

Teknisk information **om Ringhals**

Innehåll

3	Idag är el en självklarhet
4	Kärnkraft Så gör vi el Områdeskarta Huvuddata Principskiss
8	Reaktor
12	Turbin Ångan får turbinen att snurra
15	El Elgeneratorn omvandlar energin
16	Säkerhet På ett säkert sätt
18	Strålning Strålning finns överallt
20	Miljö Med miljön i fokus Miljöfakta
24	Radioaktivt avfall Vi tar hand om avfallet Ringhals markförvar
28	Ordlista



Idag är el en självklarhet

Idag är el en självklarhet. Den ger oss ljus, värme och kraft för att driva olika maskiner och apparater. För att vårt samhälle ska fungera krävs en trygg och säker tillgång på el, även i framtiden.

Ringhals kärnkraftverk är Nordens största elfabrik. Under ett normalt år producerar Ringhals el som räcker till att försörja sex städer av Göteborgs storlek, eller närmare 20% av Sveriges elförbrukning.

På Ringhals satsar vi på framtiden, på miljön och på en säker och tillförlitlig energiförsörjning till alla konsumenter – därför bedriver vi ständig forskning och utveckling.

Vi har höga krav på oss, men frågan är om vi inte ställer de allra högsta kraven själva. För vår del är det av yttersta vikt att verksamheten alltid bedrivs på ett säkert och kontrollerat sätt.

Ringhals ingår i Vattenfall, ett av Europas ledande energiföretag. Vattenfall producerar el och värme och levererar energi till flera miljoner kunder i Norden och norra Europa.

Elproduktionen i Sverige



Elåret 2012

Solens strålning är en viktig förutsättning för allt liv på jorden. Solen är också ursprunget till de flesta av de energikällor vi använder idag. Solen driver vattnets kretslopp så att vi exempelvis kan tillverka el med hjälp av strömmande vatten. Solenergi finns också lagrad i gröna växter, kol, olja och gas. Exempel på energikällor som vi använder idag är olja, kol, naturgas, vatten, vind och kärnkraft.

Kärnkraft och vattenkraft är basen

I Sverige kommer ungefär hälften av den el som produceras från kärnkraft. Kärnkraftverken producerar samma mängd el dygnet runt. Vattenkraftverken, som snabbt kan ändra sin produktion, används också för att anpassa produktionen efter förändringar i elanvändningen. Som reservkraft finns oljekraftverk som kan startas vid behov. I Sverige finns också cirka 2700 vindkraftverk som tillsammans svarar för cirka fyra procent av elproduktionen.

Så gör vi el

I ett kärnkraftverk skapas värme genom att uranatomer klyvs. Klyvningen kallas fission.

Genom att skicka en neutron mot en uranatom, klyvs atomkärnan och nya neutroner frigörs. Dessa kan i sin tur klyva fler atomer och en kedjereaktion uppstår. Vid kärnklyvningarna frigörs värme som används för att tillverka el i ett kärnkraftverk.

På Ringhals finns två typer av reaktorer: kokvattenreaktor (BWR = Boiling Water Reaktor), R1 och tryckvattenreaktor (PRW = Pressurized Water Reaktor), R2, R3, R4.

I kokvattenreaktorn hettas vattnet upp i reaktortanken till kokning. I reaktortanken finns bränslet, anrikat uran inkapslat i metallrör. Rören sitter i knippen i så kallade bränsleelement. Härden består av ett stort antal sådana element omgivna av vatten. I kokvattenreaktorn kokar vattnet till ånga. Ångan leds direkt till turbinanläggningen och får turbinerna att snurra och driva en elgenerator.

I tryckvattenreaktorn är trycket så högt att vattnet inte

kokar trots en temperatur på över 300°C. Det heta vattnet pumpas genom rör i stora värmeväxlare – ånggeneratorer – där vatten, som inte varit i kontakt med härden, förångas. Därefter är processen lik kokvattenreaktors. Ångan leds till turbinerna och i änden på turbinaxeln sitter elgeneratorn som genererar elektriciteten. När ångan passerat turbinerna leds den ner i kondensorerna. Genom en mängd rör i kondensorerna pumpas havsvatten. När ångan möter de kalla rören omvandlas den på nytt till vatten. Vattnet pumpas därefter åter till reaktorn respektive ånggeneratorerna.

I processen förbrukas varje år 60-70 ton uran. Dessutom används cirka 800 000 kubikmeter färskvatten. Vid full drift passerar varje sekund 170 kubikmeter havsvatten genom de fyra anläggningarna.

Havsvattnet värms cirka tio grader på sin väg genom kraftverket.

Områdeskarta



- 1 = Informationscenter och simulatorbyggnad
- 2 = Utbildningscenter
- 3 = Hotellreception
- 4 = Hotellområde
- 5 = Motionshall
- 6 = Mottagningsbyggnad, reception
- 7 = Brandstation
- 8 = Matsal – Kantarellen
- 9 = Hälsocentral
- 10 = Kontorsbyggnader
- 11 = Verkstäder
- 12 = Avfallsbyggnad
- 13 = Centralförråd
- 14 = Mockup-byggnad



Byggstart:	1969
Full effekt på alla block:	Januari 1984
Årsproduktion:	Cirka 28 TWh
Sammanlagd nettoeffekt:	3746 MW
Kraftverksområdets storlek:	1,5 kvadratkilometer
Antal anställda:	Cirka 1600

Ringhals 1

Nettoeffekt (el)	878 MW
Reaktortyp	Kokvattenreaktor
Reaktorleverantör	Asea-Atom
Turbinleverantör	English Electric
Kommersiell drift	Januari 1976

Reaktor	
Termisk märkeffekt	2540 MW
Drifttryck	7 MPa
Ångtemperatur	286 °C
Ångflöde	1228 kg/s
Antal bränsleelement	648
Antal styrtavar	157

Generatorer	
Fabrikat	English Electric
Generatorspänning	19,5 kV
Nätspänning	400 kV

Turbiner	
Antal turbiner	2
Varvtal	3000 rpm
Kylvattenflöde (havsvatten)	2x21 m³/s

Ringhals 2

Nettoeffekt (el)	865 MW
Reaktortyp	Tryckvattenreaktor
Reaktorleverantör	Westinghouse
Ånggeneratorer	Siemens AG/KWU
Turbinleverantör	Stal-Laval Turbin AB
Kommersiell drift	Maj 1975

Reaktor	
Termisk märkeffekt	2652 MW
Drifttryck	15,5 MPa
Ångtemperatur	276 °C
Ångflöde	1413 kg/s
Antal bränsleelement	157
Antal styrtavar	48

Generatorer	
Fabrikat	Asea
Generatorspänning	19,5 kV
Nätspänning	400 kV

Turbiner	
Antal turbiner	2
Varvtal	3000 rpm
Kylvattenflöde (havsvatten)	2x17,5 m³/s

Ringhals 3 & 4

Nettoeffekt (el)	R3: 1063 MW, R4: 940 MW*
Reaktortyp	Tryckvattenreaktor
Reaktorleverantör	Westinghouse
Ånggeneratorer	Framatome/Siemens AG (R3), Areva NP (R4)
Turbinleverantör	ASEA STAL AB
Kommersiell drift	R3 – September 1981 R4 – November 1983

Reaktor	
Termisk märkeffekt	R3: 3135 MW, R4: 2775 MW
Drifttryck	15,5 MPa
Ångtemperatur	276 °C
Ångflöde	R3: 1670 kg/s R4: 1761 kg/s
Antal bränsleelement	157
Antal styrtavar	48

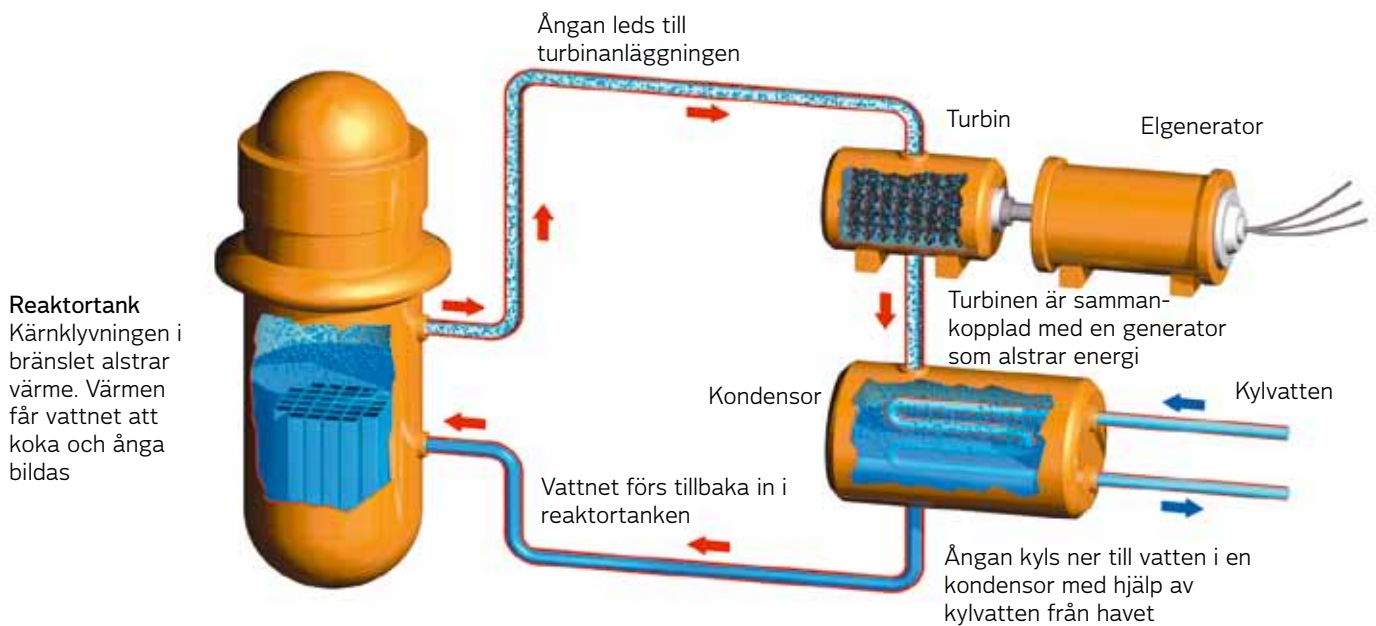
Generatorer	
Fabrikat	Asea
Generatorspänning	21,5 kV
Nätspänning	400 kV

Turbiner	
Antal turbiner	2
Varvtal	3000 rpm
Kylvattenflöde (havsvatten)	2x22,5 m³/s

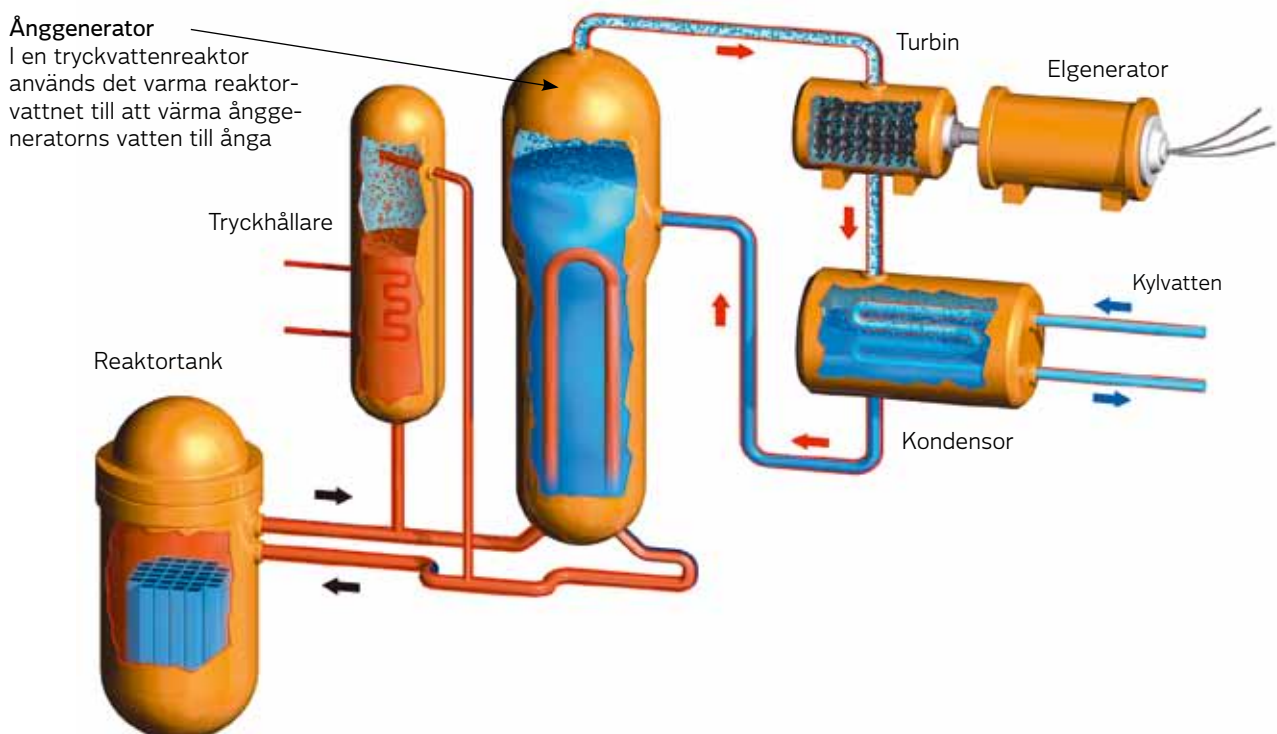
*R4 - cirka 1100 MW 2014 (tillstånd krävs)

Principskiss

Kokvattenreaktor Ringhals 1

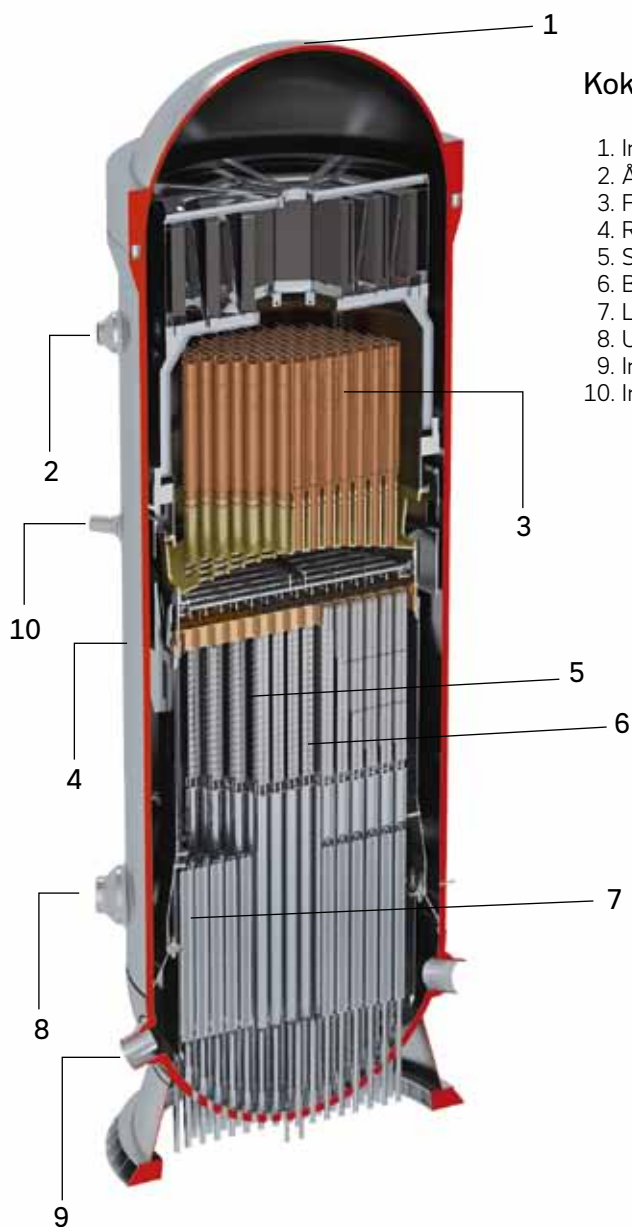


Tryckvattenreaktor Ringhals 2, 3 och 4



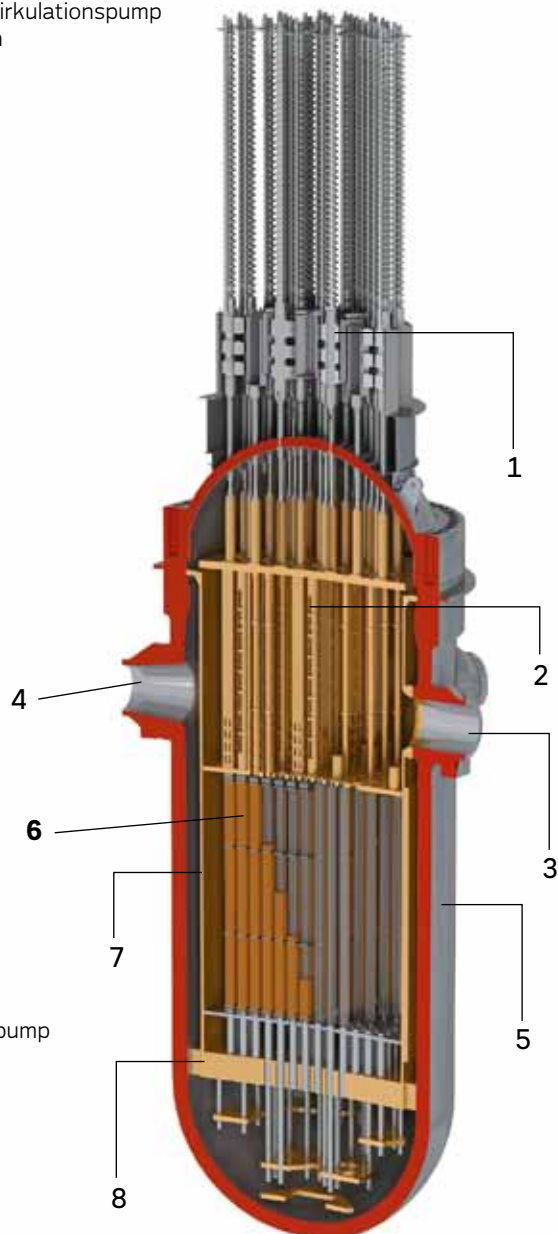
Kokvattenreaktor

1. Inlopp för lockkylning
2. Ångutlopp
3. Fuktavskiljare
4. Reaktortank
5. Styrstav
6. Bränsleelement
7. Ledrör för styrstav
8. Utlopp till huvudcirkulationspump
9. Inlopp från huvudcirkulationspump
10. Inlopp matarvatten



Tryckvattenreaktor

1. Drivdon för styrstav
2. Styrstav
3. Inlopp från reaktorkylvattenpump
4. Utlopp till ånggenerator
5. Reaktortank
6. Bränsleelement
7. Termiskt skydd
8. Nedre hårdplatta



Allmänt

	R1	R2	R3	R4
Termisk reaktoreffekt, MW	2540	2652	3135	2775
Antal cirkulationskretsar	6			
Antal kylkretsar		3	3	3
Internt reaktor-kylvattenflöde, kg/s	11500	13159	12860	12860
Drifttryck, MPa	7,0	15,5	15,5	15,5
Temperaturer för inkommande kylvatten, °C		289	284	284
Temperaturer för utgående kylvatten, °C		323	323	323
Ångflöde, kg/s	1228	1413	1670	1761
Ångtryck, MPa	7,0	5,95	6,0	6,0
Ångtemperatur, °C	286	276	276	276
Matarvatten-temperatur, °C	173	210	221	221

Huvudkomponenter

Reaktortank		R1	R2	R3, R4
Vikt, ton		650	327	330
Total höjd, m		21,5	13	13
Innerdiameter, mm		5950	3990	3990
Godstjocklek, mm		150	200	200
Cirkulationspumpar				
Typ		Kapslade centrifugalpumpar		
Antal		6		
Flöde, m³/s		2,53		
Uppfordringshöjd, m		34,3		
Reaktorkylvattenpumpar				
Typ		Vertikala enstegspumpar		
Antal		3	3	
Flöde, m³/s		5,72	5,66	
Uppfordringshöjd, m		78	81,2	

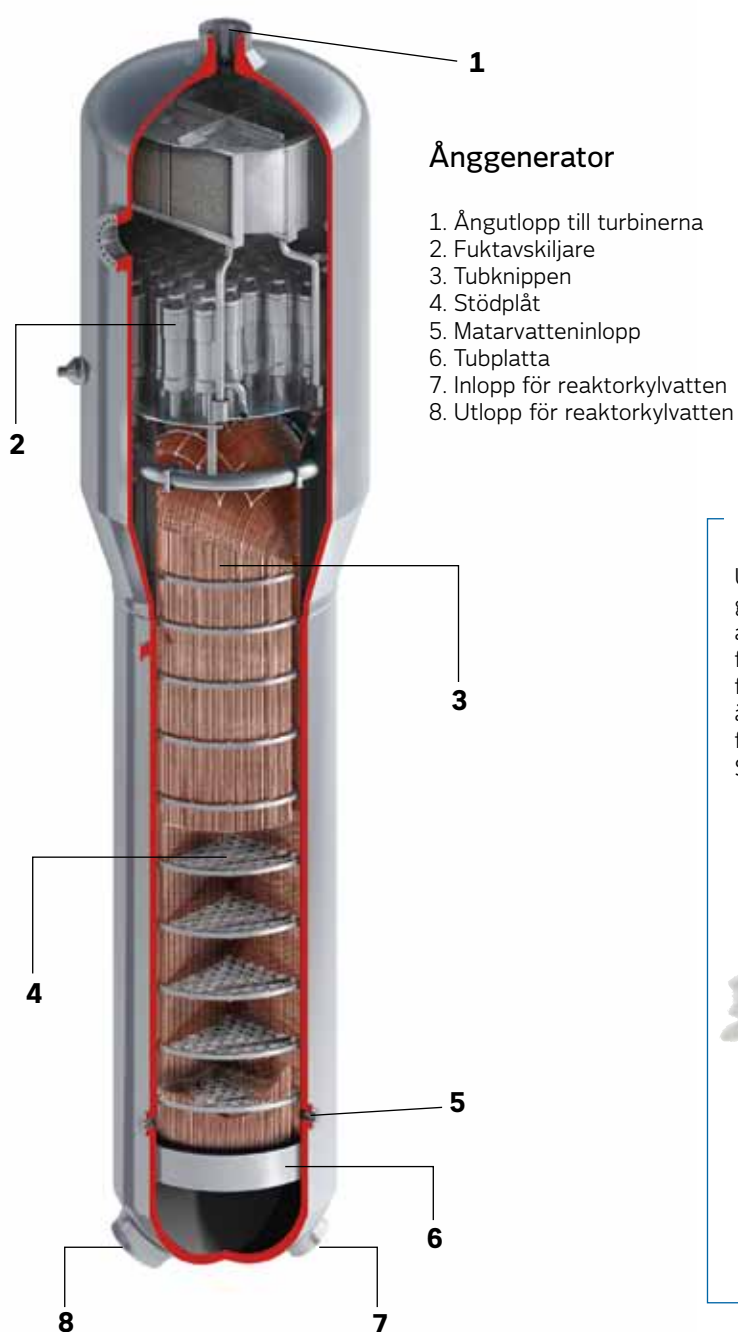
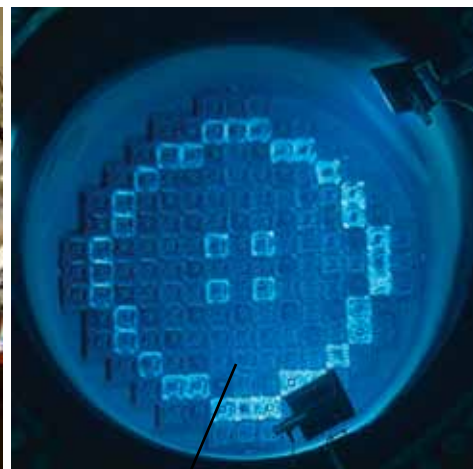
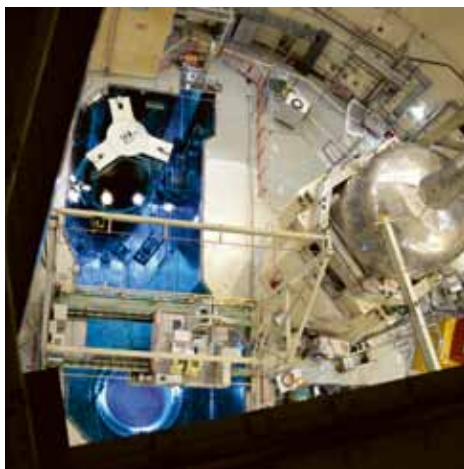
Fakta

Ånggeneratorer	R2	R3	R4
Antal	3	3	3
Antal U-rör per ånggenerator	5130	5428	5386
Material U-rör	Alloy 690 TT	Alloy 690 TT	Alloy 690 TT
Vikt, ton	293	351	334
Total höjd, m	19	20,6	20,7
Drifttryck mantelsidan, MPa	5,95	6,0	6,0
Värmeöverföringsyta, m ²	5105	7155	6729
Ångflöde, kg/s	479	556	587

Bränsleelement	R1	R2	R3, R4
Antal bränsleelement i härd	648	157	157
Bränslevikt per element, kg UO ₂	193	513	523
Antal bränslestavar per element	64/100/96	204	264
Kapslingsmaterial	Zr-2	Zr-4	Zr-4
Bränslekutsarnas diameter, mm	8,19	9,11	8,19

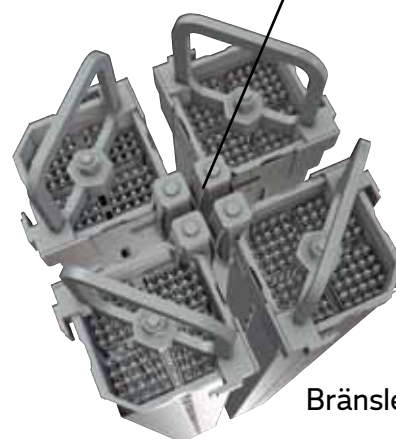
Styrstavar			
Typ	Korsformiga blad	Knippen av 20 stavar	Knippen av 24 stavar
Antal	157	48	48
Typ av drivdon	Elektrohydrauliska	Magnetiska	Magnetiska

Bränslet i reaktorn består av anrikat uran. För att driva lättvattenreaktorer används uran-235. Siffran 235 står för antalet neutroner och protoner i atomkärnan. Naturligt uran innehåller bara 0,7% uran-235. Genom anrikning höjs halten till cirka 3%.



Ånggenerator

1. Ångutlopp till turbinerna
2. Fuktavskiljare
3. Tubknippen
4. Stödplåt
5. Matarvatteninlopp
6. Tubplatta
7. Inlopp för reaktorkylvatten
8. Utlopp för reaktorkylvatten



Bränsleelement

Uran

Uran som är kärnkraftens bränsle är ett av de tyngsta grundämnena som finns på jorden. I det stoft som skickades ut vid stjärnornas explosioner då jorden skapades fanns uran. Därför är uran vanlig i jordskorpan. I Sverige finns det stora fyndigheter av uranmalm men i dagsläget är det inte aktuellt att bryta detta uran. Uranmalm bryts främst i Kanada och Australien, men även i Namibia, Sydafrika, Kazakstan, Uzbekistan och Ryssland.



Uran är ett energirikt grundämne. Ett kilo uran innehåller lika mycket energi som 90 ton kol. Varje urankuts avger lika mycket energi som ungefär 800 liter dieselolja. En kärnkraftsreaktor innehåller cirka 15 miljoner kutsar.



Ångan får turbinen att snurra

I ångturbinen omvandlas värmeenergi till mekanisk energi. Ångan, som bildats i reaktordelen, får turbinbladen att börja snurra.

Turbinanläggningen består av högtrycksturbin, lågtrycksturbin, mellanöverhettare, kondensor och generator.

På Ringhals finns två turbinaggregat anslutna till respektive reaktor. Varje turbinaggregat består av en högtrycksturbin och tre lågtrycksturbiner, som alla sitter på samma axel som elgeneratorn.

Ångan från reaktoranläggningen leds till högtrycksturbinens centrum och ökar sedan sin volym axiellt ut mot turbinändarna. Ångtrycket sjunker från cirka 6 MPa* vid inloppet till ungefär 0,64 MPa vid utloppet. Samtidigt sjunker temperaturen från 280°C till 165°C. Ångan har nu lämnat ungefär 40% av sin energi.

När ångan passerat högtrycksturbinen går den vidare till mellanöverhettarna, där den befrias från fukt och överhettas innan den leds vidare till lågtrycksturbinerna. Tryck och temperatur före lågtrycksturbinerna är cirka 0,6 MPa och 260°C.

Kondensorn

När ångan lämnar lågtrycksturbinerna suges den ner till kondensorn. Trycket har nu sjunkit till 4 kPa* och temperaturen är ungefär 30°C. Ångan kondenseras på utsidan av kondensortuberna, som genomströmmas av havsvatten. Från kondensorn pumpas vattnet tillbaks till reaktoranläggningen för att på nytt värmas upp.

På vägen tillbaka till reaktoranläggningen sker en uppvärmning av vattnet i ett flertal värmeväxlare. Det sker samtidigt en tryckhöjning på vattnet i två steg med hjälp av kondensat- och matarvattenpumpar.

Havsvattnet, som använts för att kyla ner ångan till vatten, leds tillbaka till havet och är nu cirka 10 grader varmare än när det pumpades in.

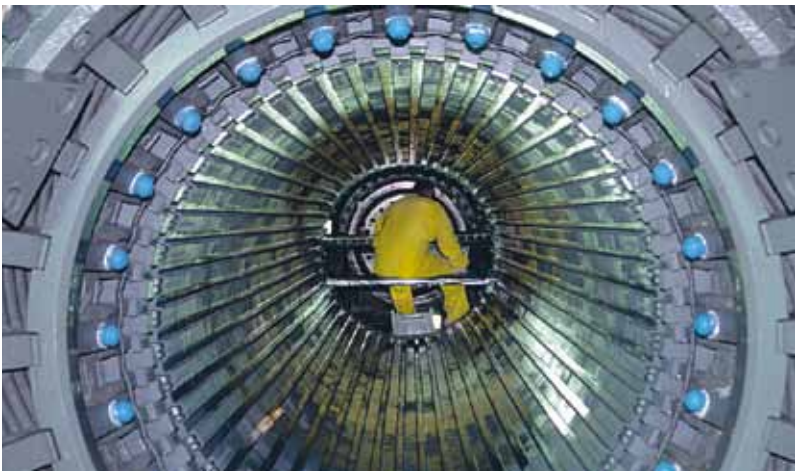
* MPa= megapascal

* kPa= kilopascal



Turbinanläggningen

	R1	R2	R3	R4
Nettoeffekt	878	865	1063	940
Ångflöde, kg/s	2x614	2x727	2x840	2x880
Fukthalt i primärånga %	0,04	0,025	0,001/0,19	0,001/0,19
Ångdata				
Tryck/temperatur före högtrycksturbin, MPa/°C	6,6/286	5,9/275	6,3/279	5,9/275
Tryck/temperatur i kondensor, MPa/°C	0,0042/30	0,004/28	0,004/29	0,004/29
Varvtal, rpm	3000	3000	3000	3000
Kondensorns kylvatten Flöde m ³ /s Temperaturhöjning °C	2x22,0 10	2x17,5 10	2x22,5 10	2x22,5 10
Kylvattenpumpar/turbin	6	3	4	4
Total längd turbinanläggningen, m	50	40	42	42



Elutrustningen

	R1	R2	R3, R4
Elgenerator			
Fabrikat	English Electric	Alstom	Alstom
Antal	2	2	2
Märkspänning, kV	19,5	19,5	21,5
Märkeffekt, MVA	470	540	677
Effektfaktor	0,95	0,85	0,9
Statorkylning	Vatten/vätgas	Vatten/luft	Vatten/luft
Rotorkylning	Vätgas	Vatten	Vatten
Huvudtransformatorer			
Antal	2	2	2
Märkspänning, kV	20,5/438	20,5/438	22,6/438,5
Märkeffekt, MVA	500	500	550, 650
Lokaltransformatorer			
Antal	2	2	2
Märkspänning, kV	19,5/6,8	19,5/6,8	19,5/6,8
Märkeffekt, MVA	40/25	40/25	50/25
Diesलगeneratorer			
Antal	4	4	4
Motortillverkare	SACM	SACM	NOHAB
Diesलगenerator fabrikat	ASEA	ASEA	ASEA
Märkspänning, kV	6,9	6,9	6,9
Märkeffekt, MVA	3,42	3,42	3,45
Effektfaktor	0,8	0,8	0,8
Varvtal, rpm	1500	1500	1000



Elgeneratorn omvandlar energin

I slutet av varje turbinaxel sitter en elgenerator där rörelseenergin från turbinerna omvandlas till elenergi med spänningen 20 000 volt. Elen förs ut på det svenska storkraftsnätet via en transformator där spänningen transformeras upp till 400 000 volt.

Ringhals elgeneratorer är vattenkylda. Undantaget är Ringhals 1 där elgeneratorn är vätgaskylad.

Av den el som Ringhals producerar används cirka 5% för den egna driften.

För att klara elförsörjningen vid ett strömavbrott finns olika reservkraftsystem. Varje anläggning har fyra fast installerade dieselgeneratorer som fungerar som reservkraft i anläggningen. Dessutom finns en mobil dieselgenerator som kan kopplas in som ersättning för vilken som helst av de fast anslutna dieselgeneratorerna.

Vem sköter driften?

Driften av kärnkraftverket sköts från kontrollrummet där verksamheten leds av en skiftchef, som är arbetsledare för skiftlaget. Skiftlaget består, förutom skiftchefen, av tre kontrollrumsoperatörer som ansvarar för turbin- och reaktordelarna. Förutom dessa personer finns det fyra processoperatörer som ansvarar för driften av turbin- och hjälpsystemen. Processoperatörer är även ute i anläggningen för att göra mätningar och kontroller.

Kontrollrumspersonalen tränas regelbundet i fullskalesimulatorer som finns i Ringhals. Det finns tre simulatorer och det är R1, R2 samt R34. En simulator är en kopia av ett riktigt kontrollrum där man med hjälp av datorer kan simulera olika tänkbara händelser.

Mobil dieselgenerator

Motortillverkare	Nohab
Nominell effekt	2835
Märkspänning, kv	6,9
Varvtal, rpm	1000





På ett säkert sätt

På ett kärnkraftverk kommer säkerheten alltid i första hand. Ringhals säkerhetsarbete går ut på att förebygga driftstörningar, motverka att en driftstörning utvecklas till ett haveri samt att lindra konsekvenserna vid ett eventuellt haveri. Trots de höga krav som ställs händer det att saker går sönder och människor gör fel. Därför har anläggningen flera olika säkerhetssystem som ska fanga upp felen.

Ett kärnkraftverk måste vara konstruerat så att de radioaktiva ämnena inte kan komma ut på ett okontrollerat sätt. Även vid ett stort haveri ska reaktorinneslutningen hållas intakt och den skadade härden hållas kyld och vattentäckt.

Uranbränslet är ett keramiskt ämne med hög smältpunkt (2800 °C). Det är ytterst svårslösligt i vatten och luft. Bränslet är också inkapslat i gastäta rör av zirkaloy, en stark legering, som påminner om rostfritt stål. Den tredje barriären är reaktortanken, som är gjord av 15-20 centimeter tjockt stål. Reaktortanken är inbyggd i en kraftig byggnad av stål och betong – reaktorinneslutningen. Här finns vattensprinkling som ska kyla utrymmet och binda radioaktiva ämnen som frigörs från bränslet om en olycka skulle inträffa. Inneslutningen är också ett bra skydd mot yttre påverkan.

Ringhals reaktorinneslutningar är utrustade med säkerhetsfilter för tryckavlastning. För att skydda reaktorinneslutningen mot övertryck vid ett eventuellt haveri, kan ånga och gas släppas ut genom filtret utan att skadliga mängder radioaktiva ämnen följer med. Gaserna och ångan leds ner i

ett system av dysor som är nedsänkta i vatten. I dysorna genereras vattendroppar som genom kollision effektivt avskiljer föroreningar. De renade gaserna leds via en avfuktare ut genom en ventilationsskorsten.

Utbildning en viktig del av jobbet

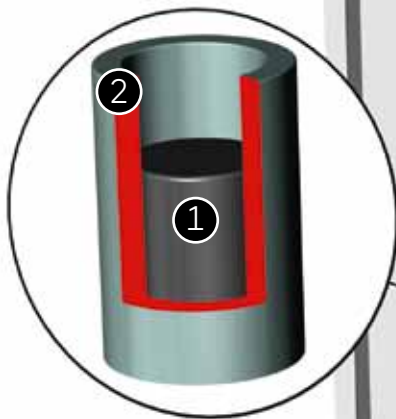
För att klara driftstörningarna och oförutsedda händelser genomgår driftspersonalen på Ringhals ett omfattande utbildningsprogram, anpassat till arbetsuppgifterna och myndigheternas krav. Teoretiska studier varvas med kunskapskontroller och träning i simulatorer. Ansvarig för utbildningarna är KSU, Kärnkraftsäkerhet och utbildning, som är de svenska kärnkraftverkens centrum för utbildning och simulatorträning.

Med jämna mellanrum genomförs en omfattande storövning på något av de svenska kärnkraftverken för att träna haveriberedskapen. I lagen om skydd mot olyckor och i myndighetskrav främst från Strålsäkerhetsmyndigheten ställs krav på att kärnkraftverken har en organisation och en plan för haveriberedskapen. Den ska ingå i länsstyrelsens övergripande plan som också samordnar beredskap mellan kommuner, landsting och myndigheter. För att se hur beredskapen fungerar genomförs kontinuerligt olika övningar. Förutom storövningar genomförs även mindre övningar på kärnkraftverken varje år.

Fem barriärer och ett filter

1. Bränslet

Uranet har en keramisk form, vilket gör det svårslösligt i både luft och vatten.



2. Bränslerör

Rör av speciell metall (zirkaloy) som liknar rostfritt stål.

3. Reaktortank

Tillverkad av 15-20 cm tjockt stål.

4. Reaktorinneslutningen

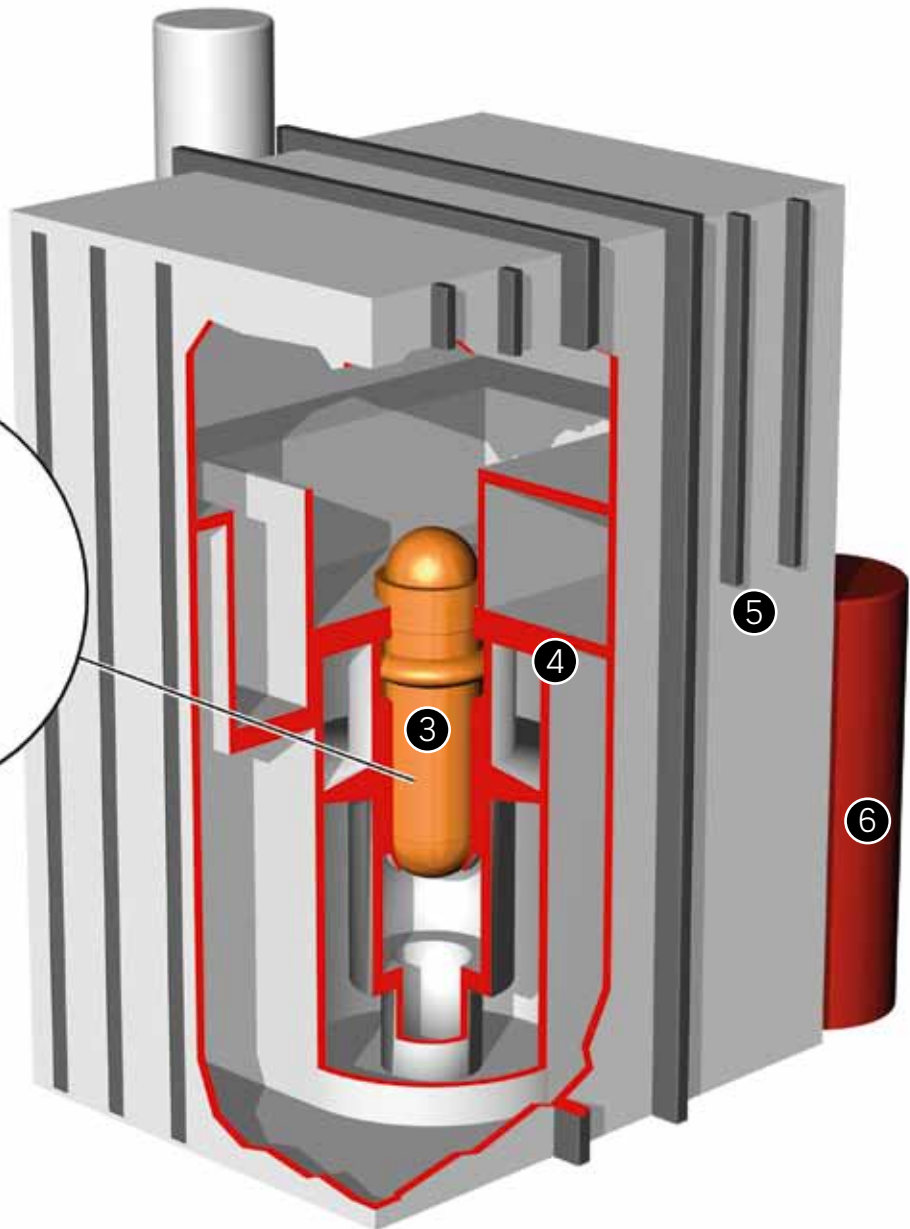
Metertjock betong med ingjuten, gastät stålplåt.

5. Reaktorbyggnaden

Reaktorbyggnaden omger reaktortank och reaktorinneslutning.

6. Säkerhetsfilter

Det finns särskilda filter som tar hand om minst 99,9% av de radioaktiva ämnena.





Strålning finns överallt

I människans miljö har det alltid funnits strålning. Den kommer från rymden, solen och från radioaktiva ämnen i marken och i din egen kropp. Under det senaste seklet har människan utvecklat metoder för att skapa och dra nytta av strålningen inom forskning, sjukvård och industri.

På ett kärnkraftverk handlar en stor del av säkerhetsarbetet om strålskydd. Det är viktigt att radioaktiva ämnen inte sprids i anläggningen och till omgivningen.

Joniserande strålning

Joniserande strålning är strålning med större energi än synligt ljus, infraröd och ultraviolett strålning. Hit hör till exempel strålning från radioaktiva ämnen och röntgenstrålning. Denna strålning är så energirik att den sliter loss elektroner från atomerna den passerar och förvandlar dem till joner (laddade atomer).

Joniserande strålning brukar delas in i fyra grupper, alfa-, beta-, gamma- och neutronstrålning. Se faktarutan på nästa sida.

Strålskydd på ett kärnkraftverk

På ett kärnkraftverk arbetar man mycket med att skydda personal och omgivningen från joniserande strålning, som kommer från de radioaktiva ämnena i reaktorn.

Från det att bränslet kommer till kärnkraftverket, används i reaktorn och slutligen tas om hand som avfall finns ett flertal skyddssystem, så kallade barriärer och filter.

Strålning på ett kärnkraftverk kan stoppas av centimeter-tjock bly, decimetertjock betong eller två meter vatten. Här är några exempel:

- I reaktorbyggnaden använder man blymattor för att

stoppa strålning från t ex rör och ledningar.

- Reaktorinneslutningen består av metertjock betong.
- Det använda bränslet förvaras i bassänger, under tio meter vatten.

Olika zoner

Ett kärnkraftverk är indelat i zoner. Indelningen beror på hur hög strålningsnivå är. Zonerna kallas för kontrollerade områden.

Man klär alltid om när man ska gå in på kontrollerat område. Det gäller oavsett om man ska utföra reparationer, läsa av instrument eller städa.

Alla som arbetar inne i anläggningarna har en dosimeter som registrerar strålning. Dessutom använder man ytterligare en dosimeter där man direkt kan avläsa strålningsnivån.



Radioaktivitet kan tvättas bort

Varje gång man lämnar ett kontrollerat område där radioaktivitet kan finnas måste man passera en rammonitor. I den kontrolleras att man inte bär med sig några radioaktiva partiklar.

Om mätningen ger utslag måste man tvätta sig, oftast bara händerna, och sedan kontrolleras på nytt.

De kläder som använts inne på kontrollerat område tas omhand i en tvättanläggning speciellt avsedd för skyddsutrustning.

Joniserande strålning

Alfastrålning

Stora och tunga positivt laddade partiklar. När bara några centimeter i luft. Stoppas lätt av t ex huden eller ett tunt papper.

Betastrålning

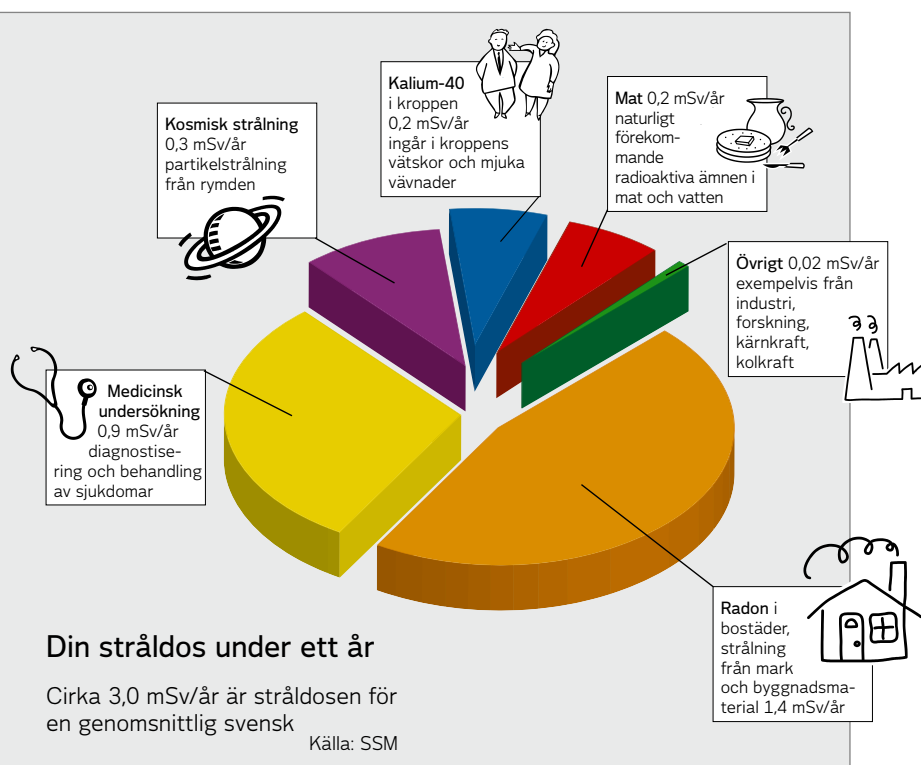
Elektroner som är lättare än alfapartiklarna. När cirka tio meter i luft. Stoppas av tjocka kläder eller glasögon.

Gamma- och röntgenstrålning

Släkt med synligt ljus men innehåller mer energi. Gammastrålning har längre räckvidd och större genomträngningsförmåga än alfa- och betastrålning. Stoppas av ett flera centimeter tjockt blyskikt, decimeter-tjock betong eller två meter vatten. Röntgenstrålning stoppas av några millimeter bly, t ex blykragen hos tandläkaren.

Neutronstrålning

Består av neutroner som frigörs vid kärnklyvning. Så länge kärnkraftsreaktorn är igång finns det neutronstrålning, men den upphör samtidigt som kärnreaktionen avstannar. Stoppas av vatten.



Stråldoser

Stråldoser mäts i millisievert, mSv. Varje svensk erhåller i genomsnitt cirka 3 mSv från naturlig bakgrundsstrålning, strålning i boendet och medicinsk användning. För arbete med joniserande strålning har Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) fastställt en övre gräns på 50 mSv under ett år och sammanlagt 100 mSv under en femårsperiod. Medeldosen vid svenska kärnkraftverk är cirka 3 mSv. Kollektivdosen mäts i mansievert, manSv. Kollektivdosen för en anläggning motsvarar summan av alla stråldoser som uppmätts vid anläggningen under året.

Stråldoser per år

Utsläpp från Ringhals (närboende)	0,0002 mSv eller 0,5% av tillåtet gränsvärde (2012)
Radioaktiva ämnen i vår egen kropp	0,2 mSv
Kärnkraftsarbetare (i strålningsmiljö)	2-3 mSv
Flygvärdinna	5 mSv
Åtgärdsnivå för radonhus	8 mSv



Med miljön i fokus

På Ringhals arbetar vi kontinuerligt med att minska miljöpåverkan från verksamheten. Det gäller inom områden som farligt avfall, kemikalier, vanligt avfall, vattenhantering, kylvattenutsläpp och utsläpp av radioaktiva ämnen. Vårt mål är att begränsa mängderna och återanvända eller återvinna så mycket material som möjligt.

Vårt arbete med miljöfrågor är viktigt för att skapa en god miljö och tillfredsställa de krav som ställs på oss. Ringhals är Emas-registrerat sedan 1999 och ISO-certifierat enligt ISO 14001 sedan 1998. Certifikatet är ett kvitto på att vi uppfyller ett antal krav, som ställs på vårt interna miljöarbete. Vårt miljöledningssystem är en del av vårt kvalitetsystem. Ringhals el är EPD-deklarerad, vilket innebär att all miljöpåverkan från uranbrytning till slutförvar är kartlagd. Läs mer om EPD på www.vattenfall.se.

Ringhals miljösmål

Ringhals fattar årligen beslut om kommande års miljösmål som ett led i att styra verksamheten. Miljömålen är indelade i fyra områden. Inre miljö, som bland annat omfattar stråldoser till anställda. Yttre miljö, som bland annat omfattar avfallshantering. Utsläpp till luft och vatten av radioaktiva ämnen. Organisatoriska frågor, som omfattar myndighetsrelationer och förbättringsarbete.

När det exempelvis gäller målet för säker strålmiljö har Ringhals utsläpp till luft och vatten en mycket god marginal till gällande myndighetskrav. Utsläppen från Ringhals till de närboende är långt under gällande gränsvärden och motsvarar mindre än en tusendel av dosen från naturliga strålkällor.

Kontrollprogram

Ringhals miljöpåverkan kontrolleras regelbundet i Havs och vattenmyndighetens biologiska recipientkontroll, Länsstyrelsens kontrollprogram samt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM) radiologiska mätprogram. Kontrollprogrammen bygger på att vi tar prover, analyserar och redovisar till myndigheterna via miljörapporter och miljöbesiktningar.

Det radiologiska omgivningskontrollprogrammet omfattar insamling av prover på land och i vatten kring Ringhals. Prover tas på vegetation, animaliska produkter, sediment, alger, mollusker samt fisk. Provresultaten kontrolleras av SSM.

En miljöprövad verksamhet

Ringhals har, som första kärnkraftverk, låtit miljöpröva hela verksamheten. En miljöprövning är ett mycket bra sätt att få en komplett bild av hela verksamhetens miljöpåverkan för att på så sätt kunna arbeta vidare med miljöförbättringar.

Den deldom som erhöles våren 2006 ställer, utöver de krav vi redan haft på verksamheten, ett antal ytterligare krav på hur Ringhals skall förbättra sitt miljöarbete. Bland annat ska Ringhals minska det buller som uppkommer i verksamheten.

På vår hemsida www.vattenfall.se/ringhals kan du läsa mer om vår miljöprövning.





Utsläpp till luft och vatten per år

Nedan redovisas utsläppsmängder av ämnen med störst miljöpåverkan.

Utsläpp till luft

Ämne	Bidrag
Radioaktiva ämnen	Cirka en tusendel av naturlig dos till närboende
Växthusgaser (koldioxid och svavelhexafluorid, köldmedia)	Mindre än en tiotusendel av Sveriges totala utsläpp
Försurande ämnen (svaveldioxid och kväveoxider)	Mindre än en tiotusendel av Sveriges totala utsläpp
Övergödande ämnen (kväveoxider)	Mindre än en tiotusendel av Sveriges totala utsläpp

Utsläpp till vatten

Ämne	Bidrag/ halt i kylvattenkanalen
Radioaktiva ämnen	Mindre än en tiotusendel av naturlig dos till närboende
Övergödande ämnen (ammoniak)	Mindre än en tiondel av naturlig halt i havet
Borsyra	Cirka en hundra del av naturlig halt i havet
Klor	Mycket låg halt, 0,1 ppm (ppm = miljontedel)

Miljöpåverkan sker även genom vår kylvattenhantering och lokal uppvärmning av havet.





Vi tar hand om avfallet

Vid drift av ett kärnkraftverk uppkommer radioaktivt avfall som måste tas om hand på ett säkert sätt. Hanteringen beror på avfallets form och aktivitetsinnehåll. Det radioaktiva avfallet delas in i tre grupper; hög-, medel- och lågaktivt avfall.

Högaktivt

Det högaktiva avfallet består av utbrända bränslelement och vissa andra komponenter från reaktoranläggningen. Vid de årliga avställningarna byts cirka 20% av bränslet. Det är då starkt radioaktivt och utvecklar värme. Därför måste bränslet strålskrämas och kylas i vattenbassänger. Kärnbränslet förvaras under minst ett år i Ringhals innan det placeras i specialkonstruerade behållare och fraktas med det specialbyggda fartyget Sigrid till Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) vid Oskarshamns kärnkraftverk. Här förvaras det högaktiva avfallet tills det är dags för slutförvar efter 40 års mellanlagring.

Medelaktivt

Medelaktivt avfall består till största delen av filter, jonbytarmassor och skrot. Ringhals använder filter och jonbytarmassor för att rena vatten i system som innehåller radioaktiva ämnen och föroreningar. Avfallet blandas med betong och gjuts in i plåt eller betongbehållare. Behållarna transporteras vidare till SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall) som ligger vid Forsmarks kärnkraftverk.

Lågaktivt

Det lågaktiva avfallet utgörs huvudsakligen av lågaktiva

jonbytarmassor, kasserade rördelar, verktyg, isoleringsmaterial, overaller och sopor som plast, papper och kablar. Sopor och annat mjukt material kompakteras till balar. Skrot och annat hårt material tätpackas i lådor eller containrar. Jonbytarmassor avvattnas i speciellt utformade säckar – ”bigbags”. Det lågaktiva avfallet deponeras antingen i SFR eller i Ringhals markförvar.

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) ställer krav på hanteringen av avfallet. Kontroll av att dessa krav uppfylls sker i form av inspektioner.

SKB

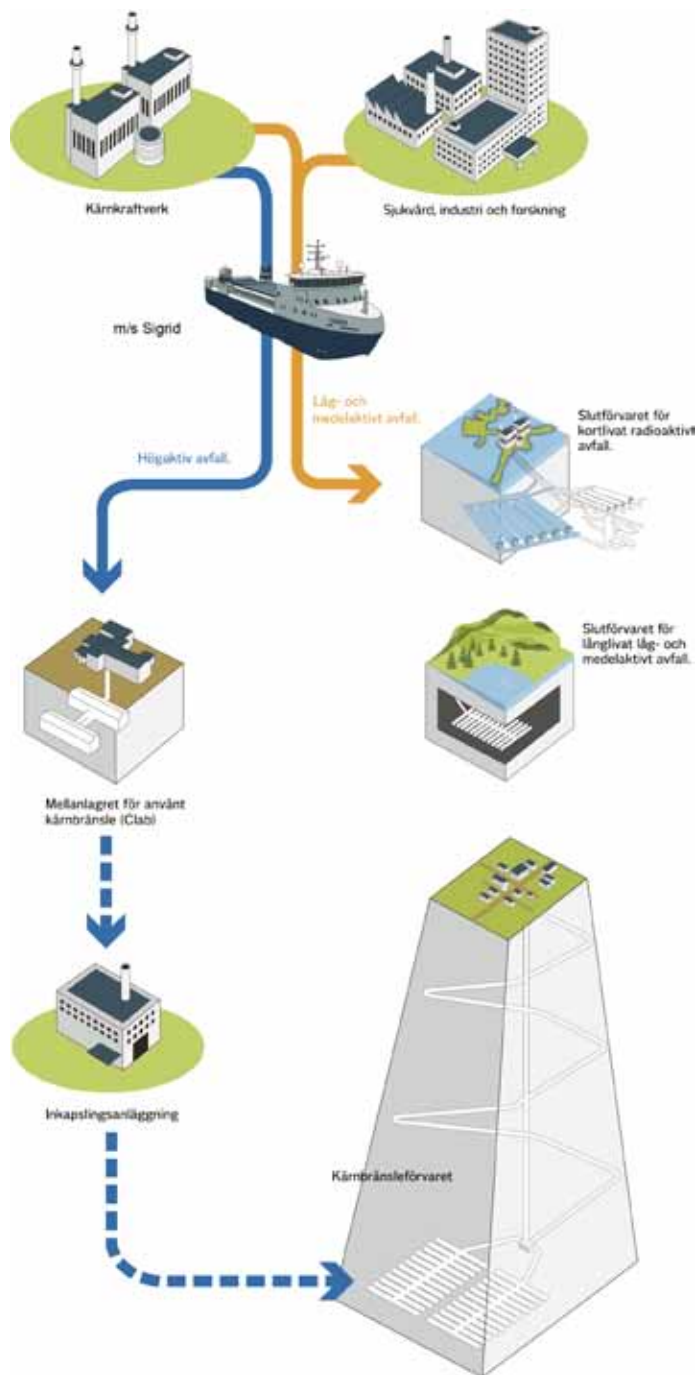
SKB, Svensk Kärnbränslehantering AB, har i uppdrag att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Kärnkraftverken betalar varje år in pengar till en speciell fond – Kärnavfallsfonden – som är avsedd för att finansiera planeringen och byggandet av avfallslager.

Ett slutförvar i berget

SKB planerar att bygga ett slutförvar i Forsmark, för allt använt kärnbränsle, som isolerar bränslet under lång tid – minst 100 000 år. Då behövs en stabil miljö, där förändringar sker ytterst långsamt. Slutförvaret kommer att byggas 500 meter ner i det svenska urberget. Bränslet kapslas in i kopparkapslar med insats av gjutjärn. Runt kapslarna läggs bentonitlera som fungerar som en buffert mot de eventuella små rörelser som kan förekomma i berget. Leran hindrar även vatten att strömma runt kapseln.

Förvaret kräver ingen övervakning eller kontroll av kommande generationer.

Det svenska systemet



Några viktiga milstolpar slutförvar kärnbränsle

2006
Ansökan inkapslingsanläggning enligt Kärntekniklagen

2011
Ansökan slutförvar enligt Kärntekniklagen
Ansökan inkapslingsanläggning, Clab och slutförvar enligt Miljöbalken

2009
Beslut om plats slutförvar till Östhammars kommun i närhet till Forsmark

2029
Driftstart planeras för slutförvar



Ringhals radioaktiva avfall

Högaktivt avfall

Bränsleelement 90-100 st per år

Låg- och medelaktivt avfall

Mindre än 1000 m³ per år

Fartyget m/s Sigrid



Beräknad leverans	2013
Längd	99,5 m
Bredd	18,6 m
Lastkapacitet behållare	12
Djupgående	cirka 4,5 m
Marschfart	12 knop

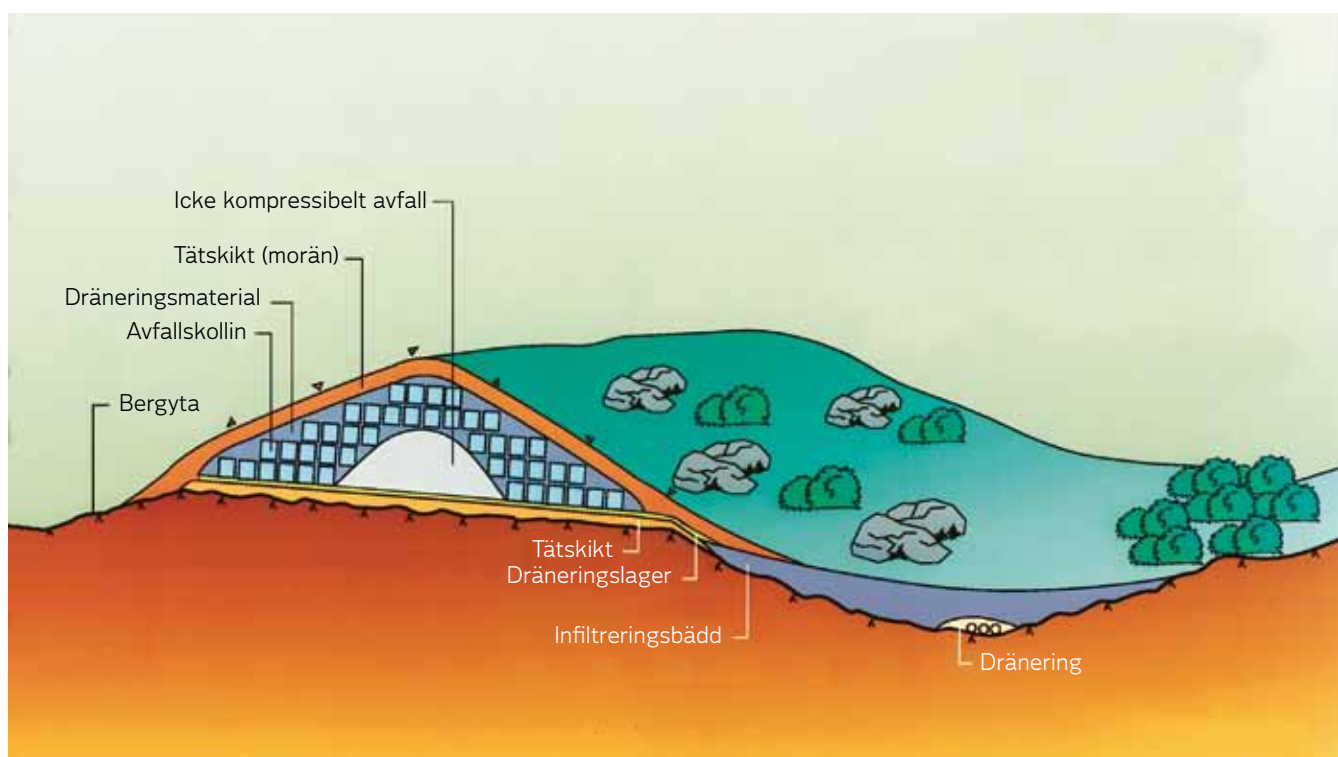
Transportbehållare för använt bränsle

Vikt	ca 80 ton
Lastkapacitet	17 BWR- eller 7 PWR-bränsleelement
Total längd	6150 mm
Total diameter	1950 mm
Material	Smidesstål
Tillverkning	Uddcomb, Sverige

Ringhals markförvar

På Ringhals industriområde finns ett markförvar för lågaktivt avfall. Det består av två huvuddelar – avfallslager och infiltrationsbädd. För att förhindra sättningar är förvaret placerat på en tätad bergyta. Avfall som inte går att komprimera placeras i centrum för att förvaret ska behålla sin form av en kulle. Sedan fylls lagret på med inplastade balar och andra förpackningar. Alltihop täcks med ett dränerande material och ovanpå detta läggs ett tätskikt av morän. Täck-

ningen av förvaret är till för att hålla det torrt och effektivt skärma av eventuell strålning. Infiltrationsbädden består av en blandning av sand, snäckskal och organiskt material. Lakvatten från förvaret passerar bädden där de ämnen som följer med vattnet kommer att bindas och därigenom fördröjs uttransporten till havet. I botten av bädden finns ett dräneringslager som leder lakvattnet till havet. Provtagning av lakvattnet sker regelbundet.





Bränslekuts: Benämning på den lilla cylinderformade bit av ihoppressad och sintrad (ihopsmält) urandioxid som ingår i en reaktorhård.

Clab: Centralt mellanlager för använt kärnbränsle. Clab ligger vid Oskarshamns kärnkraftverk.

Dekontaminering: Sanering. Betecknar inom strålskydd och kärnteknik avlägsnandet av smuts som innehåller radioaktiva ämnen. Motsatsen till kontaminering.

Deponi: Plats där avfall deponeras, i dagligt tal soptipp.

Dosimeter: Instrument som mäter hur stor stråldos en människa får.

Eco Management and Audit Scheme: Förkortas Emas. EU:s frivilliga miljöstyrnings- och miljörevisionsförordning, ett regelverk för företag att styra sitt miljöarbete.

Environment Product Declaration (EPD): EPD är en miljövarudeklaration som anger hur stor miljöpåverkan varje producerad enhet åstadkommer. EPD-deklarationen visar varje tänkbar miljöpåverkan från uranbrytningen till slutförvaring av avfall.

Friklassning: Material som befunnit sig på område där radioaktiva ämnen finns (kontrollerat område) och som efter särskild mätning visats ha så låg strålnivå att det kan hanteras utan restriktioner ur strålskyddssynpunkt.

Halveringstid: Den tid det tar för hälften av ett antal radioaktiva atomer att sönderfalla. Varje radioaktivt ämne har en specifik halveringstid (strålningen halveras).

ISO 14001: Internationell standard för företagens ledningssystem. ISO 14001 är standarden för miljöledning. Uppfyllande av viss standard innebär att företaget i fråga klarar att hålla minst den nivå som anges i standarden.

Joniserande strålning: Strålning som innehåller så mycket energi att den kan jonisera material. Denna strålning kan skada människans celler.

Kollektivdos: Sammanlagd stråldos till en grupp som har erhållit joniserande strålning. Uttrycks i mansievert, manSv.

Millisievert: mSv – måttenhet för stråldos till människa. 1 mSv motsvarar bakgrundsstrålningen under 1 år.

Radioaktivitet: Vissa ämnen är instabila och sänder ut joniserande strålning när de sönderfaller. Sönderfall mäts i becquerel, Bq, 1 Bq = 1 sönderfall per sekund.

SFR: Slutförvar för radioaktivt driftavfall. Ligger vid Forsmarks kärnkraftverk. Till driftavfall räknas bl a reservdelar som blivit bestrålade, liksom skyddskläder, verktyg, emballage, mätinstrument och filter.

Sigrid: Specialbyggt fartyg för transporter av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall.

SKB: Svensk Kärnbränslehantering AB – företag som utvecklar metoder för och tar hand om vårt radioaktiva avfall. SKB samägs av de svenska kärnkraftverken.

SSM: Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar inom områdena strålskydd och kärnsäkerhet och sorterar under miljödepartementet. SSM arbetar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden.

Stråldos: Joniserande strålning kan ge upphov till en påverkan på bestrålade celler. Mängden strålning per viktenhet benämns stråldos.

Strålning: Energi i rörelse, t ex ljus. Man skiljer mellan joniserande och icke joniserande. Ljus är icke joniserande.

Studsvik Radwaste: Behandlar låg- och medelaktivt avfall i Studsvik. Arbetar även med dekontaminering, avfallshandling och rivning.

TWh: Mått på energimängd. Terawattimma = 1 miljard kilowattimmar.

Uran: Radioaktivt metalliskt grundämne. Sönderfaller mycket långsamt.

Ädelgas: Ädelgaser är en grupp gasformiga grundämnen som pga sin struktur inte ingår några kemiska föreningar.

INFOCENTER

I Ringhals Infocenter kan du få information om energi, miljö och kärnkraft.



Ringhals Infocenter är öppet för besök och årligen tar vi emot cirka 13 000 personer.

Välkommen att kontakta oss för närmare information om visning och öppethållande på tel. 020-66 20 10. Eller besök vår hemsida www.vattenfall.se/ringhals.

El från kärnkraft

Ringhals AB
432 85 Väröbacka
Sverige

Tel 0340-66 70 00
Fax 0340-66 51 84

inforinghals@vattenfall.com
www.vattenfall.se/ringhals

