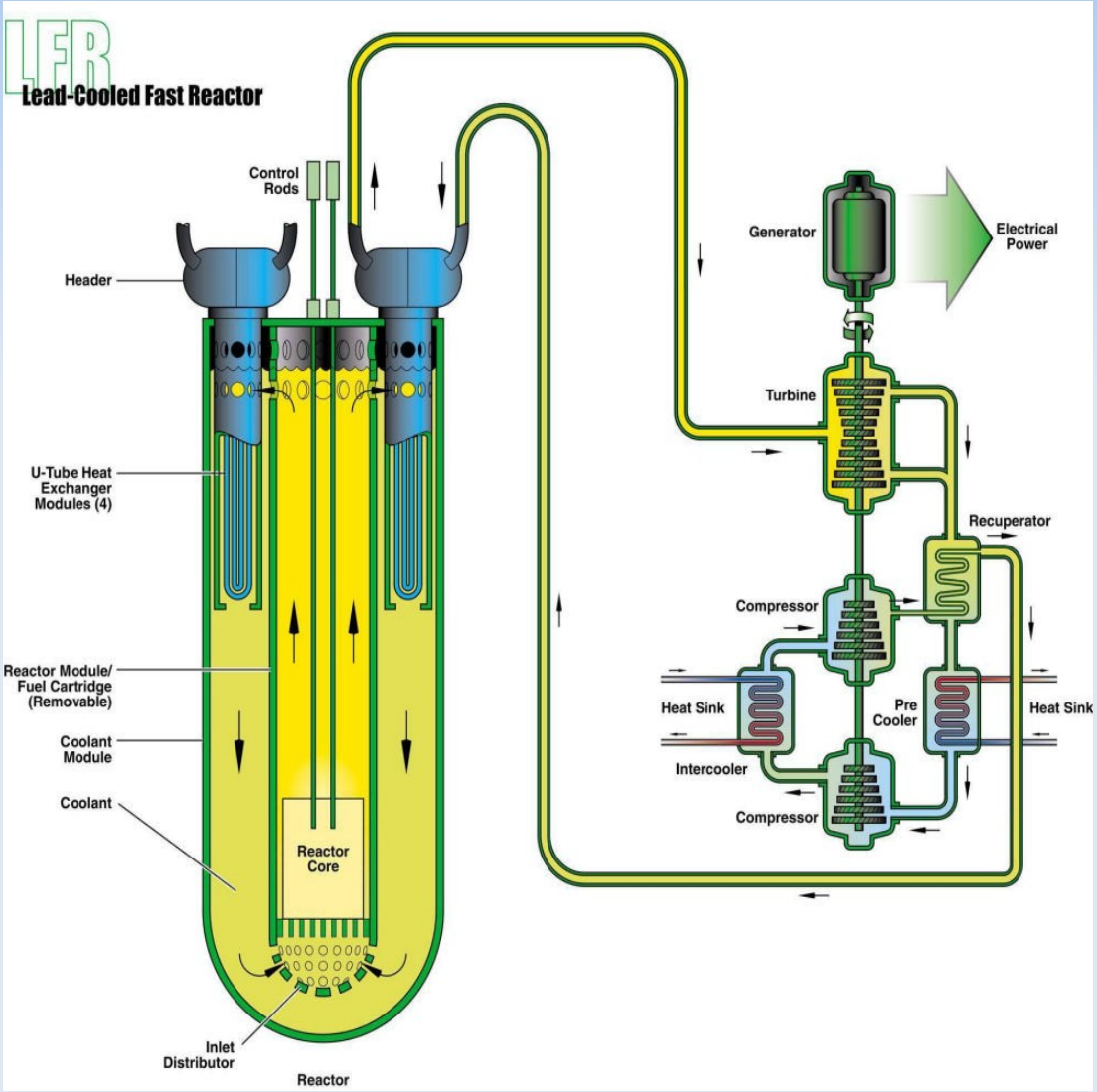
Gas-cooled Fast Reactor (GFR)



- Heliumkyld
- Snabbt neutronspektrum
- Sluten bränslecykel
- Utloppstemperatur på 850 °C
- 1200 MWe

Blykyld snabb reaktor

Lead-cooled Fast Reactor (LFR)

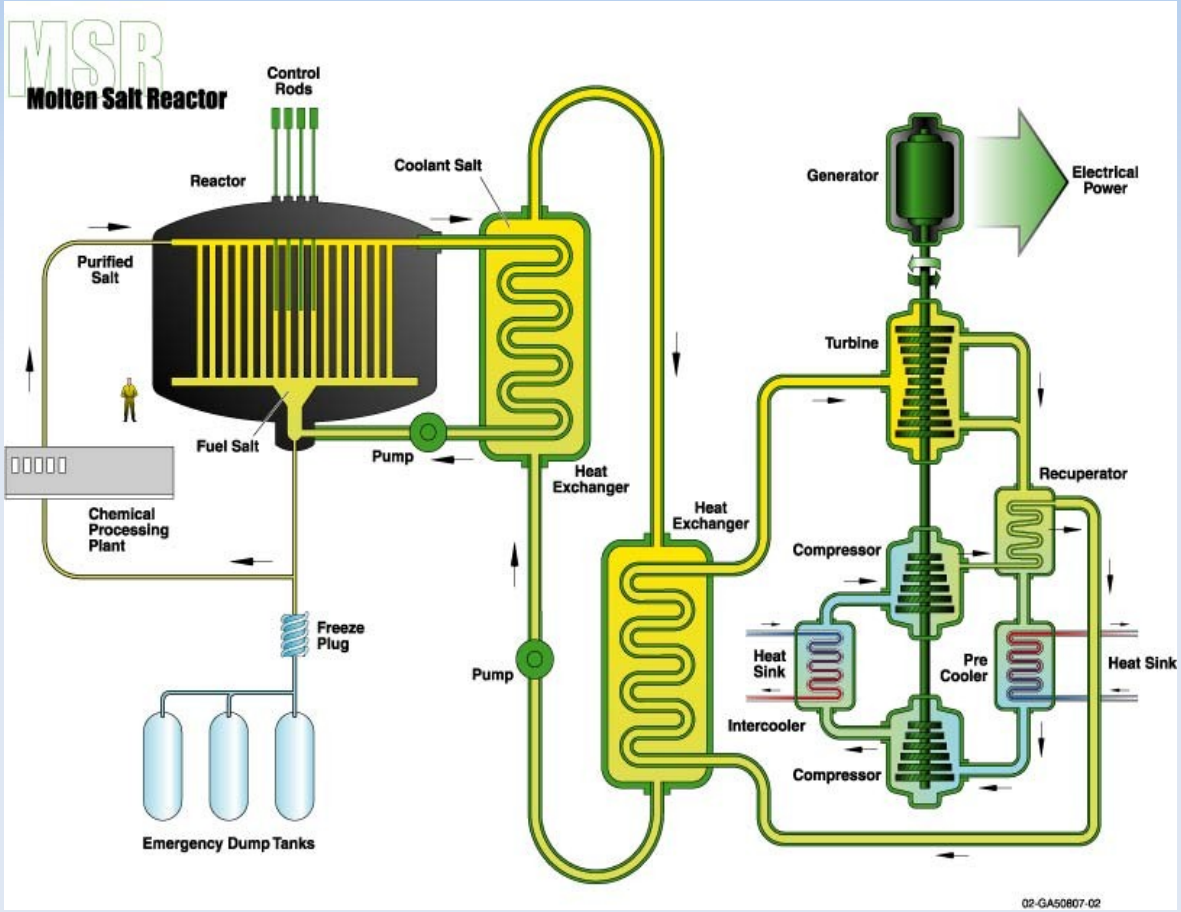


- Bly- eller bly/vismut-kyld
- Snabbt neutronspektrum
- Sluten bränslecykel
- Uttemperatur på 550 °C, kan eventuellt höjas till dryga 800
- Moduler på 300-400 MW eller större system på 1200 MW

Smältsaltreaktor

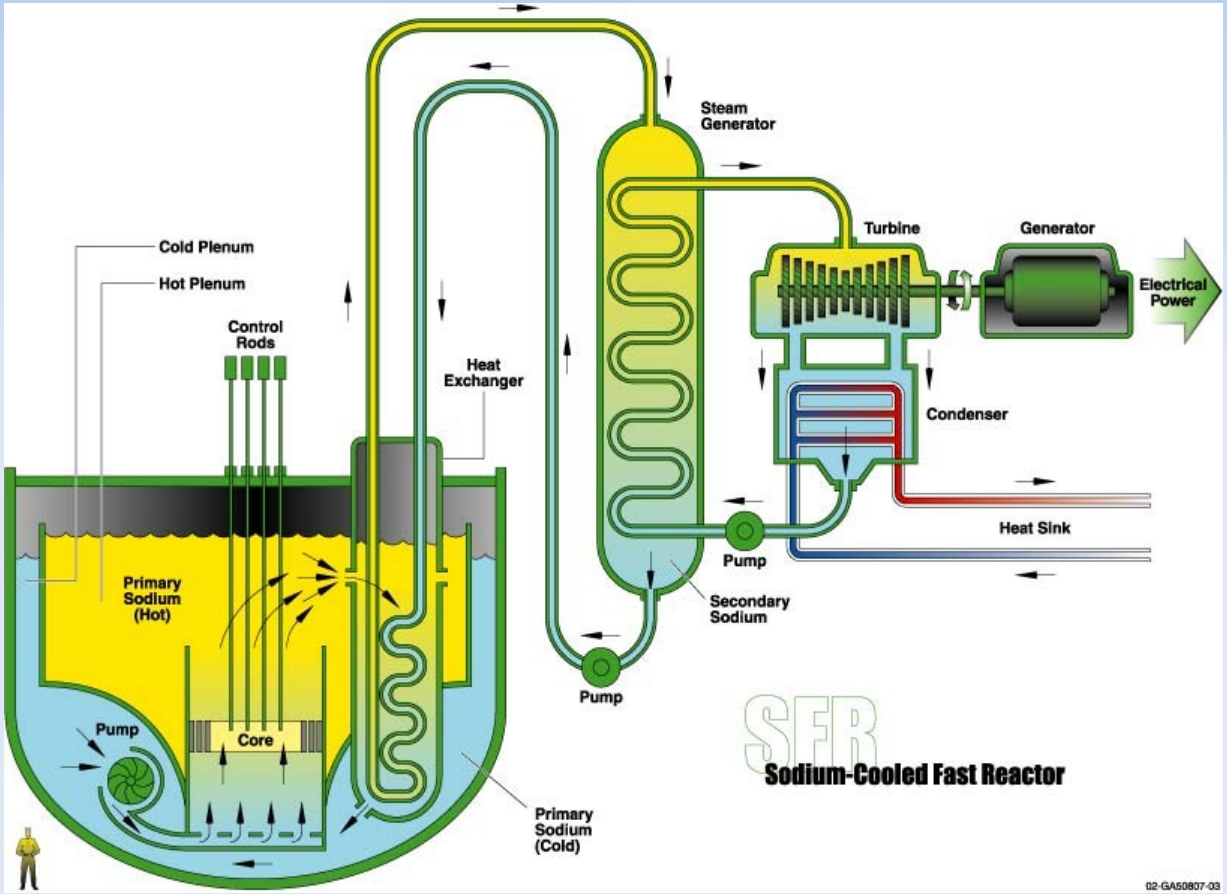
Molten Salt Reactor (MSR)

- Kylning och bränsle: blandning av natrium, zirkonium och uranfluorid
- Grafitmoderator
- Sluten bränslecykel
- Uttemperatur 700-800 °C
- 1000 MWe



Natriumkyld snabb reaktor

Sodium-cooled Fast Reactor (SFR)

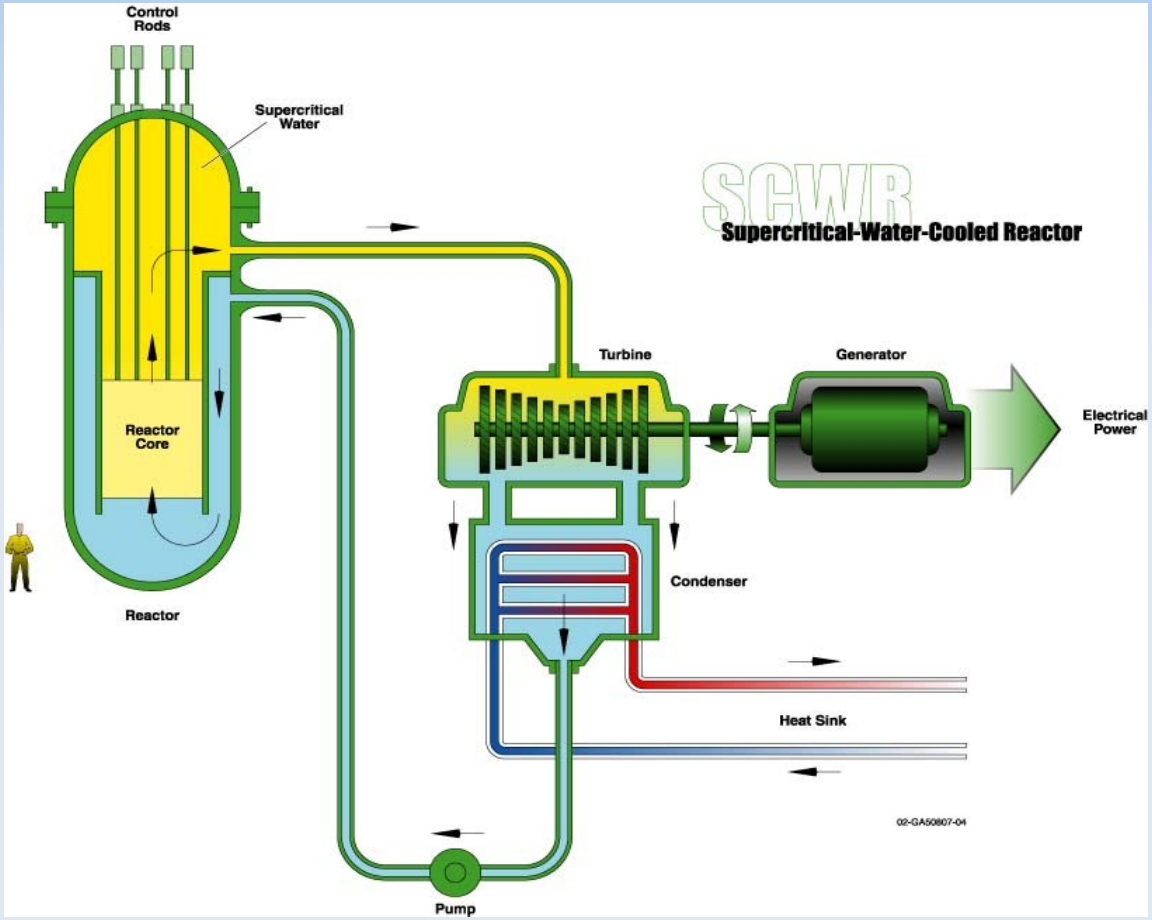


- Natriumkyld
- Snabbt elektronspektrum
- Sluten bränslecykel
- Uttemperatur 510-550 °C
- 150-500 MWe eller 500-1500 MWe

Superkritiskt vatten reaktor

Supercritical-Water-cooled Reactor (SCWR)

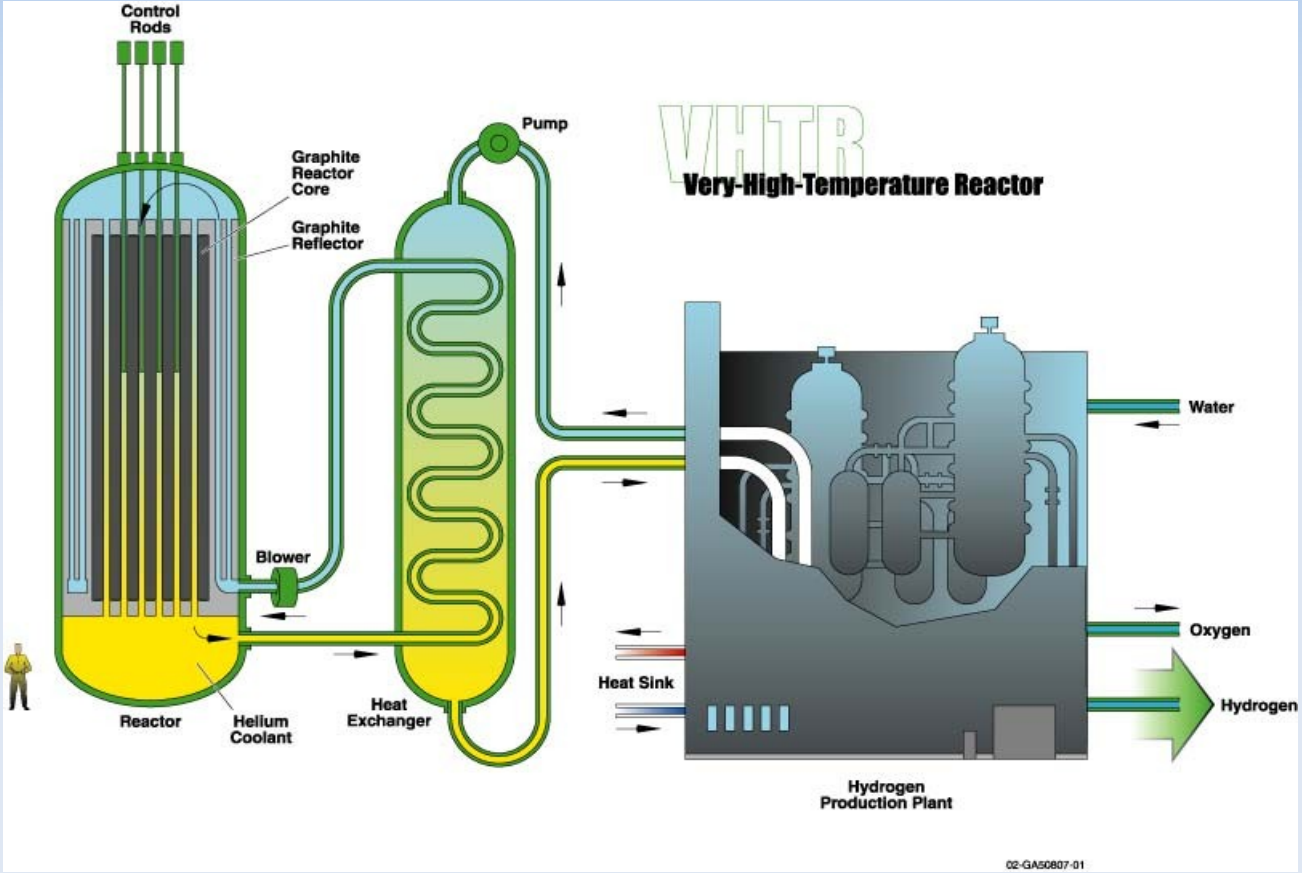
- Kyls med superkritiskt vatten
- Termiskt eller snabbt neutronspektrum
- Uttemperatur 510 °C, möjligtvis 550
- 1700 MWe



Högtemperaturreaktor

Very High Temperature Reactor (VHTR)

- Heliumkyld
- Grafitmoderator
- Använder termiska neutroner
- Uttemperatur 1000 °C
- Lämpad för väteproduktion
- 600 MWth



Sammanfattning

- Kärnkraft kommer att ha sin plats även i framtiden. Generation IV främjar forskning kring den.
- Målsättningarna är att öka säkerhet, minska avfall, säkerställa ekonomisk konkurrenskraft och förhindra spridning av fissila material
- De reaktortyper som undersöks skiljer sig från de nutida bland annat genom att vissa är snabba reaktorer, och samtliga använder högre temperaturer.

Källor

The Generation IV International Forum, http://www.gen-4.org/
Wikipedia – Generation IV Reactor, http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_IV_reactor
Studsvik, http://vp081.alertir.com/
Archival Photographic Files, apf2-00502, Special Collections Research Center, University of Chicago Library.