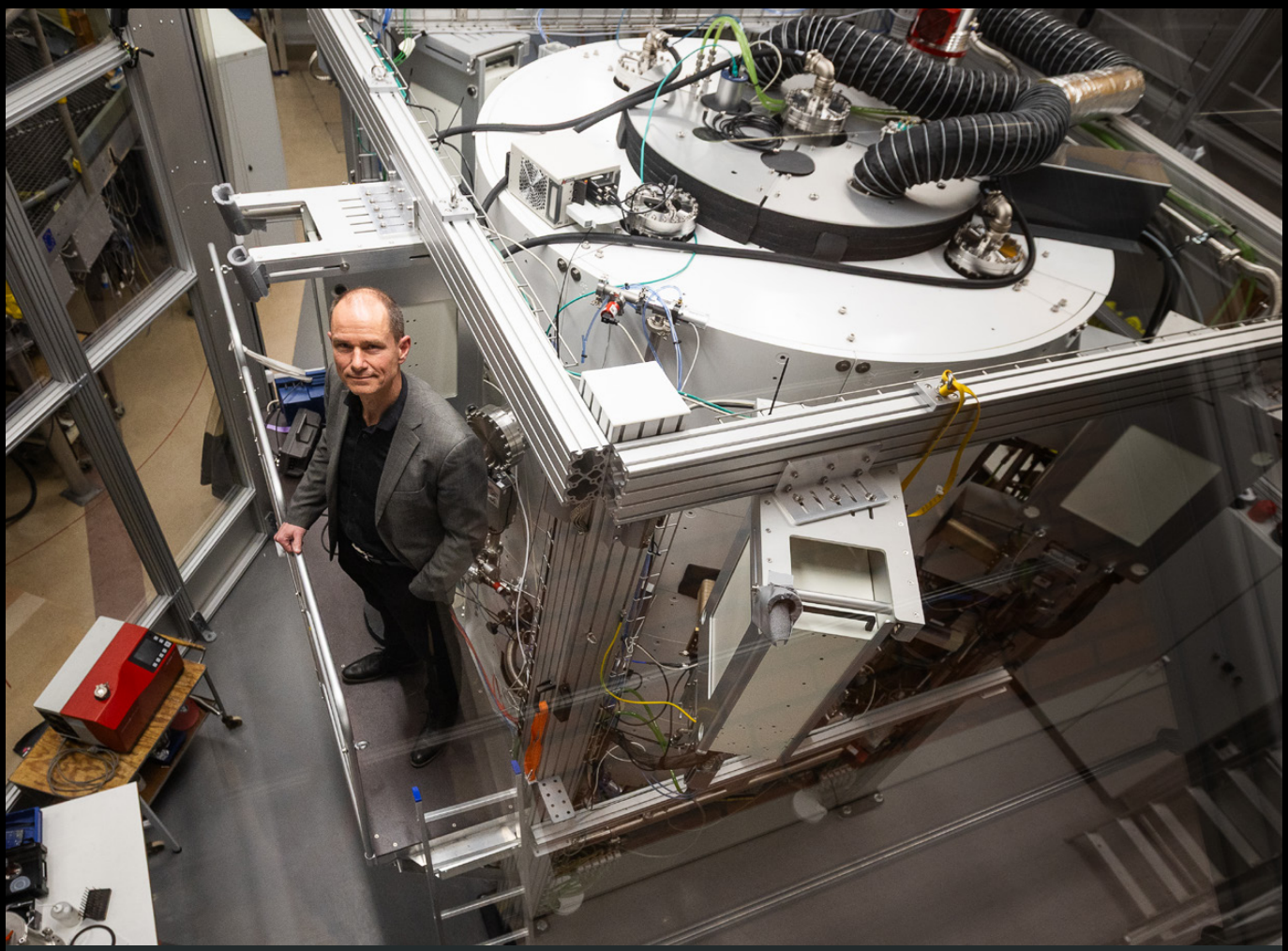
2/2026

TEKNISK PROGNOS

KÄRNTEKNIK – SATSNINGAR OCH GENOMBROTT



EXPERTEN OCH MILITÄREN
Sid 3. Ny kärnkraft innebär både möjligheter och utmaningar.

TOTALFÖRSVARET
Sid 18. Nu planeras för att kärnkraft ska drivas under höjd beredskap.

SÅ FUNKAR DET
Sid 8. Nordens enda kärnbränslefabrik finns i Västerås.

FRAMTIDEN
Sid 21. Stormakterna uppdaterar sina kärnvapenarsenaler.

STARTUP
Sid 13. Svenskt företag hittar lösningar på fusionens problem.

Kärntekniker i förändring

Text: Emmeli Nilsson

Sverige satsade stort på kärnteknik under efterkrigstiden. I början gjordes det i både civila och militära syften. Mellan 1972 och 1985 togs tolv stora kärnreaktorer i drift, och Sverige blev ett av världens mest kärnkraftsberoende länder.

Sedan vände det. Harrisburgolyckan 1979 ledde till nya insikter om kärnkraftens risker, vilket påverkade opinionen i Sverige och resulterade i kärnkraftsomröstningen året därpå. Tjernobylolyckan stärkte kärnkraftsmotståndet ytterligare och reaktorer började successivt stängas ner. Idag finns bara sex av de ursprungliga tolv reaktorerna kvar.

Men de senaste åren har trenden vänt på nytt, internationellt såväl som i Sverige. Inför riksdagsvalet 2022 blev kärnkraften en stor valfråga. Kraftigt stigande elpriser och en osäker energimarknad har bidragit till att opinionen förändrats, faktorer som i sin tur går att härleda till geopolitiska kriser, ökande energibehov och övergången till förnybar energi.

Nuvarande regering vill storsatsa på kärnkraft och har bland annat drivit igenom förenklingar av etableringsprocessen. Samtidigt sker innovation på bred front och små modulära reaktorer, SMR:er, har slagit igenom stort. I skrivande stund planerar Vattenfall, Blykalla, Kärnfull Next och Videberg Kraft att bygga SMR:er runt om i Sverige.

Den nya kärnkraften kan bli säkrare och billigare. Men den innebär också utmaningar som måste hanteras, påpekar Sophie Grape, lektor i tillämpad kärnfysik vid Uppsala universitet. Läs mer om SMR:er och den fjärde generationens kärnkraft på sidan fyra och framåt.

Kriget i Ukraina har satt Zaporizjzjas kärnkraftverk på kartan. Det erövrades tidigt under invasionen av ryska styrkor och har sedan dess drabbats av ett flertal incidenter som äventyrat säkerheten. Händelseutvecklingen har visat att kärnkraftsanläggningar inte är skyddade i krig – men också hur viktig kärnkraften varit för det ukrainska samhällets motståndskraft. Nu utreds möjligheterna att driva svenska kärnkraftverk även under höjd beredskap. Läs vidare på sidan 19.

Mer kärnkraft kräver mer kärnbränsle i form av anrikat och processat uran. I Västerås finns Nordens enda kärnbränslefabrik, vars erfarenheter du kan läsa om på sidan 10.

Parallellt med innovationen på kärnkraftsområdet accelererar nu utvecklingen av fusion, en kraftkälla som skulle innebära enorma fördelar jämfört med dagens energikällor. Enligt FN:s atomenergiorgan IAEA överstiger nu globala privata investeringar i fusion tio miljarder amerikanska dollar. På sidan 13 och framåt kan du läsa mer om fusionskraft och hur ett svenskt företag hittat lösningen på en av fusionens stora knäckfrågor.

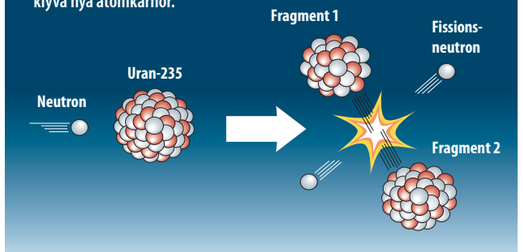
Även kärnteknikens mest destruktiva användningsområde är under omvandling. I februari 2026 löpte det Nya Start-avtalet ut, ett bilateralt nedrustningsavtal mellan USA och Ryssland. Nu råder avtalslöst tillstånd mellan världens två största kärnvapenmakter. Karl Sörensson, forskningsledare vid FOI:s kärnvapenanalysprogram, ger en översikt sist i detta nummer av Teknisk prognos. För den som vill fördjupa sig mer i kärnvapenfrågan rekommenderas FOI:s rapport FOI informerar om kärnvapen som publiceras under hösten 2026. □

TVÅ VÄGAR TILL KÄRNENERGI

Fission och fusion är kärnreaktioner som kan frigöra stora mängder energi genom omstrukturering av atomkärnor. Teknikerna har sina rötter i 1930-talet och har starkt format politik, ekonomi och vetenskap sedan andra världskrigets slut.

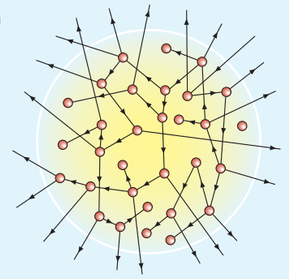
FISSION

Vid fission klyvs vissa typer av tunga atomkärnor som exempelvis uran-235 eller plutonium-239 under beskjutning av neutroner. Detta frigör nya neutroner som i sin tur kan klyva nya atomkärnor.



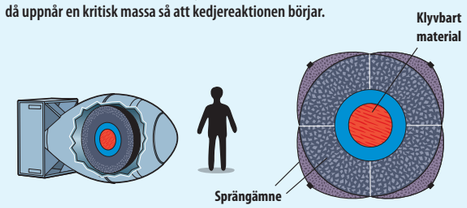
KEDJEREAKTION

Kedjereaktionen vid fission kan ske av sig själv och måste ibland kontrolleras för att inte skena. Under processen bildas nya, mindre atomkärnor, och stora mängder energi frigörs som rörelseenergi, gammastrålning, neutroner och värme.



FISSION I VAPEN

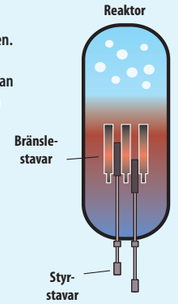
I kärnvapen eftersträvar man kärnklyvningar som kan frigöra stora mängder energi på kort tid. Ett sätt att få igång kedjereaktionen är att omge klyvbart material med konventionella sprängämnen. Vid detonationen komprimeras det klyvbara materialet som då uppnår en kritisk massa så att kedjereaktionen börjar.



FISSION I KRAFTVERK

I ett kärnkraftverk vill man styra kedjereaktionen. Det sker genom att med styrstavar reglera neutronerna under klyvningsprocessen. På så sätt kan man få förloppet att pågå kontrollerat under en lång tid.

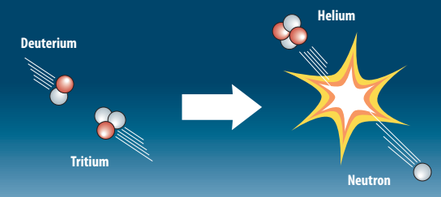




Mer om kärnreaktorer på sidan 8–9.

FUSION

Vid fusion smälter lätta atomkärnor (som exempelvis väteisotoperna deuterium och tritium) samman till helium och en ensam neutron. Extrem energi och värme frigörs under processen.



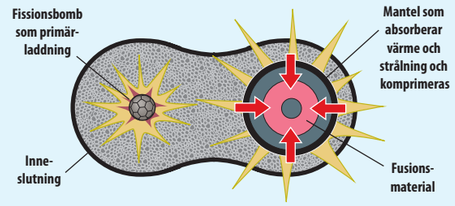
INGEN KEDJEREAKTION

Vid fusion uppstår ingen okontrollerad kedjereaktion på samma sätt som vid fission. Ska fusionen fortsätta krävs konstant tillförsel av bränsle, extrem temperatur och – när det sker i solar och vissa reaktortyper – extremt högt tryck. Annars avstannar processen omedelbart.



FUSION I VAPEN

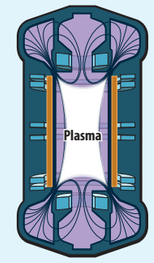
Ett fusionsvapen – eller vätebomb – är egentligen två kärnvapen i ett. Det krävs en fissionsbomb som primärladdning för att skapa den värme och det tryck som krävs för att fusionsprocessen ska starta. Det åstadkoms genom att fusionsdelen omges av en mantel som absorberar värmestrålning och komprimeras.



FUSION I KRAFTVERK

Försök att bygga en fungerande fusionsreaktor har pågått länge och de senaste åren har avgörande framsteg gjorts. En stor utmaning är att skydda fusionreaktorns väggar från den extremt heta plasman.

Den stora fördelen med fusionsteknik är att den inte riskerar okontrollerade härdsmältor eller lämnar långlivat radioaktivt avfall. Bränslet finns i obegränsad mängd samt har extremt hög energitäthet.



Mer om fusionreaktorer på sidan 16–17.

Källa: FOI, KTH, Novatron.



Sophie Grape och hennes forskargrupp undersöker också maritim kärnkraft. De har nyligen blivit involverade i ett norskt projekt om att använda generation fyra-reaktorer på fartyg eller plattformar ute till havs – offshore-kärnkraft.

EXPERTEN OCH MILITÄREN

Den nya kärnkraften

Det pågående kärnkraftsracet ger förhoppningar om säkrare och billigare system, inte minst med små modulära reaktorer. Samtidigt kräver övergången mycket av samhället, enligt kärnforskaren Sophie Grape.

Text: Emmeli Nilsson Foto: Tomas Ärlemo

Små modulära reaktorer var knappast något det pratades om utanför akademin vid tiden för starten av kompetenscentrumet Anita, Akademiskt-industriellt kärntekniskt initiativ för att uppnå en framtida hållbar energiförsörjning. Forskarna som skickade in ansökan till Energimyndigheten 2020 tyckte att de var ovanligt framtidsinriktade när de föreslog forskningsprojekt om små modulära reaktorer, SMR.

– Medel blev beviljade ett knappt år senare, och strax efteråt började det pratas om SMR:er överallt. Så det var en fenomenal tajming, säger Sophie Grape, föreståndare för Anita och lektor i tillämpad kärnfysik vid institutionen för fysik och astronomi på Uppsala universitet.

Anita fokuserar i huvudsak på kompetensuppbyggnad om SMR:er men också på att bygga kunskap kring befintliga kärnkraftssystem och nybyggnation.

– Historiskt har utvecklingen gått mot större reaktorer. Men det är svårt att koppla in allt större enheter som producerar el på nätet. Och kostnaden blir högre och högre. Därför började man se på hur kärnkraften kan bli mer ekonomiskt konkurrenskraftig med mindre risk för investerare. Det tror jag låg bakom att man skiftade till SMR:er, säger Sophie Grape.

Säkrare kylsystem

Under våren 2026 tog regeringen emot den första ansökan om etablering av ny kärnkraft som gjorts på 50 år. Bakom ansökan stod bolaget Kärnfull Next, nu uppköpt av Studsvik, som vill bygga SMR:er utanför Valdemarsvik.

Små modulära reaktorer är kompakta kärnkraftverk som producerar max 300 megawatt el, att jämföra med traditionella kärnkraftverk som ger mellan 1000 och 1500 megawatt. Att de är modulära betyder att de kan serietillverkas och transporteras fabriksfärdiga dit de ska.

Begreppet SMR säger dock ingenting om reaktortypen. Vanligtvis handlar det om lättvattenreaktorer, som använder vanligt vatten för kylning. Men en SMR kan lika gärna bygga på en annan reaktorteknologi.

– SMR med lättvatten bygger på beprövad erfarenhet från dagens lättvattenreaktorer, och det finns i Sverige en lösning för omhändertagande av avfallet och slutförvar. Det krävs inga tekniksprång för att få teknologin på plats. Däremot framhåller reaktortillverkarna förbättringar inom kärnkraftsäkerhetsområdet med passiva säkerhetssystem och minskade risker för olyckor, säger Sophie Grape.

Efter att en kärnreaktor har stängts av fortsätter den producera värme under lång tid. Värmen behöver kylas bort löpande för att inte bränslet ska skadas. Idag används och föreslås passiva kylsystem i mycket större utsträckning än tidigare, där vissa SMR-koncept kan klara att kyla bort restvärmen i flera dagar utan aktiva åtgärder. Fördelen med SMR:er är också att mängden bränsle i härden är mindre, liksom mängden restvärme som behöver kylas bort.

Dagens kärnkraftverk räknas till den andra och tredje generationens ▷

SAFETY OCH SECURITY

Nuclear safety, eller kärnkraftssäkerhet, handlar om fysisk säkerhet, trygga driftsförhållanden och förebyggande av olyckor.

Nuclear security, eller nukleärt säkerhetsskydd, handlar om att skydda kärnkraften från avsiktliga hot, sabotage och attacker.



Sophie Grape tillsammans med kollegan Mattias Lantz, forskare vid avdelningen för tillämpad kärnfysik.

»Inget företag som vill bygga generation fyra-reaktorer kan ta ansvar för hela kärnbränslecykeln och värdekedjan.«

kärnkraft, där svenska reaktorer är förbättrade generation två-varianter. Den kärnkraft som byggs i Europa och Kina tillhör generation tre. Nu pratas det om en fjärde generation av kärnkraft. Än så länge är den på forskningsstadiet – åtminstone ur ett systemperspektiv, enstaka reaktorer har funnits sedan sextiotalet.

Ett antal mål har satts upp för den nya tekniken, till exempel att reaktorerna ska nyttja uranbränslet mer effektivt och att avfallsmängder och lagringstider ska minimeras. Samtidigt kräver många av generation fyra-koncepten helt nya bränslen och anrikningsnivåer jämfört med dagens kärnkraft.

– Det finns stora möjligheter med generation fyra-reaktorsystem, speciellt om man lyckas sluta bränslecykeln och nyttja en del av det vi idag betraktar som avfall som bränsle i stället. Men generation fyra-systemen kommer också med utmaningar kring bränsleåtervinning, anrikning och omhändertagande av avfall. Det ena systemet är inte klart bättre än det andra, alla kommer med nya möjligheter och utmaningar, säger Sophie Grape.

Risk för missbruk

Här kommer huvudfokuset för hennes egen forskning in – hur kan det säkerställas att nukleärt material från kärnkraft inte missbrukas för att framställa kärnvapen?

– I ivern att få en sluten bränslecykel finns en oro för att risken för spridning av känsliga material och teknologier kan bidra till ökad kärnvapenspridning om man inte tänker till ordentligt när man designar framtidens kärnbränslecykel.

– Det är extremt viktigt när man till exempel återvinner använt kärnbränsle att potentiellt attraktiva material, som uran och plutonium, inte görs tillgängligt för missbruk. En lösning kan vara att inte separera plutonium ensamt, utan blanda det med andra starkt radioaktiva material som gör blandningen svår att hantera.

De stora utmaningarna med att uppföra ny kärnkraft är inte teknologiska utan politiska, menar Sophie Grape. Det behöver finnas en långsiktig och stabil energipolitik och tydliga finansieringsmodeller, men också lokalt stöd och social förankring i samhället. Till det kommer andra frågor, som kärnavfallshantering och slutförvar, liksom frågor om uranbrytning. Vid årsskiftet blev det tillåtet att bryta uran i Sverige och flera företag har visat intresse.

Eftersom vi har kärnkraft i Sverige finns inga principiella skäl att inte också ha uranbrytning, anser Sophie Grape.

– Men vad ska vi ha uranet till? Ska vi ha samma reaktorteknologi som nu eller ny? Kan uranet återvinnas? Kan man sluta bränslecykeln på något sätt? I så fall behöver vi inte gräva upp något mer uran. Hur behovet ser ut framåt hänger ihop med vilka satsningar som görs generellt.

Sophie Grape bedömer att det kommer dröja decennier innan den fjärde generationens kärnkraftsystem finns på plats i kommersiell skala.

– Inget företag som vill bygga generation fyra-reaktorer kan ta ansvar för hela kärnbränslecykeln och värdekedjan. Så länge inte alla delarna är på plats finns ingen cirkularitet och ingen sluten bränslecykel. Det är därför man behöver adressera det här på systemnivå.

Kyler med bly

Blykalla, som utvecklar SMR:er med just fjärde generationens kärnkraftsteknologi, tror på en snabbare utveckling. Deras mål är att ha en färdig anläggning i början av 2030-talet.

Bolaget grundades 2013 och utvecklar reaktorer som kyls med bly i stället för vatten, en teknik som från början utvecklades inom ramen för Sovjetunionens ubåtsprogram.

– Bly leder bort värme bättre och har högre säkerhetsprofil. Bly har det högsta strålskydd man känner till. Så både ur säkerhets- och effektivitetsperspektiv är bly ett bra val, säger Jacob Stedman, vd på Blykalla.

Bly i sig är giftigt, men det hålls innesluten hela tiden och innebär inga risker, enligt Jacob Stedman.

Blyets höga värmeledningsförmåga gör att det går att uppnå passiv kylning i ett mycket mer kompakt format, menar han. Att den passiva kylningen fungerar är något som nu ska prövas i en nybyggd testanläggning i Oskarshamn.

Flytande bly är starkt korrosivt, så att innesluta det med vanligt rostfritt stål fungerar inte. Därför har Blykalla tagit patent på en speciell stål- och aluminiumlegering. Nu ska de bevisa att tekniken är kommersiellt gångbar.

– Alla SMR:er är nya på så sätt. Men vi vet att själva tekniken fungerar eftersom den användes i de sovjetiska ubåtarna. Sedan har vi en annan design som är anpassad för land, säger Jacob Stedman.

I mitten av maj 2026 lämnade Blykalla in en ansökan till regeringen om att bygga sex blykylda SMR:er norr om Gävle, med en total effekt på 330 megawatt. Effektbristen är hög i området, påpekar Jacob Stedman, som tycker att reaktionerna över lag har varit positiva.

– Jag upplever stor nyfikenhet. Sedan är vissa alltid oroliga. □



Foto: Blykalla

Jacob Stedman.



Modellen som Sophie Grape håller i visar reaktorn ASEA Atom BWR 75 – den som finns i Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

KÄRNKRAFT I FÖRSVARET

I USA initierades projektet Pele 2016 som ett sätt att möta den amerikanska försvarsmaktens ökande energibehov. Man konstaterade att dieselgeneratorer kräver långa logistikkedjor medan många alternativa energislag är ojämna i sin leverans, och ville få fram en tillförlitlig, kontinuerlig och mobil energikälla.

Målet med Pele är att designa, bygga och demonstrera en prototyp för en mobil liten kärnreaktor som kan användas var som helst. Mikroreaktorn ska generera minst 1,5 megawatt, få plats i en vanlig fraktcontainer och vara så lätt att den kan transporteras med flyg. Kärnteknikföretaget BWXT har fått uppdraget, och deadline är satt till september 2028.

Daniel Holmberg är teknikområdesföreträdare inom det nya FoT-området energiförsörjning på Försvarets materielverk. Han håller med om att energiförsörjning är en kritisk fråga för Försvarsmakten, men än så länge har kärnkraft för militära ändamål inte undersökts i Sverige.

– Vi ser det som en möjlighet. Vi bedriver forskning och teknikutveckling inom energiförsörjning och behöver därför förstå vilka möjligheter och begränsningar olika energilösningar innebär, säger Daniel Holmberg.

Idag består den svenska militära reservkraften i princip enbart av diesel. Mer måste elektrifieras, inte minst utifrån de pågående internationella konflikterna och energikrisen, menar han.

– Vi har inget aktivt arbete om kärnkraft just nu, men kommer utveckla kompetens kring det. Vi behöver bygga en bred kompetens för att bli bättre kravställare.



Foto: FMV

Daniel Holmberg.

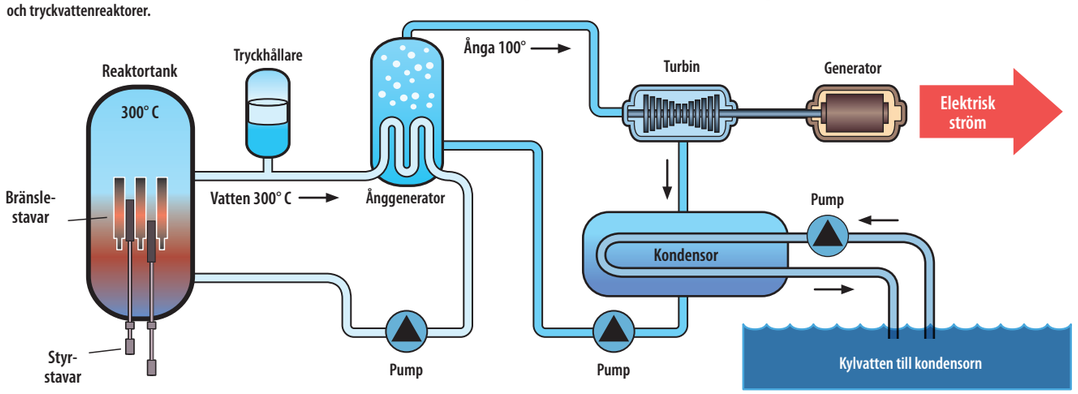
KÄRNREAKTORER – EN ÖVERSIKT

På 1950- och 60-talen byggdes den första generationen reaktorer. De var prototyper med låg effekt. Samtliga av dessa reaktorer har idag tagits ur drift. Sveriges första kärnreaktor var forskningsreaktorn R1. Den startades den 13 juli 1954 i ett bergrum under Kungliga Tekniska högskolan (KTH) i Stockholm.

1970–1990 LÄTTVATTENREAKTORER – GENERATION II

Majoriteten av dagens reaktorer (ca 440 i världen) tillhör generation II. De flesta byggdes under 70- till 90-talet. Sveriges sex reaktorer är samtliga generation II. Det finns två typer av reaktorer – kokvattenreaktorer och tryckvattenreaktorer.

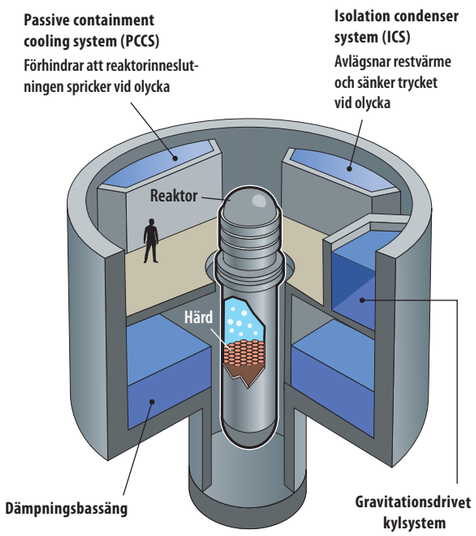
Bilden visar en tryckvattenreaktor där vattnet från reaktorn hålls under så högt tryck att det inte kokar utan når 300°C. Värmen förs sedan över till ett sekundärt vattensystem via en ånggenerator. Ångan driver en turbin som i sin tur driver en generator.



1990+ LÄTTVATTENREAKTORER – GENERATION III OCH III+

En vidareutveckling av Generation II. Reaktorerna har högre säkerhet, bättre bränsleutnyttjande och längre livslängd. Reaktorbyggnaderna ska vara mer resistenta mot olika typer av yttre hot och händelser som t ex kraschande flygplan, jordbävningar, tsunamier etc.

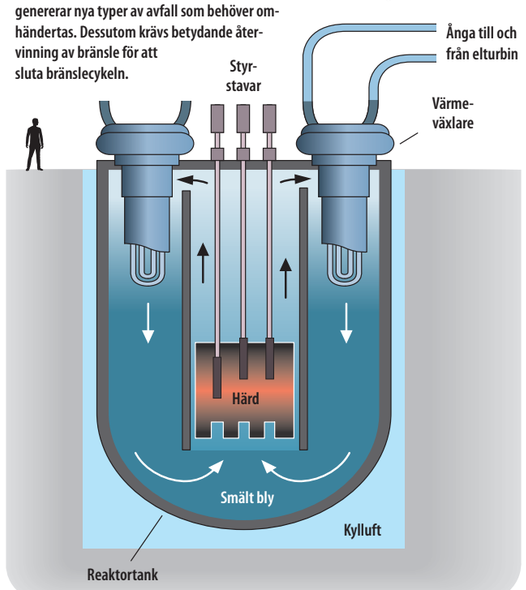
Säkerhetssystemen är ofta så kallade operatörsoberoende, passiva system, exempelvis gravitationsstyrda kylsystem.



2030+ MORGONDAGENS SYSTEM – GENERATION IV

Generation IV-reaktorer är evolutionära utvecklingar av dagens reaktorer och bygger på andra reaktorteknologier än lättvatten för att tex ytterligare höja säkerheten, bättre utnyttja bränslet och minska avfallsvolymer och lagringstider. En del av reaktorerna arbetar vid betydligt högre temperaturer än dagens reaktorer.

Generation IV-reaktorer kräver andra bränslen och material än dagens reaktorer och genererar nya typer av avfall som behöver omhändertas. Dessutom krävs betydande återvinning av bränsle för att sluta bränslecykeln.

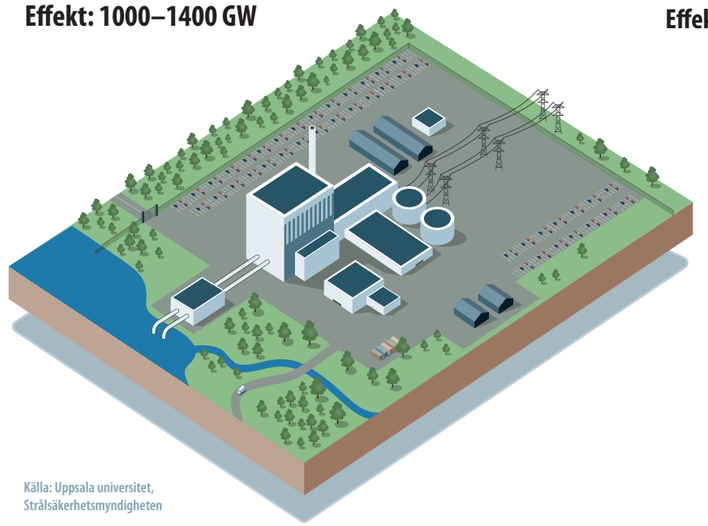


SMÅ MODULÄRA REAKTORER (SMR)

Små modulära reaktorer skulle kunna fungera som ett komplement till de stora traditionella kärnkraftverken. Det modulära byggsättet öppnar för tillverkning i fabrik och montering på plats, kortare byggtider och lägre kostnader. I Sverige planeras för uppförande av SMR:er baserade på lättvattenreaktorteknologi, men också för små blykylda reaktorer.

KONVENTIONELLT KÄRNKRAFTVERK

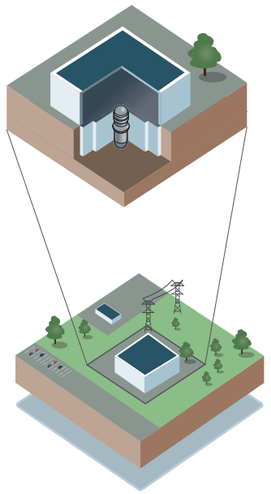
Effekt: 1000–1400 GW



Källa: Uppsala universitet, Strålsäkerhetsmyndigheten

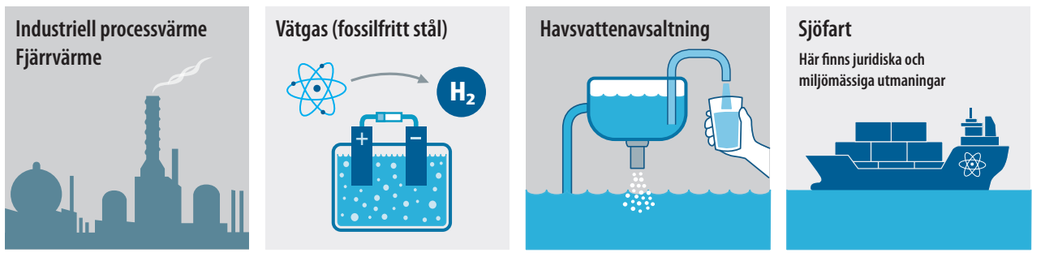
SMÅ MODULÄRA REAKTORER

Effekt: 50–300 GW



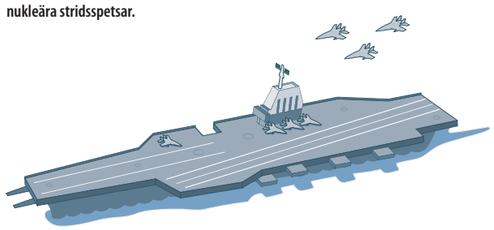
CIVILA ANVÄNDNINGSOMRÅDEN

En fördel med SMR:er är att de relativt snabbt kan placeras där det behövs stora mängder stabil industriell baskraft.



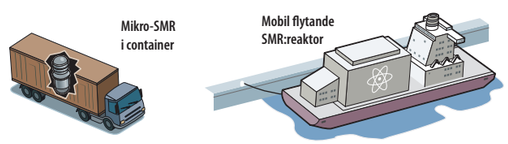
MILITÄRA ANVÄNDNINGSOMRÅDEN

Kärnkraftsdrivna militära plattformar som hangarfartyg och u-båtar använder också små reaktorer för framdrift. Många, men inte alla, drivs med höganrikat uran med liknande anrikningsgrad som nukleära stridsspetsar.



Både civilt och militärt finns ideer om att använda mobila SMR:er ner till containerstorlek. Teknologin skulle kunna användas till:

- att snabbt sätta upp stödplatser för återuppbyggnad i krigszoner
- stabil el för energikrävande sensorer, kommunikation och logistik
- industriellt stöd för militärproduktion nära konfliktzoner



KÄRNBRÄNSLE PÅ EXPORT

Det satsas på kärnkraft och efterfrågan på kärnbränsle ökar. Men att omvandla uran till bränsle är en komplicerad process. I Västerås finns Nordens enda kärnbränslefabrik.

Text: Emmeli Nilsson

Uran används som kärnbränsle i majoriteten av världens kärnkraftsreaktorer, och bryts på ungefär samma sätt som andra metaller. Uranmalmen krossas och sedan används kemiska processer för att lösa upp och utvinna uranet.

Efter ytterligare rening omvandlas det till uranhexafluorid och anrikas. Den isotop som används i kärnkraftverk heter U-235, och anrikningen innebär att man höjer halten av U-235 från den naturliga nivån på 0,7 procent till någonstans mellan 3 och 5 procent.

Tidigare Asea Atom

Det är i denna form – anrikat uranhexafluorid – som uranet anländer till Westinghouse i Västerås, där Nordens enda kärnbränslefabrik finns. Det hettas upp i fabrikens konverteringsanläggning så att det blir gas, sedan tillsätts kemikalier för att extrahera urandioxidpulver.

Pulvret pressas till kubikcentimeterstora, cylinderformade kutsar. Kutsarna körs i heta ugnar så att de sintras och blir hårda, innan de finslipas och granskas. De ser ut som klassiska finska lakritsbitar.

Kutsarna staplas i fyra meter långa rör som man trycksätter med gas och pluggar igen. Bränslestavarna byggs därefter ihop med andra komponenter till bränsleelement, som kan sättas in i en kärnreaktor.

Westinghouse bryter eller äger inget uran själva, utan det är bolagets kunder som upphandlar uranet och anrikningstjänsterna. Westinghouse förädlar uranet och paketerar det på olika sätt, anpassat för olika typer av reaktorer. Sedan levereras uranbränslet tillbaka till kunden.

Uranet som fabriken i Västerås hanterar har en anrikningsprocent på max 5 procent, och ofta är den lägre. Har en kund krav på att det ska vara till exempel 3,95 procent så blandas pulver så att det blir exakt rätt anrikning.

Fabriken i Västerås etablerades på sextiotalet av dåvarande Asea Atom, senare ABB Atom, som var dominerande leverantör när det svenska kärnkraftsprogrammet byggdes upp. Fabriken skulle stötta programmet genom att producera kärnbränsle till alla planerade kokarvattenreaktorer, som alla sedan blev Asea Atoms design.

Från åttiotalet har man också tillverkat bränsle till tryckvattenreaktorer och senare även VVER-bränsle. VVER är en rysk tryckvattenreaktor-design och finns i bland annat sex europeiska länder utanför Ryssland, däribland Ukraina. Westinghouse är den enda leverantören av VVER-bränsle utanför Ryssland.

Västeråsfabriken är också den enda i världen som tillverkar alla tre bränsletyper. Dessutom framställs en mängd andra komponenter, till exempel styrstavar till kokarvattenreaktorer, som används för att reglera effekten i ett kärnkraftverk och stänga av det på ett säkert sätt.

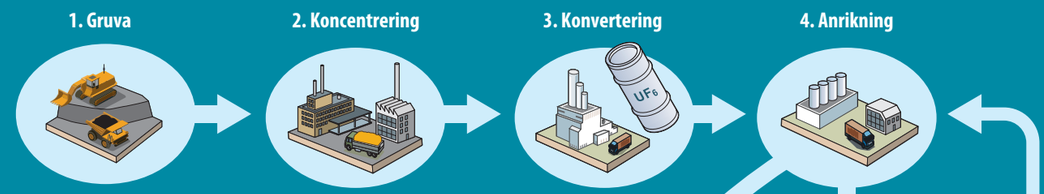
Vill involveras

Nuvarande regering vill satsa på kärnkraft samtidigt som energiförsörjningens roll i totalförsvaret lyfts fram. Strålsäkerhetsmyndigheten utreder förutsättningarna att fortsätta driva kärnkraftverk under höjd beredskap, något som också skulle kräva bränsleleveranser.

– Vi tror man behöver titta på försörjningsberedskapen separat. Där väntar vi på att bli involverade, säger Wilhelm Klasson som är säkerhetsskyddschef på Westinghouse. ▷

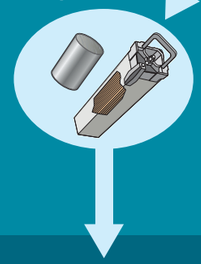
KÄRNBRÄNSLECYKELN

Uranets bränslecykel kan delas in i tre steg: framställning, användning och hantering efter användning. Utvinning av material till kärnvapen kan ske på två ställen i kärnbränslecykeln – i anrikningsprocessen samt vid upparbetningen av använt kärnbränsle. Använt bränsle från kraftproducerande reaktorer lämpar sig dock oftast inte till vapenplutonium, eftersom bränslet är i härden så pass länge att tyngre, olämpliga plutoniumisotoper också hinner bildas.



Från gruva till reaktor

1. Uran utvinns i konventionella dagbrott/gruvor eller genom urlakning direkt i marken.
2. Malmen krossas och koncentreras kemiskt till ett uran-koncentrat, även kallat yellowcake.
3. Yellowcake omvandlas till uranhexafluoridgas (UF_6) för att kunna hanteras i gasform.
4. Genom anrikning ökas koncentrationen av U-235, från 0,7 % till den nivå på 3–5 % som krävs för vanliga kärnreaktorer.
5. Det anrikade uranet omvandlas till urandioxidpulver, pressas till små keramiska bränsletabletter och staplas i metallstavar. Dessa stavar sätts ihop till hela bränsleelement.



VAPENURAN

Uranhexafluoridgasen leds till snabbt roterande centrifuger. Den icke-klyvbara isotopen U-238, trycks ut mot centrifugens yttervägg medan den klyvbara isotopen U-235 samlas i mitten av centrifugen. Anrikningsnivån av U-235 för reaktorer är 3–5 %. Fortsätter man processen till 90 % får man vapenuran.

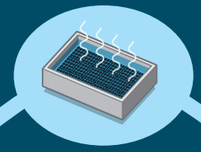
Användning

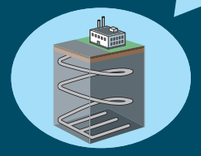
6. Bränslet placeras i reaktorn där uranatomerna klyvs i en kontrollerad kedjereaktion.



Efter användning

7. Det använda bränslet flyttas till djupa vattenbassänger vid kärnkraftverket, där det kyls och avger den mest intensiva strålningen i 10 till 50 år.
8. **Öppen bränslecykel – slutförvaring**
   Det använda bränslet klassas som avfall och slutförvaras direkt utan upparbetning. Detta är den metod som används i bland annat Sverige.
9. **Sluten bränslecykel – upparbetning**
   Bränslet genomgår upparbetning, vilket innebär att det kemiskt separeras för att två huvudsakliga bränsletyper ska kunna återanvändas i nya reaktorer. Dels vanligt återvunnet och renat uranbränsle, dels så kallat MOX-bränsle som består av urandioxid och plutoniumdioxid. Restprodukterna går till slutförvaring.







VAPENPLUTONIUM

Plutonium uppstår i kärnreaktorer när uranbränsleisotopen U-238 bestrålas av neutroner och först blir till U-239. Genom betasönderfall omvandlas U-239 vidare till neptunium-239 och sedan till plutonium-239. Det renas till metall som kan användas till kärnvapen.

Källa: FOI, Energiforsk, Strålsäkerhetsmyndigheten



Foto: Getty Images, John Carnemolla.

Westinghouse exporterar 90 procent av sitt kärnbränsle till andra länder, och levererar årligen bränsle till drygt 30 reaktorer i Europa. De svenska kärnkraftverken köper sitt kärnbränsle på en global marknad, och Westinghouse har inte alltid kontrakt med dem.

Ledtider och leveranskedjor är långa och omgärdade av hårda regleringar. Att i ett läge av höjd beredskap gå över till att prioritera svenska kunder framför andra vore inte möjligt, speciellt inte om det inte finns ett pågående bränsleavtal med kunden ifråga, enligt Wilhelm Klasson.

– Vi finns här som enda fabriken, man tar för givet att vi finns. Men vi är ett vinstdrivande företag. Vi väntar på att frågan om energisäkerhet i Europa ska komma upp på en högre nivå.

Enligt Westinghouse är det ganska ovanligt att ett land med kärnkraft också har en inhemsk kärnbränsleproduktion. Att det i ett sådant land inte finns en garanterad leveransplan till det egna landets reaktorer är ännu ovanligare, menar bolaget.

Till det kommer omständigheten att Sverige nu är med i Nato.

– Hur ska vi som enskild aktör prioritera i den kontexten? Vem säger att behovet av kärnbränsle är större i Sverige än i Europa? Hela Europa är beroende av en stabil elproduktion. Ju tidigare vi blir involverade desto bättre, säger Wilhelm Klasson. □

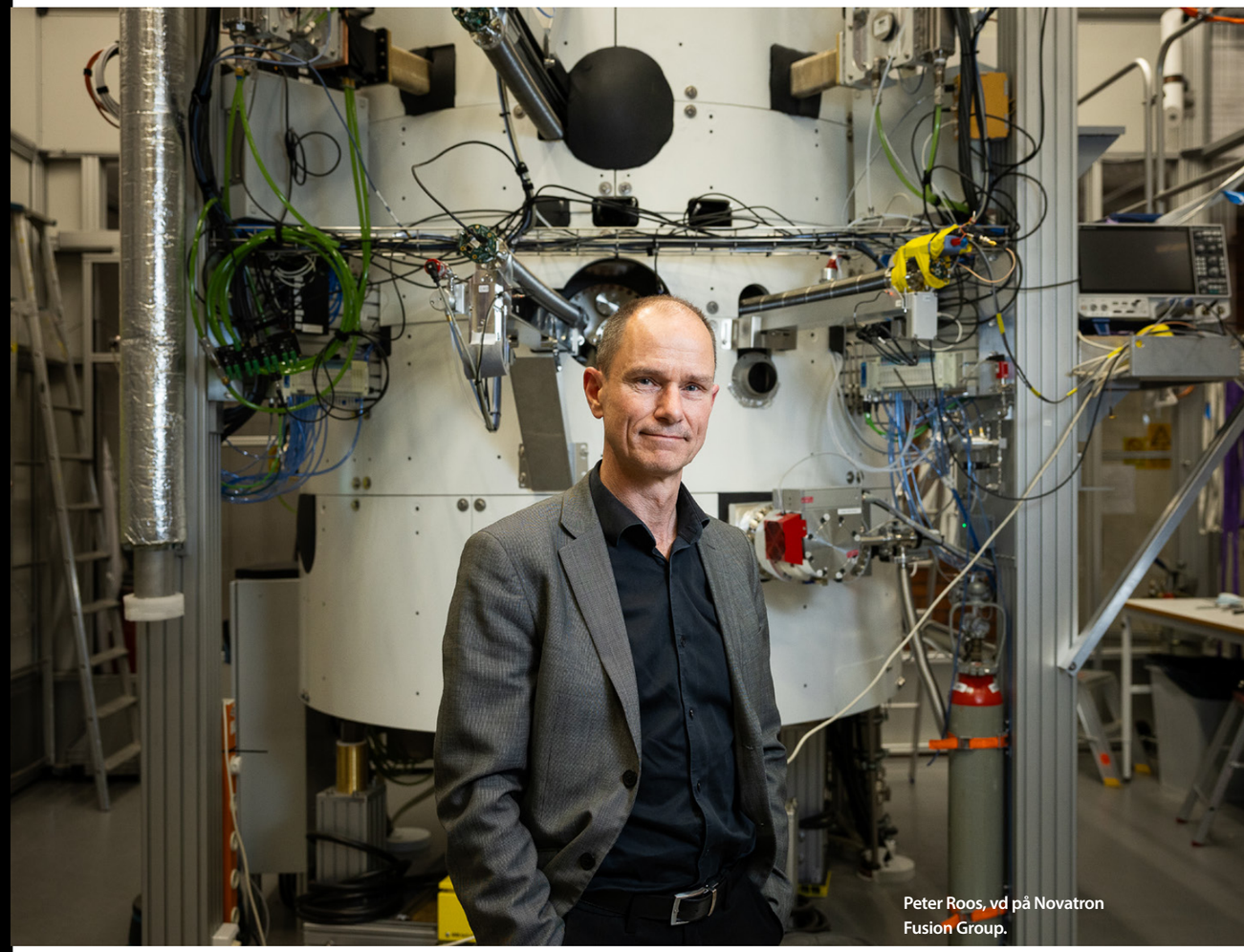
URAN OCH ANRIKNING

Uran är ett metalliskt, svagt radioaktivt grundämne. Det består främst av två isotoper, U-238 och U-235. Den senare är klyvbar och används som bränsle i kärnkraftverk. För att öka koncentrationen av U-235 anrikar man uranet, oftast genom centrifugering.

Kärnkraftverk använder låganrikat uran med ungefär 3–5 procent U-235. Höganrikat uran definieras som uran med minst 20 procent U-235.

Allt uran som används i Sverige anrikas utomlands. Det kommer ursprungligen från Kanada, Australien, Namibia och Kazakstan, och anrikningstjänsterna köps sedan främst från Frankrike, Storbritannien och Nederländerna.

Källa: SSM och SGU



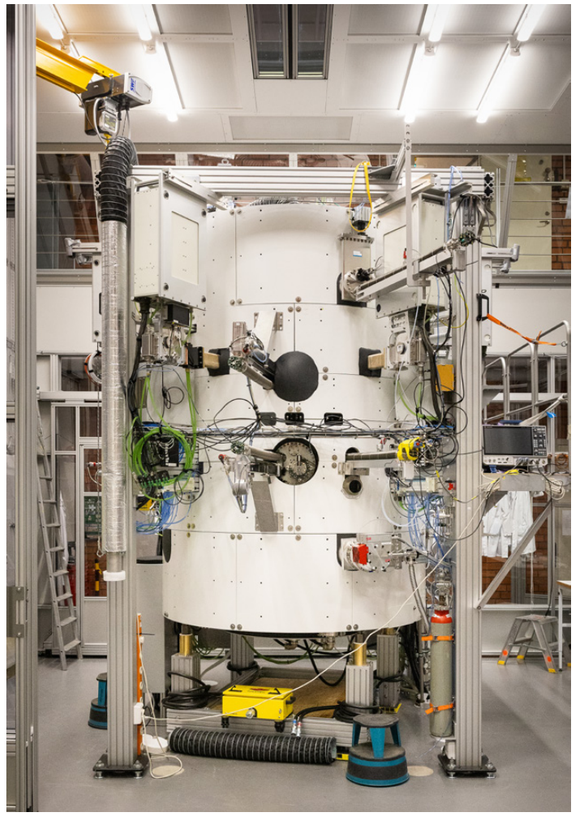
Peter Roos, vd på Novatron Fusion Group.

Fusion hetare än någonsin

Ett klassiskt skämt om fusion är att genombrottet alltid har legat 30 år fram i tiden. Men utvecklingen accelererar och tidigare svårlösta problem börjar få lösningar. Ett svenskt företag har till exempel hittat ett stabilt sätt att innesluta fusionsplasma.

Text: Emmeli Nilsson
Foto: Tomas Ärlemo





Fusion har potential att bli världens största exportindustri eftersom det kommer kunna ersätta kolkraftverken när de börjar fasas ut, enligt Peter Roos. ”Det har Storbritannien fattat, så de har riggat hela sitt system. De har en myndighet med närmare 3 000 personer som bara jobbar med fusion. Vi har ingen som på myndighetsnivå bara jobbar med fusion i Sverige”.

Fission och fusion kan beskrivas som två motsatta sätt att utvinna energi. Medan fission går ut på att klyva atomkärnor, handlar fusion om att slå samman dem. I solen pågår en ständig fusionsprocess när lätta atomkärnor av framför allt väte slås samman under enormt högt tryck och temperatur.

Att tämja fusionen och kunna använda den som energikälla på jorden har länge varit en dröm för vetenskapen. Redan på 1940-talet påbörjades experiment med fusionsreaktorer, men utvecklingen har gått trögt. Tills nu.

Starka magnetfält

Novatron Fusion Group grundades 2019 och huserar i KTH:s lokaler i Stockholm. Sommaren 2025 invigdes testreaktorn Novatron 1 i Alfvén-laboratoriet och den har sedan dess gått varm med olika experiment. Reaktordesignen har tagits fram av ingenjören, uppfinnaren och KTH-alumnen Jan Jäderberg, och innebär en unik lösning på en av fusionskraftens stora utmaningar.

I en fusionsreaktor används bränsle i form av deuterium och tritium, som vid mycket höga temperaturer övergår till plasma. För att väteatomkärnorna ska krocka, slås samman och därmed frigöra energi, behöver de komma upp i väldigt höga hastigheter. Det innebär extremt höga temperaturer.

– Tre saker måste vara på plats: tillräcklig värme, tillräckligt hög densitet och tillräckligt hög isolering av processen så att den inte tappar energi för snabbt. Är summan av de parametrarna tillräckligt hög får vi fusion, säger Peter Roos, vd på Novatron Fusion Group.

Fusionen i solen underlättas av att det höga trycket där gör materiens densitet väldigt hög. Det är svårt att uppnå på jorden, men kompenseras med en tio gånger så hög temperatur, 150 miljoner grader. Plasmat blir elektriskt laddat och kan därför kontrolleras med kraftiga magnetfält i reaktorn. Plasmat får inte nudda luft eller träffa väggarna eftersom det då kommer kylas ner.

Vilda katter i bur

Det är dock svårt att hålla fusionsprocessen igång.

– När man hettar upp plasmat är det lite som att hålla vilda katter i bur. Hur man än försöker trycka på med kraft i form av magnetfält så är plasmat väldigt instabilt. Det smiter igenom magnetfältet och träffar väggarna, vilket ger en lavineffekt som stoppar upp processen, säger Peter Roos.

Det är här Jan Jäderbergs uppfinning kommer in. Traditionella fusionsreaktorer är ofta formade som enorma munkar, där starka magnetfält håller plasmat instängt och får det att röra sig i spiralformade banor. Novatrons reaktor ser ut som en ganska anspråkslös plåtcylinder utifrån. Inuti är den en slags spegelmaskin, där magnetspolar runt cylindern och i vardera änden låser in plasmat mellan speglarna, det vill säga magnetfälten.

– Det uppstår en naturlig oscillation, det vill säga att partiklarna i plasmat vill röra sig fram och tillbaka mellan speglarna. Då kommer de fusionera, när de krockar i den ständiga oscillationen.

Stabiliserar sig självt

Novatrons magnetfält är konkavt i alla riktningar in mot plasmat. Peter Roos jämför plasmat med en boll som balanserar uppe på en kulle. Vanliga reaktorer försöker med hjälp av magnetfälten få bollen att stanna kvar på kullen.

– Men det man egentligen vill göra är att ha en skål som är rättvänd. Då kan bollen vobbla runt, men den kommer i huvudsak ligga i botten på kärlet. Systemet blir självstabiliserande.

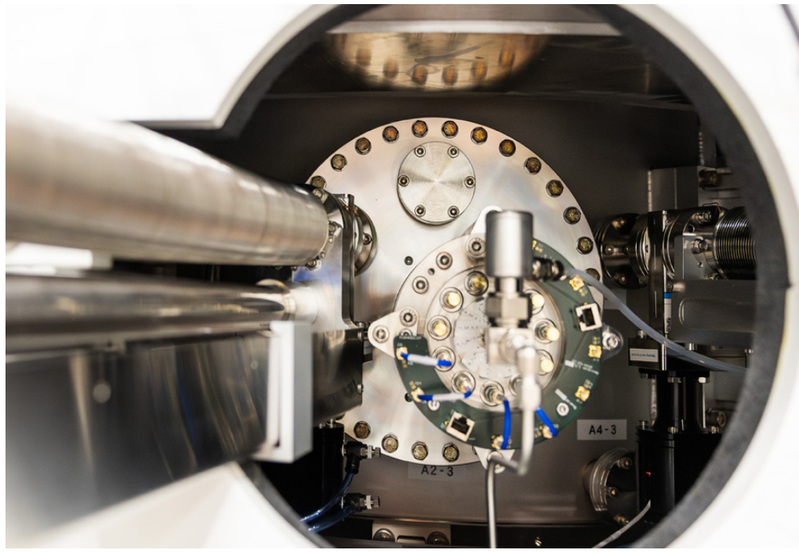
Det gör att Novatron kan använda enklare och billigare magnetsystem än konkurrenterna.

Bolaget har kört närmare 3 000 experiment i den första testreaktorn som ska visa på att plasmat är stabilt – och ingenting pekar hittills på motsatsen, enligt Peter Roos. Planen är att bygga ytterligare tre typer av fusionsreaktorer med olika syften, och design och utveckling av nummer två pågår redan. Där vill man med start 2029 visa att det går att skala upp till en stor volymproduktion av energi.

Med den tredje reaktorn vill Novatron visa att konceptet fungerar på industriell nivå.

– Någonstans innan 2040 ser vi att vi har möjlighet att bygga reaktorer som ger kommersiell energi. Vi har två spår, en stor stabil baskraft och en mindre storlek som riktar sig till exempelvis datacenter och stålverk.

Visst finns stora ingenjörsmässiga utmaningar kvar, medger Peter Roos. En handlar om bränslet. Tritium finns inte fritt i naturen, men kan skapas av litium som en delprocess i reaktorn. Om processen är tillräckligt effektiv är fortfarande osäkert. Fusion ställer också höga krav på materialet i reaktorn, som måste tåla extremt höga temperaturer.



Novatron har ett strategiskt partnerskap med KTH. KTH är värd för testanläggningen, stöttar den vetenskapliga delen av projektet och är också en av finansiärerna.

Vill se politisk vilja

Men utvecklingen inom fusion accelererar, det menar inte bara Peter Roos utan även FN:s atomenergiorgan, IAEA. Satsningar lanseras av såväl regeringar som privat industri och energibolag. IAEA uppger att globala privata investeringar i fusion nu överstiger tio miljarder amerikanska dollar. 2023 tecknade Microsoft avtal med fusionsföretaget Helion Energy om att köpa el för att driva datacenter redan från 2028.

Den stora knäckfrågan inom fusion är att processen måste generera mer energi än den kräver för att startas. Det senare lyckades forskare vid Lawrence Livermore National Laboratory i USA med för första gången i december 2022. De har sedan kunnat upprepa resultaten flera gånger.

I jämförelse krävdes 1980 hela 10 000 gånger mer energi för att initiera fusion än vad man sedan fick ut, enligt Peter Roos.

– Så på drygt 40 år har vi blivit ungefär 10 000 gånger bättre. Vi börjar på riktigt närma oss anläggningar som kan användas för kommersiella syften.

Fördelarna vore enorma. Mängden bränsle som behövs är minimal – en fusionsmaskin med samma effekt som en av Forsmarks kärnreaktorer på en gigawatt skulle under ett år bara förbruka 95 kilo bränsle, enligt Peter Roos. Fusionskraft alstrar inget farligt avfall, även om tritium måste hanteras varsamt. Uttjänta fusionsmaskiner kommer visserligen vara radioaktiva, men bara i omkring hundra år.

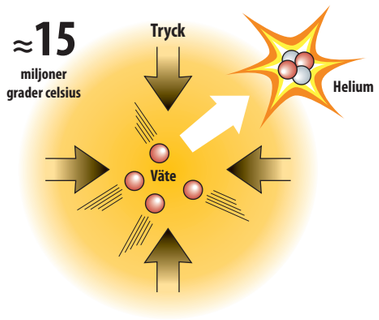
Novatron samarbetar bland annat med Storbritannien och deras fusionsutvecklingsorgan UKAEA. EU och Sverige är sena på bollen jämfört med USA och Kina, anser Peter Roos. Det finns regulatoriska utmaningar, men det är inte det största hindret.

– En viktigare begränsning här i Sverige är att regeringen inte tagit möjligheten att göra det kostnadsfria utspelet och säga: Fusion är viktigt.

– Det kommer spela en avgörande roll, vi kommer bygga en industri som inte bara gör oss oberoende av energibehoven i framtiden utan också skapar en enorm exportindustri som ger arbetstillfällen och skatteintäkter i Sverige. □

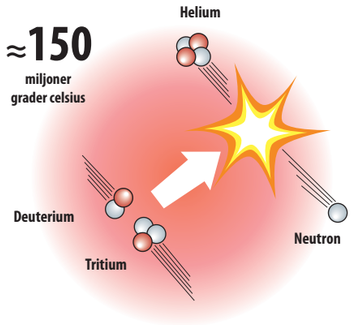
FUSION – EN ÖVERSIKT

Fusion pågår oavbrutet längst inne i vårt solsystem. Solen, med dess enorma storlek, använder gravitationen som trycker ihop väteatomer och får processen att fungera långsamt och stabilt. På jorden måste avsaknaden av solens extrema tryck kompenseras genom att höja temperaturen tiofalt.



Fusion i solen

Under solens enorma tryck kan fyra enkla väteatomer genom kvantmekaniska fenomen övervinna den elektriska repulsionen och slå ihop sig till helium. Stora mängder energi och värme frigörs i processen.



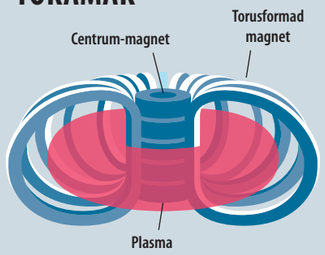
Fusionsreaktor

Avsaknaden av högt tryck kompenseras med högre temperatur. Deuterium och tritium (tyngre isotoper av väte) används, vilka reagerar lättare än vanligt väte. I processen frigörs en neutron vars rörelseenergi används för att utvinna energi.

TRE TYPER AV FUSIONSREAKTORER

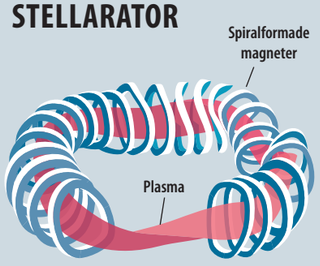
Flera reaktortyper som det experimenteras med idag använder starka magnetfält för att hålla den extremt heta plasman svävande så den inte kommer i kontakt med reaktorväggarna. Om det sker kyls plasmat och fusionen avstannar omedelbart.

TOKAMAK



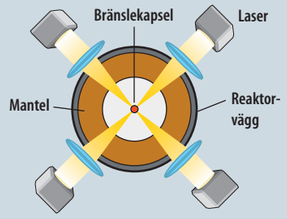
Tokamak är den mest utvecklade reaktordesignen och består av en munkformad magnetdesign (torus) som håller plasmat på plats. En intern ström skickas genom plasmat för att skapa extra stabilitet. Det internationella projektet ITER i Frankrike är världens största tokamak.

STELLARATOR



Stellaratorn liknar tokamaken i sin funktion men använder magneter som skapar en vriden spiralform på magnetfältet. Det skapar stabilare plasma som inte behöver en intern ström, men konstruktionen är också mer komplicerad.

LASERBASERAD FUSION



Här används inte magnetfält. Extremt kraftfulla lasrar avfyras mot en liten kapsel som innehåller fusionsbränslet. Väggarna på kapseln blir extremt heta och imploderar vilket pressar bränslet till enorm densitet och temperatur vilket i sin tur kan antända fusionsprocessen.

Källa: KTH, FOI

ATT HÅLLA FUSIONSPROCESSEN I SCHACK

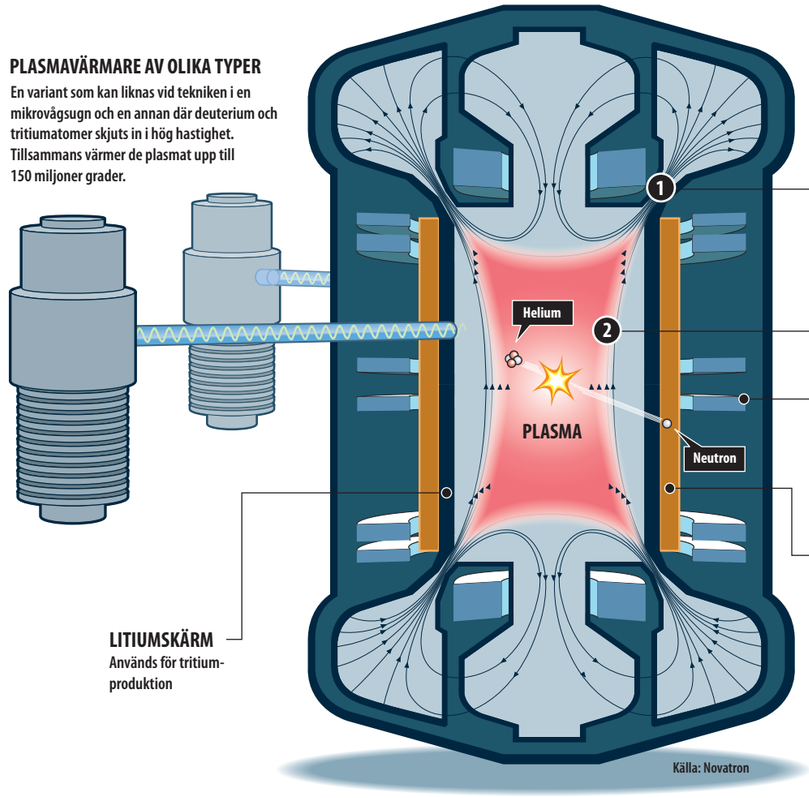
En av de största utmaningarna vid fusion är att stabilisera plasmat för att på så sätt upprätthålla fusionsprocessen. Det gäller oavsett om magneter eller lasrar används. De flesta tekniker som används idag kan liknas vid att försöka balansera en boll på en upp och nedvänd skål.



Novatrons lösning behöver inga avancerade styrsystem för att oavbrutet justera den kaotiska plasman. Magnetfältet har en naturlig stabilitet som kan liknas vid hur en boll ligger i jämvikt i en rättvänd skål.

NOVATRON

Det som är unikt med Novatron är hur magnetfältet är designat. Den speciella konkava formen på plasmat uppnås genom att de laddade partiklarna kan studsa i ett starkt magnetfält på ett sätt som påminner om speglar.



Källa: Novatron

REAKTORNS UPPBYGGNAD

Bränslet till reaktorn är betydligt mer lätthanterligt än bränsle till kärnkraftverk. Deuterium kan utvinnas ur vatten. Tritium finns i mycket små mängder naturligt på jorden men kan skapas ur en litiumskärm i reaktorn, som ett delsteg i fusionsprocessen. Det separerade tritiumet skickas till en bränsleinjektor och skjuts in i reaktorn tillsammans med deuterium via en av flera plasmavärmare.

Energiutvinnigen sker via en värmeväxlare som värms av reaktorns mantel. Den är i sin tur kopplad till ånggeneratorn som genererar vattenånga. En turbin drivs av ångan som i sin tur driver en generator.

Heliumet kan också tas tillvara och kan användas för andra ändamål.

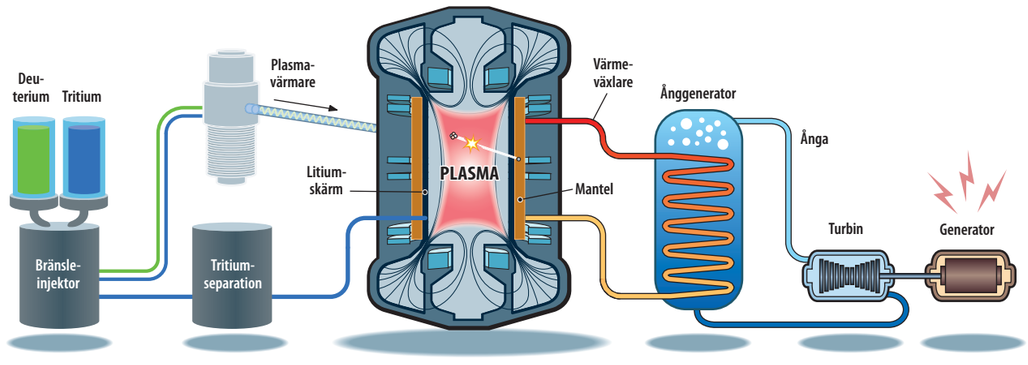




Foto: Getty Images, Catherine Falls Commercial

KRAFT I KRIS OCH KRIG

Kärnkraftverk är på flera sätt en känslig infrastruktur. Men nu planeras för att den ska kunna hållas i gång även vid höjd beredskap.

Text: Emmeli Nilsson

En vecka efter Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina 2022 erövrade ryska styrkor Zaporizjzjas kärnkraftverk. Styrkornas beskjutning orsakade en brand och byggnadsskador på kärnkraftsområdet. Sedan dess har det skett fler strider och incidenter vid kärnkraftverket och det har varit bortkopplat från elnätet i flera omgångar. Kylsystemen är beroende av el och har fått köras med reservdiesel under avbrotten.

När det internationella atomenergiorganet, IAEA, besökte Zaporizjzja i september 2022 konstaterade det att situationen var ohållbar säkerhetsmässigt. Därefter stängdes alla sex reaktorer av. De behöver dock kylas under lång tid och elavbrotten har fortsatt att skapa oro.

Inte skyddade i krig

Rysslands attack på kärnkraftverket i Zaporizjzja visade att kärnkraftsanläggningar inte är skyddade i krig, utan tvärtom kan vara prioriterade mål. Sverige fick en aning om vad det kan innebära i januari 2022. Då observerades inom loppet av en vecka större drönare vid alla svenska kärnkraftverk. Enligt Säpos förundersökning – som lades ner – hade mellan fyra och nio professionella drönare troligen gjort överflygningar vid kärnkraftverken.

I Sverige har säkerheten kring kärnkraftverk länge varit låg, något som bland annat beskrivs i SR:s podd Gräns och avsnittet Så rustar svensk kärnkraft för krig. De senaste åren har bevakningen skärpts, inte minst efter drönarflygningarna.

Rent fysiskt är svenska kärnkraftverk byggda för att klara rejäla påfrestningar.

– De som finns idag i Sverige är designade för att motstå yttre hot som flygplanskrascher. Säkerheten bygger på en lager på lager-princip, säger kärnforskaren Sophie Grape vid Uppsala universitet.

En bombning av ett kärnkraftverk skulle inte resultera i någon kärnexplosion, tydliggör hon. Risken är i stället spridningen av radioaktivt material.

– Det är inte unikt för kärnkraften att det är en känslig infrastruktur. Skulle du sabotera en damm eller andra kraftproducerande anläggningar kan du få liknande effekter i termer av konsekvenser och dödsfall. Vill du hindra folk från att få el kan man också angripa transformatorstationer eller själva elnätet, det är förmodligen betydligt enklare, säger Sophie Grape.

Under lång tid var Sveriges inställning att kärnkraften ska stängas ▷

»Det är inte unikt för kärnkraften att det är en känslig infrastruktur. Skulle du sabotera en damm eller andra kraftproducerande anläggningar kan du få liknande effekte.«

»Det är inte unikt för kärnkraften att det är en känslig infrastruktur. Skulle du sabotera en damm eller andra kraftproducerande anläggningar kan du få liknande effekter i termer av konsekvenser och dödsfall.«

ner vid höjd beredskap. Men nu utreder Strålsäkerhetsmyndigheten på uppdrag av regeringen möjligheterna att fortsätta driva kärnkraftverk under höjd beredskap och krig.

Lärdomar av Ukraina

Erfarenheterna från Ukraina har gett värdefull information till regeringsuppdraget. För trots de risker kriget medför har kärnkraften kommit att fungera som en energimässig ryggrad i landet.

– De har sett att den är nödvändig för att kunna upprätthålla samhället i Ukraina, för att tillgodose invånarnas behov av värme, el och fungerande sjukhus, säger Nina Persson som är utredare på Strålsäkerhetsmyndigheten och arbetar med regeringsuppdraget.

I Ukraina är det staten som äger kärnkraftverken, vilket ger andra förutsättningar än i Sverige.

– Erfarenheterna från Ukraina visar att man behöver kunna anpassa arbetssätt och agera snabbt och samordnat under de här förhållandena, säger Nina Persson.

Leveranskedjor, tillgång till reservdelar och bemanning är sådant som enligt Strålsäkerhetsmyndigheten blir viktigt för att driva kärnkraft under höjd beredskap.

– Det är väldigt långa ledtider på uranbränsle, så där behövs fleråriga avtal för att säkerställa att man har leveranser. Man behöver också ha diesel till reservkraftaggregat, se över så att den kedjan fungerar även under höjd beredskap och krig.

I februari 2026 lämnade Strålsäkerhetsmyndigheten en första delredovisning av sitt uppdrag till regeringen, med fokus på anpassning av regelverk. Att värdera kärnkraftverk som militära mål är inte en del av uppdraget, enligt Nina Persson.

”Hållit försvarsförmågan uppe”

När nya kärnkraftverk planeras får Försvarsmakten uttala sig om projektens lämplighet och möjligheten att försvara anläggningen. Den som bygger kärnkraft behöver också sätta sig in i den dimensionerande hotbilden och utforma anläggningen därefter, påpekar den nationella kärnkraftssamordnaren Carl Berglöf.

Han vill framhäva kärnkraftens fördelar i krig.

– Tittar man på Ukraina så är kärnkraftverk det som blivit minst attackerat. Det som attackerats är främst kraftvärmeverk, dammar, elledningar …

Att kärnkraftverken kunnat fortsätta vara i drift i Ukraina har stärkt landet mycket, menar han.

– Det har hållit deras försvarsförmåga uppe. Det var också grundbulten till att de kunde synkronisera sig med det europeiska elnätet väldigt kort efter invasionen 2022. Så kärnkraft bidrar med mycket säkerhetsstärkande förmågor till ett land som hamnar under attack, säger Carl Berglöf.

För svensk del tror han det är viktigt att en tillräcklig mängd svenska företag involveras i kärnkraftverkens leverantörskedjor, för att bygga systemkunnande i samhället.

– Blir det fel på anläggningen så finns kunskap nära till hands som kan erbjuda lösningar. Det kan finnas skäl att på olika sätt främja en viss mängd svenskt innehåll i det här bygget. □

DE ÄGER SVENSKA KÄRNKRAFTVERK

Forsmark: Här finns tre reaktorer, som ägs av Forsmarks Kraftgrupp där svenska Vattenfall är huvudägare. Mellansvensk kraftgrupp, med majoritetsägaren finska Fortum, äger runt en fjärdedel. Sydkraft, en del av tyska Uniper, äger cirka en tiondel.

Oskarshamn: Här finns tre reaktorer, varav en är i drift. Kärnkraftverket ägs och drivs av OKG, där Uniper är majoritetsägare med 54,5 procent. Fortum äger 45,5 procent.

Ringhals: Här finns fyra reaktorer, varav två är i drift – Ringhals 3 och 4. Kärnkraftverket ägs av Ringhals AB där Vattenfall är huvudägare och Sydkraft/Uniper äger knappt en tredjedel.

Källa: Strålsäkerhetsmyndigheten



Nina Persson.



Carl Berglöf.

KÄRNVAPEN OCH AVSKRÄCKNING I EN NY TID

För första gången sedan 1972 finns inget avtal som reglerar strategiska kärnvapen hos USA och Ryssland, de länder som har flest av dem. Nu rustar världens stormakter upp.

Text: Emmeli Nilsson

Det så kallade Nya Start-avtalet var ett bilateralt nedrustningsavtal mellan USA och Ryssland som reglerade hur många strategiska kärnvapen länderna fick ha. Det föregicks av tidigare Start-avtal där det första trädde i kraft 1994.

Men sedan februari 2026 finns inte längre något sådant avtal. Det Nya Start-avtalet löpte ut utan att något nytt förhandlats fram mellan USA och Ryssland. USA krävde att Kina i så fall skulle omfattas, vilket de vägrade. ▷





Foto: Getty Images, Digital Vision.

TIPS: NY FOI-SKRIFT OM KÄRNVAPEN
Hösten 2026 släpper FOI en skrift om kärnvapen som bland annat går in på fysiken bakom kärnvapen, nödvändiga material, vapensystem för kärnstridsspetsar, olika typer av kärnvapen och avskräckning.

Upplösta avtal

Nu råder avtalslöst tillstånd mellan världens två största kärnvapenmakter.

– I och med Rysslands angreppskrig mot Ukraina slog de sönder den världsordning vi känner till. Rustningskontrollavtal, och även normer och praxis, har naggats i kanten över tid. Men de senaste tre, fyra åren har de satts på undantag, sagts upp och löpt ut, säger Karl Sörenson, forskningsledare vid FOI:s kärnvapenanalysprogram.

I en värld med kärnvapen hanteras risken för kärnvapenkrig antingen med rustningskontroll och nedrustning eller med avskräckning, konstaterar Karl Sörenson.

– I och med att rustningskontrollen har sagts upp så har avskräckningen fått axla större ansvar.

Under kalla kriget var världen bipolär, uppdelad mellan Sovjetunionen och Warszawa-pakten å den ena sidan och USA och Nato å den andra. Nu har länder som Kina, Indien, Pakistan, Nordkorea och Israel tillkommit som kärnvapenstater.

– Och så finns länder som Iran som har en ambition om att skaffa kärnvapen. Det är så många inblandade att det blir en mycket mer svåröverblickbar dynamik.

Kan provspränga igen

Kina har historiskt haft färre och inte lika moderna kärnvapen som USA och Ryssland. Nu rustar landet upp och förnyar sina arsenaler.

– Då är frågan, söker de paritet med USA och Ryssland? Då måste USA ha något i paritet med både Ryssland och Kina. Det är därför USA inte var intresserade av att förnya Startavtalet, säger Karl Sörenson.

USA har gått från att ta hand om sina befintliga arsenaler till att förnya dem, och har börjat undersöka nya sorters stridsspetsar.

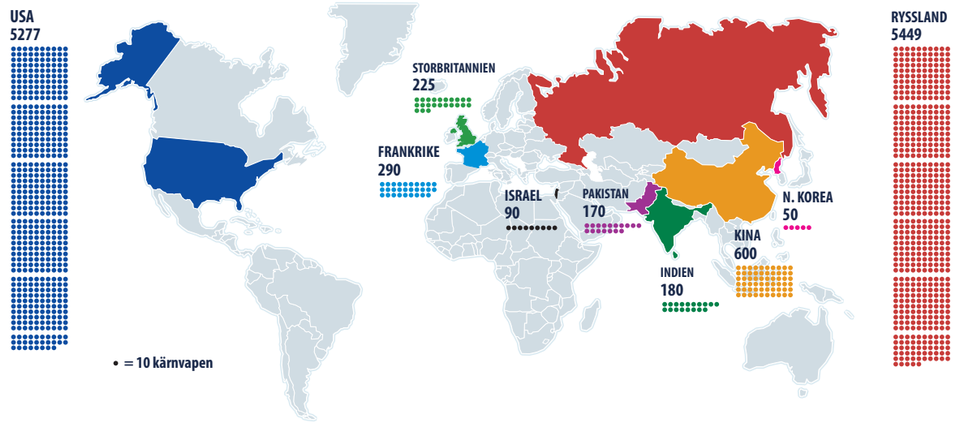
Ryssland har moderniserat och uppdaterat sin kärnvapenarsenal löpande under de senaste 20 åren.

– De har jobbat aktivt för att den ska vara modern och tillgänglig för förbanden. De har också substrategiska kärnvapen, som kanske skulle kunna användas i Baltikum. Det är dels för att hantera europeiska kärnvapenländer, men också för att trycka på och hota andra länder.

Hösten 2023 drog Ryssland tillbaka ▷

KÄRNVAPEN I VÄRLDEN 2025

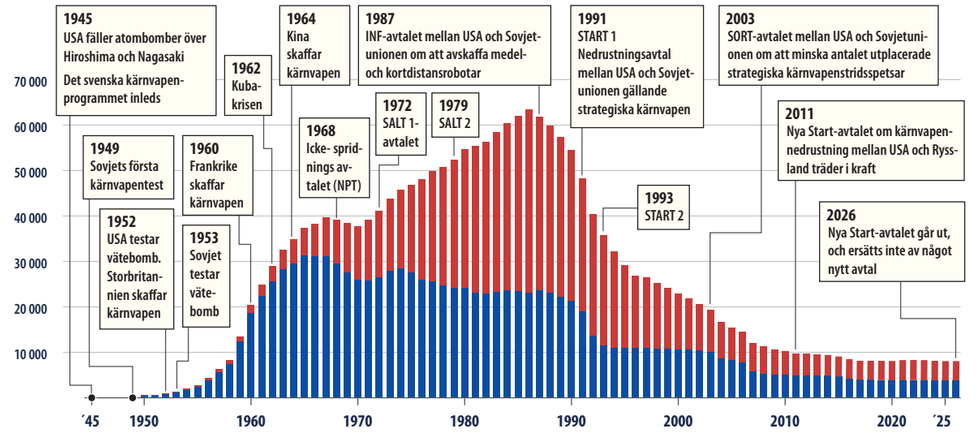
Bilden visar de nio kärnvapenländernas kärnvapenarsenaler. Det exakta antalet stridsspetsar som länderna har är hemligt. Uppskattningarna bygger därför på offentlig information och historiska uppgifter. Siffrorna inkluderar även avvecklade stridsspetsar som som väntar på demontering.



Källa: Our World in Data, Federation of American Scientists

Supermakternas stridsklara kärnstridsspetsar över tid

USA och Sovjet/Ryssland nådde över 60 000 stridsspetsar år 1986. Därefter minskade antalet stridsspetsar kraftigt tack vare lyckade nedrustningsavtal.

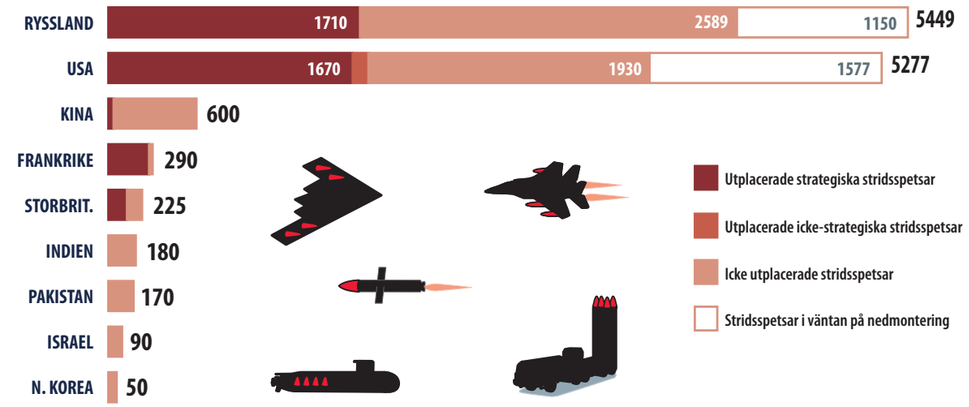


Källa: Federation of American Scientists

»I och med Rysslands angreppskrig mot Ukraina slog de sönder den världsordning vi känner till. Rustningskontrollavtal, och även normer och praxis, har naggats i kanten över tid.«

Fördelning – typer av kärnstridsspetsar 2025

Det exakta antalet stridsspetsar som länderna har är hemligt. Uppskattningarna bygger därför på offentlig information och historiska uppgifter.
Strategiska stridsspetsar är inte avsedda att användas på slagfältet utan exempelvis mot militära baser, vapenindustrier eller infrastruktur.



Källa: Federation of American Scientists, Our world in data

NPT SKA HINDRA KÄRNVAPENSPRIDNING

Icke-spridningsavtalet NPT delar upp länder i icke-kärnvapenstater och officiella kärnvapenstater. De senare utgörs av de fem stater som hade kärnvapen före 1967: Frankrike, Kina, Ryssland, Storbritannien och USA. De får ha kärnvapen mot att de inte delar kärnvapenteknologi med andra länder. Icke-kärnvapenstaterna har å sin sida förbundit sig att inte utveckla sådan teknologi. Nästan alla världens länder har anslutit sig till NPT, med undantagen Israel, Indien, Pakistan och Nordkorea.

Samtidigt pressas även NPT. Våren 2026 avslutades den senaste av de återkommande översynskonferenser som hålls om avtalet, utan att man kommit fram till något gemensamt slutdokument.

sin ratificering av det fullständiga provstoppsavtalet för kärnvapen, CTBT.

– Det betyder att de skulle kunna börja provspränga igen. Ingen vill vara den som börjar provspränga, för då öppnar man dörren för alla andra, så de avvaktar nog fortfarande, säger Karl Sörenson.

Trovärdigheten avgör

När det gäller avskräckning med kärnvapen är förmåga en sak, och trovärdighet en annan, betonar Karl Sörenson.

– Hur gör du det trovärdigt att du kommer använda kärnvapen mot någon? Det är en utmaning för alla länder med kärnvapen. Att visa att man faktiskt kan är inte svårt. Den svåraste biten är att göra politiskt klart att det är vad som kommer hända.

Tanken med avskräckning är att den ska vara riskreducerande.

– Är du trovärdig och kapabel gör du motståndarens aptit lägre. Är du illa rustad bjuder du in en motståndare. Men om du gör för mycket och för offensivt så sätter du motståndaren i en situation där den måste rusta upp mycket. Avskräckning är riskreducerande om den görs rätt men kan vara eskalerande om den görs fel, säger Karl Sörenson.

Det senaste dryga året har det blossat upp en diskussion om huruvida Sverige bör ha egna kärnvapen.

– Jag började i försvaret för 20 år sedan, då hade jag inte i mina vildaste fantasier trott att vi skulle diskutera det seriöst. Min förhoppning är, att om vi gör allt rätt – stödjer Nato, håller ihop alliansen, har en trovärdig robust konventionell avskräckning i alliansen tillsammans – då finns inget sådant behov för Sverige.

– Man måste vara medveten om att om Sverige skulle dra i gång något sådant så skulle det skicka en enormt negativ signal. Om Sverige gör det, kanske andra också gör det. □



Foto: Linda Björkvall Köling FOI.

Karl Sörenson.

FÖRSVARSMAKTEN

Rapporten är sammanställd av FoT-projektet Omvärldsbevakning med teknisk prognos.

FMV dokumentbeteckning: 26FMV4927-1
Juni 2026

TEXT: Emmeli Nilsson
FOTO: Tomas Ärlemo om inte annat anges
GRAFIK: Martin Ek
GRAFISK FORM: Peter Ehrlin
FAKTAGRANSKNING:
Sidorna 8–9: Sophie Grape, Uppsala universitet
Sidorna 11 och 18: Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)