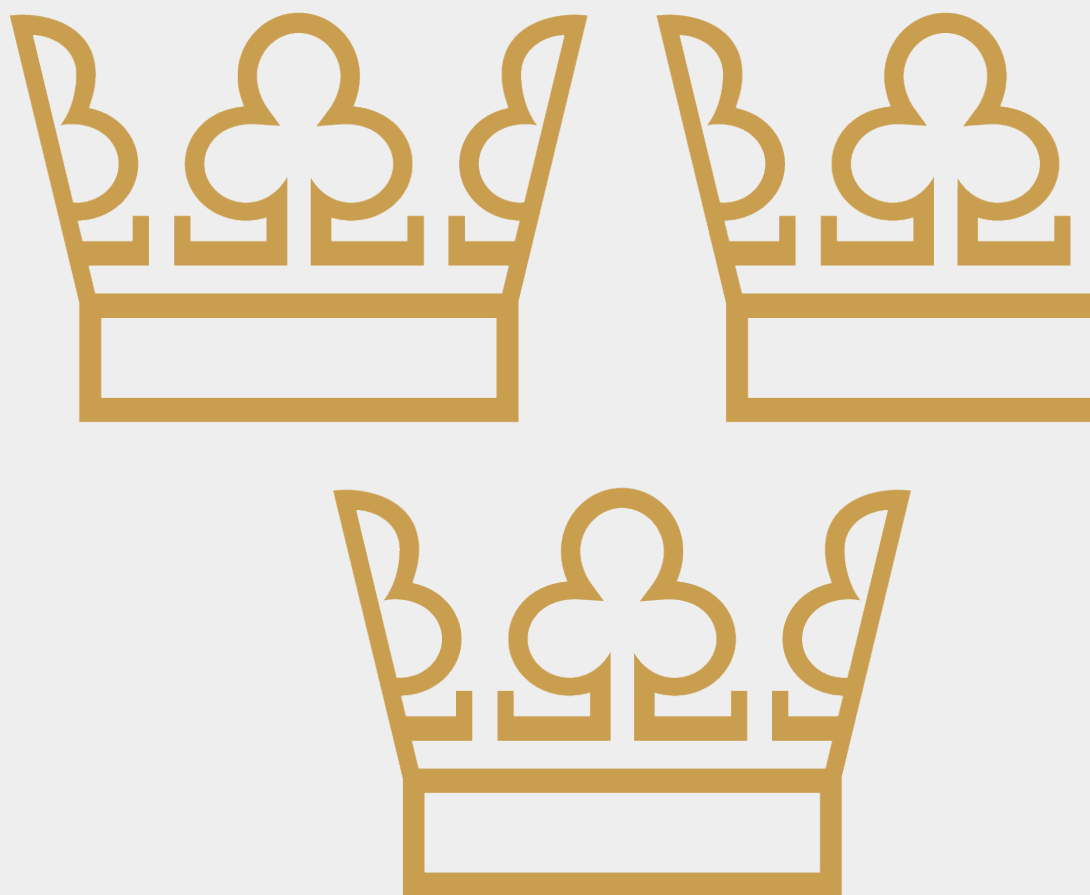


KÄRNAVFALLSAVGIFTER OCH SÄKERHETSBELOPP

Remissversion av förslag på avgifter och säkerhetsbelopp för
reaktorinnehavare 2021



Riksgäldens uppdrag

I september 2018 övertog Riksgälden ansvaret för de uppgifter inom kärnavfallsfinansiering som Strålsäkerhetsmyndigheten tidigare hade enligt lag (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter och förordning (2017:1179) om finansiering av kärntekniska restprodukter.

Riksgäldens roll som tillsynsmyndighet är att säkerställa att kärnkraftindustrin sätter av tillräckligt med ekonomiska resurser för att finansiera hanteringen och slutförvaringen av kärnavfall och använt kärnbränsle, avvecklingen och rivningen av anläggningarna samt den forskning som krävs för att möjliggöra detta. Det är kärnkraftsindustrin som ska betala – inte framtidens skattebetalare.

Riksgälden beslutar även om utbetalningar från Kärnavfallsfonden till olika mottagare och reviderar användningen av fondmedel. Myndigheten lämnar även yttranden över de säkerheter som industrin ska ställa för de beslutade finansierings- och kompletteringsbeloppen till regeringen.



Sammanfattning

Finansiering av kärnavfallsprogrammet

En reaktorinnehavare ska enligt 8 § förordningen (2017:1179) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringsförordningen), i samråd med övriga reaktorinnehavare, upprätta en kostnadsberäkning som redovisar de återstående kostnaderna för kärnavfallsprogrammet och ge in den till Riksgälden vart tredje år. Kärnavfallsprogrammet omfattar avveckling och rivning av de svenska kärnkraftverken, samt hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet från kärnkraftverken. Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) inkom i september 2019 med detta underlag (Plan 2019) på uppdrag av reaktorinnehavarna. SKB bedömer i Plan 2019 de återstående kostnaderna för kärnavfallsprogrammet till 110,0 miljarder kronor.

Reaktorinnehavare är skyldiga att löpande betalar in kärnavfallsavgifter till en gemensam fond, kärnavfallsfonden. Kärnavfallsavgifterna ska tillsammans med tidigare fonderade tillgångar täcka de förväntade återstående kostnaderna för programmet samt de kostnader som kan uppstå för staten för tillsyn och förvaltning av avgiftsmedel. Förutom att betala avgifter ska reaktorinnehavare även till Kärnavfallsfonden ställa godtagbara säkerheter motsvarande finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp. Riksgäldens uppdrag är att yttra sig över kostnadsunderlaget och till regeringen lämna förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavarna för kommande treårsperiod.

Ettårigt avgiftsförslag

I denna rapport lämnas Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för reaktorinnehavare för 2021, så att de remissinstanser som avses i 15 § finansieringsförordningen, har möjlighet att lämna synpunkter på underlaget. De beslutade kompletteringsbeloppen för perioden 2018-2020 föreslås förlängas att gälla även 2021. I rapporten sammanfattas även Riksgäldens granskning och bedömning av kostnadsunderlaget.

Riksgälden har sedan hösten 2018 arbetat med modellutveckling och analys för att anpassas beräkningarna av kompletteringsbeloppen till de nya bestämmelserna i finansieringsförordningen. Covid-19 pandemin omöjliggör att det utvecklings- och analysarbete som påbörjats kan slutföras så att förslag på kompletteringsbelopp kan remitteras och att förslag kan lämnas till regeringen före 30 september 2020.

Riksgälden ska enligt 14 § finansieringsförordningen lämna förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavare för kommande treårsperiod. Enligt 7 § finansieringsförordningen kan kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp, om det finns särskilda skäl, bestämmas för en kortare period. Riksgälden bedömer att de rådande omständigheterna utgör särskilda skäl. Detta förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp avser således endast 2021.

För åren 2022-2023 avser Riksgälden att lämna ett förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp i enlighet med bestämmelserna i finansieringslagen och finansieringsförordningen till regeringen senast under september 2021.

Riksgäldens synpunkter på kostnadsunderlaget

Riksgälden har fokuserat granskningen på fyra områden: utveckling av de beräknade kostnaderna för programmet, real pris- och löneutveckling, industrins osäkerhetsanalys och kärnkraftverkens prognoser på elproduktion. Riksgälden anser att dessa områden är särskilt kritiska för kostnadsutvecklingen i programmet som helhet. Dessutom har dessa områden varit föremål för tidigare granskningar och bör därför följas upp.

Granskningen av underlaget har på två punkter föranlett Riksgälden att använda annat underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp än det som SKB inkommit med: real pris- och löneutveckling samt kärnkraftverkens prognoser på elproduktion.

Utveckling av beräknade kostnader för kärnavfallsprogrammet

Riksgäldens genomgång av SKB:s historiska underlag visar en trendmässig kostnadsökning, där SKB vid varje ny kostnadsberäkning gjort bedömningen att underlagskalkylerna i kärnavfallsprogrammet ökat jämfört med föregående beräkning. Sambandet är stabilt över tid och gäller för samtliga tre perioder med olika drifttidsantagande. Riksgälden anser att SKB aktivt behöver arbeta med att kartlägga varför deras revideringar av underlagskalkylerna ökat historiskt och dra lärdomar av detta i deras arbete med framtida plan-rapporter.

Real pris- och löneutveckling

Med grund i den genomförda granskningen av SKB:s prognoser av prisutvecklingen på insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet bedömer Riksgälden att SKB:s grundkostnader ska ökas med 6,3 miljarder kronor jämfört med de grundkostnader som SKB menar bör ligga till grund för kärnavfallsavgifter och säkerheter. Denna justering är en konsekvens av att prognosmodellerna för de så kallade externa ekonomiska faktorerna (EEF) skattas på det sätt som Riksgälden i denna granskning bedömer vara ändamålsenligt. Detta innebär att Riksgäldens avgiftsberäkning baseras på den alternativa kostnadsberäkning (116,4 miljarder kronor) som SKB redovisat istället för den som SKB menar ska ligga till grund för beräkningen (110,0 miljarder kronor).

Även beaktat denna justering ser Riksgälden behov av vidare arbete inom ett antal områden för att förbättra underlaget inför nästa kostnadsberäkning. Av kanske störst vikt är SKB:s antagande om att kärnavfallsprogrammet kommer att kunna tillgodogöra sig samma produktivitetsförbättringar som historiskt observerats för hela branschen, vilket är ett starkt antagande som Riksgälden bedömer inte är tillräckligt väl underbyggt. Vidare belyser Riksgäldens granskning ett antal metod- och redovisningsfrågor där SKB behöver fördjupa analysen och framställningen.

Osäkerhetsanalysen

I vissa avseenden har osäkerhetsanalysen i Plan 2019 förbättrats jämfört med tidigare år, vilket bland annat medfört att den relativa standardavvikelsen i programmet ökat från 13 procent till 16 procent. Trots förbättringarna kvarstår flera brister i osäkerhetsanalysen.

För de första är detaljeringsgraden i analysen alltför hög, vilket gör att analysarbetet blir omfattande och svåröverblickbart, och kan ge en falsk bild av exakthet. Dessutom används för många variationer med för låg eller ingen inbördes samvariation, vilket gör att det uppstår en diversifieringseffekt som bidrar till att hålla nere standardavvikelsen. För det andra innebär analysgruppens sammansättning, där majoriteten av medlemmarna och moderatören har koppling till kärnkraftsindustrin, en risk för bias i bedömningarna. För det tredje krävs det mer analys avseende rimligheten i egenskaperna och formen på den resulterande kostnadsfördelningen. För det fjärde saknar osäkerhetsmodellen

tekniska förutsättningar att simulera tidsfördelade osäkerheter, vilket bland annat medför att tidsförskjutningar inte simuleras ändamålsenligt.

Ovanstående brister leder till att den totala risken i kostnaderna troligen är underskattad, vilket bekräftas av indikativa jämförelser med spridningen i kostnader för andra stora infrastrukturprojekt.

Prognoser för elproduktion

Jämförelsen mellan reaktorinnehavarnas och Riksgäldens prognoser pekar på att reaktorinnehavarna systematiskt överskattat sin framtida produktion. Riksgäldens prognosmodell gör ingen entydig över- eller underskattning av produktionen i de olika reaktorerna. Träffsäkerheten i Riksgäldens prognoser är något bättre än industrins prognoser. Tillgänglighetsnivån som antas gälla i reaktorinnehavarnas prognoser för 2021-2035 är dessutom betydligt högre än vad som uppnåtts historiskt för samtliga reaktorer.

Sammantaget bedömer därmed Riksgälden att reaktorinnehavarnas prognoser inte bör användas som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter. Beräkningarna bör istället göras med Riksgäldens prognosmodell. Med Riksgäldens prognosmodell blir den totala förväntade återstående elproduktionen under perioden 2021-2035 613 TWh, vilket är 7 procent lägre än reaktorinnehavarnas prognoser.

Samlad bedömning av underlaget

SKB har med Plan 2019 i vissa avseenden beaktat de synpunkter som lämnades i granskningen av Plan 2016 i samband med föregående avgiftsförslag. Bland annat redovisar SKB nu beräkningar för EEF i enlighet med de riktlinjer som tagits fram och vad gäller osäkerhetsanalysen har riskfaktorer slagits samman i viss utsträckning. Därmed har vissa steg tagits i rätt riktning för att få en mer rättvisade bild av de återstående förväntade kostnaderna för kärnavfallsprogrammet och osäkerheten kring dessa. Dock kvarstår flera brister i SKB:s kostnadsunderlag som Riksgälden bedömer att SKB behöver åtgärda inför nästa kostnadsberäkning, Plan 2022.

Förslag på kärnavfallsavgifter och säkerheter

Huvudprincipen för Riksgäldens beräkningar av kärnavfallsavgifter är att nuvärdet av en reaktorinnehavares skuld ska balanseras av nuvärdet av reaktorinnehavarens tillgångar vid början av nästa avgiftsperiod. Framtida betalningarna diskonteras med den avkastning som kärnavfallsfonden kan förväntas uppnå på sina placeringar. Den riskfria diskonteringsräntekurvan beräknas enligt reglerna för tjänstepensionsbolag som anges i Finansinspektionens föreskrifter FFFS 2019:21. För att bedöma framtida inbetalningar till kärnavfallsfonden anses varje reaktor ha en total drifttid om 50 år eller en återstående drifttid om minst sex år (den s.k. sexårs-regeln), om det inte finns skäl att anta att drifttiden kan komma att upphöra dessförinnan. Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp framgår av tabell 1.

Tabell 1. Förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för 2021

Tillståndshavare	Kärnavfallsavgift	Finansieringsbelopp	Kompletteringsbelopp
Forsmark Kraftgrupp AB	3,4 öre/kWh (3,3 öre/kWh)	7 518 mnkr (8 528 mnkr)	4 729 mnkr (4 729 mnkr)
OKG AB	6,3 öre/kWh (6,4 öre/kWh)	7 770 mnkr (8 771 mnkr)	3 448 mnkr (3 448 mnkr)
Ringhals AB	5,4 öre/kWh (5,2 öre/kWh)	8 297 mnkr (10 264 mnkr)	4 922 mnkr (4 922 mnkr)
Barsebäck Kraft AB	54 mnkr/år (543 mnkr/år)	185 mnkr (1 591 mnkr)	2 019 mnkr (2 019 mnkr)

Not: Nuvarande kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för perioden 2018-2020 inom parentes.

Som framgår av tabellen är skillnaderna mot nuvarande avgiftsnivåer relativt små för tillståndshavare som har reaktorer i drift trots att alla poster i balansräkningen märkbart förändrats jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsberäkning. Skuldsidan har ökat till följd av dels en real ökning av de återstående grundkostnaderna och dels på grund av diskonteringseffekter som ökar nuvärdet av kostnaderna. Samtidigt har avkastningen i kärnavfallsfonden hittills varit högre än prognos under nuvarande avgiftsperiod, vilket ökar fondsaldot jämfört med vad som förväntades vid den föregående avgiftsberäkningen. Nettoeffekten är att det återstående finansieringsbehovet ökat eftersom att nuvärdet av skulden ökat mer än fondvärdet, vilket allt annat lika innebär ett behov av ökat avgiftsuttag. Emellertid har också värdet av den förväntade återstående elproduktionen ökat, vilket har en dämpande effekt, och gör att avgifterna kan hållas kvar på ungefär samma nivåer.

Barsebäcks fasta årliga avgift sjunker kraftigt med 90 procent. Detta förklaras av att en tillståndshavare utan aktiv elproduktion ska betala in hela det återstående finansieringsbehovet över de kommande tre åren, vilket betyder att den förväntade avgiften för nästkommande avgiftsperiod alltid är noll för Barsebäck. Att det trots detta kvarstår ett finansieringsbehov för Barsebäck beror på att skuldsidan, dvs. nuvärdet av de förväntade återstående kostnaderna, ökat mer än Barsebäcks fondsaldo sedan den föregående avgiftsberäkningen.

Finansieringsbeloppen sjunker från nuvarande nivåer för samtliga tillståndshavare. Detta beror på att avgifter betalas in och fonden byggs upp mot full finansiering av de förväntade återstående kostnaderna, och finansieringsbehovet förväntas därför successivt minska i storlek för att gå mot noll när elproduktionen upphör.

Vad gäller kompletteringsbeloppen föreslår Riksgälden att de kompletteringsbelopp för reaktorinnehavarna som regeringens beslutat om för 2018-2020 förlängas att gälla även för 2021.

Riksgälden vill understryka att de kompletteringsbelopp som föreslås för 2021 kommer att vara för låga för att uppfylla kraven i den nya finansieringslagen och finansieringsförordningen. Indikativa beräkningar tyder på att kompletteringsbeloppen kommer att behöva öka påtagligt för att uppfylla dessa krav. Även resultatet av Riksgäldens granskning av SKB:s kostnadsunderlag indikerar att kompletteringsbeloppen kan vara underskattade. Statens risk kopplat till kompletteringsbeloppens storlek beror dock även på hur stor sannolikheten är för att säkerheterna behöver påkallas. Sammantaget, och med de nu rådande omständigheterna, bedömer Riksgälden att statens risk inte ökar på ett oacceptabelt sätt genom en förlängning av beslutade kompletteringsbelopp i ett år.

Innehåll

1	Inledning	10
1.1	Ettårigt förslag på nya kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp	10
1.1	Kompletteringsbeloppen i detta förslag	11
2	Bakgrund	13
2.1	Det svenska kärnavfallsprogrammet	13
2.2	Finansieringssystemet för kärnkraftens restprodukter	14
2.3	Reaktorinnehavarnas redovisning av kostnader	16
2.4	Föregående avgiftsförslag	18
3	Riksgäldens synpunkter på kostnadsunderlaget	20
3.1	Utveckling av beräknade kostnader för kärnavfallsprogrammet	20
3.2	Real pris- och löneutveckling	23
3.3	Osäkerhetsanalysen	27
3.4	Prognoser för elproduktion	35
4	Principer för beräkningarna	42
4.1	Balansräkning för en reaktorinnehavare	42
4.2	Diskontering av kassaflöden	48
5	Kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp	51
5.1	Förslag till kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för 2021	51
5.2	Förklaring av förändringar av avgifter och finansieringsbelopp	52
5.3	Forsmarks Kraftgrupp AB	57
5.4	OKG AB	59
5.5	Ringhals AB	61
5.6	Barsebäck Kraft AB	63
	Ordlista	65
	Referenser	68
	Bilaga 1: Granskning av EEF	70
	Bilaga 2: Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019	71

Bilaga 3: Granskning av prognoser för elproduktionen vid de svenska kärnkraftverken 2021-2035	72
Bilaga 4: Beräkning av merkostnader	73

1 Inledning

Riksgälden ska enligt 14 § förordningen (2017:1179) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringsförordningen) lämna förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavare för kommande treårsperiod. Förslagen ska ges in inom tolv månader från det att reaktorinnehavarnas kostnadsberäkning ska ha gets in, vilket innebär senast 30 september 2020.

Enlig 15 § samma förordning ska Riksgäldskontoret ge tillståndshavaren tillfälle att lämna synpunkter på förslaget. Om förslaget gäller en reaktorinnehavare, ska även berörda myndigheter, kommuner och organisationer ges tillfälle att lämna synpunkter.

I denna rapport lämnas Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för reaktorinnehavare för 2021, så att de som avses i 15 § finansieringsförordningen har möjlighet att lämna synpunkter på underlaget.

1.1 Ettårigt förslag på nya kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp

Riksgälden har sedan hösten 2018 arbetat med modellutveckling och analys för att anpassa beräkningarna av kompletteringsbeloppen till de nya bestämmelserna i finansieringsförordningen. Covid-19-pandemin omöjliggör att det utvecklings- och analysarbete som påbörjats kan slutföras så att förslag på kompletteringsbelopp kan remitteras enligt 15 § finansieringsförordningen och att förslag enligt 14 § kan lämnas till regeringen före 30 september 2020.

Enligt 7 § finansieringsförordningen kan kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp, om det finns särskilda skäl, bestämmas för en kortare period. Riksgälden bedömer att de rådande omständigheterna utgör särskilda skäl. Detta förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp avser således endast 2021.

Förslaget innehåller nya och helt uppdaterade beräkningar av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för 2021 i enlighet med bestämmelserna i lagen (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringslagen) och finansieringsförordningen. De kompletteringsbelopp för reaktorinnehavarna som regeringens beslutat om för 2018-2020 föreslås förlängas att gälla även för 2021.

För åren 2022-2023 avser Riksgälden att lämna ett förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp i enlighet med bestämmelserna i finansieringslagen och finansieringsförordningen till regeringen senast under september 2021.

1.1 Kompletteringsbeloppen i detta förslag

De kompletteringsbelopp för reaktorinnehavarna som regeringens beslutat om för 2018-2020 föreslås förlängas att gälla även för 2021. Dessa framgår av tabell 2, nedan.

Tabell 2. Beslutade kompletteringsbelopp för 2018-2020 och förslag för 2021

Reaktorinnehavare	Förslag på kompletteringsbelopp för 2021 (miljoner kronor)
Forsmarks Kraftgrupp AB	4 729
OKG AB	3 448
Ringhals AB	4 922
Barsebäck Kraft AB	2 019

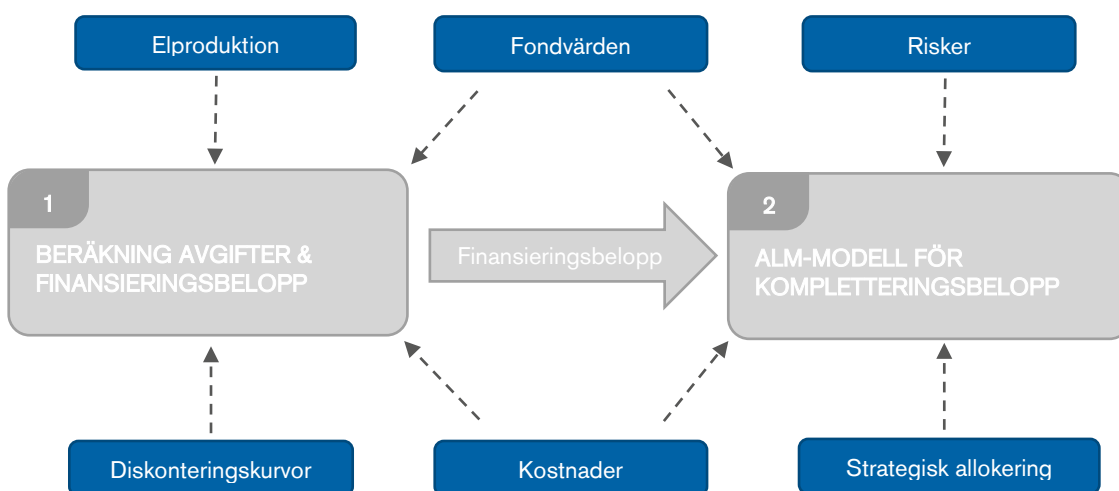
Dessa kompletteringsbelopp är beräknade i enlighet med bestämmelserna i den numera upphävda finansieringslagen. Det innebär att kompletteringsbeloppen beräknades enligt principen att de skulle vara ett belopp som motsvarar en skälig uppskattning av kostnader som kan uppkomma till följd av oplanerade händelser för reaktorinnehavarens skyldigheter. Reaktorinnehavare skulle även föreslå vilka kompletteringsbelopp som bör gälla.

I den nu gällande finansieringslagen definieras kompletteringsbeloppet (9 c §) som det belopp som tillsammans med finansieringsbeloppet och reaktorinnehavarens andel i kärnavfallsfonden gör att reaktorinnehavaren med hög sannolikhet kan fullgöra sina skyldigheter även om inga ytterligare kärnavfallsavgifter betalas.

Kompletteringsbeloppet ska, förutom risker på skuldsidan, således även ska ta hänsyn till framtida osäkerheter i avkastningen på medel i kärnavfallsfonden. Kompletteringsbeloppen ska enligt finansieringsförordningen beräknas av Riksgälden.

Den metod som Riksgälden kommer att använda för att beräkna kompletteringsbeloppet kräver att in- och utbetalningar analyseras tillsammans för varje tidssteg, samt att en fördelning av fondens nettovärde går att simulera över tid. Därför görs till skillnad från uträkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp en stokastisk beräkning genom Asset Liability Modelling (ALM-analys). De två stegen för beräkning av, å ena sidan avgifter och finansieringsbelopp, å andra sidan kompletteringsbelopp, kan sammanfattas i figur 1 nedan.

Figur 1. Beräkningssteg



För beräkning av avgifter och finansieringsbelopp krävs uppskattningar av framtida elproduktion, kassaflöden för framtida utbetalningar och en diskonteringsräntekurva.

Vid beräkning av kompletteringsbeloppen används samma underliggande kassaflöden för utbetalningar som vid beräkning av avgifter och finansieringsbelopp. Däremot utsätts dessa kassaflöden för riskfaktorer som behöver kvantifieras. Även risker i den framtida avkastningen i kärnavfallsfonden behöver uppskattas, samt antaganden om hur kärnavfallsfonden placerar sina tillgångar. Beräkningen av kompletteringsbeloppet är även beroende av nivån på finansieringsbeloppet.

I samband med att Riksgälden lämnar nytt förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp kommer en mer utförlig beskrivning av ALM-modellen och de antaganden som görs att lämnas.

Riksgälden vill understryka att de kompletteringsbelopp som föreslås för 2021 kommer att vara för låga för att uppfylla kraven i den nya finansieringslagen och finansieringsförordningen. Indikativa beräkningar tyder på att kompletteringsbeloppen kommer att behöva öka påtagligt för uppfylla dessa krav. Även resultatet av Riksgäldens granskning av SKB:s kostnadsunderlag indikerar att kompletteringsbeloppen kan vara underskattade. Statens risk kopplat till kompletteringsbeloppens storlek beror dock även på hur stor sannolikheten är för att säkerheterna behöver påkallas. Sammantaget, och givet de rådande omständigheterna, bedömer Riksgälden att statens risk genom en förlängning av beslutade kompletteringsbelopp i ett år inte ökar på ett oacceptabelt sätt.

2 Bakgrund

Kärnavfallsprogrammet är ett av Sveriges genom tiderna största infrastrukturprojekt med beräknade återstående kostnader på över 100 miljarder kronor. Programmet omfattar avveckling och rivning av samtliga kärnkraftverk, samt hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet från kärnkraftverken. Forskning och utveckling av en säker metod för att kunna hantera och förvara det använda kärnbränslet har pågått sedan 1970-talet och över 40 miljarder har hittills investerats. Metoden som utvecklats innebär att det använda kärnbränslet placeras i kopparkapslar som deponeras 500 meter ner i urberget, omgiven av bentonitlera. Kärnbränslet måste isoleras i minst 100 000 år. Det är industrin som ansvarar för genomförandet av programmet samt att sätta av medel för att trygga finansieringen. Industrin har även till uppgift att bedöma programmets kostnader och att vart tredje år lämna in en kostnadsberäkning till Riksgälden. Riksgäldens roll är att granska kostnadsunderlaget och föreslå kärnavfallsavgifter till regeringen, som tillsammans med tillgångarna i kärnavfallsfonden ska finansiera de återstående åtgärderna i programmet. Riksgälden ska också föreslå två olika säkerhetsbelopp till regeringen som reaktorinnehavarna ska ställa säkerheter för.

2.1 Det svenska kärnavfallsprogrammet

Kärnavfallsprogrammet omfattar avveckling och rivning av de svenska kärnkraftverken, samt hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet från kärnkraftverken. Det finns totalt tolv kärnkraftsreaktorer i Sverige, fördelade på fyra kärnkraftverk: Forsmark, Oskarshamn, Ringhals och Barsebäck. Av dessa tolv reaktorer kommer hälften att vara i drift från 2021¹.

Reaktorernas planerade drifttid är en viktig faktor för genomförandet av kärnavfallsprogrammet. Reaktorernas drifttider styr prognoserna för de mängder radioaktivt avfall och använt kärnbränsle som ska omhändertas, samt när i tiden behov för olika typer lagring uppstår. Reaktorernas drifttillstånd är i princip obegränsat i tiden och reaktorinnehavarna får driva reaktorerna så länge de uppfyller säkerhetskraven och har tillstånd. Det är Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) som ansvarar för drifttillsynen vid kärnkraftverken. Ägarna har gjort investeringar för att kunna upprätthålla totalt 60 års drift (som längst till 2045) för de sex reaktorer som är kvar i drift från och med 2021. Det är såldes 60 års drift som utgör planeringsunderlaget för kärnavfallsprogrammet. Med dessa förutsättningar förväntas hela kärnavfallsprogrammet vara avslutat i mitten på 2080-talet.

Det är Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), som på uppdrag av sina ägare, ansvarar för genomförandet av hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet från kärnkraftverken. Avfallssystemet, planen för genomförande och planer för den fortsatta forskningen och teknikutvecklingen redovisas vart tredje år i ett så kallat Fud-program (forskning, utveckling och

¹ Forsmark kommer att ha tre reaktorer i drift (F1, F2, F3), Ringhals två (R3 och R4) och Oskarshamn en (O3). Oskarshamn stängde två reaktorer 2015 och 2017 och Ringhals har sedan tidigare stängt R2 vid årsskiftet 2019 och beslutat om stängning av R1 vid årsskiftet 2020. Barsebäck stängde sina två reaktorer (B1 och B2) 1999 respektive 2005.

demonstration). Senaste underlaget lämnades in till SSM den 30 september 2019 (SKB, 2019a). Reaktorbolagen ansvarar själva för genomförandet av avveckling och rivning av kärnkraftverken.

Avfallssystemet för omhändertagande av radioaktivt avfall kan delas in i två huvuddelar: en för låg och medelaktivt avfall och en för det använda kärnbränslet. Systemet för hantering av låg och medelaktivt avfall kan i sin tur delas in i kortlivat avfall, respektive långlivat avfall. Kortlivat avfall består främst av delar från rivningen av kärnkraftverken. Delarna kommer i huvudsak att deponeras i slutförvaret för kortlivat avfall (SFR). SFR är lokaliserat vid Forsmarks kärnkraftverk vid Östersjön med ca 60 meters bergtäckning. I dagsläget slutförvares endast driftavfall i SFR, varför en utbyggnad av anläggningen kommer att behöva ske för att ge plats för tillkommande kortlivat avfall och från både drift och rivning. Långlivat avfall består i huvudsak av hårdkomponenter från reaktorerna, som exempelvis styrtavar. Långlivat avfall planeras att slutförvaras i slutförvaret för långlivat avfall (SFL). Utvecklingen av SFL är i ett tidigt skede, men konceptet består av ett relativt litet förvar men på stort djup i berggrunden. Lagret planeras att driftsättas runt 2045. Fram till dess behöver det långlivade avfallet mellanlagras, vilket delvis sker på kärnkraftverken.

Omhändertagandet av det använda kärnbränslet består av många delar som samverkar. I väntan på slutförvaring sker lagring i ett centralt lager för använt kärnbränsle (Clab). Förvaringen i Clab görs i vattenbassänger på ca 30 meters djup under markytan. Innan det använda kärnbränslet kan deponeras i slutförvaret ska det kapslas in i kopparkapslar. För detta ändamål behöver SKB konstruera en inkapslingsanläggning. När inkapslingsanläggningen sammankopplats med Clab kommer de båda anläggningarna att drivas som en integrerad anläggning och kallas Central anläggning för mellanlagring och inkapsling av använt kärnbränsle (Clink).

Forskning på att utveckla en metod för slutförvaring av använt kärnbränsle har pågått sedan 1980-talet. Kapseln som ska omsluta kärnbränslet kommer bestå av ett kopparhölje och en insats av segjärn. Totalt planeras ca 5 600 kapslar med använt kärnbränsle behöva slutförvaras. Kopparkapslarna kommer slutförvaras i anläggningen för slutförvaring av använt kärnbränsle (SFK). SFK planeras att byggas ca 470 meter under marknivå i berget vid Forsmark i Östhammars kommun. SFK:s lagringsutrymmen kommer bestå av ett stort antal deponeringstunnlar med borrhåll deponeringshål i botten på tunnarna. Efter deponering av kapslar kommer tunnarna fyllas med en typ av svällande lera som kallas bentonit. Kopparkapseln, leran och berget utgör tillsammans de tre huvudsakliga skyddsbarriärerna av det använda kärnbränslet.

Transport av kärnavfall görs från kärnkraftverken till sjös med fartyget m/s Sigrid. Fartyget har dubbla bottenar och dubbel bordläggning för att skydda lasten vid en eventuell grundstötning eller kollision. Lastning och lossning sker via specialbyggda fordon.

2.2 Finansieringssystemet för kärnkraftens restprodukter

Den som har tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) är enligt 13 § samma lag skyldig att svara för sådana kostnader som avses i 10 - 12 §§, dvs. för en säker hantering och slutförvaring av kärntekniska restprodukter, avveckling och rivning av anläggningarna när verksamheten inte längre ska bedrivas, samt den forskning som krävs för att möjliggöra åtgärderna. Skyldigheterna kvarstår enligt 14 § kärntekniklagen till dess att åtgärderna har fullgjorts, även om tillståndet upphör. För att säkerställa finansieringen av de skyldigheter som följer av kärntekniklagen finns finansieringslagen. Syftet med lagstiftningen är att kostnaderna för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall ska täckas av dem som genererat avfallet, staten ska varken betala för avveckling eller slutförvar.

Ett företag som har tillstånd att inneha eller driva en eller flera kärnkraftsreaktorer som inte permanent har stängts av före den 1 januari 1975 är reaktorinnehavare. I Sverige finns följande fyra reaktorinnehavare, som därmed omfattas av de skyldigheter som följer av finansieringslagen:

- Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA, Forsmark)
- OKG AB (OKG, Oskarshamn)
- Ringhals AB (RAB, Ringhals)
- Barsebäck Kraft AB (BKAB, Barsebäck)

Närmare bestämmelser om finansiering och redovisning av kostnader finns i finansieringsförordningen. Enligt finansieringsförordningen ska reaktorinnehavare i samråd upprätta en kostnadsberäkning som redovisar de återstående kostnaderna för kärnavfallsprogrammet. Kostnadsberäkningen ska ges in till Riksgälden senast under september månad vart tredje år. I praktiken samordnas arbetet genom det gemensamt ägda bolaget Svensk Kärnbränslehantering (SKB). Kostnadsberäkningen ska spegla genomförandet av kärnavfallsprogrammet som det beskrivs i Fud-program 2019, men med hänsyn till de förutsättningar som ligger till grund för fondering av avgifter enligt finansieringslagstiftningen.

Riksgälden har enligt samma förordning till uppgift att yttra sig över kostnadsunderlaget och till regeringen lämna förslag på kärnavfallsavgifter för reaktorinnehavare för kommande treårsperiod. Kärnavfallsavgifterna ska tillsammans med tidigare fonderade tillgångar täcka de förväntade återstående kostnaderna för programmet samt de kostnader som kan uppstå för staten för tillsyn och förvaltning av avgiftsmedel (i lagstiftningen benämns dessa som merkostnader). För reaktorinnehavare som har en eller flera kärnkraftsreaktorer som inte är permanent avstängda, dvs. FKA, OKG och RAB, ska avgiften anges i kronor per levererad kilowattimme el. För reaktorinnehavare som har samtliga reaktorer permanent avställda, dvs. BKAB, ska kärnavfallsavgiften anges som ett fast årligt belopp i kronor. Riksgäldens beräkning av kärnavfallsavgifter baseras på förväntade värden av alla ingående parametrar.

Efter att regeringen beslutat om nivåer på kärnavfallsavgifter, betalar reaktorinnehavarna in avgifterna till en gemensam fond, kärnavfallsfonden. Tillgångarna i fonden förvaltas av en statlig myndighet med samma namn, Kärnavfallsfonden. Enligt 13 § finansieringslagen ska fondmedlen förvaltas aktsamt för att säkerställa finansieringen av de framtida kostnaderna som avgifterna är avsedda för. Närmare bestämmelser om fondens förvaltning, exempelvis tillåtna tillgångsslag, redogörs för i förordningen (2017:1180) om förvaltningen av kärnavfallsfondens medel (förvaltningsförordningen).

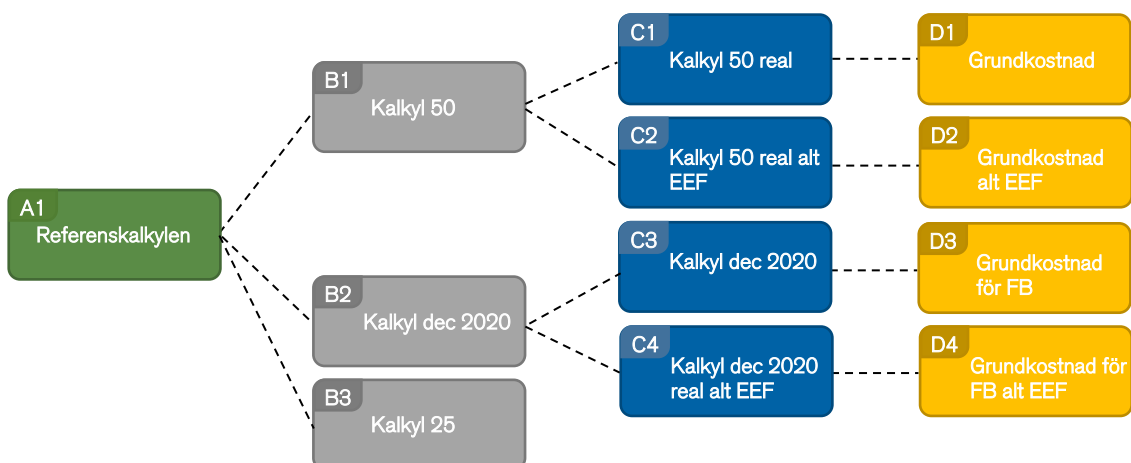
Förutom att betala avgifter ska reaktorinnehavarna även till Kärnavfallsfonden ställa godtagbara säkerheter motsvarande finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp. Finansieringsbeloppet är ett belopp som motsvarar skillnaden mellan en reaktorinnehavares återstående kostnader och de medel som redan har fonderats i kärnavfallsfonden. Kompletteringsbeloppet är ett belopp som tillsammans med finansieringsbeloppet och reaktorinnehavarnas andel i kärnavfallsfonden gör att reaktorinnehavaren med hög sannolikhet kan fullgöra sina skyldigheter. Riksgälden lämnar, tillsammans med förslag om kärnavfallsavgifter, till regeringen även förslag på storlek på dessa säkerhetsbelopp för reaktorinnehavarna. Regeringen beslutar om de säkerheter som tillståndshavarna föreslår är godtagbara efter att Riksgälden yttrat sig över tillståndshavarnas förslag.

2.3 Reaktorinnehavarnas redovisning av kostnader

Reaktorinnehavarna är skyldiga enligt 8 § finansieringsförordningen att vart tredje år upprätta en kostnadsberäkning för de återstående kostnaderna för omhändertagande av kärntekniska restprodukter och ge in den till Riksgälden. Kostnadsberäkningen ska bland annat redovisa de kostnader som är gemensamma för reaktorinnehavarna och de kostnader som är hänförliga till reaktorinnehavarens reaktorer. Av 9 § samma förordning framgår att kostnaderna ska avse det sannolikhetsvägda medelvärdet av samtliga kostnader i den utfallsmängd som har antagits för beräkningen.

Arbetet med att ta fram kostnadsberäkningar delegeras av reaktorinnehavarna till SKB. Den 30 september 2019 inkom SKB med ett gemensamt kostnadsunderlag, kallat Plan 2019, som är en uppföljare till den kostnadsberäkning som redovisades för tre år sedan, Plan 2016. Plan 2019 består av flera kalkyler med olika grundförutsättningar. Kalkylerna bygger på varandra och tas fram i en stegvis process. Figur 2 visar hur de olika kalkylerna hänger ihop.

Figur 2. Samband mellan kostnads-kalkylerna i Plan 2019



Källa: SKB

I första steget beräknas de så kallade referenskostnaderna (A1), vilka utgår från reaktorinnehavarnas aktuella planeringsförutsättningar vad gäller reaktorernas drifttider och förväntade volymer radioaktivt avfall samt använt kärnbränsle. Estimeringen av referenskostnaden bygger på en deterministisk metod, dvs. att förutsättningar för kalkylen är fasta. Referenskostnaderna erhålls genom att sammanställa en stor mängd underlagskalkyler, av SKB kallade grundkalkyler, för kärnavfallsprogrammets olika delar. SKB ansvarar att ta fram grundkalkylerna, ofta med stöd av olika konsulter, för de delar som är gemensamma för reaktorinnehavarna (samkostnader). Detta kan exempelvis vara byggnation av slutförvaret för använt kärnbränsle och inkapslingsanläggningen. Beräkningen av de kostnader som är unika för respektive reaktorinnehavare (särkostnader), i huvudsak avveckling av reaktorerna, ansvar reaktorinnehavarna själva för. För en del grundkalkyler har nya beräkningar gjorts inför Plan 2019 (exempelvis SFR-utbyggnaden). Vissa av kalkylerna är dock betydligt äldre (exempelvis avvecklingskostnaderna för Ringhals, som är från 2010).

Finansieringsförordningen reglerar att den återstående totala drifttiden för reaktorer som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter ska vara 50 år, dock minst sex år från nästa avgiftsperiods början,

om det inte finns skäl att anta tidigare avställning. I detta syfte skalar SKB ner referenskalkylen i nästa steg för att erhålla kalkyl 50 (B1), som alltså motsvarar en total drifttid för varje reaktor på 50 år. Eftersom drifttiden i kalkyl 50 har minskat med 10 år per reaktor så minskar SKB också antalet kapslar med använt kärnbränsle som ska omhändertas. På uppdrag av Riksgälden har SSM undersökt hur SKB skalar ned referenskostnaderna till kalkyl 50 (SSM, 2020a). Mot bakgrund av SSM:s kommentarer bedömer Riksgälden att SKB:s anpassningar av referenskostnaderna i nuläget inte kräver vidare granskning. Det bör dock noteras att tidpunkterna för rivning av reaktorerna bygger på 60 års drift.

SKB tar även fram kalkyl dec 2020 (B2), vilken innefattar drift av reaktorerna fram till december 2020. Syftet med kalkyl dec 2020 är att ge underlag för beräkning av finansieringsbeloppet, vilket beräknas under förutsättningen att ingen ytterligare elproduktion sker, och därmed att inga ytterliga avgifter betalas in. I tillägg beräknas även kalkyl 25 (B3), vilket motsvarar drift av reaktorerna i totalt 25 år. SKB använder kalkyl 25 för att i ett senare skede fördela kostnader på de fyra reaktorinnehavarna. Fördelningen baseras på avtal mellan reaktorbolagen.

I nästa steg justeras underlaget för reala kostnadsförändringar för att erhålla kalkyl 50 real (C1). Justeringen görs med en metod som kallas externa ekonomiska faktorer (EEF).² Med metoden görs en prognos, som bygger på historisk data, för den reala utvecklingen för ekonomiska faktorer som av SKB bedöms vara representativa för kärnavfallsprogrammet. I Plan 2019 gör SKB även en alternativ beräkning, kalkyl 50 real alt EEF (C2), som bygger på kalkyl 50 men justeras för EEF enligt SSM:s riktlinjer. Motsvarande justering görs på kalkyl dec 2020 för att erhålla kalkyl dec 2020 real (C3) och kalkyl dec 2020 real alt EEF (C4).

Slutligen gör SKB ett påslag för "oförutsett och risk", kallat osäkerhetspåslag, på samtliga fyra kalkyler. På så sätt fås återstående grundkostnad (D1), återstående grundkostnad alt EEF (D2), återstående grundkostnad för FB (D3) och återstående grundkostnad för FB alt EEF (D4). Påslaget beräknas med en osäkerhetsmodell som består dels av en tillämpning av den så kallade *successiva principen*, dels av en stokastisk beräkningsmodell.³ Det faktiska osäkerhetspåslaget är skillnaden mellan medelvärdet av den stokastiska simuleringen i osäkerhetsanalysen och Kalkyl 50 real, respektive kalkyl 50 real alt EEF. I beräkning av påslaget för kalkylerna som underlag för finansieringsbeloppet görs ingen ny simulering. Istället görs ett schablonmässigt antagande om påslag baserat på förhållandet mellan storleken på kostnaderna i de två kalkylerna. Med hjälp av kalkyl 25 i steg B fördelas även kostnaderna på de fyra reaktorinnehavarna.

För att efterleva finansieringslagens krav om att grundkostnaderna ska vara fördelade över tid har SKB i Plan 2019, efter att Riksgälden begärt in informationen, använt en metod benämnd *stretchning*. I korthet går metoden ut på att tidsfördela det totala osäkerhetspåslag som erhålls från SKB:s osäkerhetsmodell på ett sätt som gör att nuvärdet av kostnaderna (inklusive osäkerhetspåslag), om det diskonteras med en given diskonteringskurva, är oförändrat jämfört med SKB:s tidigare metod. De återstående årliga grundkostnaderna är det som enligt finansieringslagen ska ligga till grund för beräkning av kärnavfallsavgifter och kompletteringsbelopp, medan de återstående årliga grundkostnaderna för finansieringsbelopp är det som ska ligga till grund för beräkning av finansieringsbeloppen.

² Se vidare avsnitt 3.2.

³ Se vidare avsnitt 3.3.

Inom ramen för Plan 2019 redovisas, förutom de olika kostnads kalkylerna, även en sammanställning av reaktorinnehavarnas planerade elleveranser. De planerade elleveranserna redovisas per reaktor för återstående planerad drifttid enligt referensscenariot samt för en drifttid om totalt 50 år för reaktorerna (förutom i de fall beslut tagits om tidigare avställning)⁴. En bedömning av framtida elproduktion behövs för att beräkna storleken på kärnavfallsavgifterna för reaktorinnehavare med reaktorer i drift, eftersom avgifterna bestäms i förhållande till reaktorinnehavarens totala förväntade återstående elproduktion.

2.4 Föregående avgiftsförslag

Sedan föregående förslag på avgifter och säkerhetsbelopp överlämnades under hösten 2017 har två förändringar skett inom området för finansiering av kärntekniska restprodukter som får bäring för Riksgäldens arbete. För det första har en ny finansieringslag trätt i kraft. Den nya lagstiftningen innebär bland annat att avgiftsberäkningarna baseras på en längre antagen drifttid för reaktorerna och en högre riskpremie vid diskontering av framtida kassaflöden för att spegla kärnavfallsfondens innehav av mer riskfyllda tillgångar än tidigare. Vid tidpunkten för överlämnandet av SSM:s förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020 hade den nya lagen inte trätt i kraft. De avgifter och säkerhetsbelopp som SSM föreslog följde dock huvudsakligen förslagen i regeringens proposition.

Den andra förändringen är att ansvaret för uppgifterna inom kärnavfallsfinansiering överfördes från SSM till Riksgälden den 1 september 2018. Överföringen grundades på ett beslut av regeringen den 31 augusti 2017 (Miljö- och energidepartementet, 2017a). Av förordningen (2008:452) med instruktion för Strålsäkerhetsmyndigheten framgår även att SSM ska bistå med den information och de analyser inom sitt ansvarsområde som Riksgälden behöver för att kunna utföra sina uppgifter enligt finansieringslagen och finansieringsförordningen. SSM och Riksgälden har i övrigt identifierat behov av samverkan mellan myndigheterna inom såväl kärnavfallsfinansiering som kärnteknisk verksamhet. En överenskommelse om samarbete har tecknats som syftar till att underlätta samarbetet mellan myndigheterna.

SSM:s valde i granskningen av SKB:s kostnadsunderlag vid föregående avgiftsperiod (Plan 2016) att fokusera på tre områden: metoder för beräkning av real pris- och löneutveckling, genomförandet av SKB:s osäkerhetsanalys och prognoser för elproduktion. SSM ansåg att områdena var särskilt kritiska för kostnadsutvecklingen i programmet.

Angående real pris- och löneutveckling bedömde SSM att de kompletterande beräkningar som SKB presenterat under remisstiden var framtagna i enlighet med SSM:s riktlinjer och därmed hanterade de huvudsakliga brister som identifierats under granskningen av Plan 2016. SSM ansåg därför att det alternativa förslag som lämnats in av SKB under remissperioden kunde utgöra grund för myndighetens avgiftsförslag.

Vad gäller SKB:s osäkerhetsanalys gjordes bedömningen att brister i analysen troligen medförde att den totala risken i programmet underskattades. SSM gjorde dock ingen annan bedömning av kostnadsunderlaget i beräkningarna.

⁴ Se vidare avsnitt 3.4.

I granskningen av reaktorbolagens planerade elleveranser konstaterades att prognoserna var optimistiska både utifrån reaktorinnehavarnas historiska produktionsnivåer och utifrån träffsäkerheten i reaktorinnehavarnas tidigare prognoser. SSM gjorde därför en egen bedömning av framtida elproduktion som underlag för beräkningarna, främst med utgångspunkt i den historiska tillgängligheten i reaktorerna.

För avgiftsperioden 2018-2020 beslutade regeringen om nivåer på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp enligt SSM:s förslag, se tabell 3 nedan. De beslutade avgiftsnivåerna innebar sammantaget en ökning för Oskarshamn och Ringhals, vilket framför allt förklarades av beslut om tidigare avställning av fyra reaktorer. Forsmark, som har haft relativ god tillgänglighet i sina reaktorer samt inte beslutat om tidigare avveckling, föreslogs istället en mindre sänkning. En längre antagen drifttid och en högre riskpremie i diskonteringen av kassaflöden hade en dämpande effekt på avgifternas storlek.

Tabell 3. Föregående förslag och beslut på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020

Tillståndshavare	Kärnavfallsavgift	Finansieringsbelopp (miljoner kronor)	Kompletteringsbelopp (miljoner kronor)
Forsmark Kraftgrupp AB	3,3 öre/kWh	8 528	4 729
OKG AB	6,4 öre/kWh	8 771	3 448
Ringhals AB	5,2 öre/kWh	10 264	4 922
Barsebäck Kraft AB	543 mkr/år	1 591	2 019

Källa: (SSM, 2017a) och (Miljö- och energidepartementet, 2017b)

3 Riksgäldens synpunkter på kostnadsunderlaget

I september 2019 inkom SKB med Plan 2019, som är en redovisning av de återstående kostnaderna för avveckling och rivning av kärnkraftverken, samt hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet från kärnkraftverken. SKB:s kalkyl sträcker sig fram till 2080 och de förväntade odiskonterade återstående kostnaderna för genomförandet av programmet beräknas där till 110,0 miljarder kronor (i januari 2019 års prisnivå). Tillsammans med kostnadsberäkningen inkom också uppgifter om hur mycket el som varje reaktorinnehavare årligen planerar att leverera per reaktor under återstående drifttid. Enligt 18 § finansieringsförordningen ska Riksgälden yttra sig över kostnadsberäkningen och redovisa de närmare skälen för myndighetens bedömning, underlaget för bedömning av merkostnader samt vilka faktorer som Riksgälden anser särskilt kritiska för kostnadsutvecklingen. Riksgälden har valt att fokusera granskningen på fyra områden: utveckling av de beräknade kostnaderna för programmet, real pris- och löneutveckling, industrins osäkerhetsanalys och kärnkraftverkens prognoser på elproduktion. Riksgälden anser att dessa områden är särskilt kritiska för kostnadsutvecklingen i programmet som helhet. Dessutom har dessa områden varit föremål för granskning av SSM tidigare och bör därför följas upp.

3.1 Utveckling av beräknade kostnader för kärnavfallsprogrammet

I detta avsnitt jämförs SKB:s inlämnade kostnadsberäkning (Plan 2019) med föregående kostnadsberäkning (Plan 2016). Vidare görs en jämförelse av kostnadsberäkningar redovisade i tidigare plan-rapporter med början 2001. Jämförelsen görs för kalkyl 50 (B1 i figur 2) och motsvarande kalkyler för år då den reglerade antagna drifttiden var annan än 50 år enligt då gällande finansieringsförordning. Dessa kostnader kommer framöver benämnas som ingenjörskostnader, vilket inte ska förväxlas med de förväntade kostnader (grundkostnaderna) som ligger till grund för avgiftsberäkningarna.

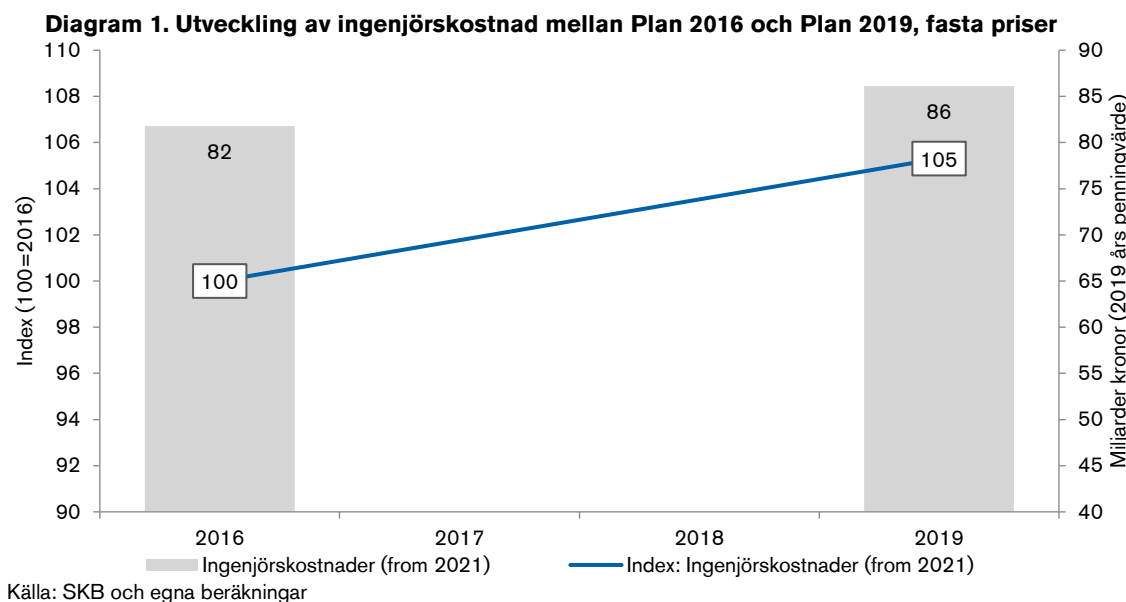
3.1.1 Jämförelse mellan de två senaste kostnadsberäkningarna

SKB har i Plan 2019 gjort en jämförelse av de två senaste kostnadsberäkningarna (Plan 2016 och Plan 2019). Jämförelsen avser kalkyl 50, det vill säga exklusive real löne- och prisutveckling (EEF) samt osäkerhetspåslag⁵.

För att göra en jämförelse som avser samma tidsperiod och är i jämförbar prisnivå räknar SKB om kostnaderna i Plan 2016 till samma prisnivå som i Plan 2019 och de första tre åren i kalkylen tas

⁵En anledning till att inte de, mer relevanta, avgiftsgrundande kostnaderna (grundkostnaderna) jämförs är att SKB inte historiskt kan tidsfördela det osäkerhetspåslag som läggs till kalkyl 50 för att komma till grundkostnaderna, vilket försvårar meningsfulla jämförelser över tid.

bort. SKB justerar även för en mindre förväntad elproduktion jämfört med Plan 2016, vilket leder till att 55 färre kärnbränslekapslar prognostiseras att deponeras i kärnbränsleförvaret. Diagram 1 visar SKB:s jämförelse.



Ökningen av de beräknade kostnaderna mellan Plan 2016 och Plan 2019, dvs. de tre åren sedan föregående avgiftsberäkning, är ca 5,3 procent (4 340 miljoner kronor), motsvarande en genomsnittlig ökning om 1,8 procent per år. SKB förklarar ökningen med att utbyggnaden av SFR, kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen försenats med ett år. Förseningarna innebär ökade kostnader eftersom att projektorganisationen samt mellanlagringsanläggningen, transportsystem och SKB centralt fortgår längre än tidigare beräknat. De beräknade avvecklingskostnaderna för kärnkraftsreaktorerna i Ringhals och Oskarshamn har också ökat, delvis eftersom nya underlag tagits fram och delvis eftersom gamla underlag och tidsplaner justerats något (SKB, 2019b).

3.1.2 Nya beräkningar ger högre kostnader

SKB:s revidering av plan-rapporterna vart tredje år gör att det går att jämföra kostnadsberäkningar över tid. En sådan jämförelse avser estimat av framtida kostnader och inte faktiska kostnadsutfall.

SKB har sammanställt data från tidigare plan-rapporter med början 2001 (totalt 12 stycken rapporter). Sammanställningen omfattar grundkostnader (kostnader för avveckling av kärnkraftreaktorer samt hantering och slutförvaring av kärntekniska restprodukter) eftersom att det är dessa kostnader SKB har i uppgift att vart tredje år redovisa.

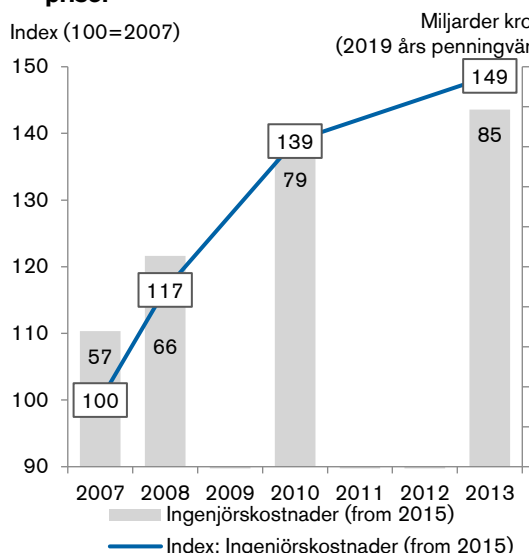
Eftersom plan-rapporterna har olika startår så exkluderas kostnader för de år där kostnadsberäkningarna inte överlappar. Exempelvis: Plan 2007 redovisar kostnader från och med 2008 medan Plan 2013 redovisar kostnader från och med 2015, och i en jämförelse av dessa två kostnadsberäkningar exkluderas kostnader fram till 2015. Detta ökar jämförbarheten men innebär också att den jämförda tidsperioden blir kortare.

Vidare har förändringar skett i det regelverk som ger förutsättningarna för SKB:s kostnadsberäkningar, och det är därför av vikt att särskilja effekter av ett förändrat regelverk och

effekter av SKB:s reviderade prognoser. Den reglerade antagna drifttiden har genomgått två större förändringar sedan Plan 2001. I Plan 2001-2006 antogs drifttiden till 25 år, i Plan 2007-2013 till 40 år och i Plan 2016-2019 till 50 år. Utvecklingen av de beräknade kostnaderna i SKB:s planrapporter bör därmed studeras separat för dessa tre perioder. Genom att studera de tre perioderna separat så beaktas därmed den viktigaste effekten som lagstiftningsförändringar har för SKB:s revideringar av kostnaderna. Den observerade kostnadseskaleringen kan därmed tolkas som en effekt av SKB:s ökning av de prognostiserade kostnaderna.

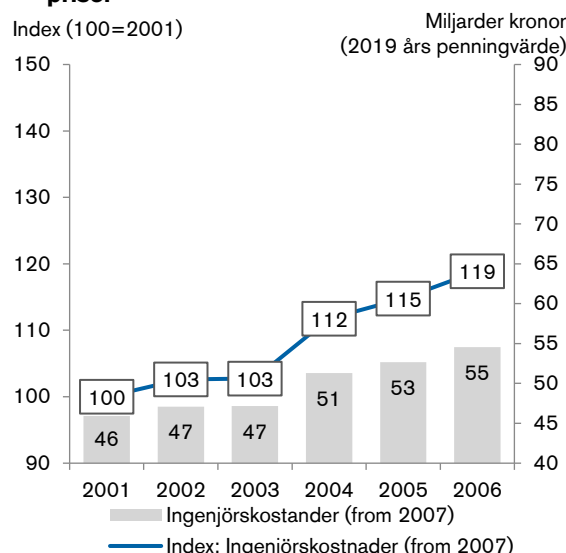
Diagram 2 och diagram 3 visar utvecklingen av de beräknade odiskonterade ingenjörskostnaderna⁶ med samma startår (startåren per respektive period framgår av respektive diagram) för planrapporter med 40 respektive 25 år i antagen total drifttid för kärnkraftsreaktorerna. Se diagram 1 för utvecklingen under perioden med 50 år i antagen drifttid⁷. De genomsnittliga årliga ökningarna för varje period visas i tabell 4.

Diagram 2. Ingenjörskostnad i planrapporter med 40 år i antagen drifttid, fasta priser



Källa: SKB och egna beräkningar

Diagram 3. Ingenjörskostnad i planrapporter med 25 år i antagen drifttid, fasta priser



Källa: SKB och egna beräkningar

Tabell 4. Genomsnittlig årlig ökning för perioder med samma antagna drifttidsantaganden

Period	Genomsnittlig årlig ökning
2016-2019 ¹	1,9 %
2007-2013	8,1 %
2001-2006	3,8 %

Not: 1) SKB:s jämförelse visar på en marginellt lägre genomsnittlig ökningstakt om 1,8 procent.

Källa: SKB och egna beräkningar

⁶ Grundkostnader exklusive reala löne- och prisutvecklingar samt osäkerhetspåslag

⁷ När Riksgälden jämför samma period ger det en viss diskrepans. Riksgäldens skattning ger en ökning om 5,6 procent för perioden eller 1,9 procent i årligt genomsnitt, vilket beror på att Riksgälden justerar för prisnivå och nedlagda kostnader men inte beaktar förändringar i prognoser av mängden kärnbränsle.

3.1.3 Slutsatser

Sammanfattningsvis visar Riksgäldens genomgång av SKB:s historiska underlag en trendmässig kostnadsökning, där SKB vid varje ny kostnadsberäkning gjort bedömningen att de återstående ingenjörskostnaderna i kärnavfallsprogrammet ökat jämfört med föregående beräkning. Sambandet är stabilt över tid och gäller för samtliga tre perioder med olika drifttidsantagande. Riksgälden anser att SKB aktivt behöver arbeta med att kartlägga varför revideringar av ingenjörskostnaderna ökat historiskt och dra lärdomar för att kunna beakta detta i kommande kostnadsberäkningar. Erfarenheter från andra stora infrastrukturprojekt visar bland annat att den högre grad av osäkerhet som förknippas med tidiga skeden i infrastrukturprojekt ofta förklarar de kostnadsökningar som sedan observeras vid genomföranden av projekten (Jäderholm & Nilsson, 2020). Det är således av stor vikt att hålla kostnadsunderlag uppdaterade med senaste tillgängliga information för att kunna upptäcka kostnadseskaleringar i ett tidigt skede. SKB anger att 40 procent av deras kostnadsunderlag i Plan 2019 har en ursprunglig prisnivå mellan 2009-2016 (SKB, 2019b). Detta indikerar att dessa kostnadsunderlag inte uppdaterats från Plan 2016 till Plan 2019. För att minska risken för underskattningar av kostnadsunderlagen framöver bedömer Riksgälden att SKB behöver uppdatera underlagskalkylerna mer frekvent och att SKB bör prioritera kalkylerna för omfattande och komplexa projekt som har stor påverkan för de totala kostnaderna i kärnavfallsprogrammet.

Härtill bör noteras att även om ingenjörskostnaderna utgör en viktig input i beräkningen av varje tillståndshavares kostnader, så tillkommer flera steg (EEF, osäkerhetspåslag och merkostnader) till beräkningen av de förväntade totala kostnaderna som ligger till grund för beräkningen av kärnavfallsavgifter. En jämförelse av grundkostnaderna över tid låter sig inte lika enkelt göras eftersom förutsättningarna för beräkningen av dessa har förändrats mellan plan-rapporter samt att SKB före 2019 inte redovisade grundkostnaderna över tid utan som en aggregerad summa. Förändringarna av de avgiftsgrundande kostnaderna sedan föregående avgiftsförslag redovisas närmare i avsnitt 5.

3.2 Real pris- och löneutveckling

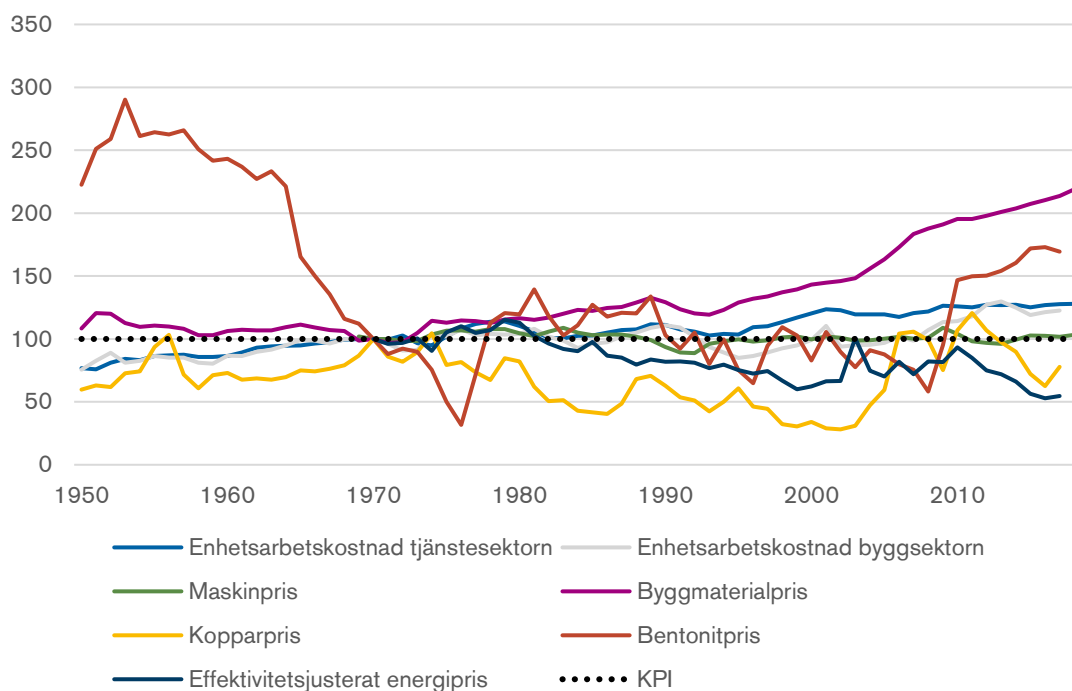
I detta avsnitt presenteras en sammanfattande beskrivning av SKB:s prognoser för den reala prisutvecklingen av insatsfaktorer (av SKB kallade externa ekonomiska faktorer, EEF) i Plan 2019 följt av slutsatserna från Riksgäldens granskning av densamma. För närmare detaljer hänvisas till *Bilaga 1: Granskning av EEF* som innehåller hela underlagsrapporten som ligger till grund för Riksgäldens bedömning.

3.2.1 Vad är externa ekonomiska faktorer och varför behövs de?

SKB:s kostnadsberäkning är, förenklat uttryckt, en bedömning av kvantiteter och priser för de insatsfaktorer som behövs i kärnavfallsprogrammet. Detta innebär att SKB behöver göra en bedömning av vilka insatsfaktorer som krävs i form av arbetskraft, maskiner och andra typer av varor samt deras kvantiteter och priser. Givet en bedömning av dessa kvantiteter, och att dagens priser för dessa kan observeras, kan kostnaderna beräknas för att genomföra kärnavfallsprogrammet till idag gällande priser. I själva verket kommer kärnavfallsprogrammet inte att genomföras idag, utan under flera decennier framöver. Det är därför inte särskilt intressant att veta vad kärnavfallsprogrammets genomförande kostar i dagens prisnivå om inte denna kan antas bestå över tid. För att göra en bedömning av de förväntade framtida kostnaderna behöver därför antaganden och prognoser göras om framtida priser. Närmare bestämt behöver prognoser göras för hur priser på relevanta insatsfaktorer kommer utvecklas, för varje år från idag till kärnavfallsprogrammets slutdatum.

Enligt finansieringsförordningen ska de förväntade kostnader som SKB inkommer med räknas om från fast till löpande penningvärde baserat på en inflationskurva när kärnavfallsavgifter beräknas. Ett enkelt, men dåligt, antagande skulle vara att priserna på kärnavfallsprogrammet kommer att följa den generella inflationen mätt som konsumentprisindex ("KPI").

Diagram 4. Indexerade historiska relativpriser för insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet



Not: Relativt KPI. Indexering 1970 = 100.
Källa: SKB och egna beräkningar

Historiskt har priserna för insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet avvikit från den generella prisutvecklingen mätt som KPI, vilket inte är förvånande då KPI är baserad på en konsumtionsviktad varukorg som inte har särskilt stark koppling till kärnavfallsprogrammet. Att beakta förväntade förändringar i prisutvecklingen för relevanta insatsfaktorer är därför en förutsättning för att kunna erhålla förväntningsriktiga estimat av kostnaderna i kärnavfallsprogrammet. Dessutom förefaller priserna för några av de viktigaste insatsfaktorerna i kärnavfallsprogrammet trendmässigt öka (relativt KPI) vilket innebär att det är av särskild vikt att beakta dessa för att inte underskatta de framtida kostnader som ligger till grund för beräkningen av kärnavfallsavgifter och säkerheter.

SKB gör i samband med att kostnadsberäkningar upprättas en bedömning av den förväntade utvecklingen av relativpriser för insatsfaktorer relevanta för kärnavfallsprogrammet⁸. Kärnavfallsprogrammet kommer att kräva arbetskraft från flera olika branscher samt en mängd olika typer av maskiner, material och andra insatsvaror. Det bedöms inte vara praktiskt möjligt att göra prognoser för var och en av alla dessa insatsfaktorer. Därför har SKB valt ut åtta mer aggregerade

⁸ EEF introducerades av SKB första gången i Plan 2007 och har sedan dess successivt utvecklats och förändrats med avseende på dataunderlag och prognosmetodik i Plan 2010 till Plan 2019.

prisserier, så kallade externa ekonomiska faktorer (EEF) som bedöms vara starkt korrelerade med insatsfaktorerna i kärnavfallsprogrammet och för vilka det går att hitta långa historiska dataserier. För var och en av dessa EEF prognosticeras den årliga förväntade prisutvecklingen från idag till kostnadsberäkningens sista år. Prognoserna används sedan för att justera kostnadsberäkningen för den förväntade relativprisutvecklingen.

EEF-prognoserna får stor påverkan på bedömningen av de förväntade kostnaderna och är därför ett viktigt område för Riksgälden att granska för att kunna ge ett samlat yttrande om SKB:s kostnadsberäkning.

3.2.2 Tidigare granskningar av EEF

SSM:s tidigare granskningar av EEF har huvudsakligen tagit stöd från Konjunkturinstitutet (KI), både i samband med att SKB har inkommit med nya kostnadsberäkningar och däremellan då mer djuplodande analyser gjorts inom olika områden såsom datahantering och statistiska metodval. I tillägg till KI:s arbete gav SSM under 2015 ett uppdrag till John Hassler och Per Krusell, båda professorer i nationalekonomi verksamma vid Institutet för internationell ekonomi vid Stockholms universitet, att genomföra en oberoende utvärdering av olika prognosmodeller för EEF.

Fokusområdena för granskningsarbetet har förändrats över tid i takt med att SKB:s arbete på området har utvecklats, mycket som en direkt följd av de synpunkter som framförts av SSM och KI. De initiala granskningarna kom framförallt att handla om de brister som fanns i SKB:s hantering av data och dokumentation av prognosmetodik, och till följd av de synpunkter som lämnats har underlaget i senare Plan-rapporter förbättrats. I takt med att SKB:s dokumentation förbättrats har senare granskningar kunnat fördjupas till en mer givande diskussion om prognosmetodik och antaganden.

Inför Plan 2016 fastställde SSM, utifrån de synpunkter som framförts i KI:s granskningar, riktlinjer för hur SKB bör ta fram prognoser givet den prognosmetod som SKB valt. Detta gav ett ramverk för hur myndigheten ansåg att SKB skulle ta fram prognoser givet den prognosmetod som SKB använder. I samband med förslaget på avgifter och säkerheter för 2018–2020 gav SSM till KI i uppdrag att göra alternativa prognoser utifrån dessa riktlinjer eftersom SKB valt att inte följa dem i Plan 2016. Detta var första gången som SSM gjort en annan bedömning av industrins kostnadsunderlag med avseende på EEF, vilket resulterade i att kärnavfallsavgifter och säkerheter för perioden 2018 - 2020 baserades på en av SKB reviderad kostnadsberäkning som beaktade SSM:s riktlinjer. Sammantaget ledde överprövningen av underlaget till att de förväntade framtida kostnaderna som kärnavfallsavgifterna baserades på ökade med 7,4 miljarder kronor jämfört med SKB:s ursprungliga beräkning.

3.2.3 SKB:s arbete med EEF i Plan 2019

Den ansats och beräkningsmetod som SKB använder i Plan 2019 är i allt väsentligt oförändrad jämfört med Plan 2016. Prognoser för EEF uttryckt som årliga indexserier tas fram genom statistiska prognosmodeller för respektive EEF separat, så kallad univariat tidsserieanalys. Dessa prognosticerade indexserier används sedan av SKB för att göra en uppräknings av underlagskalkylerna för att beakta de förväntade relativprisförändringarna på insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet.

Ett par förändringar har skett vad gäller de historiska data som används för att skatta prognosmodellerna för EEF2 (enhetsarbetskostnad i byggsektorn) och EEF4 (byggmaterialpriser).

Vad gäller EEF2 är detta en reaktion på de synpunkter som lämnades av SSM på SKB:s arbete med prognoserna i Plan 2016, då SKB valde att utesluta officiell statistik och att ersätta dessa med prognosticerade värden, vilket kritiserades av SSM och KI. SKB har inför Plan 2019 följt SSM:s rekommendation och istället låtit Statistiska Centralbyrån (SCB) ta fram en ny indexserie för EEF2. I detta arbete har även justeringar gjorts till EEF4 för att i den mån det är möjligt utesluta lönekostnader som tidigare inkluderades.

I det redovisade underlaget i Plan 2019 presenteras två uppsättningar prognosmodeller för EEF och till dem två tillhörande kostnadsberäkningar. Dels presenteras en kostnadsberäkning utifrån de prognoser som SKB menar ska ligga till grund för kärnavfallsavgifter och säkerheter. Prognoserna som ligger till grund för denna kostnadsberäkning beaktar inte fullt ut de riktlinjer som SSM tidigare tagit fram för EEF, och kostnadsberäkningen uppgår totalt till 110,0 miljarder kronor (odiskonterat i prisnivå 2019). I tillägg till denna redovisar SKB även en alternativ kostnadsberäkning, vilken bygger på alternativa prognosmodeller för EEF som tagits fram av SKB för att fullt ut uppfylla SSM:s riktlinjer för EEF. Denna alternativa kostnadsberäkning uppgår till totalt 116,4 miljarder kronor (odiskonterat i prisnivå 2019).

3.2.4 Riksgäldens granskning av EEF i Plan 2019

Riksgälden följer i stora drag den metodansats som använts av SSM och KI i tidigare granskningar, där SKB:s prognosmodeller granskas med avseende på metodval och antaganden som får stor konsekvens för prognoser på längre sikt. Riksgäldens granskning tar utgångspunkt i de riktlinjer som togs fram av SSM inför Plan 2016.

Granskningen utgörs av tre huvudsakliga delar, där den första består i att kvalitetssäkra dataserier som används och de prognosberäkningar som SKB gjort. Vidare redogörs för de metodfrågor och antaganden som är av störst vikt för prognoser på längre sikt och som ligger till grund för SKB:s prognosmodeller för samtliga EEF. Slutligen tas benchmarkmodeller för respektive EEF fram i enlighet med de riktlinjer som SSM tagit fram, dels för att se om SKB:s prognosmodeller uppfyller riktlinjerna och dels för att utreda känsligheten i de bedömda kostnaderna givet olika modellval. En detaljerad redogörelse av granskningen återfinns i *Bilaga 1: Granskning av EEF*.

3.2.5 Slutsatser

Med grund i den genomförda granskningen bedömer Riksgälden att SKB:s grundkostnader ska ökas med 6,3 miljarder kronor jämfört med de grundkostnader som SKB menar bör ligga till grund för kärnavfallsavgifter och säkerheter. Denna justering är en konsekvens av att prognosmodellerna för EEF skattas på det sätt som Riksgälden i denna granskning bedömer vara ändamålsenligt. Den beräkning som Riksgälden genomför av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp kommer således att baseras på den alternativa grundkostnadsberäkning (116,4 miljarder kronor) som SKB tagit fram i tillägg till de grundkostnader som SKB menar ska ligga till grund för kärnavfallsavgifter och säkerheter (110,0 miljarder kronor).

Osäkerheten kring SKB:s prognoser för EEF är stor. Detta är dels en följd av att prognoshorisonten är mycket lång, dels av att dataserierna är volatila, vilket är källor till osäkerhet som inte går att reducera oaktat vem som gör prognoser eller vilken metod som används. Givet modellval kan denna osäkerhet illustreras med konfidensintervall kring prognoserna, vilket SKB också gör. Därtill finns dock även en annan viktig källa till osäkerhet - nämligen de antaganden som görs för att komma fram till en modellspecifikation. Granskningen visar att denna modellosäkerhet för många EEF är stor och de antaganden som SKB gör, framförallt om stationäritet, är långt från självklara. SKB bör i framtida

arbete göra känslighetsanalyser för att visa vad olika modellval leder till för konsekvenser för de förväntade kostnaderna.

SKB:s arbete med EEF fokuserar huvudsakligen på den statistiska metoden och att försöka hitta den tidsseriemodell som bäst passar historisk data. Medan detta förstås är en viktig aspekt av prognosarbetet menar Riksgälden att en viktigare aspekt är att säkerställa att data som används är representativ för kärnavfallsprogrammet. Detta gäller speciellt de EEF-serier som är produktivitetjusterade. Det finns anledning att tro att kärnavfallsprogrammet inte fullt ut kommer att kunna tillgodogöra sig samma produktivetsförbättringar som gäller för hela branschaggregat, vilket är det implicita antagandet idag. På detta område förväntar sig Riksgälden att SKB inför kommande kostnadsberäkning transparent redovisar de implicita produktivetsantaganden som ligger till grund för prognoserna av de produktivitetjusterade EEF-serierna, en känslighetsanalys av hur varierande produktivetsantaganden påverkar prognosbanan och den förväntade kostnadsutvecklingen i kärnavfallsprogrammet samt att SKB tydligt motiverar de produktivetsantaganden som görs.

Vad gäller metodval drar SKB slutsatsen att univariat tidsserieanalys är den mest ändamålsenliga metoden för att göra långsiktiga prognoser av relativpriser, till skillnad från andra ansatser som exempelvis modellbaserade prognoser. Detta arbetssätt skiljer sig från andra prognosinstitut, exempelvis KI, använder modellbaserad scenarioanalys för länge prognoshorisonter. Riksgälden ställer sig frågande till att SKB så snabbt avfärdar andra metoder och menar alltså att SKB:s metod borde prövas mot andra vanligt förekommande metoder som används för långsiktiga scenarier.

3.3 Osäkerhetsanalysen

Som en del av underlaget till Plan 2019 har SKB lämnat in en osäkerhetsanalys för de återstående kostnaderna för kärnavfallsprogrammet. I detta avsnitt sammanfattas Riksgäldens bedömning av SKB:s osäkerhetsanalys i Plan 2019. Granskningen omfattar de områden av osäkerhetsanalysen som anses särskilt kritiska för analysens resultat och som tidigare varit föremål för granskning av SSM. För närmare detaljer hänvisas till *Bilaga 2: Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019*.

3.3.1 Vad är osäkerhetsanalysen och vilken roll har den?

Osäkerhetsanalysen, som är en del av kostnadsunderlaget som SKB lämnat in (Plan 2019), används för två huvudsakliga ändamål. För det första beräknas det påslag som behövs från att gå från SKB:s deterministiska ingenjörskalkyl till de förväntade kostnaderna (se figur 3). De förväntade kostnaderna används sedan som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp. För det andra kvantifierar osäkerhetsanalysen en fördelning över återstående kostnader för respektive reaktorinnehavare. Fördelningen är SKB:s bedömning av risken på skuldsidan i en reaktorinnehavares balansräkning.

Osäkerhetsanalysen består av två delar i kombination: en tillämpning av den så kallade *successiva principen* och en stokastisk beräkningsmodell. Den successiva principen (även kallad *successivprincipen* eller *Lichtenbergsmetoden*) utvecklades på 1970-talet av Steen Lichtenberg vid Danmarks Tekniska Högskola. Metoden används för att bedöma framtida kostnader och osäkerheter för ett projekt. Successiv kalkylering är en etablerad metod i projektsammanhang och används bland annat i Sverige av Trafikverket. I Norge används metoden regelmässigt för riskanalyser vid investeringar i transportinfrastruktur.

Centralt för arbetet är en arbetsgrupp, av SKB kallad *analysgrupp*, som enligt metoden ska bestå av personer med olika kompetenser och vara heterogent sammansatt vad gäller ålder, befattning, osv. Analysgruppen leds av en moderator som har till uppgift att säkerställa att arbetet sker på ett metodmässigt korrekt sätt samt att arbetets mål uppnås. En av arbetsgruppens roller är att inventera *generella osäkerheter*. I SKB:s analysgrupp sker inventering genom diskussioner (eller brainstorming). Förslag på uppdelning presenteras sedan för analysgruppen, där diskussion om eventuella förändringar sker. Totalt används i denna analys 84 osäkerhetsfaktorer, varav 48 är objektspecifika och 36 är generella. I osäkerhetsanalysen i Plan 2016 användes totalt 99 variationer. Minskningen med 15 variationer förklaras av att fyra variationer utgått och tio variationer har slagits ihop till tre. Dessutom har kalkylstrukturen förändrats så att antalet objektvariationer minskat från 52 till 48. Variationerna i osäkerhetsanalysen i Plan 2019 kan i praktiken ses som oberoende, förutom en enstaka korrelation mellan variationen *marknadssituation vid upphandling av entreprenader för avveckling av kärnkraftverk* (nr. 113) och *tillgång till kompetens vid avveckling av kärnkraftverk* (nr. 405) som har en korrelationsfaktor på 0,5.

SKB har även definierat *fasta förutsättningar* som har till syfte att avgränsa analysen. Analysgruppen ska inte ta upp osäkerheter som faller utanför de ramar som de fasta förutsättningarna ger. Genom att använda fasta förutsättningar blir faktorer som skulle kunna tolkas som osäkerheter inte kvantifierade och ingår således inte i underlaget för beräkning av avgifter och säkerhetsbelopp. Ett exempel på en fast förutsättning är att osäkerhetsanalysen enbart ska omfatta risker kopplat omhändertagandet av radioaktiva restprodukter härrörande från kärnkraftverk belägna inom Sveriges gränser. Totalt används samma 10 fasta förutsättningar i osäkerhetsanalysen i Plan 2019 som i osäkerhetsanalysen i Plan 2016⁹.

Analysgruppen har också som roll att värdera de identifierade osäkerheterna. Värderingen sker genom en trepunktsskattning, där ett låg-värde, ett mest troligt-värde och ett hög-värde bedöms för varje osäkerhet. Bedömningarna är analysgruppens subjektiva värderingar, dock givetvis baserat på den erfarenhet och bakgrund som varje deltagare har.

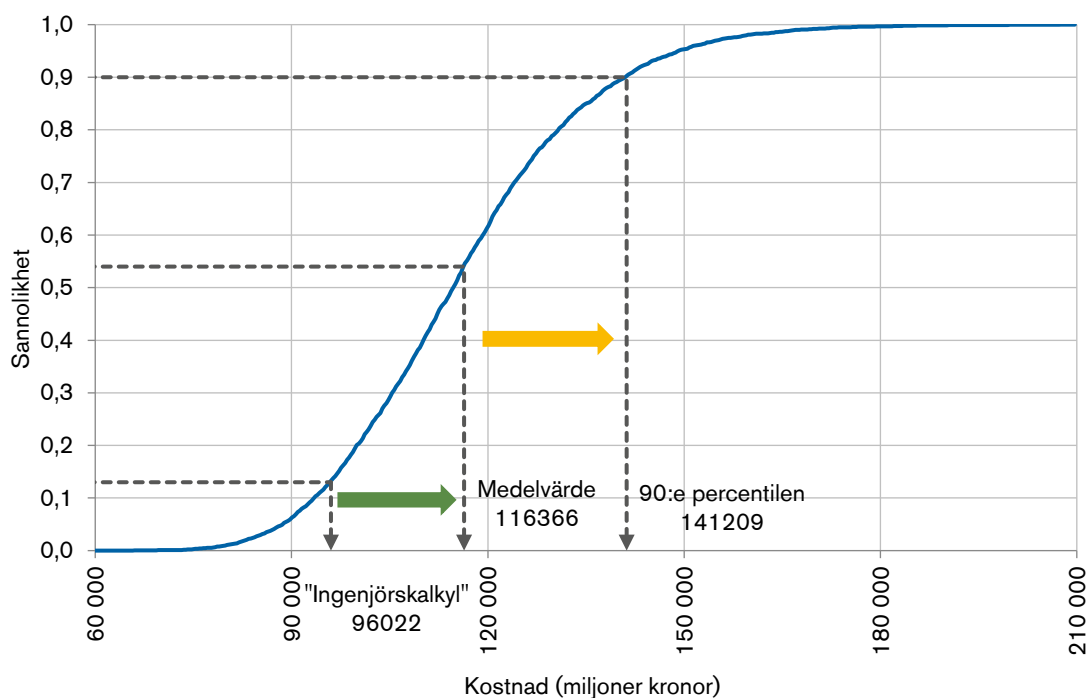
Den probabilistiska modellen ska beräkna fördelningsfunktioner för alla variationer baserat på analysgruppens bedömningar och därefter göra Monte Carlo-simuleringar för att skapa en sannolikhetsfördelning för de totala kostnaderna. Beräkningarna i osäkerhetsanalysen görs i en Excelmodell utvecklad av SKB med tillhörande underlagsfiler. Excelmodellen kan inte utföra beräkningar på tidsfördelade kostnader, vilket innebär att effekten av respektive variations hög- och lågvärde på grundkalkylen först måste summeras. Summeringen görs i ett stort antal excelflikar i fristående filer som sedan kopieras in som inputvärden i Excelmodellen. I den stokastiska adderingen antas varje variation vara en stokastisk variabel och utfallet för varje stokastisk variabel bestäms av ett slumptal. Då utfall för alla stokastiska variabler har erhållits summeras utfallen för respektive objekt. Summeringen upprepas 5 000 gånger för att erhålla en kostnadsfördelning.

3.3.2 Osäkerhetsanalysen resultat i Plan 2019

Utfallet av Monte Carlo-simuleringen kan uttryckas som en kumulativ fördelningsfunktion (S-kurva), se utfallet från osäkerhetsmodellen i figur 3 nedan.

⁹ SKB redovisade 11 fasta förutsättningar i Plan 2016 men den som avsåg *prisnivå för kostnaderna* ansågs av SSM i praktiken inte vara en fast förutsättning.

Figur 3. Osäkerhetsanalysens resultat illustrerat som en S-kurva (miljoner kronor)



Källa: Egna beräkningar med data från SKB.

Skillnaden mellan den så kallade *ingenjörskalkylen*¹⁰ och medelvärdet av utfallet i osäkerhetsmodellen benämns *osäkerhetspåslag* av SKB (grön pil i figur 3). Osäkerhetspåslaget är alltså ett tillägg till underlagskalkylerna för att erhålla förväntade kostnader (grundkostnader). Som figuren ovan visar blir medelvärdet av simuleringarna 116 miljarder kronor, vilket innebär ett osäkerhetspåslag på 20 miljarder kronor. Relativt ingenjörskalkylen blir påslaget 21 procent, vilket i stort sett är oförändrat med osäkerhetsanalysen i föregående kostnadsredovisning, Plan 2016¹¹. Skillnaden mellan medelvärdet och 90:e percentilen (den gula pilen i figur 3) utgjorde underlag för kompletteringsbeloppet enligt den tidigare finansieringslagstiftningen.

De förväntade kostnaderna i osäkerhetsanalysen uttrycks som en summa över alla år som kalkylen avser, fram till år 2080. Av 5 § finansieringslagen framgår dock att grundkostnader avser årliga förväntade kostnader, vilket också krävs för att Riksgälden ska kunna beräkna avgifter och säkerhetsbelopp. Fördelningen genomförs med en metod som SKB kallar *stretchning*. Metoden innebär att det odiskonterade osäkerhetspåslaget läggs på med ett fast årligt belopp för de återstående kostnaderna från 2024. Därefter har kostnaderna "sträckts ut" i tiden så att nuvärdet av kostnaderna (beräknat med en diskonteringsräntekurva från 2018-12-31 och enligt den metod som användes i myndighetens föregående avgiftsförslag) i den utsträckta kurvan överensstämmer med resultatet i simuleringen (SKB, 2019c). Med denna metod erhålls årliga förväntade sträckta

¹⁰ Ingenjörskalkylen består i praktiken av många underlagskalkyler, rivningsstudier, avvecklingsstudier, etc. baserade på ingenjörsmässiga antaganden om volymer och priser. Ingenjörskalkylen avser här kostnader uppräknade med historiska och framtida bedömningar av pris- och löneförändringar avseende programmets insatsfaktorer (exklusive "externa intäkter").

¹¹ Den gröna pilen i figur 3 är underlag för kompletteringsbeloppet enligt föregående upplaga av lagstiftningen.

kostnader, nu fram till 2080, som överensstämmer med medelvärdet av det odiskonterade och diskonterade beloppet i osäkerhetsanalysen.

3.3.3 Riksgäldens synpunkter

Beräknad risk och kostnadsfördelning

I SSM:s förslag till kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020 bedömdes att en relativ standardavvikelse på 13 procent är orimligt låg (SSM, 2017a). Bedömningen grundades delvis på slutsatser från Norges Tekniska och Naturvetenskapliga Universitet (NTNU), som anlätts av SSM för dess specialistkunskap inom osäkerhetsanalyser för stora infrastrukturprojekt. Genom empiriska undersökningar och vissa antaganden om mognadsgrad utifrån projektets karaktär (extremt lång tidshorisont och hög teknisk komplexitet), visade NTNU att standardavvikelsen i programmet borde vara närmare 20-25 procent (NTNU, 2017). År 2011 beställde SSM ett utlåtande av osäkerhetsanalysen i Plan 2010 av upphovsmannen till den successiva principen, Sten Lichtenberg, tillsammans med Lorens Borg (Lichtenberg & Partners, 2011). Enligt utlåtandet har stora anläggnings- och infrastrukturprojekt utan större inslag av forskning och utveckling typiskt en standardavvikelse i området 20-25 procent, vilket alltså borde ses som ett minimum för kärnavfallsprogrammet. Lichtenbergs bedömning var således att den totala risken i programmet troligen var underskattad.

Formen på kostnadsfördelning i figur 3 är delvis ett resultat av vilken fördelning som antas representera analysgruppens bedömningar. I detta syfte använder SKB Beta-fördelningen, vilken är en förhållandevis flexibel sannolikhetsfördelning i bemärkelsen att den kan anta många olika former beroende på hur den parametersätts. Enligt SKB har Beta-fördelningen valts delvis eftersom den har ändligt intervall (även för att den genom varierande parameterintervall kan hantera en hög snedfördelning mellan min och max relativt det troliga värdet från grundkalkylen). Att anta att kostnaderna har en undre gräns anses rimligt, men Riksgälden anser inte det en självklarhet att kostnaderna ska antas ha en övre gräns. Kärnavfallsprogrammet är förknippat med stora osäkerheter avseende omfattning, duration och genomförande. Analysen bör därmed inte utgå ifrån, utan närmare analys, att det finns ett tak på slutkostnaden, även om sannolikheten för extremt höga kostnadsutfall är låg. Därtill har SKB schablonmässigt parametersatt de Beta-fördelningar som används i analysen på ett sätt som exkluderar mer extrema utfall¹². Det är Riksgäldens upfattning att valet av Beta-fördelningen och de parametrar som valts för fördelningens form förtjänar en mer noggrann analys och motivering för att kunna sägas representera analysgruppens värderingar av osäkerheten.

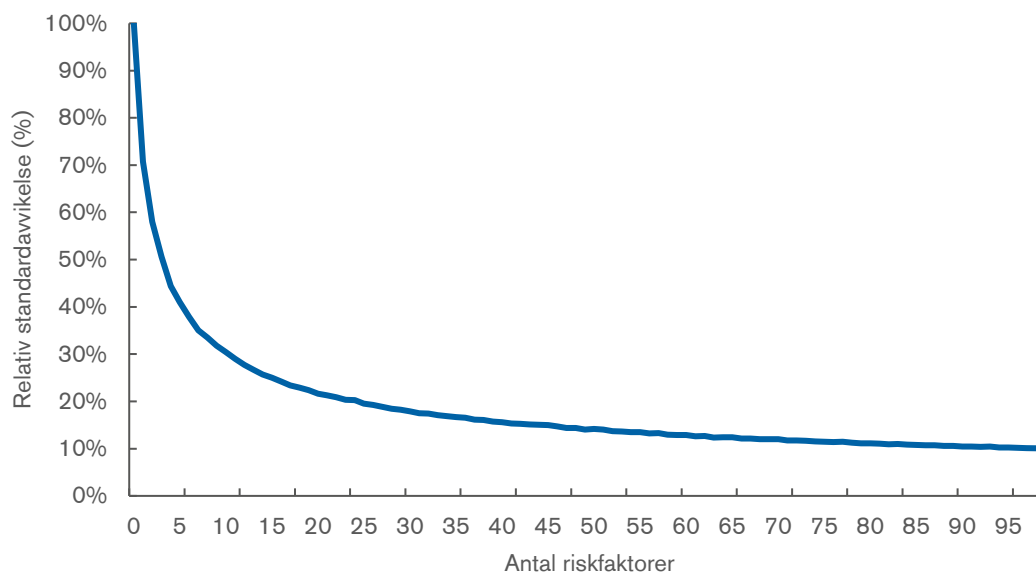
Antal variationer och samvariation

I utlåtandet från 2010 beskrev Lichtenberg och Borg att ett för stort antal variationer ger svårigheter att modellera inbördes samvariationer och leder därmed till att den totala risken i projektet underskattas. I SSM:s förslag till kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020 framfördes att den totala osäkerheten i programmet troligen är underskattad eftersom ett stort antal variationer används med ingen eller mycket låg inbördes samvariation. Vid ett möte med SKB den 25 januari 2019 framförde Riksgälden vidare att antalet variationer i kommande osäkerhetsanalys bör minskas genom sammanslagning (Riksgälden, 2019).

¹² Mer specifikt har SKB antagit att de två parametrar som styr Beta-fördelningens form ska summera till 10, utan att ange närmare skäl för denna bedömning.

Fenomenet med för många variationer kan principiellt illustreras i diagram 5 nedan. Diagrammet visar hur den totala beräknade standardavvikelsen i ett projekt påverkas om en given osäkerhetsfaktor delas in i flera ömsesidigt okorrelerade osäkerhetsfaktorer med bibehållen total spridning. Beräkningarna bygger på PERT-fördelningar och 10 000 simuleringar.

Diagram 5. Standardavvikelse som funktion av antalet oberoende riskfaktorer



Källa: egna beräkningar.

Som framgår ovan avtar den beräknade standardavvikelsen snabbt och redan efter en indelning av den ursprungliga variationen i fyra oberoende variationer har standardavvikelsen halverats, jämfört med om osäkerheten hade modellerats med en variation.

För att få en mer rättvisande bild av osäkerheterna är det därför av stor vikt att de samband som finns mellan variationer identifieras och hanteras på ett korrekt sätt i osäkerhetsanalysen. Problemet kan principiellt hanteras på två sätt beroende på hur starkt variationerna bedöms samvariera; dels finns det variationer som förefaller reflektera samma underliggande osäkerhetsfaktor och därför skulle kunna slås samman (motsvarande fullständig korrelation), dels finns det ytterligare variationer som bör antas vara korrelerade i viss grad. Exempelvis ställer sig Riksgälden frågande till att objektvariationerna 601, 701, 801 och 901 (avvecklingsförberedelser och avställningsaktiviteter) antas vara helt oberoende av varandra i analysen, vilket SSM även påtalade i granskningen av osäkerhetsanalysen i Plan 2016 (SSM, 2017b). Tvärtom finns det anledning att förvänta sig att stora delar av avvecklingsarbetet påverkas av samma riskfaktorer. Variationerna hanteras dessutom gemensamt av analysgruppen då bedömningar på hög- och lågvärde görs. Givet att riskbilderna huvudsakligen delas mellan kärnkraftverken, med några undantag för platsspecifika faktorer och när i tiden som arbetet planeras genomföras, borde ett mer rimligt antagande vara att variationerna är starkt korrelerade (eller till och med kan slås ihop).

Ovan är bara exempel på variationer som Riksgälden menar bör kunna slås ihop. Generellt krävs dock att SKB i långt större utsträckning reducerar antalet riskfaktorer än vad som gjorts i arbetet

mellan Plan 2016 och Plan 2019 för att ge någon meningsfull effekt på sannolikhetsfördelningen av de totala kostnaderna.

Tillämpning av metoden för successiv kalkylering

I vissa avseende avviker SKB:s tillämpning av successiv kalkylering från metodens ursprungliga utformning. Exempelvis görs analysgruppens värderingar i Plan 2019 vid 90:e respektive 10:e percentilen. I osäkerhetsanalysen i Plan 2016 och tidigare Plan-rapporter gjorde analysgruppen bedömningar vid 99:e respektive 1:e percentilen. Förändringen har implementeras till följd av synpunkter lämnade av SSM i föregående förslag till avgifter och säkerhetsbelopp. SSM gjorde med stöd av NTNU bedömningen att det är svårare för personer att göra bedömningar vid sannolikheten 1:100 än vid 1:10. Förklaringen ligger i "mindset" hos personerna som gör värderingen. Personer kan ha erfarenhet av tio projekt, men ytterst få har erfarenhet av hundra, vilket gör det svårt att förstå innebörden av en sådan extrem händelse som representeras av 99:e percentilen.

Enligt Lichtenberg är det även viktigt med bredd vad gäller kompetens och bakgrund i analysgruppens sammansättning. Om flertalet medlemmar direkt eller indirekt känner lojalitet mot kärnkraftssektorn kan de omedvetet vara optimistiska i sina bedömningar. I osäkerhetsanalysen i plan 2019 framgår av underlaget att sju av elva medlemmar har direkt koppling till kärnkraftssektorn genom sitt arbete på SKB, Vattenfall eller Barsebäck. I tillägg leds analysgruppen av en moderator som är projektledare för utarbetande av kostnadsberäkningen. Moderatoren har en mycket viktig uppgift i sin roll att säkerställa att arbetet sker på ett metodmässigt korrekt sätt. Det går därför inte att utesluta att medlemmarnas bakgrund medför en grad av bias i bedömningarna och osäkerheter, även om det sker omedvetet.

Ytterligare ett problem med tillämpningen av den successiva principen i osäkerhetsanalysen i Plan 2019 är den höga detaljeringsgraden i analysen. Analysgruppen gör bedömningar på specifika objektosäkerheter, som exempelvis osäkerheten i investeringskostnader för stam- och deponeringstunnlar för slutförvaret för använt kärnbränsle. Även bedömningar av konsekvenser av generella osäkerheter får anses vara mycket specifika, exempelvis andel förkastade kapselpositioner som underlag för storlek och utformning av kärnbränsleförvarets bergutrymme. En risk med för hög detaljeringsgrad är att det ger falsk bild av exakthet, ett problem som beskrivs i en artikel från 2014 om applicering av osäkerhetsanalyser i bedömning av projektkostnader (Johansen, et al., 2014). Författarna hävdar att om målet är att ge en korrekt bild av osäkerheten i ett projekt så bör analysen hållas på en relativt hög nivå. En annan utmaning är att bibehålla samband mellan osäkerhetsfaktorer då antalet variationer är hög. Risken med att samvariation inte modelleras mellan osäkerhetsfaktorer är att det uppstår en diversifieringseffekt vilket i sin tur gör att den totala risken i projektet underskattas, som beskrivits tidigare.

Fasta förutsättningar

SSM har tidigare haft synpunkter på användandet av fasta förutsättningar. I osäkerhetsanalysen för Plan 2019 har motiveringen för vissa antaganden utvecklats och förtydligats av SKB, vilket underlättat myndighetens granskning av underlaget. Riksgälden bedömer att det är rimligt att avgränsa analysen men att det då måste finnas tydliga ramar för vad som styr begränsningen så att antaganden blir transparenta och konsekventa. Vilka typer av osäkerheter som ska ingå i osäkerhetsanalysen, med andra ord vilka ramar som ska styra begränsningen, kräver noggranna överväganden. För att värdera SKB:s fasta förutsättningar har tre kriterier använts.

För det första bör hänsyn tas till de lagar och förordningar som styr tillståndshavarnas skyldigheter avseende omfattningen på kostnadsberäkningarna. Omfattningen regleras i huvudsak av finansieringslagen och finansieringsförordningen. Vad som avses med allmänna skyldigheter för tillståndshavarna definieras i lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). Exempelvis upphör enligt 11 § finansieringslagen reaktorinnehavarens skyldigheter att betala kärnavfallsavgift och ställa säkerhet när reaktorinnehavaren har fullgjort samtliga sina skyldigheter enligt 10 § kärntekniklagen eller har fått dispens från dem. I praktiken innebär detta till dess att allt kärnämne och kärnavfall placerats i ett slutförvar och slutligt förslutits – då övergår ansvaret till staten. Det är därmed rimligt att anta att *ingen förlängd övervakning* bör vara en fast förutsättning i analysen. Även atomansvarighetslagen (1968:45) styr omfattningen, exempelvis vad gäller tillståndshavarnas skyldigheter vid kärnteknisk olycka.

För det andra bör beslutet om vad som bör utgöra en osäkerhetsfaktor ta hänsyn till om det är möjligt att kvantitativt uppskatta osäkerheten. Med andra ord, är det möjligt att ta fram ett trovärdigt kostnadsunderlag för aktiviteterna som osäkerhetsfaktorn avser? Exempelvis är det för den fasta förutsättningen *KBS-3-metoden* svårt för SKB eller annan aktör att ställa kostnadsunderlaget som ligger till grund för metoden mot en bedömning av andra alternativ, som djupa borrhål eller transmutation. Det råder dessutom oenighet om dessa metoder är genomförbara överhuvudtaget.

Slutligen bör osäkerhetsfaktorer även ha en faktisk effekt på underlaget för beräkning av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för att de ska vara meningsfulla att modellera. Kärnavfallsavgifter beräknas på medelvärdet av simuleringarna. Osäkerheterna bör därmed ha en medelvärdeshöjande effekt. Exempelvis kan de fasta förutsättningarna *reaktorhaveri* och *KBS-3-metoden* anses vara osäkerheter av typen låg sannolikhet och hög konsekvens.

Mot bakgrund av ovanstående resonemang bedömer Riksgälden att SKB:s fasta förutsättningar kan godtas. Närmre kommentarer finns i *Bilaga 2: Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019*. I bedömningen har Riksgälden konsulterat SSM som lämnat utlåtande avseende tekniska och säkerhetsmässiga aspekter för två av de fasta förutsättningarna (SSM, 2020b).

Simulering på summerade värden

Ett generellt problem med att simulera på summerade variationer är svårigheterna att fånga tidsvariationernas effekt på grundkalkylen på ett korrekt sätt. I analysen används totalt ett tiotal variationer som innehåller någon form av tidskomponent, dvs. att variationerna medför en justering av objektkostnaderna de verkar på, antingen bakåt eller framåt i tiden. I beräkningssteget då variationernas hög- och lågvärdena summeras så försvinner information om när i tiden eventuella förseningar och tidigareläggningar sker för tidsvariationerna. Detta beror på att varje hög- och lågvärde uttrycks som summor och inte som kassaflöden. Efter simuleringen går det därför aldrig för ett givet scenario att spåra vilka tidseffekt som utfallet av en tidsvariation haft på kostnaderna eller att utvärdera vilka orsaker som ligger bakom tidsförskjutningen eller tidigareläggningen.

Metoden som SKB valt för att transformera underlaget till årliga värden, stretchning, har inte förutsättningar att åtgärda grundproblemet, dvs. att modellen inte kan hantera Monte Carlo-simuleringar på fördelningar över tid. Metoden har även andra brister. Till att börja med har SKB, utan närmare motivering, undantagit de tre första åren vilket innebär ett implicit antagande om att dessa år är "riskfria". För resterande år har det totala osäkerhetspåslaget fördelats ut med ett (i absoluta termer) lika stort påslag varje år, innebärande ett implicit antagande om att osäkerheten mätt i kronor är lika stort för kärnavfallsprogrammet oaktat de underliggande kostnaderna i

ingenjörskalkylen. I relativa termer innebär detta att risken, mätt som procentuell andel av underliggande kostnader, är lägre för de år där SKB förväntar sig höga kostnader. Eftersom sträckningen påverkar alla objekt med samma faktor så finns det dessutom inget direkt samband mellan hur många år kalkylen förlängs, i det här fallet tio år, och vilken effekt tidsvariationerna har på kalkylen.

Ett ytterligare problem är att vid tillfället då stretchningen genomförs är den diskonteringsräntan som används som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp okänd, både vad gäller metod och marknadsdata. I praktiken kommer diskonteringsräntekurvan som används i myndighetens beräkningar baseras på marknadsdata vid en tidpunkt mer än ett år efter det underlag som används för uppbyggnad SKB:s diskonteringsräntekurva i sträckningen. Vid stora marknadssvängningar, alternativt metodförändringar i uppbyggnaden av kurvan, kommer målsökningen i stretchningen inte att vara en matematiskt giltig lösning.

3.3.4 Slutsatser

I vissa avseenden har osäkerhetsanalysen i Plan 2019 förbättrats jämförts med tidigare år. Antalet riskfaktorer är något färre, SKB:s beskrivning av fasta förutsättningar är tydligare och expertgruppens bedömningar av hög- och lågvärden i trepunktskattningarna görs nu vid 90:e respektive 10:e percentilen. Åtgärderna har förenklat myndighetens granskning av underlaget och är troligen även en förklaring till att den totala risken, mätt som standardavvikelse relativt medelvärdet, har ökat något från 13 procent i den förra kostnadsberäkningen till 16 procent i den nu aktuella. Trots förbättringarna kvarstår flera brister i osäkerhetsanalysen.

För de första är detaljeringsgraden i analysen alltför hög. Den höga detaljeringsgraden medför att analysarbetet blir mycket omfattande och svåröverblickbart, och kan ge en falsk bild av exakthet. Att beräkningsmodellen sammanlagt består av hundratals Excellikar med en hög grad av manuellt arbete adderar också en lager av komplexitet som försvårar arbetet med kvalitetssäkring och analys. Dessutom används för många variationer med för låg eller ingen inbördes samvariation, vilket gör att det uppstår en diversifieringseffekt som bidrar till att hålla nere standardavvikelsen.

För det andra innebär analysgruppens sammansättning, där majoriteten av medlemmarna och moderatören har koppling till kärnkraftsindustrin, en risk för bias i bedömningarna. För det tredje krävs det mer analys avseende rimligheten i egenskaperna och formen på den resulterande kostnadsfördelningen. För det fjärde saknar osäkerhetsmodellen tekniska förutsättningar att simulera tidsfördelade osäkerheter, vilket bland annat medför att tidsförskjutningar inte simuleras ändamålsenligt.

Sammantaget är Riksgäldens bedömning att ovanstående brister leder till att den totala risken i kostnaderna troligen är underskattad. Detta bekräftas av indikativa jämförelser med spridningen i kostnader för andra stora infrastrukturprojekt.

SKB:s kostnadsberäkning och osäkerhetsanalys är ett viktigt underlag för beräkningar av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp. Av den anledningen, och mot bakgrund av myndighetens granskning, bedömer Riksgälden att SKB behöver genomföra följande åtgärder i arbetet med Plan 2022:

- Analysgruppens sammansättning bör ses över så att

- en högre andel av gruppen består av personer som inte har direkt koppling till kärnavfallsprogrammet eller kärnkraftsindustri och
- heterogeniteten i gruppen ökar.
- Utveckla alternativa metoder eller tillvägagångssätt för att skapa årliga kassaflöden för de förväntade kostnaderna som beaktar de påpekade svagheter med den nuvarande *stretching*-metoden.
- Utredda och motivera vilken fördelningsfunktion som är bäst lämpad för att representera analysgruppens bedömningar och hur denna fördelningsfunktion ska parametersättas för att skapa realistiska scenarier som även beaktar mer extrema utfall.¹³
- Antalet variationer i analysen bör reduceras i betydligt större utsträckning än vad som gjorts mellan Plan 2016 och Plan 2019.

3.4 Prognoser för elproduktion

Som en del av underlaget till Plan 2019 har reaktorinnehavarna lämnat in prognoser för elproduktion under reaktorernas återstående drifttid. I detta avsnitt sammanfattas Riksgäldens granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser och en bedömning om dessa bör användas som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter. För närmare detaljer hänvisas till *Bilaga 3: Granskning av prognoser för elproduktionen vid de svenska kärnkraftverken 2021-2035*.

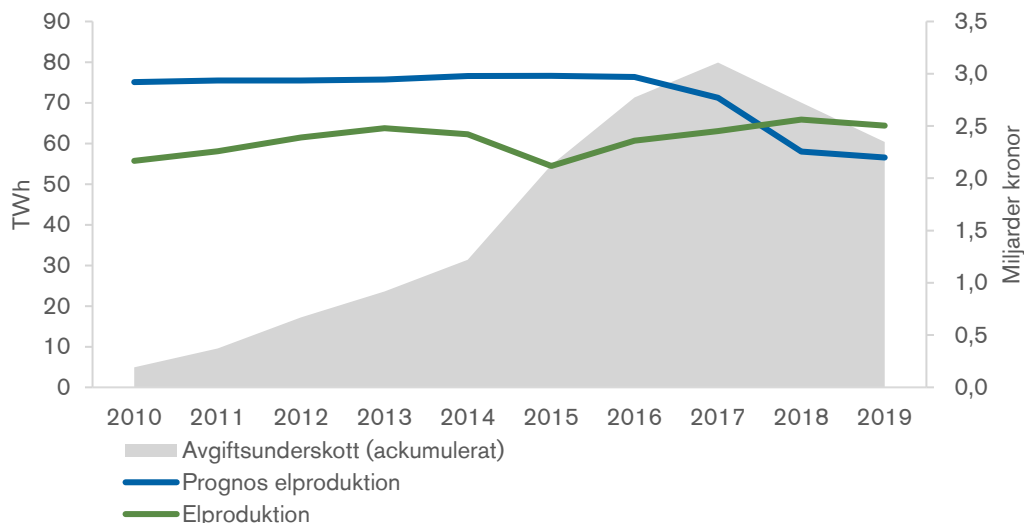
3.4.1 Hur används elprognoser och varför behövs väntevärdesriktiga prognoser?

För en reaktorinnehavare som innehar minst en kärnkraftsreaktor i drift ska kärnavfallsavgiften betalas som kronor per levererad kilowattimme elström till elnätet. Enligt 3 § finansieringsförordningen ska kärnavfallsavgifter beräknas på *förväntade* volymer elström. Inbetalningarna beslutas i efterhand baserat på faktiskt levererad elström. Framtida avgiftsinbetalningarna till kärnavfallsfonden är således produkten av kärnavfallsavgiften och levererad elström. Om prognosen för elproduktionen är högre än utfallet får det som konsekvens att kärnavfallsavgifterna blir lägre än vad som krävs för att systemet ska balansera. Det motsatta gäller om prognoserna för leverans av elström är lägre än faktiskt levererad elström.

Under perioden 2010 till 2019 uppgick de ackumulerade uteblivna avgiftsintäkterna till ca 2,3 miljarder kronor till följd av att elproduktionen överskattats vid avgiftsberäkningarna, se diagram 6 nedan. Lägre inbetalningar än förväntat är en bidragande orsak till varför SSM succesivt föreslagit höjningar av kärnavfallsavgiften till regeringen. Att avgiftsunderskottet minskat under senare år är delvis en konsekvens av att kärnavfallsavgifter beräknats baserat på myndighetens elprognoser, och inte reaktorinnehavarnas.

¹³ Utöver svaret på Riksgäldens begäran om kompletterande information i januari 2020 (SKB, 2020a).

Diagram 6. Ackumulerat avgiftsunderskott

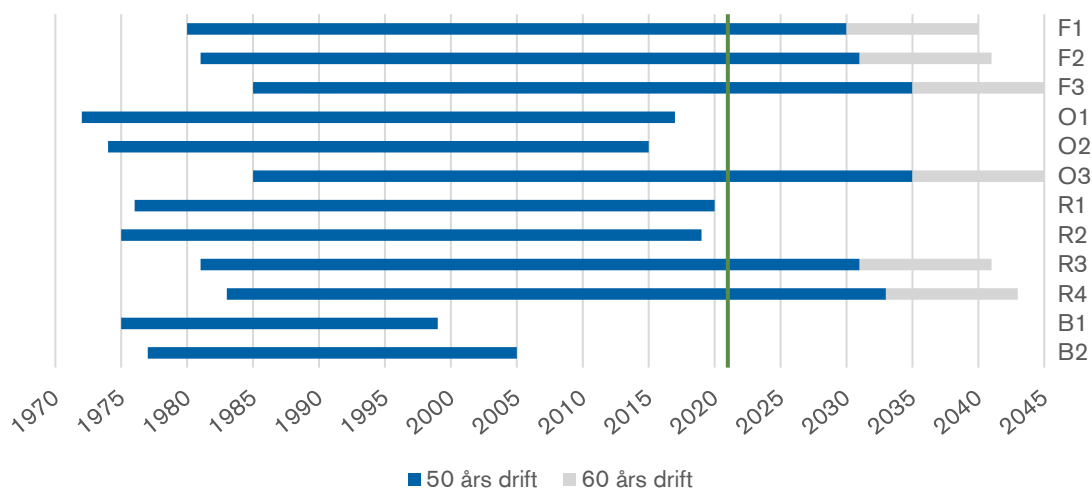


Källa: egna beräkningar

Den elproduktion som förväntas produceras från en reaktor beror på dels återstående drifttid, dels den produktionsnivå som upprätthålls under drifttiden. Reaktoreernas återstående drifttid vid beräkning av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp är reglerad i 4 § finansieringsförordningen: Varje reaktor ska anses ha en total drifttid om 50 år eller en återstående drifttid om minst sex år (den s.k. sexårs-regeln), om det inte finns skäl att anta att drifttiden kan komma att upphöra dessförinnan.

I diagram 7 nedan framgår förväntad och uppnådd total drifttid för varje reaktor, dels enligt de förutsättningar som följer av förordningen (50 års drift), dels enligt reaktorbolagens egna planer (60 års drift). Den vertikala gröna linjen anger startpunkten för nästa avgiftsperiod, dvs. 2021.

Diagram 7. Återstående drifttid för 50- och 60-årsscenario



Källa: SKB och egna beräkningar

Diagrammet visar att den återstående drifttiden är relativt kort innan reaktorerna når 50 års drift. Dessutom kommer sex av tolv reaktorer vara avställda vid början av nästa avgiftsperiod, utan att ha uppnått en ålder om 50 år. Det återstår med andra ord inte så många år för att bygga upp fonden under reaktorernas aktiva tid och en betydande andel av kostnaderna uppstår efter att reaktorerna slutat producera el. Därför är det viktigt att kärnavfallsavgifter beräknas på en väntevärdesriktig bedömning av framtida elproduktion.

3.4.2 Reaktorinnehavarnas elprognoser i Plan 2019

Genom SKB har reaktorinnehavarna sedan kostnadsberäkningen 1989 (Plan 89) lämnat uppgifter till myndigheterna om planerad elleverans. Reaktorinnehavarna har genom SKB (i Plan 2019) även inkommit med underlag för planerad elproduktion för reaktorerna för reaktorernas återstående drifttid enligt finansieringsförordningen, dvs. från 2021 till 2035. Under den perioden kommer som mest sex reaktorer vara i drift och den förväntade elproduktionen enligt reaktorinnehavarna är totalt 657 TWh (SKB, 2019d).

Underlaget bygger på bedömningar gjorda av reaktorinnehavarna (SKB, 2019e), oberoende av varandra. För Forsmark och Ringhals består bedömningarna av en kombination av kortsiktiga (fem år) produktionsplaner och långsiktiga strategiska mål. Oskarshamn använder ett produktionsplaneringsverktyg med inputparametrar som exempelvis maximal produktion, kylvattenspåverkan, periodisk provning, revisionsavställning, etc. I beräkningarna görs ett antal antaganden avseende exempelvis erfarenheten hos personalen och komplexiteten i revisionsarbetet. För samtliga reaktorinnehavare görs inga antaganden om framtida effekthöjningar.

I sammanhanget bör noteras att reaktorinnehavarna inte alltid haft samma metod för att göra prognoser. Under merparten av perioden innan 2001 utgick prognoserna från ett antagande om en framtida tillgänglighetsfaktor (vanligtvis omkring 80 procent). Bedömningen byggde på historisk utnyttjandegrad i reaktorerna och behov av förväntade framtida renoveringsarbeten samt eventuella framtida störningar i driften.

3.4.3 Riksgäldens metod för granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser

Som konstaterats ovan har reaktorinnehavarna under en lång tid överskattat produktionen i de svenska kärnkraftverken. En överskattning av produktionen har gett lägre inbetalningar och därmed ett underskott i kärnavfallsfinansieringssystemet. Riksgälden har därför genomfört en granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser för att bedöma om de kan utgöra underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter.

Tekniska och ingenjörsmässiga antaganden utgör grunden för tillståndshavarnas prognoser och dessa är svåra för Riksgälden att uttala sig om. Riksgäldens gör därför en prognosutvärdering, uppdelad i två steg. Första steget är att analysera hur väl reaktorinnehavarnas tidigare prognoser står sig mot faktiskt utfall. I analysen beräknas medelfel, för att ge indikationer om tidigare prognoser systematiskt över- eller underskattas, samt medelabsolutfel, för att bedöma den övergripande träffsäkerheten i prognoserna. I sammanhanget är måtten ointressanta om det inte finns en konkurrerande prognosmodell att jämföra med. Det finns inte några andra i dag redan existerande prognosmodeller som är lämpliga att använda för jämförelser. Energimyndigheten gör förvisso långsiktiga scenarier för kärnkraftsel, men dessa bedöms inte vara lämpliga för att granska

reaktorinnehavarnas årliga prognoser per reaktor¹⁴. Därför jämförs utfallet med en prognosmodell som Riksgälden tagit fram, som beskrivs närmare i följande avsnitt.

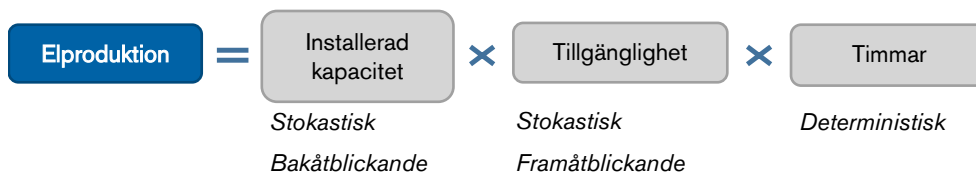
Riksgäldens prognosmetod implementerades först 2017, alltså finns endast tre datapunkter med prognoser (2017-2019). Analys av få datapunkter kan innebära att slumpen påverkar resultaten i hög utstäckning. För att utvärdera Riksgäldens prognoser görs istället så kallad backtesting, vilket innebär att modellen testats för att se hur väl den hade presterat under en viss tidsperiod som redan inträffat.

I ett andra steg granskas vissa centrala underliggande antaganden i reaktorinnehavarnas prognoser för att få en bredare bild av rimligheten i prognoserna.

3.4.4 Riksgäldens modell för elprognoser

Den förväntade återstående elproduktionen för reaktorer i drift bestäms av en metod utvecklad i samband med SSM:s förslag till kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020. Modellen utvecklades tillsammans med konsulter från Palisade Corporation i Excel med riskanalys-verktyget Palisade @Risk. Syftet med prognosmetoden är att beräkna årlig förväntad elproduktion och variation kring medelvärde av produktionen för varje aktiv reaktor. Principen är att en reaktors årliga elproduktion kan estimeras med produkten av reaktorns installerade kapacitet, tillgängligheten på el och antal kalendertimmar under det aktuella året, se figur 4 nedan. Den installerade kapaciteten och tillgängligheten på el betraktas båda som osäkerhetsfaktorer.

Figur 4. Beräkning av framtida elproduktion med Riksgäldens modell



Källa: Riksgälden.

För en reaktors installerade kapacitet (reference unit power) används den definition som används av International Atomic Energy Agency (IAEA, 2005). Riksgäldens estimering av installerade kapacitet beräknas i kombination av expertutlåtande och stokastisk analys. I första steget ombeds experter på reaktordrift¹⁵ från SSM att göra en trepunktsskattning av troligt värde, lågvärde samt högvärde för genomsnittlig installerade kapaciteten (i MW). Bedömningar görs för varje år och reaktor för hela prognosperioden. Konfidensintervall för hög- och lågvärden sätts till 1:10, vilket innebär att det är 10 procent sannolikhet att utfallet inte överstiger lågvärdet och 90 procent sannolikhet att utfallet inte överstiger högvärdet. Bedömningar diskuteras i grupp innan de fastställs. De tre parametrarna låg-,

¹⁴ Energimyndigheten gör prognoser av tillförsel av kärnkraftsel på lång sikt. Prognoserna bygger på en modell som optimerar energibehovet i olika sektorer så att den totala kostnaden för att tillhandahålla energiefterfrågan minimeras. Energimyndighetens långtidsscenario för elproduktion är dock inte heller lämpliga i syfte att jämföras mot reaktorinnehavarnas elprognoser. För det första används samma antagande för tillgänglighet för samtliga reaktorer i drift. Detta förefaller olämpligt då historiska produktionsdata visar att tillgängligheten varier kraftigt mellan olika reaktorinnehavarna och inte minst mellan olika reaktorer. För det andra antas utbyggnad av ny kärnkraft om modellen tillåter det, vilket direkt motsäger de förutsättningar som ges av finansieringsförordningen avseende återstående drifttid.

¹⁵ Anläggningsansvariga (tre stycken) på myndighetens avdelning för Kärnkraftssäkerhet.

hög- och troligt värde används för att beräkna parametrarna till fördelningsfunktioner för osäkerhetsfaktorn. För detta syfte används PERT-funktionen (Project Evaluation and Review Technique). PERT-fördelningen är en specialform av Beta-fördelningen och har liksom Beta-fördelningen slutna intervall och är vanligt förekommande i sammanhang där inhämta av data från experter görs (engelska "expert elicitation").

Den andra osäkerhetsfaktorn, tillgänglighet på el, likställs i den här metoden med en reaktors kapacitetsfaktor (load factor) som definieras av IAEA. Load factor beräknas för varje reaktor och tidigare driftår genom att dela den uppnådda årliga elproduktionen med den totala kapaciteten för samma år. Data för historisk produktion och installerad kapacitet hämtas från IAEA:s databas PRIS (Power Reactor Information System) (IAEA, 2020). Vid beräkning av historiska serier för tillgängligheter exkluderas en reaktors fem första driftår. De första åren består med hög sannolikhet av provdrift och viss inkörning och representerar därför med hög sannolikhet inte reaktorns tillgänglighet på längre sikt. Vidare har ingen hänsyn tagits till en reaktors driftläge, dvs. provdrift eller rutinmässig drift. Om en reaktor levererar energi så uppstår också restprodukter som måste omhändertas och som tillståndshavaren är skyldig att finansiera.

Prognoser för tillgänglighet kan genereras med en "dragning med återläggning"-teknik (resample with replacement) utifrån tidigare beräknade historiska tillgänglighetsnivåer. I praktiken innebär tekniken att fördelningar skapas genom att plocka tal från de historiska tidsserierna, med lika stor sannolikhet varje gång, och med möjlighet till återupprepning av samma dragning.

Antalet tillgängliga timmar för ett produktionsår är deterministiskt och beräknas som 8 760 (365*24) för ett normalår och 8 784 (366*24) för ett skottår. Antal tillgängliga timmar under reaktorns slutår beräknas utifrån dess planerade drifttid enligt regleringen i finansieringsförordningen. Eftersom drifttiden är reglerad i förordningen behandlas den som ett fast antagande i beräkningarna. Genom att stokastiskt skapa fördelningsfunktioner för respektive parameter kan årliga fördelningar över framtida elproduktion göras för varje reaktor. Utifrån dessa fördelningar kan sedan väntevärden och variation för varje år och scenario beräknas.

3.4.5 Jämförelse mellan Riksgäldens prognoser och reaktorinnehavarnas prognoser

Givet tidigare beskrivna metod och antagande så kan prognosfel för respektive modell och reaktor beräknas, vilket redovisas i tabell 5 nedan. Utfallsdata för elproduktion fram till 2018 hämtas från PRIS-databasen. Utfall för elproduktion för 2019 kommer från SKB (SKB, 2019f). I beräkningarna har Barsebäck uteslutits eftersom reaktorinnehavaren inte har någon reaktor i drift och därmed inte kommer att få en rörlig avgift baserad på förväntad elproduktion.

Tabell 5. Prognosfel (TWh)

		F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1	R2	R3	R4
MF	Reaktorinnehavare	-0,1	-0,6	-1,0	-1,2	-1,2	-1,0	-0,6	-2,0	-0,4	0,0
	Riksgälden	0,5	0,8	-0,3	-0,3	-0,3	0,4	0,7	-0,8	0,4	0,6
MAF	Reaktorinnehavare	0,2	0,6	1,1	1,2	1,3	1,0	0,6	2,6	0,5	0,3
	Riksgälden	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,9	1,9	0,5	0,6

Källa: egna beräkningar

Medelfelet (MF) visar hur mycket prognoserna i genomsnitt avviker från utfallet och ger därmed en

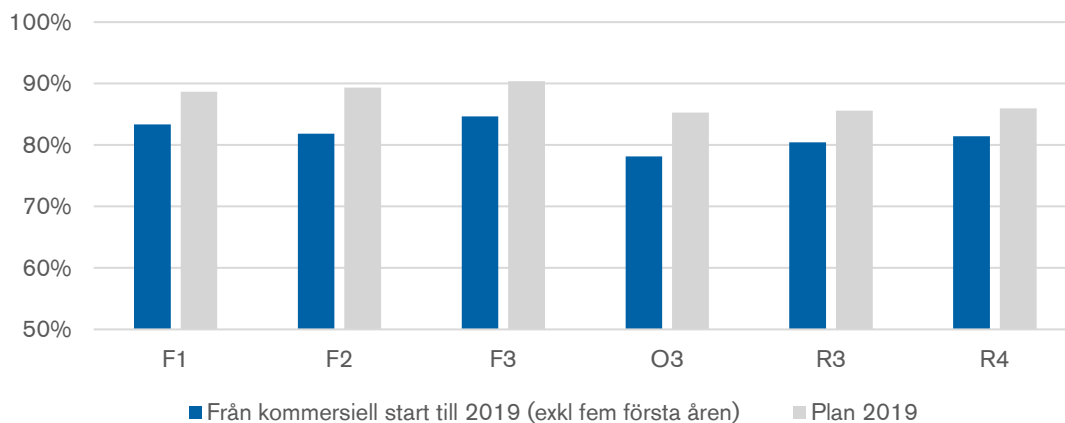
indikation på om reaktorinnehavaren systematiskt över- eller underskattat utfallen. Resultaten indikerar att reaktorinnehavarna för alla reaktorer förutom R4 överskattat sina prognoser och att det därmed finns en bias i prognoserna. Riksgäldens prognosmodell ger en blandning av över- och underprognoser mellan reaktorerna.

Eftersom över- och underskattningar kan ta ut varandra och generera ett litet medelfel är det inte användbart för att bedöma prognosprecisionen. För det ändamålet är medelabsolutfelet (MAF) mer relevant. Medelabsolutfelet tar genomsnittet av det absoluta prognosfelet, dvs. det tar inte hänsyn till om felet är negativa eller positiva. Beräkningarna av medelfel visar att reaktorinnehavarnas prognoser är närmare utfallen för F1, F2, R1, och R4. Samtidigt är myndighetens prognosmodell närmare utfallen för F3, O1, O2, O3, R2 och R3.

3.4.6 Reaktorinnehavarnas tillgänglighetsantaganden

Andra steget i Riksgäldens granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser är att undersöka prognosernas tillgänglighetsantaganden. Diagram 8 visar den tillgänglighet som uppnåtts för respektive reaktor under dess livstid sedan kommersiell start, samt den tillgänglighet som förutsetts i underlaget för Plan 2019. Likt i underlaget för backtesting, har de fem första åren tagits bort och precis som i prognosutvärderingen används load factor som mått på tillgänglighet (IAEA, 2005). O1, O2 samt R1 och R2 redovisas inte eftersom dessa inte är i drift efter 2020.

Diagram 8. Reaktorernas tillgänglighet jämfört med antagen tillgänglighet i Plan 2019 (för perioden 2021-2035)



Källa: IAEA PRIS, SKB och egna beräkningar.

Av diagrammet framgår att nivån på tillgänglighet som antas gälla i Plan 2019 är högre än vad som uppnåtts historiskt för samtliga reaktorer. I genomsnitt förutsätts tillgängligheten vara 6 procentenheter högre. Störst språng i tillgänglighet antas F2 göra, från 82 procent till 89 procent följt av O3, från 78 procent till 85 procent. Jämfört med underlaget i Plan 2016 är antagna tillgänglighetsnivåer i stort sett samma, även om bortfallet av de äldre reaktorerna gör att det genomsnittliga tillgänglighetssprånget har blivit lägre denna gång.

3.4.7 Slutsatser

Ett rimligt antagande är att en reaktorinnehavare, i egenskap av sin roll som producent, bör ha goda förutsättningar att göra en väntevärdesriktig bedömning av framtida elleverans. Riksgälden granskning av reaktorinnehavarnas tidigare prognoser visar att så inte alltid är fallet.

Jämförelse mellan reaktorinnehavarnas och Riksgäldens prognoser genom backtesting indikerar att reaktorinnehavarna systematiskt överskattat sin framtida produktion. Riksgäldens prognosmodell gör ingen entydig över- eller underskattning av produktionen i de olika reaktorerna. Träffsäkerheten i Riksgäldens prognoser är dessutom något bättre än industrins prognoser. Vissa antaganden som gjorts för att möjliggöra backtesting är till nackdel för Riksgäldens modell, exempelvis att det antas råda okunskap om eventuell effekt upp- och nedgradering som infaller nära inpå tidpunkten då prognosen görs. Tillgänglighetsnivån som antas gälla i reaktorinnehavarnas prognoser för 2021-2035 är betydligt högre än vad som uppnåtts historiskt för samtliga reaktorer. Även om de äldre reaktorerna som historiskt haft låg tillgänglighet kommer att ställas av motiverar det inte ett så pass stort språng i tillgänglighet. Med Riksgäldens prognosmodell kommer framtida förändringar i tillgänglighetsnivå istället successivt att vägas in i framtida prognoser i takt med att ny utfallsdata inkluderas i beräkningarna. Om tillgänglighetsnivån förbättras under kommande avgiftsperiod, likt vad tillståndshavarna förväntar sig, kommer prognoserna vid nästkommande avgiftsförslag att revideras uppåt¹⁶.

Sammantaget bedömer därmed Riksgälden att reaktorinnehavarnas prognoser inte bör användas som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter. Beräkningarna bör istället, likt föregående avgiftsförslag, göras med Riksgäldens prognosmodell. Med Riksgäldens prognosmodell blir den totala förväntade återstående elproduktionen under perioden 2021-2035 613 TWh, vilket är ca 7 procent lägre än reaktorinnehavarnas prognoser.

¹⁶ En sådan effekt kan redan noteras i föreliggande prognos, som är högre än den prognos som gjordes vid föregående avgiftsberäkning till följd av att reaktorerna har haft bättre tillgänglighet under perioden 2017-2019.

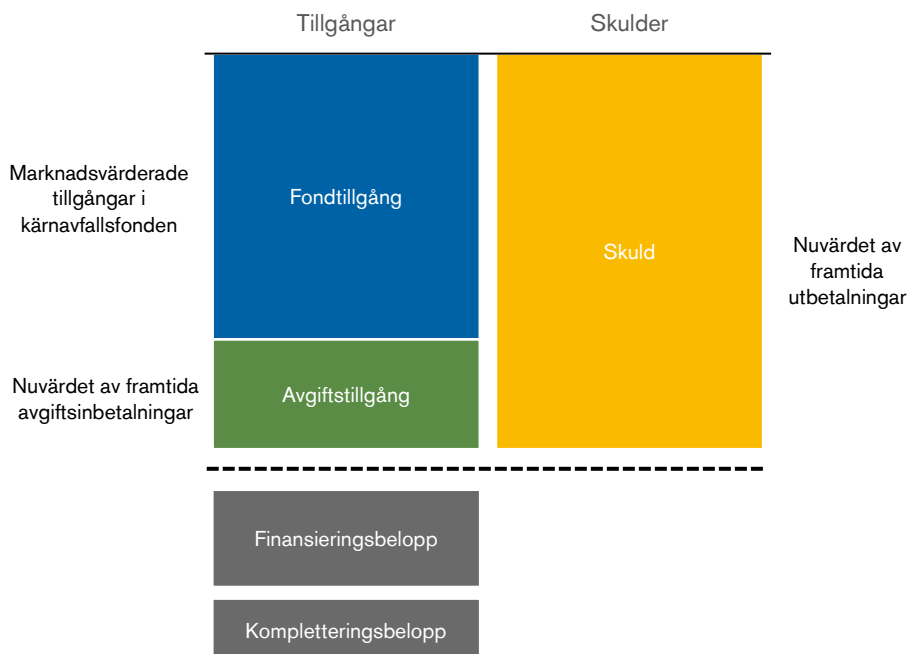
4 Principer för beräkningarna

Beräkning av avgifter och finansieringsbelopp är en deterministisk beräkning och följer huvudsakligen samma metod som användes vid föregående avgiftsförslag. Utgångspunkten är att vid början av nästa avgiftsperiod så ska en reaktorinnehavares framtida inbetalningar till kärnavfallsfonden tillsammans med marknadsvärdet av dess andel av kärnavfallsfonden vara lika stor som dess framtida utbetalningar ur fonden. För att genomföra beräkningarna behöver antaganden och prognoser göras på upp till 60 års sikt, varför bedömningarna oundvikligen är förknippade med stor osäkerhet. För finansiella variabler utgår beräkningarna dessutom från en ögonblicksbild av marknadsläget vid tillfället för beräkningarna. Förutom bedömningen av programmets kostnader har diskonteringsräntekurvan stor inverkan på nivåer av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp. Även bedömningar av förväntad elproduktion och statens kostnader i programmet har en effekt på avgiftsnivåerna. Som tidigare nämnts gör Riksgälden i detta förslag inte en ny beräkning av kompletteringsbeloppet.

4.1 Balansräkning för en reaktorinnehavare

Utgångspunkten i Riksgäldens beräkningar av kärnavfallsavgifter är att nuvärdet av en reaktorinnehavares skuld ska balanseras av nuvärdet av reaktorinnehavarens tillgångar vid början av nästa avgiftsperiod. Värderingstidpunkten för reaktorinnehavarens tillgångar och skulder blir därmed ett framtida datum, januari 2021. För att genomföra värdering vid en framtida tidpunkt behöver prognoser för innevarande år göras för reaktorinnehavarens kassaflöden. De huvudsakliga komponenterna i beräkningarna av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp kan därmed för en reaktorinnehavare illustreras i en principiell balansräkning, se figur 5 nedan.

Figur 5. Principiell balansräkning för en reaktorinnehavare



En reaktorinnehavares skuld utgörs av det diskonterade värdet av de kostnader som anges i 4 § finansieringslagen, dvs. de utbetalningarna som förväntas av reaktorinnehavarens andel av kostnaderna för kärnavfallsprogrammet samt dess andel av merkostnaderna. En reaktorinnehavares tillgångar utgörs dels av fondtillgång, dels av avgiftstillgång. Fondtillgången består av de marknadsvärderade tillgångarna i reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden vid avgiftsperiodens början. Avgiftstillgången består av reaktorinnehavarens framtida diskonterade avgiftsinbetalningar till kärnavfallsfonden. En närmare beskrivning av balansräkningens komponenter görs nedan.

4.1.1 Fondtillgång

Fondtillgången består av de marknadsvärderade tillgångarna i reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden vid avgiftsperiodens början. Kärnavfallsfondens kapital förvaltas i två portföljer, BAS-portföljen och LÅNG-portföljen. BAS-portföljen investerar i svenska statspapper och säkerställda obligationer. LÅNG-portföljen investerar i företagsobligationer samt svenska och globala aktier. Reaktorbolagens ägande av andelar i respektive portfölj beslutas av Kärnavfallsfondens styrelse, baserat på en långsiktig placeringsstrategi. Reaktorbolagens andelar i portföljerna måste även efterfölja reglerna i förordningen (2017:1180) om förvaltningen av kärnavfallsfondens medel (förvaltningsförordningen).

Fondens marknadsvärde justeras för innevarande år med förväntade in- och utbetalningar samt förväntad avkastning, för att erhålla ett fondsaldo per sista december 2020. För bedömning av förväntad avkastning för helåret 2020 har en bedömning gjorts av Kammarkollegiet i mitten av mars

innevarande år. Kammarkollegiet bedömer i mars 2020 helårs-avkastningen för BAS-portföljen till -0,23 procent och i LÅNG-portföljen till -12,8 procent.

4.1.2 Framtida utbetalningar

En reaktorinnehavares framtida förväntade utbetalningar ur kärnavfallsfonden kan delas in i tre huvudkomponenter. Den första komponenten består av kostnader för aktiviteter som SKB har till uppdrag av reaktorinnehavarna att genomföra, dvs. hantering och slutförvaring av kärntekniska restprodukter. SKB benämner dessa "samkostnader" eftersom kostnaderna delas gemensamt mellan de olika reaktorinnehavarna. Den andra komponenten består av kostnader som är förknippade med aktiviteter för rivning och avveckling av reaktorinnehavarens kärnkraftverk. Reaktorinnehavaren planerar och genomför dessa aktiviteter på egen hand och i underlaget benämns de som "särkostnader". Genom sin roll att utarbeta ett gemensamt kostnadsunderlag så sammanställer SKB de båda komponenterna i Plan 2019, i vad som kallas "den återstående grundkostnaden"¹⁷. Grundkostnaderna står tillsammans för ca 95 procent av de totala kostnaderna. Kostnadsunderlaget sträcker sig från 2021 till dess att programmet förväntas vara avslutat, 2080.

SKB presenterar i Plan 2019 två alternativ för återstående grundkostnad, en som utgår från SKB:s metod för beräkning av reala pris- och löneförändringar och en som utgår från SSM:s riktlinjer för reala pris- och löneförändringar. Efter en granskning av underlaget bedömer Riksgälden att det kostnadsunderlag som benämns "återstående grundkostnad alt. EEF" ska ligga till grund för beräkningarna¹⁸. Kostnader som underlag för beräkning av finansieringsbelopp utgår från "återstående grundkostnad för FB alt. EEF", dvs. den kalkyl som bygger på att driften av reaktorerna avbryts från och med början av nästa avgiftsperiod (2021).

Den tredje komponenten i framtida utbetalningar består av de så kallade merkostnaderna. Med merkostnader menas myndigheternas (samt vissa kommuners och regioners) årliga förväntade kostnader för verksamhet de har till uppdrag att utföra enligt i 4 § 4-9 finansieringslagen. För SSM avses kostnader för avvecklingstillsyn vid rivning kärntekniska anläggningar, övervakning och kontroll av slutförvar, arbete med och information till allmänheten avseende slutförvarsfrågor samt det utvecklings- och forskningsarbete som krävs för att kunna utföra dessa uppgifter. För Kärnavfallsfonden avses kostnader för förvaltning av kapitalet. För Riksgälden avses kostnader för prövning av frågor enligt finansieringslagen. För kommuner och regioner avses kostnader för granskning av slutförvarsansökningar som prövas av mark och miljödomstolen samt information till allmänheten avseende slutförvarsfrågor. I tabell 6 framgår merkostnaderna per respektive reaktorinnehavare. Merkostnaderna har minskat något från tidigare avgiftsberäkning (merkostnaderna beräknades då till 6,8 miljarder kronor för kärnavfallsavgift och 6,6 miljarder kronor för finansieringsbelopp). Merkostnaderna står för resterande 5 procent av de totala kostnaderna.¹⁹

¹⁷ Se avsnitt 2.3 för mer information om SKB:s process med att ta fram den återstående grundkostnaden

¹⁸ Se avsnitt 3.2 samt *Bilaga 1: Granskning av EEF* för redogörelse av Riksgäldens granskning av EEF

¹⁹ Se *Bilaga 4: Beräkning av merkostnader* för mer information om merkostnadsberäkningen.

Tabell 6. Merkostnader per reaktorinnehavare, odiskonterad summa för perioden 2021-2080 (miljoner kronor, 2019-års penningvärde)

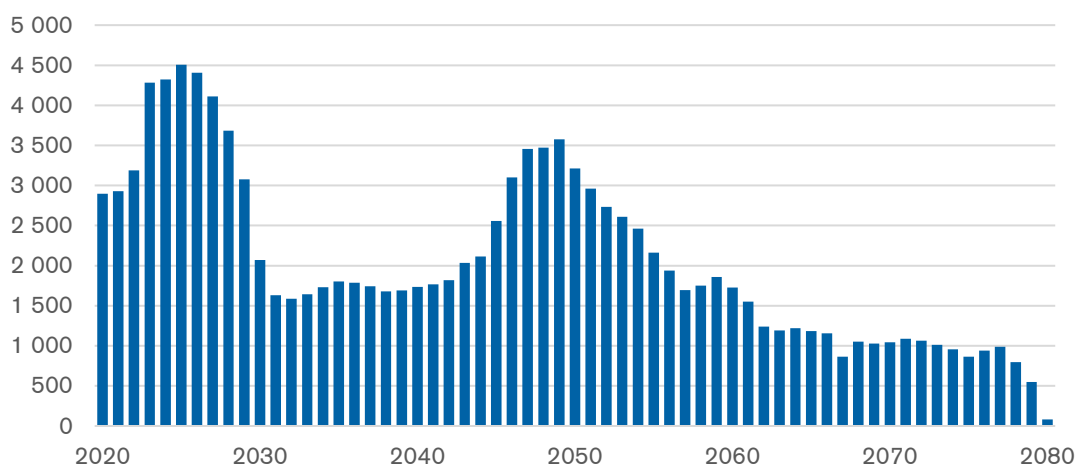
Reaktorinnehavare	För kärnavfallsavgift	För finansieringsbelopp
Forsmarks Kraftgrupp AB	2 128	1 922
OKG AB	1 295	1 210
Ringhals AB	2 160	2 054
Barsebäck kraft AB	545	572
Summa	6 128	5 758

Källa: SSM, Kärnavfallsfonden, Kärnavfallsrådet och egna beräkningar

För att räkna om marknadsvärdet på tillgångarna i kärnavfallsfonden från januari 2020 till januari 2021, så reduceras fondvärdet med en prognos på förväntade utbetalningar under innevarande år. Förväntade utbetalningar till tillståndshavare bedöms baserat på beslutade utbetalningsplaner. Utbetalningsplanerna fördelas sedan ut på reaktorinnehavarna baserat på förväntade utbetalningar enligt Plan 2019 för 2021. Förväntade merkostnader under 2020 bestäms i huvudsak av regeringens beslut om beviljade medel för innevarande år.

I diagram 9 nedan framgår de totala (dvs. grundkostnader och merkostnader) årliga reala förväntade utbetalningarna för alla reaktorinnehavare samlat fram till 2080. Utbetalningarna räknas även upp med förväntad inflation under 2020, vilket bestäms utifrån Konjunkturinstitutets prognos från april samma år. De förväntade utbetalningarna för grundkostnaderna följer av SKB:s metod "stretching".

Diagram 9. Förväntade utbetalningar för samtliga reaktorinnehavare (miljoner kronor)



Prisnivå januari 2019

Källa: SKB och egna beräkningar

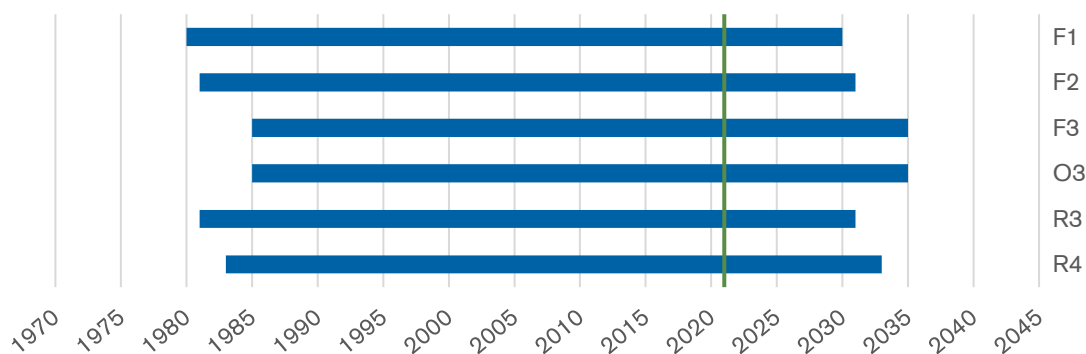
4.1.3 Framtida inbetalningar

De nuvärdesberäknade framtida inbetalningarna från en reaktorinnehavare till kärnavfallsfonden består i praktiken av differensen mellan nuvärdet av reaktorinnehavarens framtida utbetalningar och reaktorinnehavarens andel av de marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden. För en reaktorinnehavare med avställda reaktorer, dvs. BKAB, räknas avgiftstillgången om till ett årligt belopp fördelat på tre år. För reaktorinnehavare med en eller fler reaktorer i drift fördelas

avgiftstillgången ut på summan av den återstående förväntade elproduktionen för dess reaktorer. Det finns totalt tolv kärnkraftsreaktorer i Sverige, fördelade på fyra kärnkraftverk: Forsmark, Oskarshamn, Ringhals och Barsebäck. Av dessa tolv reaktorer kommer hälften att vara i drift från 2021. Forsmark kommer ha tre reaktorer i drift (F1, F2, F3), Ringhals två (R3 och R4) och Oskarshamn en (O3). Oskarshamn stängde två reaktorer 2015 och 2017 och Ringhals har sedan tidigare stängt R2 vid årsskiftet 2019 och beslutat om stängning av R1 vid årsskiftet 2020. Barsebäck stängde sina två reaktorer (B1 och B2) 1999 respektive 2005.

Reaktorernas drifttider bestäms av 4 § finansieringsförordningen som säger att varje kärnkraftsreaktor som inte är permanent avstängd ska antas ha en total drifttid om 50 år eller åtminstone en återstående drifttid om sex år. Om det finns särskilda skäl att anta att driften kan komma att upphöra vid en tidigare tidpunkt, ska den förväntade drifttiden istället bestämmas utifrån den tidpunkten. I diagram 10 nedan visas uppnådd drifttid från kommersiell start och återstående drifttid för de sex reaktorer som förväntas vara kvar i drift från och med 2021 (grön vertikal linje).

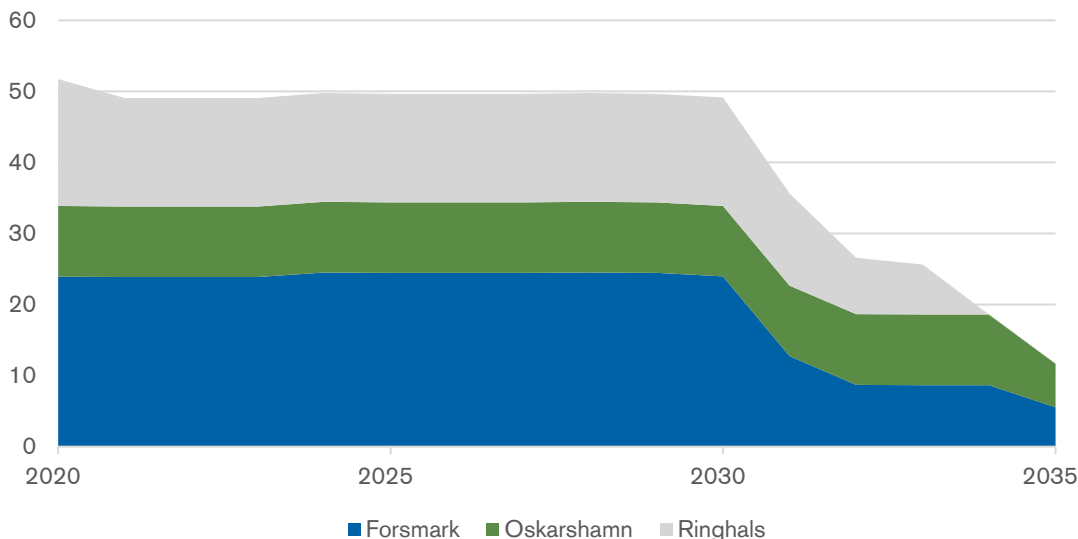
Diagram 10. Drifttid för reaktorer



Källa: egna beräkningar.

Reaktorinnehavarna har i underlaget till Plan 2019 inkommit med prognoser på elproduktion för förväntad återstående drifttid. Baserat på granskning av underlaget bedömer Riksgälden att reaktorinnehavarnas underlag för planerad elproduktion inte ska användas som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp. Framtida elproduktion baseras istället på Riksgäldens prognosmodell. Samma prognosmodell användes även vid SSM:s förslag till kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2018-2020. Metoden bygger på att varje reaktors framtida elproduktion beräknas genom en kombination av historisk tillgänglighetsgrad och expertutlåtande på framtida installerad effekt. Med metoden återfås en total återstående elproduktion på totalt 613 TWh för perioden 2021-2035. För en närmare beskrivning av modellen och Riksgäldens granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser hänvisas till avsnitt 3.4 eller *Bilaga 3: Granskning av prognoser för elproduktion vid de svenska kärnkraftverken 2021-2035*. I diagram 11 nedan visas respektive reaktorinnehavares totala årliga förväntade återstående elproduktion med Riksgäldens prognoser.

Diagram 11. Återstående elproduktion per reaktorinnehavare (TWh)



Källa: egna beräkningar.

Riksgäldens bedömning av förväntad elproduktion är lägre än den som reaktorinnehavarna redovisar i Plan 2019. Lägre elproduktion innebär färre radioaktiva restprodukter som bas för kostnadsberäkningarna. Därför behöver grundkostnaderna justeras med en kostnad som motsvarar skillnaden i förväntade restprodukter. I detta syfte har SKB tillhandahållit en tabell som ger en skattning av minskningen av grundkostnaden vid en minskning av elproduktionen i TWh för olika diskonteringsräntor, för de två reaktor-typerna (BWR och PWR). Riksgälden har använt tabellen för att beräkna minskning av grundkostnaderna för respektive tillståndshavare, vilken totalt uppgår till ca 400 miljoner kronor.

4.1.4 Kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp

Kärnavfallsavgiften ska enligt 7 § finansieringslagen beräknas så att det diskonterade värdet av de förväntade inbetalningarna tillsammans med reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden motsvarar det diskonterade värdet av reaktorinnehavarens grundkostnader och merkostnader. Således blir kärnavfallsavgiften en deterministisk beräkning av den avgift som krävs för att avgiftstillgången tillsammans med de marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden balansera de framtida förväntade utbetalningarna från fonden. För en reaktorinnehavare som har tillstånd för en eller flera kärnkraftsreaktorer som inte är permanent avstängda ska avgiften anges i kronor per levererad kilowattimme el och bestämmas utifrån den mängd el som reaktorinnehavaren kan antas leverera under återstående drifttid. Det återstående finansieringsbehovet fördelas alltså ut på återstående förväntad elproduktion för reaktorinnehavarens samtliga reaktorer. För reaktorinnehavare som inte har reaktorer i drift ska avgiften anges som ett årligt belopp i kronor, med en betalningsperiod om tre år.

Finansieringsbeloppet ska enligt 5 c § finansieringslagen beräknas som skillnaden mellan å ena sidan de förväntade återstående grundkostnaderna och merkostnaderna för de restprodukter som uppkommit då beräkningen görs, å andra sidan reaktorinnehavarens andel i kärnavfallsfonden.

Finansieringsbeloppet bestäms därmed deterministiskt som skillnaden mellan förväntade återstående kostnader under förutsättningen att ingen ytterligare elproduktion sker och de marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden. Skulden som underlag för beräkning av finansieringsbeloppet är i och med det något lägre än den skuld som används som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter.

4.2 Diskontering av kassaflöden

Grundprincipen vid beräkningarna är att kärnavfallsavgifterna ska sättas så att en reaktorinnehavares tillgångar förväntas räcka för att finansiera reaktorinnehavarens del av omhändertagandet av kärntekniska restprodukter. Under förutsättning att diskonteringsräntan motsvarar Kärnavfallsfondens förväntade avkastning uppnås det om en reaktorinnehavares avgift, i enlighet med 7 § finansieringslagen, bestäms så att det diskonterade värdet av de förväntade avgifterna tillsammans med reaktorinnehavares andel i kärnavfallsfonden motsvarar det diskonterade värdet av reaktorinnehavarens grundkostnader och merkostnader.

Riksgäldens diskonterings- och inflationskurva hämtas från IT-systemet GLASS, som tillhandahålls av Ortec Finance. GLASS och har många olika beräkningsfunktioner som används av kunder från olika branscher, bland annat försäkringsbolag, pensionsfonder, statsägda förmögenhetsfonder och fondförvaltare. Vid föregående avgiftsförslag beräknades kurvorna av Nordea.

4.2.1 Diskonteringsräntekurvans uppbyggnad

I 7 § finansieringslagen anges att diskonteringsräntan ska motsvara den förväntade avkastningen i kärnavfallsfonden. I finansieringsförordningen preciseras det som att diskontering ska ske med en riskfri diskonteringsräntekurva med tillägg av 0,75 procentenheter.

Den riskfria diskonteringsräntekurvan beräknas enligt reglerna för tjänstepensionsbolag som anges i Finansinspektionens föreskrifter FFFS 2019:21. Kurvan utgörs för löptider upp till 10 år av nollkupongräntor för ränteswappar med ett avdrag på 0,15 procentenheter. För löptider över 20 år baseras diskonteringsräntekurvan på en långsiktig terminsränta (Ultimate Forward Rate, UFR). För löptider från 11 till och med 20 år används en sammanvägning av terminsräntor för ränteswappar och UFR med successivt högre vikt för UFR.

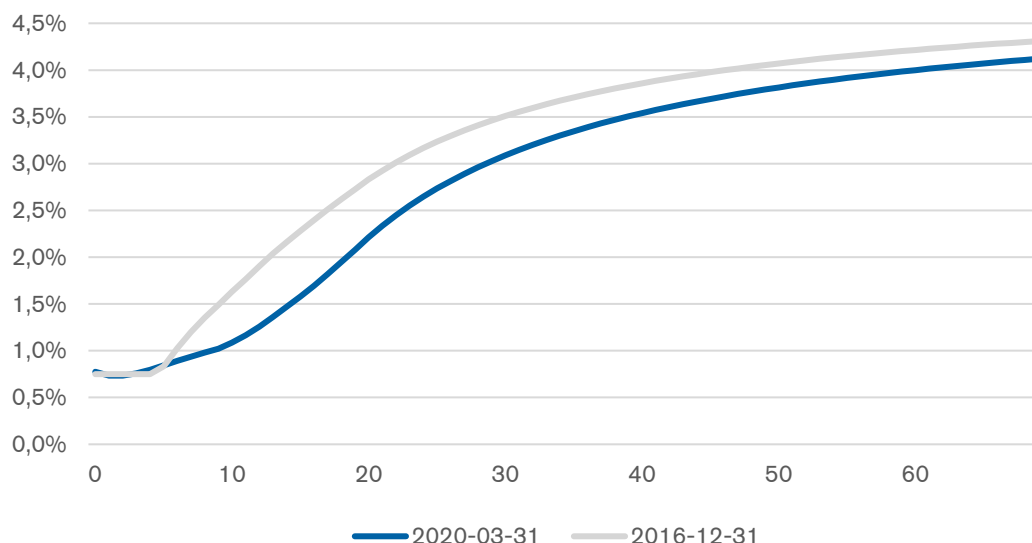
Finansinspektionens revidering av föreskriften i december 2019 innebär att beräkningsmetoderna i huvudsak är desamma som i föregående avgiftsförslag men med två skillnader. För det första har avdraget från swapräntan reducerats från 0,35 till 0,15 procentenheter, vilket leder till att diskonteringsräntekurvan blir något högre. För det andra har det så kallade räntegolvet tagits bort, dvs. att räntor som efter avdrag blev negativa sattes till noll.

UFR beräknas av European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) som förväntad inflation plus genomsnittet av årliga korta realräntor sedan 1961. För 2020 uppgår beräknad UFR för Sverige till 3,55 procent. EIOPA har dock beslutat att UFR inte får sänkas med mer än 0,15 procentenheter per år och den UFR som gäller 2020 är därmed 3,75 procent (EIOPA, 2019). Enligt Finansinspektionens föreskrifter får dock svenska tjänstepensionsbolag under en övergångsperiod använda en metod enligt vilken den långsiktiga terminsräntan successivt fasas in mot EIOPA:s UFR för att inte få en alltför kraftig momentan förändring av diskonteringskurvan till följd av den nya regleringen. Enligt denna metod ligger UFR kvar på 4,2 procent för 2020 och 2021, varefter den successivt viktas mot EIOPA:s beslutade nivå under följande fem år för att vara fullt ut implementerad till 2026. Eftersom värderingstidspunkten infaller innan viktningsmekanismen får

effekt (från 2022) tillämpar Riksgälden i denna avgiftsberäkning en UFR på 4,2 procent i enlighet med Finansinspektionens föreskrifter.

Diskonteringsräntekurvorna från sista mars 2020 samt diskonteringsräntekurvan från sista december 2016 visas i diagram 12 nedan.

Diagram 12. Nominella diskonteringsräntekurvor 2020-03-31 och 2016-12-31



Källa: Ortec GLASS och Nordea

4.2.2 Inflation och inflationskurvans uppbyggnad

De framtida kassaflödena för utbetalningarna är reala, dvs. de har inte räknats upp med den förväntade inflationen mätt som konsumentprisindex, medan diskonteringsräntekurvan är nominell, dvs. inkluderar framtida förväntad inflation. I förra avgiftsförslaget diskonterades de reala kassaflödena med en real diskonteringsräntekurva som beräknades genom att dra bort den förväntade inflationen enligt följande ekvation:

$$r_t^{real} = \frac{1 + r_t^{nominell}}{1 + \pi_t} - 1$$

Där r_t^{real} är den reala diskonteringsräntan, $r_t^{nominell}$ den nominella diskonteringsräntan och π_t inflationen, samtliga för löptid t .

I detta avgiftsförslag räknas i stället de reala kassaflödena om till nominella på följande sätt:

$$Kassaflöde_t^{Nominellt} = Kassaflöde_t^{Realt} \cdot (1 + \pi_t)$$

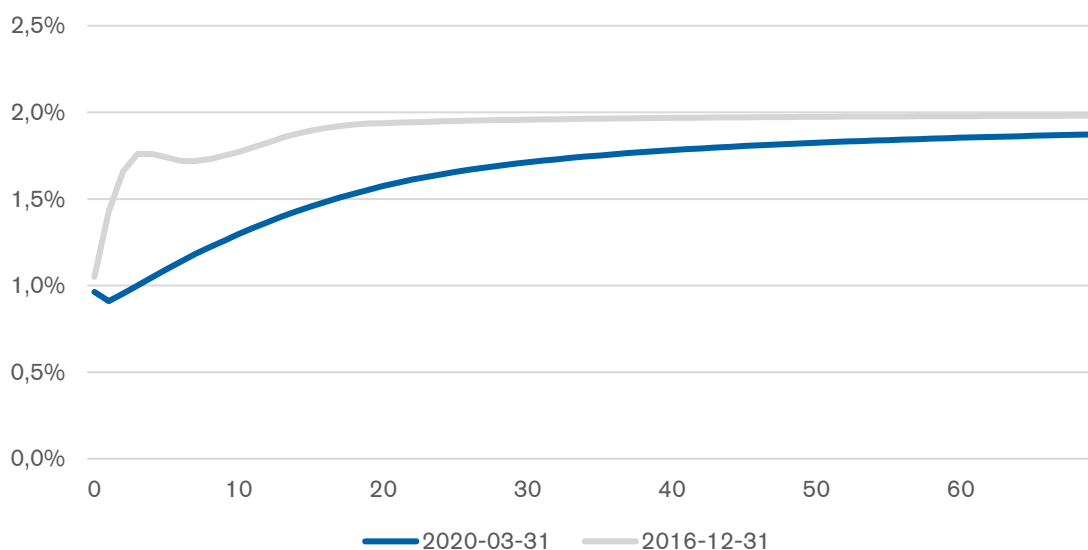
Där t är det år kassaflödet antas inträffa och π_t inflationen för motsvarande löptid.

När de nominella kassaflödena diskonteras med den nominella diskonteringsräntekurvan blir de nuvärdesberäknade kostnaderna, dvs. skulderna i tillståndshavarens balansräkning, exakt lika stora som om de reala kassaflödena hade diskonterats med en real diskonteringsräntekurva. Motivet för att ändra beräkningen från reala till nominella storheter är att efterleva bestämmelserna i 3 §

finansieringsförordningen, nämligen att grundkostnader och merkostnader ska räknas om från fast till löpande penningvärde baserat på en inflationskurva.

Inflationskurvan beräknas enligt samma principer som den nominella riskfria diskonteringsräntekurvan. Inflationen för löptider upp till 10 år utgörs av skillnaden i förväntad avkastning för nominella och reala statsobligationer, den s.k. Break Even-Inflationen (BEI). Den långsiktiga årliga inflationen (terminsinflationen) förväntas bli 2,0 procent, enligt Riksbankens inflationsmål och används för löptider över 20 år. För löptider från 11 till 20 år beräknas den förväntade terminsinflationen genom en sammanvägning av terminsinflation enligt BEI och den långsiktiga terminsinflationen på motsvarande sätt som vid beräkning av den riskfria diskonteringsräntekurvan. Inflationskurvan per sista mars 2020 och sista december 2016 framgår av diagram 13 nedan.

Diagram 13. Inflationskurvor 2020-03-31 och 2016-12-31



Källa: Ortec GLASS och Nordea.

5 Kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp

I detta avsnitt framgår Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för respektive tillståndshavare. Finansieringssystemets ställning och principerna för beräkningen redovisas, vartefter förändringarna gentemot nuvarande avgifter och säkerheter förklaras. Vidare presenteras balansräkningar och beräkningar av avgifter och finansieringsbelopp för respektive tillståndshavare, följt av en känslighetsanalys för hur avgifter och finansieringsbelopp påverkas av de viktigaste inputparametrarna i beräkningen.

5.1 Förslag till kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för 2021

Kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp beräknas för respektive tillståndshavare enligt de principer som beskrivits i föregående kapitel, vilket för finansieringssystemet som helhet resulterar i följande balansräkning och förväntade utveckling över tid.

Diagram 14. Finansieringssystemets förväntade balansräkning 2020-12-31

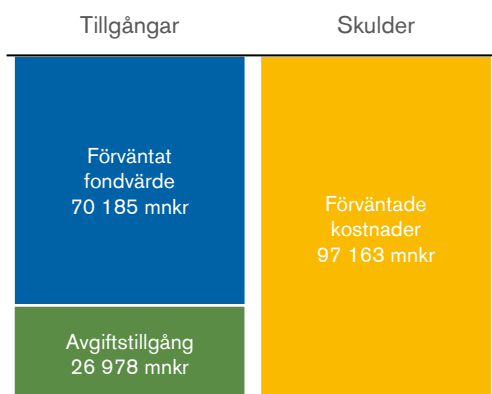
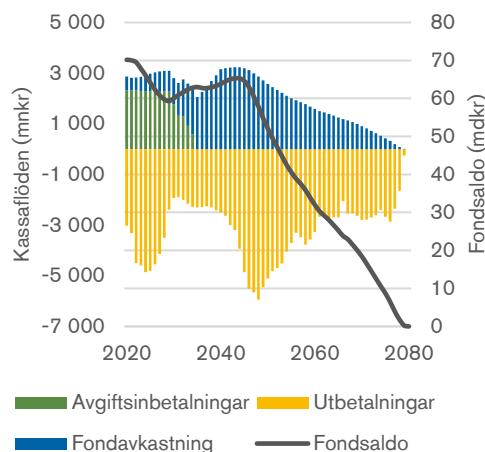


Diagram 15. Finansieringssystemets förväntade kassaflöden och fondsaldo över tid



Källa: egna beräkningar.

Nuvärdet av de återstående förväntade kostnaderna för samtliga tillståndshavares åtaganden beräknas till 97,2 miljarder kronor medan fondens värde förväntas uppgå till 70,2 miljarder kronor. Följaktligen uppstår ett återstående finansieringsbehov om 27,0 miljarder kronor som behöver finansieras med kärnavfallsavgifter.

Tabell 7. Förslag på kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för 2021

Tillståndshavare	Kärnavfallsavgift	Finansieringsbelopp
Forsmark Kraftgrupp AB	3,4 öre/kWh (3,3 öre/kWh)	7 518 mnkr (8 528 mnkr)
OKG AB	6,3 öre/kWh (6,4 öre/kWh)	7 770 mnkr (8 771 mnkr)
Ringhals AB	5,4 öre/kWh (5,2 öre/kWh)	8 297 mnkr (10 264 mnkr)
Barsebäck Kraft AB	54 mnkr/år (543 mnkr/år)	185 mnkr (1 591 mnkr)

Not: Nuvarande avgifter och finansieringsbelopp för perioden 2018-2020 inom parentes.

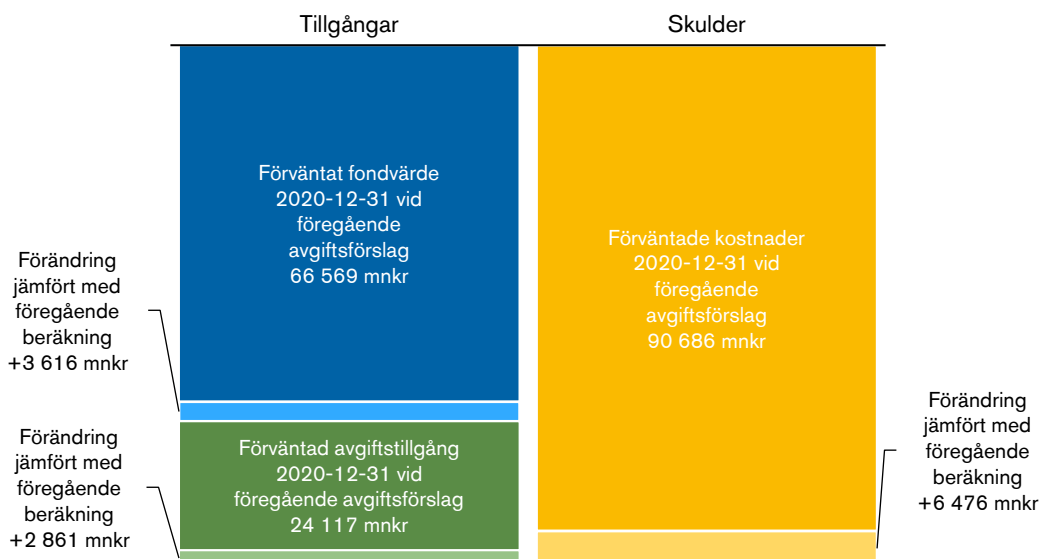
Som framgår ovan är skillnaderna mot nuvarande avgiftsnivåer förhållandevis små för tillståndshavare som har reaktorer i drift medan Barsebäcks fasta årliga avgift sjunker med 90 procent. Detta har sin förklaring i att avgiften för en tillståndshavare utan aktiv elproduktion ska betala in hela det återstående finansieringsbehovet över de kommande tre åren, vilket betyder att den förväntade avgiften för nästkommande avgiftsperiod alltid är noll för Barsebäck. Att Barsebäck inte får en nollavgift förklaras av att finansieringsbehovet ökat sedan föregående avgiftsberäkning.

Finansieringsbeloppen sjunker från nuvarande nivåer för samtliga tillståndshavare vilket också är förväntat. I takt med att avgifter betalas in och fonden byggs upp mot full finansiering av de förväntade återstående kostnaderna kommer finansieringsbehovet (avgiftstillgången) successivt att minska i storlek för att gå mot noll när elproduktionen upphör.

5.2 Förklaring av förändringar av avgifter och finansieringsbelopp

För att förklara förändringen i de föreslagna kärnavfallsavgifterna gentemot nuvarande nivåer redovisas den aggregerade balansräkning som prognosticerades för utgången av 2020 vid föregående förslag på avgifter och säkerheter för 2018-2020, jämte de förändringar som skett jämfört med den aktuella beräkningen för perioden 2021-2023. Detta görs genom att rulla fram finansieringssystemets balansräkning från det föregående avgiftsförslaget i tre år med de indata och antaganden som användes i beräkningen av avgifter för perioden 2018-2020. På så sätt kan vi analysera hur komponenterna i balansräkningen utvecklats jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsförslag, vilket även kan förklara eventuella skillnader i avgifter och säkerheter.

Diagram 16. Förändring av den totala balansräkningen 2020-12-31 gentemot prognosen vid föregående avgiftsberäkning



Källa: egna beräkningar.

Som framgår av diagrammet ovan har samtliga komponenter i balansräkningen förändrats relativt kraftigt jämfört med förväntansbilden vid föregående avgiftsförslag, samtidigt som skillnaderna i kärnavfallsavgifterna är små för tillståndshavare med aktiv elproduktion. Detta förklaras dels av hur de olika delarna i balansräkningen har förändrats relativt varandra, dels av förändringar i den förväntade återstående elproduktionen samt skillnader i diskonteringskurvan.

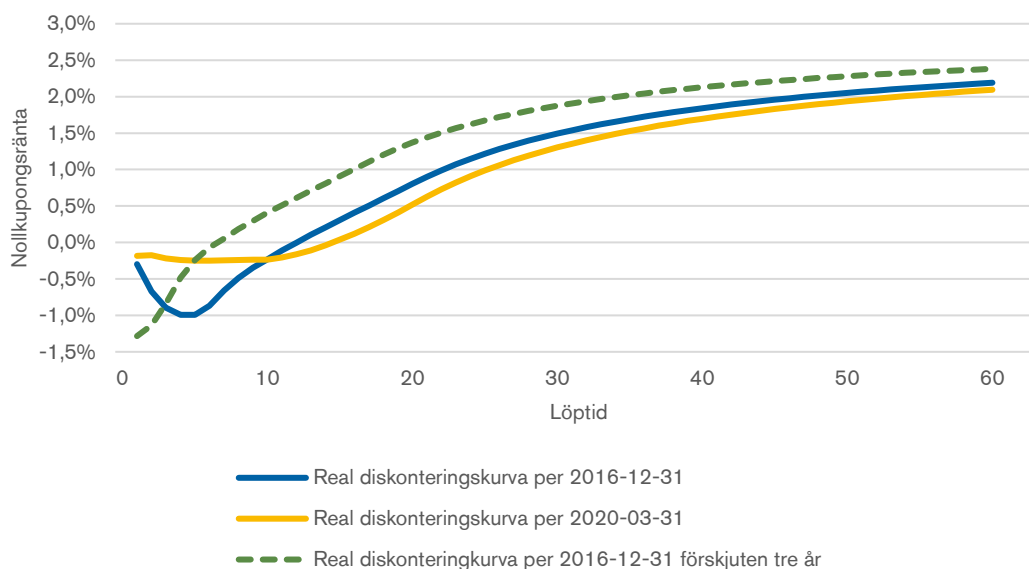
Bedömningen av det förväntade fondvärdet vid utgången av december 2020 ökar med 3 616 miljoner kronor jämfört med prognosen vid föregående avgiftsförslag. Detta förklaras dels av att den realiserade elproduktionen 2017-2019 varit ca 11 procent högre än prognos för tillståndshavarna aggregerat²⁰. Detta innebär att högre avgifter än vad som förväntades har betalats in till kärnavfallsfonden under perioden 2017-2019 medan de prognosticerade inbetalningarna för 2020 är i linje med tidigare prognos. Vidare har utbetalningarna 2017-2019 sammantaget varit en tredjedel lägre än vad som förväntades vid föregående avgiftsberäkning, vilket beror på lägre än förväntade utfall för både grundkostnader och merkostnader. Samtidigt har fonden under perioden 2017-2019 avkastat bättre än förväntat med en ackumulerad avkastning om 8,5 procent för fonden som helhet²¹ vilket kan jämföras med 2,3 procent om fonden avkastat enligt diskonteringskurvan vid föregående avgiftsförslag. Denna överavkastning förväntas dock till stor del motverkas av den prognosticerade negativa avkastningen för kärnavfallsfonden under 2020. Sammantaget bidrar alla

²⁰ Forsmark 8,0 procent, Oskarshamn 6,6 procent och Ringhals 15,3 procent bättre än prognos för perioden 2017-2019.

²¹ Tillståndshavare äger varierande andelar av BAS- respektive LÅNG-portföljen vilket gör att den realiserande avkastningen för varje individuell tillståndshavare skiljer från fondens totala avkastning.

dessa faktorer till att öka fondvärdet jämfört med vad som förväntades vid den föregående avgiftsberäkningen.

Diagram 17. Förändringar av real diskonteringskurva jämfört med föregående avgiftsförslag



Källa: Nordea, Ortec GLASS, egna beräkningar.

Bedömningen av (nuvärdet av) de återstående förväntade kostnaderna för 2021 och framåt har ökat med 6 476 miljoner kronor jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsförslag, vilket motsvarar en ökning om 7,1 procent. Ökningen förklaras dels av en real ökning om 1,7 procent i bedömningen av återstående förväntade kostnader, där grundkostnaderna ökat med 2,1 procent medan merkostnaderna sjunkit med 4,6 procent jämfört med vad som prognosticerades vid föregående avgiftsförslag. Att de nuvärdesberäknade återstående kostnaderna ökar betydligt mer än de reala kostnaderna förklaras av en i genomsnitt lägre real diskonteringskurva jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsförslag²². Att bedömningen av de reala förväntade framtida kostnaderna har ökat samtidigt som utfallet för de senaste tre åren varit lägre än förväntat vittnar om en förskjutning i tid av kostnaderna för kärnavfallsprogrammet.

Nettoeffekten av att de förväntade kostnaderna ökar mer än fondvärdet är att det återstående finansieringsbehovet (avgiftstillgången) för finansieringssystemet som helhet ökar med 2 861 miljoner kronor jämfört med prognos. Givet oförändrad elproduktion hade detta inneburit behov av höjda avgifter. Emellertid förväntas den återstående elproduktionen från 2021 och framåt öka med 2,1 procent jämfört med prognosen som gjordes vid föregående avgiftsberäkning. Detta är framförallt en konsekvens av att ny utfallsdata, med högre realiserad elproduktion, får genomslag i Riksgäldens bedömning av den framtida tillgängligheten i reaktorerna. SSM:s bedömning av framtida installerad effekt i reaktorerna har även justerats upp något jämfört med föregående period. Till detta tillkommer diskonteringseffekter till följd av en ny diskonteringskurva (se återigen ovan

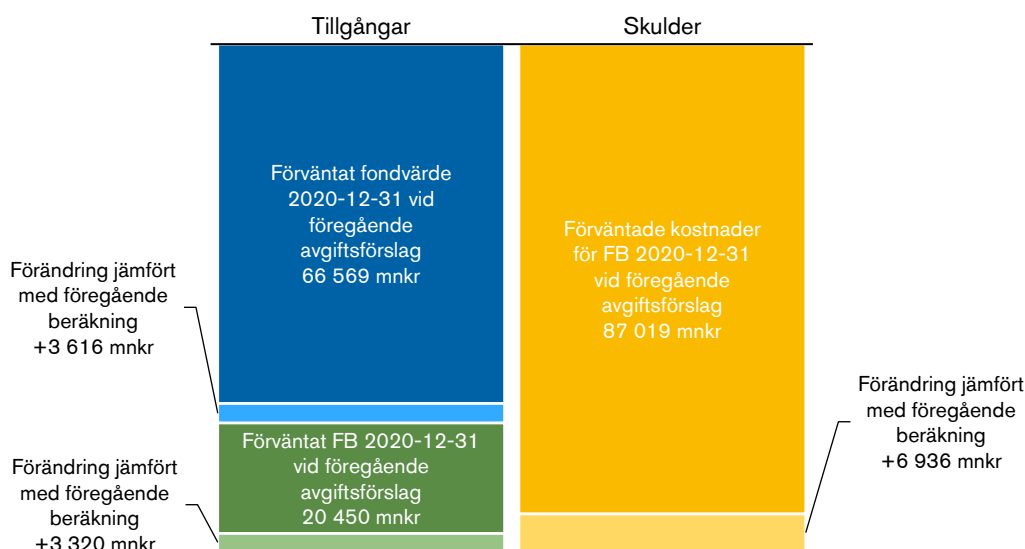
²² Illustreras av den streckade gröna räntekurvan i diagrammet som beräknats genom att den förväntade terminsavkastningen förskjutits i 3 år från föregående avgiftsförslag och räknats om till en ny nollkupongskurva.

diagram 17) som innebär att *nuvärdet* av den återstående elproduktionen ökar med 9,3 procent jämfört med prognos. Värdet av den högre förväntade elproduktionen har en dämpande effekt vilket förklarar varför avgifterna inte behöver höjas nämnvärt trots att finansieringsbehovet ökat relativt kraftigt.

Avgiften för Barsebäck skiljer sig från tillståndshavare med reaktorer i drift i det att den sätts till den fasta avgift i kronor som krävs för att under den kommande treåriga avgiftsperioden stänga finansieringsgapet och göra Barsebäcks åtaganden fullt finansierade. Givet att finansieringsbehovet inte ökar så kommer Barsebäck vid nästa avgiftsförslag att få nollavgift, även om föreliggande avgiftsberäkning illustrerar ett sannolikt scenario där avgiftsbehovet även fortsättningsvis kommer att variera över tid på grund av förändringar i kostnadsutvecklingen, fondens avkastning och utvecklingen på räntemarknaderna som gör att diskonteringskurvan varierar över tid.

Vad gäller finansieringsbeloppen sjunker de jämfört med nuvarande nivåer men ökar relativt kraftigt jämfört med de finansieringsbelopp som prognosticerades vid föregående avgiftsberäkning. Som redan noterats är det förväntade scenariot att finansieringsbeloppen sjunker över tid, i takt med att perioden för avgiftsinbetalningar upphör och att fonden går mot full finansiering av de förväntade åtagandena. Nuvärdet av de förväntade kostnaderna för finansieringsbeloppen med 6,9 miljarder kronor samtidigt som fondvärdet bara ökar med 3,6 miljarder kronor, vilket innebär att finansieringsbeloppen aggregerat ökat med 3,3 miljarder kronor jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsberäkning.

Diagram 18. Förändring av balansräkning 2020-12-31 gentemot prognosen vid föregående beräkning av finansieringsbelopp



Källa: egna beräkningar.

Sammantaget är det alltså förändringar i ett flertal parametrar som förklarar att avgifterna kan hållas på en relativt konstant nivå. Balansräkningen har ökat i omslutning jämfört med vad som förväntades

vid föregående avgiftsberäkning: värdet av både de förväntade framtida kostnaderna och fondvärdet ökat, där kostnaderna i nuvärdestermener ökat snabbare än fondvärdet. Detta förklaras delvis av en real ökning av kostnaderna i kärnavfallsprogrammet men framförallt av diskonteringseffekter som beror av förändringar i räntekurvan men även att kostnaderna förflyttats i tid vilket påverkar nuvärdesberäkningen. En elproduktion som reviderats upp tillsammans med diskonteringseffekter även på tillgångssidan har en dämpad effekt på avgifterna.

Många av de inputparametrar som har stor effekt på avgiftsberäkningen är för närvarande volatila på grund av det rådande marknadsläget till följd av Covid-19-pandemin, vilket innebär att avgiftsberäkningarna är förknippade med större osäkerhet än normalt. I följande avsnitt genomförs därför känslighetsanalyser med avseende på de viktigaste inputparametrarna och hur en variation av dem skulle påverka nivån på kärnavfallsavgifter och säkerheter.

5.3 Forsmarks Kraftgrupp AB

Diagram 19. Forsmark – förväntad balansräkning 2020-12-31

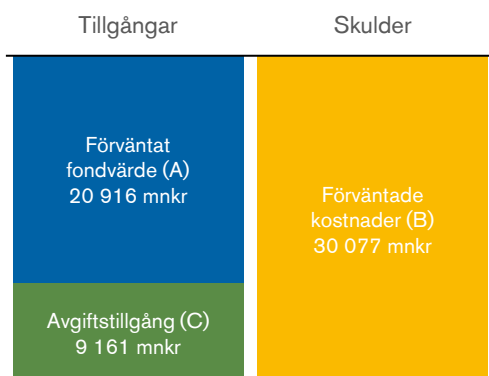
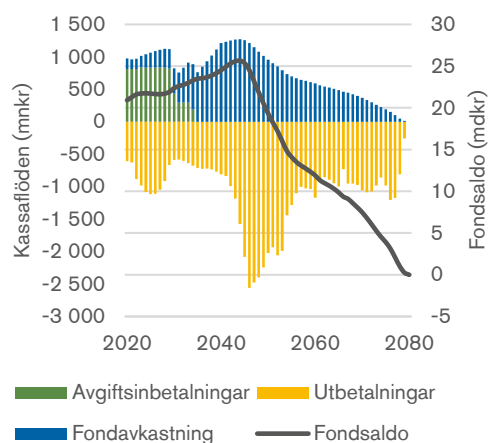


Diagram 20. Forsmark - förväntade kassaflöden och fondsaldo över tid



Tabell 8. Kärnavfallsavgift, finansieringsbelopp och skillnad mot föregående beräkning

Komponenter i beräkningen	2020-12-31	2017-12-31	Förändring (%)
Förväntat fondvärde (A)	20 916 mnkr	19 057 mnkr	10 %
Förväntade kostnader ¹	40 779 mnkr	40 027 mnkr	2 %
Diskonterade förväntade kostnader (B)	30 077 mnkr	29 182 mnkr	3 %
Avgiftstillgång (C = B - A)	9 161 mnkr	10 125 mnkr	-10 %
Förväntad återstående elproduktion	287 TWh	346 TWh	-17 %
Diskonterad förväntad elproduktion (D)	269 TWh	306 TWh	-12 %
Kärnavfallsavgift (= C / D)	3,4 öre/kWh	3,3 öre/kWh	3 %
Förväntade kostnader för finansieringsbelopp ^{1,2}	37 303 mnkr	36 150 mnkr	3 %
Diskonterade förväntade kostnader för finansieringsbelopp (E)	28 434 mnkr	27 585 mnkr	3 %
Finansieringsbelopp (= E - A)	7 518 mnkr	8 528 mnkr	-12 %

Not: ¹ Kostnader i prisnivå vid värderingstillfället. ² Finansieringsbeloppet beaktar till skillnad från kärnavfallsavgifter enbart kostnader för redan upparbetat avfall vid värderingsdagen.

Källa: SKB och egna beräkningar.

5.3.1 Känslighetsanalys – Forsmark Kraftgrupp AB

Förväntad avkastning

Den förväntade avkastningen stressas ± 100 baspunkter genom att förändra avkastningen lika för alla löptider, det vill säga ett parallellt skift av hela diskonteringskurvan från 2021 och alla år framåt.

Tabell 9. Forsmark - känslighet för antaganden om förväntad avkastning

Skillnad jämfört med diskonteringskurva	-1,00 %	-0,50 %	-0,25 %	0,00 %	0,25 %	0,50 %	1,00 %
Avgift (öre/KWh)	5,8	4,6	4,0	3,4	2,9	2,4	1,4
Finanseringsbelopp (mnkr)	14 310	10 659	9 030	7 518	6 113	4 805	2 454

Fondvärde vid värderingsdag

I skrivande stund är marknaderna mycket volatila, vilket gör beräkningarna mer känsliga än vanligt för prognosen av fondvärdets utveckling under innevarande år. Fondavkastningen under 2020 stressas med ± 15 procent jämfört med den avkastningsprognos som Kammarkollegiet gjort för helåret 2020.

Tabell 10. Forsmark - känslighet för prognos av fondvärdet fram till värderingsdagen

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	4,6	4,2	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2
Finanseringsbelopp (mnkr)	10 655	9 610	8 564	7 518	6 472	5 426	4 381

Förväntad elproduktion

Den förväntade elproduktionen stressas med ± 15 procent för alla år jämfört med Riksgäldens prognos.

Tabell 11. Forsmark - känslighet för prognosticerad elproduktion

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0
Finanseringsbelopp (mnkr)	7 518	7 518	7 518	7 518	7 518	7 518	7 518

Förväntade kostnader

De förväntade grundkostnaderna stressas med -20 procent till +40 procent för alla år jämfört med prognos²³.

Tabell 12. Forsmark - känslighet för prognosticerade grundkostnader

Skillnad jämfört med prognos	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Avgift (öre/KWh)	1,3	2,3	3,4	4,5	5,5	6,6	7,7
Finanseringsbelopp (mnkr)	2 126	4 822	7 518	10 214	12 910	15 605	18 301

²³ Att känslighetsanalysen är asymmetrisk reflekterar högerskevheten i kostnadsfördelningen, dvs. att det bedöms som mer sannolikt att kostnadsutfallet blir högre än lägre jämfört med förväntansbilden.

5.4 OKG AB

Diagram 21. OKG – förväntad balansräkning 2020-12-31

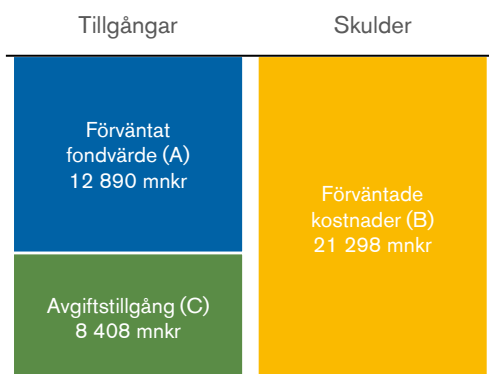
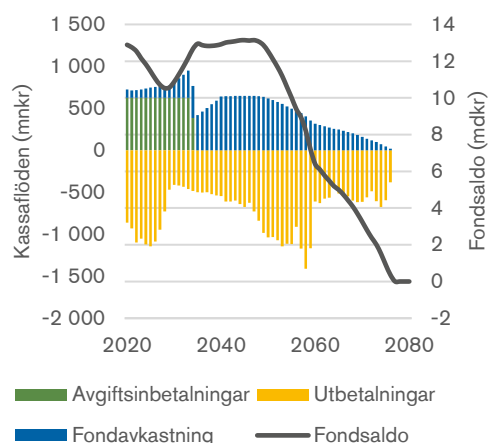


Diagram 22. OKG - förväntade kassaflöden och fondsaldo över tid



Tabell 13. Kärnavfallsavgift, finansieringsbelopp och skillnad mot föregående beräkning

Komponenter i beräkningen	2020-12-31	2017-12-31	Differens (%)
Förväntat fondvärde (A)	12 890 mnkr	12 900 mnkr	0 %
Förväntade kostnader ¹	27 213 mnkr	28 435 mnkr	-4 %
Diskonterade förväntade kostnader (B)	21 298 mnkr	22 414 mnkr	-5 %
Avgiftstillgång (C = B - A)	8 408 mnkr	9 514 mnkr	-12 %
Förväntad återstående elproduktion	145 TWh	174 TWh	-16 %
Diskonterad förväntad elproduktion (D)	134 TWh	149 TWh	-10 %
Kärnavfallsavgift (= C / D)	6,3 öre/kWh	6,4 öre/kWh	-2 %
Förväntade kostnader för finansieringsbelopp ²	25 773 mnkr	26 569 mnkr	-3 %
Diskonterade förväntade kostnader för finansieringsbelopp (E)	20 660 mnkr	21 671 mnkr	-5 %
Finansieringsbelopp (= E - A)	7 770 mnkr	8 771 mnkr	-11 %

Not: ¹ Kostnader i prisnivå vid värderingstillfället. ² Finansieringsbeloppet beaktar till skillnad från kärnavfallsavgifter enbart kostnader för redan upparbetat avfall vid värderingsdagen.

Källa: SKB och egna beräkningar.

5.4.1 Känslighetsanalys – OKG AB

Förväntad avkastning

Den förväntade avkastningen stressas ± 100 baspunkter genom att förändra avkastningen lika för alla löptider, det vill säga ett parallellt skift av hela diskonteringskurvan från 2021 och alla år framåt.

Tabell 14. OKG - känslighet för antaganden om förväntad avkastning

Skillnad jämfört med diskonteringskurva	-1,00 %	-0,50 %	-0,25 %	0,00 %	0,25 %	0,50 %	1,00 %
Avgift (öre/KWh)	8,9	7,5	6,9	6,3	5,7	5,1	4,1
Finanseringsbelopp (mnkr)	11 895	9 682	8 692	7 770	6 911	6 110	4 663

Fondvärde vid värderingsdag

I skrivande stund är marknaderna mycket volatila, vilket gör beräkningarna mer känsliga än vanligt för prognosen av fondvärdets utveckling under innevarande år. Fondavkastningen under 2020 stressas med ± 15 procent jämfört med den prognos som Kammarkollegiet gjort för helåret 2020.

Tabell 15. OKG - känslighet för prognos av fondvärdet fram till värderingsdagen

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	7,7	7,2	6,8	6,3	5,8	5,3	4,8
Finanseringsbelopp (mnkr)	9 703	9 059	8 414	7 770	7 125	6 481	5 836

Förväntad elproduktion

Den förväntade elproduktionen stressas med ± 15 procent för alla år jämfört med Riksgäldens prognos.

Tabell 16. OKG - känslighet för prognosticerad elproduktion

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7	5,5
Finanseringsbelopp (mnkr)	7 770	7 770	7 770	7 770	7 770	7 770	7 770

Förväntade kostnader

De förväntade grundkostnaderna stressas med -20 procent till +40 procent för alla år jämfört med prognos.

Tabell 17. OKG - känslighet för prognosticerade grundkostnader

Skillnad jämfört med prognos	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Avgift (öre/KWh)	3,2	4,8	6,3	7,8	9,3	10,9	12,4
Finanseringsbelopp (mnkr)	3 828	5 799	7 770	9 741	11 712	13 683	15 654

5.5 Ringhals AB

Diagram 23. Ringhals – förväntad balansräkning 2020-12-31

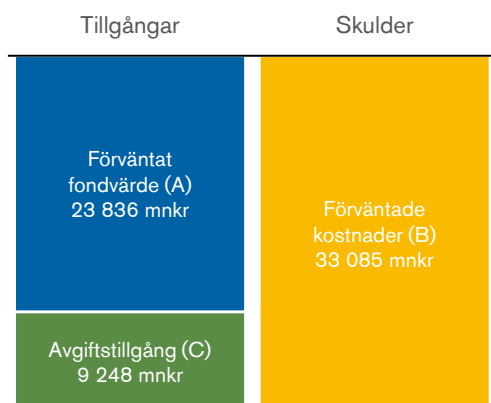
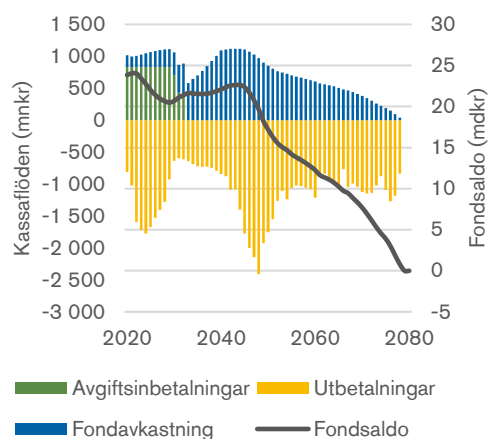


Diagram 24. Ringhals – förväntade kassaflöden och fondsaldon över tid



Tabell 18. Kärnavfallsavgift, finansieringsbelopp och skillnad mot föregående beräkning

Komponenter i beräkningen	2020-12-31	2017-12-31	Differens (%)
Förväntat fondvärde (A)	23 836 mnkr	20 814 mnkr	15 %
Förväntade kostnader ¹	42 993 mnkr	42 014 mnkr	2 %
Diskonterade förväntade kostnader (B)	33 085 mnkr	32 308 mnkr	2 %
Avgiftstillgång (C = B - A)	9 248 mnkr	11 494 mnkr	-20 %
Förväntad återstående elproduktion	181 TWh	246 TWh	-27 %
Diskonterad förväntad elproduktion (D)	170 TWh	221 TWh	-23 %
Kärnavfallsavgift (= C / D)	5,4 öre/kWh	5,2 öre/kWh	5 %
Förväntade kostnader för finansieringsbelopp ²	40 817 mnkr	38 846 mnkr	5 %
Diskonterade förväntade kostnader för finansieringsbelopp (E)	32 134 mnkr	31 078 mnkr	3 %
Finansieringsbelopp (= E - A)	8 297 mnkr	10 264 mnkr	-19 %

Not: ¹ Kostnader i prisnivå vid värderingstillfället. ² Finansieringsbeloppet beaktar till skillnad från kärnavfallsavgifter enbart kostnader för redan upparbetat avfall vid värderingsdagen.

Källa: SKB och egna beräkningar.

5.5.1 Känslighetsanalys – Ringhals AB

Förväntad avkastning

Den förväntade avkastningen stressas ± 100 baspunkter genom att förändra avkastningen lika för alla löptider, det vill säga ett parallellt skift av hela diskonteringskurvan från 2021 och alla år framåt.

Tabell 19. Ringhals - känslighet för antaganden om förväntad avkastning

Skillnad jämfört med diskonteringskurva	-1,00 %	-0,50 %	-0,25 %	0,00 %	0,25 %	0,50 %	1,00 %
Avgift (öre/KWh)	9,1	7,2	6,3	5,4	4,6	3,9	2,4
Finanseringsbelopp (mnkr)	15 106	11 449	9 815	8 297	6 885	5 569	3 196

Fondvärde vid värderingsdag

I skrivande stund är marknaderna mycket volatila, vilket gör beräkningarna mer känsliga än vanligt för prognosen av fondvärdets utveckling under innevarande år. Fondavkastningen under 2020 stressas med ± 15 procent jämfört med den prognos som Kammarkollegiet gjort för helåret 2020.

Tabell 20. Ringhals - känslighet för prognos av fondvärdet fram till värderingsdagen

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	7,5	6,8	6,1	5,4	4,7	4,0	3,3
Finanseringsbelopp (mnkr)	11 873	10 681	9 489	8 297	7 106	5 914	4 722

Förväntad elproduktion

Den förväntade elproduktionen stressas med ± 15 procent för alla år jämfört med Riksgäldens prognos.

Tabell 21. Ringhals - känslighet för prognosticerad elproduktion

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (öre/KWh)	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7
Finanseringsbelopp (mnkr)	8 297	8 297	8 297	8 297	8 297	8 297	8 297

Förväntade kostnader

De förväntade grundkostnaderna stressas med -20 procent till +40 procent för alla år jämfört med prognos.

Tabell 22. Ringhals - känslighet för prognosticerade kostnader

Skillnad jämfört med prognos	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Avgift (öre/KWh)	1,7	3,6	5,4	7,3	9,2	11,0	12,9
Finanseringsbelopp (mnkr)	2 187	5 242	8 297	11 353	14 408	17 463	20 519

5.6 Barsebäck Kraft AB

Diagram 25. Barsebäck - förväntad balansräkning 2020-12-31

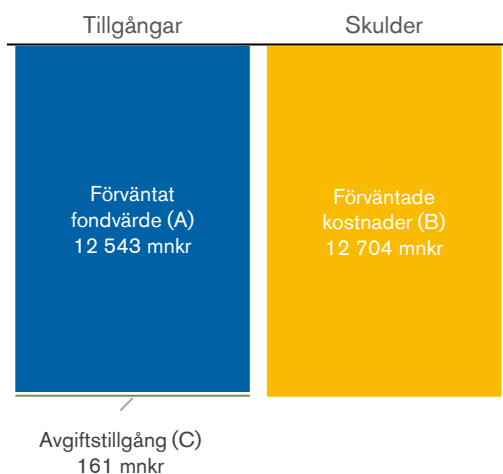
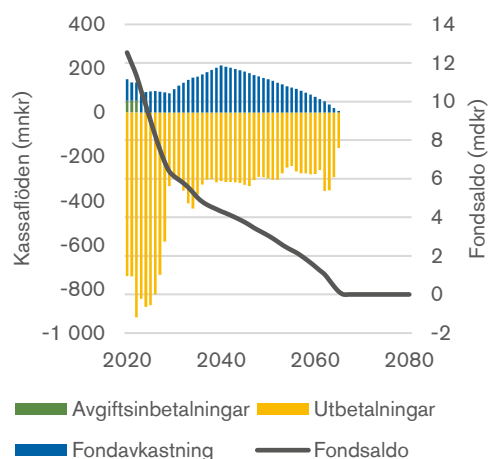


Diagram 26. Barsebäck – förväntade kassaflöden och fondsaldo över tid



Tabell 23. Kärnavfallsavgift, finansieringsbelopp och skillnad mot föregående beräkning

Komponenter i beräkningen	2020-12-31	2017-12-31	Differens (%)
Förväntat fondvärde (A)	12 543 mnkr	12 152 mnkr	3 %
Förväntade kostnader ¹	14 173 mnkr	15 482 mnkr	-8 %
Diskonterade förväntade kostnader (B)	12 704 mnkr	13 756 mnkr	-8 %
Avgiftstillgång (C = B - A)	161 mnkr	1 604 mnkr	-90 %
Förväntad återstående elproduktion	0 TWh	0 TWh	e.t.
Diskonterad förväntad elproduktion (D)	0 TWh	0 TWh	e.t.
Kärnavfallsavgift³	54 mnkr/år	543 mnkr/år	-90 %
Förväntade kostnader för finansieringsbelopp ²	14 203 mnkr	15 431 mnkr	-8 %
Diskonterade förväntade kostnader för finansieringsbelopp (E)	12 728 mnkr	13 743 mnkr	-7 %
Finansieringsbelopp (= E - A)	185 mnkr	1 591 mnkr	-88 %

Not: ¹ Kostnader i prisnivå vid värderingstillfället. ² Finansieringsbeloppet beaktar till skillnad från kärnavfallsavgifter enbart kostnader för redan upparbetat avfall vid värderingsdagen. ³ Barsebäck har inga reaktorer i drift och betalar därför en fast årlig kärnavfallsavgift baserat på en treårig inbetalningstid.
Källa: SKB och egna beräkningar.

5.6.1 Känslighetsanalys – Barsebäck Kraft AB

Förväntad avkastning

Den förväntade avkastningen stressas ± 100 baspunkter genom att förändra avkastningen lika för alla löptider, det vill säga ett parallellt skift av hela diskonteringskurvan från 2021 och alla år framåt.

Tabell 24. Barsebäck - känslighet för antaganden om förväntad avkastning

Skillnad jämfört med diskonteringskurva	-1,00 %	-0,50 %	-0,25 %	0,00 %	0,25 %	0,50 %	1,00 %
Avgift (mkr/år)	652	339	193	54	0	0	0
Finanseringsbelopp (mnkr)	1 995	1 037	599	185	0	0	0

Fondvärde vid värderingsdag

I skrivande stund är marknaderna mycket volatila, vilket gör beräkningarna mer känsliga än vanligt för prognosen av fondvärdets utveckling under innevarande år. Fondavkastningen under 2020 stressas med ± 15 procent jämfört med den prognos som Kammarkollegiet gjort för helåret 2020.

Tabell 25. Barsebäck - känslighet för prognos av fondvärdet fram till värderingsdagen

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (mnkr/år)	691	479	267	54	0	0	0
Finanseringsbelopp (mnkr)	2 066	1 439	812	185	0	0	0

Förväntad elproduktion

Barsebäck har inga reaktorer i drift och betalar istället en fast årlig avgift.

Tabell 26. Barsebäck - känslighet för prognosticerad elproduktion

Skillnad jämfört med prognos	-15 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	15 %
Avgift (mnkr/år)	54	54	54	54	54	54	54
Finanseringsbelopp (mnkr)	185	185	185	185	185	185	185

Förväntade kostnader

De förväntade grundkostnaderna stressas med -20 procent till +40 procent för alla år jämfört med prognos.

Tabell 27. Barsebäck - känslighet för prognosticerade kostnader

Skillnad jämfört med prognos	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Avgift (mnkr/år)	0	0	54	468	882	1 296	1 710
Finanseringsbelopp (mnkr)	0	0	185	1 409	2 633	3 857	5 080

Ordlista

Asset Liability Management (ALM): Den modell och analysmetod Riksgälden avser att beräkna kompletteringsbelopp med. Metoden innebär att både skuld- och tillgångssidan hos en reaktorinnehavare analyseras samtidigt.

Avgiftstillgång: Nuvärdet av de framtida avgiftsinbetalningarna för en reaktorinnehavare.

Barsebäck Kraft AB (BKAB): Reaktorinnehavare med två permanent avstängda kärnkraftreaktorer (B1 och B2).

BAS-portfölj: Den portfölj i kärnavfallsfonden där svenska statspapper och bostadsobligationer förvaltas.

Break Even-Inflation (BEI): Skillnaden i avkastning för nominella och reala statsobligationer med samma löptid.

BWR: Kokvattenreaktor. I Sverige är samtliga reaktorer förutom reaktor R2, R3 och R4 av denna reaktortyp.

Central anläggning för mellanlagring och inkapsling av använt kärnbränsle (Clink): Planerad anläggning för att kapsla in det använda kärnbränslet i kopparkapslar. Planeras att drivas som en integrerad anläggning med redan befintlig anläggningen för mellanlagring av använt kärnbränsle (Clab).

Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab): Befintligt mellanlager för använt kärnbränsle lokaliserat vid kärnkraftverket i Oskarshamn.

Externa ekonomiska faktorer (EEF): SKB:s metod för att prognostisera reala löne- och prisutvecklingar för olika insatsfaktorer i det svenska kärnavfallsprogrammet.

Finansieringsbelopp: Ett belopp som motsvarar skillnaden mellan en reaktorinnehavares återstående kostnader och de medel som redan har fonderats i kärnavfallsfonden. Reaktorinnehavarna är skyldiga att ställa säkerheter till Kärnavfallsfonden motsvarande finansieringsbeloppet.

Finansieringsförordningen: Förordning (2017:1179) om finansiering av kärntekniska restprodukter.

Finansieringslagen: Lag (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter.

Finansieringssystemets balansräkning: En principiell illustration hur nuvärdet av en reaktorinnehavares skuld balanseras av dess tillgångar.

Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA): Reaktorinnehavare med tre kärnkraftreaktorer i drift (F1, F2, och F3).

Fud-program: Forskning-, utveckling- och demonstrationsprogram reaktorinnehavarna lämnar in via SKB vart tredje år. Senaste programmet (Fud-program 2019) lämnades in till SSM den 30 september 2019.

Förvaltningsförordningen: Förordning (2017:1180) om förvaltningen av kärnavfallsfondens medel.

Grundkostnad: De förväntade framtida kostnaderna som redovisas av SKB i Plan-rapporten.

Kalkyl 25: En kalkyl som SKB använder för att fördela samkostnader mellan reaktorinnehavarna.

Kalkyl 50: SKB:s kostnadsberäkning som ligger till grund för kärnavfallsavgifter och kompletteringsbelopp.

Kalkyl dec 2020: SKB:s kostnadsberäkning som ligger till grund för finansieringsbelopp.

Kompletteringsbelopp: Ett belopp som tillsammans med finansieringsbeloppet och reaktorinnehavarnas andel i kärnavfallsfonden gör att reaktorinnehavaren med hög sannolikhet kan fullgöra sina skyldigheter. Reaktorinnehavarna är skyldiga att ställa säkerheter till Kärnavfallsfonden motsvarande kompletteringsbeloppet.

Kärnavfallsavgift: Den avgift som reaktorinnehavarna är skyldig att betala till kärnavfallsfonden per levererad kilowattimme el. BKAB (som har samtliga reaktorer permanent avställda) betalar en fast årlig avgift till kärnavfallsfonden.

Kärnavfallsfonden: Den fond reaktorinnehavarna betalar in kärnavfallsavgifter och ställer säkerheter till. Tillgångarna i fonden förvaltas av en statlig myndighet med samma namn, Kärnavfallsfonden.

Kärnavfallsprogrammet: Det svenska programmet för avveckling och rivning av samtliga kärnkraftreaktorer samt hantering och slutförvaring av kärnavfall och använt kärnbränsle.

Kärnbränsleförvaret (SFK): Planerad slutförvarsanläggning, 470 meter under marknivån, för använt kärnbränsle vid Forsmark i Östhammars kommun. Slutförvaret planeras bestå av ett stort antal deponeringstunnlar med borrade deponeringshål i botten på tunnarna. Anläggningen dimensioneras för en total mängd använt kärnbränsle motsvarande cirka 6 000 kapslar.

Kärntekniklagen: Lag (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

LÅNG-portföljen: Den del i kärnavfallsfonden där företagsobligationer samt svenska och globala aktier förvaltas.

Merkostnad: Berörda myndigheters (samt i vissa fall kommunernas och regionernas) förväntade kostnader för verksamhet de har till uppdrag att utföra enligt i 4 § 4-9 finansieringslagen.

m/s Sigrid: SKB:s befintliga fartyg som används för transporter av kärnavfall och använt kärnbränsle.

OKG AB (OKG): Reaktorinnehavare med en kärnkraftreaktor i drift (O3) och två permanent avstängda kärnkraftreaktorer (O1 och O2).

Plan-rapport: Den kostnadsberäkning, för de återstående kostnaderna för omhändertagande av kärntekniska restprodukter, som reaktorinnehavarna är skyldiga att vart tredje år upprätta och ge in till Riksgälden.

PWR: Tryckvattenreaktor. I Sverige är reaktor R2, R3 och R4 av denna reaktortyp.

Reaktorinnehavare: Den som, enligt kärntekniklagen, har tillstånd till en kärnteknisk verksamhet som ger eller har gett upphov till restprodukter och har tillstånd att inneha eller driva en eller flera

kärnkraftsreaktorer som inte permanent har stängts av före den 1 januari 1975. FKA, OKG, RAB och BKAB är reaktorinnehavare.

Referenskalkyl: Den första kalkyl SKB upprättar. Kalkylen utgår från det scenario SKB redovisar i Fud-programmet.

Restprodukt: Använt kärnbränsle eller annat kärnämne som inte ska användas på nytt och kärnavfall som uppkommer vid en kärnteknisk anläggning efter det att anläggningen är permanent avstängd.

Ringhals AB (RAB): Reaktorinnehavare med tre kärnkraftreaktorer i drift (R1, R3 och R4) och en permanent avstängd kärnkraftreaktor (R2).

Samkostnad: De kostnader som är gemensamma för reaktorinnehavarna (exempelvis byggnation av kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen). Samkostnaderna fördelas mellan reaktorinnehavarna av SKB.

Skuld i finansieringssystemet: Nuvärdet av de återstående kostnaderna för en reaktorinnehavare.

Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR): Befintligt slutförvar, placerat under Östersjön med cirka 60 meter bergtäckning, lokaliserat vid Forsmarks kärnkraftverk. I dag slutförvaras endast driftsavfall i SFR. SKB har ansökt om att få bygga ut anläggningen för att ge plats för ytterligare kortlivat avfall från både drift och rivning.

Slutförvaret för långlivat avfall (SFL): Planerat slutförvar för långlivat avfall. Lokaliseringen av förvaret är ännu inte beslutad. Slutförvaret planeras att driftsättas runt 2045.

Stretchnings-metoden: SKB:s egenutvecklade metod för att tidsfördela det osäkerhetspåslag SKB:s stokastiska beräkningsmodell ger.

Svensk Kärnbränslehantering (SKB): Det bolag som reaktorinnehavarna givit uppdraget för genomförandet av hantering och slutförvaring av kärnavfallet och det använda kärnbränslet. Bolaget har även givits ansvaret för att vart tredje år redovisa Fud-programmet och Plan-rapporten.

Särkostnad: De kostnader som är unika för respektive reaktorinnehavare (i huvudsak avveckling av kärnkraftreaktorerna).

Tillgång i finansieringssystemet: En reaktorinnehavares marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden och nuvärdet av dess framtida avgiftsinbetalningar.

Ultimate Forward Rate (UFR): Den långsiktiga terminsränta som beräknas av European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA).

Referenser

EIOPA, 2019. *EIOPA publishes the calculation of the Ultimate Forward Rate for 2020*. [Online]
Tillgänglig via: https://www.eiopa.europa.eu/content/eiopa-publishes-calculation-ultimate-forward-rate-2020_en

[Hämtad 19 05 2020].

IAEA, 2005. *Technical Reports Series No.428*. [Online]

Tillgänglig via: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS428_web.pdf

[Hämtad 19 05 2020].

IAEA, 2020. *The Database on Nuclear Power Reactors*. [Online]

Tillgänglig via: <https://www.iaea.org/pris/>

[Hämtad 09 05 2020].

Johansen, A., Sandvin, B., Torp, O. & Øklan, A., 2014. Uncertainty analysis – 5 challenges with today's practice. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119(ISSN 1877-0428), pp. 591-600.

Jäderholm, B. & Nilsson, J.-E., 2020. *Kartläggning och analys av kostnadspåverkande faktorer i stora infrastrukturprojekt*, RG 2018/1069: Riksgäldskontoret.

Lichtenberg & Partners, 2011. *Granskning av SKB:s användning av den successivakalkylmetoden*, SSM2011-153-28: Strålsäkerhetsmyndigheten.

Miljö- och energidepartementet, 2017a. *Uppdrag till Strålsäkerhetsmyndigheten att förbereda och genomföra överföring av uppgifter till Riksgäldskontoret*, M2017/02088/Ke : 2017-08-31.

Miljö- och energidepartementet, 2017b. *Kärnavfallsavgifter samt finansierings- och kompletteringsbelopp för 2018-2020*, M2017/02543/Ke: 2017-12-21.

NTNU, 2017. *Alternative scenarier til kostnads- og usikkerhetsanalyse - Sluttlagringen for svensk kjernekraftavfall 2013*, SSM2015-3606-6: Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).

Riksgälden, 2019. *Inför Plan 2019*, 2019-01-25: Riksgäldskontoret.

SKB, 2019a. *Fud-program 2019*, ISSN 1104-8395: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2019b. *Plan 2019 - Underlagspärm*, 2019-09-30: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2019c. *1879093 - SKBs svar på Riksgäldens begäran om kompletterande information och underlag för Plan 2019 avseende punkt 7*, 2019-11-12: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2019d. *1878552 - 4a-Framtida elproduktion 50+6år*, 2019-10-29: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2019e. *Bilaga till SKB:s svar på Riksgäldens begäran om kompletterande information och underlag för Plan 2019 avseende punkt 4c*, 2019-10-30: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2019f. 1878280 - SKBs svar på Riksgäldens begäran om kompletterande information och underlag för Plan 2019, 2019-10-29: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2020a. 1885040 - SKBs svar på Riksgäldens begäran om kompletterande information och underlag för Plan 2, 2020-01-21: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SSM, 2017a. Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2018–2020, SSM2016-5513-66: Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSM, 2017b. Granskning av SKB:s osäkerhetsanalys för kostnader i finansieringssystemet för kärnkraftens radioaktiva restprodukter, SSM2015-3606-7: Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSM, 2020a. Återkoppling till Riksgäldskontoret avseende vissa antaganden i scenariot Kalkyl 50 i SKB:s kostnadsberäkningar i Plan 2019, SSM2020-162-3: Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSM, 2020b. Återkoppling avseende fasta förutsättningar i Plan 2019, SSM2020-162-2: Strålsäkerhetsmyndigheten.

Bilaga 1: Granskning av EEF

Se separat fil

Bilaga 2: Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019

Se separat fil

Bilaga 3: Granskning av prognoser för elproduktionen vid de svenska kärnkraftverken 2021-2035

Se separat fil

Bilaga 4: Beräkning av merkostnader

Se separat fil

Riksgälden arbetar för att statens finanser hanteras effektivt och att det finansiella systemet är stabilt. Riksgälden spelar därmed en viktig roll både på finansmarknaden och i samhällsekonomin.