



2024

1.

# ENERGI KÄRNKRAFT

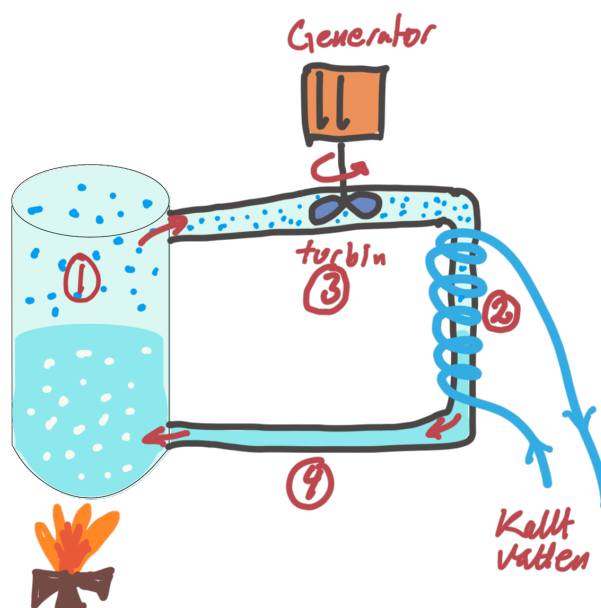


[trulscronberg.se](https://trulscronberg.se)



# Olja- och kolkraftverk

Om du har en sluten behållare (1) med lite vatten i och du eldar under till, så kommer vattnet bli till ånga. Eftersom vattenmolekylerna knuffar mer på varandra när de blir varma, så ökar trycket i behållaren. Tillslut skulle behållaren kunna explodera. Om du istället har kopplat en rör till behållaren, så kommer ånga att komma ut ur röret. Om du där har en turbin (3) som är kopplad till en generator, så kan du få värmen att omvandlas till vattenånga som omvandlas till rörelseenergi, som omvandlas till elektriskt energi i generatoren.



För att öka effekten, så kyler man ånga (2), då kondenserar ångan till flytande vatten. Eftersom det flytande vattnet tar mindre plats än ångan, så sjunker trycket. Man har alltså högt tryck i behållaren och lågt tryck, då förflyttar sig ånga från det höga trycket till där trycket är lågt. Eftersom turbinen är emellan så rör den sig och generatoren kan bilda elektricitet. Sedan kan leda det flytande vattnet tillbaka (4) till behållaren, så det blir ett slutet system.

Om man eldar med olja, så kallar man det för oljekraftverk. Om man eldar med kol så kallar man det för kolkraftverk.

Fördelen med oljekraftverk är att de är relativt snabba att starta och kostar inte så mycket att bygga och underhålla. Däremot har priset på oljan gått upp, så det är ofta ett dyrt sätt att bilda elektricitet. Men den största nackdelen är att de avger koldioxid som leder till global uppvärmning.

Vi har inga kolkraftverk i Sverige, ca en tredjedel av all världens elektricitet generas med kolkraftverk. Kolkraftverken är vanliga i länder där det finns mycket kolfyndigheter, som Tyskland. Den tar dock långsammare att starta upp och stänga ned. Nackdelen är att kolkraftverken släpper ifrån sig mycket koldioxid, så återigen leder till global uppvärmning.

De flesta länder är inne på att stänga ned sina olje- och kolkraftverk, för att minska den globala uppvärmningen.

Land	Konsumtion av kol
Kina	52 %
Indien	11 %
USA	9 %
Japan	3 %
Ryssland	3 %
Sydkorea	2 %
Sydafrika	2 %
Tyskland	2 %
Indonesien	2 %
Polen	1 %

Andel av världens förbrukning av kol, 2017.

# Kärnkraftverk

I kärnkraftverk använder man Uranatomer.

Normalt är atomer stabila och förändras inte, de har alltid samma antal protoner och neutroner. Om ett antal atomer har samma antal protoner men har olika antal neutroner, så är de fortfarande samma grundämne, men man säger att de är olika **isotoper**. För det mesta så gör det ingen skillnad på atomernas egenskaper. T ex i vattenkan väteatomerna ha olika antal neutroner, men för växter och djur kvittar det att väteatomerna är olika isotoper.

Vissa atomer är inte stabila, då kallar man dem för radioaktiva. De kan naturligt sönderdelas och skicka ut radioaktivstrålar som kallas för **alfa-, beta- och gammastrålar**. Dessa strålar kan leda till att DNA:t i cellerna ändras och växter och djur kan få cancer. Om förändringen sker i äggcellen eller sädescellen hos ett djur, så kan avkommornas egenskaper förändras.

Uranatomer är radioaktiva. Vissa isotoper är med mer radioaktiva, dvs sönderdelas lättare och därmed snabbare.

Uran- 235 är en relativt stabil atom. I kärnkraftverk tillför en neutron till en uran-235 så den blir till en uran-236.

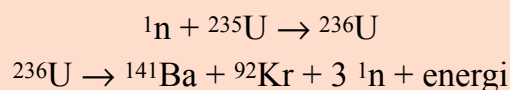
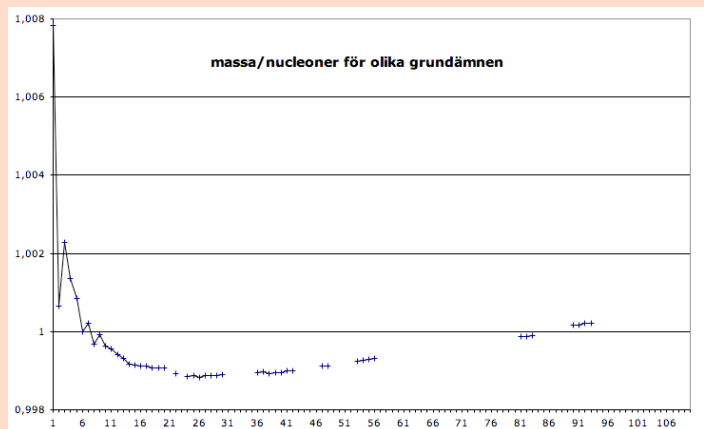
Uran-236 delas lätt till två mindre atomer och tre neutroner. Samtidigt frigörs mycket värme. Reaktionen när en atom sönderdelas på detta sätt kallas för **fission**. Eftersom det frigörs neutroner kan andra uranatomer sönderdelas på samma sätt, detta kallas för **kedjereaktion**. Sker kedjereaktionen okontrollerat så har man skapat en atombomb.

## Einstein och $E = mc^2$

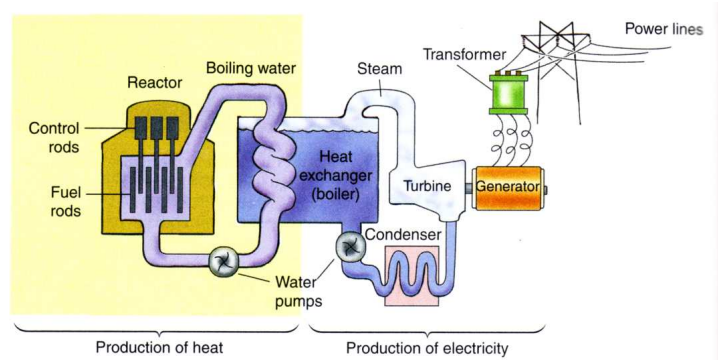
Albert Einstein är bland annat känd för formeln,  $E = mc^2$ . Där **E** står för **energi**, **m** för **massa** och **c** är **ljusets hastighet i vacuum**. Ljusets hastighet i vacuum är ca 300 000km/s, vilket är ett stort tal som inte ändras och tar vi ljusets hastighet i kvadrat,  $c^2$ , blir talet ännu mycket större. Vad som är speciellt med formeln är att den säger att **massa är energi**.

Det innebär att om vi kan omvandla bara några gram av ett föremål till energi, så kommer vi loss mycket energi.

När Uranatomen delas i till två mindre atomer, så väger de nya atomerna tillsammans mindre än den ursprungliga, även om antalet protoner och neutroner är lika många före och efter delningen av uranatomen. Detta låter helt ologiskt, men lite av massan har omvandlats till rörelseenergi, precis som  $E = mc^2$  förutspådde.



Värmen som avges när uranatomer sönderdelas, används för att värma vatten. Det varma vattnet används för att bilda ånga, som kan få en turbin och generator att bilda elektricitet. Ångan kyls sedan ned till flytande vatten och återanvänds. Som du ser genereras elektricitet på liknande sätt som i olje- och kolkraftverk, men det är uranatomerna som skapar värmen.



Kärnkraftverken är större och dyrare att bygga för atomerna som bildas är radioaktiva och därför farliga för växter, djur och oss människor. Sker en olycka i ett kärnkraftverk kan människorna som bor i städerna i närheten vara i fara.

Det har skett två stora kärnkraftolyckor. En i Ukraina 1986 och en i Japan 2011 (Fukushima). Efter olyckan i Japan bestämde sig Tyskland att alla deras kärnkraftverk ska avvecklas. Samtidigt behöver de avveckla kolkraftverken, för att stoppa den globala uppvärmingen.

1980 var det om folkomröstning ifall Sverige skulle starta de kärnkraftverken som man byggt. Beslutet var att man skulle starta kärnkraftverken och stänga ned dem efter 25 år, men fortfarande används 6 av de 12 kärnkraftverken som byggts i Sverige.

## Uppgifter 1–2 – Olje-, kol-, och kärnkraft

1. Hur fungerar olje- och kolkraftverk? Vilka för- och nackdelar har de?
2. Hur fungerar ett kärnkraftverk?

## Problem med att energi förbrukningen varierar över dagen

XXXX BILD SAKNAS

På natten sover de flesta personer. Få lampor är tända och få företag har personal som arbetar nattsift. Detta gör att vi normalt förbrukar mindre energi på nätterna än på dagarna.

På morgonen tänder du lamporna. Många duschar och då värms ofta varmvattnet upp av varmvattenberedare som värmer vattnet med hjälp av elektricitet. Ni kokar kaffe och lagar gröt med hjälp av elektricitet. Därför ökar elförbrukningen på morgonen och det blir ofta en konsumtions topp av elektricitet.

De flesta kontor och fabriker är som mest aktiva mellan åtta på morgonen och fem på eftermiddagen. Då förbrukar de mycket elektricitet.

När många kommer hem så lagar de kvällsmat och då blir det en ny topp på förbrukningen. Sedan minskar förbrukningen framåt kvällen och blir som lägst på natten igen.

Att vi förbrukar olika mycket elektricitet över dygnet ställer till problem för de som producerar elektricitet. Man kan inte säga till vinden att blåsa mer på morgonen och kvällen och mindre på natten. Solen är inte uppe och lyser på solcellerna när vi behöver som mest elektricitet på vintern. Kärnkraftverken tar en vecka att starta upp och stänga ned. Man kan låta reaktorn vara igång hela tiden men man kopplar inte in alla generatorer för att producera elektricitet. Vilket gör att kostnaden för kärnkraftverket är lika stor dygnet runt men de tjänar bara pengar på dagen.

Alla som byggt kraftverk vill ju att just deras elkraftverk ska användas så mycket som möjligt, så de tjänar pengar och får ersättning för sina kostnader. Detta skapar problem om vem som ska prioriteras att producera elektricitet.

## **Problem att energiförbrukningen varierar över året**

XXXX BILD SAKNAS

En vinterdag kan vara mycket kall. Då måste vi värma upp huset mer jämfört med en varm sommardag. Det innebär att vi behöver producera mycket mer el på vintern än på sommaren.

På sommaren är också antalet ljusa timmar fler och vi behöver inte ha tända lamporna i huset lika många timmar jämför med en mörk vinter dag. Även detta gör att vi inte behöver använda lika mycket elektricitet.

Som villaägare kan det vara smart att ha solfångare på taket. Bildas mer elektricitet än huset behöver så kan du sälja elektriciteten. Men solfångaren producerar mer elektricitet på sommaren jämför med på vintern. Om det ligger snö på solfångarna på vintern produceras ingen el alls. Det gör att du kan behöva köpa el på vintern.

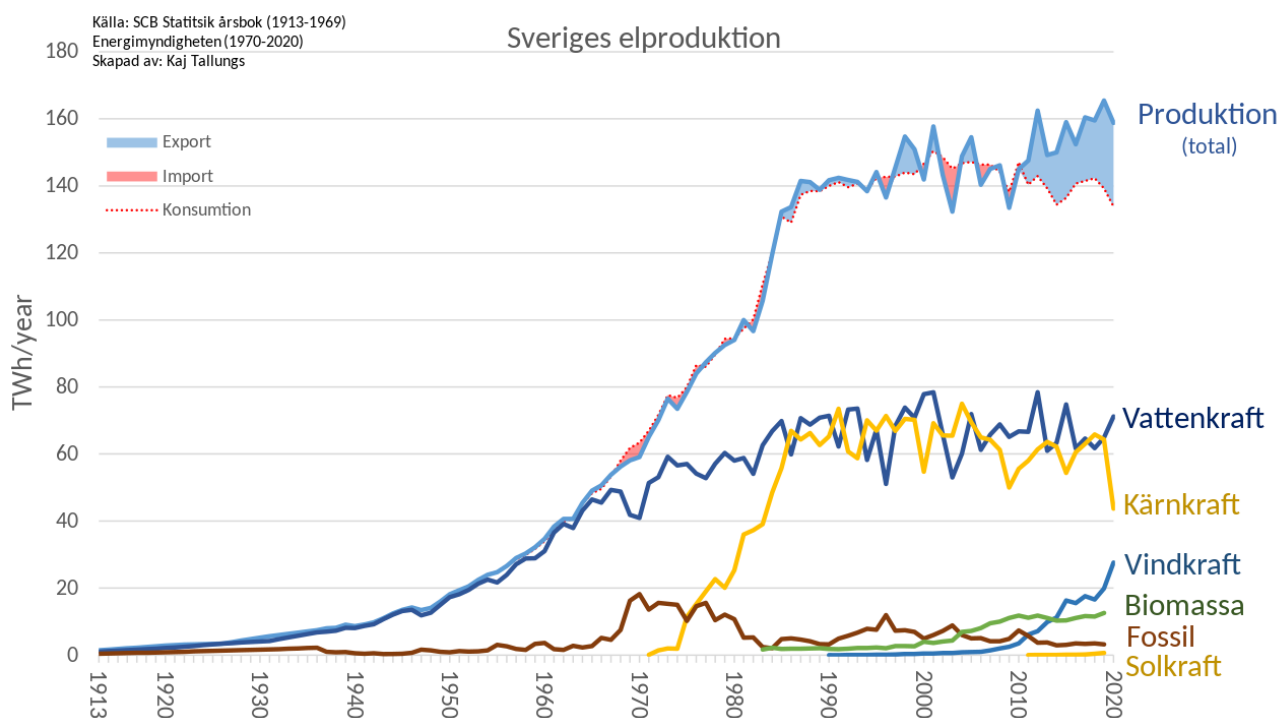
Många företag stänger ned produktionen under sommaren då många anställda har semester.

Detta gör att flera el-kraftverk som kan generera elektricitet året om, måste stängas ned på sommarhalvåret när efterfrågan blir mindre. Problemet är att alla som byggt el-kraftverk vill producera så mycket som möjligt året om, för att få tillbaka de investerade pengarna så fort som möjligt.

En stor fråga är vilka el-producenter har företräde att producera och sälja elektricitet före andra? Ska vindkraftverk och solceller få sälja när de kan producera, och vattenkraft och kärnkraftverk tvingas sluta producera och sälja på sommaren? Kärnkraftverken är ju dyra att bygga och behöver väldigt många år innan de blir lönsamma. De är också långsamma att starta upp och stänga ned vid behov. Motsvarande problem är det med kolkraftverk i de länder som har kolkraftverk.

# Sveriges energi förbrukning 1960-2020

Bild från Wikipedia.



Hur har Sveriges energiförbrukning förändrats de senaste 50 åren?

Titta på diagrammet ovan. Den rödprickade linjen visar konsumtionen av elektricitet i Sverige. Ofta är den dold av den ljusblå linjen som visar sammanlagda produktionen. Man kan se att produktionen och förbrukningen oftast varit lika stor.

Man att det var en kraftig ökning av el-förbrukningen i Sverige mellan 1945 till 1980. Detta beror på att fler och fler skaffade elektriska apparater och många hus byggdes med uppvärmning med direktverkande el, dvs enbart el-element.

På sextiotalet byggdes el-kraftverk som använde sig av olja. På sjuttioalet ökade priset på olja, så man fasade ut dem på åttiotalet.

Efter kärnkraftomröstningen 1980, så ökade el-produktionen i takt med att man satte igång de kärnkraftverk som man redan hade byggt men inte startat.

På tvåtusentalet ökade användningen av biobränslen och vindkraftverk. Samtidigt började man fasa ut flera av kärnkraftverken som började bli 30-40 år gamla.

Det många inte vet är att från 1980 till idag har el-förbrukningen i Sverige varken ökat eller minskat. Detta trots att befolkningen ökat med ca 25%. Däremot har vår export ökat och vi har byggt flera el ledningar till de olika länderna runt om Östersjön.

Orsaken till att vi inte använder mer el är flera, dels är husen bättre isolerade, dels fick man inte bygga nya hus med enbart direktverkande el och dels blev apparater mer effektiva och förbrukar mindre elektricitet.

På sjuttioalet inträffade två oljekriser som ledde till att priserna på olja och bensin ökade drastiskt. Privatpersoner var tvungna att se över hur de värmdde upp sina hus. Man installerade två- eller tre-glasfönster så mindre värme försvann genom fönsterna. Man tilläggsisolerade väggar och tak, dvs man bytte ut isoleringen och gjorde väggarna både tätare och tjockare, så de släppte ut mindre värme. Många har bytt till bergvärme och liknande som tar värme djupt nere i marken.

Om man jämför hur mycket energi det behövs för att värma ett hus jämfört med belysningen i huset, så är uppvärmingen den som förbrukar mest. Att man byter ut till LED-armaturer och LED-lampor minskar förbrukning men inte så mycket om jämför med att isolera väggarna bättre.

**Framtiden.** Frågan är om vi kommer förbruka mer, mindre eller lika mycket elektricitet i framtiden. Om Northvolt som vill producera batterier till bland annat bilar får igång produktionen, så kommer de behöva mycket elektricitet. Om H2Steel lyckas producera stål som inte släpper ut koldioxid vid produktion, så kommer de behöva mycket elektricitet. De kommer vilja kunna få tillgång till mycket elektricitet och kunna lita på att de får elektricitet mer eller mindre dygnet om och större delen om året. Då är kanske inte solceller och vindkraft så intressant för dem. De kan vara intresserade av att ha ett litet kärnkraftverk i närheten.

## Uppgifter 3–7 – Energiförbrukning i Sverige

3. Hur ser behovet av elektricitet ut över en hel dag?
4. Hur ser behovet av elektricitet ut över ett år?
5. Hur har förbrukning av elektricitet förändrats de senaste hundra åren?
6. Vilka energislag klarar av att hantera förändringen av förbrukningen under en dag?  
Vilka energislag är dåliga på att anpassa sig efter förbrukningen?
7. Vad kan man göra för att lösa problemet att det ibland förbrukas mycket energi och ibland produceras lite energi? Vilka producenter ska prioriteras solceller, vindkraft, vattenkraft eller kärnkraft? Vad är bäst för samhället och vad är bäst för miljön?

## Fusion

I Solens inre är det så högt tryck och hög temperatur så väteatomer slås ihop och bildar heliumatomer. Samtidigt frigörs mycket värme. Det är den värmen som vid ytan av Solen omvandlas till ljus. När väteatomer slås ihop till helium kallas för fusion.

Skulle man lyckas skapa ett kraftverk som använder sig av fusion, så skulle man kunna generera extremt mycket värme och med hjälp av värmen bilda elektricitet.

Ett av de stora problemen är att man behöver värma upp väteatomerna till flera miljoner grader, så det finns inga material som tål denna temperatur, och då är det svårt att hålla väteatomerna nära varandra. Man försöker använda sig av starka magnetfält hålla kvar vätet. Man försöker med extremt starka lasrar belysa så mycket att temperaturen blir tillräckligt hög. Hittills har det gått åt mer energi än man lyckats generera.

## **Uppgift 8 - framtidens energi - fusion?**

8. Vad menas med fusion? Varför har man inte lyckats skapa ett kraftverk som använder sig av fusion?

# Kärnkraftsomröstningen 1980

1973 uppstod första oljekrisen. Länderna i Mellanöstern trodde att oljan var på väg att ta slut. Priset nära dubblades på ett år. Under 1950-och 1960-talen hade många börjat värma sina hus genom att elda olja. Nu blev det plötsligt dyrt att både värma husen och köra bil. Svenskarna började se över hur de skulle kunna minska uppvärmningskostnaderna. Många började täta runt fönsterna. En-glasfönster byttes mot två-glasfönster och så småningom kom tre-glasfönster. Detta gjorde mindre av värmen försvann genom fönsterna. Många började tilläggs-isolera väggarna så man inte behövde värma upp husen lika mycket.

Svenska riksdagen insåg att Sverige hade blivit väldigt beroende av utländsk olja. Reda 1970 bestämde man sig för att bygga kärnkraftverk. Och första kom i bruk 1972. Folk blev oroliga. De hade sett konsekvenser av atombomberna i Hiroshima och Nagasaki, och nu ville politikerna bygga kraftverk som byggde på samma radioaktiva atomer. 1979 skedde en kärnkraftsolycka i Harrisburg, USA. 1979 skedde en revolution i Iran. Det resulterade att oljeproduktionen minskade och olje priset steg kraftigt igen. Detta resulterade i folkomröstning 1980 om kärnkraft. Sverige hade då 6 kärnkraftverk i drift och ytterligare 6 var under byggnation eller planerades att byggas inom fem år. Vid folkomröstningen fanns tre alternativ att rösta på.

**Linje 1** som ville att man skulle starta de kärnkraft som man redan byggt men ville inte sätta ett slutdatum. Linje 1 stöddes främst av Moderaterna.

**Linje 2**, var för att starta alla som planerats, alla kärnkraftverk skulle ägas av staten och man sa att kärnkraftverken skulle drivas i 25 år, vilket senare tolkades vara fram till 2010. Linje 2 stöddes av nuvarande Liberalerna och Socialdemokraterna.

**Linje 3** som var mot att man skulle starta något nytt kärnkraftverk och de som var i drift skulle avvecklas inom 10 år. Linje 3 stöddes främst av nuvarande Centern, KD och Vänsterpartiet.

Valresultatet blev Linje 1 - 18,9%, Linje 2 - 39,1% och Linje 3 - 38,7%. Med andra ord vann Linje 2.

Linje 2 var att starta alla kärnkraftverks som planerats, de skulle vara statliga och stänga ned senast 2010. Tittar vi på hur det ser ut 2020, så startades alla 12, de privata kärnkraftverken blev inte statliga och bara de som blev byggda före omröstningen har stängts av. Fortfarande är 6 kärnkraftverk i drift: 2 av 4 kärnkraftverk i Ringhals (söder om Göteborg), 3 av 3 i Forsmark(mellan Gävle och Uppsala), 1 av 3 kärnkraftverk i Oskarshamn (långt söder om Stockholm) och 0 av 2 kärnkraftverk i Barsebäck (norr om Malmö) är i drift. I praktiken är det Linje 1 alternativet som drevs igenom.

När folkomröstningen skedde stod Sol och vind för mindre än 1 % av el-produktionen. Idag står sol och vind för ca 14%. Vindkraftverken har blivit högre och rotorbladen längre, så de producerar mer elektricitet. Detta har gjort att de blivit mycket billigare och kärnkraftverken har svårt att konkurrerar med dessa låga priser.

# Olyckor som skakade om världen

## Tjernobyl - 26 april 1986

Måndagen den 28 april 1986 uppmätte man förhöjda radioaktiva värden utanför det svenska kärnkraftverket i Forsmark. Först antog man att det måste skett ett läckage och ca 600 anställda evakuerades från kärnkraftverket. Senare kunde man konstatera att det fanns ingen läcka på det svenska kärnkraftverket. Under dagen avslöjade satellitbilder att det skett en olycka vid kärnkraftverket i Ukraina, dåvarande Sovjetunionen. Samma kväll gick sovjetiska myndigheter ut och informerade om olyckan som skett två dagar tidigare.

Några dagar tidigare hade man bestämt sig för att göra ett test för att kontrollera att reservströmsaggregaten fungerade. För att göra detta hade man stängt av säkerhetssystemet. Man saknade rutiner hur man skulle hantera reaktorn utan säkerhetssystemet igång. När man försökte styra reaktorn manuellt så resulterade det i att vattnet i högtrycksrören och grafiten som användes för att reglera kärnreaktionerna började brinna. Trycket blev så högt att det 3000 ton tunga reaktortankslocket flög av och förstörde resten av byggnaden.

En härdsvälta skedde. Då smälter uranet och andra metaller och blir flytande i botten av reaktorbyggnaden. Branden som uppstod tog mer än 10 dagar att släcka. Radioaktivt material kom mer än 1000 meter upp i luften och spreds med vinden.

134 arbetare fick strålningssjukan och ungefär hälften har dött. Man uppskattar att mellan 30 000 och 93 000 personer har dött på grund av sköldcancer och liknande.

Beroende på var det hade regnat i Sverige var det olika hög radioaktivitet. Nivån var inte farlig för oss människor. Svampar och rena tog upp radioaktiva ämnen, så de blev mer radioaktiva än omgivningen. Det gjorde att en del vildsvin och renar som åt svampar och renlav fick förhöjda radioaktiva värden och fick inte säljas i butiker.

Än i dag finns förbjudna zoner där den radioaktiva nivån anses för hög för att någon ska få bo där. Ett problem är att radioaktivt damm kan spridas med vinden. Det gör att radioaktiviteten öka i ett område efter att det blåst damm över området. Många fick hastigt lämna sina hem och gårdar. Trots att de fick ersättningslägenheter blev många deprimerade och längtade hem. Detta har gjort att strax under 200 personer flyttade tillbaka till sina hem i den förbjudna zonen. De var i 50 års åldern när de flyttade tillbaka och är nu i 80 års åldern. De lever på att odla sin egen mat och liten pension som de får. Forskarna är förvånade att kvinnorna som flyttat tillbaka lever längre och friskare än de som valt att bo utanför. Det finns en film som handlar om kvinnorna som flyttade tillbaka. Filmen heter *The Babushkas of Chernobyl* (2015) och finns bland annat på Prime Video.

Källa:

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Tjernobylolyckan>

## Fukushima - 11 mars 2011

Vid halv tre tiden på eftermiddagen den 11 mars 2011 skedde en jordbävning i havet ca 15 mil från Fukushima i Japan. Tre av kärnkraftverkets sex reaktorer snabbstoppades när jordbävningen skadade det allmänna elnätet.

Knappt en timme senare kom en tsunami som orsakats av jordbävningen. Stora delar av området i närheten översvämmades. Tsunamivarning hade ljudit, så de flesta hade tagit sig till högre belagda områden eller höga hustak. Vattnet steg högre än skyddsvallarna runt kärnkraftverket. Då slogs reservkraften ut som skulle se till att kyla kärnkraftverket och bränslebassängerna.

Temperaturen steg, så vattnet började koka och en del vatten omvandlades till vätgas som exploderade. Under några veckor kämpade de anställda på kärnkraftverket att få läget under kontroll. Bland annat fick man använda brandbilar för att pumpa havsvatten in i reaktorerna och bränslebassängerna för att kyla ned dem.

Samtliga sex reaktorer har förstörts eftersom man var tvungen att kyla med saltvatten. Tre av dem skedde en härds smälta, där delar av uranet smälte och smälte igenom botten av reaktorn. Flera av bränslebassängerna kokade torrt med delvis härds smälta som följd.

Radioaktivt material kom ut i luften och i havet. Man uppskattar att mängden radioaktivt cesium motsvarar 168 Hiroshimabomber. Ingen person ska ha dött, men många har fått lämna sina hem och får inte återvända på flera decennier.

Efter olyckan har man i Tyskland stängt av de äldsta kärnkraftverken med intention att stänga alla. Schweiz har beslutat att ta fram en plan när deras ska avvecklas. Samtliga kärnkraftverk i Europa har stresstestats för att se att hur de klarar av olyckor där reservkraften slås ut.

Källa:

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Fukushima-olyckan>

## Uppgifter 9 10 – olyckor som skakade om världen

9. Förklara kortfattat vad som hände i Tjernobyl och Fukushima.
10. Tycker du att Sverige ska satsa på nya kärnkraftverk precis som Finland gör? Tekniska konstruktioner