

# 2010

*Erfarenheter från driften av  
de svenska kärnkraftverken*

## KÄRNKRAFTSÄKERHET OCH UTBILDNING AB, KSU

KSU är de svenska kärnkraftverkens centrum för utbildning och simulatorträning.

En betydande del av drift- och underhållspersonalens kompetens byggs upp och underhålls genom KSUs utbildningsverksamhet, som under 2010 omfattade 4 059 kursdagar. Företaget producerar och förvaltar också läromedel för utbildningen.

KSU analyserar drifterfarenheter från världens alla kärnkraftverk och informerar de svenska kärnkraftverken. KSUs analysgrupp informerar samhällets beslutsfattare och opinionsbildare om kärnkraftssäkerhet, joniserande strålning och riskjämförelser mellan olika energiformer.

Företaget bildades 1972 och ägs till 25 % vardera av Barsebäck Kraft AB, Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG AB och Ringhals AB. KSU ingår i Vattenfallkoncernen.

KSU har sitt huvudkontor i Studsvik med utbildningsenheter i Barsebäck, Ringhals, Forsmark och Oskarshamn. Företaget har 275 anställda, varav cirka 110 vid utbildningsenheterna.

Sedan starten har nära 1,5 miljarder kronor investerats i simulatorer och kringutrustning – de senaste åren i genomsnitt 120 miljoner kronor per år.

## WANO

WANO (World Association of Nuclear Operators) är en internationell organisation som bildades 1989 för att öka kärnkraftens säkerhet och tillförlitlighet genom erfarenhetsutbyte inom olika områden. Antalet medlemsländer uppgår till 36, med sammanlagt cirka 440 kärnkraftverk. WANO är organiserat i fyra regioner med regionkontor i Atlanta, Moskva, Paris och Tokyo samt ett samordnande kontor i London. Sverige ingår i WANOs Parisregion.

Årsrapporten *Erfarenheter från driften av de svenska kärnkraftverken 2010* produceras av Enheten för erfarenhetsåterföring vid Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB. Den ges också ut i en engelsk version.

Layout och original: Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB  
Foto: Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB  
Oskarshamns Kraftgrupp AB  
Forsmarks Kraftgrupp AB  
Ringhals AB

Omslagsbild: Forsmark 2





## INNEHÅLL

**KSU** .....2

### **Historik**

*Jämförelse mellan Sveriges reaktorer* ..... 4

### **Sveriges reaktortyper**

*BWR (kokvattenreaktor)*..... 6

*PWR (tryckvattenreaktor)*..... 7

### **Drifterfarenheter 2010**

*Forsmark 1*..... 8

*Forsmark 2*..... 10

*Forsmark 3*..... 12

*Oskarshamn 1* ..... 14

*Oskarshamn 2* ..... 16

*Oskarshamn 3* ..... 18

*Ringhals 1* ..... 20

*Ringhals 2*..... 22

*Ringhals 3*..... 24

*Ringhals 4*..... 26

**Elproduktionen i Sverige 2010** .....28

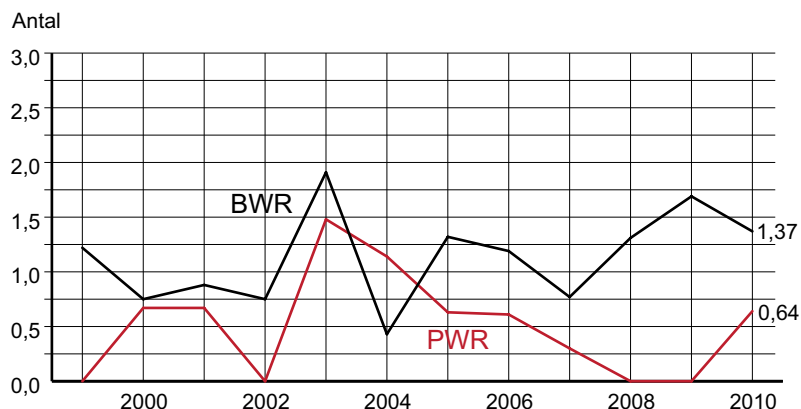
### **Läsanvisningar**

*Produktionsuppgifter* ..... 29

*INES definition*..... 29



## REAKTORSNABBSTOPP



WANOs jämförelsetal för 2010  
(årsmedelvärde)

**BWR**

0,42 = medelvärde

**PWR**

0,43 = medelvärde

### BWR

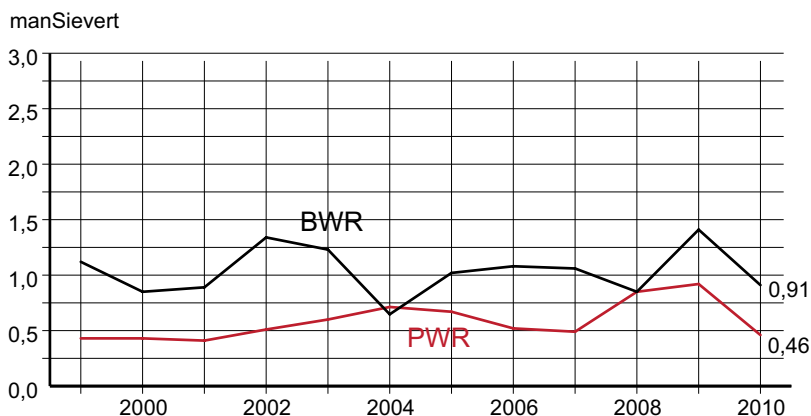
De svenska kokvattenreaktorerna hade i medeltal 1,37 snabbstopp. Det är lägre än förra året, men det är högre än WANOs medelvärde på 0,42.

### PWR

Sveriges tre tryckvattenreaktorer råkade ut för 0,64 snabbstopp i medeltal. Det är högre än under 2009 då man inte hade några snabbstopp. WANOs medelvärde för världens tryckvattenreaktorer landade på 0,43.

**Anmärkning:** Reaktorsnabbstoppen redovisas enligt WANOs definition, dvs att endast automatiskt utlösta snabbstopp per 7 000 timmar kritisk reaktor tas med.

## KOLLEKTIVDOS



WANOs jämförelsetal för 2010  
(årsmedelvärdet)

**BWR**

1,35 manSv = medelvärde

**PWR**

0,64 manSv = medelvärde

### BWR

2010 års medelvärde för kollektivdosen vid de svenska kokvattenreaktorerna blev 0,91 manSv. Det är lägre än förra året och mycket lägre än WANOs medelvärde på 1,35 manSv.

### PWR

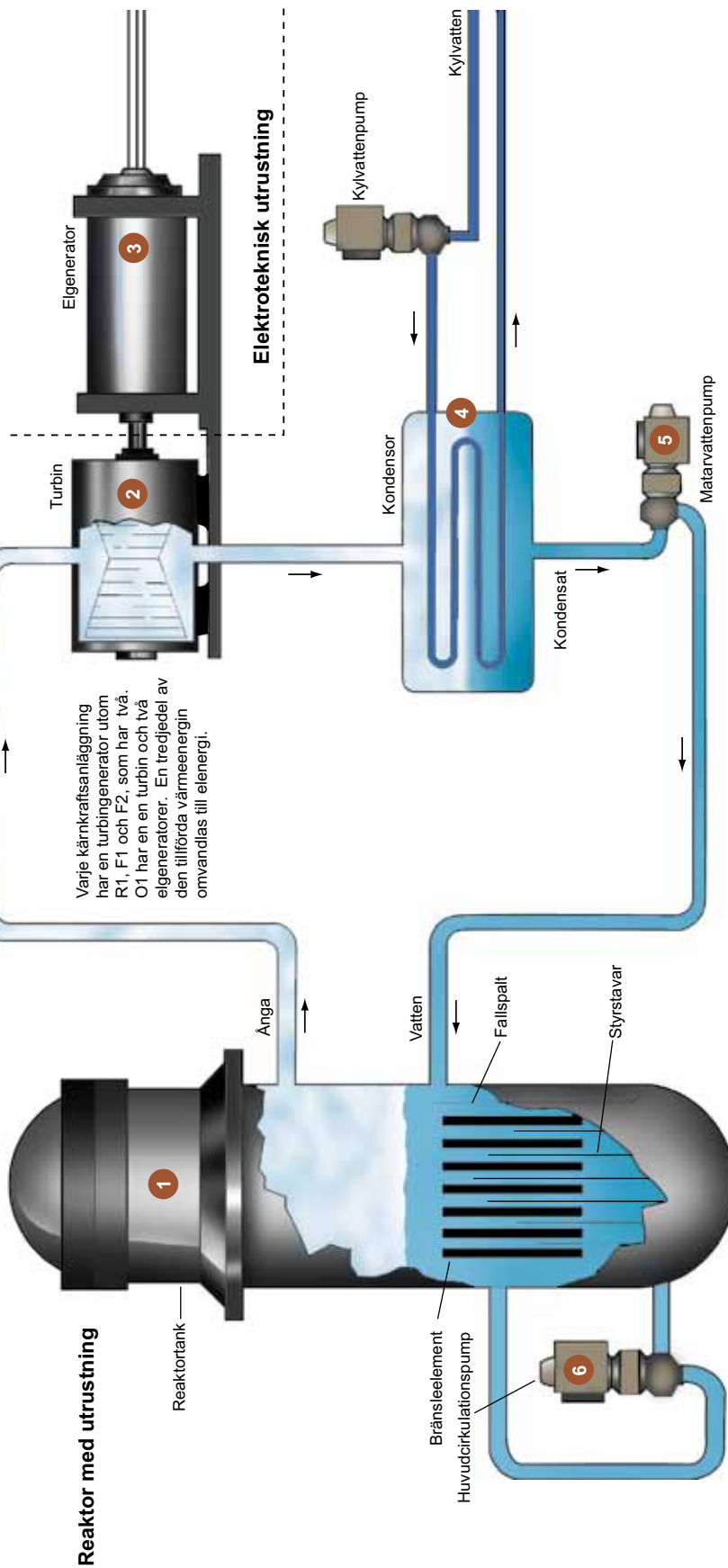
Årets medelvärde för kollektivdosen vid de svenska tryckvattenreaktorerna blev med 0,46 manSv – något lägre än WANOs – motsvarande värde på 0,64 manSv.

# Sveriges reaktortyper

## BWR KOKVATTENREAKTOR

### BWR = Boiling Water Reactor

- 1 I reaktortanken finns reaktorns bränsle – uranet – i form av bränsleelement. Värmeutvecklingen i bränslet regleras med styrstavar och huvudcirkulationspumpar. Bränslet kyls med vatten som strömmar förbi bränsleelementen. Vattnet blir så varmt att det kokar. Den ånga som bildas går ut genom ledningar i reaktortankens övre del.



- 6 Huvudcirkulationspumparna blandar matarvatten och vatten som skiljs av från ångan och cirkulerar det förbi bränslet. Vattnet tas från fallspliten (utrymmet alldeles innanför reaktortankens vägg) och pumpas in i tankens nedre del. Vid full effekt pumpas 7 000–11 000 kg vatten genom hårdnen per sekund. (I de yngsta reaktorena, F1, F2, F3 och O3, är huvudcirkulationspumparna placerade i reaktortankens botten, s k internpumpar. Bildens rörsystem finns alltså inte där.)

- 2 Den 280 °C heta ångan, som flödar med 600–1 600 kg/s (beroende på reaktorstorlek), når turbinanläggningen.

- 3 Elgeneratorn är sammankopplad med turbinen och roterar med samma varvantal. Här genereras elenergi med spänningen cirka 20 000 volt. Av den producerade energin tar anläggningen ca 3 % till egen drift. Resten förs ut på det svenska kraftnätet via en transformator där spänningen transformerar upp till 400 000 volt.

- 5 Vattnet pumpas in i reaktortanken igen och kallas då matarvatten. Reaktorn tillförs här lika mycket vatten som den ånga som lämnar den, alltså 600–1 600 kg/s.

- 4 När ångan har passerat turbinen strömmar den in i kondensorn. Där kyls ångan av cirka 20–30 m<sup>2</sup> havsvatten per sekund (beroende på hur stor anläggningens effekt är). Ångan övergår till vatten, s k kondensat.

**PWR = Pressurized Water Reactor**

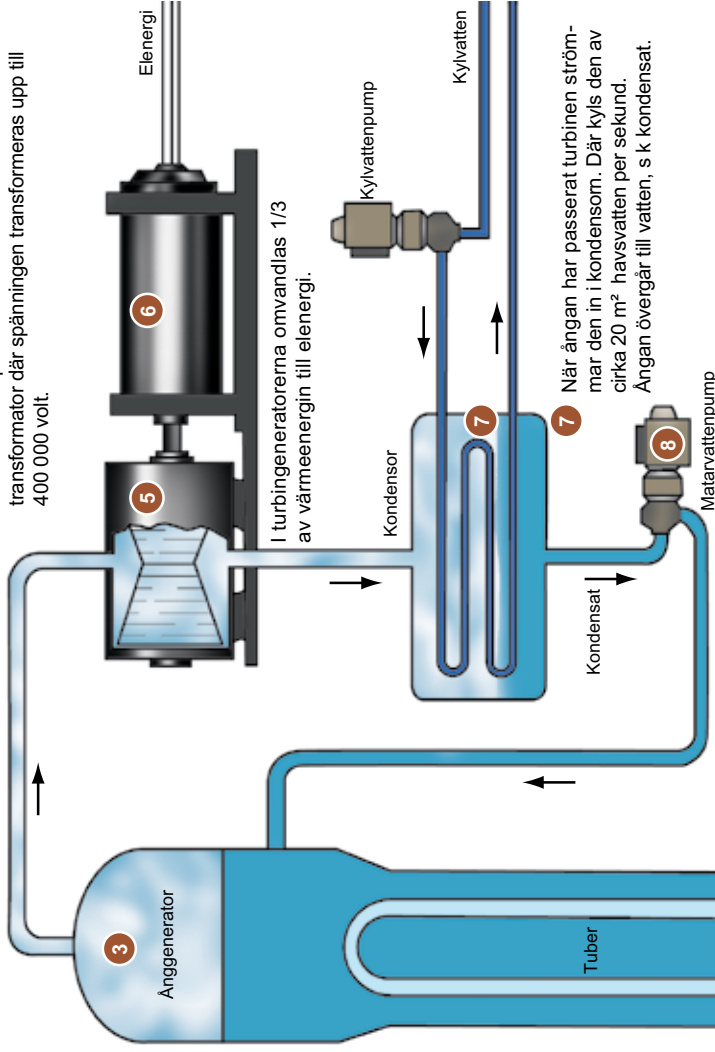
**3** I ånggeneratorerna strömmar det heta vattnet från reaktorn i flera tusen tuber och förångar vattnet på utsidan av tuberna. Ångan som bildas är fri från aktivitet eftersom den inte kommit i kontakt med vattnet i reaktorkretsen. Till varje reaktor hör tre ånggeneratorer.

**2** Trycket i kretsen regleras med ett tryckhållningskärl med tillhörande avblåsningstank. Trycket höjs om man tillför värme via en elpatron och sänks om man sprutar in vatten i ångan i tryckhållningskärllet.

**1** I reaktortanken finns reaktorns bränsle – uranet – i form av bränsleelement. Värmeutvecklingen i bränslet regleras med borsyra i reaktorkylvattnet. För snabb reglering används styrstavarna. Bränslet kyles med vatten som strömmar förbi bränsleelementen.

**5** Den 280 °C heta ångan, som flödar med cirka 1 400 kg/s, delas upp på de två turbinanläggningarna och avger sin energi till turbinernas rotorer.

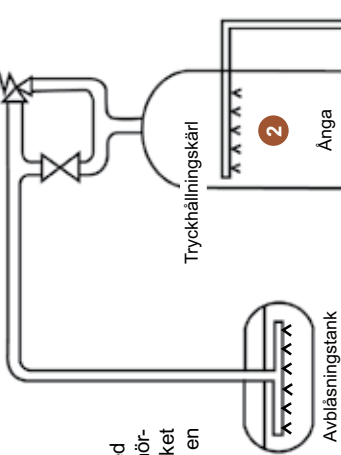
**Ångturbin med utrustning**



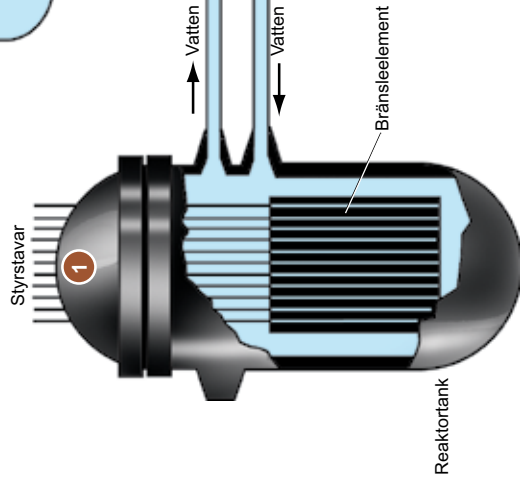
**7** När ångan har passerat turbinen strömmar den in i kondensorn. Där kyles den av cirka 20 m<sup>2</sup> havsvatten per sekund. Ångan övergår till vatten, s k kondensat.

**8** Vattnet pumpas in i ånggeneratorerna och kallas då matarvatten. Ånggeneratorerna tillförs här lika mycket vatten som den ånga som lämnar dem, alltså cirka 1 400 kg/s.

**Reaktor med utrustning**



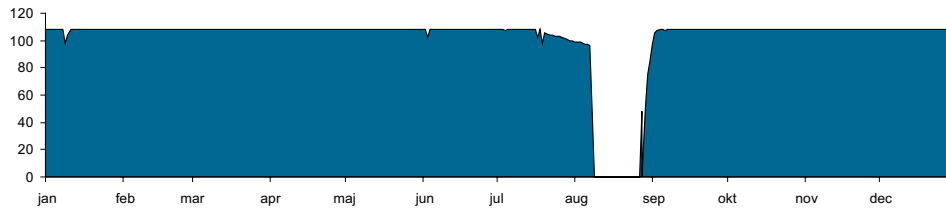
**4** Reaktorkylpumparna cirkulerar cirka 6 m<sup>2</sup> vatten per sekund i reaktorn.



# Forsmark 1

## HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	8,1 TWh
Energitillgänglighet	93,9 %
Energiutnyttjande	93,2 %

**Januari:** Den 9 januari reducerades effekten för provning av skalventiler i ång- och matarvattenledningarna.

**Juni:** I samband med felsökning på en huvudcirkulationspump reducerades reaktoreffekten tillfälligt till 102 %.

**Juli:** En mindre produktionsstörning inträffade då en inmatningsbrytare till drivutrustningen för huvudcirkulationspumparna vid två tillfällen löste ut obefogat, vilket medförde stopp av två huvudcirkulationspumpar. Under månaden genomfördes också "flux-tilting" (se nedan) och statuskontroll av drivdonen, vilket hade påverkan på produktionen.

Flux-tilting är en metod för detektion av en bränsleläcka. Den utförs under drift vid något reducerad effekt. Under noggrann kontroll av radioaktiva ädelgaser i gasflödet från turbinkondensorn manövreras en styrstav i taget en liten sträcka ut och sedan tillbaka. Vid manövrering av en styrstav i området där läckan finns, sker en aktivitetsökning i gasflödet efter turbinkondensorn. Så här "ringar man in" området där läckan finns. För att sedan fastställa vilket bränsleelement som läcker måste man ställa av och kyla ner anläggningen samt öppna reaktortanken för att komma åt bränslet och utföra "sipping".

Med hjälp av bränslehanteringsmaskinen (laddmaskinen) lyfter man upp ett bränsleelement i taget ur härden. I och med att man lyfter upp bränslet ett stycke minskar det omgivande trycket. Härigenom trycks radioaktiva gaser ut genom läckan och registreras av mätutrustningen som sitter på laddmaskinen.

### Revisionsavställning 8 augusti–28 augusti

Avställningen planerades till 19 dygn. Revisionen förlängdes med 32 timmar jämfört med ursprungsplanen på grund av förseningar i reaktorhallen.

Förutom bränslebytet och provningar, var följande stora arbeten inplanerade:

#### Reaktordelen

- Inspektion/byte av styrstavar.
- Förberedelser inför 2011 års installation av nya högtrycksdränagepumpar.
- Byte av reaktorns interndelar.
- Byte av manöverdon på skalventiler.
- Byte av säkerhetsventiler i borsystemet.
- Installation av matarvattenflödesmätare.

#### Turbindelen

- Montage av inspektionsluckor på lågtrycksförvärmare.
- Inspektion av kondensor.

#### Övrigt

- Installation av tillståndsovervakning av transformatorerna.
- Förnyelse av 400 kV-ställverket (restpunkter).
- Byte av högspänningsgenomföringar på huvudtransformatorn.
- Plattformsmontage ovanför expansionskärl vid huvudtransformatorn.

Revisionstiden blev knappt 20 dygn.

Kollektivdosen under revisionen uppgick till 0,42 manSv.

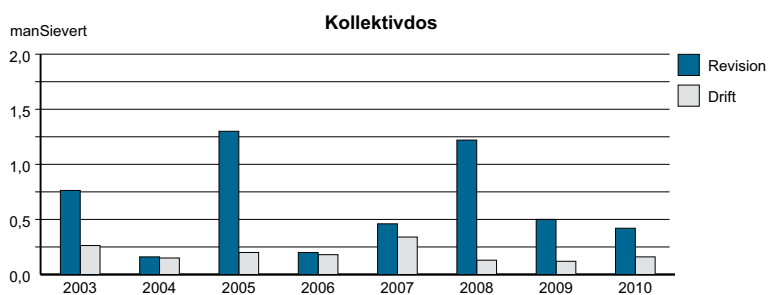
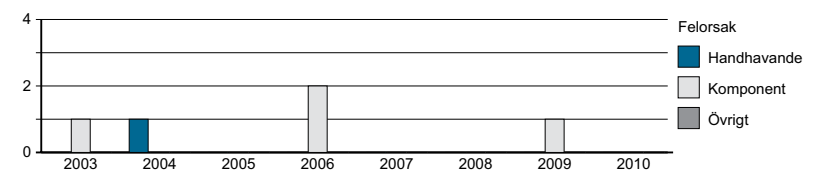
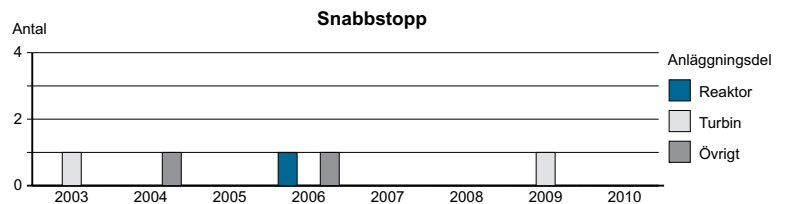
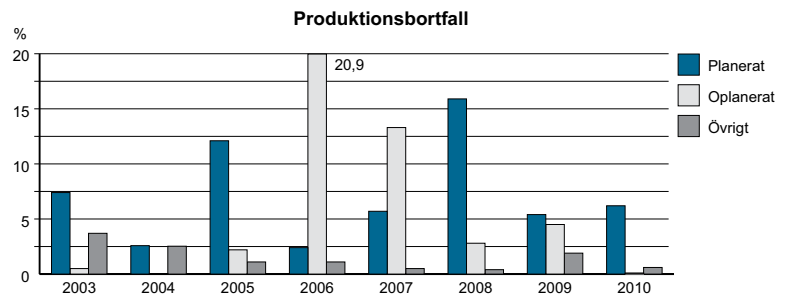
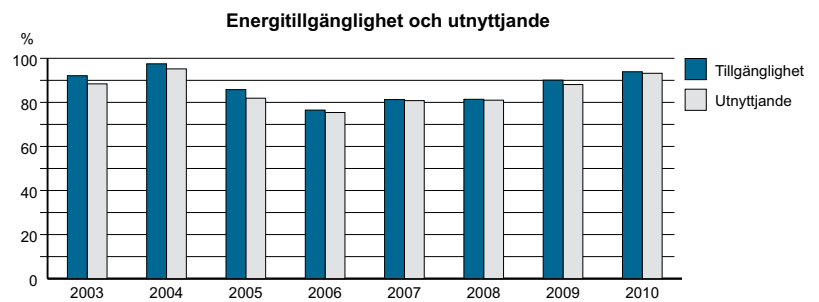
**September:** I samband med periodiskt prov av snabbstoppsventiler upptäcktes externläckage i ett manöverdon till en yttre skalventil i snabbstoppsystemet, vilket medförde tillfällig nedgång till 100 % reaktoreffekt för byte av en packning. Ytterligare nedgång till 78 % reaktoreffekt för periodiskt ventilprov.

#### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift orsakade ett produktionsbortfall på 32,5 Gigawatt-timmar (GWh), vilket motsvarar knappt 1,5 dygn vid full effekt.

#### Snabbstopp

Inga snabbstopp från effektdrift förekom under året.



**Forsmark 1** togs i kommersiell drift 1980. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB) och av samma utförande som Forsmark 2. Den termiska effekten är 2 928 MW och den elektriska nettoeffekten är 978 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,46 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 676 bränslelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 161 styrstavar och vattenkylflödet från åtta interna huvudcirkulationspumpar.

**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en vattenkyld synkrongenerator kopplad via en gemensam axel.

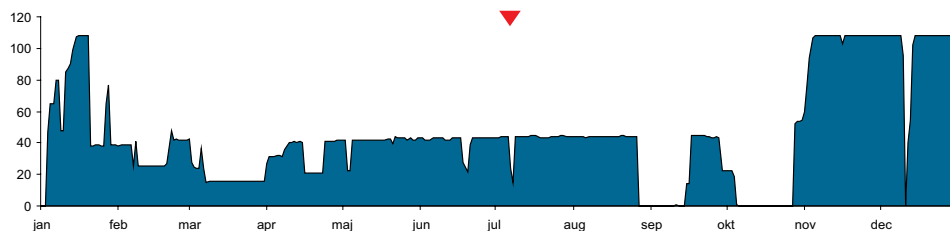
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 70 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.



# Forsmark 2

## HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	3,3 TWh
Energitillgänglighet	38,5 %
Energiutnyttjande	38,4 %

Året inleddes med effektuppgång efter den långa revisionsavställningen 2009. Redan efter någon vecka stod det klart att vibrationsproblemen i ångventilerna skulle begränsa fortsatt drift. Efter hållfasthetsanalyser beslöts att kvarstå på cirka 44 % reaktoreffekt. Daglig kontroll av vibrationsläget var grunden för beslut om fortsatt drift. Flera reparationsinsatser behövdes på och omkring högtrycksreglerventilerna på grund av de högfrekventa vibrationerna som ångflödet inducerade.

Årets revision, som var planlagd till maj, kom att förskjutas till augusti då förhoppningen fanns att en lösning på vibrationsproblemet skulle finnas, alternativt att utbyte mot renoverade ventiler från Ringhals 4 kunde ske.

Revisionen kom till slut att omfatta i huvudsak reaktoråtgärder. De ingrepp som behövdes för att kunna ta emot full ångproduktion från reaktorn planerades in till ett turbinventilbytesstopp. Full effekt kunde nås efter dessa åtgärder. Den provning som återstod sedan installationerna 2009 och som ännu inte kunnat utföras beroende på effektnivån, genomfördes efter turbinventilstoppet med lyckat resultat.

**10 januari:** I samband med uppgång efter revisionsavställningen erhöles larm på lågt flöde genom konduktivitetmätningen, vilket ledde till utlöst M2-villkor, hög konduktivitet i kondensatet och utlösning av Turbin 21 (TA21).

**20 januari:** Beslut om att stoppa TA21 samt att reducera effekten på TA22 till cirka 350 MW på grund av höga vibrationer i turbinanläggningen.

**Mars:** På grund av höga vibrationer i turbinanläggningen var effekten reducerad

till cirka 115 MW per turbin under hela månaden. TA22 ställdes av för åtgärder på ventiler.

**April:** TA22 fasades åter till nätet efter åtgärder. Efter utvärdering av vibrationsmätningar höjdes effekten på TA21 till 175 MW. Under slutet av månaden ställdes TA22 av för installation av kompletterande mätgivare.

**3 maj:** TA21 ställdes av för åtgärd av ångläckage.

**18 juni:** Turbinavställning för kontroller i syfte att utföra mätningar inför ett eventuellt byte av HT-ventiler på båda turbinanläggningarna.

**7 juli:** TA 22 ställdes av för kontroll av mätutrustning till högtrycksregler- och snabbstängningsventilerna.

**8 juli:** Erhöles snabbstopp på grund av hög nivå i reaktorn. Se vidare under "Snabbstopp".

**Augusti:** På grund av höga vibrationer i turbinanläggningen var effekten reducerad till cirka 175 MW per turbin under hela perioden.

### Revisionsavställning

#### 27 augusti–11 september

Avställningen planerades till 15 dygn. Revisionen förlängdes med 5 dygn och avslutades fredagen den 16 september.

Förutom bränslebytet samt provningar var följande stora arbeten inplanerade:

#### Reaktordelen

- Byte och service av 6 drivdon.
- Byte av en pump i kylsystemet för avställd reaktor.

- Översyn av en avställningsventil i kylsystem för avställd reaktor.

- Årlig översyn av reaktorns säkerhets- och avblåsningsventiler.

#### Turbindelen

- Inspektion av mellanöverhettarna.
- Inspektion av en dränagetank.
- Inspektion av båda kondensatorerna.
- Översyn av ventiler i matarvatten-systemet.
- Montage av inspektionsluckor på lågtrycksförvärmarna.

Revisionstiden blev knappt 20 dygn.

Kollektivdosen under revisionen blev 0,154 manSv.

**September:** Årets revisionsavställning avslutades den 16 september. På grund av höga vibrationer i turbinanläggningen var effekten reducerad till cirka 175 MW per turbin.

I slutet av månaden ställdes TA 21 av för utbyte av högtrycksturbin.

**Oktober:** Den 5 oktober ställdes TA22 av för byte av högtrycksventiler. Återfasning av TA21 i slutet av oktober.

**November:** Under början av november genomfördes uppgång till full effekt på både TA21 och TA22. I samband med uppgången ställdes TA 22 av kortvarigt för åtgärd av läckage från en manlucka i en värmeväxlare i kondensatsystemet.

I mitten av månaden utfördes prov på TA22 med utlösning av turbinsnabbstängning från full effekt.

**December:** Den 10 december kom larm om skenfel på en dieselsäkrad 500 V-skena samt brandlarm, varför anläggningen togs till kall avställd reaktor. Felet visade sig vara ett överslag i skenstråket mellan transformatorn och 500 V-brytare. Orsaken till överslaget var att en skruv (M6) lossnat från en isolerstång i transformatorskåpet och fallit ner och orsakat kontakt mellan fas- och nollskena. Efter åtgärder återstartades anläggningen.

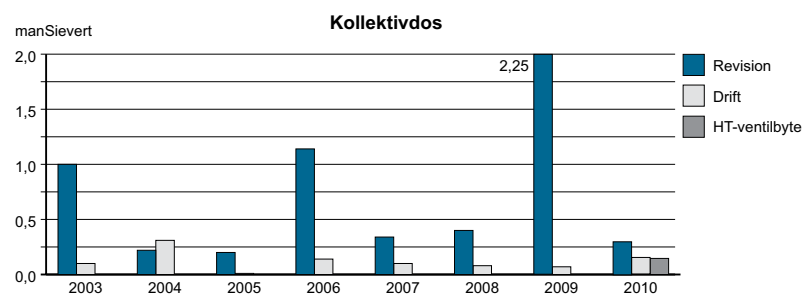
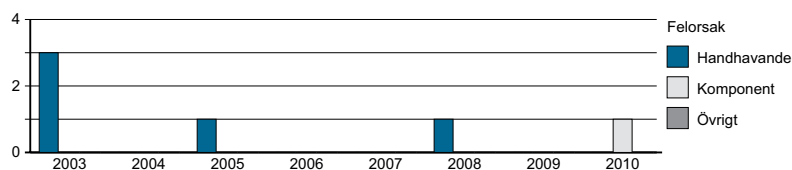
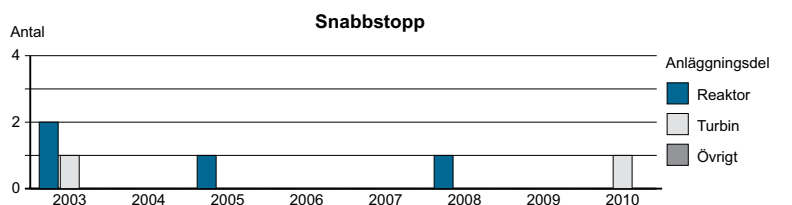
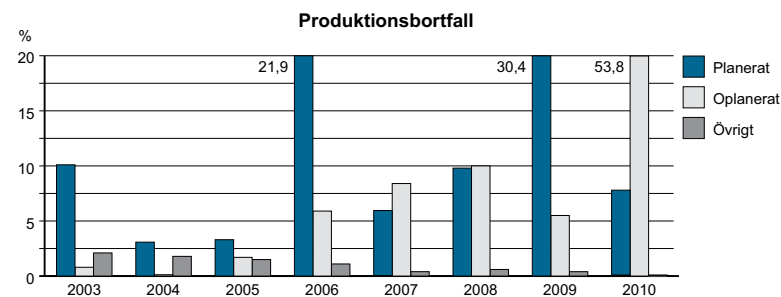
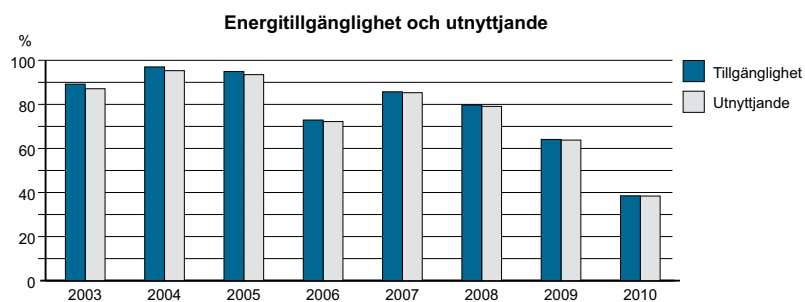
### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift förekom inte under året.

### Snabbstopp

**8 juli:** Snabbstopp på hög nivå i reaktorn på grund av rusande matarvattenpump. Varvtalet på matarvattenpumpen ökade kraftigt från det i driftläget normala flödet 275 kg/s till max utstyrt 613 kg/s. Övriga matarvattenpumpar försökte kompensera överskottet genom att minska flödet. Behovet av matarvattenflöde till reaktorn var vid tillfället cirka 550 kg/s, varför nivån steg. Larm för hög nivå H1 kom efter cirka 46 sekunder följt av nivåalarm H2, och därmed reaktorsnabbstopp, efter ytterligare cirka 70 sekunder.

Vid tillfället pågick sanering kring aktuell pump och personalen meddelade i anslutning till störningen att en person fastnat med en trasa i "något stag" på änden vid pumpen. En handske hade också dragits av handen och fastnat i pumpen.



**Forsmark 2** togs i kommersiell drift 1981. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB) och av samma utförande som Forsmark 1. Den termiska effekten är 2 928 MW och den elektriska nettoeffekten är 990 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,46 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 676 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 161 styrstavar och vattenkyllflödet från åtta interna huvudcirkulationspumpar.

**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en vattenkyld synkrongenerator kopplad via en gemensam axel.

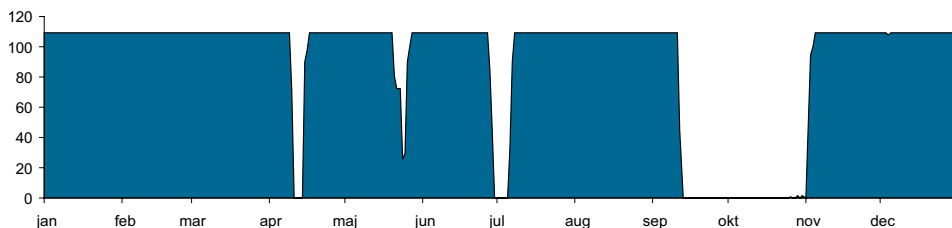
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 70 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra diesलगeneratorer.



# Forsmark 3

## HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	8,3 TWh
Energitillgänglighet	81,4 %
Energiutnyttjande	81,2 %

**April:** Planerat kort stopp för åtgärd av bränsleskada. Stoppet genomfördes inom ursprunglig tidplan, med en avställningstid på 4 dygn, 3 timmar och 39 minuter.

**Maj:** Den 10 maj upptäcktes en ny bränsleskada. I samband med driftläggning inför underhållsarbete (21/5) orsakade låg kapacitet i en nöddränageventil reglerproblem, vilket ledde till delsnabbstopp. Vid 75 % reaktoreffekt utfördes skalventilprov där en högtrycksreglerventil efter stängning inte gick att öppna. Det konstaterades att spindeln på servon hade gått av. Vid kontroll av liknande servon konstaterades att ytterligare en servo behövde bytas. Uppgång följde och full effekt uppnåddes den 28 maj.

**Juni:** Lugn drift med full effekt fram till nedgång för åtgärd av bränsleskada den 28 juni.

**Juli:** Juli inleddes med att Forsmark 3 var kallt avställd för åtgärd av bränsleskada. Efter fasning den 6 juli och efterföljande uppgång till full effekt vidmakthölls detta läge i stort sett till slutet av månaden. Den 17 juli inträffade dock en störning i frekvensomformarsystemet för huvudcirkulationspumparna med en mindre produktionsförlust som följd.

### Revisionsavställning 12 september–2 november

Avställningen planerades till 37 dygn. Den totala revisionslängden blev cirka 52 dygn.

Återstarten försenades alltså drygt två veckor, trots att arbetena i anläggningen i stort sett följde tidplanen. Främsta anledningen till förseningen var täthetsproblem i generatoren.

Förutom bränslebytet samt provningar var följande stora arbeten inplanerade:

#### Reaktordelen

- Modernisering av batterisäkrat nät, vilket garanterar elkraft till reaktorns säkerhetssystem.

- Utbyte av korrosionsutsatta batterier i likspänningsnät.

- Installation av ny kylkrets för kylning av reaktorn vid bortfall av ordinarie kylkedja.

- Installation av automatisk borinpumpning.

- Översyn av två ångskalventiler i ångledningssystemet.

- Drivdonsservice, cirka 30 st.

- Översyn av två HC-pumpar.

- Översyn av fyra huvudventiler i avblåsningssystemet.

- Byte av åtta sonder i neutronflödesmätningens högeffekt-del.

- Utveckling av hårdberäkningsprogrammet för t ex beräkningar av styrstavsutbränning, torrkokningsmarginaler m m.

- Inspektion och utbyte av ett urval av styrstavar.

- Utbyte av en värmeväxlare i reaktorinneslutningens sprinklersystem.

- Byte av gummade rör i det prioriterade saltvattenkylsystemet.

- Uppgradering av likriktare.

- Arbeta med elmatning till styrstavsmänöversystemet.

#### Turbindelen

- Stor översyn av högtrycksturbinen.

- Inspektion av turbinsträngen.

- Byte av en reglerventil i kondensat-systemets förvärmardel.

- Översyn av cirka 30 ventiler i mellanöverhettning-, avtappnings-, spärr- och läckageångsystemen samt huvudkondensorn.

#### Övrigt

- Kapacitetsökning i ordinarie kylkedjor, inklusive byte av rör.

- Montering av korrosionsskydd för armeringen i kylvattentunnlarna.

- Införande av fast monterade och larmande strålningsdetektorer i centrala kontrollrummet.

Revisionstiden blev cirka 52 dygn.

Kollektivdosen under revisionen uppgick till 0,448 manSv.

**12 november:** Ett mindre produktionsbortfall i samband med en obefogad nedstyrning av huvudcirkulationspumparna i C-sub.

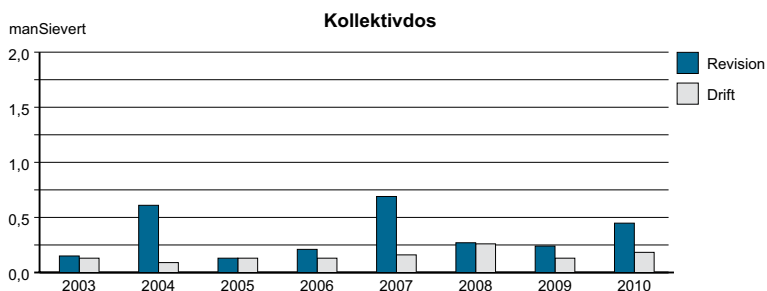
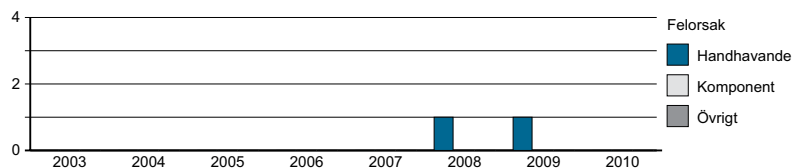
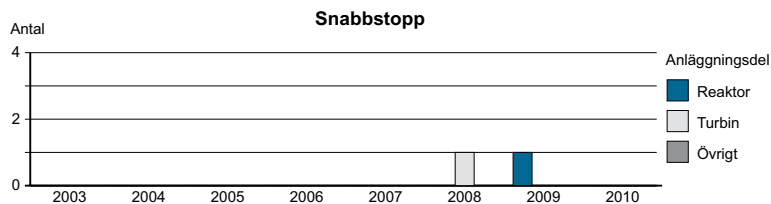
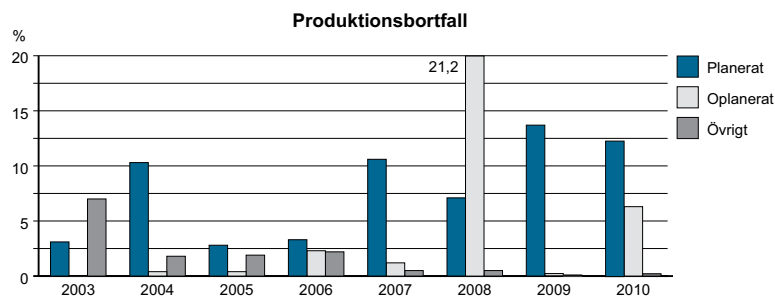
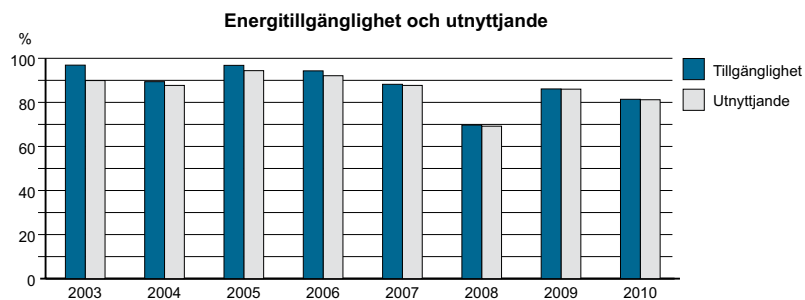
**4 december:** Ett mindre produktionsbortfall i samband med en obefogad nedstyrning av huvudcirkulationspumparna i C-subb.

### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift förekom inte under året.

### Snabbstopp

Inga snabbstopp från effekt drift förekom under året.



**Forsmark 3** togs i kommersiell drift 1985. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB) och av samma utförande som Oskarshamn 3. Den termiska effekten är 3 300 MW och den elektriska nettoeffekten är 1 170 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,6 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 700 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 169 styrstavar och vattenkylflödet från åtta interna huvudcirkulationspumpar.

**Turbinanläggningen** består av en dubbel axialhögttrycksturbin och tre dubbla axiella lågttrycksturbiner. Turbinen är via en gemensam axel kopplad till en synkrogenerator med vattenkyld stator och vätgaskyl rotor.

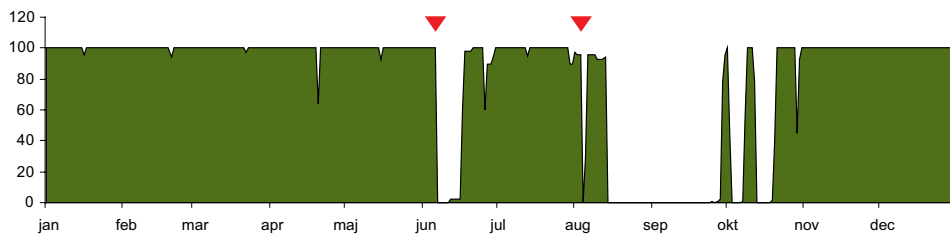
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 70 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.



# Oskarshamn 1

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsnedeffekt (%)



Nettoproduktion	3,2 TWh
Energittillgänglighet	78,6 %
Energiutnyttjande	77,5 %

**16 januari:** Effektreduktion för prov av ångledningarnas skalventiler och inspektion av turbininneslutningen.

**21 februari:** Effektreduktion för prov av ventiler i ångledningarna.

**19 april:** Effektreduktion till cirka 40 % för åtgärd av saltvatteninläckage i kondensorn. I samband med effektreduktionen utfördes prov av reaktorns avblåsnings- samt turbinventiler.

**15 maj:** Effektreduktion för prov av ångventiler.

**6 juni:** Turbinsnabbstängning löste ut på grund av att ett fel signalerades i ångpådragsventilen för turbinen. Kort efter turbinsnabbstängningen löste reaktorsnabbstopp ut till följd av den tryckhöjning som uppstod i reaktorn då turbinen stoppades. Se vidare under "Snabbstopp".

**26 juni:** Pådragsventilen till turbinen reglerade obefogat ner och orsakade delsnabbstopp. Effekten efter störningen var cirka 40 %. Felsökningen kunde inte fastställa orsaken.

**13 juli:** Effektreduktion på grund av problem med kondensortrycket.

**29 juli:** Effektreduktion för stopp av en huvudkylvattenpump.

**4 augusti:** Reaktorsnabbstopp löste ut på grund av störningar på det yttre elnätet. En inmatningsväg från det yttre nätet till stationen blev spänningslös.

**9 augusti:** Effektreduktion till 92 % på grund av försämrat vakuum i kondensorn vid högre havsvattentemperatur.

**13 augusti:** Effektreduktion och därefter nedgång till varm avställning på grund av

läckage i reaktorinneslutningen. Avställningen fortsatte till kall avställd reaktor för revision.

## Revisionsavställning

### 15 augusti–26 september

Revisionstiden planerades till 37 dagar.

Förutom bränslebyte och byte av drivdon var följande stora arbeten inplanerade:

#### Reaktordelen

- Service av en inre ångskalventil.
- Byte av två huvudcirkulationspumpar.
- Dekontamination av resteffektkylsystemet.
- Service av ett stort antal ventiler i snabbstoppssystemet.

#### Turbindelen

- Felsökning på turbinens pådragsventil.
- Byte av givare för temperaturmätning på turbinlager.
- Byte av rör i havsvattenkylsystemet.
- Läcksökning och åtgärd av läckage i kondensortuber.

#### Övrigt

- Omfattande service på ett reservkrafts-dieselaggregat.
- Montage av provhandskar i två subbar.
- Byte av batteri i det omformarsäkrade 400 V-nätet

Revisionstiden blev 42 dygn. Oskarshamn 1 fasades in mot det svenska stamnätet efter genomförd provning den 26 september.

Kollektivdosen under revisionen blev 1,35 manSv.

**26 september:** Återstart efter revision skedde i och med infasningen till det svenska stamnätet. Strax före midnatt löste turbinsnabbstängning ut på grund av hög nivå i en matarvattenförvärmare. Beslut togs om nedgång till varm avställd reaktor för åtgärder. Vid återstart uppstod problem med en ventil i förvärmarsystemet och fasning till nätet kunde slutligen ske den 29 september.

**2 oktober:** Oidentifierat läckage i reaktorinneslutningen. På grund av läckagets storlek beslutades att nedgång till kall avställd reaktor skulle utföras. Läckaget visade sig komma från rörledningen till kylsystemet för reaktortankens lock. Åter vid full effekt den 8 oktober.

**12 oktober:** Störningar i regleringen av turbinens pådragsventil noterades. Försök gjordes att hitta ett gynnsammare läge, men frampå eftermiddagen löste turbinsnabbstängning ut. Delsnabbstopp följde kort därpå och effekten stannade vid cirka 30 %. Anläggningen ställdes av för felsökning.

**29 oktober:** Larm från generatorns magnetiseringsutrustning visade sig komma från en kortslutning i en transformator. Turbinsnabbstängning och delsnabbstopp löste ut lite senare under förmiddagen.

#### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift förekom inte under året.

## Snabbstopp

▼ **6 juni:** Turbinsnabbstängning utlöstes automatiskt på grund av en signal om felaktigt läge på ångpådragsventilen till turbinen. Delsnabbstopp löste också för att sänka reaktoreffekten. När turbinen stannar, det vill säga när ångförbrukningen försvinner, stiger trycket i reaktorn något innan ångan kan avbördas genom dumpning direkt till kondensorn. Drivtrycket i snabbstoppssystemet är 30 bar över reaktortrycket.

Vid denna snabba tryckökning i reaktorn utlöstes larm för lågt differenstryck mellan reaktorn och fyra snabbstoppssystem, vilket är ett villkor för att stänga av reaktorn med hjälp av styrstavarnas drivdon, den så kallade V-kedjan.

När V-kedjan löser ut samtidigt som reaktoreffekten är mer än 30 %, löser automatiskt snabbstopp.

▼ **4 augusti:** Automatiskt snabbstopp utlöstes.

En störning på linjen Hultsfred-Simpevarp medförde utlöst jordfelskydd i anläggningens system. Den yttre inmatningslinjen slogs ifrån, vilket resulterade i att två 6 kV-skenor blev spänningslösa.

**Oskarshamn 1** togs i kommersiell drift 1972. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB). Den termiska effekten är 1 375 MW och den elektriska nettoeffekten är 473 MW.

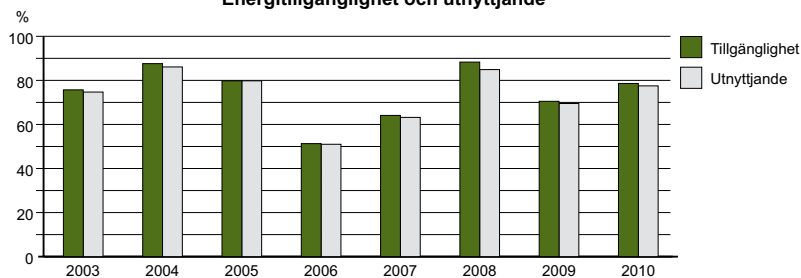
**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,45 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 448 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 112 styrstavar och vattenkyllflödet från fyra externa huvudcirkulationspumpar.

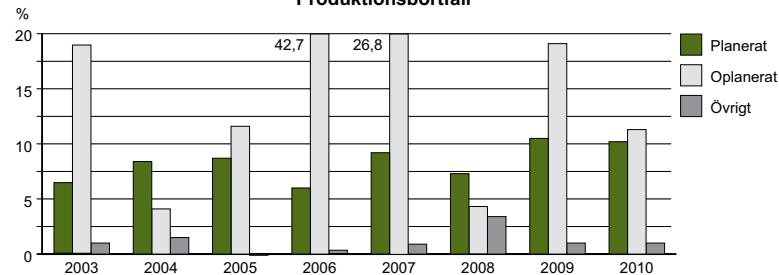
**Turbinanläggningen** består av en radialhögtrycksturbin med två motroterande axlar. På varje axel finns en enkel och två dubbla axiella lågtrycksturbiner. På varje turbinaxel finns en synkrogenerator med vattenkyld stator och vätgaskylad rotor.

**Elkraftsystemen** är uppdelade i två separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer och två gasturbinaggregat. Gasturbinaggregaten är gemensamma med Oskarshamn 2.

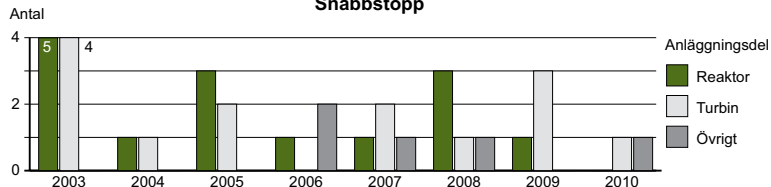
Energittillgänglighet och utnyttjande



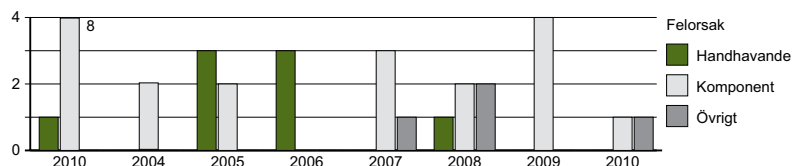
Produktionsbortfall



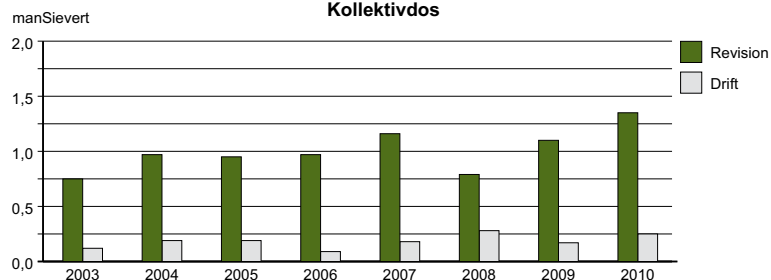
Snabbstopp



Felorsak



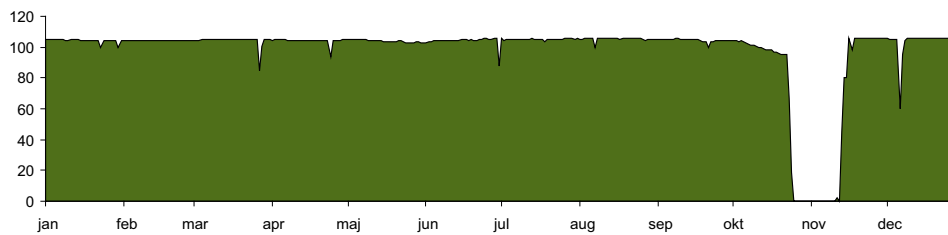
Kollektivdos



# Oskarshamn 2

## HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	5,0 TWh
Energitillgänglighet	92,5 %
Energiutnyttjande	91,1 %

Efter revisionen 2009 konstaterades felaktigt tryck i avtappningarna från de nya lågtrycksturbinerna, vilket orsakade turbinaxelvibrationer och svängningar i dränagerör från mellanöverhettarna. Detta gjorde att anläggningen inte kunde köras på full effekt (105,7 %) utan fick köras på 104–105 %.

Svenska Kraftnät förändrade abonnemangsstrukturen för OKG AB under året. Detta medförde att Oskarshamn 2 från och med 9 maj blev beviljade en maximal inmatningseffekt på 624 MW till stamnätet. Svenska Kraftnät beslutade att från och med den 9 november höja den maximalt tillåtna inmatade effekten från Oskarshamn 2 till stamnätet till 646 MW.

Detta påverkade Oskarshamn 2 på så sätt att anläggningen inte kunde köras på full effekt under våren och hösten, då kylvattnet från havet är kallare.

**23 januari:** Effektreduktion till cirka 95 % för provning av turbinventiler.

**30 januari:** 90 % effekt under dagen för byte av en koppling vid en ventil i snabbstoppssystemet.

**27 mars:** Effektreduktion till strax under 60 % för ventilprov.

**24 april:** Effektreduktion till strax under 60 % för reparation av läckage i turbinanläggningen.

**5 juni:** Reduktion till cirka 95 % reaktoreffekt för provning av turbinventiler.

**30 juni:** Effektreduktion till strax under 60 % för ventilprov.

**7 augusti:** Effektreduktion till 95 % för turbinventilprov och läcksökning i turbinanläggningen.

**5 oktober:** Coastdown-drift börjar.

**22 oktober:** Avställning inför revisionen.

### Revisionsavställning 24 oktober–13 november

Revisionstiden planerades till 20 dygn.

Förutom bränslebytet, som innefattade laddning av 78 nya bränsleelement och 264 omflyttningar, var följande stora arbeten inplanerade:

#### Reaktordelen

- Elva styrstavar togs ur härden för kassation och inspektion.

#### Turbindelen

- Installation av ny by-passledning och ventiler på en dränagekylare.
- Inspektion och provning av svetsar i turbinens innerhus.

- Åtgärd av restpunkter efter turbininstallationen 2009.

#### Övrigt

- Inkoppling för matning till de nya elbyggnaderna.
- Kontroller och uppmätningar i moderniseringsprojektet PLEX.

Revisionstiden blev knappt 21 dygn. Oskarshamn 2 fasades in mot det svenska stamnätet efter genomförd provning den 13 november.

Kollektivdosen under revisionen blev 0,58 manSv.

**15 november:** Under uppgång efter revisionen, vid cirka 80 % effekt, upptäcktes en läckande manlucka i en mellanöverhettare. Effektreduktion för åtgärd. Full effekt uppnåddes den 16 november.

**17 november:** Effektreduktion på grund av förbikoppling av matarvattenförvärmare. Full effekt uppnåddes åter på kvällen den 18 november.

**6 december:** Planerad effektreduktion för åtgärder på en yttre skalventil i en huvudångledning och en reglerventil för värmningsånga till en mellanöverhettare.

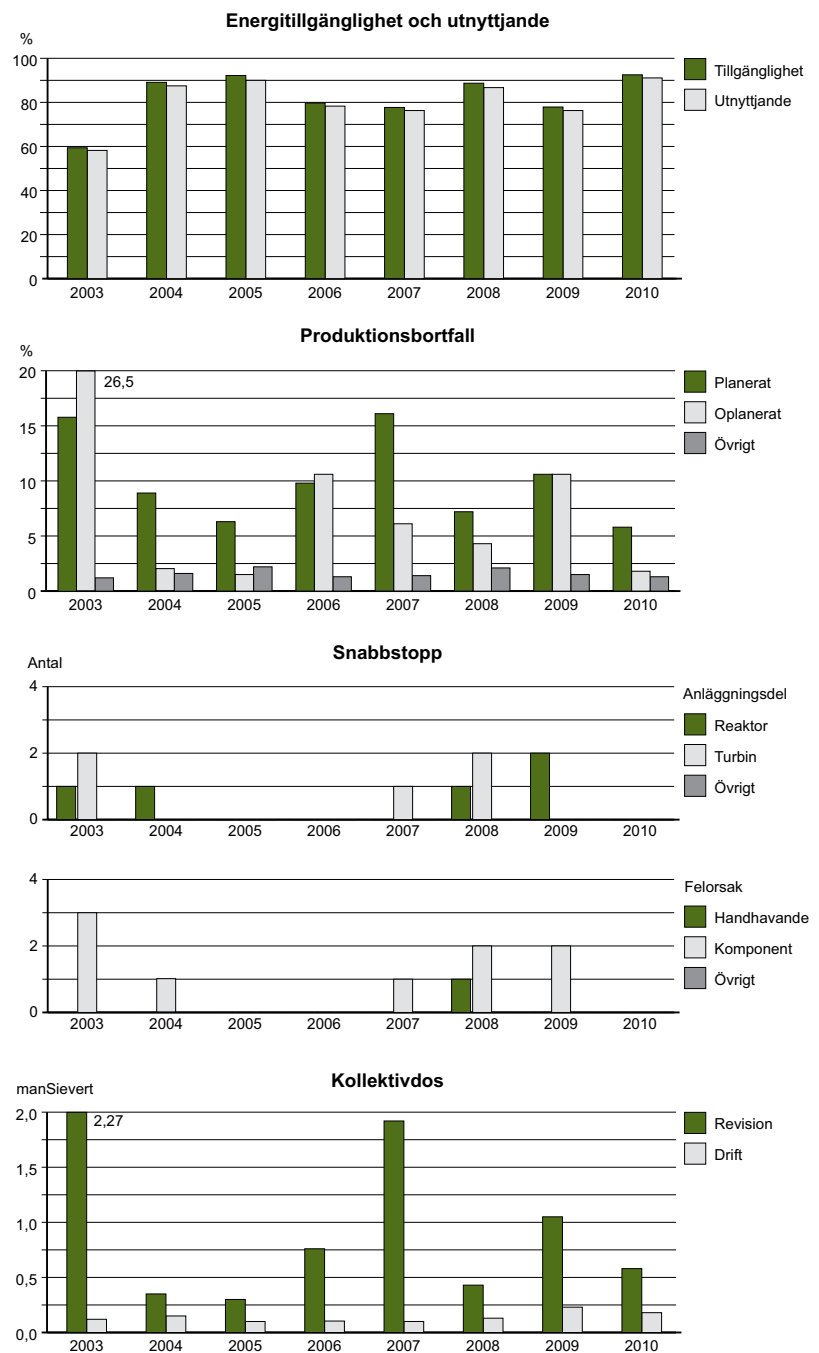
**7 december:** Effektreduktion på grund av förbikoppling av matarvattenförvärmare.

#### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift medförde ett produktionsbortfall på 18 GWh. Detta motsvarar ca 27 timmars produktion vid full effekt.

#### Snabbstopp

Inga snabbstopp från effektdrift förekom under året.



**Oskarshamn 2** togs i kommersiell drift 1975. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB) och av samma utförande som Barsebäck 2. Den termiska effekten är 1 800 MW och den elektriska nettoeffekten är 638 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,5 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 444 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 109 styrcylindrar och vattenkylflödet från fyra externa huvudcirkulationspumpar.

**Turbinanläggningen** består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Turbinen är via en gemensam axel kopplad till en synkrogenerator med vattenkyld stator och vätgaskylad rotor.

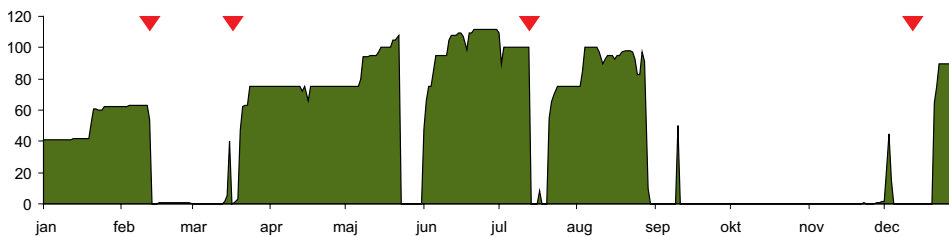
**Elkraftsystemen** är uppdelade i två separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från två dieselgeneratorer och två gasturbinaggregat. Gasturbinaggregaten är gemensamma med Oskarshamn 1.



# Oskarshamn 3

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsnedeffekt (%)



Nettoproduktion	3,8 TWh
Energittillgänglighet	31,9 %
Energiutnyttjande	31,5 %

**1 januari:** Året inleddes med effektdrift vid cirka 40 % termisk effekt följt av provprogrammet efter införandet av säkerhets- och effektuppraderingsprojektet PULS.

**19 januari:** Ökning av effekten i steg enligt programmet.

**12 februari:** Effektsänkning inför ett kortstopp för åtgärd av en backventil i lågtryckshärdkylsystemet samt problem i turbinregleringen. Se vidare under "Snabbstopp".

**15 februari:** Reaktorn värmdes åter till "varm beredskap" för utredning av orsaken till den misslyckade dumpningen i samband med stoppet.

**16 mars:** Fasning mot yttre nät efter ett förlängt kortstopp.

**17 mars:** Turbinsnabbstängning, TS, manuellt utlöst för att verifiera att åtgärderna på dumpventilerna haft avsedd verkan. Se vidare under "Snabbstopp".

**18 mars:** Återstart efter störning påbörjad. Fasning till nätet den 20 mars.

**23 mars:** Reaktoreffekten 75 % uppnådd, cirka 810 MW elproduktion.

**14 april:** Prov av turbinsnabbstängning, TS, utfördes vid 75 % reaktoreffekt. Alexis, generatoren, producerade åter vid 75 % på kvällen.

**16 april:** Prov av lastfrånslag genom öppning av aggregatbrytaren. Provet utföll utan anmärkning.

**8–20 maj:** Under perioden ökades effekten i steg från 80 till 109 % enligt provprogrammet.

**22 maj:** Effektreduktion och nedgång inför ett kortstopp då man bytte ut ett

skadat bränsleelement. Härden laddades också om för drift vid 129 % reaktoreffekt.

**1 juni:** Efter fasning var anläggningen åter i produktion.

**22 juni:** Oskarshamn 3 uppnådde sin hittills högsta effektnivå, cirka 1 260 MW el vid reaktoreffekten 114 %. Vibrationer i ångledningarna gjorde dock att man minskade till 111,5 %.

**13 juli:** Till följd av ett blixtnedslag utlöstes automatiskt reaktorsnabbstopp. Se vidare under "Snabbstopp".

**21 juli:** Infasning mot stamnätet och effektuppgång till 75 %, vilken behölls månaden ut.

**4 augusti:** Effekten höjdes åter till 100 % (ungefär 1 040 MW el). Under resten av månaden begränsades effekten till mellan 80 och 100 %.

**29 augusti:** Turbinlager nummer 4 indikerade kraftigt förhöjda temperaturer och anläggningen togs ur drift. Det visade sig att lagret hade havererat.

**8 september:** Återstart efter reparation av turbinlagren och fasning utfördes den 10 september. Under uppgången uppstod åter problem med varmt turbinlager nummer 4, varför man ställde av.

**10 september:** Fasning mot stamnätet och effektuppgång. Under uppgången uppstod åter problem med varmt turbinlager nummer 4, varför man ställde av.

## Revisionsavställning

### 10 oktober–2 december

Revisionen planerades till 30 dygn, 10 oktober–8 november.

Förutom bränslebytet var följande stora arbeten inplanerade:

## Reaktordelen

- Provning/inspektion av fuktavskiljaren.
- Provning/inspektion av moderator-tanklocket.
- Åtgärder på huvudångventilerna för att reducera vibrationer i ångledningarna.
- Provning/inspektion av 123 styrvastavskift/förlängare. Byte av fem drivdon.
- Byte av samtliga kylare i kylsystemet för inneslutningens atmosfär.

## Turbindelen

- Bearbetning av tätkanter i en lågtrycksturbin.
- Byte av pinnbultar i manluckor internt i mellanöverhettare.
- Större manluckor monterade i kondensorn.
- Revisionstiden blev 54 dygn. En förlängning med 24 dygn. Anläggningen fasades åter till det svenska stamnätet den 2 december.

Kollektivdosen under revisionen blev 0,58 manSv.

**27 november:** Återstart efter revisionen påbörjad. Generatoren fasades till nätet den 2 december.

**4 december:** Under effektuppgången steg vibrationerna på ett lager och temperaturen i ett annat. Anläggningen åter kallt avställd.

**19 december:** Ett automatiskt snabbstopp inträffade vid låg effekt under uppstart. Se vidare under rubriken "Snabbstopp".

**21 december:** Anläggningen fasades åter in mot stamnätet.

## Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Coastdown-drift förekom inte under året.

## Snabbstopp

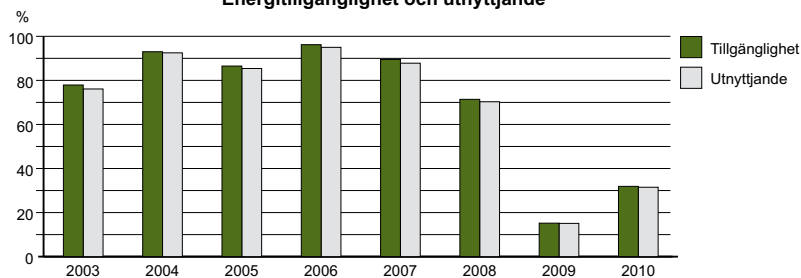
**12 februari:** När man mot slutet av avställningen till kortstoppet stoppade turbinen genom att manuellt lösa ut turbinsnabbstängning, fungerade inte övergång till dumpning. Därmed steg reaktortrycket och reaktorsnabbstopp utlöstes automatiskt på grund av högt tryck.

**17 mars:** Turbinsnabbstängning, TS, manuellt utlöst för att verifiera att åtgärderna på dumpventilerna haft avsedd verkan. TS fungerade som avsett, men man råkade åter ut för dumpförbud på grund av svängningar i vattenflödena i turbinanläggningen. Dessa berodde bland annat på felaktiga inställningar. Med dumpförbudet löste även reaktorsnabbstopp automatiskt ut.

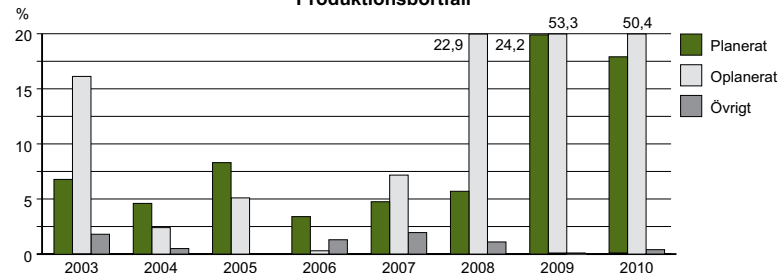
**13 juli:** Till följd av ett blixtnedslag och ett felfungerande tidrelä på generatorm utlöstes lastfrånslag. Problem med regleringen av kondensatflödet gjorde att även automatiskt reaktorsnabbstopp utlöstes.

**19 december:** Ett automatiskt snabbstopp inträffade vid låg effekt under uppstart på grund av en misslyckad övergång mellan reglerformer. Villkoret som löste snabbstoppet var "hög nivå i reaktortanken".

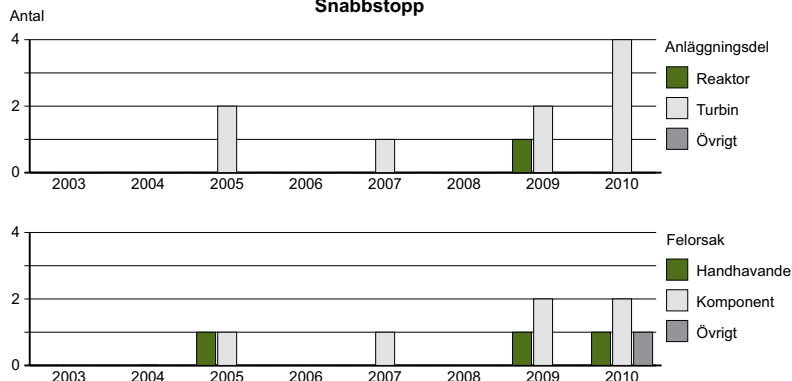
### Energittillgänglighet och utnyttjande



### Produktionsbortfall



### Snabbstopp



### Kollektivdos



**Oskarshamn 3** togs i kommersiell drift 1985. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB) och av samma utförande som Forsmark 3. Den termiska effekten är 3 900 MW och den elektriska nettoeffekten är 1 400 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,6 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 700 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 169 styrstavar och vattenkylflödet från åtta interna huvudcirkulationspumpar.

**Turbinanläggningen** består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Turbinen är via en gemensam axel kopplad till en synkrogenerator med vattenkyld stator och vätgaskyl rotor.

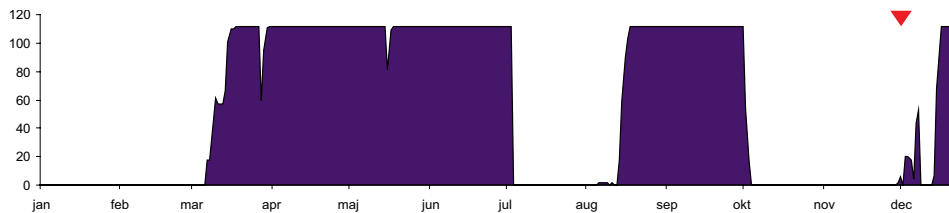
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.



# Ringhals 1

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	3,6 TWh
Energitillgänglighet	48,3 %
Energiutnyttjande	48,2 %

**9 mars:** Första turbinen fasades till nät efter en försenad revisionsavställning 2009.

**11 mars:** Effektuppgången stoppades på grund av felaktig visning av reaktortank-nivån.

**28 mars:** Urdrifftagning av en turbin, TG12, för balansering och rengöring av musselfilter.

**16 maj:** 55 % effekt under dagen på order av Svenska Kraftnät.

**3 juli:** Nedgång till kall avställd reaktor för att genomföra 1-årsprov som inte utfördes i samband med revisionsavställningen 2009.

**14 augusti:** Första turbin fasades till nät efter genomförda 1-årsprov.

**2 oktober:** Urdrifftagning av en turbin, TG11, på grund av externt ångläckage.

**3 oktober:** Avställning för revision.

## Revisionsavställning

**3 oktober–3 december**

Avställningen planerades till 50 dygn.

Förutom bränslebyte och drivdons-service, skalventilprovning och förebyggande underhåll genomfördes följande stora arbeten:

## Reaktordelen

- Förstärkning av ventiler i huvudcirkulationskretsarna. Under våren identifierades ett externt ventilläckage i området för en anslutande dränageledning i Vattenfalls tyska kärnkraftsanläggning Krümmel. I den efterföljande skadeutredningen identifierades även invändiga skador i den aktuella

ventilen. Med anledning av den konstaterade skadeorsaken utökades inspektionen. Det kunde konstateras att skadorna i det aktuella konstruktionsområdet var av generisk karaktär. På Ringhals 1 identifierades ventiler som skulle kunna få samma skadeutveckling och därmed beslöts att åtgärder skulle vidtas.

- Restpunkter efter införandet av ett nytt reaktorskyddssystem, RSP (infördes 2009).
- Fortsättning av projektet *Miljöqualificering av elkomponenter*.
- Avslutning av rörbrottsförankringsprojektet *DEAR*.

## Turbindelen

- Betongbilsningsprojekt på turbingenerator TG11. Betongbjälklagen under kondensorn har kloridpåverkats av inträngande havsvatten från in- och utloppskanalerna samt salthaltigt grundvatten, vilket har degraderat betongen. En åtgärdsplan finns framtagen och under 2010 genomfördes arbete för att reparera och återställa betongkonstruktionerna. Reparationerna kommer att pågå ett antal år framåt.

- Förberedelser inför bytet av lågtrycksturbiner på TG11 och TG12.

## Övrigt

- Ett tidskritiskt arbete var bytet av säkerhetsställverk på likspänningsnivå, inklusive utbyte av en del kontrolltavlor i kontrollrummet.

Under revisionens gång upptäcktes ett antal större tekniska problem, varav nedanstående var de mest omfattande:

- Tappad O-ring i samband med demontage av pluggar i härdsnödkylsystemet, vilket orsakade viss förlängning av revisionstidplanen.
- Jordfel efter utförda översynsarbeten på reaktorns nivåvisningsutrustning. Jordfelen uppträdde vid ett par tillfällena. Dessa orsakades av bristfälligt montagearbete i kombination med att hög temperatur i utrymmet resulterade i åldring av en krympslang.

Revisionstiden blev 60 dygn, en förlängning med 10 dygn jämfört med den planerade tiden. Den samlade dosen under revisionen blev 2,17 manSv, något under prognosens 2,33 manSv.

Högsta individdos under RA 10 var 15,3 mSv.

Inga internkontaminationer över rapporteringsgränsen (0,25 mSv) registrerades.

**1 december:** Första fasning till nät efter revisionen. I samband med uppstart inträffade ett reaktorsnabbstopp.

**3 december:** Ringhals 1 togs åter i drift efter snabbstoppet.

**5 december:** Urdrifftagning på grund av jordfel på reaktortankens nivåvisning.

**7 december:** Återstart, varvid jordfel i nivåmätutrustningen återigen uppstod.

**8 december:** Avställning för åtgärd av jordfel.

**14 december:** Förnyad återstart med fasning av första turbin till nät. Full effekt uppnåddes den 17 december och upprätthölls resten av året

Provningar och inspektioner med efterföljande åtgärder gav god strukturell integritet på anläggningen.

Underhållsverksamheten bedrevs enligt fastställda rutiner och överenskommen omfattning. Felorsaker analyserades och brister konstaterades inom ett antal områden, såsom åldrande anläggning och brist på reservdelar. Generationsväxling, bristande rutiner och instruktioner har också påverkat situationen. Den sammanfattande bedömningen är att statusen på anläggningens komponenter och utrustningar är acceptabel, men att en större fokusering på underhållet krävs för att förbättra anläggningens totala status.

Redovisade avfallsmängder avses i stort avspeglar ett normalår, dvs inga särskilda aktiviteter eller störningar har bidragit till onormala avfallsmängder utöver projektavfallet. Årsvisa variationer i mängden avfall förekommer beroende på vilka projekt som pågår. Det finns dock inget som tyder på att mängden rutinavfall ökar.

### Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl har skett under året.
- Ingen coastdown-drift förekom under året.

### Snabbstopp

▼ **1 december:** Snabbstopp 171 inträffade en kort tid efter fasning av första turbinen. Utlösande villkor var högt tryck i reaktortanken. Alla säkerhetsfunktioner fungerade som förväntat.

**Ringhals I** togs i kommersiell drift 1976. Reaktorn är en kokvattenreaktor (BWR) tillverkad av ASEA Atom (idag Westinghouse Electric Sweden AB). Den termiska effekten är 2 540 MW och den elektriska nettoeffekten är 859 MW.

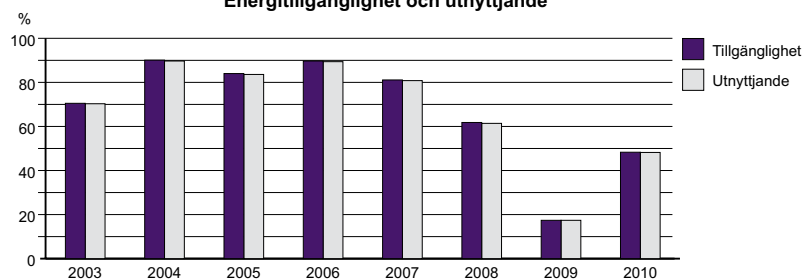
**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,5 MPa och är fylld med kvävgas. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 648 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 157 styrstavar och vattenkylflödet från sex externa huvudcirkulationspumpar.

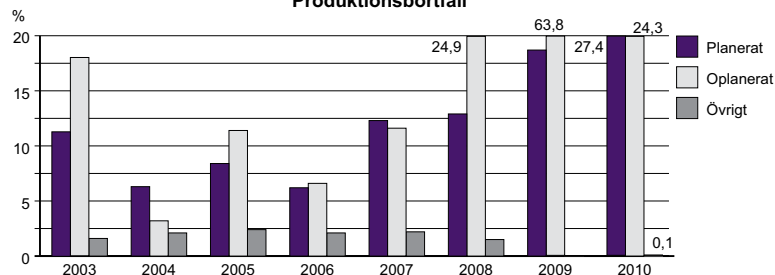
**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en enkel axialhögttrycksturbin och tre dubbla axiella lågttrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en synkrogenerator, med vattenkyld stator och vätgaskyl rotor, kopplad via en gemensam axel.

**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra diesलगeneratorer.

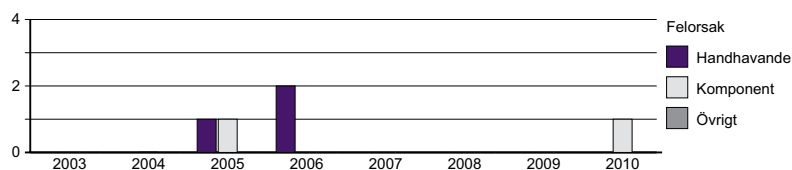
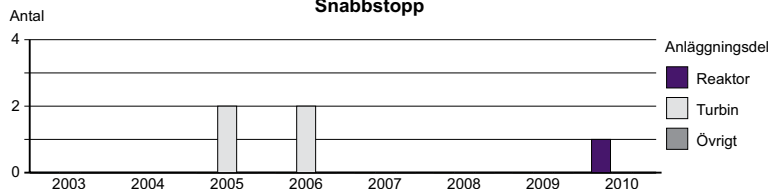
Energittillgänglighet och utnyttjande



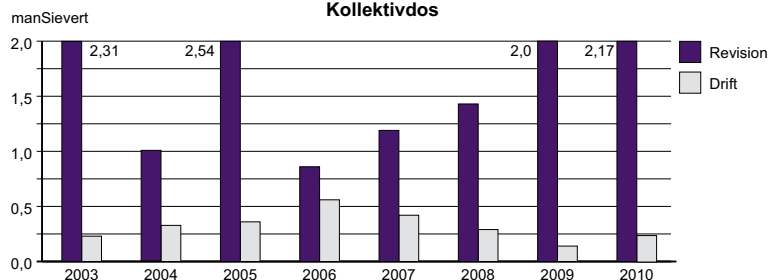
Produktionsbortfall



Snabbstopp



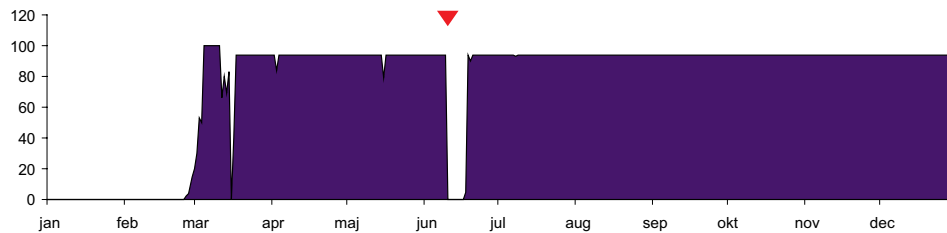
Kollektivdos



# Ringhals 2

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	5,6 TWh
Energittillgänglighet	80,0 %
Energiutnyttjande	79,9 %

**28 februari:** Återstart efter en förlängd revisionsavställning 2009. Förlängningen berodde på utbyte av instrument- och kontrollutrustning, inklusive nytt kontrollrum (TWICE-projektet). Den totala avställningstiden var 281 dygn mot planerade 140.

En kort provdrift vid 100 % effektnivå, inklusive husturbinprov efter TWICE-projektet, genomfördes utan anmärkning. Därefter kördes Ringhals 2 med reducerad effektnivå (94 %) under 2010 på grund av bristande kapacitet i hjälpmatarvattenpumparna.

**16 mars:** Manuellt snabbstopp av båda turbinerna samtidigt enligt testprocedur kopplad till TWICE-projektet. Samtliga säkerhetssystem fungerade utan anmärkning.

**31 mars:** Effektreduktion på grund av stoppad dränagepump. Anledningen var ett externt ångläckage på ett dräneringsrör till pumpen.

**16 maj:** Nedreglering på grund av underhållsarbeten på 400 kV-linjen Strömna – Horred – Breared. Kraftbalansreglering på grund av underhållsarbeten; Ringhals 2 utförde turbinventilprov samtidigt.

**11 juni:** Reaktorsnabbstopp på grund av att villkor P8, som betyder att effekten är högre än 34 %, var uppfyllt samtidigt som en reaktorkylpumpsbrytare var frånslagen. Detta orsakades av en felsignal som fick till följd att två reaktorkylvattenpumpar stoppades. Även här fungerade samtliga säkerhetssystem som avsett.

## Revisionsavställning

Revisionsavställningen 2010 var planerad att starta i slutet av juli, men på grund av förlängningen av revisionsavställningen

2009 beslutades att ingen revisionsavställning skulle utföras 2010. För att möta en förlängd driftsäsong utfördes ett utökat program för kontroll och provning i slutet av 2009 års avställning. Planerade anläggningsändringar flyttades till avställningen 2011. Den största planerade anläggningsändringen var byte av de eldrivna hjälpmatarvattenpumparna. Då åtgärden är en förutsättning för att Ringhals 2 ska kunna återgå till 100 % termisk effekt innebar den uteblivna avställningen fortsatt drift vid 94 % termisk effekt ytterligare en driftsäsong.

Provningar, inspektioner och åtgärder under 2010 gav en god strukturell intrycket.

Underhållsverksamheten bedrevs enligt fastställda rutiner och enligt överenskommen omfattning. Felorsaker analyserades och brister konstaterades inom ett antal områden, såsom åldrande anläggning och

brist på reservdelar. Generationsväxling, bristande rutiner och instruktioner har också påverkat situationen.

Den sammanfattande bedömningen är att statusen på anläggningens komponenter och utrustningar är acceptabel, men en större fokusering på underhållet krävs för att förbättra anläggningens totala status.

Ringhals 2s vattenkemi har varit normal. Inga bränsleskador har förekommit under driftperioden.

Då Ringhals 2 inte hade någon revisionsavställning under året uppkom inte några större mängder avfall som tillfördes avfallsanläggningen. Mängden avfall varierar naturligtvis beroende på vilka projekt som genomförs. Det finns dock inget som tyder på någon ökning av det avfall som uppstår vid normal drift.



I samband med genomförandet av moderniseringsprojektet TWICE byggdes också en ny simulator för Ringhals 2.

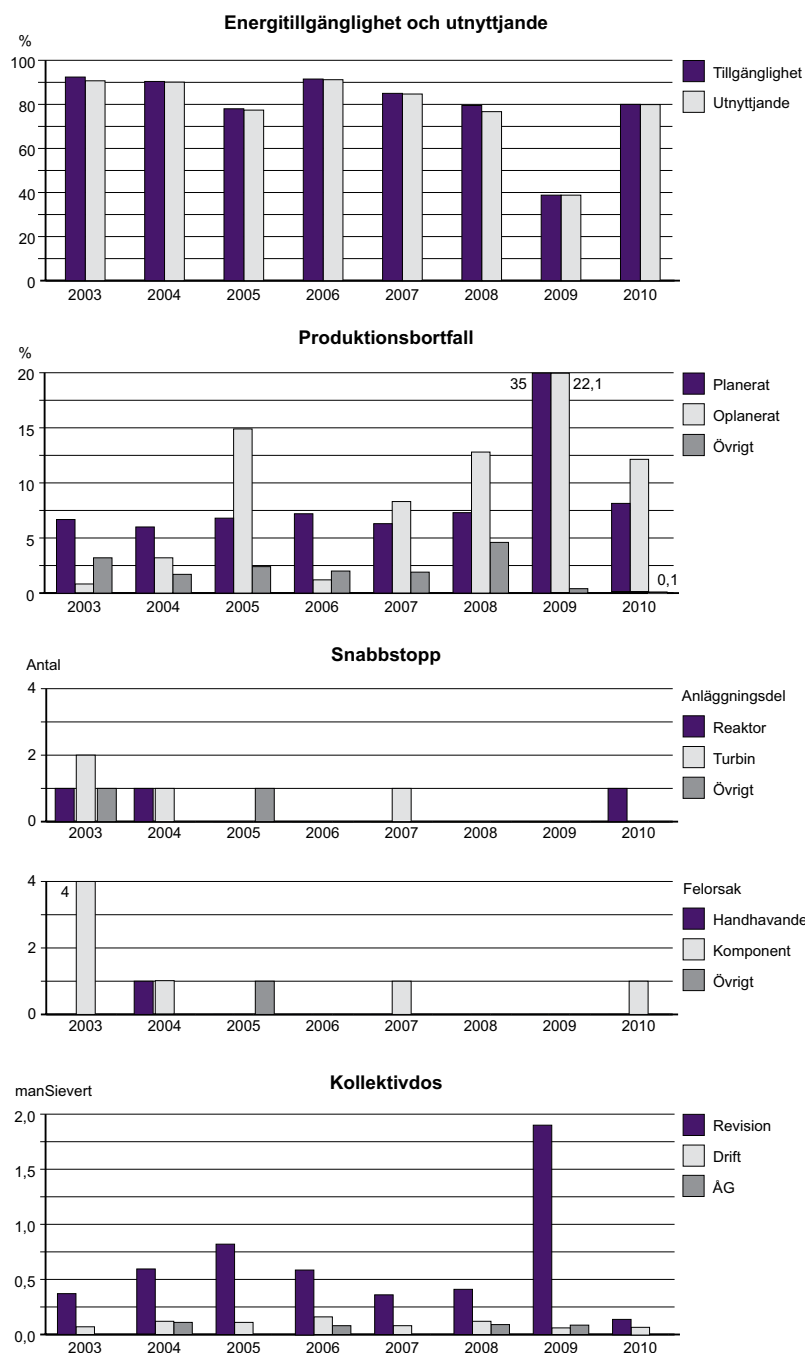
## Under året

- Nedreglering av kraftbalansskäl resulterade i ett produktionsbortfall på 3 130 MWh.
- Ingen coastdown-drift förekom under året.

## Snabbstopp

Två snabbstopp inträffade under året, varav ett var manuellt och orsakat av provdrift efter TWICE-projektet.

▼ **11 juni:** Snabbstopp erhöles i samband med underhållsarbete. Då en processor i reaktorns skyddssystem A skulle bytas, uppstod en felsignal, varvid två av reaktorns reaktorkylpumpar automatiskt stoppades.



**Ringhals 2** togs i kommersiell drift 1975. Reaktorn är en tryckvattenreaktor (PWR) tillverkad av Westinghouse. Den termiska effekten är 2 652 MW och den elektriska nettoeffekten är 866 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,5 MPa. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 157 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 48 styrstavar och genom förändring av borhalten i reaktorkylvattnet.

**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en vattenkyld synkrogenerator kopplad via en gemensam axel.

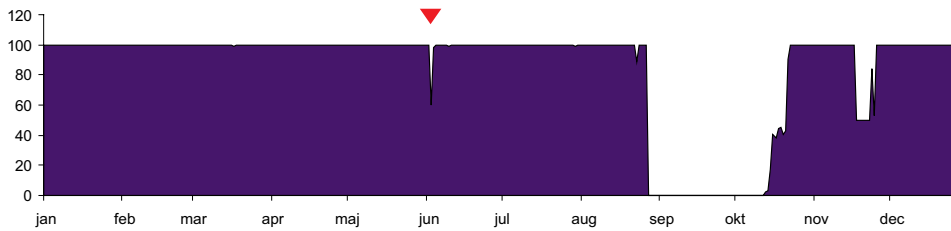
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.



# Ringhals 3

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedelevt (%)



Nettoproduktion	7,6 TWh
Energitillgänglighet	83,8 %
Energiutnyttjande	81,5 %

**3 juni:** Reaktorsnabbstopp på grund av obefogad utlösning av en brytare i ett säkerhetssystem. Orsaken var ett montageclips som gav upphov till kortslutning i ett logikkort. Underhållsavdelningen avlägsnade det funna montageclipsen och säkerställde därmed funktionen.

**23 augusti:** Snabbstängning av Turbin 32 på grund av att en ställningsbyggare berörde mätutrustningen på generatoren.

## Revisionsavställning 28 augusti–15 oktober

Avställningen planerades till 38 dygn och utfallet blev 48 dygn. Huvudsaklig orsak till förseningen var införandet av projekt NICE (se nedan).

## Revisionen, allmänt

Revisionen var ursprungligen tänkt som en kort bränslebytesrevision, men efter beslut om ett myndighetskrävt ändringsarbete valde ledningen att tillföra ytterligare åtgärder i anläggningen.

Förutom bränslebyte och provningar genomfördes följande större arbeten:

## Reaktordelen

• Uppgradering av vattenfördelare i ånggeneratorerna. Erfarenhet från kärnkraftverket Krsko i Slovenien har påvisat problem med sprickbildning i svetsar mellan delkomponenter i hjälpmatarvattenfördelare i ånggeneratorerna. En tidigare temporär lösning ersattes under årets revisionsavställning av nya spridare med modifierat utförande.

• Stor reaktortanksprovning (10-årsprov enligt plan). Interna delar, svetsar, genomföringar m m kontrollerades med olika typer av oförstörande provning. Dessutom togs materialprov för att följa

den förändring som sker över tid med avseende på neutronbestrålning.

- 3-årsöversyn av ånggeneratorerna enligt fastställd omfattning.
- Kontroll av reaktorinneslutningens täthet (CAT, Containment Air Test).

## Turbindelen

• Projekt NICE. Stor anläggningsändring innefattande utbyte av all instrument- och reglerutrustning på turbinerna, inklusive utbyte av operatörsgrensytet, från analogt till digitalt (se rubrik NICE för ytterligare information).

- Byte av den ena av två huvudgenerators, G32.

## Övrigt

• Invändig inspektion av byggnad för tryckavlastning av reaktorinneslutningen (PMR).

- Ombyggnad av röstöd samt utbyte av hängare i reaktorinneslutningen. Ett antal upphängningar av röstöd har genomgått förändringar av erforderlig omfattning för att klara eventuella haverier. Samtliga förändringar är av mindre karaktär och är till för att förstärka stöden. Varken rörens eller stödets funktion påverkas av förändringen.

Revisionstiden blev 48 dygn, en förlängning med 10 dygn och 2 timmar jämfört med planerad tid.

De främsta orsakerna till förlängningen var:

- Genomförandet av projekt NICE samt problem med den nukleära instrumenteringen inför återladdningen.

- Årets revisionsavställning avslutades den 15 oktober, då första generatoren levererade effekt till yttre nät. Efter revisionen utfördes prov/tester (lastfrånslag/nedstyrningar/husturbin) på den nya styrutrustningen (projekt NICE) som installerades på turbinsidan.

- Ytterligare aktiviteter av mera normal karaktär utfördes, men dessa redovisas inte närmare. Den totala omfattningen av arbeten under revisionen 2010 uppgick till 4 500, varav cirka 700 tillkom under revisionen.

Kollektivdosen under revisionen blev 0,574 manSv, vilket ska jämföras med budgeterade 0,595 manSv. ÅG-arbeten gav 67 mmanSv.

**19 nov:** Avställning av turbin 32 på grund av höga vibrationer i den nyinstallerade generatoren (G32). Samtidigt vidtogs åtgärder på styroljesystemet för att snabba upp turbinens ångreglerventiler.

**25 nov:** Avställning av turbin 31 för att genomföra åtgärder motsvarande dem på turbin 32 enligt ovan.

## Under året

- Ingen nedreglering av kraftbalansskäl förekom under året.
- Ingen coastdown-drift förekom under året.

## Snabbstopp

▼ **3 juni:** Reaktorsnabbstopp på grund av obefogad utlösning av reaktortrippbrytare. Ett montageclips orsakade kortslutning mellan två anslutningsstift till ett kretskort, vilket medförde att reaktorn snabbstoppade automatiskt.

## NICE

Projekt NICE innebar modernisering av turbinernas regler- och skyddssystem.

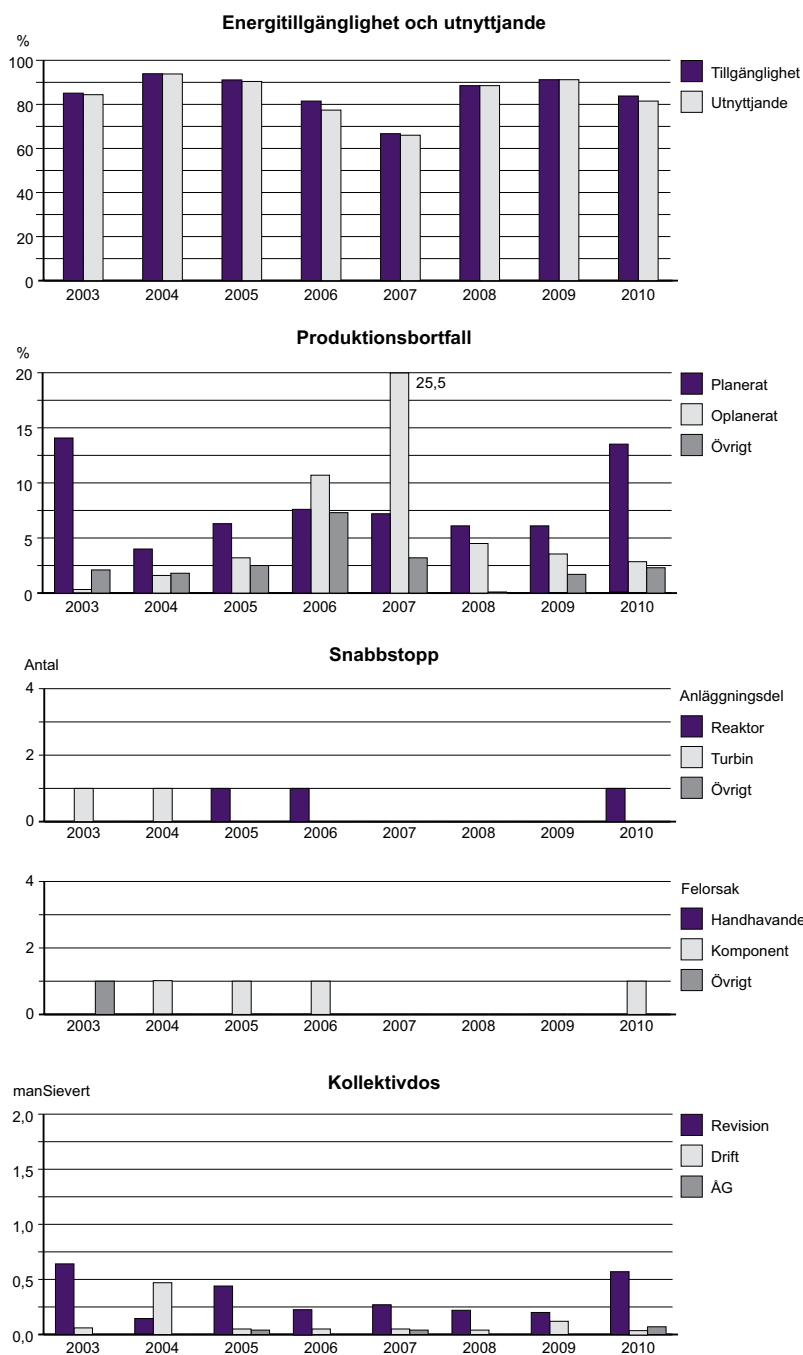
Uppbyggnaden av turbinskyddssystemet har ändrats från 1/2-kopplat till 2/3-kopplat. Detta innebär att det krävs två signaler för att en säkerhetsfunktion ska lösa ut. Detta ger ökad tillförlitlighet, då en av två signaler gav utlöst säkerhetsfunktion. Hydrauliska apparater för reglering och skydd har ersatts med elektronik.

Kontrollrumsutformningen har ändrats, t ex har ett bildskärmsbaserat gränssnitt i turbinpulpeten installerats. Konstruktionen av operatörsgränssnittet (människa – teknik) baseras på den befintliga miljön och det arbetssätt som råder. Syftet med moderniseringen är att förbättra turbinanläggningens tillgänglighet och underhållsmässighet.

## Anläggningsunderhåll

Underhållsverksamheten bedrevs enligt fastställda rutiner och enligt överenskommen omfattning. Felorsaker analyserades och brister konstaterades inom ett antal områden, såsom åldrande anläggning och brist på reservdelar. Generationsväxling, bristande rutiner och instruktioner har också påverkat situationen.

Den sammanfattande bedömningen är att statusen på anläggningens komponenter och utrustningar är acceptabel, men en större fokusering på underhållet krävs för att förbättra anläggningens totala status.



**Ringhals 3** togs i kommersiell drift 1981. Reaktorn är en tryckvattenreaktor (PWR) tillverkad av Westinghouse och av samma utförande som Ringhals 4. Den termiska effekten är 3 135 MW och den elektriska nettoeffekten är 1 051 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,4 MPa. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

**Reaktorhärden** består av 157 bränsleelement. Cirka 20 % avbränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 48 styrstavar och genom förändring av borhalten i reaktorkylvattnet.

**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en vattenkyld synkrongenerator kopplad via en gemensam axel.

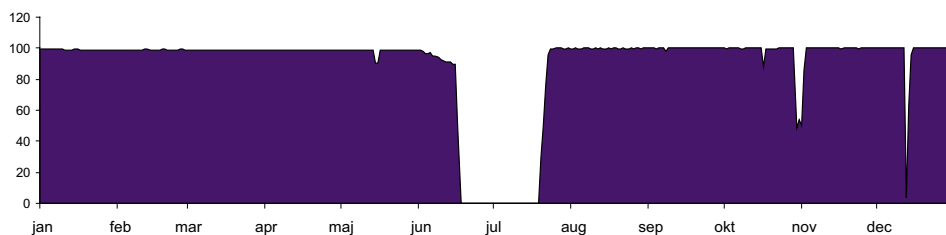
**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.



# Ringhals 4

HÄNDELSER AV BETYDELSE FÖR SÄKERHET OCH TILLGÄNGLIGHET

Dygnsmedeleffekt (%)



Nettoproduktion	7,2 TWh
Energitillgänglighet	89,4 %
Energiutnyttjande	89,2 %

**15 maj:** Effekten reducerades cirka 105 MW på grund av problem med dubbelbelpumparna på T42. Den 17 maj var effekten tillbaka på 99 %.

**2 juni:** Coastdown-driften startade.

## Revisionsavställning 17 juni–21 juli

Avställningen planerades till 30 dygn och 7 timmar. Utfallet blev 33 dygn och 20 timmar.

## Revisionen, allmänt

Dimensionerande för revisionslängden var byte av värmeväxlare i högtrycksdelen på komponentkylvattensystemet. Ur- och återladdning av härden gick mycket bra, säkert och störningsfritt på rekordtider för Ringhals 4s del, 33 tim 40 min respektive 34 tim 28 min.

Under den stora reaktortanksprovningen, som utförs vart tionde år, uppstod problem med utrustningar, robotar med mera, vilket medförde en försening jämfört med planerad tid. Dessutom erhöles förhöjd aktivitet i inneslutningen vid uppfyllning av reaktorbasängen inför återstart. Detta bidrog till längre saneringsinsatser, problem med uttransport av utrustning med mera.

Revisionen avslutades den 21 juli då den första generatorm levererade effekt till yttre nät.

Förutom bränslebyte och provningar genomfördes följande större arbeten:

## Reaktordelen

- Utbyte av värmeväxlare i högtrycksdelen på komponentkylvattensystemet. Dessa har till uppgift att via havsvattnet kyla vattnet i det slutna system som i sin tur kyler komponenter i anläggningen. Dessa arbeten avslutades med gott resultat lite före tidplan.

- Årlig inspektion av primärsidorna på ånggeneratorerna. Detta innebär att de delar av ånggeneratorerna som tillhör reaktorkylsystemet (den aktiva delen) provas i enlighet med en fastställd plan.

- Stor reaktortanksprovning (10-årsprov enligt plan). Interna delar, svetsar, genomföringar m m kontrollerades med olika typer av oförstörande provning. Dessutom togs materialprov för att följa den förändring som sker över tid med avseende på neutronbestrålning.

## Turbindelen

- Utbyte av huvudgeneratorm (G41). Arbetena, som tillhörde projekt TURBO, var väl planerade och genomfördes inom planerad tid.

- Utbyte av turbinernas högtrycksventiler.

## Övrigt

- Utbyte av huvudtransformatorer (T41/T42).
- Avsyring och återkommande kontroll utfördes enligt föreskrivet program med godkänt resultat.

De avsyringar, provningar och inspektioner som utfördes visar att denna verksamhet är viktig för att verifiera en god strukturell integritet på anläggningen.

- Ytterligare aktiviteter av mera normal karaktär utfördes, men dessa redovisas inte närmare.

Det totala antalet arbeten under revisionen blev 3 354, av varierande omfattning. Av dessa inkom cirka 480 under pågående revisionsperiod.

Revisionstiden blev 33 dygn och 20 timmar, en förlängning med 3 dygn och 13 timmar jämfört med den planerade tiden. Den mest bidragande orsaken till revisionsförlängningen var förhöjd aktivitet i inneslutningen vid uppfyllning av reaktorbasängen. Detta bidrog till större saneringsinsatser, bekymmer med uttransport av utrustning m m.

Kollektivdosen under revisionen blev 0,61 manSv, vilket ska jämföras med budgeterade 0,52 manSv. ÅG-arbeten gav 182 mmanSv.

**8 september:** Effektreduktion för planerat test av kondensat-/matarvattenflöde.

**16 oktober:** Prov av turbinernas regler- och snabbstängningsventiler.

**17 oktober:** Nedstyrning av den ena turbinen på grund av fel i turbinregulatorm. Felet återkom den 22 oktober.

**31 oktober:** Nedstyrning på turbin 42 på grund av fel på turbinregulatorm. Felet visade sig bero på ett kretskort som byttes ut. Under 2011 kommer hela turbinregulatorm att bytas ut/moderniseras.

**13 december:** Avlastning till 5 % reaktoreffekt på grund av höga natriumhalter i ånggeneratorerna, vilket orsakades av ett tubläckage i kondensorn på turbin 41. Den skadade tuben pluggades och under revisionen 2011 kommer tubernas kondition att undersökas ytterligare.

## Under året

- Coastdown-drift resulterade i ett produktionsbortfall på 17 493 MWh, vilket motsvarar drygt 18 timmar vid full effekt.

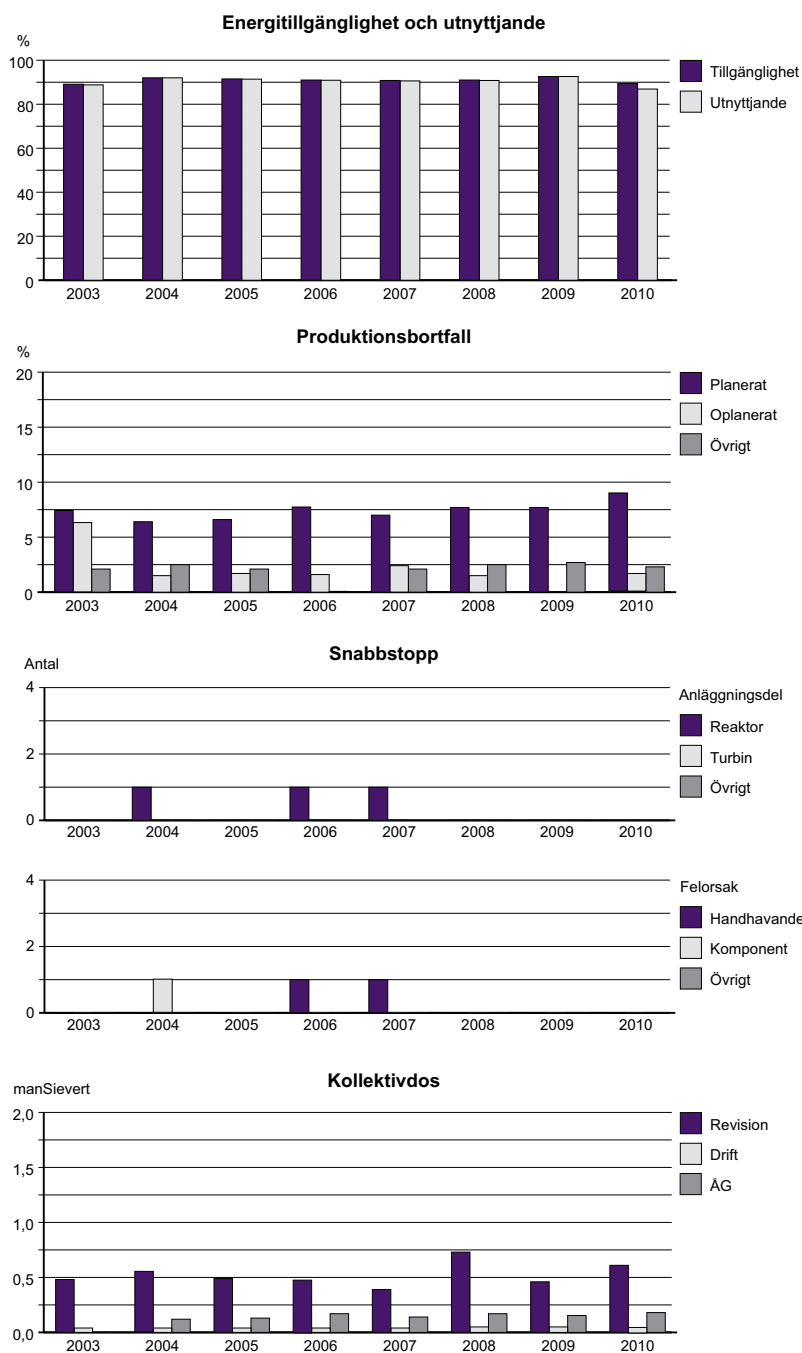
### Snabbstopp

Inga snabbstopp från effektdrift förekom under året.

### Anläggningsunderhåll

Underhållsverksamheten bedrevs enligt fastställda rutiner och enligt överenskommen omfattning. Felorsaker analyserades och brister konstaterades inom ett antal områden, såsom åldrande anläggning och brist på reservdelar. Generationsväxling, bristande rutiner och instruktioner har också påverkat situationen.

Den sammanfattande bedömningen är att statusen på anläggningens komponenter och utrustningar är acceptabel, men en större fokusering på underhållet krävs för att förbättra anläggningens totala status.



**Ringhals 4** togs i kommersiell drift 1983. Reaktorn är en tryckvattenreaktor (PWR) tillverkad av Westinghouse och av samma utförande som Ringhals 3. Den termiska effekten är 2 775 MW och den elektriska nettoeffekten är 935 MW.

**Reaktorinneslutningen** är dimensionerad för tryck upp till 0,4 MPa. Till inneslutningen hör ett system för filtrerad tryckavlastning, vilket kopplas in i händelse av en reaktorolycka.

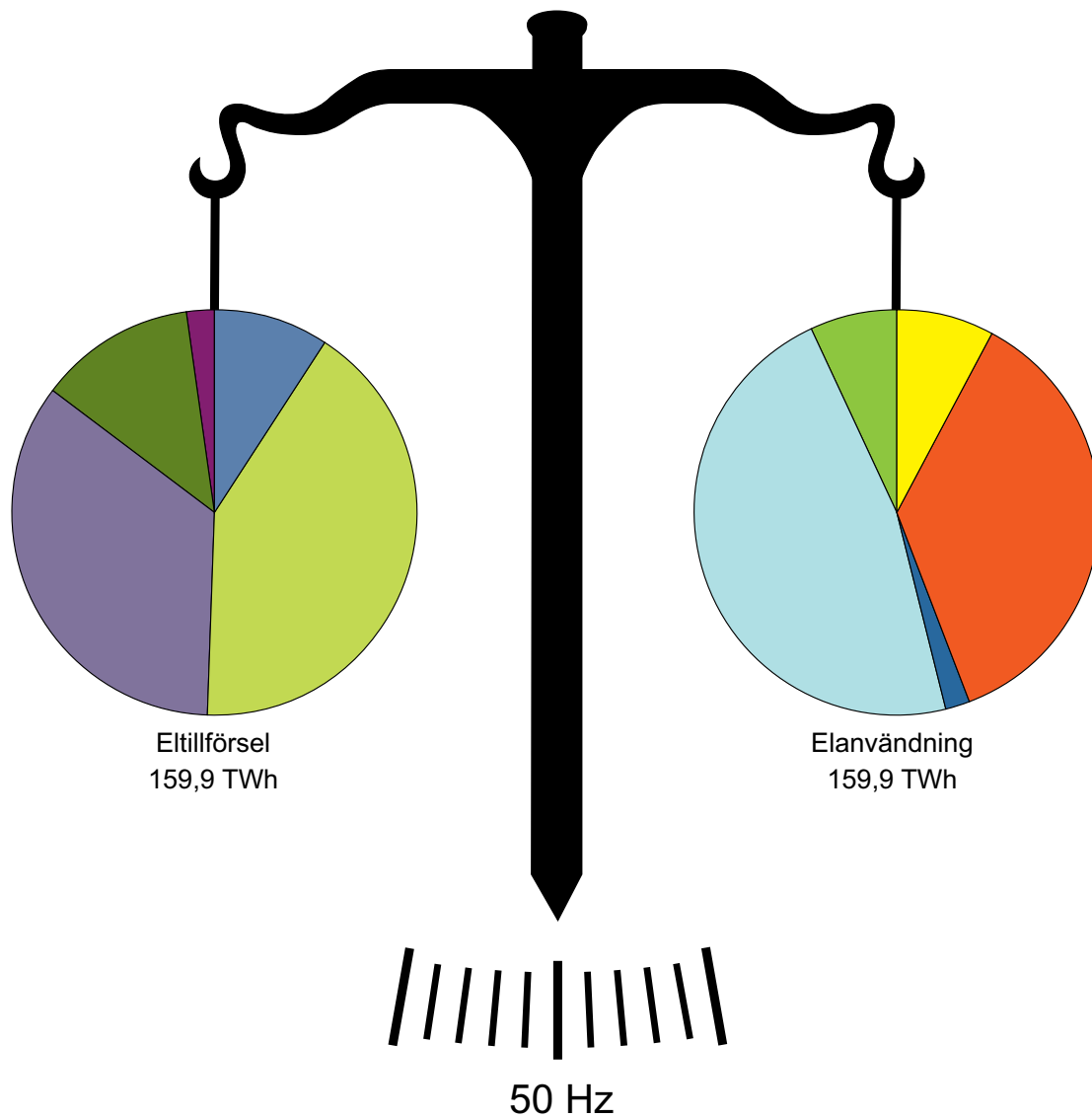
**Reaktorhärden** består av 157 bränsleelement. Cirka 20 % av bränslet byts ut årligen. Reaktoreffekten regleras med hjälp av 48 styrstavar och genom förändring av borhalten i reaktorkylvattnet.






**Turbinanläggningen** består av två separata turbinsträngar. Varje sträng består av en dubbel axialhögtrycksturbin och tre dubbla axiella lågtrycksturbiner. Till varje turbinsträng är en vattenkyld synkrogenerator kopplad via en gemensam axel.






**Elkraftsystemen** är uppdelade i fyra separata delsystem. När reaktorn är avställd svarar det yttre kraftnätet för kraftförsörjningen via 400 och 130 kV-linjer. Som reserv finns intern hjälpkraft från fyra dieselgeneratorer.

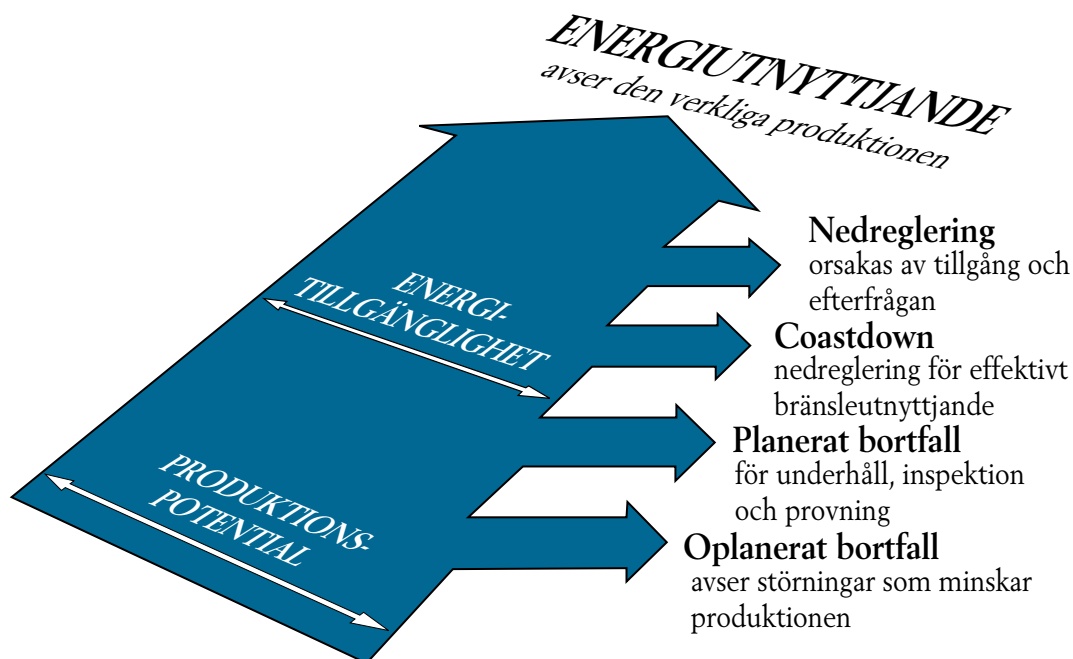


# Elproduktionen i Sverige 2010



	Vattenkraft	66,2 TWh
	Kärnkraft	55,6 TWh
	Värmekraft	19,7 TWh
	Import	14,9 TWh
	Vindkraft	3,5 TWh

	Bostäder, service m m	75,0 TWh
	Industri	58,0 TWh
	Förluster	11,1 TWh
	Export	12,8 TWh
	Transporter	3,0 TWh



INTERNATIONELLA SKALAN FÖR KÄRNTEKNISKA HÄNDELSE – INES

Klass	Omgivningspåverkan	Anläggningspåverkan	Försämrat djupförsvar
7 Stor olycka	<b>Mycket stort utsläpp</b> Omfattande hälso- och miljöpåverkan		
6 Allvarlig olycka	<b>Stort utsläpp</b> Beredskapsåtgärder troligen i full omfattning		
5 Olycka med risk för omgivningen	<b>Begränsat utsläpp</b> Beredskapsåtgärder troligen i begränsad omfattning	Allvarliga skador på reaktorhård och/eller strålskyddsbarriärer	
4 Olycka utan betydande risk för omgivningen	<b>Litet utsläpp</b> Allmänheten utsätts för stråldoser under gränsvärdet	Betydande skador på reaktorhård och/eller livshotande doser till personal	
3 Allvarlig händelse	<b>Mycket litet utsläpp</b> Allmänheten utsätts för mycket små doser under gränsvärdet	Mycket omfattande spridning av radioaktiva ämnen och/eller höga doser till personal	Nära olycka. Inga återstående skyddsbarriärer.
2 Händelse		Betydande spridning av radioaktiva ämnen och/eller förhöjda doser till personal	Händelse med betydande avvikelser från säkerhetsförutsättningar
1 Avvikelse			Avvikelse från driftvillkor
0 Mindre avvikelse	Ingen säkerhetsbetydelse		

Den internationella skalan för kärnteckniska händelser har utarbetats av IAEA för enhetlig bedömning och information om händelser i kärnteckniska anläggningar. Händelser i svenska anläggningar rapporteras via Strålsäkerhetsmyndigheten till IAEA, medan utländska händelser rapporteras omvänt. Nivåerna 1 till 3 betecknar händelser, medan nivåerna 4 till 7 utgör olyckor med omgivningspåverkan.

**Exempel**  
Tjernobylolyckan 1986 hade nivå 7. Harrisburg 1979 hade nivå 5.

# 2010

## *Erfarenheter från driften av de svenska kärnkraftverken*

ISSN 1654-0484

### *Studsvik (huvudkontor)*

KSU, Box 1039,  
SE-611 29 Nyköping

Tfn: +46 (0)155-26 35 00  
Fax: +46 (0)155-26 30 74

E-post: [info@ksu.se](mailto:info@ksu.se)

### *Forsmark*

KSU  
SE-742 03 Östhammar

Tfn: +46 (0)173-167 00  
Fax: +46 (0)173-167 50

[www.ksu.se](http://www.ksu.se)

### *Oskarshamn*

KSU, Box 926,  
SE-572 29 Oskarshamn

Tfn: +46 (0)491-78 13 00  
Fax: +46 (0)491-78 13 59

Org nr: 556167-1784

### *Ringhals*

KSU  
SE-432 85 Väröbacka

Tfn: +46 (0)340-64 62 00  
Fax: +46 (0)340-64 62 99

VAT-nr: SE556167178401

### *Barsebäck*

KSU, Box 524,  
SE-246 25 Löddeköpinge

Tfn: +46 (0)46-72 40 00  
Fax: +46 (0)46-77 57 93