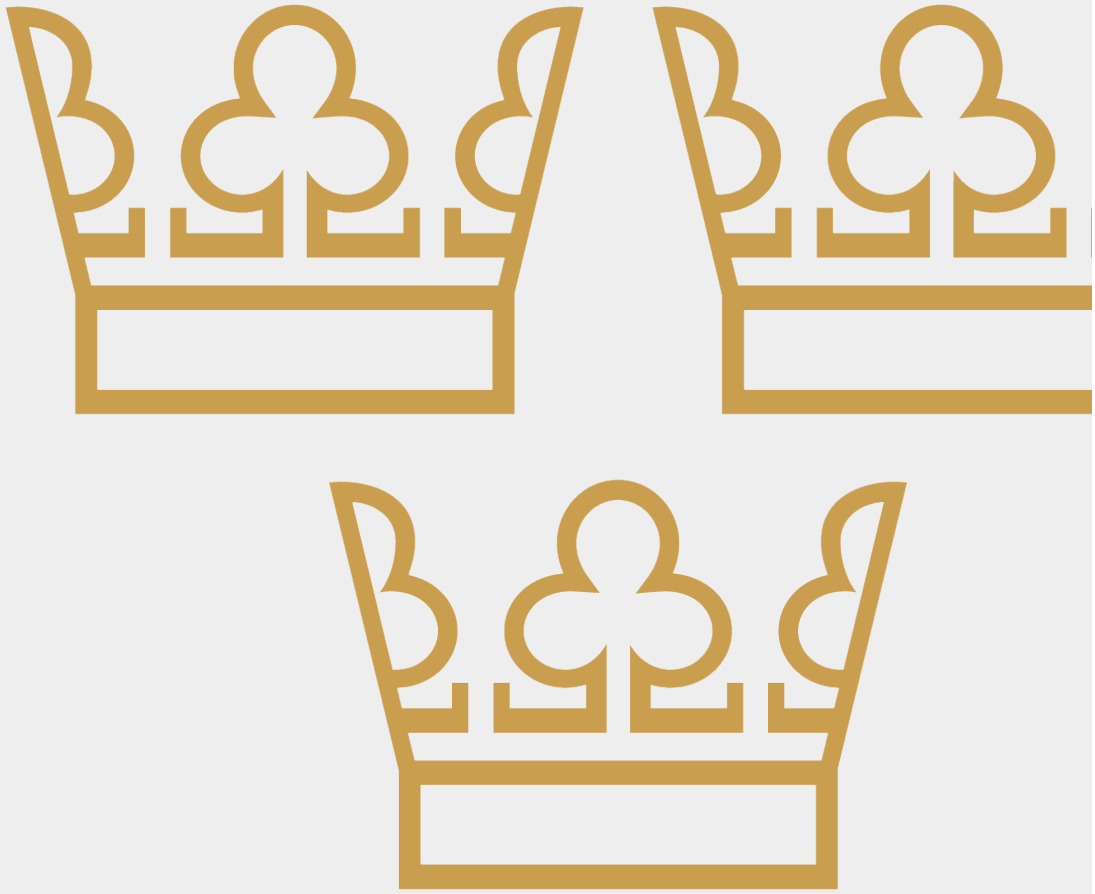
RIKSGÄLDEN
SWEDISH NATIONAL DEBT OFFICE

24 juni 2021

KÄRNAVFALLSAVGIFTER OCH SÄKERHETSBELOPP

Förslag på avgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavare 2022-2023



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.

RIKSGÄLDEN
SWEDISH NATIONAL DEBT OFFICE

Besöksadress: Olof Palmes gata 17 | Postadress: 103 74 Stockholm | Telefon: 08 613 45 00
E-post: riksgalden@riksgalden.se | Webb: riksgalden.se

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.

Riksgälden ska enligt 14 § finansieringsförordningen lämna förslag till regeringen på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare för kommande treårsperiod. Förslagen ska ges in inom tolv månader från det att reaktorinnehavarnas kostnadsberäkning ska ha gets in. I september 2020 lämnade Riksgälden förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2021.

Den 10 december 2020 beslutade regeringen om kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare för år 2021. Detta förslag avser åren 2022-2023. Kostnadsunderlaget från industrin är detsamma som i förslaget för 2021 vilket även innebär att Riksgäldens synpunkter och justeringar av underlaget kvarstår.

Ny modell för beräkning av kompletteringsbelopp

Under 2017 förändrades finansieringslagstiftningen. Av de nya regleringarna framgår bl.a. att finansieringsbeloppet och kompletteringsbeloppet, tillsammans med reaktorinnehavarens andel i kärnavfallsfonden, ska göra att reaktorinnehavaren med hög sannolikhet kan fullgöra sina skyldigheter även om inga ytterligare kärnavfallsavgifter betalas och inga ytterligare säkerheter ställs.

En konsekvens av denna reglering är att kompletteringsbeloppen, från att tidigare enbart beakta osäkerheter i de framtida kostnaderna för reaktorinnehavarna, nu även ska beakta osäkerheter som rör reaktorinnehavarnas tillgångar i kärnavfallsfonden. Vidare ska Riksgälden, och inte reaktorinnehavarna som tidigare, beräkna storleken på kompletteringsbeloppen.

Riksgälden har sedan hösten 2018 arbetat med upphandling, modellutveckling och analys för att anpassa beräkningarna av kompletteringsbeloppen till de nya bestämmelserna i lagen (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringslagen) och finansieringsförordningen. Riksgälden lämnar i detta förslag för första gången förslag på kompletteringsbelopp beräknade i enlighet med dessa bestämmelser.

För att tillämpa den nya definitionen av kompletteringsbeloppet har Riksgälden utvecklat en ”Asset Liability Management” modell (ALM-modell) som simulerar ett stort antal scenarier för avkastningar för de instrument som fonden investerar i och reaktorinnehavarnas kostnader under hela kärnavfallsprogrammets löptid. Modellen beräknar de belopp som gör att summan av de två säkerhetsbeloppen, finansieringsbeloppet och kompletteringsbeloppet, gör att 90 procent av de simulerade scenarierna har ett positivt fondvärde på slutåret. Finansieringsbeloppet subtraheras sedan från det totala beloppet för att få kompletteringsbeloppet.

Förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp

Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2022-2023 framgår av tabell 1. 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. 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, om det inte finns skäl att anta att drifttiden kan komma att upphöra dessförinnan.

Kärnavfallsavgifterna och finansieringsbeloppen, har enbart uppdateras med hänsyn till utfallsdata för in- och utbetalningar, elproduktion, fondförmögenhet samt diskonterings- och inflationskurva.

Tabell 1. Förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för 2022-2023

Reaktorinnehavare	Kärnavfallsavgift	Finansieringsbelopp	Kompletteringsbelopp
Forsmark Kraftgrupp AB	3,0 öre/kWh (3,0 öre/kWh)	5 459 mnkr (6 587 mnkr)	15 389 mnkr (4 729 mnkr)
OKG AB	5,6 öre/kWh (5,6 öre/kWh)	6 118 mnkr (6 949 mnkr)	8 401 mnkr (3 448 mnkr)
Ringhals AB	4,5 öre/kWh (4,7 öre/kWh)	5 912 mnkr (7 034 mnkr)	13 861 mnkr (4 922 mnkr)
Barsebäck Kraft AB	0 mnkr/år (0 mnkr/år)	0 mnkr (0 mnkr)	2 992 mnkr (2 019 mnkr)

Not: Nuvarande kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för perioden 2021 inom parentes.

Som framgår av tabell 1 är kärnavfallsavgifterna oförändrade eller lägre jämfört med 2021 års beslutade nivåer. Barsebäck betalar ingen kärnavfallsavgift och ställer ingen säkerhet för finansieringsbelopp, eftersom företagets fondbehållning är större än de nuvärdesberäknade återstående kostnaderna. Finansieringsbeloppen minskar från nuvarande nivåer för övriga reaktorinnehavare, vilket 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.

Kompletteringsbelopp för 2022-2023

Som framgår av tabell 1 är kompletteringsbeloppen högre än 2021 års beslutade nivåer för samtliga reaktorinnehavare. En signifikant ökning av kompletteringsbeloppens storlek var förväntad givet den reviderade finansieringslagens bredare definition av osäkerheter som ska täckas in. Tidigare analyser indikerade en drygt en fördubbling jämfört med då gällande kompletteringsbelopp vid en breddning av definitionen.

Sammantaget för alla fyra reaktorinnehavare motsvarar de beräknade nivåerna för kompletteringsbeloppen en ökning om 2,7 gånger nuvarande beslutade nivåer. Nuvarande kompletteringsbelopp baseras dock inte på senast tillgängliga underlag, och när justeringar görs för att beakta detta motsvarar de nu föreslagna kompletteringsbeloppen ungefär en fördubbling jämfört med om den tidigare definitionen skulle ha använts, dvs. i linje med de bedömningar som tidigare gjorts.

Ungefär hälften av den återstående ökningen (fördubblingen) förklaras av breddningen i definitionen av kompletteringsbeloppet, det vill säga när osäkerheter kring den framtida avkastningen i kärnavfallsfonden samt inflation beaktas. En fjärdedel förklaras av en stokastisk modellering över tid av relativpriser (externa ekonomiska faktorer - EEF) samt osäkerheter i merkostnader som tidigare inte beaktats. Resterande fjärdedel av ökningen följer av att Riksgälden gör bedömningen att osäkerheterna kring SKB:s bedömning av de framtida kostnaderna är underskattad, och därför ökar volatiliteten för riskfaktorn för programspecifika osäkerheter i kärnavfallsprogrammet (s.k. volymrisk) jämfört med SKB:s antaganden.

Rapporten innehåller också en analys av hur de olika riskfaktorerna i modellen bidrar till den totala risken vid beräkning av kompletteringsbeloppet. Av denna framgår att riskfaktorer på skuldsidan bidrar mer till den totala risken än risker på tillgångssidan. Av riskerna på skuldsidan har volymrisk störst betydelse, följt av inflationsrisk. Att volymrisk har störst betydelse är inte oväntat, då denna riskfaktor ska beakta alla programspecifika risker i kärnavfallsprogrammets framtida kostnader. Att inflation har högt bidrag till den totala risken förklaras av att hela kostnadsmassan räknas upp med stokastisk KPI-inflation. Av riskerna på tillgångssidan bidrar tillgångsslaget aktier mest till den totala risken. Analysen visar på relativt stora diversifieringseffekter i modellen, vilket delvis är ett resultat av att kärnavfallsfonden innehåller olika tillgångsslag som har låg inbördes korrelation men framförallt att volymrisker på skuldsidan inte är korrelerade med övriga riskfaktorer.

Vidare görs känslighetsanalyser för vissa centrala parametrar i beräkningarna på både skuldsidan och tillgångssidan. På skuldsidan varieras volatilitetsantagandet för volymrisk för att illustrera dels vad följden är av att anta en lägre risknivå motsvarande SKB:s osäkerhetsanalys, dels en proportionellt likvärdig ökning av volymrisken. Analysen bekräftar bilden av att de programspecifika riskerna utgör en viktig riskkomponent i modellen och visar även att den relativa förändringen av kompletteringsbeloppet är högre när volatiliteten ökar än då volatiliteten minskar. På tillgångssidan görs ett antal känslighetsanalyser för att visa effekterna av att ändra avkastningsantagandena på olika sätt. Slutsatsen från dessa är att kompletteringsbeloppet förvisso är känsligt för antaganden om förväntad avkastning i kärnavfallsfonden, men att en stor del av det ökade finansieringsbehov som uppstår vid en lägre än förväntad avkastning istället fångas upp av finansieringsbeloppet (dvs. ett behov av höjda kärnavfallsavgifter).

Innehåll

Sammanfattning 3
Finansiering av kärnavfallsprogrammet 3
Ny modell för beräkning av kompletteringsbelopp 3
Förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp 4
Kompletteringsbelopp för 2022-2023 4

Innehåll 6

1 Inledning 7

2 Bakgrund 9
2.1 Det svenska kärnavfallsprogrammet 9
2.2 Finansieringssystemet för kärnkraftens restprodukter 10
2.3 Reaktorinnehavarnas redovisning av kostnader 12

3 Balansräkning för en reaktorinnehavare 13

4 Beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp 15
4.1 Beräkningsmetod och underlag 15
4.2 Diskonteringsräntekurva 20

5 Beräkning av kompletteringsbelopp 23
5.1 Beräkningsmetod 23
5.2 Underlag för beräkning av tillgångar 27
5.3 Underlag för beräkning av skulder 30

6 Förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp 33
6.1 Förslag till kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för 2022 och 2023 33
6.2 Analys av förändringar av kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp jämfört med nuvarande nivåer 35
6.3 Riskdekomponering 44
6.4 Beräkningarnas känslighet vid förändring av avkastning och volatilitet 49

Ordlista 56
Referenser 61
Bilaga 1: ALM Study Report 62
Bilaga 2: Underlag för beräkningen av skuldsidan 63

1 Inledning

Riksgälden ska enligt 14 § förordningen (2017:1179) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringsförordningen) lämna förslag till regeringen på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare för kommande treårsperiod. Förslagen ska ges in inom tolv månader från det att reaktorinnehavarnas kostnadsberäkning ska ha getts in. I september 2020 lämnde Rikgälden förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2021.

Den 10 december 2020 beslutade regeringen om kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare för år 2021. Detta förslag avser således åren 2022-2023. Kostnadsunderlaget från industrin är detsamma som i förslaget för 2021 [1] vilket även innebär att Riksgäldens synpunkter och justeringar av underlaget kvarstår.

Enlig 15 § finansieringsförordningen ska Riksgälden 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.

Från den 31 mars till den 10 maj 2021 remitterades en beskrivning av den beräkningsmodell som Riksgälden nu använder för att beräkna kompletteringsbeloppen [4]. Syftet var att ge berörda parter insyn i hur modellen fungerar och möjlighet att lämna synpunkter på beräkningsprinciper och modellfunktionalitet innan Riksgälden använder modellen för att föreslå kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare.

I denna rapport lämnas Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare för 2022-2023, så att de som avses i 15 § finansieringsförordningen har möjlighet att lämna synpunkter på underlaget.

Under 2017 förändrades finansieringslagstiftningen. Av de nya regleringarna framgår bl.a. att finansieringsbeloppet och kompletteringsbeloppet, tillsammans med reaktorinnehavarens andel i kärnavfallsfonden, ska göra att reaktorinnehavaren med hög sannolikhet kan fullgöra sina skyldigheter även om inga ytterligare kärnavfallsavgifter betalas och inga ytterligare säkerheter ställs.

En konsekvens av denna reglering är att kompletteringsbeloppen, från att tidigare enbart beakta osäkerheter i de framtida kostnaderna för reaktorinnehavarna, nu även ska beakta osäkerheter som rör reaktorinnehavarnas tillgångar i kärnavfallsfonden. Vidare ska Riksgälden, och inte reaktorinnehavarna som tidigare, beräkna storleken på kompletteringsbeloppen.

Riksgälden har sedan hösten 2018 arbetat med upphandling, modellutveckling och analys för att anpassa beräkningarna av kompletteringsbeloppen till de nya bestämmelserna i lagen (2006:647) om finansiering av kärntekniska restprodukter (finansieringslagen) och finansieringsförordningen. Riksgälden lämnar i detta förslag för första gången förslag på kompletteringsbelopp beräknade i enlighet med dessa bestämmelser. Detta förslag fokuserar därför främst på kompletteringsbeloppen.

Kärnavfallsavgifterna och finansieringsbeloppen, har uppdateras enbart med hänsyn till utfallsdata för in- och utbetalningar, elproduktion, fondförmögenhet samt diskonterings- och inflationskurva.

Rapporten är disponerad på följande sätt: Avsnitten 2-4 ger en bakgrund till finansieringssystemet och beräkningen av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp. I avsnitt 5 görs inledningsvis en

översiktlig beskrivning av priciperna för beräkning av kompletteringsbeloppen, därefter diskuteras de underlag som används för beräkningen. Avsnitt 6 inehåller förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp. Avsnitt 6 innehåller också en analys av vad som leder till förändringar av kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp jämfört med nuvarande nivåer. Vidare görs en analys av vilka risker som har störst betydelse för kompletteringsbeloppets storlek. Slutligen görs en känslighetsanalys av hur förändringar av vissa parametrar påverkar storleken på föreslagna kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp, givet att övriga parametrar förblir oförändrade.

Den underlagsrapport som Rikgäldens konsulter Ortec finance har utarbetat framgår i bilaga 1. I bilaga 2 ges en närmare beskrivning Riksgäldens ansats och parameterval för modellering av skuldsidan i beräkningarna av kompletteringsbeloppet.

De synpunkter som inkommit från remissinstanser på beräkningsmodellen redovisas och kommenteras i en särskild rapport som inte ingår i det nu remitterade underlaget [2].

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 metod för att kunna hantera och förvara det använda kärnbränslet har pågått sedan 1970-talet och kostnaderna uppgår hittills till över 40 miljarder kronor. 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 yttra sig om 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 2022[1].

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 således 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 stängde R2 vid årsskiftet 2019 och 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 [3]. 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 slutförvars 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 härdkomponenter från reaktorerna, som exempelvis styrstavar. 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 borrade deponeringshål i botten på tunnlarna. Efter deponering av kapslar kommer tunnlarna 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 bottnar 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 § skyldig att svara för sådana kostnader som avses i 10 - 12 §§ kärntekniklagen, 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 allt ingående underlag.

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 för redan uppkomna restprodukter 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

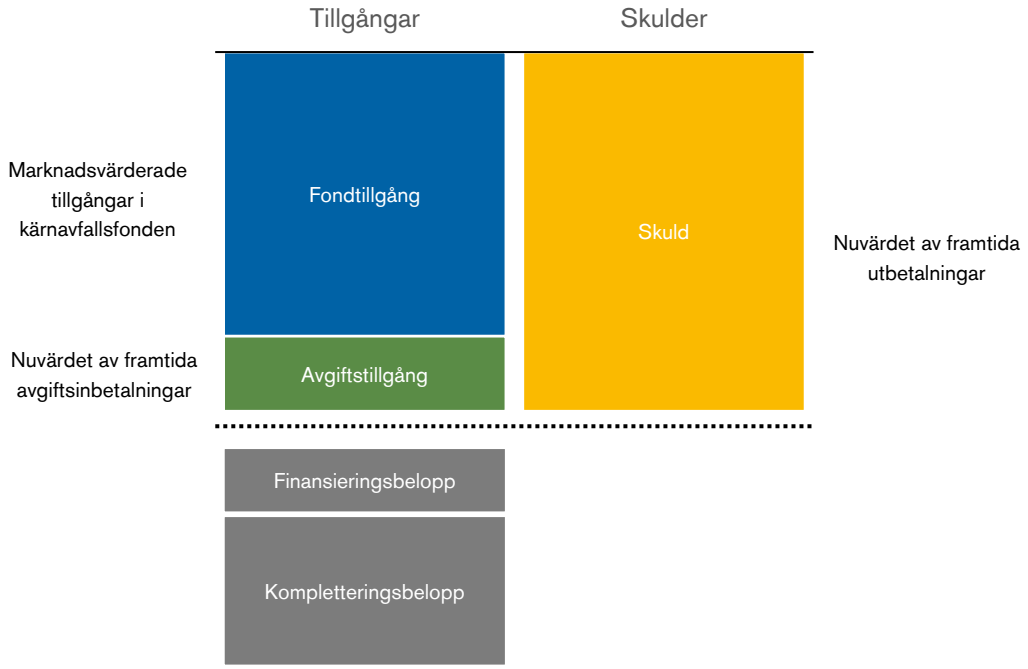
Reaktorinnehavarna är skyldiga enligt 8 § finansieringsförordningen att vart tredje år upprätta en kostnadsberäkning för de återstående kostnaderna för omhändertagande av kärntekniska restprodukter och ge in den till Riksgälden. Kostnadsberäkningen ska bland annat redovisa de kostnader som är gemensamma 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 fyra år sedan, Plan 2016. I detta avgiftsförslag används samma kostnadsunderlag för beräkningarna som i förslaget på kärnavfallsavgifter och säkerheter för 2021 [1]. En närmare beskrivning av hur dessa kalyler hänger samman framgår av avsnitt 2.3 i samma rapport.

3 Balansräkning för en reaktorinnehavare

Den övergripande principen vid beräkning av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp är att en reaktorinnehavares tillgångar vid början av nästa avgiftsperiod ska vara lika stora som de nuvärdesberäknade kostnaderna för dess framtida åtaganden i kärnavfallsprogrammet. De huvudsakliga komponenterna i beräkningarna kan därför illustreras i en principiell balansräkning, se figur 1.

Figur 1. Principiell balansräkning för en reaktorinnehavare



En reaktorinnehavares skuld utgörs av nuvärdet av de utbetalningarna som förväntas för reaktorinnehavarens skyldigheter för kärnavfallsprogrammet samt dess andel av merkostnaderna. En reaktorinnehavares tillgångar består dels av fondtillgång, dels av avgiftstillgång. Fondtillgången är de marknadsvärderade tillgångarna i reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden och avgiftstillgången är nuvärdet av reaktorinnehavarens framtida avgiftsinbetalningar till kärnavfallsfonden. Nuvärdesberäkningen görs med en diskonteringskurva som bygger på kärnavfallsfondens förväntade avkastning. Utgångspunkten i Riksgäldens beräkningar av kärnavfallsavgifter är att en reaktorinnehavares skuld ska balanseras av dess tillgångar vid början av nästa avgiftsperiod.

Finansieringsbeloppet är skillnaden mellan de förväntade återstående kostnaderna för de restprodukter som uppkommit då beräkningen görs och reaktorinnehavarens andel i

kärnavfallsfonden. Något förenklat kan finansieringsbeloppet sägas motsvara nuvärdet av de återstående avgiftsbetalningarna. Kompletteringsbeloppet är ett belopp som ska komplettera finansieringsbeloppet om det skulle visa sig vara otillräckligt. Tillsammans ska kompletteringsbeloppet och finansieringsbeloppet med hög sannolikhet räcka för att finansiera de framtida kostnaderna, även om inga ytterligare avgiftsinbetalningar sker eller ytterligare säkerheter ställs.

Trots att finansieringsbeloppet och kompletteringsbeloppet är starkt sammankopplade, så skiljer sig metoderna för beräkning av de två beloppen. Den första (tillsammans med avgifterna) är en deterministisk beräkning i Excel, den senare är en stokastisk beräkning i ett ALM-system. En närmare beskrivning av de två olika metoderna för å ena sidan beräkning av avgifter och finansieringsbelopp, å andra sidan kompletteringsbelopp, följer i kommande avsnitt.

4 Beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp

Beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp är en deterministisk beräkning och följer 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.

4.1 Beräkningsmetod och underlag

Kärnavfallsavgiften ska enligt 7 § finansieringslagen beräknas så att det diskonterade värdet av de förväntade inbetalningarna tillsammans med reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden motsvararar det diskonterade värdet av reaktorinnehavarens grundkostnader och merkostnader. Således blir kärnavfallsavgiften en deterministisk beräkning[2] av den avgift som krävs för att avgiftstillgången tillsammans med de marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden ska 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 driftstid. 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 beräknas därför som skillnaden mellan förväntade återstående kostnader under förutsättningen att ingen ytterligare elproduktion sker och de marknadsvärderade tillgångarna i kärnavfallsfonden. Skulden som utgör underlag för beräkning av finansieringsbeloppet är till följd av en mindre mängd kärntekniska restprodukter något lägre än den skuld som används som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter.

I nedanstående avsnitt ges en närmare beskrivning av komponenterna i beräkningen av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp.

4.1.1 Värderingstidpunkt

Utgångspunkten är att en reaktorinnehavares tillgångar och skulder ska vara i balans vid början av nästa avgiftsperiod, vilket för den här avgiftsberäkningen är januari 2022. Riksgälden gör beräkningar av kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp under juni 2021, vilket betyder att värderingstidpunkten för reaktorinnehavarens balansräkning är ett framtida datum. Följaktligen

[2] Även om de förväntade kostnaderna som SKB redovisar beräknats genom en stokastisk simulering.

behöver prognoser göras för reaktorinnehavarens kassaflöden från den tidpunkt då beräkningarna görs och fram till tidpunkten för värderingen av reaktorinnehavarens balansräkning.

Avstämningstidpunkten för Riksgäldens beräkningar väljs så sent som möjligt i förhållande till när avgiftsförslag ska lämnas för att minimera prognoshorisonten. Vid beräkningstillfället använder därmed Riksgälden senast tillgängliga utfallsdata. ALM-systemet som Riksgälden använder för att erhålla diskonterings- och inflationskurvor uppdateras kvartalsvis. Av den anledningen har 31 mars 2021, som är den senast tillgängliga kvartalsuppdateringen med hänsyn till beräkningstillfället, valts som avstämningstidpunkt för komponenterna i dessa beräkningar.

4.1.2 Fondtillgång

Fondtillgången består av de marknadsvärderade tillgångarna i reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden vid avgiftsperiodens början. Kärnavfallsfondens kapital förvaltas i två portföljer, basportföljen och den långsiktiga portföljen. Marknadsvärdet för respektive reaktorinnehavares andel i fonden avser 31 mars 2021. Prognosen för marknadsvärdet vid värderingstidpunkten för reaktorinnehavarens balansräkning, dvs. den sista december 2021, tar hänsyn till förväntade in- och utbetalningar och förväntad avkastning under året. Den förväntade avkastningen följer av den nominella diskonteringsräntekurvan som används för att nuvärdesberäkna reaktorinnehavarens utbetalningar.

4.1.3 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”[3]. Grundkostnaderna står tillsammans för ca 95 procent av de totala kostnaderna. Kostnadsunderlaget sträcker sig från 2021 till dess att programmet förväntas vara avslutat, 2080 (se tabell 2 nedan).

Tabell 2. Odiskonterad återstående grundkostnad per reaktorinnehavare för perioden 2022-2080 (miljoner kronor)

Reaktorinnehavare	För kärnavfallsavgift	För finansieringsbelopp
Forsmarks Kraftgrupp AB	37 264	33 886
OKG AB	24 577	23 104
Ringhals AB	39 171	36 989
Barsebäck kraft AB	12 570	12 573
Summa	**113 582**	**106 552**

Prisnivå januari 2019
Källa: SKB

[3] Se avsnitt 2.3 i avgiftsförslaget för 2021 [1] för mer information om SKB:s process med att ta fram den återstående grundkostnaden.

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 3 framgår merkostnaderna per respektive reaktorinnehavare. Merkostnaderna står för resterande 5 procent av de totala kostnaderna.[4]

Tabell 3. Odiskonterade merkostnader per reaktorinnehavare för perioden 2022-2080 (miljoner kronor)

Reaktorinnehavare	För kärnavfallsavgift	För finansieringsbelopp
Forsmarks Kraftgrupp AB	2 045	1 851
OKG AB	1 128	1 151
Ringhals AB	2 054	1 957
Barsebäck kraft AB	531	558
Summa	**5 857**	**5 517**

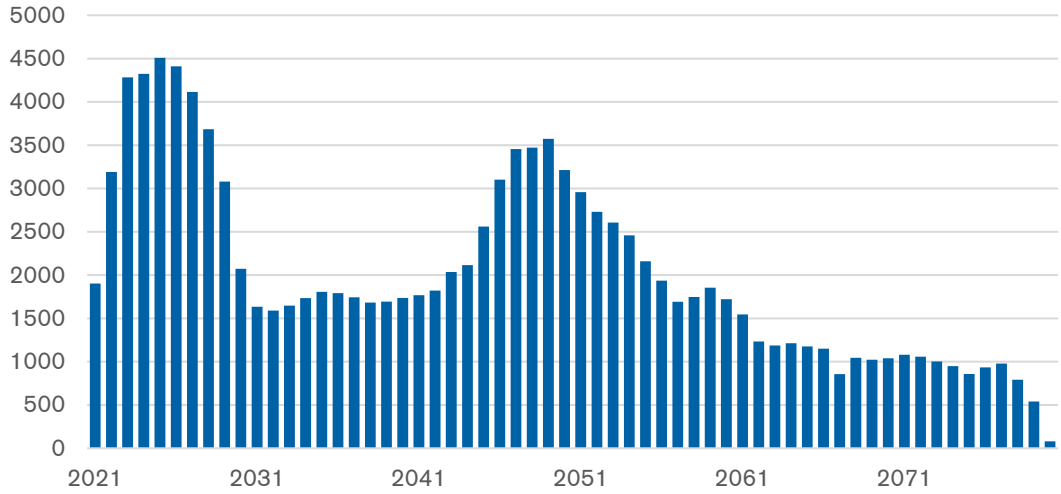
Prisnivå januari 2019
Källa: SSM, Kärnavfallsfonden, Kärnavfallsrådet och egna beräkningar

För att räkna om marknadsvärdet på tillgångarna i kärnavfallsfonden från mars 2021 till januari 2022, så reduceras fondvärdet med en prognos på förväntade utbetalningar under innevarande år. Förväntade utbetalningar till reaktorinnehavare bedöms utifrån beslutade utbetalningsplaner och revideringar av dessa inkomna under våren 2021 (till och med utbetalningar för andra kvartalet). Förväntade merkostnader under 2021 bestäms i huvudsak av regeringens beslut om beviljade medel för innevarande år.

I diagram 1 nedan framgår de totala sam-, sär- och merkostnader för alla reaktorinnehavare fram till 2080. I beräkningen av avgifter och säkerhetsbelopp räknas även utbetalningarna upp med förväntad inflation under 2021, vilket bestäms utifrån Konjunkturinstitutets prognos från mars samma år.

[4] Se bilaga 4 till avgiftsförslaget för 2021 [9] för mer information om merkostnadsberäkningen.

Diagram 1. Förväntade utbetalningar för samtliga reaktorinnehavare (miljoner kronor)



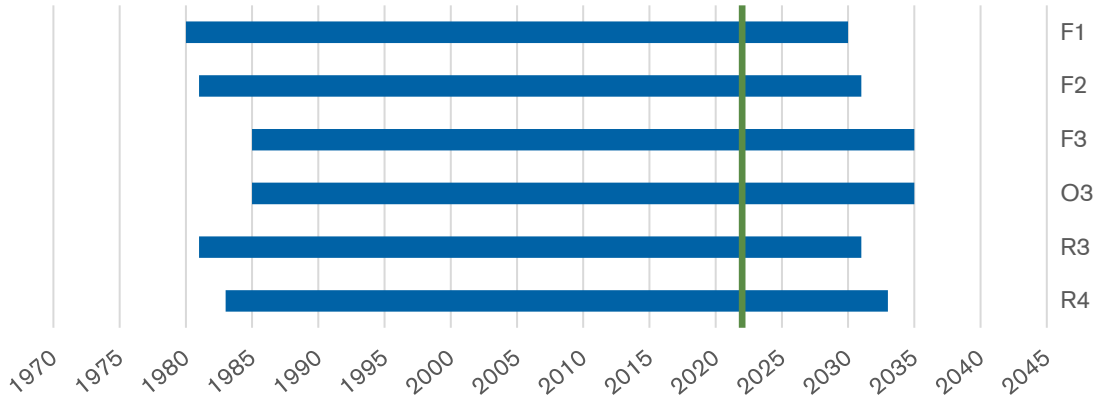
Prisnivå januari 2019
Källa: SKB och egna beräkningar

4.1.4 Framtida inbetalningar

De nuvärdesberäknade förväntade framtida inbetalningarna från en reaktorinnehavare till kärnavfallsfonden ges 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 sex att vara i drift från 2022. 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 stängde R2 vid årsskiftet 2019 och 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 driftstiden istället bestämmas utifrån den tidpunkten. I diagram 2 nedan visas uppnådd drifttid från kommersiell start och återstående drifttid för de sex reaktorer som förväntas vara kvar i drift från och med 2022 (grön vertikal linje).

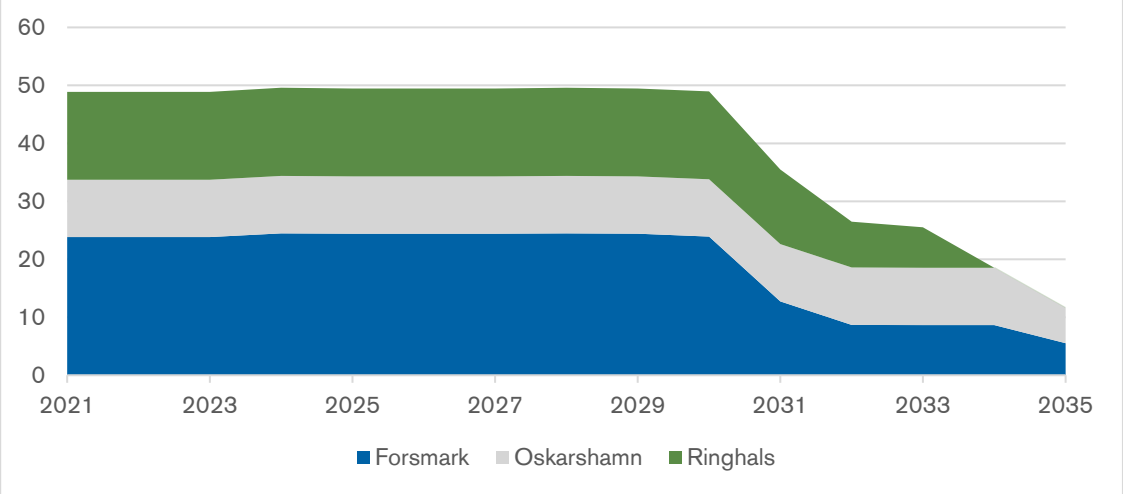
Diagram 2. Drifttid för reaktorer



Källa: egna beräkningar.

Framtida elproduktion baseras på Riksgäldens prognosmodell som användes i Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp för 2021. Samma prognosmodell användes även vid SSM:s förslag på för åren 2018-2020 [4]. 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 610 TWh för perioden 2021-2035[5]. Utfallsdata fram till mars 2021 har beaktats. I diagram 3 nedan visas respektive reaktorinnehavares totala årliga förväntade återstående elproduktion med Riksgäldens prognoser.

Diagram 3. Återstående elproduktion per reaktorinnehavare (TWh)



Källa: egna beräkningar.

[5] För en beskrivning av modellen och Riksgäldens granskning av reaktorinnehavarnas elprognoser hänvisas till bilaga 2 till avgiftsförslaget för 2021 [10].

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 justeras grundkostnaderna 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 reaktorinnehavare, vilken totalt uppgår till ca 400 miljoner kronor.

4.2 Diskonteringsräntekurva

Diskonteringsräntekurvan används för att nuvärdesberäkna en reaktorinnehavares tillgångar och skulder vid beräkning av avgifter och finansieringsbelopp. Diskonteringskurvan används även för att kontrollera att rätt andel tillgångar är placerad i basportföljen respektive den långsiktiga portföljen enligt 20-års-regeln[6]. Vidare används diskonteringskurvan som utgångspunkt för att kalibrera den förväntade avkastningen vid beräkning av kompletteringsbeloppet. Riksgäldens diskonterings- och inflationskurva hämtas från ALM-systemet GLASS.

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.

UFR beräknas av European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) som förväntad inflation plus genomsnittet av årliga korta realräntor sedan 1961. När Riksgälden beräknar ett kompletteringsbelopp som föreslås gälla för en viss avgiftsperiod används den UFR som gäller för det inledande året av denna period. Enligt Finansinspektionens föreskrifter (26 § FFFS 2019:21) får svenska tjänstepensionsbolag under en övergångsperiod använda en metod där 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. Riksgälden tillämpar denna infasning vid beräkning av kompletteringsbeloppen. Enligt metoden ska UFR beräknas som ett viktat medelvärde mellan EIOPA:s UFR och värdet 4,2 procent där viktningen successivt ökar mot EIOPA:s beslutade nivå för att vara fullt ut implementerad till 2026, se tabell 4 nedan. Enligt metoden blir UFR för 2022 4,05 procent.

[6] 20-års-regeln är en bestämmelse i förvaltningsförordningen som säger att ett belopp som motsvarar summan av det diskonterade värdet av de förväntade nettoutbetalningarna av fondmedel under det innevarande kalenderåret och de närmast följande nitton kalenderåren, dock minst 60 procent, ska vara placerade i basportföljen. Läs mer om detta i avsnitt 5.1.2.

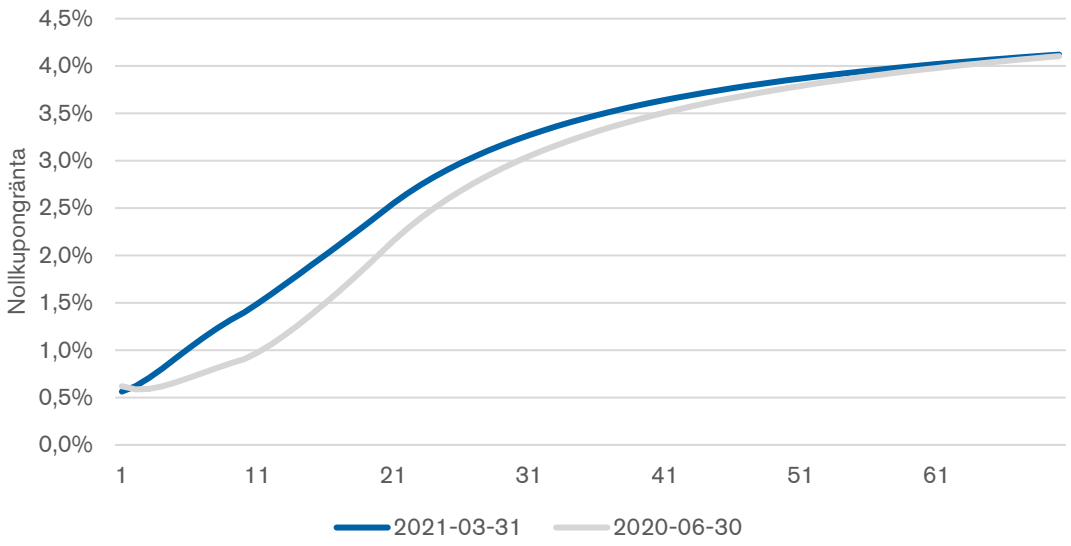
Tabell 4. Tillämpad infasning av EIOPA:s UFR

År	Vikten för värdet beräknat av EIOPA	Vikten för värdet 4,2 procent
2020 och 2021	0	1
2022	0,2	0,8
2023	0,4	0,6
2024	0,6	0,4
2025	0,8	0,2
2026 och senare	1	0

Källa: Finansinspektionens föreskrifter (26 § FFFS 2019:21)

Slutligen görs ett tillägg på 0,75 procentenheter på alla löptider för att spegla att kärnavfallsfonden kan placera i mer riskfyllda tillgångar som säkerställda obligationer och aktier. Denna riskpremie är reglerad i 3 § finansieringsförordningen. Tillägget bygger i grunden på antagandet att kärnavfallsfonden i genomsnitt utnyttjar hälften av sitt placeringsmandat för aktier och att resterande placeringar består till hälften av svenska statspapper och till hälften av säkerställda obligationer. Den antagna genomsnittliga allokeringen i portföljen blir därför 40 procent statspapper, 40 procent säkerställda obligationer och 20 procent aktier. Premierna för tillgångsslagen antas vara 0 procent för statspapper, 0,50 procent för säkerställda obligationer och 2,75 procent för aktier, vilket därmed ger ett totalt påslag om 0,75 procent. I nedanstående diagram framgår den nominella diskonteringskurvan per sista mars 2021 och för sista juni 2020.

Diagram 4. Nominella diskonteringskurvor per den 31 mars 2021 och den 30 juni 2020



Källa: Ortec GLASS.

4.2.2 Inflationskurvan uppbyggnad

De framtida förväntade 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. De reala kassaflödena räknas därför 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.

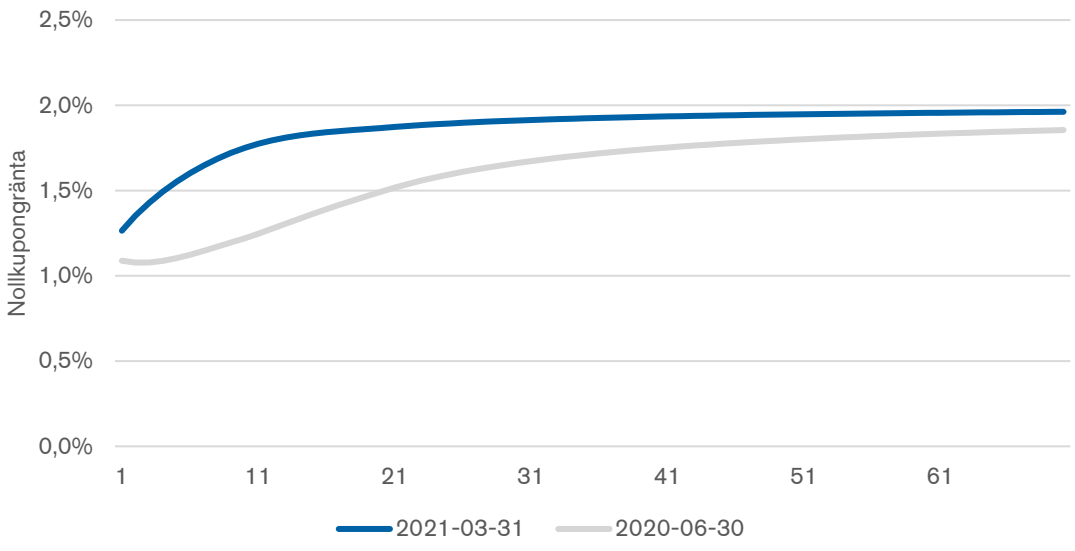
Inflationskurvan beräknas enligt samma principer som den nominella riskfria diskonteringsräntekurvan. Inflationen för löptider upp till 10 år utgörs av skillnaden i förväntad avkastning för nominella och reala statsobligationer, den s.k. Break Even-Inflationen (BEI). Den långsiktiga årliga inflationen (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.

Den reala diskonteringskurvan beräknas i GLASS genom Fisher-sambandet, där den reala räntan (r_t) och nominella räntan (r_t^n) för löptid t uttrycks som

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

och π_t är inflationen för samma löptid. I nedanstående diagram framgår inflationskurvan per sista mars 2021 och för sista juni 2020 (vilken låg till grund för beräkningen av kärnavfallsavgifter och säkerheter för 2021).

Figur 2. Inflationskurvor per den 31 mars 2021 och den 30 juni 2020



Källa: Ortec GLASS.

5 Beräkning av kompletteringsbelopp

Beräkning av kompletteringsbeloppen för reaktorinnehavare bygger på en ny metod för att uppfylla kraven enligt de förändringar som gjordes i finansieringslagsstiftningen under 2017. Tillämpning av metoden har inneburit att Riksgälden med stöd av konsulter utvecklat en beräkningsmodell som genom ALM-analys beräkningar storleken på de nya kompletteringsbeloppen. Modellen innebär stora förändringar jämfört med den modell och metod som tidigare använts av SKB.

5.1 Beräkningsmetod

Riksgälden har, utifrån gällande regleringar, tagit fram en beräkningsmässig definition av kompletteringsbeloppet som sätter ramarna för beräkningsmodellen.[7]

Beräkningsmässig definition av kompletteringsbeloppet
”Kompletteringsbeloppet beräknas som det belopp, som om det tillsammans med finansieringsbeloppet läggs till reaktorinnehavarens andel i kärnavfallsfonden vid starten på nästa avgiftsperiod, leder till att 90 procent av ett stort antal simulerade scenarier har ett positivt fondvärde vid kärnavfallsprogrammets slutår, även om inga ytterligare kärnavfallsavgifter betalas och inga ytterligare säkerheter ställs”

Kompletteringsbeloppet beräknas med andra ord under förutsättningen att den vanliga tre-års cykeln för avgifter har upphört att fungera, det vill säga i de fall balansen mellan en reaktorinnehavares tillgångar och skulder inte kan återställas genom att höja kärnavfallsavgiften eller vidta andra åtgärder.

För att tillämpa den nya definitionen av kompletteringsbeloppet har Riksgälden utvecklat en ”Asset Liability Management” modell (ALM-modell) som simulerar ett stort antal scenarier för avkastningar för de instrument som fonden investerar i och reaktorinnehavarnas kostnader under hela kärnavfallsprogrammets löptid. Modellen beräknar de belopp som gör att summan av de två säkerhetsbeloppen, finansieringsbeloppet och kompletteringsbeloppet, gör att 90 procent av de simulerade scenarierna har ett positivt fondvärde på slutåret. Finansieringsbeloppet subtraheras sedan från det totala beloppet för att få kompletteringsbeloppet.

Riksgäldens ALM-modell innebär stora förändringar mot den modell och metod som tidigare använts av SKB. Bland annat så tas nu hänsyn till risker i kärnavfallsfondens marknadsplaceringar. Dessutom sker simuleringar på årlig basis och antalet riskfaktorer i de framtida kostnaderna har reducerats avsevärt. Det senare reflekterar Riksgäldens bedömning att ett stort antal riskfaktorer inte bidrar till en högre kvalitet på den samlade analysen, utan istället riskerar att missa viktiga samvariationer och

[7] Se modellrapporten [5] avsnitt 2.

därför underskatta den totala risknivån. Ett fåtal riskfaktorer gör dessutom modellen lättare att tolka och innebär att antaganden blir mer transparenta.

ALM-systemet och modellens ingående komponenter beskrivs i följande avsnitt. För en detaljerad beskrivning av den beräkningsmässiga definitionen av kompletteringsbeloppet samt ALM-modellens uppbyggnad och metodval så hänvisas till rapporten "Modell för beräkning av kompletteringsbeloppet" [5].

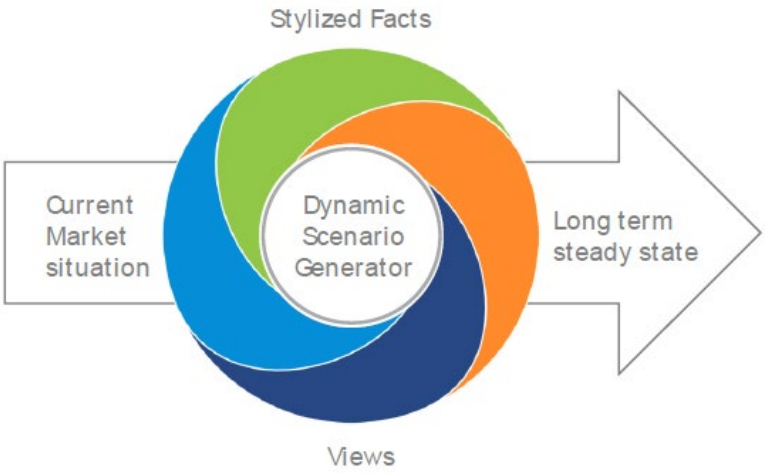
5.1.1 ALM-system för beräkningar

ALM-systemet som Riksgälden använder heter Global Asset & Liability Simulation System (GLASS) och tillhandhålls med tillhörande konsulttjänster av Ortec Finance (Ortec). Ortec är ett nederländskt konsultbolag som arbetar med investerings- och riskanalys samt tillhandahåller olika typer av IT-system (däribland för ALM-analys). Ett ALM-system krävs för att uppfylla Riksgäldens tekniska beräkningskrav, men även övergripande krav på transparens och säkerhet. GLASS har många beräkningsfunktioner som används av kunder från olika branscher, bland annat försäkringsbolag, pensionsfonder och fondförvaltare. Gemensamt för dessa och Riksgälden är ett behov av att skapa scenarier för utvecklingen av finansiella och ekonomiska variabler.

Kärnan i GLASS är en så kallad Dynamic Scenario Generator (DSG), som har till uppgift att skapa scenarier för framtida utveckling av ekonomiska och finansiella variabler, exempelvis obligationspriser, valutor, eller inflation. Som standard skapas scenarier för över 600 variabler (kallas "core"-variabler av Ortec). Det är också möjligt att använda DSG:n för att skapa scenarion för egna specialbyggda variabler, vilket Riksgälden tillämpat bl.a. för modellering av framtida kostnader.

Scenario-generering utgår från en probabilistisk beräkningsmetodik, vilket innebär att en stor mängd scenarier skapas baserat på förhand uppsatta villkor och samband. Något förenklat kan processen förklaras genom en samverkan av fyra komponenter, se figuren nedan.

Figur 3. Scenario-generering i DSG



Källa: Ortec.

DSG:n utgår från nuvarande marknadsläge (vänstra delen i figuren), som ger senast kända värdering på finansiella och ekonomiska marknadsvariabler. Komponenten beskriver också marknaderna i en bredare bemärkelse, exempelvis vilken trend marknader uppvisat senaste perioden. Utifrån rådande

marknadsläge simuleras scenarier för variabler som långsiktigt konvergerar mot ett jämviktsläge (den högra delen i figuren). Scenariernas övergång från rådande marknadsläge till ett långsiktigt jämviktsläge drivs dels av grundprinciper som uppvisas i historiska tidsserier (övre delen av figuren), dels av bedömningar och expertkunskap (nedre delen av figuren)[8].

5.1.2 Modellering av tillgångar

Till skillnad från beräkning av kärnavfallsavgifter antas i beräkningen av kompletteringsbeloppet att inga ytterligare avgiftsinbetalningar görs av reaktorinnehavarna från och med början av nästa avgiftsperiod. Vid beräkning av kompletteringsbeloppet består därför en reaktorinnehavares tillgångar primärt av dess andel av tillgångarna i kärnavfallsfonden och den avkastning som kan förväntas på dessa tillgångar[9]. Kärnavfallsfonden är indelad i två portföljer, basportföljen (statspapper och säkerställda obligationer) och den långsiktiga portföljen (företagsobligationer och aktier). Varje reaktorinnehavare äger andelar i respektive portfölj.

För att modellera fondens placeringsstrategi följer Riksgälden Kärnavfallsfondens placeringspolicy. I placeringspolicyn anges regler för hur Kärnavfallsfondens kapital får placeras, hur olika risker ska mätas och begränsas samt hur placeringsverksamheten ska rapporteras och följas upp. Policyn fastställs årligen av fondens styrelse inom ramen för de bestämmelser som anges i förordning (2017:1180) om förvaltningen av kärnavfallsfondens medel för fondens kapitalplaceringar (förvaltningsförordningen). Med förvaltningsförordningen och placeringspolicyn som bas modelleras följande regleringar och strategier i ALM-modellen:

- Ett belopp som motsvarar summan av det diskonterade värdet av de förväntade nettoutbetalningarna av fondmedel under det innevarande kalenderåret och de närmast följande nitton kalenderåren, dock minst 60 procent, ska vara placerade i basportföljen (den så kallade 20-års-regeln).
- Riktmärkesvikterna i placeringspolicyn antas vara den sammansättning tillgångar som gäller för reaktorinnehavarna. De strategiska vikterna i placeringspolicyn används som underlag för hur stora andelar varje reaktorinnehavares ska ha av basportföljen respektive den långsiktiga portföljen.
- Rebalansering sker en gång i slutet av varje tidssteg (som är ett år). Först rebalanseras innehaven för varje instrument enligt riktmärkesvikterna. Därefter rebalanseras varje reaktorinnehavares fondinnehav till de strategiska portföljvikterna. Slutligen kontrolleras att allokeringen av tillgångar för varje reaktorinnehavare i basportföljen inte överskrids enligt 20-års-reglen. Om regeln inte uppfylls, omfördelas tillgångarna mellan basportföljen och den långsiktiga portföljen.
- I modellen definieras valutapositioner i USD, EUR, JPY och GBP i den långsiktiga portföljen, baserat på data från Kammarkollegiet. Kammarkollegiet uppskattar exponeringen i kostnaderna baserat på kostnadsdata som erhålls av SKB.
- I simuleringen antas både transaktionskostnader och förvaltningskostnader vara noll. Anledningen är att kostnaderna redan tas upp i modelleringen av de s.k. merkostnaderna, som i övrigt innefattar bland annat statens och kommuners kostnader för

[8] Läs mer om hur rådande marknadsläge övergår till ett långsiktigt jämviktsläge i bilaga 1 till ”Sammanställning av synpunkter på remitterad beräkningsmodell och kommentarer till dessa” [2].

[9] Tillgångarna består även av inbetalningar första simuleringsperioden, dvs. perioden då beräkningen görs och fram till tidpunkten då nästa avgiftsperiod börjar, men inte för perioder efter det.

kärnavfallsprogrammet. I merkostnaderna ingår Kammarkollegiets kostnader för förvaltning av kapitalet (tillsammans med kostnader för externa mandat).

Scenarier för de tillgångsslag som kärnavfallsfonden tillåts placera i skapas genom en samverkan av olika komponenter i DSG:n, som beskrivits i tidigare avsnitt. Långsiktiga avkastningsantaganden byggs upp som en riskfri ränta som är gemensam för flera tillgångsslag och en riskpremie som är unik för tillgångsslaget[10].

Av regleringarna i finansieringslagen framgår dock att kompletteringsbeloppet ska diskonteras med den avkastning som kan förväntas på kärnavfallsfondens marknadsplaceringar. Det är osannolikt att de avkastningsscenarier som GLASS genererar, och som beskrivits tidigare, överensstämmer med avkastningen som antas i uppbyggnaden av den nominella diskonteringsräntekurvan och premien för risktillgångarnas avkastning enligt finansieringsförordningen. Såväl metoder som långsiktiga antaganden skiljer sig mellan de som används av Ortec för att skapa avkastningsscenarier i GLASS och de som används i uppbyggnaden av den reglerade diskonteringsräntekurvan. För att efterleva regleringen kalibreras därför avkastningarna i GLASS så att de motsvarar de avkastningar som implicit ges av den reglerade diskonteringsräntekurvan. Detta innebär att samma diskonteringsräntekurva används för såväl beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp, som vid beräkning av kompletteringsbeloppet. Diskonteringskurvans uppbyggnad beskrivs i avsnitt 4.2

5.1.3 Modellering av framtida kostnader

En reaktorinnehavares skuld består av nuvärdet av de framtida kostnaderna för de åtgärder som behöver vidtas för avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar samt hantering och slutförvaring av kärntekniska restprodukter. Därtill tillkommer reaktorinnehavarens andel av statens och kommuners nuvärdesberäknade förväntade kostnader gällande tillsyn, forskning- och utvecklingsverksamhet samt förvaltning av kärnavfallsfonden.

I beräkningen av kompletteringsbeloppet skapas årliga scenarier för reaktorinnehavarens framtida kostnader, för att återspegla risken att grund- och merkostnaderna avviker från de förväntade kostnader som tagits upp i SKB:s och myndigheternas kostnadsbedömningar.

De framtida avvecklings- och slutförvaringskostnaderna har delats upp i två kategorier: volymrisk och prisrisk. Volymrisk hanterar osäkerheter i omfattningen av insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet. Prisrisk hanterar osäkerheten i den framtida prisutvecklingen för dessa insatsfaktorer. Prisrisk kan vidare delas in i två kategorier, nämligen allmän inflation (mätt som KPI) samt relativprisutveckling utöver inflation (EEF).

Bakgrunden till denna ansats är bl.a. de brister som Riksgälden och tidigare Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) pekat på i SKB:s osäkerhetsanalys.

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 moderatorn har koppling till kärnkraftsindustrin, en risk för bias

[10] För mer information se ”Scenario Department Paper - Ortec Finance Scenario Approach” [11].

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.

Kostnadsscenarier för volymrisker skapas genom att för varje år dra värden från en Log-normal-fördelning med medelvärde ett och definierad årlig volatilitet. Den årliga volatiliteten har kalibrerats så att den motsvarar den totala risken (ej årlig) mätt som standardavvikelsen relativt medelvärdet (parametersättningen beskrivs i senare avsnitt). Värdena länkas samman som ett kedjeindex över tid, som sedan används för att för varje scenario räkna upp de förväntade volymkostnaderna baserat på dess exponering mot givna volymrisker. Samma metod används för att skapa scenarier för merkostnader, men annan data används som underlag för parametersättningen.

EEF-scenarier skapas via regressionsmodeller som skattas av Ortec, som länkas samman med DSG:n. KPI är en så kallad ”core”-variabel i GLASS. Den totala prisrisken länkas likt volymrisk samman i ett index, som används för att räkna upp de förväntade kostnaderna baserat på hur exponerade kassaflödena är mot prisriskerna, se modellrapporten [5] avsnitt 4.3.

5.2 Underlag för beräkning av tillgångar

I detta avsnitt redovisas de underlag för tillgångarna som används vid beräkning av kompletteringsbeloppen. För mer detaljer hänvisas till bilaga 1: ”ALM Study Report”. Antaganden och indata har stämts av med Kärnavfallsfonden, som har samarbetat med Riksgälden i utvecklingen av ALM-modellen och till viss del analysarbetet under våren 2021.

5.2.1 Ingående marknadsvärden

Kärnavfallsfonden är indelad i två portföljer, basportföljen och den långsiktiga portföljen. Varje reaktorinnehavare har andelar i respektive portfölj. Marknadsvärdet för respektive reaktorinnehavares ingående andelar av portföljerna avser sista mars 2021 och framgår i tabell 5 nedan. Samma ingående marknadsvärden används vid beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp.

Tabell 5. Reaktorinnehavarnas marknadsvärderade tillgångar i kärnavfallsfonden per den 31 mars 2021 (miljarder kronor)

Reaktorinnehavare	Basportföljen	Den långsiktiga portföljen	Summa
Forsmarks Kraftgrupp AB	13,8	9,2	23,0
OKG AB	8,5	5,8	14,3
Ringhals AB	15,7	10,5	26,2
Barsebäck kraft AB	10,0	3,2	13,2
Summa	**48,1**	**28,7**	**76,7**

Källa: Kammarkollegiet

5.2.2 Investeringsstrategi

I simuleringen av kärnavfallsfondens tillgångar antas årlig rebalansering (i slutet av varje simuleringssteg) av reaktorinnehavarnas andelar av de två portföljerna, samt reaktorinnehavarnas andelar av de instrument som portföljerna placerar i. Allokeringsstrategin bestäms av kärnavfallsfondens placeringspolicy och är samma för samtliga reaktorinnehavare. I simuleringen

kan vikterna avvika från allokeringsstrategin eftersom 20-års-reglen kan tvinga en reaktorinnehavare att placera en större andel av medlen i basportföljen. Allokeringsstrategin framgår av tabell 6 nedan.

Tabell 6. Allokeringsstrategi

Tillgångsslag	Investeringsvikt
Summa kärnavfallsfonden	100,0 %
Basportföljen	62,0 %
Svenska statsobligationer	12,4 %
Svenska realobligationer	18,6 %
Säkerställda obligationer	31,0 %
Den långsiktiga portföljen	38,0 %
Svenska företagsobligationer	6,3 %
Svenska aktier	10,3 %
Globala aktiefonder	15,2 %
Amerikanska aktiefonder	11,4 %
Eurozonens aktiefonder	2,3 %
Brittiska aktiefonder	0,8 %
Japanska aktiefonder	0,8 %
Globala företagsobligationsfonder	6,3 %
Amerikanska företagsobligationsfonder	4,4 %
Eurozonens företagsobligationsfonder	1,6 %
Brittiska företagsobligationsfonder	0,3 %
Kassa	0,0 %

Källa: Kammarkollegiet

Kärnavfallsfondens valutapositioner ska approximativt motsvara de kostnader som är i utländsk valuta. Valutasäkringarna framgår av tabell 7 nedan.

Tabell 7. Antagen valutasäkring

Valuta	Valutasäkring
Amerikanska dollar (USD)	40 %
Euroområdets euro (EUR)	0 %
Brittiska pund (GBP)	100 %
Japanska yen (JPY)	100 %

Källa: Kammarkollegiet

5.2.3 Kalibrerade avkastningar

Instrumentens förväntade avkastning kalibreras för att motsvara implicita avkastningar som ges av den nominella diskonteringsräntekurvan som används i Riksgäldens beräkningar, se avsnitt 4.2 för en närmare beskrivning diskonteringsräntekurvan. Löptiden för statsobligationen som används som bas för det årliga skiftet i avkastningarna sätts till 6,0 år, för att så nära som möjligt överensstämma med den genomsnittliga löptiden för statspapper i kärnavfallsfonden per sista mars, som är 5,5 år. I tillägg justeras de årliga aktieavkastningarna med differensen mellan den långsiktiga aktieriskpremie som antas i GLASS, dvs. 3,00 procent, och den aktieriskpremie som antas i uppbyggnaden av riskpåslaget i diskonteringsräntekurvan, dvs. 2,75 procent. Kalibreringen påverkar inte volatiliteten i instrumenten[11]. Tabell 8 nedan visar Ortecs basantaganden för avkastningar samt de avkastningar som faller ut av kalibreringen mot diskonteringsräntekurvan.

Tabell 8. Genomsnittlig avkastning för kärnavfallsfondens placeringar i simuleringarna

Tillgångsslag	Ortec basantagande avkastning	Kalibrerad avkastning
Summa kärnavfallsfonden	3,5 %	4,8 %
Basportföljen	2,1 %	3,4 %
Svenska statsobligationer	1,9 %	3,1 %
Svenska realobligationer	1,8 %	3,1 %
Säkerställda obligationer	2,3 %	3,6 %
Den långsiktiga portföljen	5,1 %	6,4 %
Svenska företagsobligationer	3,1 %	4,4 %
Svenska aktier	4,6 %	5,9 %
Globala aktiefonder	5,0 %	6,2 %
Amerikanska aktiefonder	4,8 %	6,1 %
Eurozonens aktiefonder	4,6 %	5,8 %
Brittiska aktiefonder	4,4 %	5,6 %
Japanska aktiefonder	4,1 %	5,4 %
Globala företagsobligationsfonder	3,4 %	4,6 %
Amerikanska företagsobligationsfonder	3,5 %	4,7 %
Eurozonens företagsobligationsfonder	2,6 %	3,8 %
Brittiska företagsobligationsfonder	3,0 %	4,2 %
Kassa	1,2 %	2,7 %

Källa: Ortec GLASS

5.2.4 Inbetalningar

Inbetalningar för reaktorinnehavare med reaktorer i drift består av förväntad elproduktion multiplicerat med dess kärnavfallsavgift. Inbetalningar för reaktorinnehavarna modelleras endast för första simuleringsperioden, dvs. för mars 2021 till mars 2022. Eftersom fondens marknadsvärde per sista mars 2021 inte innehåller inbetalningar för första kvartalet[12] så tas hela inbetalningsbeloppet för

[11] Se bilaga 1: "ALM Study Report" (avsnitt 4.1 och 5.2.6) för instrumentens simulerade volatiliteter.
[12] Inbetalningar för reaktorinnehavare med reaktorer i drift görs senast en månad efter utgången av föregående kvartal.

2021 med i modelleringen. Eftersom samma reaktorer är i drift och inga effektuppgraderingar förväntas under 2022, samt att kärnavfallsavgifterna i stort sett är oförändrade, så antas att inbetalningarna för perioden mars 2021 till mars 2022 approximativt motsvaras av inbetalningarna under 2021. Barsebäck har noll i beslutad kärnavfallsavgift och därför förväntas inga inbetalningar. Tabell 9 nedan visar reaktorinnehavarnas förväntade inbetalningar under första simuleringsperioden.

Tabell 9. Reaktorinnehavares förväntade inbetalningar för första simuleringsperioden (miljoner kronor)

Reaktorinnehavare	Inbetalning
Forsmarks Kraftgrupp AB	715
OKG AB	554
Ringhals AB	717
Barsebäck kraft AB	0
Summa	**1 986**

Källa: Ortec GLASS

5.3 Underlag för beräkning av skulder

I detta avsnitt redovisas de underlag för de riskfaktorer på skuldsidan som används vid beräkning av kompletteringsbeloppen. Vad gäller skattningen av risknivån för baseras den på på tidigare granskningar av SKB:s osäkerhetsanalys och på oberoende bedömningar av NTNU som beaktar risknivån i tidigare genomföra projekt. En ny studie av tidigare genomförda projekt inom kärnkraftssektorn ger därtill stöd för att den totala riskbilden på skuldsidan (volym- och relativprisrisk) som följer av Riksgäldens antaganden inte överskattar riskerna. För en ytterligare diskussion om riskbedömning i storskaliga projekt och bedömningar av underlag för volymrisk hänvisas till bilaga 2: underlag för beräkningen av skuldsidan.

5.3.1 Volymrisk

Volymriskfaktorerna modellerar programspecifika risker som gör att kostnaderna för kärnavfallsprogrammet (mätt i fasta priser) blir högre eller lägre än de förväntade kostnaderna i kostnadsberäkningen till följd av att omfattningen ökar eller minskar. Som beskrivs i tidigare remitterad modellbeskrivning [5] (avsnitt 4.3) kalibreras de årliga parametervärderna för volatilitet för att nå en given total volatilitet för de summerade kostnaderna över tid. Grundkostnader och merkostnader modelleras med separata riskfaktorer som är oberoende av varandra. Tabell 10 nedan visar medelvärde och volatilitet för respektive volymriskfaktor.

Tabell 10. Medelvärde och volatilitet för volymriskfaktorer

Volymriskfaktor	Årligt geometriskt medelvärde	Årlig volatilitet	Motsvarande total volatilitet
Grundkostnader	-0,2 %	6,5 %	24,6 %
Merkostnader	-0,1 %	4,8 %	19,2 %

Källa: Ortec GLASS
Not: Volymriskfaktorerna har kalibrerats för att ha ett aritmetiskt medelvärde på 0 procent vilket resulterar i ett något negativt geometriskt medelvärde.

5.3.2 Relativprisrisk (EEF)

Prisriskfaktorerna modellerar relativprisrisk som gör att kostnaderna för kärnavfallsprogrammet blir högre eller lägre än de förväntade kostnaderna i kostnadsberäkningen till följd av att priser på insatsfaktorer som används i kärnavfallsprogrammet blir högre eller lägre än förväntat. Modelleringen beskrivs närmare i den tidigare remitterade modellbeskrivningen [5] (avsnitt 4.3) samt Ortecs rapport: ”Swedish risk drivers” [6].

Tabell 11. Medelvärde och volatilitet för prisriskfaktorer (EEF)

Relativprisriskfaktor	Årligt geometriskt medelvärde	Årlig volatilitet
EEF1: Enhetsarbetskostnad, tjänstesektorn	0 %	2,6 %
EEF2: Enhetsarbetskostnad, byggsektorn	0 %	4,9 %
EEF3: Maskinpriser	0 %	3,0 %
EEF4: Konstruktionsmaterialspriser	0 %	3,1 %
EEF5: Kopparpris	0 %	19,3 %
EEF6: Bentonitpris	0 %	25,2 %
EEF7: Effektivitetsjusterade energipriser	0 %	11,3 %

Källa: Ortec GLASS
Not: Relativprisernas förväntade utveckling är redan beaktad i SKB:s kostnadsunderlag och har därför kalibrerats till ett geometriskt medelvärde om 0 procent.

5.3.3 Inflation (KPI)

SKB:s kostnadsberäkning tas fram i fast prisnivå och behöver därför inflateras med KPI för att erhålla stokastiska kassaflöden i löpande priser. KPI utgör s.k. ”core”-variabler i Ortec GLASS som beskrivs närmare i modellrapporten [5], avsnitt 4.1.

Tabell 12. Medelvärde och volalitet för inflationsvariabler

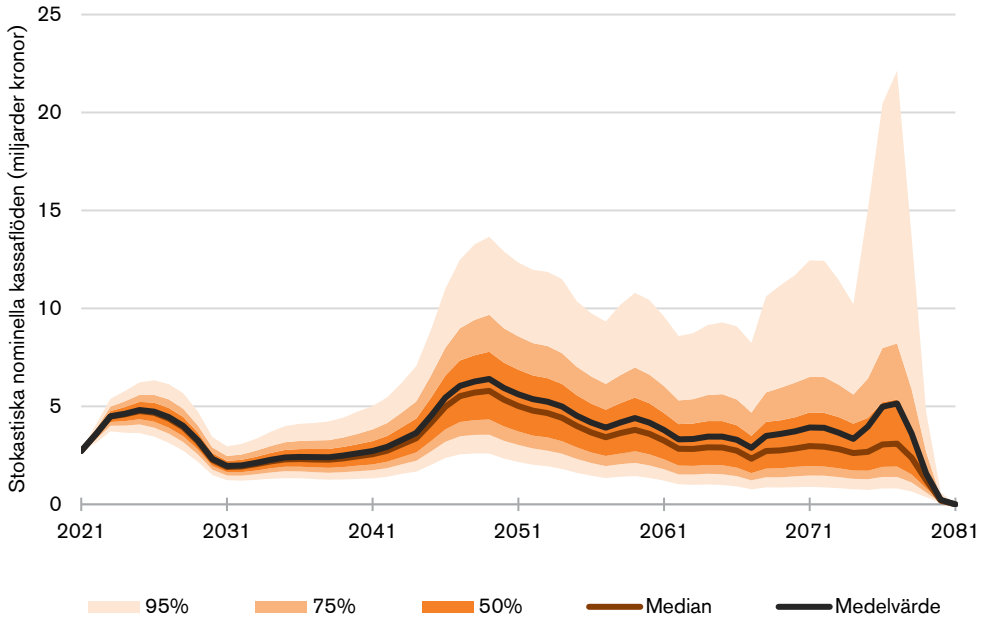
Inflation	Årligt geometriskt medelvärde	Årlig volatilitet
KPI Sverige	2,0 %	1,9 %
CPI USA	2,1 %	1,9 %

Källa: Ortec GLASS
Not: För kostnader hänförliga till EEF5 och EEF6 används CPI USA eftersom dessa prisserier uttrycks i USD.

5.3.4 Resulterande stokastiska kassaflöden för skuldsidan

Tillsammans används de tre kategorierna riskfaktorer för att gå från reala deterministiska kassaflöden till nominella stokastiska kassaflöden som används i beräkningsmodellen för att skapa scenarier för utbetalningar från fonden. De aggregerade stokastiska nominella kassaflödena som erhålls för de fyra reaktorinnehavarna aggregerat visas i diagram 5.

Diagram 5. Totala stokastiska kassaflöden för alla reaktorinnehavare



Källa: Ortec GLASS.
Not: I bilaga 1 redovisas motsvarande diagram per reaktorinnehavare.

6 Förslag på kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp

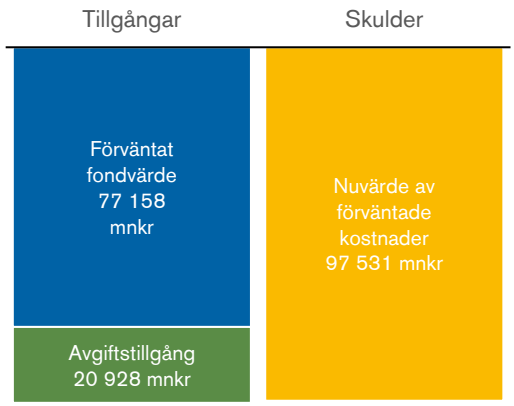
I detta avsnitt redovisas Riksgäldens förslag på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för respektive reaktorinnehavare. Vidare görs en jämförelse av balansräkningen som prognosticerades vid föregående beräkning vilket förklarar eventuella skillnader gentemot nuvarande avgifter och finansieringsbelopp. Slutligen analyseras de beräknade kompletteringsbeloppen i detalj utifrån olika infallsvinklar: en stegvis beräkning som förklarar huvudsakliga skillnader jämfört med den tidigare definitionen av kompletteringsbeloppet, en riskdekomponering som visar det relativa bidraget från olika riskfaktorer i modellen samt en känslighetsanalys som visar konsekvenserna av att variera antaganden för viktiga parametrar i modellen.

6.1 Förslag till kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp för 2022 och 2023

6.1.1 Kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp

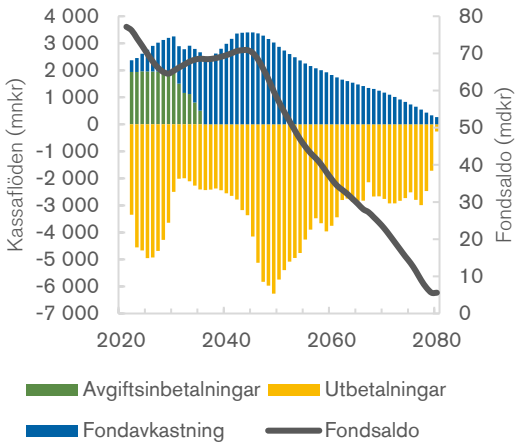
Kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp beräknas för respektive reaktorinnehavare enligt de principer som beskrivits i föregående avsnitt, vilket för finansieringssystemet som helhet resulterar i följande balansräkning och förväntade utveckling över tid.

Diagram 6. Finansieringssystemets förväntade balansräkning per den 31 december 2021



Not: Finansieringssystemets balansräkning visar förväntat överskott om 555 miljoner kronor till följd av att Barsebäcks tillgångar överstiger skulderna.

Diagram 7. Finansieringssystemets förväntade kassaflöden och fondsaldo över tid



Not: På grund av Barsebäcks överskott uppstår ett förväntat överskott i kärnavfallsfonden vid kärnavfallsprogrammets förväntade slutdatum.

Nuvärdet av de återstående förväntade kostnaderna för samtliga reaktorinnehavares åtaganden beräknas till 97,5 miljarder kronor medan fondens värde förväntas uppgå till 77,2 miljarder kronor. Det återstående totala finansieringsbehovet för alla reaktorinnehavare uppgår till 20,4 miljarder kronor. Eftersom Barsebäck har ett förväntat överskott om 555 miljoner kronor blir avgiftstillgångens värde istället 20,9 miljarder kronor[13].

Tabell 13. Förslag på kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp för 2022 och 2023

Reaktorinnehavare	Kärnavfallsavgift	Finansieringsbelopp
Forsmark Kraftgrupp AB	3,0 öre/kWh (3,0 öre/kWh)	5 459 mnkr (6 587 mnkr)
OKG AB	5,6 öre/kWh (5,6 öre/kWh)	6 118 mnkr (6 949 mnkr)
Ringhals AB	4,5 öre/kWh (4,7 öre/kWh)	5 912 mnkr (7 034 mnkr)
Barsebäck Kraft AB	0 mnkr/år (0 mnkr/år)	0 mnkr (0 mnkr)

Not: Beslutade avgifter och finansieringsbelopp för 2021 inom parentes.

Som framgår i tabell 13 är kärnavfallsavgifterna oförändrade jämfört med 2021 års beslutade nivåer för samtliga reaktorinnehavare utom Ringhals. Barsebäck erhåller alltjämt nollavgift eftersom dess fondbehållning är större än de nuvärdesberäknade återstående kostnaderna.

Finansieringsbeloppen sjunker från nuvarande nivåer för samtliga reaktorinnehavare vilket 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. I avsnitt 6.2 förklaras förändringarna i kärnavfallsavgifter och säkerheter jämfört med nuvarande nivåer.

6.1.2 Kompletteringsbelopp

Kompletteringsbelopp beräknas för respektive reaktorinnehavare enligt de principer som beskrivits i föregående avsnitt[14], vilket resulterar i följande nivåer.

Tabell 14. Förslag på kompletteringsbelopp för 2022 och 2023

Reaktorinnehavare	Kompletteringsbelopp
Forsmark Kraftgrupp AB	15 389 mnkr (4 729 mnkr)
OKG AB	8 401 mnkr (3 448 mnkr)
Ringhals AB	13 861 mnkr (4 922 mnkr)
Barsebäck Kraft AB	2 992 mnkr (2 019 mnkr)

Not: Nuvarande kompletteringsbelopp för 2021 inom parentes.

[13] I det fall en reaktorinnehavare (såsom Barsebäck för närvarande) har tillgångar som överstiger skulderna, kommer avgiftstillgången bli högre än det värde som balanserar finansieringssystemet. Detta beror på att avgifternas aldrig sätts lägre än noll. Istället betalas eventuella överskott i kärnavfallsfonden ut när kärnavfallsprogrammet är slutfört.

[14] Se även tidigare remitterat material [5] för en detaljerad beskrivning av modellen för beräkning av kompletteringsbelopp.

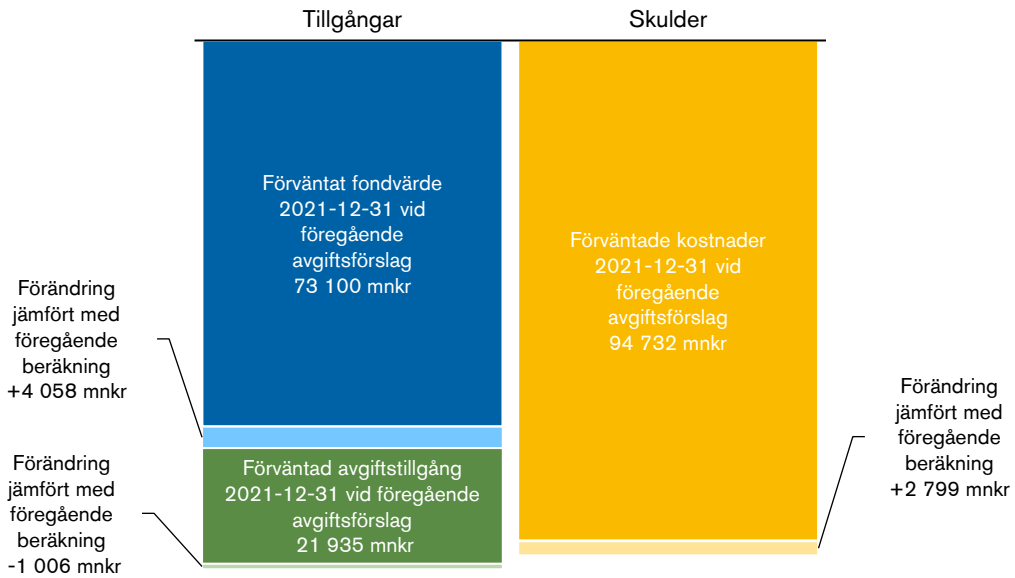
Som framgår av ovan är kompletteringsbeloppen påtagligt högre än 2021 års beslutade nivåer för samtliga reaktorinnehavare. I följande avsnitt analyseras de beräknade kompletteringsbeloppen i detalj utifrån olika infallsvinklar: en stegvis beräkning som förklarar huvudsakliga skillnader jämfört med den tidigare definitionen av kompletteringsbeloppet, en riskdekomponering som visar det relativa bidraget från olika riskfaktorer i modellen samt en känslighetsanalys som visar konsekvenserna av att variera antaganden för de viktigaste ingående parametrarna i modellen.

6.2 Analys av förändringar av kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp jämfört med nuvarande nivåer

6.2.1 Förändring av avgifter och finansieringsbelopp jämfört med nuvarande nivåer

För att förklara förändringar i kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp gentemot nuvarande nivåer redovisas den aggregerade balansräkning som prognosticerades för utgången av 2021 vid föregående förslag på avgifter och säkerheter för 2021, jämte de förändringar som skett jämfört med den aktuella beräkningen för perioden 2022-2023. Detta görs genom att rulla fram finansieringssystemets balansräkning från det föregående avgiftsförslaget i ett år med de indata och antaganden som användes i beräkningen av avgifter respektive finansieringsbelopp för perioden 2021. 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 8. Förändring av finansieringssystemets förväntade aggregerade balansräkning per den 31 december 2021 jämfört med prognos vid föregående avgiftsberäkning

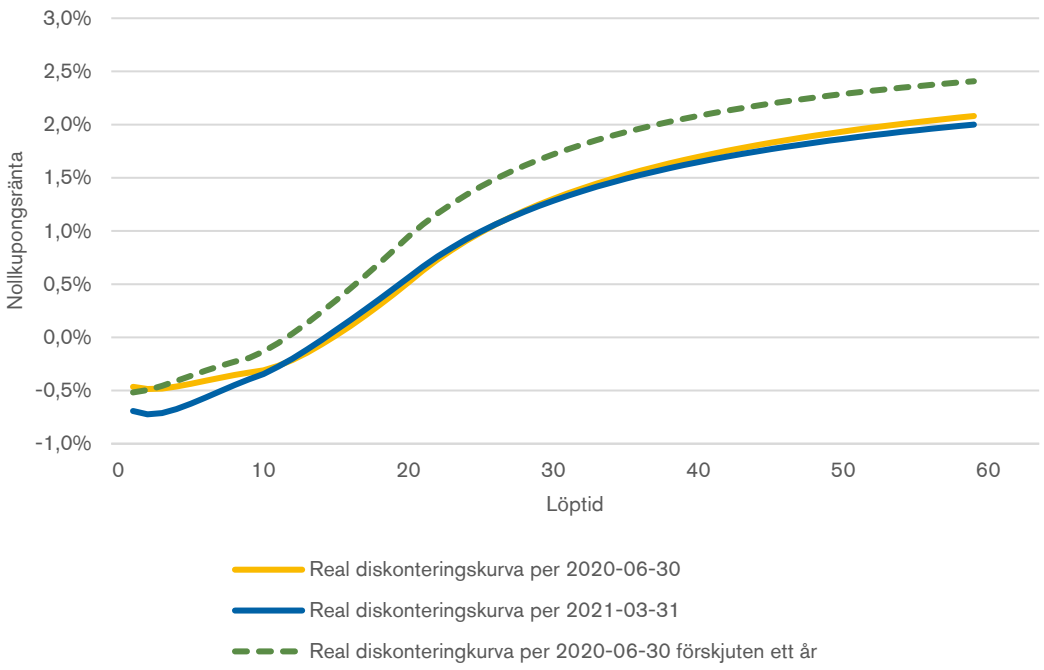


Källa: Egna beräkningar.

Som framgår av diagram 8 har balansomslutningen ökat jämfört med förväntansbilden vid föregående avgiftsförslag. Kärnavfallsfondens tillgångar har ökat mer än tillståndshavarnas aggregerade skuld vilket gör att finansieringsbehovet minskar jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsberäkning.

Bedömningen av det förväntade fondvärdet vid utgången av december 2021 ökar med 4 058 miljoner kronor kronor jämfört med prognosen vid föregående avgiftsförslag. Den realiserade elproduktionen under 2020 har i genomsnitt varit 12 procent lägre än Riksgäldens prognos i föregående avgiftsförslag[15], vilket resulterat i lägre avgiftsinbetalningar som alltså inte bidragit till det högre fondvärdet. Utbetalningarna från kärnavfallsfonden till reaktorinnehavare har varit 10 procent lägre än förväntat under 2020, vilket allt annat lika bidrar till ett högre fondsaldo. Framförallt förklaras dock det högre fondsaldot av en bättre än förväntad avkastning, 3,9 procent för fonden totalt sett, vilket kan jämföras med den förväntade helårsavkastningen på 1,1 procent[16].

Diagram 9. Förändringar av real diskonteringskurva jämfört med föregående avgiftsförslag



Källa: Ortec GLASS och egna beräkningar.

[15] Forsmark 5,2 procent, OKG 19,7 procent och Ringhals 15,2 procent sämre än förväntat för 2020.

[16] Totalavkastningen för kärnavfallsfonden inkluderar även övriga reaktorinnehavares fondandelar, vilket dock inte påverkar jämförelsen i någon större utsträckning på grund av dess ringa storlek. Den förväntade helårsavkastningen på 1,1 procent baserades på Kärnavfallsfondens prognosticerade avkastning för KAF Bas respektive Lång givet den strategiska allokeringen om 62 % i Bas-portföljen och 38 % i Lång-portföljen.

Bedömningen av (nuvärdet av) de återstående förväntade kostnaderna för 2022 och framåt har ökat med 2 799 miljoner kronor jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsförslag. Eftersom samma förväntade grund- och merkostnader används som vid föregående avgiftsförslag förklaras ökningen av en i genomsnitt lägre real diskonteringskurva än vad som förväntades[17].

Nettoeffekten av att fondvärdet ökat mer än de förväntade återstående kostnaderna är att finansieringsbehover för finansieringssystemet som helhet minskar med 1 259 miljoner kronor jämfört med prognos. Av dessa utgörs 253 miljoner av en ökning av Barsebäcks förväntade överskott i Kärnavfallsfonden[18], vilket innebär att avgiftstillgången istället minskar med 1 006 miljoner kronor. Samtidigt har bedömningen den förväntade återstående elproduktionen i absoluta termer minskat med 0,4 procent, vilket är en konsekvens av att ett års ny utfallsdata med signifikant lägre realiserad elproduktion får genomslag i Riksgäldens bedömning av den framtida tillgängligheten i reaktorerna. I nuvärdestermer sjunker värdet av den återstående elproduktionen med 2,2 procent vilket är en konsekvens av en i genomsnitt lägre diskonteringskurva. Sammantaget resulterar dessa förändringar, dels i finansieringsbehovet och dels i bedömningen av återstående förväntad elproduktion, i oförändrade avgifter för Forsmark och OKG, medan Ringhals avgift sjunker med 0,2 öre/kWh[19].

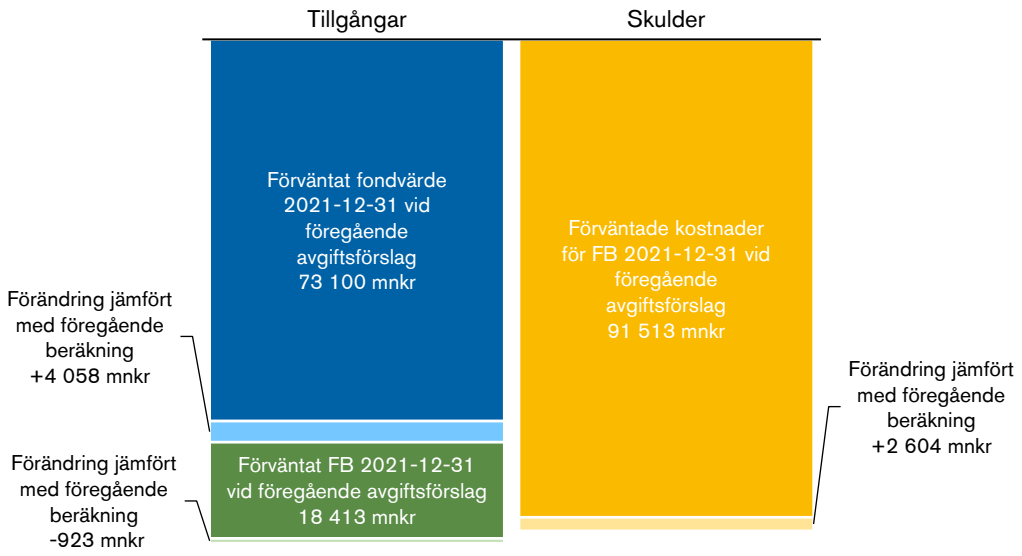
Avgiften för Barsebäck skiljer sig från reaktorinnehavare med reaktorer i drift på så sätt att den sätts till den fasta avgift i kronor som krävs för att under den kommande treåriga avgiftsperioden göra Barsebäcks åtaganden fullt finansierade. Eftersom Barsebäcks för närvarande har ett förväntat överskott blir avgiften följaktligen noll. Givet att finansieringsbehovet inte ökar så kommer Barsebäck även vid nästa avgiftsförslag att få nollavgift, även om ett sannolikt scenario är att 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.

[17] Den förväntade diskonteringskurvan vid föregående avgiftsberäkning illustreras av den streckade gröna räntekurvan i diagrammet som beräknats genom att den förväntade terminsavkastningen förskjutits ett år från föregående avgiftsförslag och räknats om till en ny nollkupongskurva.

[18] Barsebäcks förväntade överskott har ökat från 303 miljoner kronor till 555 miljoner kronor. Detta betyder inte att dessa medel kommer att utbetalas till företaget. En utbetalning av eventuella överskott kan bli aktuell först när slutförvaren slutligt förslutits.

[19] Att tillståndshavarnas avgifter inte förändras på samma sätt beror dels på hur kostnader är fördelade i tid, vilket påverkar värderingen av skulden, och dels av avrundningseffekter som på marginalen kan påverka kärnavfallsavgiften som avrundas till närmsta tiondels öre.

Diagram 10. Förändring av finansieringssystemets förväntade aggregerade balansräkning för finanseringsbeloppet per den 31 december 2021 jämfört med prognos vid beräkning av finansieringsbelopp



Källa: Egna beräkningar.

De totala finansieringsbeloppen sjunker från 20,6 miljarder kronor till 17,5 miljarder kronor. 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. Om fondvärdet och nuvärdet av de framtida förväntade kostnaderna hade utvecklats enligt prognos vid föregående avgiftsförslag hade de totala finansieringsbeloppen varit 18,4 miljarder kronor. Skillnaden om 0,9 miljarder kronor förklaras av att fondens avkastning har varit bättre än förväntat samt förändringar i diskonteringskurvan som påverkar nuvärdet av de framtida förväntade kostnaderna. Nuvärdet av de förväntade kostnaderna för finansieringsbeloppen har ökat med 2,6 miljarder kronor samtidigt som fondvärdet ökat med 4,1 miljarder kronor, vilket innebär behovet av säkerheter för finansieringsbeloppen aggregerat minskat med 1,5 miljarder kronor jämfört med vad som förväntades vid föregående avgiftsberäkning. Att en differens uppstår mellan det aggregerade behovet av finansieringsbelopp och faktiskt beräknade finansieringsbelopp beror på att Barsebäck har ett förväntat överskott i sin balansräkning[20].

6.2.2 Förändring av kompletteringsbelopp jämfört med nuvarande nivåer

Givet förändringarnarna i de föreslagna kompletteringsbeloppen jämfört med nuvarande nivåer är det önskvärt att kunna bryta ned skillnaderna i olika komponenter i syfte att närmare förstå de bakomliggande orsakerna till ökningen. Till att börja med kan det konstateras att en signifikant

[20] Barsebäcks förväntade överskott för finansieringsbeloppet värderas till 531 miljoner kronor.

ökning av kompletteringsbeloppens storlek var förväntad givet den reviderade finansieringslagens bredare definitionen av osäkerheter som ska täckas in. Vidare indikerade den översiktliga och preliminära ALM-analys och beräkning som gjordes vid översynen av lagstiftningen en höjning motsvarande drygt en fördubbling jämfört med då gällande kompletteringsbelopp[21]. Oaktat detta kan en nedbrytning av den totala ökningen besvara ett antal intressanta frågeställningar, såsom t.ex.:

- Hur stor del av ökningen förklaras av att nuvarande kompletteringsbelopp inte baseras på senaste kostnadsunderlag och prisnivåer?
- Hur mycket ökar kompletteringsbeloppen till följd av att osäkerheter på tillgångssidan läggs till?
- Hur stor del av ökningen förklaras av att Riksgälden gör en annan bedömning än SKB av osäkerheten i de framtida kostnaderna?

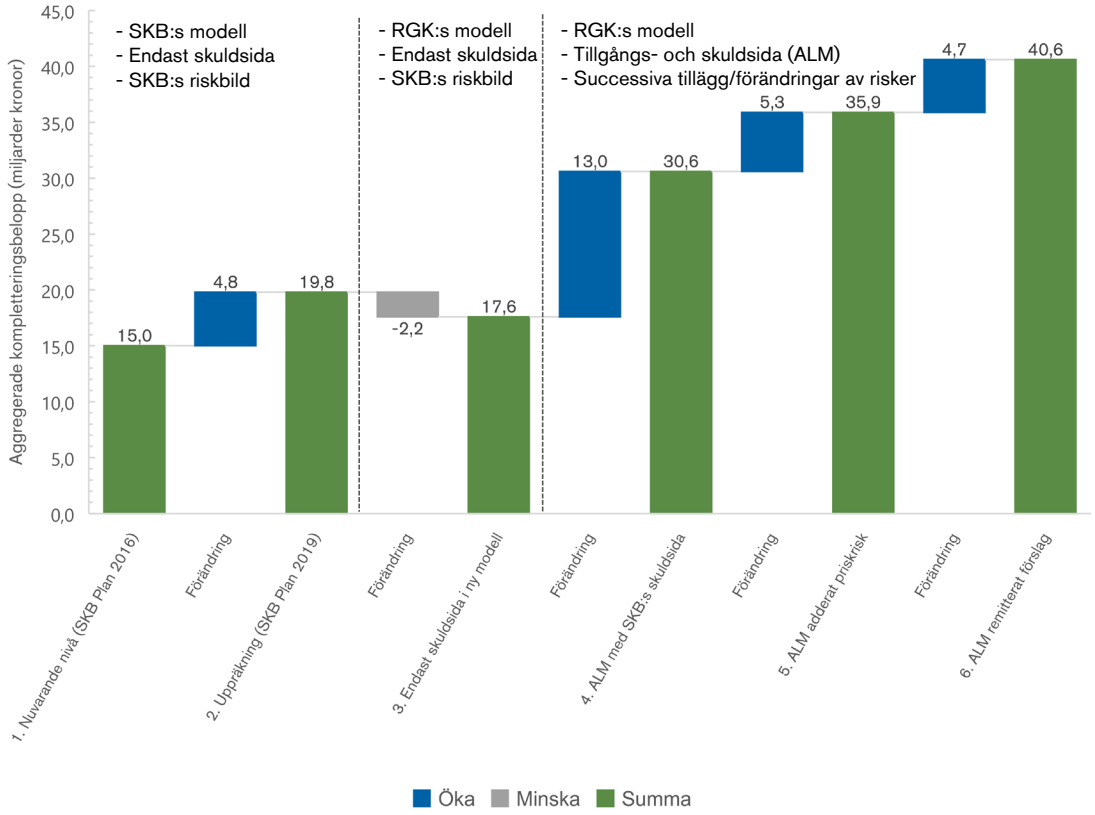
För detta ändamål har kompletteringsbelopp beräknats för ett antal olika modellspecifikationer, där startpunkten är de nu gällande nivåerna på kompletteringsbelopp och slutpunkten är Riksgäldens remitterade förslag på kompletteringsbelopp. Mellan dessa två punkter görs stegvisa justeringar av modellen och dess antaganden i syfte att bryta ner den totala skillnaden i olika komponenter. Resultaten presenteras i ett så kallat vattenfalldiagram som visar nivån på kompletteringsbeloppen efter varje steg (gröna staplar) och skillnaden från föregående steg (blå staplar). Jämförelsen görs för alla reaktorinnehavare aggregerat, men det är viktigt att ha i åtanke att kompletteringsbeloppen beräknas för varje reaktorinnehavare separat[22]. Vidare är det viktigt att förstå att diagrammet bara kan tolkas stegvis (dvs. läsas i den givna ordningen antingen från höger eller vänster). På grund av interaktionseffekter mellan olika riskfaktorer i de olika modellspecifikationerna kommer annars potentiellt felaktiga slutsatser att dras[23]. Stegen har gjorts i en logisk följd där komponenter successivt läggs till som jämfört med föregående steg utökar modellens omfattning i någon bemärkelse. För varje steg redogörs för den modellspecifikation och de antaganden som ligger till grund för beräkningen och hur den skiljer sig från föregående steg.

[21] Se ”Förändringar i lagen (2006:647) om finansiella åtgärder för hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet och förordningen (2008:715) om finansiella åtgärder för hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet” SSM2011-4690, avsnitt 12 [12].

[22] De relativa skillnaderna mellan reaktorinnehavare behandlas i avsnitt 6.2.3.

[23] Det går exempelvis inte att till steg 3 i diagrammet lägga till förändringen mellan steg 4 och 5 för att erhålla effekten av att lägga till prisrisk till steg 3.

Diagram 11. Stegvis förklaring av ökningen av totala kompletteringsbelopp, miljarder kronor



Källa: Ortec GLASS, SKB, egna beräkningar.
Not: För en detaljerad beskrivning av förändringar i modellspecifikation för respektive steg, se Bilaga 1.

Steg 1: Nuvarande nivå (Plan 2016) – startpunkt 15,0 miljarder kronor
Utgångspunkten för jämförelsen är nuvarande nivåer som beslutades om i slutet av 2017 för perioden 2018-2020, och sedan förlängdes att gälla även för den innehavare ettåriga perioden 2021. Dessa kompletteringsbelopp beräknades av SKB i enlighet med den tidigare gällande finansieringslagens definition av kompletteringsbeloppet, dvs. endast med beaktande av osäkerheter i de framtida kostnaderna. Beräkningen av dessa belopp bygger på SKB:s kostnadsberäkning och osäkerhetsanalys i Plan 2016 (och inte den senaste Plan 2019). Andra skillnader är att osäkerheter i merkostnader inte beaktas, samt att ett totalt kompletteringsbelopp beräknas för alla reaktorinnehavare tillsammans (som sedan fördelas av SKB) och inte per reaktorinnehavare.

Steg 2: Uppräkning (SKB Plan 2019) - ökning om 4,8 miljarder kronor
I detta steg görs justeringar i syfte att isolera effekterna av att använda senast tillgängliga information i SKB:s beräkningsmodell. SKB har inte längre i uppgift att beräkna storleken på kompletteringsbeloppen, men eftersom samma beräkningsmodell används för att beräkna förväntade kostnader finns möjlighet att erhålla ett estimat av vad kompletteringsbeloppen skulle ha blivit med SKB:s metod givet den senast tillgängliga osäkerhetsanalysen som gjordes i Plan 2019.

Utifrån kompletterande underlag som Riksgälden erhållit från SKB i samband med granskningen av Plan 2019, justerat för en uppdaterad diskonteringskurva och uppräknat med KPI-inflation, har

Riksgälden gjort en hypotetiskt beräkning av vad de totala kompletteringsbeloppen skulle ha blivit om den gamla definitionen och beräkningsmodellen för kompletteringsbeloppet använts. Denna justering resulterar i totala kompletteringsbelopp på 19,8 miljarder kronor, det vill säga en ökning om 4,8 miljarder kronor jämfört med nu gällande nivåer. Ökningen är således inte en följd av Riksgäldens modellering eller den nya definitionen av kompletteringsbeloppet, utan förklaras istället av uppdaterade kostnader, en uppdaterad osäkerhetsanalys, inflationsjustering samt en något lägre genomsnittlig diskonteringsränta jämfört med nu gällande kompletteringsbelopp.

Steg 3: Endast skuldsida i ny modell – minskning om 2,2 miljarder kronor
Nästa steg är att försöka isolera skillnader som uppstår till följd av den nya beräkningsmetoden för kompletteringsbeloppen, men där fortfarande endast risker på skuldsidan beaktas. Steget är således en hypotetisk beräkning vad kompletteringsbeloppen skulle ha blivit om den nya definitionen av kompletteringsbeloppet, om endast skuldsidan hade modellerats i linje med SKB:s risknivå i Plan 2019.

I denna version av modellen är tillgångssidan ”låst” och ger samma deterministiska avkastningar och inflationsutfall i enlighet med diskonterings- och inflationskurvan i alla scenarier. Vidare är skuldsidan kalibrerad för att erhålla samma totala standardavvikelse i de framtida kostnaderna summerat över tid som i SKB:s osäkerhetsanalys. Dessa förändringar resulterar i totala kompletteringsbelopp på 17,5 miljarder kronor, vilket innebär en minskning om 2,2 miljarder kronor jämfört med föregående steg.

Minskningen är huvudsakligen en effekt av den nya definitionen av kompletteringsbeloppet och att osäkerheten i kostnaderna modelleras över tid, även om det inte går att bryta ned exakt vilken av förändringarna jämfört med SKB:s modell som förklarar störst andel av skillnaderna. Slutsatsen som ändå kan dras är att nivån på de totala kompletteringsbeloppen ligger relativt nära SKB:s metod vid modellering av enbart skuldsidan när samma risknivåer används, trots att kompletteringsbeloppets definition och modellens konstruktion har stora skillnader.

Steg 4: ALM med SKB:s skuldsida – ökning om 13,0 miljarder kronor
Detta steg introducerar ALM-analys till beräkningarna och beaktar således risker även på tillgångssidan. Jämfört med föregående steg har tillgångssidan gjorts stokastisk, både vad gäller avkastningar och portföljallokering[24]. Därtill är KPI-inflationen stokastisk vilket påverkar både nominella avkastningar och kassaflöden på skuldsidan. Skuldsidan är oförändrad jämfört med föregående steg, dvs. kalibrerad för att motsvara SKB:s bedömning av osäkerheterna i framtida kostnadsutfall. Dessa förändringar resulterar i totala kompletteringsbelopp på 30,6 miljarder kronor, vilket innebär en ökning om 13,0 miljarder kronor jämfört med föregående steg. Ökningen är en effekt av att addera en dynamisk portfölj med stokastiska avkastningar samt stokastisk inflation, det vill säga den breddning av kompletteringsbeloppet som den uppdaterade lagstiftningen innebär.

Steg 5: ALM adderat prisrisk – ökning om 5,3 miljarder kronor
Nästa steg introducerar en stokastisk modellering över tid av relativpriser (externa ekonomiska

[24] Portföljallokeringen avgörs dels av Kärnavfallsfondens strategiska tillgångsallokering (för närvarande 38 procent KAF Lång och 62 procent KAF Bas) men även av den s.k. ”20-årsregeln” som begränsar allokeringen till mer riskfyllda instrument i scenarier. Se avsnitt 5.1.2 för närmare beskrivning av 20-årsregeln.

faktorer - EEF) till ALM-analysen, jämfört med föregående steg som endast inkluderar osäkerheter kring den framtida utvecklingen av den allmänna prisnivån mätt som KPI[25]. I detta steg introduceras även volatilitet i merkostnaderna, vilket inte inkluderats i tidigare beräkningar av kompletteringsbelopp.

Först kan konstateras att SKB formellt sett redan inkluderar riskfaktorer i osäkerhetsanalysen, vilket innebär att SKB:s bedömning av osäkerheterna till följd av framtida relativprisförändringar redan är inkluderad i föregående steg. Denna modelleringsansats har dock ett antal problem som Riksgälden sett behov av att åtgärda för att få en mer realistisk beskrivning av osäkerheter i framtida relativpriser, och som här redogörs för kortfattat.

För det första modelleras relativprisutvecklingen i SKB:s modell inte över tid, utan likt övriga riskfaktorer som en summerad kostnadseffekt för kärnavfallsprogrammets hela löptid. Detta innebär att prisernas utveckling över tid inte går att utläsas och det finns därför inget sätt att säkerställa att utfallen är konsekventa med de ekonometriska modeller som använts för att skattat för respektive prisrisk[26]. Av samma anledning är det inte möjligt att fånga samvariationer över tid med andra variabler i modellen fångas, vilket är en betydande svaghet i en ALM-analys som görs i syfte att identifiera just sådana samband.

Vidare har SKB antagit att samtliga EEF-variablerna är stationära eller trendstationära trots att detta antagande i de flesta fall har mycket svagt stöd och i vissa fall motsägs av den egna analysen[27]. Detta får till följd att osäkerheten kring EEF-variablerna med stor sannolikhet underskattas. Slutligen ger användandet av ett för stort antal riskfaktorer totalt sett i SKB:s modell en diversifieringseffekt som medför att EEF-riskfaktorerna påverkar kompletteringsbeloppet ytterst marginellt[28].

Efter att ha åtgärdat dessa brister genom att en stokastisk modellering av relativpriser över tid lagts till modellen[29] blir resultatet kompletteringsbelopp som uppgår till totalt 35,9 miljarder kronor motsvarande en ökning om 5,3 miljarder kronor. Ökningen drivs framförallt av serierna prisserierna EEF5 (Koppar) och EEF6 (Bentonit) som trots att de påverkar en mindre del av de beräknade kostnaderna är mycket volatila och därför över tid kan leda till stora kostnadsökningar (och minskningar). En liten andel av ökningen jämfört med föregående steg beror på att merkostnaderna nu modelleras som stokastiska jämfört med föregående steg.

Steg 6: ALM remitterat förslag – ökning om 4,7 miljarder kronor
I det sista steget läggs ingen ny riskfaktor till modellspecifikationen, men däremot ökas risknivån i de framtida kostnaderna genom att riskfaktorn för programspecifika osäkerheter i kärnavfallsprogrammet, s.k. volymrisk, ökas jämfört med risknivåerna som erhålls i SKB:s osäkerhetsanalys[30] (se bilaga 2 för bakgrund till Riksgäldens bedömning). Justeringen resulterar i Riksgäldens remitterade förslag till kompletteringsbelopp som totalt uppgår till 40,6 miljarder kronor.

---

[25] Se ”modell för beräkning av kompletteringsbeloppet” [5] avsnitt 4.3.4 för en beskrivning av hur den totala prisrisken modelleras.
[26] SKB använder ekonometrisk tidsserieanalys för att skatta utvecklingen av respektive EEF över tid, men dessa modeller kan inte användas i SKB:s osäkerhetsmodell.
[27] Se bilaga 1 i avgiftsförslaget för 2021 [8] samt ”Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2018–2020” [4] avsnitt 3.1.4 får där stationäritetsantagandet granskades i mer detalj.
[28] Riksgälden har testat SKB:s modell genom att slå av riskfaktorerna för EEF, vilket har en ytterst marginell effekt på de resulterande kompletteringsbeloppen.
[29] Se ”modell för beräkning av kompletteringsbeloppet” [5] och ”Swedish risk drivers” [6].
[30] Motsvarande en ökning av den totala relativa standardavvikelsen relativt medelvärdet från 16 procent till 25 procent.

Ökningen om 4,7 miljarder kronor jämfört med föregående steg förklaras entydigt av att risknivån ökats jämfört med SKB:s bedömning och är således inte en följd av den nya definitionen av kompletteringsbeloppet. Rikgäldens överväganden i denna fråga framgår av bilaga 2.

Sammanfattning
Jämfört med nuvarande nivåer ökar de aggregerade kompletteringsbeloppen för de fyra tillståndshavarna från 15,0 miljarder kronor till 40,6 miljarder kronor. Som beskrivs ovan är dock nuvarande nivåer inte baserade på det senaste kostnadsunderlaget. När justeringar görs för att beakta detta ökar de totala kompletteringsbeloppen till 19,8 miljarder kronor, som är ett estimat av vad kompletteringsbeloppen skulle sättas till idag givet den gamla definitionen av kompletteringsbeloppet. Dessa nivåer är en mer rättvisande utgångspunkt för att illustrera den ökning (från 19,8 till 40,6 miljarder kronor) som följer av att använda den nya definitionen av kompletteringsbeloppet med Riksgäldens beräkningsmodell, det vill säga lite drygt en fördubbling. Av denna förändring förklaras, allt annat lika, ungefär hälften av att risker på tillgångssidan läggs till modellen. Den andra hälften av ökningen förklaras av en mer adekvat modellering av prisrisker, en ökning av de programspecifika riskerna jämfört med SKB:s nivåer och att merkostnader nu modelleras som stokastiska.

I följande avsnitt fördjupas analysen av de beräknade nivåerna, dels för att se hur olika riskfaktorer i modellen bidrar till den totala riskbilden och dels för att bedöma känsligheten i beräknade kompletteringsbelopp vid förändring av viktiga inputparametrar och antaganden.

6.2.3 Skillnader i kompletteringsbelopp för olika reaktorinnehavare

Sammantaget för alla fyra reaktorinnehavare motsvarar de beräknade nivåerna för kompletteringsbeloppen ungefär en fördubbling jämfört med om den tidigare definitionen och resultaten från SKB:s osäkerhetsanalys används. Ökningen fördelar sig dock olika mellan de olika reaktorinnehavarna, där Barsebäck får en signifikant mindre ökning än övriga reaktorinnehavare.

En viktig förklaring till detta är att den beräkningsmodell som tidigare användes av SKB för att beräkna kompletteringsbelopp simulerade alla reaktorinnehavares kostnader tillsammans och baserat på denna aggregerade beräkning beräknade ett totalt kompletteringsbelopp. Det totala kompletteringsbeloppet fördelades sedan schablonmässigt av SKB mellan reaktorinnehavarna[31]. Med Riksgäldens modell simuleras istället risken i utvecklingen av respektive reaktorinnehavares fondandel (dvs. tillgångs- och skuldsidan) individuellt för varje reaktorinnehavare. En följd av detta är att kompletteringsbeloppen numera baseras på en mer rättvisande bedömning av respektive reaktorinnehavares åtaganden i kärnavfallsprogrammet och tillgångar i kärnavfallsfonden.

Barsebäck har för närvarande ett förväntat överskott (dess fondandel är högre än nuvärdet av dess återstående förväntade kostnader) och en stor andel av kostnaderna ligger i närtid till följd av Barsebäcks redan påbörjade avveckling. De övriga reaktorinnehavarna har ett större återstående finansieringsbehov och har en större andel av sina kostnader längre fram i tiden, vilket ger en längre duration på dessa skulder. I Riksgäldens beräkning av kompletteringsbeloppen påverkar riskfaktorerna reaktorinnehavarna på olika sätt beroende på hur framtida förväntade kassaflöden är

[31] Beloppet fördelas schablonmässigt i proportion till respektive tillståndshavares andel av den återstående grundkostnaden (Underlagspärm till Plan 2016, flik 7, avsnitt 5) [13].

fördelade över tid och hur möjliga tillgångsallokeringar varierar över tid (även om riskfaktorerna i sig modelleras på samma sätt för alla reaktorinnehavare).

För en mer detaljerad beskrivning av skillnader i ökning mellan reaktorinnehavarna som följer av respektive steg i föregående avsnitt hänvisas till bilaga 1, avsnitt 8.

6.3 Riskdekomponering

Riksgäldens nya metod för beräkning av kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare medför en ökning av kompletteringsbeloppen jämfört med den metod som tidigare användes av SKB. För att öka förståelsen för vilka risker som har störst betydelse för kompletteringsbeloppets storlek så redovisas i detta avsnitt en dekomponering av risk för varje reaktorinnehavare, dvs. hur stort bidrag olika riskfaktorer har till den totala risken vid beräkning av kompletteringsbeloppen i Riksgäldens förslag.

Funktionen för att målsöka kompletteringsbeloppet på det sätt som beskrivits tidigare är specifikt utvecklad för detta ändamål. Att använda målsökningsfunktionen i kombination med Ortecs standardmodell för dekomponering av risk är därmed inte möjligt. Dessutom skulle resultaten bli svårtolkade och potentiellt ett olämpligt mått på det relativa riskbidraget eftersom beräkningen av kompletteringsbeloppet inte korrigerar för medelvärdet i fondvärdet.

Istället används, i denna riskdekomponering, måttet Value at Risk (VaR)[32] vid den 10:e percentilen för nettofondvärdet (tillgångar minus skulder), minus medelvärdet av nettofondvärdet över sextio år[33]. Detta anses utgöra en god approximation för att förklara vilka risker som påverkar kompletteringsbeloppen eftersom scenarierna vid den 10:e percentilen har stor betydelse för kompletteringsbeloppets storlek.

När riskerna dekomponeras så utförs först en simulering där alla risker är stokastiska. Under denna simulering bestäms medelvärdena för alla risker som ska dekomponeras. Sedan följs en separat simulering för varje risk. I dessa simuleringar är variablerna som kopplar till den specifika risken stokastiska, medan övriga variabler är deterministiska (satta till det medelvärde som beräknats i första steget). Detta upprepas för varje risk, för att avgöra den specifika riskens bidrag till den totala risken. I simuleringarna antas att finansieringsbeloppet läggs till fondvärdet i början av nästa avgiftsperiod, men inte kompletteringsbeloppet, och att inga ytterliga avgiftsinbetalningar sker efter första simuleringsperioden.

[32] Value at Risk (VaR) är ett vanligt förekommande riskmått som anger storleken på hur mycket som riskeras vid en investering med en viss sannolikhet och över en viss tidsperiod.
[33] Sextio år är löptiden för kärnavfallsprogrammet.

Dekomponeringen görs med hänsyn risker som redovisas i tabell 15 nedan.

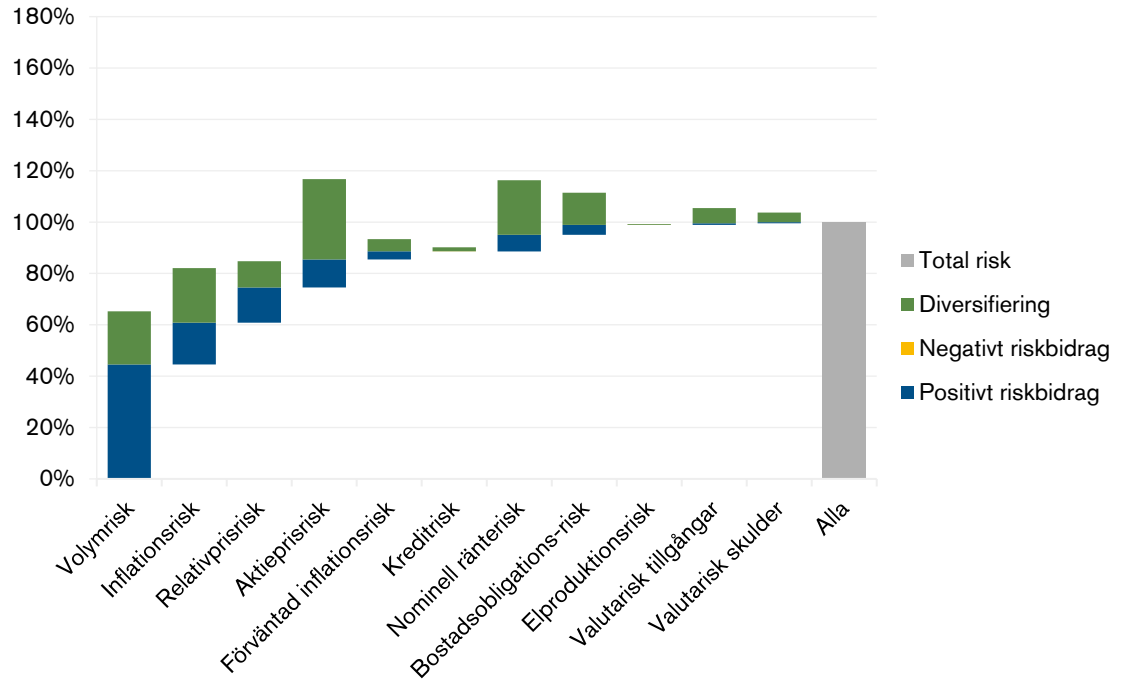
Tabell 15. Faktorer för dekomponering av risk

Riskfaktor	Förklaring
Volymrisk	Underskattning av volymer av insatsfaktorer
Inflationsrisk	Variationen av allmän inflation (KPI)
Relativprisrisk	Över- eller underskattning av priser på insatsfaktorer
Aktieprisrisk	Variationer i aktiepriser
Förväntad inflationsrisk	Variationer i break even-inflationskurvan
Kreditrisk	Variationer i kreditspread
Nominell ränterisk	Variationer i yield-kurvan för statspapper
Bostadsobligations-risk	Variationen av bostadsobligations-spread
Elproduktionsrisk	Variationen av elproduktion från aktiva reaktorer
Valutarisk tillgångar	Variationen i priser på utländsk valuta på tillgångssidan
Valutarisk skulder	Variationen i priser på utländsk valuta på skuldsidan

I följande avsnitt redovisas för varje reaktorinnehavare hur mycket riskfaktorerna i tabellen ovan bidrar till den totala risken vid beräkning av kompletteringsbeloppet. I diagrammen visar blå staplar hur stor andel av respektive riskfaktor som bidrar till att öka den totala risken och gula staplar visar hur stor andel av respektive riskfaktor som bidrar till att minska den totala risken. Gröna staplar visar diversifieringseffekten som varje riskfaktor bidrar med. Summan av de blåa och gula staplarna är 100 procent, dvs. den gråa stapeln. Det bör noteras att riskbilden för Forsmark, OKG och Ringhals är snarlik då de har liknande kassaflöden för kostnader vad gäller storlek och när i tiden de faller ut. Barsebäck har lägre kostnader och kostnaderna faller ut tidigare än för övriga reaktorinnehavare. Av dessa anledningar ser Barsebäcks riskdekomponering något annorlunda ut.

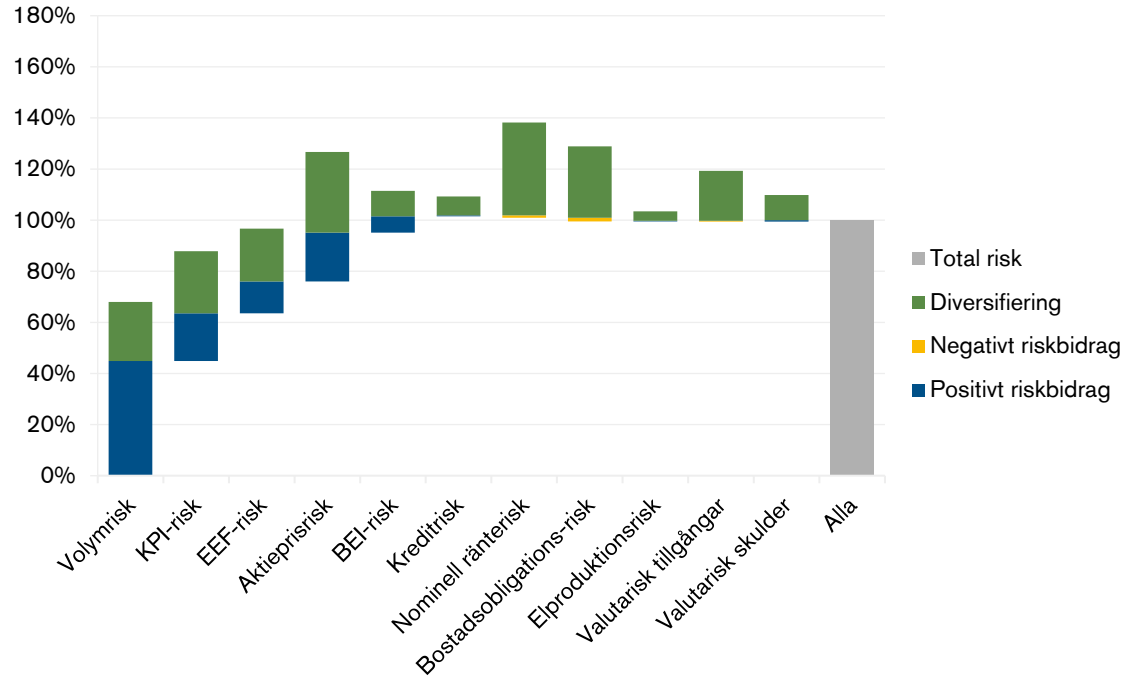
6.3.1 Riskdekomponering för Forsmark, OKG och Ringhals

Diagram 12. Riskdekomponering för Forsmark vid beräkning av kompletteringsbeloppet



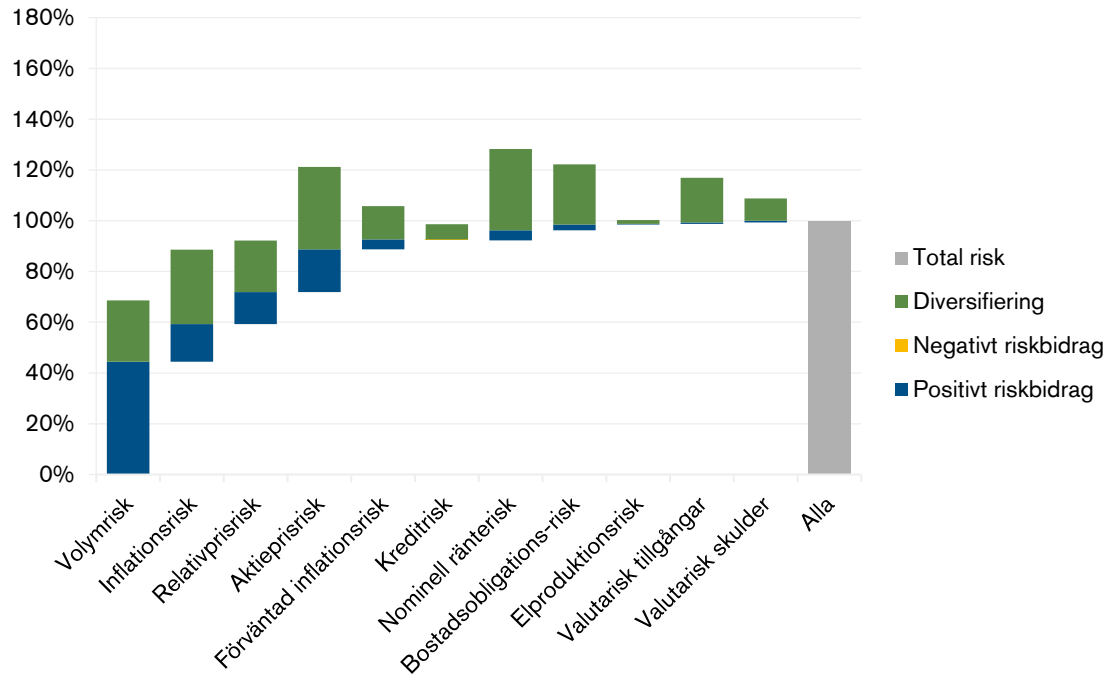
Källa: Ortec GLASS.

Diagram 13. Riskdekomponering för OKG vid beräkning av kompletteringsbeloppet



Källa: Ortec GLASS.

Diagram 14. Riskdekomponering för Ringhals vid beräkning av kompletteringsbeloppet



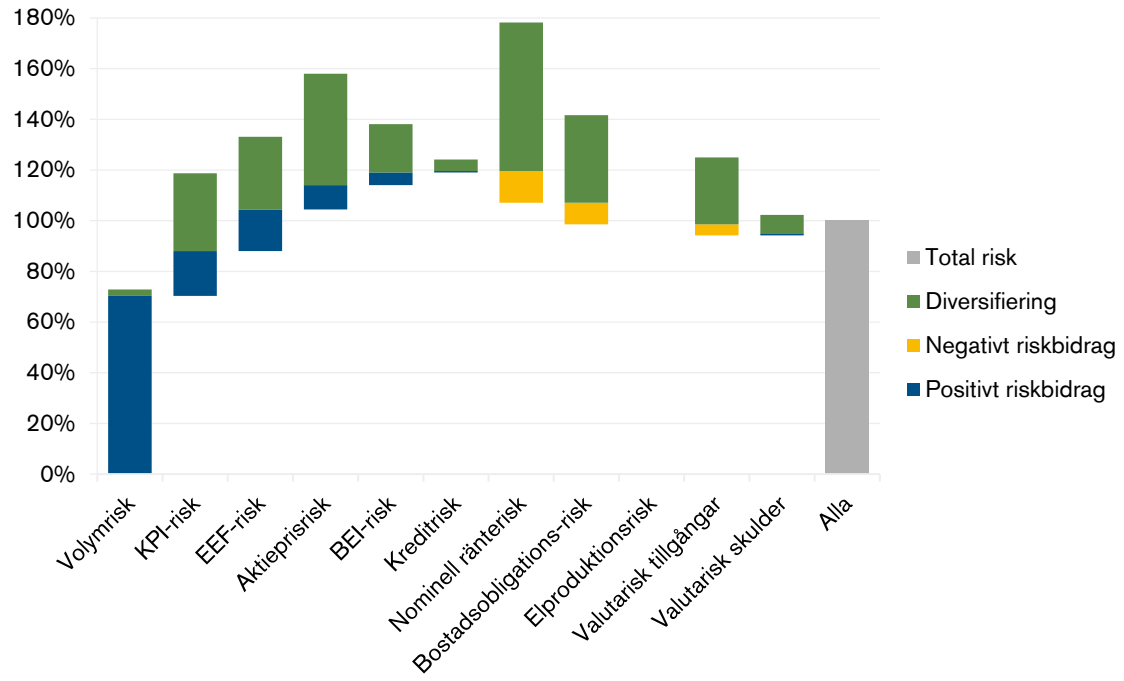
Källa: Ortec GLASS.

Av diagrammen ovan framgår att riskfaktorer på skuldsidan, dvs. volymrisk[34], inflationsrisk och relativprisrisk, bidrar mer till den totala risken än risker på tillgångssidan gör. Av riskerna på skuldsidan har volymrisk störst betydelse, följt av inflationsrisk. Att KPI har högt bidrag till den totala risken förklaras av att hela kostnadsmassan för varje scenario räknas upp med inflation. Av riskerna på tillgångssidan bidrar aktieprisrisken mest till den totala risken. I och med att alla tillgångar är okorrelerade med volymrisken bidrar dessa med höga diversifierings-effekter, detta gäller framförallt aktieprisrisken men även den nominella ränterisken och bostadsobligationsrisken. Generellt gäller att diversifieringsbidraget för varje riskfaktor är relativt stort eftersom det är låg eller ingen korrelation mellan riskfaktorerna och i synnerhet till volymriskfaktorn som har stor betydelse för den totala risken.

[34] Riksgälden har även undersökt relativt riskbidrag när volatiliteten i kostnaderna motsvarar 16 procent standardavvikelse relativt medelvärdet (som är SKB:s bedömning). Analysen visar att det relativa riskbidraget från volymrisk minskar något (pga av lägre volatilitet) men att volymrisk alltjämt har störst betydelse för den totala risken.

6.3.2 Riskdekomponering för Barsebäck

Diagram 15. Riskdekomponering för Barsebäck vid beräkning av kompletteringsbeloppet



Källa: Ortec GLASS.

Även för Barsebäck bidrar riskfaktorer på skuldsidan mer till den totala risken än risker på tillgångssidan. Det positiva riskbidraget för volymrisk är dock betydligt högre för Barsebäck jämfört med övriga reaktorinnehavare (ca 70 procent för Barsebäck jämfört med ca 45 procent för övriga reaktorinnehavare). Detta beror på att Barsebäck har högre förväntade kostnader på kort sikt, vilket gör den framtida utvecklingen av fondsaldot känsligt för hur dessa kostnaderna påverkas av volatiliteten på kort sikt (trots att volatiliteten växer med tiden).

Även det totala riskbidraget för nominell ränta och bostadsobligationer är högre för Barsebäck än för övriga reaktorinnehavare. Detta beror på att 20-års-regeln gör att en större andel av Barsebäcks tillgångar i placeras basportföljen, dvs. i statspapper och säkerställda bostadsobligationer. Samtidigt är diversifieringseffekten betydande, vilket ger negativt riskbidrag från båda riskfaktorerna.

Det totala bidraget från valutarisken i tillgångarna är också högre för Barsebäck än för övriga reaktorinnehavare. Detta beror på att Barsebäcks tillgångar i förhållande till skulder vid värderingstidpunkten är högre än för övriga reaktorinnehavare. Detta ger ett relativt högre kumulativt riskbidrag från placeringarna i aktier noterade i utländsk valuta än för övriga reaktorinnehavare. Korrelationen är dock låg vilket ger ett högt diversifieringsbidrag, och i slutändan ett negativt riskbidrag.

Bidraget från risken i framtida elproduktion är noll eftersom Barsebäck inte har några reaktorer i drift och därmed inte betalar in avgifter i förhållande till producerad el. För de andra reaktorinnehavarna förväntas produktion och inbetalningar bara avse 12 månader, vilket gör att riskbidraget är lågt även för dessa.

6.4 Beräkningarnas känslighet vid förändring av avkastning och volatilitet

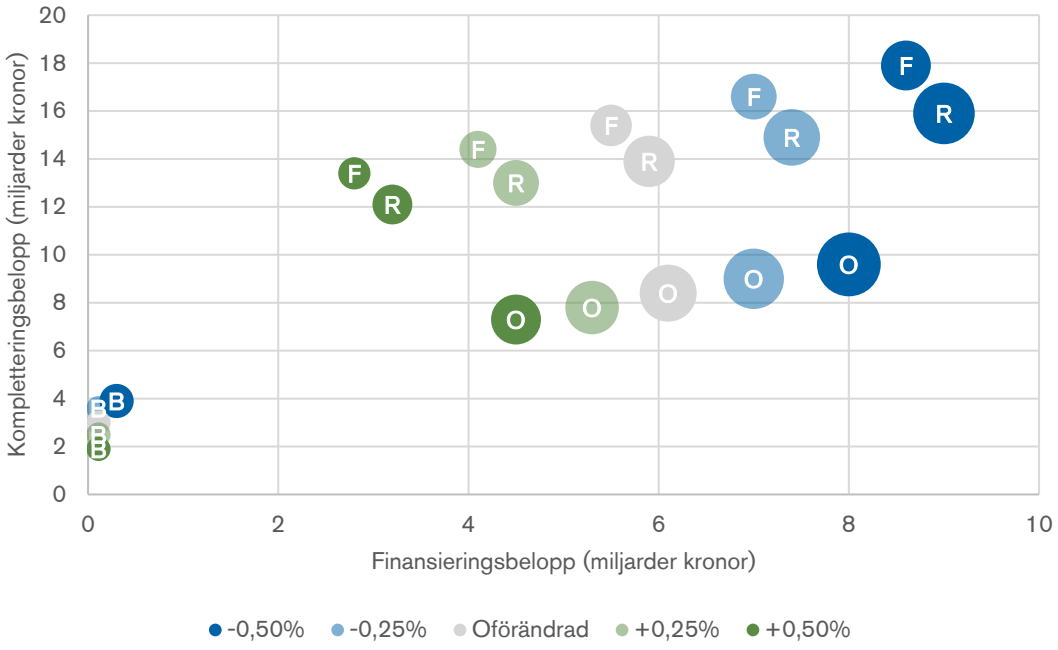
I detta avsnitt redovisas en känslighetsanalys, dvs. hur förändringar av vissa parametrar påverkar storleken på föreslagna kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp, givet att övriga parametrar förblir oförändrade. En känslighetsanalys ökar förståelsen för hur exempelvis lägre än förväntad aktieavkastning påverkar nivåerna på kompletteringsbeloppen. Eftersom kompletteringsbeloppets storlek är beroende av finansieringsbeloppets storlek så illustreras båda beloppen tillsammans i känslighetsanalysen. Som framgår av riskdekomponeringen i föregående avsnitt så har volatiliteten i kostnaderna stor betydelse för nivån på kompletteringsbeloppen. Dessutom finns det en generell osäkerhet om den framtida avkastningen på marknadsinstrument. Av dessa anledningar redovisas i följande avsnitt de föreslagna beloppens känslighet vid förändringar av dessa två parametrar.

Dessutom visas ett scenario där den långsiktiga terminsräntan i diskonteringsräntekurvan är lägre än vad som används i detta avgiftsförslag samt ett scenario som innebär att kärnavfallsfondens förväntade avkastning följer Ortecs bedömning.

6.4.1 Förändring av total avkastning

Till att börja med visas hur de föreslagna kärnavfallsavgifterna, finansieringsbeloppen och kompletteringsbeloppen förändras när den totala förväntade avkastningen i portföljen justeras jämfört med avkastningen som används i beräkningarna av Riksgäldens föreslagna nivåer. De justeringsgrader som används är -0,50 procentenheter, -0,25 procentenheter, +0,25 procentenheter och +0,50 procentenheter. Vid beräkning av kompletteringsbeloppet i GLASS adderas respektive justering till den totala förväntade portföljavkastningen. Vid beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp (som görs utanför GLASS i Excel) adderas respektive justering från 2022 och alla år framåt på den nominella diskonteringsräntekurvan som används för att nuvärdesberäkna reaktorinnehavarens balansräkning, vilket indirekt motsvarar en justering av kärnavfallsfondens totala förväntade avkastning. Den sammanlaga effekten illustreras i diagram 16 nedan.

Diagram 16. Kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp vid förändring av total avkastning



Not 1: F = Forsmark, R = Ringhals, O = Oskarshamn, B = Barsebäck.
Not 2: Storleken på bubblan representerar nivån i beräknad kärnavfallsavgift.
Källa: Riksgäldens egna beräkningar och Ortec GLASS.

I diagrammet ovan motsvarar varje bubbla en reaktorinnehavares finansieringsbelopp (x-axeln) och kompletteringsbeloppet (y-axeln) vid en ökning (grön färg) och minskning (blå färg) av portföljens totala avkastning. Den gråa färgen representerar oförändrad avkastning, dvs. den avkastning som används i beräkningarna i detta avgiftsförslag. Bubblans area illustrerar nivån på beräknade kärnavfallsavgifter relativt föreslagna nivåer.

Den sammanlagda ökningen av kompletteringsbeloppet för samtliga reaktorinnehavare är 6,6 miljarder kronor då avkastningen minskar med 0,50 procentenheter. Den sammanlagda minskningen av kompletteringsbeloppet för samtliga reaktorinnehavare är 6,0 miljarder kronor då avkastningen ökar med 0,50 procentenheter. Motsvarande förändringar av finansieringsbeloppet är en ökning med 8,4 miljarder kronor respektive en minskning med 7,0 miljarder kronor. De genomsnittliga kärnavfallsavgifterna för de reaktorinnehavare med reaktorer i drift ökar med 1,6 öre/kWh då avkastningen sjunker med 0,50 procentenheter och minskar med 1,4 öre/kWh då avkastningen ökar med 0,50 procentenheter.

Generellt gäller ett omvänt förhållande mellan den förväntade avkastningen i portföljen och kompletteringsbeloppen, allt annat lika. Högre (lägre) avkastning gör att färre (fler) scenarier av fondsaldot i simuleringen går under noll. I praktiken behöver därför ett lägre (högre) belopp tillföras fonden vid början av nästa avgiftsperiod för att säkerställa att nittio procent av scenarierna av fondsaldot är högre än noll vid slutåret. Dessutom innebär högre (lägre) avkastning att 20-års-reglen tillåter att en högre (lägre) andel av reaktorinnehavarnas medel placeras i den långsiktiga portföljen,

och därmed ger fler (färre) scenarier av fondvärdet som är över noll på slutåret. Samma samband mellan avkastning och nivå gäller även för finansieringsbelopp och kärnavfallsavgifter. Detta beror på att en högre (lägre) diskonteringsfaktor gör att nuvärdet av de förväntade återstående kostnaderna är lägre (högre), vilket innebär att det återstående finansieringsbehovet också är lägre (högre).

Barsebäck är mer känsligt för förändringar i avkastning när det gäller kompletteringsbeloppet än övriga reaktorinnehavare. Exempelvis ger 0,50 procent lägre avkastning 30 procent högre kompletteringsbelopp, jämfört med ca 14 procent högre för övriga reaktorinnehavare för motsvarande förändring i avkastning. Förklaringen ligger i att Barsebäck vid värderingstidpunkten har förväntat överskott, dvs. dess tillgångar i kärnavfallsfonden överstiger nuvärdet av dess skulder i kärnavfallsprogrammet. Övriga reaktorinnehavare har ett återstående förväntat finansieringsbehov. Detta gör Barsebäck mer känsligt för förändringar i avkastningsantaganden. Att Barsebäck har ett förväntat överskott innebär också att Barsebäck inte betalar kärnavfallsavgift och finansieringsbelopp för alla avkastningsantaganden förutom -0,50 procent[35].

Oskarshamn uppvisar minst känslighet för förändringar i avkastning både vad gäller finansieringsbelopp och avgifter. Exempelvis ger 0,50 procent lägre avkastning 25 procent högre kärnavfallsavgift, jämfört med 44 procent högre för både Forsmark och Ringhals för motsvarande förändring i avkastning. Detta beror framför allt på att Oskarshamn vid värderingstidpunkten har lägre viktad duration i förväntade kostnader än både Forsmark och Ringhals. Detta gör den nuvärdesberäknade skulden för Oskarshamn, och i förlängningen behovet av finansiering, minst känsligt för förändringar i diskonteringsräntan.

6.4.2 Förändring av volatilitet i volymrisken

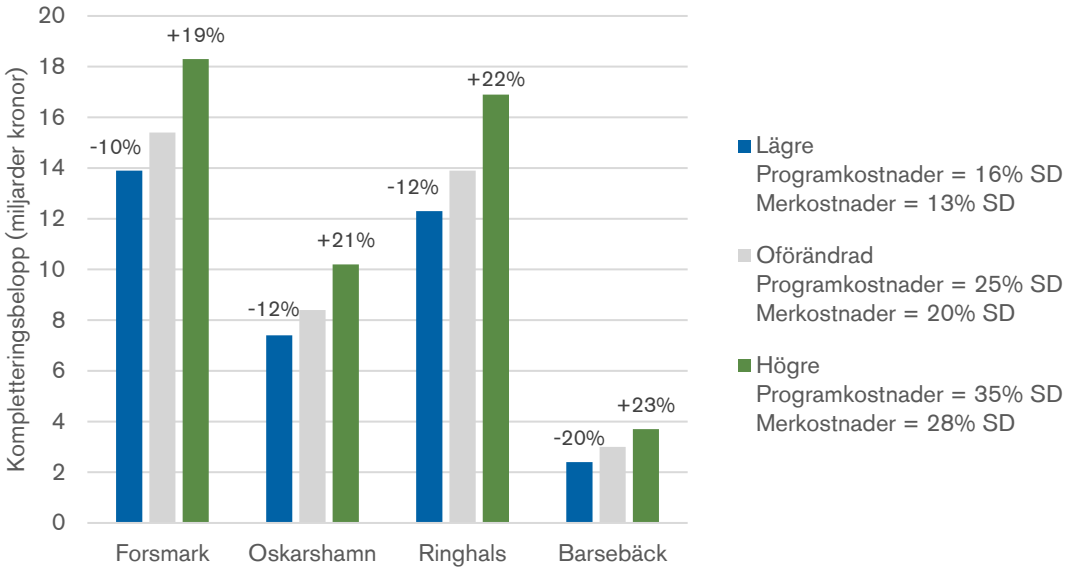
Nästa steg i känslighetsanalysen är att visa hur de föreslagna kompletteringsbeloppen förändras när volymrisken minskar eller ökar jämfört med volatiliteten som används i beräkningarna i detta förslag.

I scenariot där volatiliteten minskar kalibreras den årliga volatiliteten i volymrisken till att motsvara en total standardavvikelse relativt medelvärdet om 16 procent, vilket är samma standardavvikelse som i fördelningen av de förväntade kostnaderna beräknade av SKB. I scenariot där volatiliteten ökar kalibreras volatiliteten till att motsvara en total standardavvikelse relativt medelvärdet om 35 procent. Volatiliteten i merkostnaderna skalas proportionerligt mot förändringen i volatilitet för programkostnaderna så att det lägre scenariot ger 12,8 procent standardavvikelse och det högre scenariot ger 28 procent standardavvikelse[36]. Samma volatilitet används för samtliga reaktorinnehavare.

Medelvärdet i kostnadsfördelningen, som används som underlag för beräkning av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp och som beräknas av SKB i osäkerhetsmodellen, antas oförändrad vid en förändring av volatiliteten i kostnaderna som underlag för beräkning av kompletteringsbeloppen. Därmed påverkas inte kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp av förändrad volatilitet i kostnaderna. Diagram 17 nedan illustrerar resultaten.

[35] I praktiken bör därför bubblans area vara noll i diagramet. Av illustrativa skäl har dock bubblornas storlek för Barsebäck approximerts godtyckligt.
[36] I sammanhanget bör noteras att merkostnaderna endast utgör ca fyra procent av de totala kostnaderna.

Diagram 17. Kompletteringsbelopp vid förändring av volatilitet i volymrisken (relativ standardavvikelse (SD), miljarder kronor



Källa: Riksgäldens beräkningar och Ortec GLASS.

Vid en minskning av standardavvikelsen från 25 procent till 16 procent så minskar det totala kompletteringsbeloppet från 40,7 till 36,0 miljarder kronor. Vid en ökning av standardavvikelsen från 25 procent till 35 procent så ökar det totala kompletteringsbeloppet från 40,7 till 49,1 miljarder kronor. Generellt gäller att en ökning av volatiliteten i volymrisken ger en ökning av kompletteringsbeloppet. Detta beror på att andelen scenarion med negativa fondvärden ökar med högre osäkerhet i kostnaderna, vilket betyder att ett större belopp behöver sättas av i början av avgiftsperioden för att säkerställa 90 procent positiva fondsaldon vid slutåret. Omvänt förhållande gäller då volatiliteten i kostnaderna minskar.

Den totala relativa förändringen av kompletteringsbeloppet är dock högre när volatiliteten ökar än då volatiliteten minskar. Detta beror på att volatiliteten modelleras så att den ökar exponentiellt med tiden, vilket ger högre kumulativ kostnadspåverkan. Nivån på kompletteringsbeloppet för Barsebäck är något mer känsligt för förändringar i volatilitet än övriga reaktorinnehavare. Anledningen är att durationen i Barsebäcks kassaflöden är kortare än för övriga reaktorinnehavare, vilket betyder att en större andel av dess kostnader kommer tidigare. Relativt övriga reaktorinnehavare gör detta Barsebäck framtida fondsaldo mer känslig för förändringar i kostnaderna, och därmed mer känsligt för förändring av volatilitet.

6.4.3 Lägre långsiktig terminsränta i diskonteringsräntekurvan

Kärnavfallsfondens förväntade avkastning är kalibrerad med hjälp av implicita räntor som ges av den nominella diskonteringsräntekurvan som används (se avsnitt 5.2.3). Därför har diskonteringsräntekurvans nivå stor betydelse för de beräknade avgifterna och säkerhetsbeloppen.

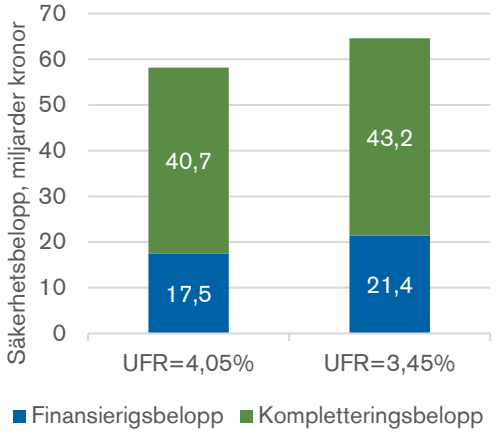
Den nominella diskonteringsräntekurvan för löptider över 20 år består av en långsiktig terminsränta (UFR). För löptider från 11 till och med 20 år används en sammanvägning av marknadsräntor och

UFR med successivt högre vikt för UFR. UFR beräknas av EIOPA som förväntad inflation plus genomsnittet av årliga historiska korta realräntor.

Riksgälden tillämpar en successiv infasning av UFR som följer Finansinspektionens föreskrifter. Enligt Finansinspektionens föreskrifter (26 § FFFS 2019:21) får svenska tjänstepensionsbolag under en övergångsperiod fram till 2026 använda en metod där 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 metoden blir UFR för 2022 4,05 procent, vilket också är den UFR som används i Riksgäldens förslag.

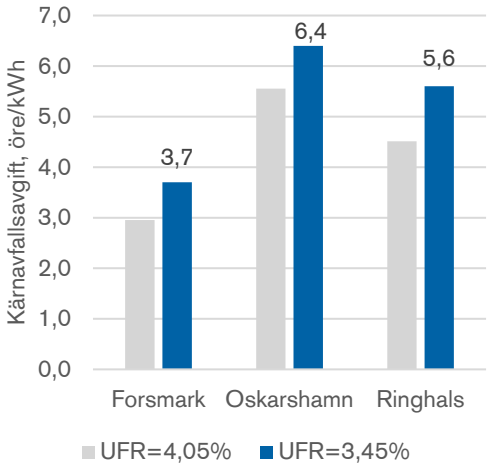
Hade infasningen inte tillämpats hade UFR enligt EIOPA för 2022 varit 3,45 procent [7]. Denna nivå kan ses som en långsiktig förväntad nivå på UFR, som kommer tillämpas i Riksgäldens framtida beräkningar[37]. Därför illustreras nivåer på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp med en UFR om 3,45 procent, jämfört med 4,05 procent som används av Riksgäldens i detta avgiftsförslag, se diagram 18 och diagram 19 nedan.

Diagram 18. Totalt finansieringsbelopp och totalt kompletteringsbelopp med lägre UFR (miljarder kronor)



Källa: Riksgäldens beräkningar och Ortec GLASS.

Diagram 19. Kärnavfallsavgifter för reaktorinnehavare med reaktorer i drift med lägre UFR (öre/kWh)



Riksgäldens beräkningar och Ortec GLASS.

Om UFR minskas med 0,60 procentenheter ger detta en samlad ökning av kompletteringsbeloppet med 2,5 miljarder kronor, från 40,7 miljarder kronor till 43,2 miljarder kronor. Generellt gäller att en minskning av UFR-nivån ger en ökning av kompletteringsbeloppen. Lägre UFR ger genom kalibreringen lägre förväntad avkastning för kärnavfallsfondens ränteinstrument i GLASS och därmed fler scenarier av fondsaldot i simuleringarna som går under noll. Av den anledningen behöver ett

[37] Mycket tyder på att UFR kommer vara ännu lägre i takt med att EIOPA i sina beräkningar väger in utfall för korta realräntor kommande år.

högre belopp sättas av som säkerställer att endast tio procent av scenarierna är under noll på slutåret.

Motsvarande minskning av UFR ger för finansieringsbeloppet en ökning med 3,9 miljarder kronor, från 17,5 miljarder kronor till 21,4 miljarder kronor. Nivån på kompletteringsbeloppet är direkt beroende av nivån i finansieringsbeloppet. Därmed dämpas ökningen i kompletteringsbeloppet något av att även finansieringsbeloppet ökar.

Kärnavfallsavgifterna för reaktorinnehavare med reaktorer i drift skulle i genomsnitt öka med ca 0,9 öre/kWh, givet att UFR sänks med 0,60 procentenheter. Ökningen av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp beror på att lägre räntenivåer i diskonteringsräntekurvan ger ett högre nuvärde av de återstående kostnaderna, och därmed ett större underskott. Barsebäck kan alltjämt finansiera ökningen av kostnader med nuvarande medel i kärnavfallsfonden och dess avkastning.

6.4.4 Förväntad avkastning enligt Ortecs bedömning

I Riksgäldens beräkning av kompletteringsbelopp kalibreras de förväntade avkastningarna för kärnavfallsfondens instrument så att de motsvarar de avkastningar som implicit ges av den reglerade diskonteringsräntekurvan. Om kalibreringen inte gjordes skulle kompletteringsbeloppet istället beräknas med Ortecs bedömningar och som ges av GLASS scenario-generator. De relativt stora skillnaderna mellan avkastningarna enligt Ortecs basantaganden och de som erhålls av diskonteringskurvan som används i finansieringssystemet för kärnavfall förklaras huvudsakligen av skillnader i den antagna långsiktiga realräntan. Med den metod som Riksgälden applicerar beräknas den långsiktiga räntenivån som ett medelvärde av historiska realräntor över en lång tidshorisont, vilket implicit innebär ett antagande om medelvärdesåtervändande räntor på mycket lång sikt[38]. Ortecs långsiktiga antagande, däremot, innebär att realräntan även på lång sikt kommer att ligga betydligt lägre än historiska nivåer. Antagandet om en lägre realränta på lång sikt får genomslag för den totala avkastningen i modellen, trots att Ortecs riskpremier för aktier och säkerställda obligationer ligger nära de som ligger till grund för den reglerade riskpremien i finansieringssystemet, då realräntan utgör en byggsten i långsiktiga avkastningar för alla tillgångsslag. Exempelvis är den genomsnittliga aktieavkastningen för globala aktier över sextio år 5,0 procent i portföljen med Ortecs antaganden. Avkastningen som följer av den kalibrerade avkastningen för samma tillgångsslag är istället 6,2 procent.

Eftersom samma förväntade avkastning ska användas för beräkning av kärnavfallsavgifter som för beräkning av kompletteringsbeloppen, så behöver UFR och riskpremie i uppbyggnaden av diskonteringsräntekurvan anpassas enligt Ortecs antaganden. UFR beräknas enligt samma principer som används av EIOPA men istället används Ortecs korta realräntor, vilket då ger en UFR på 1,50 procent. Premie för riskfyllda tillgångsslag beräknas med samma bakomliggande antaganden som används i finansieringsförordningen med undantag för aktieriskpremien som är 0,25 procentenheter högre enligt Ortec. Detta ger en total premie för riskfyllda tillgångsslag om 0,80 procent. Tabell 16 nedan sammanfattar dessa antaganden.

[38] Beräkningarna uppdateras årligen med ny utfallsdata för föregående års utfallsdata, vilket om nuvarande räntenivåer består kommer att innebära att den långsiktiga räntan (UFR) sjunker.

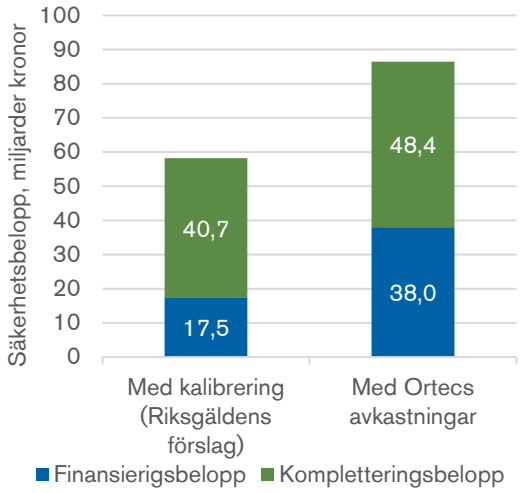
Tabell 16. Antaganden för uppbyggnad av nominell diskonteringsräntekurva

Antagande	UFR	Riskpremie
Med kalibrering (Riksgäldens förslag)	4,05%	0,75%
Med Ortecs avkastningar	1,50%	0,80%

Källa: Riksgäldens beräkningar och Ortec

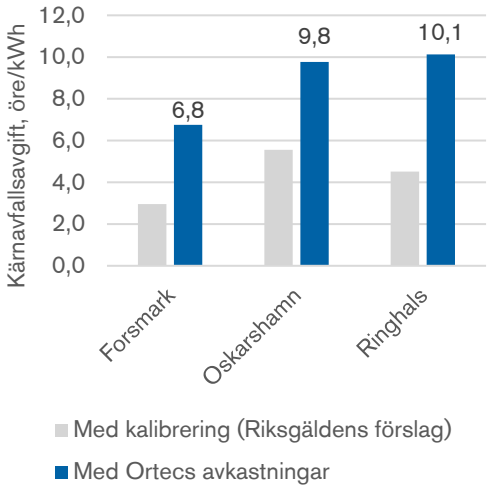
I diagram 20 och diagram 21 nedan jämförs nivåer på kärnavfallsavgifter, finansieringsbelopp och kompletteringsbelopp beräknade med Ortecs förväntade avkastning, och nivåer beräknade med förväntad avkastning som följder av att kalibrera mot diskonteringsräntekurvan.

Diagram 20. Totalt finansieringsbelopp och totalt kompletteringsbelopp med avkastningar enligt Ortec (miljarder kronor)



Källa: Riksgäldens beräkningar och Ortec GLASS.

Diagram 21. Kärnavfallsavgifter för reaktorinnehavare med reaktorer i drift med avkastningar enligt Ortec (öre/kWh)



Källa: Riksgäldens beräkningar och Ortec GLASS.

Att använda Ortecs avkastningsantaganden ger en samlad ökning av kompletteringsbeloppet med 7,7 miljarder kronor, från 40,7 miljarder kronor till 48,4 miljarder kronor. Generellt gäller samma samband som i föregående avsnitt, dvs. att lägre avkastningar gör att fler scenarier av fondsaldot i simuleringarna går under noll. Av den anledningen krävs högre kompletteringsbelopp för att säkerställa att endast tio procent av scenarierna är under noll på slutåret.

Motsvarande anpassning av avkastningarna ger för finansieringsbeloppet en ökning med 20,5 miljarder kronor, från 17,5 miljarder kronor till 38,0 miljarder kronor. Kärnavfallsavgifterna för reaktorinnehavare med reaktorer i drift skulle ungefär fördubblas till i genomsnitt 8,9 öre/kWh. Ökningen av kärnavfallsavgifter och finansieringsbelopp beror på att lägre räntenivåer i diskonteringsräntekurvan ger ett högre nuvärde av de återstående kostnaderna, och därmed ett större underskott. Förändringen skulle även innebära att Barsebäck skulle behöva ställa av säkerhet för finansieringsbelopp och betala kärnavfallsavgift.

Ordlista

Asset Liability Management (ALM): Den modell och analysmetod Riksgälden använder för att beräkna kompletteringsbeloppen. 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.

Dekomponering av risk: En metod som delar upp (dekomponerar) olika individuella riskers bidrag till ett valt riskmått. Riskmåttet Value at Risk (VaR) vid den 10:de percentilen används för att förklara hur olika risker bidrar till kompletteringsbeloppet.

Diskonteringsräntekurvan i finansieringssystemet: Den diskonteringsränta som, enligt 7 § finansieringslagen, ska motsvara den förväntade avkastningen i kärnavfallsfonden. I finansieringsförordningen preciseras det att diskontering ska ske med en riskfri diskonteringsräntekurva med tillägg av 0,75 procentenheter.

Dynamic Scenario Generator (DSG): Kärnan i GLASS som har till uppgift att skapa scenarier för vad som kan tänkas hända i framtiden med ekonomiska och finansiella variabler, exempelvis obligationspriser, valutor, eller inflation.

Externa ekonomiska faktorer (EEF): SKB:s benämning av de insatsfaktorer som används för att beakta den reala löne- och prisutvecklingen i det svenska kärnavfallsprogrammet.

Finansieringsbelopp: Ett belopp som motsvarar skillnaden mellan en reaktorinnehavares återstående kostnader för restprodukter som redan uppkommit vid beräkningstillfället 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 av en reaktorinnehavares ställning i finansieringssystemet. Balansräkningen utgörs av å ena sidan tillgångar (andel i kärnavfallsfonden samt nuvärdet av framtida avgiftsbetalningar) och å andra sidan skulder (nuvärdet av framtida förväntade kostnader).

Fondtillgång: Fondtillgången består av de marknadsvärderade tillgångarna i reaktorinnehavarens andel av kärnavfallsfonden vid avgiftsperiodens början. Kärnavfallsfondens kapital förvaltas i två portföljer, basportföljen och den långsiktiga portföljen.

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.

Global Asset & Liability Simulation System (GLASS): IT-systemet som Riksgälden för att utföra ALM-analys som tillhandahålls av konsultbolaget Ortec Finance (Ortec).

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

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.

Kärnavfallsfondens placeringspolicy: Den policy som anger regler för hur Kärnavfallsfondens kapital får placeras, hur olika risker ska mätas och begränsas samt hur placeringsverksamheten ska rapporteras och följas upp. Policyn fastställs årligen av fondens styrelse inom ramen för de bestämmelser som anges i förvaltningsförordningen.

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 tunnlarna. Anläggningen dimensioneras för en total mängd använt kärnbränsle motsvarande cirka 6 000 kapslar.

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

Lognormalfördelning: En sannolikhetsfördelning. Den beskriver fördelningen för en stokastisk variabel vars logaritm är normalfördelad. Fördelningen används vid modellering av volymrisk.

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).

Ortec Finance (Ortec): Konsultbolaget som tillhandahåller ALM-systemet GLASS och tillhörande konsulttjänster för ALM-analys.

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.

Prisrisk: Osäkerheten i den framtida prisutvecklingen för insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet. Prisrisk kan vidare delas in i två kategorier, nämligen allmän inflation (mätt som KPI) samt prisutveckling utöver inflation (EEF).

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.

Rebalansering: Den årliga återgången till riktmärkesvikterna för samtliga tillgångslag vid simulering av kärnavfallsfondens placeringar i ALM-modellen.

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.

Riktmärkesvikt: Den sammansättning av tillgångsslag som enligt de strategiska vikterna i Kärnavfallsfondens placeringspolicy avgör hur stora andelar varje reaktorinnehavares ska ha av bland annat basportföljen respektive den långsiktiga portföljen.

Ringhals AB (RAB): Reaktorinnehavare med två kärnkraftreaktorer i drift (R3 och R4) och två permanent avstängda kärnkraftreaktor (R1 och 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 (påslag för att gå från Kakyl 50 till medelvärde) 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.

Value at Risk (VaR): Ett vanligt förekommande riskmått som anger storleken på hur mycket som riskeras vid en investering med en viss sannolikhet och över en viss tidsperiod. Används för att dekomponera riskerna och hur de bidrar till kompletteringsbeloppet.

Vattenfalldiagram: Ett diagram som visar en löpande summa allteftersom värden läggs till eller dras av. Används för att förklara hur storleken på kompletteringsbeloppet påverkas av de nya regleringarna i finansieringslagen.

Volymrisk: Osäkerheter i omfattningen av insatsfaktorer i kärnavfallsprogrammet (dvs. osäkerheter i kostnader mätt i fasta priser).

Värderingstidpunkt: Utgångspunkten är att en reaktorinnehavares tillgångar och skulder ska vara i balans vid början av nästa avgiftsperiod.

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

20-års-regeln: En bestämmelse i förvaltningsförordningen som säger att ett belopp som motsvarar summan av det diskonterade värdet av de förväntade nettoutbetalningarna av fondmedel under det

innevarande kalenderåret och de närmast följande nitton kalenderåren, dock minst 60 procent, ska vara placerade i basportföljen.

Referenser

[1] Riksgäldskontoret, ”Kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp - Förslag på avgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavare 2021,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[2] Riksgäldskontoret, ”Sammanställning av synpunkter på remitterad beräkningsmodell och kommentarer till dessa,” Riksgäldskontoret, Dnr: RG 2021/223, 2021-06-24.

[3] SKB, ”Fud-program 2019,” Svensk Kärnbränslehantering AB, ISSN 1104-8395, 2019.

[4] *Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2018–2020,* SSM2016-5513-66.

[5] Riksgäldskontoret, ”Modell för beräkning av kompletteringsbeloppet,” Dnr: RG 2021/223, 2021.

[6] Ortec Finance, Scenario Department, ”Swedish risk drivers,” June, 2020.

[7] The European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA), ”The calculation of the Ultimate Forward Rate for 2022,” 21 4 2021. [Online]. Available: https://www.eiopa.europa.eu/content/calculation-of-ultimate-forward-rate-2022_en.

[8] Riksgäldskontoret, ”Bilaga 1: Granskning av SKB:s prognoser för externa ekonomiska faktorer i Plan 2019,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[9] Riksgäldskontoret, ”Bilaga 4. Beräkning av merkostnader,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[10] Riksgäldskontoret, ”Bilaga 2 - Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[11] Ortec Finance Scenario Department, ”Ortec Finance Scenario approach,” October, 2019.

[12] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Förändringar i lagen (2006:647) om finansiella åtgärder för hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet och förordningen (2008:715) om finansiella åtgärder för hanteringen av restprodukter från kärnteknisk verksamhet,” SSM2011-4690-44, 2013.

[13] SKB, ”Plan 2016, Underlag för kostnadsberäkningar,” 2016.

Bilaga 1: ALM Study Report

Se separat fil

Bilaga 2: Underlag för beräkningen av skuldsidan

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.

ORTEC FINANCE

ALM STUDY REPORT
March 2021

Summary

This ALM study calculates and analyzes the Risk Margin (RM) for each Permit Holder given the (latest available) March 2021 economy and data available as of end of March 2021.

The table below shows per Permit Holder the calculated RM levels given underlying assumptions presented in this report. The table also displays levels for Credit Risk Amount (CRA) and the nuclear waste fee for 2021.

Compared to the legacy method of calculating the RM (SKB Legacy Model), the RM calculation in GLASS is based on a broader definition which contains additional risk drivers, such as stochastic asset returns and inflation risk. Moreover, risk factors are modelled over time as stochastic processes using a different approach than the SKB Legacy Model. The impact of these differences on the RM calculation is analyzed and presented using a step-wise approach where the modelling assumptions are gradually changed to go from the SKB Legacy Model to the new ALM approach. From this analysis, we see for the different modeling steps the same relative change of RM value across the Permit Holders, except for Barsebäck. This is because, compared to the other Permit Holders, Barsebäck has a different Cash Flow profile and also a relatively high asset value in relation to the discounted Cash Flows.

Furthermore, a Risk Decomposition is presented which shows the most important drivers of the Risk Margin. From the Risk Decomposition we can conclude that "Volume Risk" is the most important risk driver, after controlling for diversification effects between risk drivers in the model.

The sensitivity of the RM value to different input assumptions is also tested. The RM is mostly affected by changing the underlying economy from Nuclear Waste (NW) economy to Ortec Baseline economy (because of lower return assumptions). Besides that, the RM is also sensitive to changes in Volume Risk volatility and assumptions on the long term interest rate level (UFR) value. The sensitivity to FX hedge changes is low. Finally, the precision of the model is tested by changing the Seed value in the model, which shows that the calculated RM lies within 1 % of the mean value in repeated simulations.

Permit Holder	RM (Bln SEK)	CRA (Bln SEK)*	RM + CRA (Bln SEK)	Fee 2021 (öre/kWh)*
Forsmark	15.4	5.5	20.8	3.0
OKG	8.4	6.1	14.5	5.6
Ringhals	13.9	5.9	19.8	4.7
Barsebäck	3.0	0.0	3.0	0.0
Total	40.6	17.5	58.1	

*Calculated outside of GLASS

Contents

1. ALM Process 5
2. Definition of the Objective 5
3. External data collection and calculation of input values 6
   3.1. Assets 6
   3.2. Liabilities 6
   3.3. Calculation of Fees and CRA 6
   3.4. Electricity Production 7
   3.5. Discount Curve 7
4. ALM Economy 7
   4.1. Ortec Finance Scenario set (OFS) – March 2021 7
   4.2. Nuclear Waste (NW) Economy – Calibration 8
5. Modeling of client-specific assets and liabilities 9
   5.1. Liability Assumptions 9
      5.1.1. Inputs to the model 9
      5.1.2. Volume Risk 9
      5.1.3. Price Risk – EEF 10
      5.1.4. Price Risk - General Inflation Risk 11
      5.1.5. Summary Liabilities 11
   5.2. Asset Assumptions 12
      5.2.1. Initial Market Values 12
      5.2.2. Fee Payments first simulation period 12
      5.2.3. Investment Strategy – Strategic and Dynamic 13
      5.2.4. Currency Hedging Weights 15
      5.2.5. Maturity Distribution Fixed Income 15
      5.2.6. Risk and Return Statistics (NW economy) 15
6. Discount Curve 16
7. Calculated Risk Margin for each Permit Holder 17
   7.1. Current Risk Margin vs. Preliminary Calculations 17
   7.2. Forsmark 18
      7.2.1. Risk Margin at different confidence levels 18
      7.2.2. Asset development 19
   7.3. OKG 20
      7.3.1. Risk Margin at different confidence levels 20
      7.3.2. Asset development 21
   7.4. Ringhals 23
      7.4.1. Risk Margin at different confidence levels 23
      7.4.2. Asset development 23
   7.5. Barsebäck 25
      7.5.1. Risk Margin at different confidence levels 25
      7.5.2. Asset development 26

8. Analysis of how the Risk Margin gradually changes from the SKB Legacy Model to the new ALM approach 28
8.1. Waterfall 28
8.2. Detailed Numerical Stepwise Overview 31
9. Risk Decomposition 34
9.1. Risk Decomposition 34
9.1.1. Forsmark 36
9.1.2. OKG 37
9.1.3. Ringhals 38
9.1.4. Barsebäck 40
10. Sensitivity Analyses 42
10.1. Sensitivity RM in Volume Risk Volatility 43
10.2. Sensitivity RM in Return Assumptions 44
10.3. Sensitivity RM in FX Hedge 46
10.4. Sensitivity RM in UFR 48
10.5. Sensitivity RM in Economy 50
10.6. Sensitivity RM in Seed Values 52
11. References 52
12. Appendix 53

1. ALM Process

The following steps have been performed as part of the ALM study:

1) Definition of the Objective
2) External data collection and calculation of input values
   a) Data for Assets
   b) Data for Liabilities (cash flow projection of expected future costs of the total project)
   c) Calculation of Fee and CRA
3) Modeling ALM Economy
   a) Ortec Finance Economy March 2021
   b) Nuclear Waste (NW) Economy
4) Modeling of client-specific assets and liabilities
   a) Liabilities assumptions
      i) Input to the model
      ii) Price risk (External Economic Factors (EEF) and general inflation risk)
      iii) Volume risk
   b) Asset assumptions
5) Discount Curve modelling
6) Calculation of the Risk Margin for each Permit Holder
7) Analysis of Risk Margin
8) Risk Decomposition
9) Sensitivity Analyses

2. Definition of the Objective

The main purpose of this ALM study is to analyze results of each Permit Holder's calculated Risk Margin (RM) for its share of the system for financing nuclear decommissioning and waste management (Financing System).

The RM is defined as an amount which, together with the Credit Risk Amount (CRA), assures with high probability (1-p) that when added to the assets in the fund are sufficient to cover the future costs of the Nuclear Waste Programme (Programme), while no future Fee Income is generated.

In model terms this definition translates to: the amount that needs to be added to the fund at the start of the next Fee period, in addition to the CRA, assumed that future Fee Income is zero, so that the fund goes bankrupt before the final date in exactly p % of the cases, where p = 10 %.

In addition to calculating the RM, the ALM study is complemented with analyzing RM results to explain and understand the observed results and with sensitivity tests to show how much the RM is affected when varying different input assumptions.

Ortec Finance GLASS is used to calculate the RM and as the ALM analysis tool. Detailed definitions and descriptions of the model can be found in the Ortec Finance model report document "*GLASS_ALM_Software_Tool_Documentation_March_2021.pdf*".

3. External data collection and calculation of input values

Before GLASS can be used to calculate the RM, input data needs to be collected for each Permit Holder. In some cases calculations need to be carried out outside of GLASS to produce input data (e.g. Fees and CRA). The input data and the addition of RM/CRA/Fee to the Fund is originally based on annual closure month "December". However, the RM is recalculated each quarter with the latest (market) input data available and economic outlook. The simulation in GLASS is based on annual steps. Using annual steps in combination with non-December input data and economic outlook, requires the RM to be calculated based on broken years (i.e. not December-to-December but for example March-to-March) with a small project delay.

For the March 2021 economy, main differences with the original input assumptions are that the RM and CRA is assumed to be received on March 2022 instead of December 2021 (original assumption) and that the Fee payments stops at March 2022 instead of December 2021 (original assumption). Also the original Cash Flows and Price Risk Mapping Weights have been shifted by 0.25 years forward (end date is now March 2081) and for the first full year (that is March 2021 – March 2022 in GLASS) the original year one cost has been lowered with the costs already paid out in Q1 and Q2 2021. Checks have been performed by varying some of these assumptions (e.g. shifting vs. not shifting cash flows) which shows that the RM is hardly sensitive to small changes in the timing of cash flows, which is to be expected given the long time horizon of the analysis relative to the small shift (60 years vs. a fraction of a year).

3.1. Assets

The following Assets input data is required:

1) Market Value
2) Strategic Asset Allocation (SAA) Weights
3) Maturity Distribution of Fixed Income Products
4) Currency Hedge Weights

3.2. Liabilities

The following Liabilities input data is required:

1) Cash Flows of Expected Future Costs
2) Price Risk Mapping Weights
3) Volume Risk Mapping Weights

3.3. Calculation of Fees and CRA

The Fee (for 2021) and CRA are used as input for the RM calculation and is a result from calculations made outside of Ortec Finance GLASS by Riksgälden. The Fee for each Permit Holder is calculated so that there is an expected balance between assets and liabilities at the start of the next fee period (which coincides with the point in time when the RM is assumed to be added to the Fund). The CRA for each Permit Holder is calculated as the

difference between the present value of future cash flows of costs (liabilities) and the market value of the Permit Holder's share in the nuclear waste fund[1].

3.4. Electricity Production

To simulate future Fee Income for Permit Holder with active reactors the following input data is required for each reactor:

1) Future Reference Unit Power
2) Historic Reference Unit Power
3) Historic electricity production
4) Reactor shut down date

3.5. Discount Curve

The following discount curve input data is required:

1) Nominal Discount Curve
   a) UFR Value
   b) Risk Premium
2) Expected Inflation Curve
   a) Inflation Target

4. ALM Economy

4.1. Ortec Finance Scenario set (OFS) – March 2021

The Ortec Finance Scenario set (OFS) long-term mean assumptions have a relevant horizon of 25 to 40 years. The following table shows the expected values for financial and economic variables as of March 2021.

OFS Mar21– Long Term Mean					
Variables (local currency)	US	UK	GER	JAP	SWE
GDP	1.75%	1.75%	1.00%	0.25%	1.75%
CPI	2.00%	2.00%	1.75%	1.25%	2.00%
Real short rate (3M)	0.00%	-0.25%	-0.50%	-0.50%	-0.50%
Real long rate (10Y)	0.75%	0.50%	0.25%	0.25%	0.25%
Nominal short rate (3M)	2.00%	2.00%	1.25%	0.75%	1.50%
Nominal long rate (10Y)	3.00%	3.00%	2.25%	1.75%	2.50%
Nominal swap rate (20Y)	3.30%	3.30%	2.55%	2.05%	2.80%
Equity risk premium	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
Total equity return	5.00%	5.00%	4.25%	3.75%	4.50%

[1] The liabilities used for the CRA calculation are lower than in the fee calculation, since by definition only nuclear waste generated up until the valuation date is considered in the CRA calculation.

The OFS long-term mean assumptions result in the risk and returns statistics for the Nuclear Waste (NW) portfolio shown below. The values are calculated as of end of March 2021, where investments weights and currency hedging weights are used according to the NW strategic investment strategy and foreign returns are converted to SEK (for more information about the NW portfolio construction see Asset Assumptions).

Mar21 – OFS	1 - 60y	
	Geometric mean	Volatility
Total Assets	3.5%	6.9%
Low Risk - BASE portfolio	2.1%	4.9%
Government bonds (SWE) (dur 5.5)	1.9%	5.1%
Inflation-linked gov bonds (SWE) (dur 5.8)	1.8%	4.6%
Covered mortgage bonds (SWE) (dur 5.4)	2.3%	5.8%
Risk - LONG TERM portfolio	5.1%	15.0%
Corporate bonds A (SWE) (dur 5.1)	3.1%	8.8%
Equities (SWE)	4.6%	30.3%
Certificates EQ Global	5.0%	17.9%
Certificates EQ USD	4.8%	18.9%
Certificates EQ EUR	4.6%	20.1%
Certificates EQ GBP	4.4%	15.9%
Certificates EQ JPY	4.1%	25.0%
Certificates Corp Global (dur 6.6)	3.4%	10.0%
Certificates Corp Credits A USD (dur 6.5)	3.5%	11.3%
Certificates Corp Credits A EUR (dur 6.8)	2.6%	11.0%
Certificates Corp Credits A GBP (dur 6.5)	3.0%	8.5%
Cash SWE	1.2%	2.1%

4.2. Nuclear Waste (NW) Economy – Calibration

The NW Economy is used to calculate the required RM, for reasons explained in the Ortec model report document "*GLASS_ALM_Software_Tool_Documentation_March_2021.pdf*".

In calibrating the NW economy a shift is applied to the annual average value of the simulated 6Y-Swedish Sovereign Interest Rate Yield coming from the OFS in such a way that it matches the 1Y-implied forward rate derived from the risk-free nominal discount curve at start. For each simulation year there is a separate yearly shift. The same yearly shift is applied to all maturities and all sovereign rates.

Swedish Sovereign Bonds are assumed to be risk-free. The reason that the 6-year yields is used in the calibration is because 6 years matches the average weighted maturity of the Swedish Sovereign Bonds Portfolio in the Fund. This value could change in the future if the Fund's allocation to different maturities change, and would then need to be recalibrated.

Once the yearly shifts are known, the 60-years average value of these shifts are used to increase the 60-year geometric Equity return coming from the OFS (60-years because that is the projection period of the ALM study). Finally, the Equity shift is reduced with 25bp because Ortec Finance assumes a risk premium spread on Equity of 300bp whereas the underlying

assumption for the equity risk premium used in the nuclear waste finance discount curve is 275bp.

For an overview about the risk and return statistics corresponding to the NW economy see Risk and Return Statistics (NW economy).

5. Modeling of client-specific assets and liabilities

5.1. Liability Assumptions

5.1.1. Inputs to the model

The Permit Holders supply Riksgälden with deterministic input of expected future costs (= Cash Flows). The Cash Flows are then exposed to different stochastic risk drivers based on time series processes which leads to a liability component that produces "Stochastic Cash Flows" over time.

For each Permit Holder the following cash flow categories are used (for detailed data about the (Stochastic) Cash Flows see Appendix):

1) Waste Management
2) Decommissioning
3) Government
4) Adjustments

The sum of these cash flow categories are the Permit Holder's total costs.

The stochastic risk drivers are:

- Volume Risk, which refers to under or overestimation of the input factors needed to complete the Programme
- Price Risk, which refers to fluctuations in the prices of the input factors needed to complete the Programme (External Economic Factors, EEF) and General Inflation risk

Each price risk factor is mapped to the Permit Holder's cash flows with a yearly relative weight adding up to 100 % for all price risk factors to generate the "total price risk factor". The price risk specific mapping weight can be different for each Permit Holder, each cash flow category and each year.

The mapping of volume risk factors to the Permit Holder's cash flows doesn't require the same detailed mapping since only two volume risk factors have been used in this ALM study.

5.1.2. Volume Risk

Volume Risk standard deviations is calculated by Riksgälden outside the model to target a total volatility for the full duration of the Programme[2]. The assumed annual volatility for NW program risk in this ALM study has been calibrated to attain a relative standard deviation (to

[2] See *Modell för beräkning av kompletteringsbelopp* for a description on how the standard deviations for Volume Risk is calculated.

the mean) of 25 % whereas the Government risk is calibrated to attain a relative standard deviation of 20 %[3], see table below.

Variable statistics – Mar21	1 - 60y	
	Geometric mean	Volatility
Volume Risk (return)		
NW program risk	-0.2%	6.5%
Government risk	-0.1%	4.8%

The geometric return for volume risk is slightly negative over 60-years horizon. This is because volume risk return series are calibrated to have an arithmetic zero mean over the 60-years horizon, in order to target a relative arithmetic mean for the full duration of the Programme.

5.1.3. Price Risk – EEF

The Price Risk EEF drivers have been modelled by Ortec Finance using the satellite regression model approach further explained in *"Scenario Department Memo - Swedish Risk Drivers - June 2020.pdf"*.

Variable statistics – Mar21	1 - 60y	
	Geometric mean	Volatility
Price Risk EEF (return)		
EEF1 (labor cost service)	0.0%	2.6%
EEF2 (labor cost construction)	0.0%	4.9%
EEF3 (machine price)	0.0%	3.0%
EEF4 (construction material)	0.0%	3.1%
EEF5 (copper)	0.0%	19.3%
EEF6 (bentonite)	0.0%	25.2%
EEF7 (efficiency adjusted energy)	0.0%	11.3%

The price risk returns have been calibrated to have a geometric zero mean over the 60-years horizon. Consequently, the arithmetic mean is slightly positive over the 60-years horizon.

[3] See *Kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp - Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2022-2023* for further motivation on the targeted standard deviation levels.

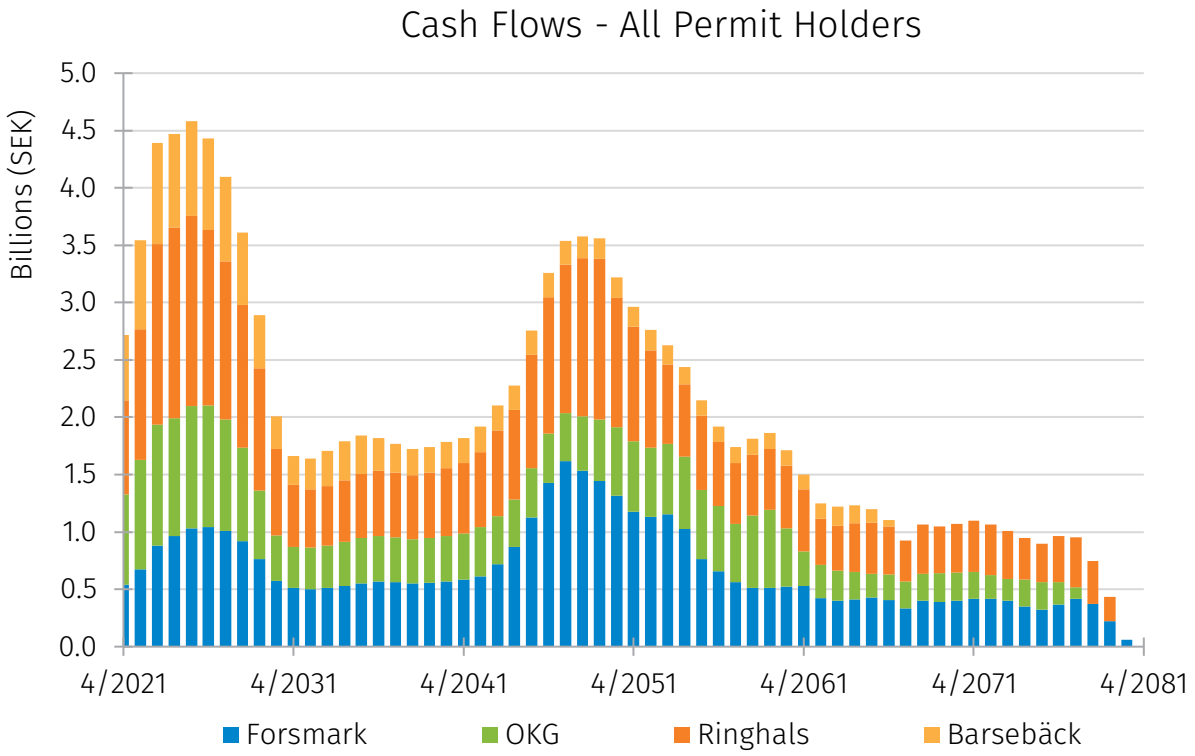
5.1.4. Price Risk - General Inflation Risk

General Inflation Risk is modelled for CPI Sweden and CPI US as a core variable in Ortec Finance GLASS. The assumptions used is shown in the table below.

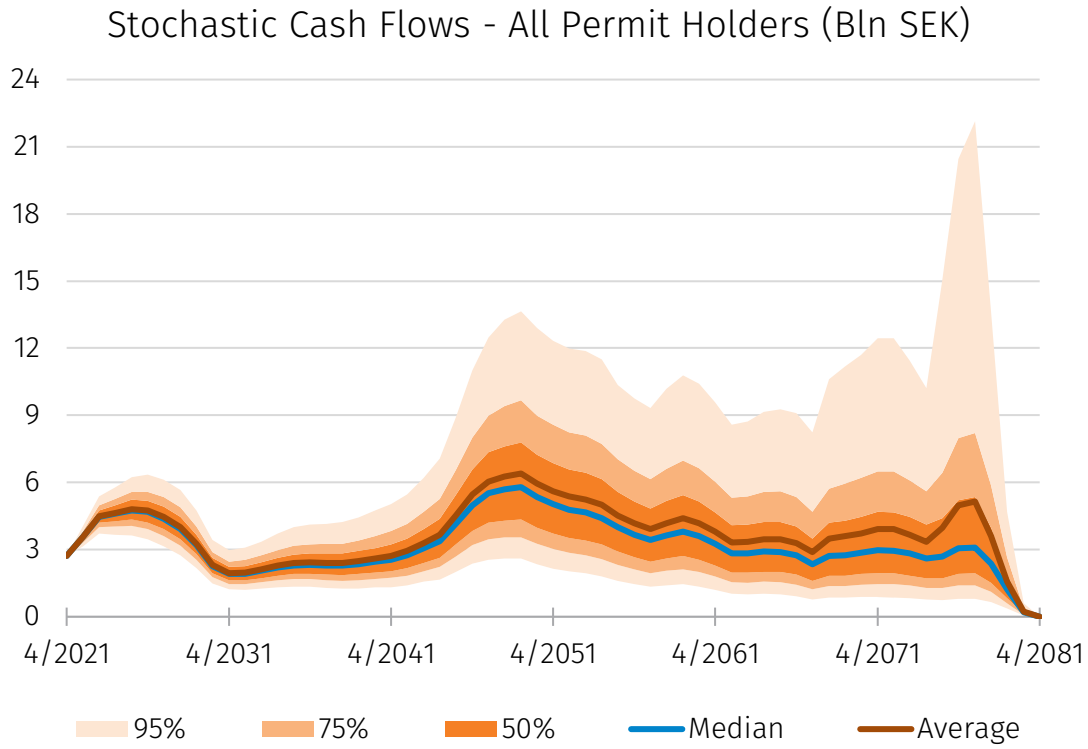
Variable statistics – Mar21	1 - 60y	
	Geometric mean	Volatility
General Inflation Risk (return)		
Price Inflation SWE	2.0%	1.9%
Price Inflation US	2.1%	1.9%

5.1.5. Summary Liabilities

The underlying graph shows the aggregate Cash Flows for all Permit Holders (see Appendix for an overview per Permit Holder).



When these Cash Flows are exposed (on a yearly basis) to different stochastic risk drivers (Volume, Price (= EEF + General Inflation)), we get the interval of yearly Stochastic Cash Flows shown in the graph below (see detailed overview per Permit Holder in Appendix).



5.2. Asset Assumptions

5.2.1. Initial Market Values

The initial Fund market values for the Permit Holders are shown in the table below.

March 2021	Asset Value (Bln SEK)
Forsmark	23.0
OKG	14.3
Ringhals	26.3
Barsebäck	13.2
Total	76.8

5.2.2. Fee Payments first simulation period

When calculating the RM, Fee payments are only added in the first simulation year (which for this calculation is from March 2021 to March 2022) and assumed to be zero onwards. The table below shows per Permit Holder the Fee in öre per kWh for the first simulation year (calculated outside of GLASS) and the simulated mean of the average Fee Payment (Bln SEK) received in the first simulation year.

Permit Holder	Fee 2021 (öre/kWh)*	Average Fee 2021 (Bln SEK)
Forsmark	3.0	0.71
OKG	5.6	0.55
Ringhals	4.7	0.72
Barsebäck	0.0	0.00

5.2.3. Investment Strategy – Strategic and Dynamic

The strategic asset allocation (SAA) of the Fund consists of the static investments weights shown in the table below.

SAA	Mar21
Total Assets	100.0%
Low Risk - BASE portfolio	62.0%
Government bonds (SWE)	12.4%
Inflation-linked gov bonds (SWE)	18.6%
Covered mortgage bonds (SWE)	31.0%
Risk - LONG TERM portfolio	38.0%
Corporate bonds A (SWE)	6.3%
Equities (SWE)	10.3%
Certificates EQ Global	15.2%
Certificates EQ USD	11.4%
Certificates EQ EUR	2.3%
Certificates EQ GBP	0.8%
Certificates EQ JPY	0.8%
Certificates Corp Global	6.3%
Certificates Corp Credits A USD	4.4%
Certificates Corp Credits A EUR	1.6%
Certificates Corp Credits A GBP	0.3%
Cash SWE	0.0%

The model rebalances yearly to these strategic asset allocation weights.

However, the strategic investment weights for the Base/Long portfolio (62/38) can change over time due to the Fund's specific 20-year investment rule:

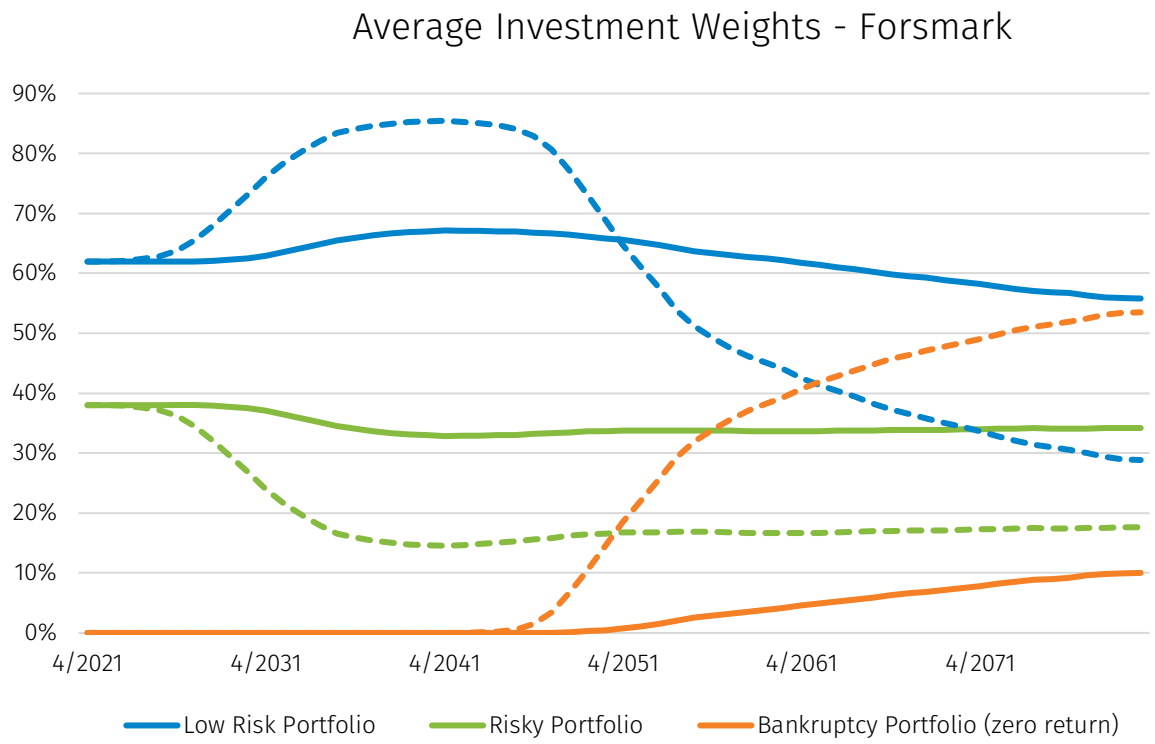
- For each Permit Holder a minimum amount at least equal to the sum of the discounted value of the expected liability net payments (= net of Fee income and payment costs of the Program) for the actual calendar year and the next 19 calendar years must be invested in the "Low risk Base-portfolio".

The implication of the Fund's specific 20-year investment rule is that the investment weight for the Base-portfolio has a minimum value of 62 %, but can become higher if required from the discounted value of the expected liability net payments in the coming 20 years.

Furthermore, we assume that if bankruptcy occurs (asset value < 0), 100 % of the negative asset value is invested in a bankruptcy portfolio (with zero return). Both Base/Long portfolio will then have an investment weight of 0 %.

So the combination of the Fund's specific 20-year investment rule and bankruptcy occurrences could lead on average to different asset allocation weights than described in the SAA table above. This is illustrated in the graph below which shows the average asset allocation weight over time for Forsmark (results are comparable for other Permit Holders), taking into account the Fund's specific 20-year investment rule and bankruptcy occurrences.

- Case 1 (dashed line): CRA added without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards
- Case 2 (flat line): CRA + RM added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards



We see from the graph above that the Fund's specific 20-year investment rule is not applicable at start (average Low Risk Portfolio weight is with 62 % equal to the SAA weight). Moving forward in time the discounted value of the expected liability net payments in the coming 20-years slowly increases, causing the average Low Risk Portfolio weight to start increasing and the Average Risky Portfolio weight to start decreasing over time. After a certain period, bankruptcies begin to occur and the average weight in the Bankruptcy Portfolio slowly starts to increase at the cost of the average Low Risk Portfolio weight. During these bankruptcy occurrences, the average Risky Portfolio weight is stable and does not decrease. That is because the years before the actual bankruptcy occurs, the Permit Holder's total asset value is most likely lower than required by the Fund's specific 20-year investment rule, which leads to a 100 % weight in the Low Risk Portfolio and 0 % weight in the Risky Portfolio in the period before the bankruptcy occurs. Therefore, when the bankruptcy occurs, in most cases the average Risky Portfolio weight is not affected anymore and stays stable.

Comparing Case 1 (only CRA added in 2022) to Case 2 (CRA + RM added in 2022), we see a higher Average Risky Portfolio weight and within Case 2 the shift in asset allocation weight from Risky Portfolio to Low Risk Portfolio is less extreme. Both observations are caused because in Case 2 besides the CRA, also the RM is added to the asset value of Fund in 2022, which leads to higher asset values and therefore the Fund's specific 20-year investment rule becomes less restrictive. Finally, notice that the probability of going bankrupt is lower in Case 2 and by RM definition equal to 10 % (versus 53% in Case 1).

5.2.4. Currency Hedging Weights

The table below shows the currency hedging weights that are used, which approximate the current currency hedge strategy used by the Nuclear Waste Fund.

Currency Hedge Weights			
USD	EUR	GBP	JPY
40%	0%	100%	100%

5.2.5. Maturity Distribution Fixed Income

The tables below shows the maturity distributions that are used for Fixed Income products.

Maturity Distribution: Gov Bonds, Inflation-linked Bonds and Covered Mortgage Bonds														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8%	10%	13%	13%	10%	8%	7%	6%	5%	4%	4%	3%	3%	3%	3%

Maturity Distribution: Corporate Bonds (SWE)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0%	2%	4%	15%	25%	25%	15%	6%	4%	4%	0%	0%	0%	0%	0%

Maturity Distribution: Corporate Bonds (Global)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%

5.2.6. Risk and Return Statistics (NW economy)

The calibrated NW economy (calibration explained in Nuclear Waste (NW) Economy – Calibration) results in the risk and returns statistics for the NW portfolio as of end of March 2021 shown in the table below, where investments weights and currency hedge weights are used according to the NW strategic investment strategy described in the sections above and foreign returns are converted to SEK.

Mar21 – NW Economy	1 - 60y	
	Geometric mean	Volatility
Total Assets	4.8%	7.0%
Low Risk - BASE portfolio	3.4%	4.9%
Government bonds (SWE) (dur 5.2)	3.1%	5.1%
Inflation-linked gov bonds (SWE) (dur 5.5)	3.1%	4.7%
Covered mortgage bonds (SWE) (dur 5.0)	3.6%	5.7%
Risk - LONG TERM portfolio	6.4%	15.2%
Corporate bonds A (SWE) (dur 4.8)	4.4%	8.7%
Equities (SWE)	5.9%	30.6%
Certificates EQ Global	6.2%	18.1%
Certificates EQ USD	6.1%	19.1%
Certificates EQ EUR	5.8%	20.3%
Certificates EQ GBP	5.6%	16.0%
Certificates EQ JPY	5.4%	25.2%
Certificates Corp Global (dur 6.1)	4.6%	9.9%
Certificates Corp Credits A USD (dur 6.1)	4.7%	11.3%
Certificates Corp Credits A EUR (dur 6.3)	3.8%	10.9%
Certificates Corp Credits A GBP (dur 6.1)	4.2%	8.2%
Cash SWE	2.7%	2.3%

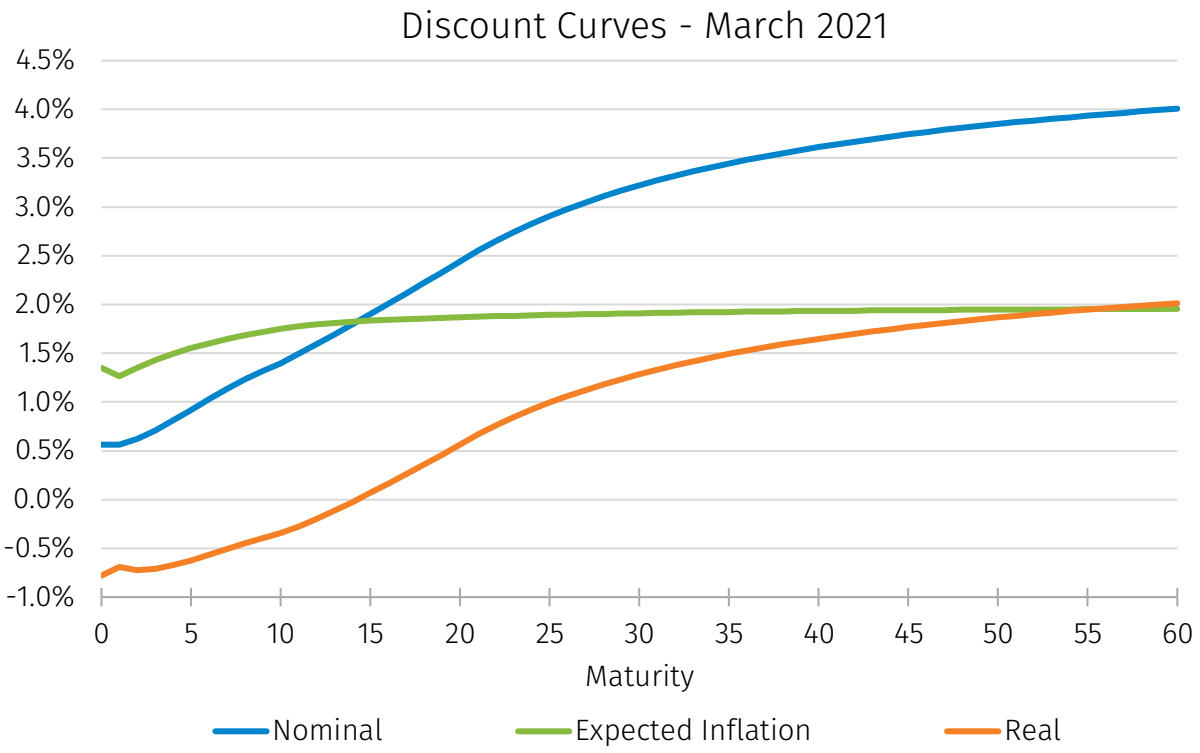
6. Discount Curve

The modeling of the Financing System's discount curves (calculated according to the Swedish Financial Supervisory Authority) is described in the Ortec Finance model report document "*GLASS_ALM_Software_Tool_Documentation_March_2021.pdf*".

The discount curves are used for:

- Calibration of returns in the NW Economy
- Fund's specific 20-year investment rule to calculate the liability value for the coming 20-years

For March 2021 we get the curves shown in the graph below.



7. Calculated Risk Margin for each Permit Holder

7.1. Current Risk Margin vs. Preliminary Calculations

In this section we show and explain the difference in RM value from the previous December 2020 GLASS analysis to the current March 2021 GLASS analysis. The change in RM from quarter to quarter is mainly affected by updated fund values, updated Cash Flows and an updated economic outlook.

As can be seen from the table below, the total "RM + CRA" has decreased with 5.9 Bln SEK from 64.0 Bln SEK (December 2020) to 58.1 Bln SEK (March 2021). Main reasons for this decrease in "RM + CRA" are:

- Higher initial asset value (+1 Bln SEK)
- Lower initial costs (-1 Bln SEK) due to payment in H1 2021
- Better economic outlook

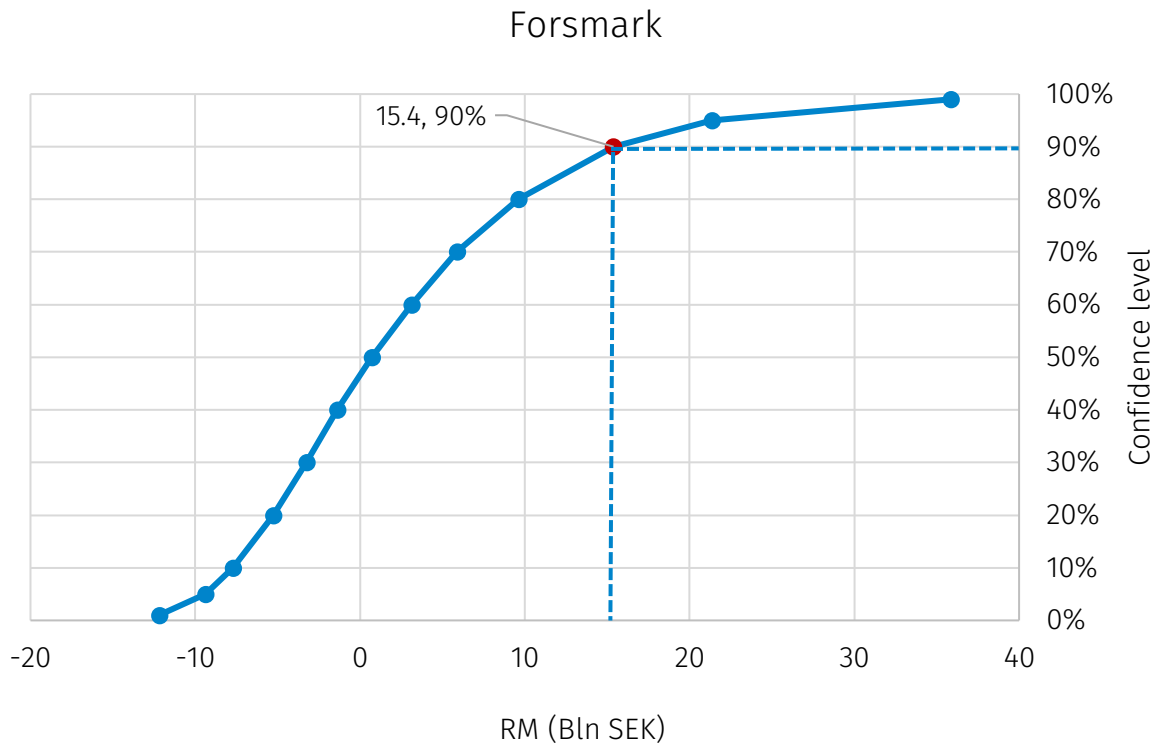
The RM has decreased with 2.4 Bln SEK from 43.0 Bln SEK to 40.6 Bln SEK, whereas the CRA has decreased with 3.5 Bln SEK from 21.0 Bln SEK to 17.5 Bln SEK. The RM thus captures 41 % from the total decrease in "RM + CRA".

Values in Bln SEK	March 2021			December 2020			Difference		
	RM	CRA	RM+CRA	RM	CRA	RM+CRA	RM	CRA	RM+CRA
Forsmark	15.4	5.5	20.8	16.2	6.7	22.9	-0.8	-1.2	-2.1
OKG	8.4	6.1	14.5	8.8	7.0	15.8	-0.4	-0.9	-1.3
Ringhals	13.9	5.9	19.8	14.4	7.2	21.6	-0.5	-1.3	-1.8
Barsebäck	3.0	0.0	3.0	3.7	0.0	3.7	-0.7	0	-0.7
Total	40.6	17.5	58.1	43.0	21.0	64.0	-2.4	-3.5	-5.9

7.2. Forsmark

7.2.1. Risk Margin at different confidence levels

The graph below shows the calculated RM for Forsmark at different confidence levels. The RM and CRA is assumed to be added to the Fund in 2022, whereas the Fee income is assumed to be zero from 2022 onwards. The graph shows that for a 90 %-confidence level a RM of 15.4 Bln SEK is required. Without any RM added a 46 %-confidence level is achieved. Finally, notice that the RM amount needed to gain 1 % additional confidence level increases for higher confidence levels (slope of the graph is decreasing).



The table below shows a numerical overview of the RM at a 90 %-confidence level.

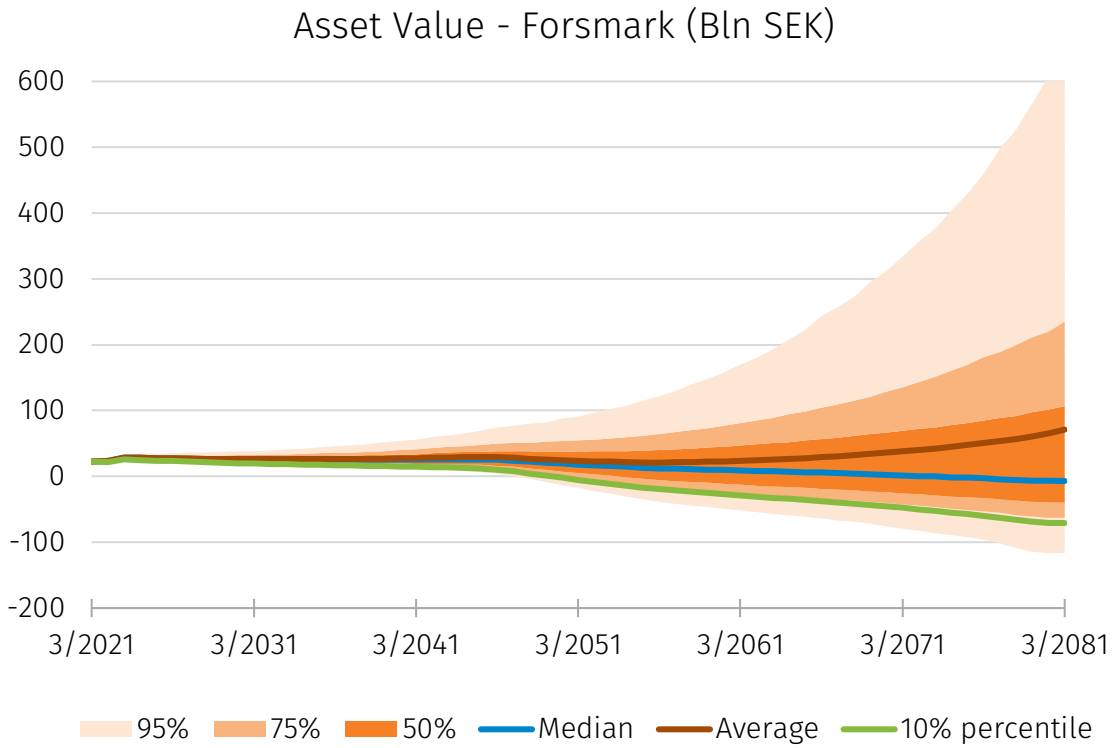
Fee period 2022-2023	RM (Bln SEK)	CRA (Bln SEK)	Total (Bln SEK)
Forsmark	15.4	5.5	20.8

7.2.2. Asset development

The graphs below show the asset value development over time in the following cases:

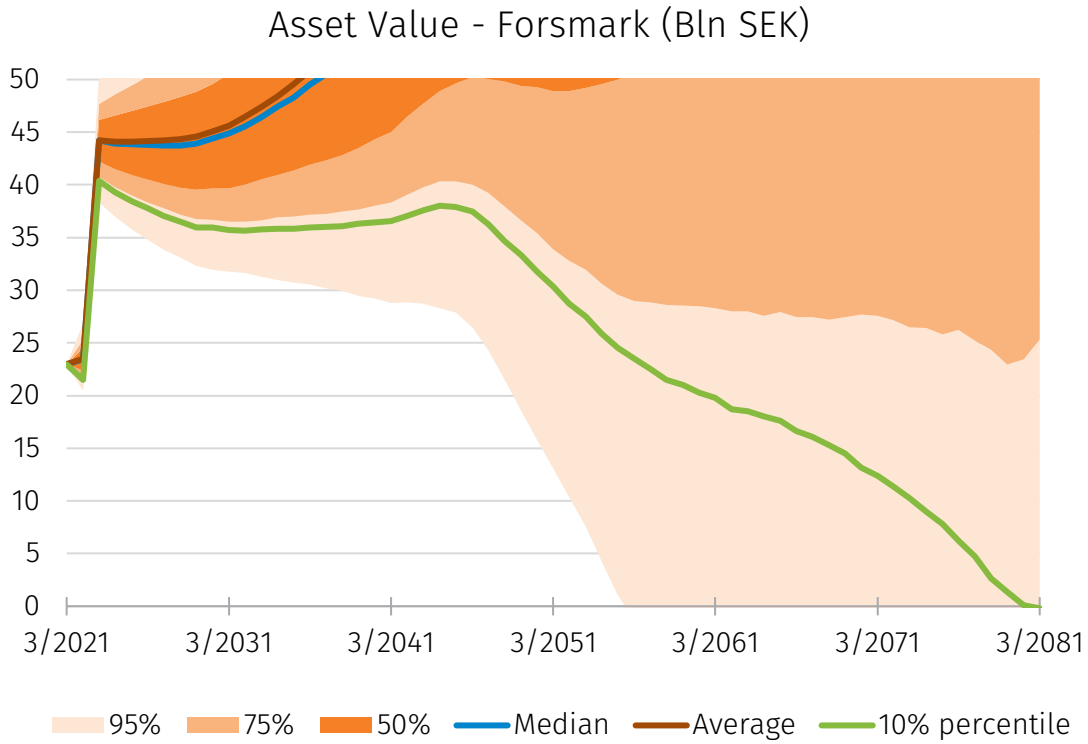
- Case 1: Adding just CRA without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards
- Case 2: Adding CRA + RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards

Case 1: asset value development over time when just CRA without any RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.



When just CRA without any RM is added in 2022, the probability of going bankrupt before the final date is substantial (54 %).

Case 2: asset value development over time when CRA + RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.

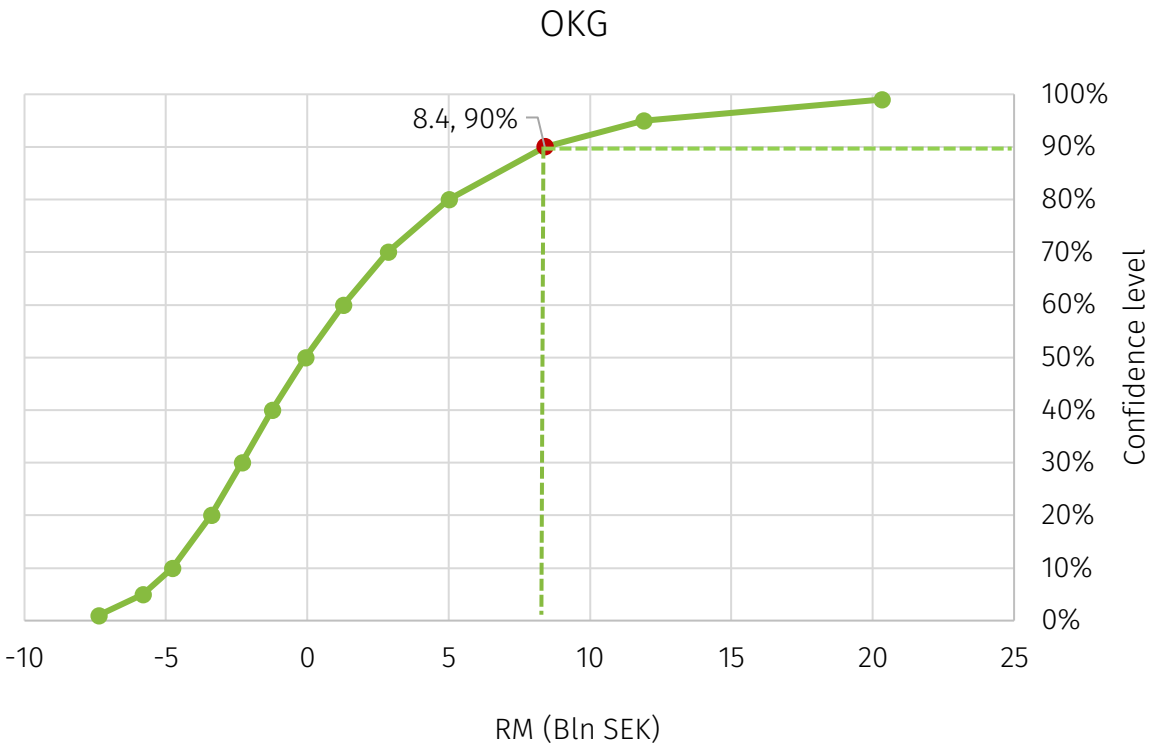


The graph above shows that when the CRA + RM is added to the Fund, the Fund goes bankrupt before the final date in exactly 10 % of the cases, since the 10 %-percentile is equal to zero at the final date.

7.3. OKG

7.3.1. Risk Margin at different confidence levels

The graph below shows the calculated RM for OKG at different confidence levels. The RM and CRA is assumed to be added to the Fund in 2022, whereas the Fee income is assumed to be zero from 2022 onwards. The graph shows that for a 90 %-confidence level a RM of 8.4 Bln SEK is required. Without any RM added a 50 %-confidence level is achieved. Finally, notice that the RM amount needed to gain 1 % additional confidence level increases for higher confidence levels (slope of the graph is decreasing).



Numerical overview of the RM at a 90 %-confidence level:

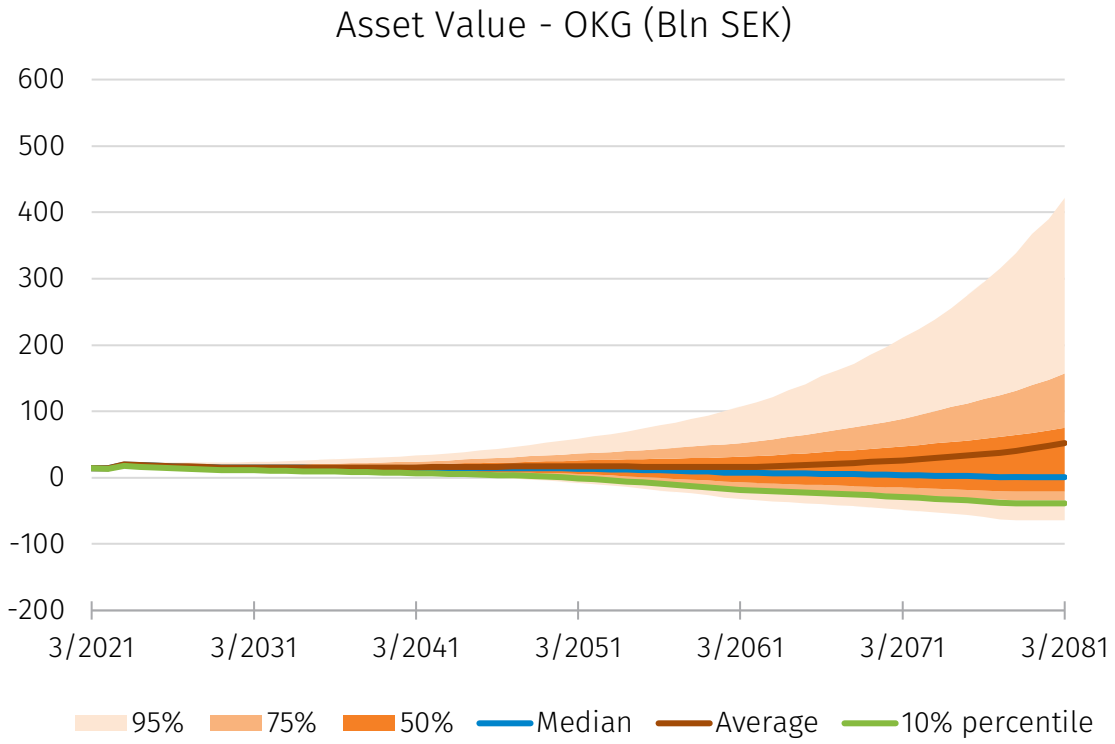
Fee period 2022-2023	RM (Bln SEK)	CRA (Bln SEK)	Total (Bln SEK)
OKG	8.4	6.1	14.5

7.3.2. Asset development

The graphs below show the asset value development over time in the following cases:

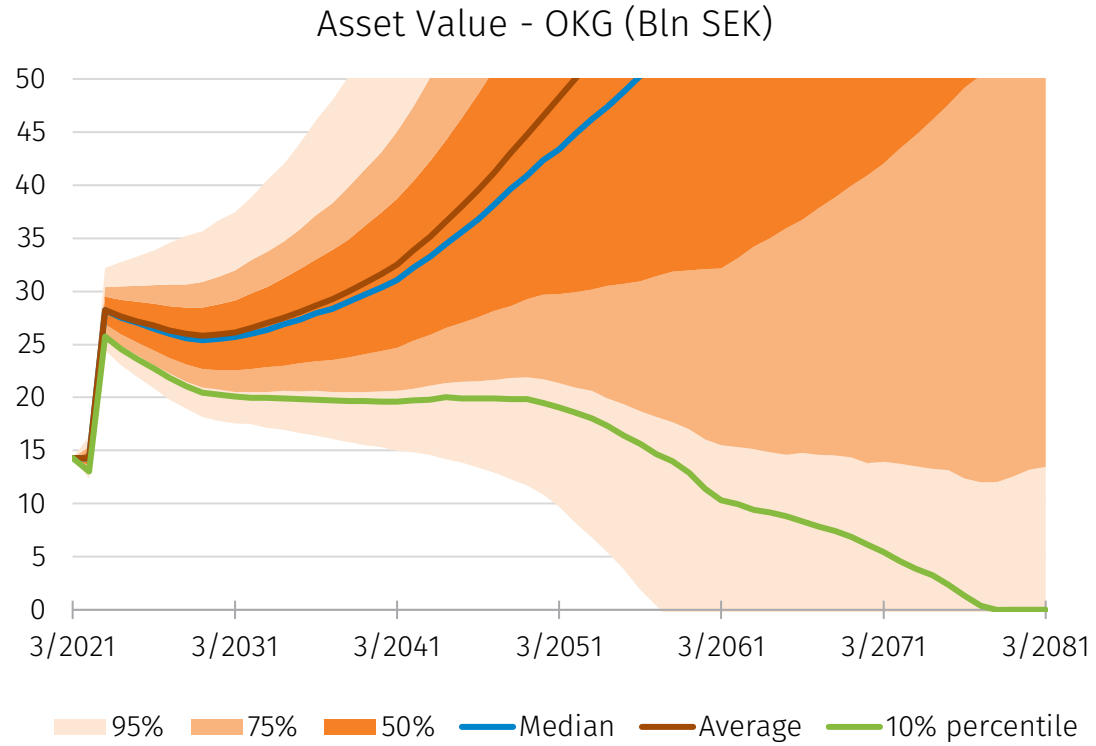
- Case 1: Adding just CRA without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards
- Case 2: Adding CRA + RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards

Case 1: asset value development over time when just CRA without any RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.



When just CRA without any RM is added in 2022, the probability of going bankrupt before the final date is substantial (around 50 %).

Case 2: asset value development over time when CRA + RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.

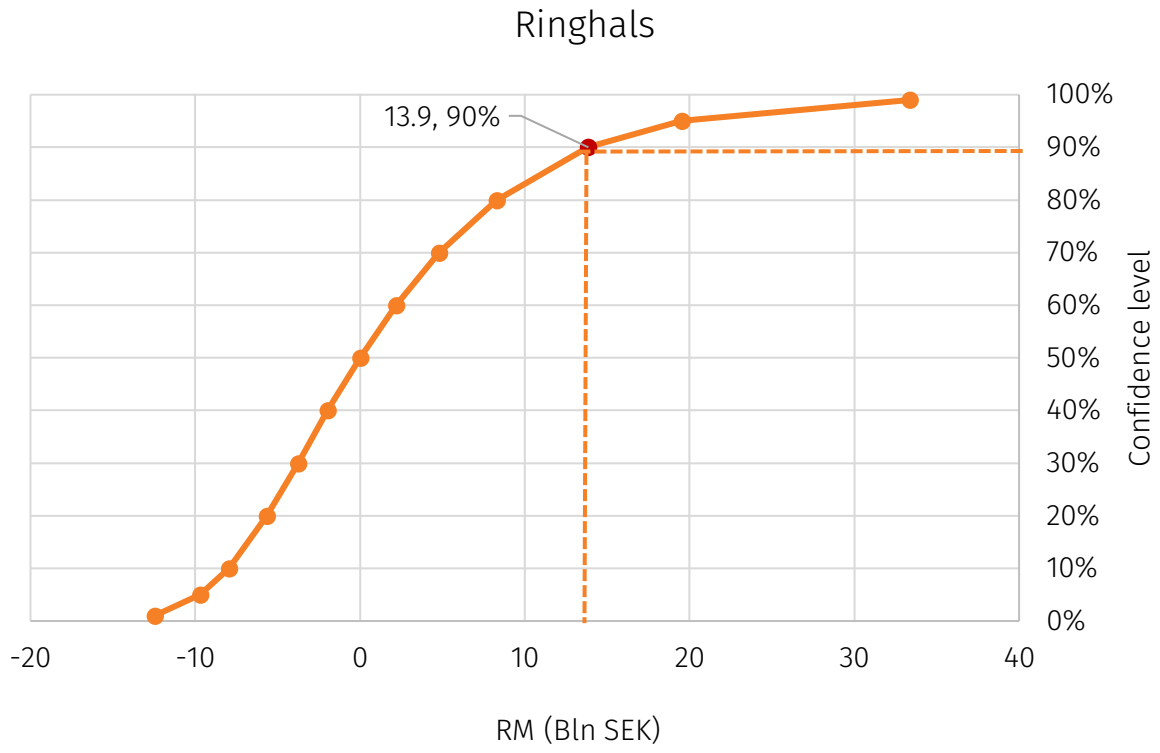


The graph above shows that when the CRA + RM is added to the Fund, the Fund goes bankrupt before the final date in exactly 10 % of the cases, since the 10 %-percentile is equal to zero at the final date.

7.4. Ringhals

7.4.1. Risk Margin at different confidence levels

The graph below shows the calculated RM for Ringhals at different confidence levels. The RM and CRA is assumed to be added to the Fund in 2022, whereas the Fee income is assumed to be zero from 2022 onwards. The graph shows that for a 90 %-confidence level a RM of 13.9 Bln SEK is required. Without any RM added a 50 %-confidence level is achieved. Finally, notice that the RM amount needed to gain 1 % additional confidence level increases for higher confidence levels (slope of the graph is decreasing).



The table below shows a numerical overview of the RM at a 90 %-confidence level.

Fee period 2022-2023	RM (Bln SEK)	CRA (Bln SEK)	Total (Bln SEK)
Ringhals	13.9	5.9	19.8

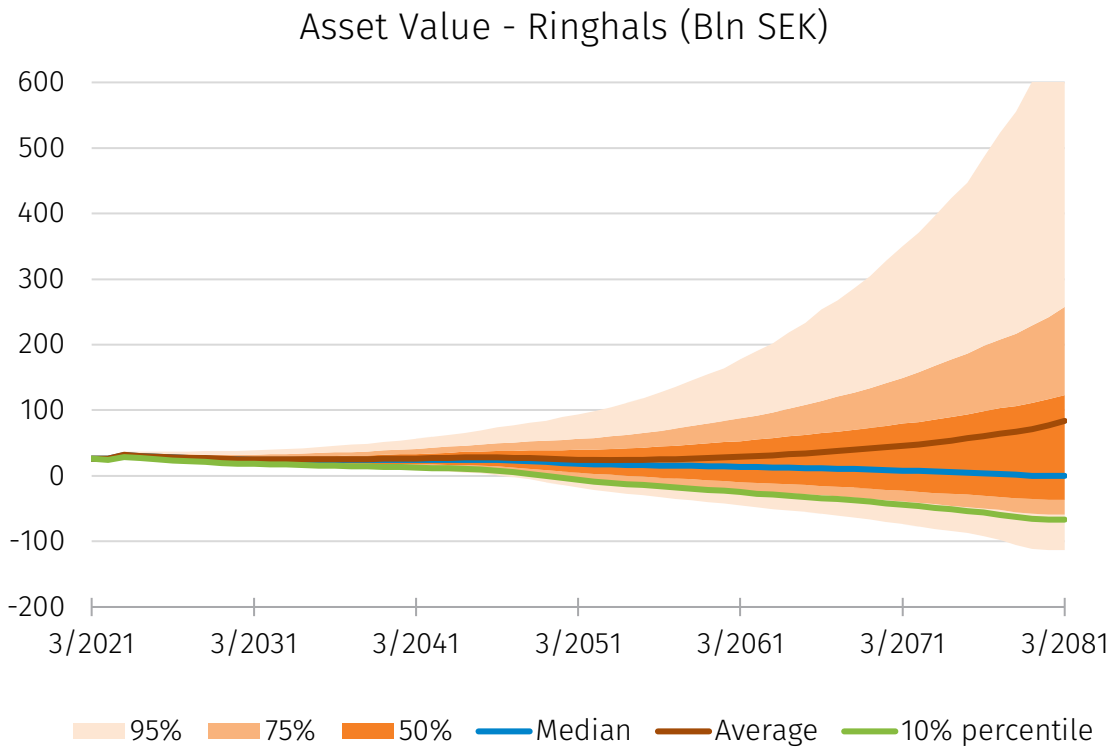
7.4.2. Asset development

The graphs below show the asset value development over time in the following cases:

- Case 1: Adding just CRA without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards

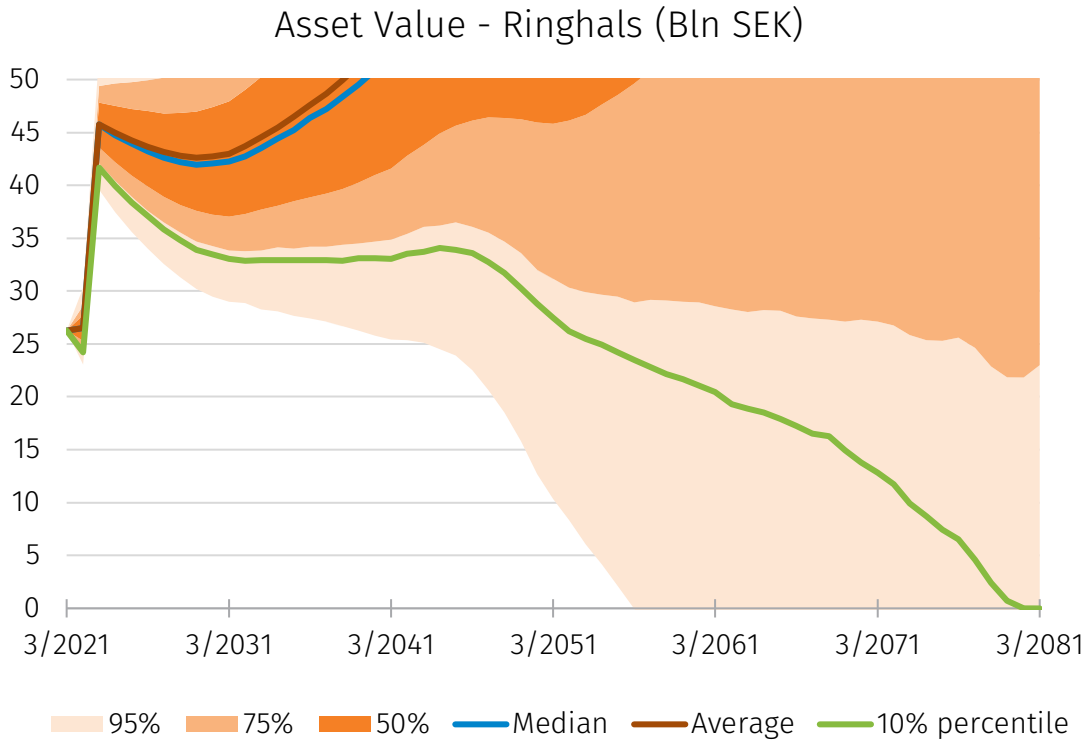
- Case 2: Adding CRA + RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards

Case 1: asset value development over time when just CRA without any RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.



When just CRA without any RM is added in 2022, the probability of going bankrupt before the final date is substantial (around 50 %).

Case 2: Asset value development over time when CRA + RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.

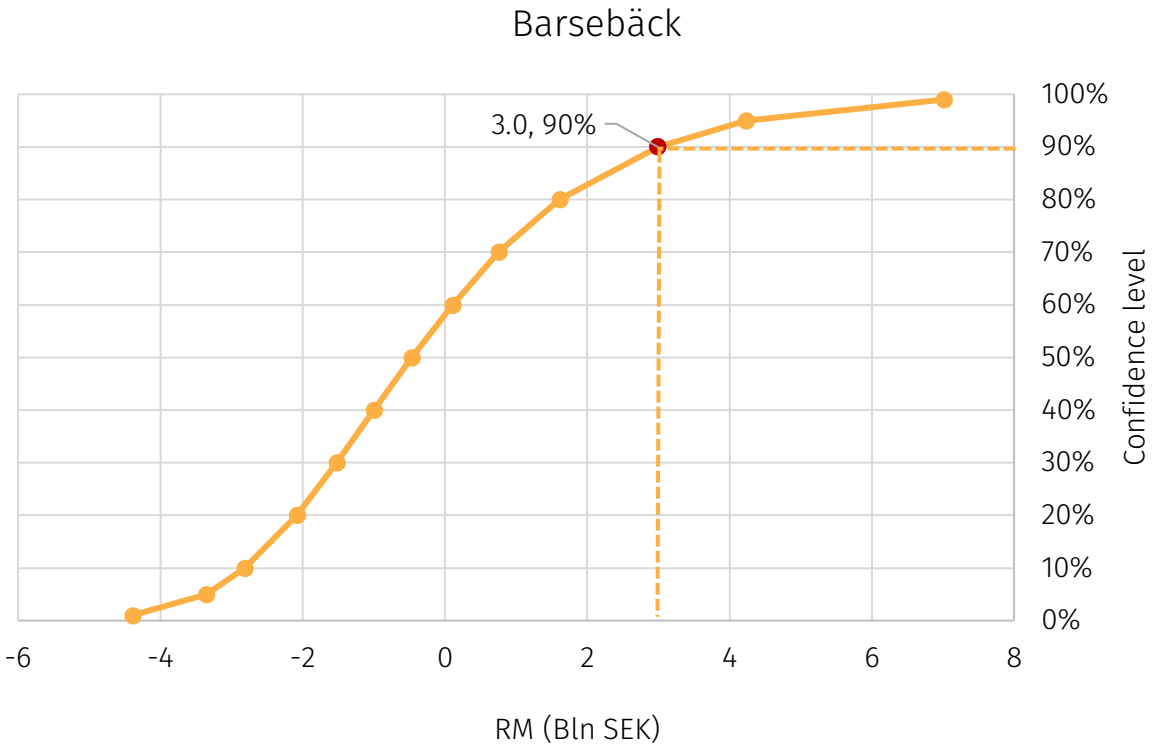


The graph above shows that when the CRA + RM is added to the Fund, the Fund goes bankrupt before the final date in exactly 10 % of the cases, since the 10 %-percentile is equal to zero at the final date.

7.5. Barsebäck

7.5.1. Risk Margin at different confidence levels

The graph below shows the calculated RM for Barsebäck at different confidence levels. The RM and CRA is assumed to be added to the Fund in 2022, whereas the Fee income is assumed to be zero from 2022 onwards. The graph shows that for a 90 %-confidence level a RM of 3.0 Bln SEK is required. Without any RM added a 58 %-confidence level is achieved. Finally, notice that the RM amount needed to gain 1 % additional confidence level increases for higher confidence levels (slope of the graph is decreasing).



The table below shows a numerical overview of the RM at a 90 %-confidence level.

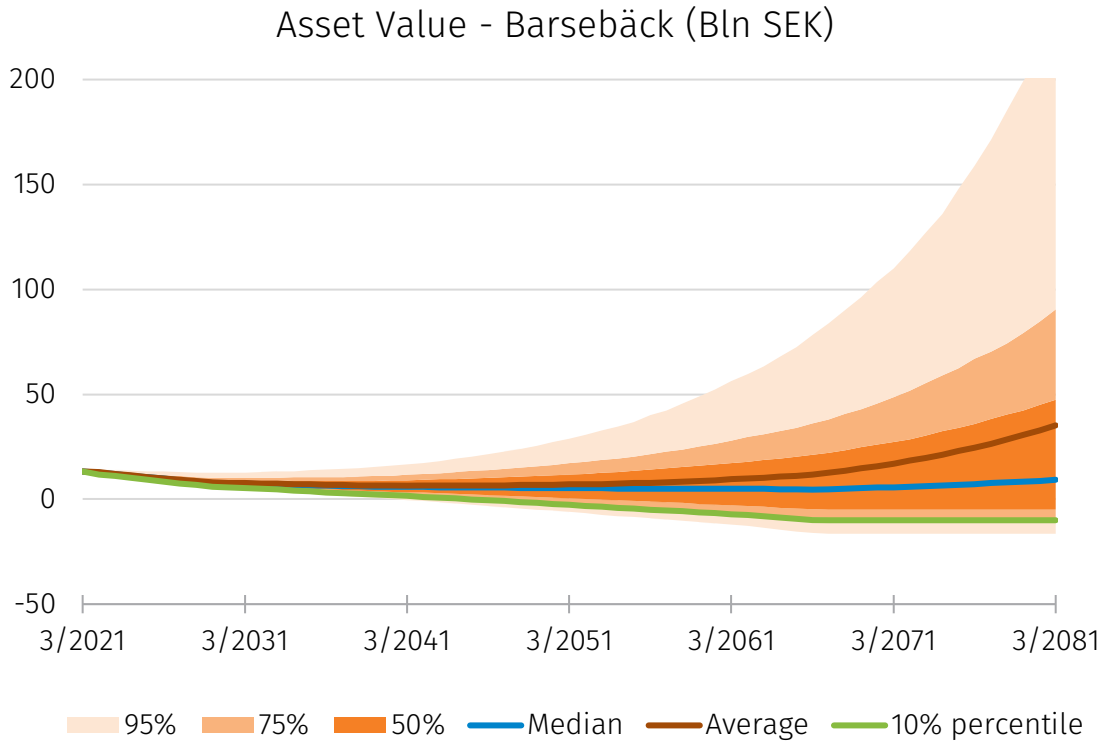
Fee period 2022-2023	RM (Bln SEK)	CRA (Bln SEK)	Total (Bln SEK)
Barsebäck	3.0	0.0	3.0

7.5.2. Asset development

The graphs below show the asset value development over time in the following cases:

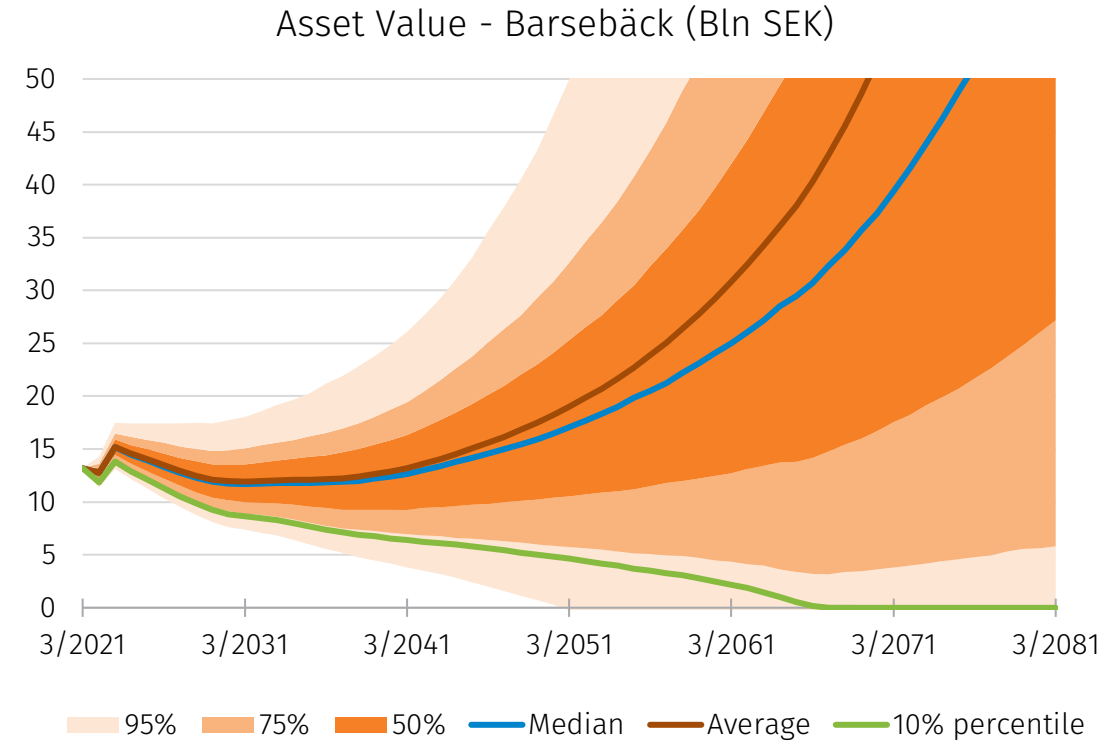
- Case 1: Adding just CRA without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards
- Case 2: Adding CRA + RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards

Case 1: asset value development over time when just CRA without any RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.



When just CRA without any RM is added in 2022, the probability of going bankrupt before the final date is substantial (around 42 %).

Case 2: Asset value development over time when CRA + RM is added in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.



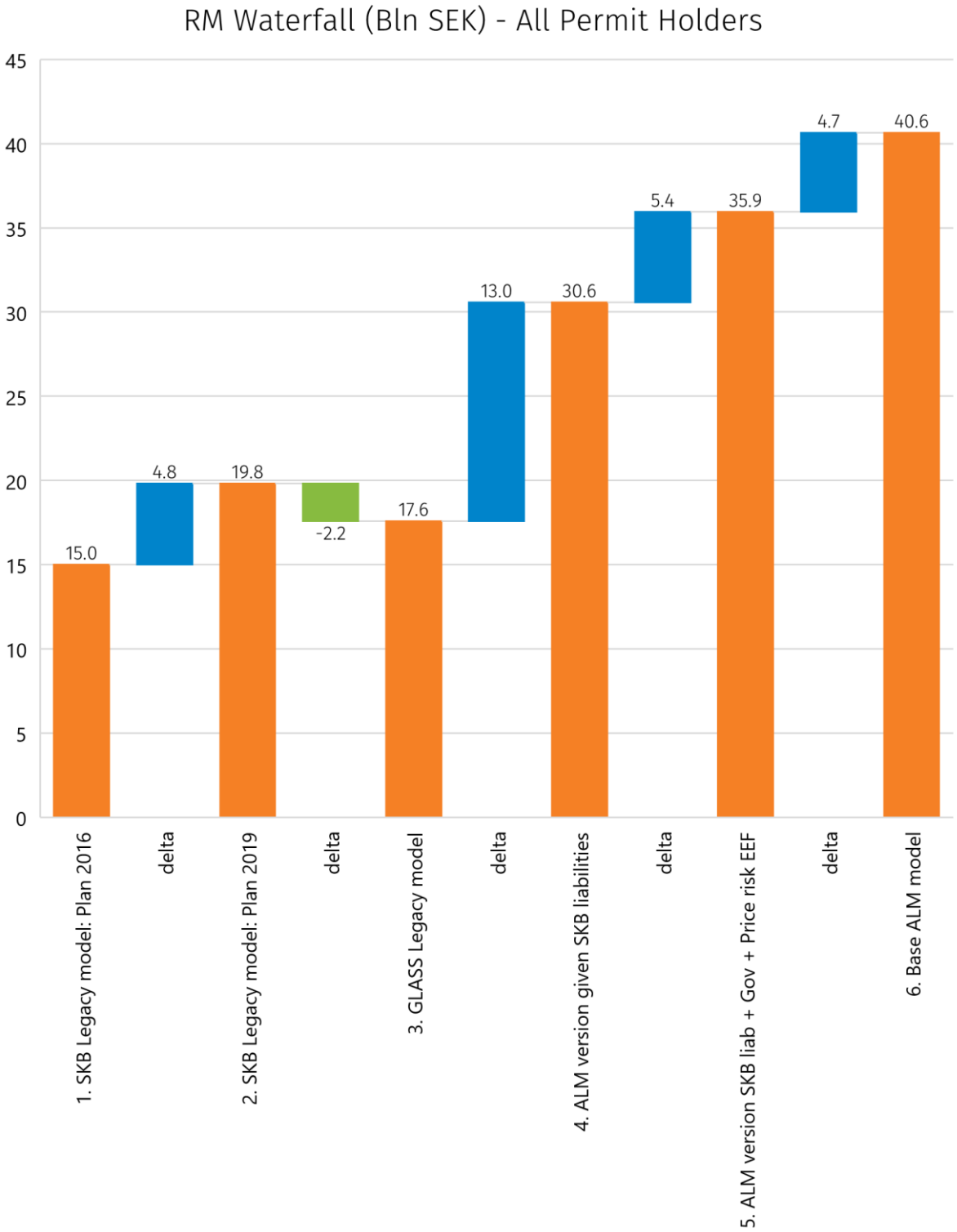
The graph above shows that when the CRA + RM is added to the Fund, the Fund goes bankrupt before the final date in exactly 10 % of the cases, since the 10 %-percentile is equal to zero at the final date.

8. Analysis of how the Risk Margin gradually changes from the SKB Legacy Model to the new ALM approach

8.1. Waterfall

This chapter shows and explains the impact of different modeling steps on the RM calculation, starting from the last known legacy value and ending up at the current RM value computed in GLASS with the March 2021 assumptions. The impact is shown on the aggregate level for all Permit Holders.

Step	RM Value (Bln SEK)	Comment
1. SKB Legacy model: Plan 2016	15.0	SKB Legacy model Plan 2016 RM value calculated outside GLASS is 15 Bln SEK.
delta	4.8	
2. SKB Legacy model: Plan 2019	19.8	SKB Legacy model Plan 2019, RM value calculated by Riksgälden outside GLASS using data from Plan 2019 and certain assumptions about average discount rate and distribution between PH. RM is 19.8 Bln SEK and increases with 4.8 Bln SEK. The increase is explained by many factors, including lower rates and higher expected costs.
delta	-2.2	
3. GLASS Legacy model	17.6	The SKB Legacy model has a different RM definition and different modelling assumptions than used in GLASS, e.g. the SKB Legacy model calculates RM with no assets and not in relation to CRA, but only using costs. However, we are able to approximate the SKB Legacy model in GLASS with a RM difference of -2.2 Bln SEK. The GLASS legacy assumptions are: - Volume risk for nuclear waste management and decommissioning = SKB volatility - Volume risk for government = OFF - Price risk drivers = OFF - Inflation = Deterministic 1y implied fw return from t0 BEI - Asset returns = Deterministic 1y implied fw return from nominal NWF t0 curve
delta	13.0	
4. ALM version given SKB liabilities	30.6	This is the "ALM version" given SKB's view of the liabilities side, i.e. legacy settings for liabilities but we add stochastic asset returns, dynamic portfolio weights and stochastic CPI. The Asset return risk and CPI risk adds 13.0 Bln SEK to the RM.
delta	5.4	
5. ALM version SKB liab + Gov + Price risk EEF	35.9	We add Government Volume Risk and turn on price risks EEF. This adds 5.4 Bln SEK to the RM.
delta	4.7	
6. Base ALM model	40.6	Our Base variant. To get this we increase volume risk for both government and nuclear waste management. This adds 4.7 Bln SEK to the RM.


RM Waterfall (Bln SEK) - All Permit Holders
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
15.0
4.8
19.8
-2.2
17.6
13.0
30.6
5.4
35.9
4.7
40.6
1. SKB Legacy model: Plan 2016
delta
2. SKB Legacy model: Plan 2019
delta
3. GLASS Legacy model
delta
4. ALM version given SKB liabilities
delta
5. ALM version SKB liab + Gov + Price risk EEF
delta
6. Base ALM model

8.2. Detailed Numerical Stepwise Overview

This chapter looks in more detail at the impact of different modeling steps on the RM value for each Permit Holder. It shows step-by-step the difference in relative increase of RM value for each Permit Holders from current levels to the new calculated levels. For an explanation about the assumptions in each Step see the table in Waterfall.

From Step 2 (SKB Legacy model: Plan 2019) to Step 3 (GLASS Legacy model):

Step 3 has a total RM value of 17.6 Bln SEK, which is 2.2 Bln SEK (11 %) lower than Step 2 (19.8 Bln SEK). In both Steps, only Volume risk for nuclear waste management and decommissioning is stochastic (SKB volatility).

Even though Step 2 has a different RM definition and different modelling assumptions than used in Step 3, we are able to approximate the SKB Legacy model in GLASS with a RM difference of -2.2 Bln SEK. The SKB Legacy RM definition is defined as the present value of the difference between the expected value and the 90th percentile of the Permit Holder's share of the Fund's, positive or negative, net value when the Programme is completed, under the assumption that all the Programme's costs have been paid by the Fund. This is a different definition than the GLASS RM definition defined earlier (see Definition of the Objective). So in contrast to GLASS, the SKB Legacy model calculates the RM with no assets and not in relation to CRA, but instead using only costs. Also in the SKB Legacy model all Permit Holders are simulated together as one big Permit Holder (after the one RM is calculated, it is divided amongst Permit Holders based on share of costs), whereas in GLASS all Permit Holders are simulated first independently from each other and then the RM from each Permit Holder is aggregated to a total RM value. Consequently, in GLASS each Permit Holder takes all the positive and negative effects independently and fully on its own instead of smoothing it out and following what the main cost contributors to the Fund do. For these reasons, it's not expected to attain the same RM values since it is not an exact replication of SKB's Legacy Model. The purpose instead is to try and isolate the differences in RM coming from the new definition and modelling approach (but not from adding or modifying risk drivers).

Taking a closer look at the different Permit Holders we see that especially Barsebäck has a big relative delta of -64 %. This is mainly explained by the fact that in GLASS we take the asset value into account. Since Barsebäck starts with a surplus situation (ratio between Asset value and the discounted value of Cash Flows is bigger than 1.0), it is able to profit from this surplus leading to a lower RM compared to when not taking asset values into account (Step 2).

For the other Permit Holders the relative difference is smaller and more comparable to the SKB Legacy model. A reason why in GLASS Forsmark has a slight relative increase in RM and OKG and Ringhals show a slight decrease, is that in the SKB Legacy model the share of Forsmark's costs is not the biggest. Whereas in the GLASS Legacy model Forsmark does have a slightly bigger deficit (after CRA is added) than OKG and Ringhals (which affects Forsmark somewhat more negatively).

Permit Holder	Step 2 RM (Bln SEK)	Absolute RM Delta (Bln SEK)	Relative RM Delta (%)	Step 3 RM (Bln SEK)
Forsmark	6.4	0.5	8%	7.0
OKG	4.3	-0.5	-12%	3.8
Ringhals	6.8	-0.8	-12%	6.0
Barsebäck	2.3	-1.4	-64%	0.8
Total	19.8	-2.2	-11%	17.6

From Step 3 (GLASS Legacy model) to Step 4 (ALM version given SKB liabilities):

Step 4 has a total RM value of 30.6 Bln SEK, which is 13.0 Bln SEK (74 %) higher than Step 3 (17.6 Bln SEK).

This increase in RM is caused by adding stochastic asset returns, dynamic portfolio weights and stochastic CPI (General Inflation).

The relative increase for all Permit Holders is quite comparable (~70 %), expect for Barsebäck which is impacted relatively more (150 %). One reason for this is that when introducing stochastic asset returns, on the one hand you introduce risk (this explains why the RM increases in general), but on the other hand the stochastic asset returns and correlations provide some diversification and rebalancing benefits. Since Barsebäck has a lower horizon for its cash flows, it can profit less from this diversification and rebalancing benefits than the other Permit Holders and the RM increases relatively more for Barsebäck. Also because of the shorter horizon of the Cash Flows for Barsebäck, the Fund's specific 20-year investment rule which is introduced in this step is more restrictive for Barsebäck than for other Permit Holders, which results in a less risky asset allocation with lower returns and therefore a higher relative increase of the RM compared to other Permit Holders. Finally, despite that for shorter horizons the cumulative effect of risk on inflated Cash Flows (with stochastic CPI) is lower, the Cash Flow profile of Barsebäck leads to relatively high Cash Flows in the short term (low duration), which makes the future asset development relatively more dependent on changes in the liabilities and therefore introducing stochastic CPI has relatively a bigger impact on the RM for Barsebäck than for other Permit Holders.

Permit Holder	Step 3 RM (Bln SEK)	Absolute RM Delta (Bln SEK)	Relative RM Delta (%)	Step 4 RM (Bln SEK)
Forsmark	7.0	5.0	71%	12.0
OKG	3.8	2.5	64%	6.3
Ringhals	6.0	4.3	72%	10.3
Barsebäck	0.8	1.2	150%	2.0
Total	17.6	13.0	74%	30.6

From Step 4 (ALM version given SKB liabilities) to Step 5 (ALM version SKB liab + Gov + Price risk EEF):

Step 5 has a total RM value of 35.9 Bln SEK, which is 5.4 Bln SEK (18 %) higher than Step 4 (30.6 Bln SEK).

This increase in RM is caused by adding EEF Price Risk and Government Volume Risk.

Relatively, we see that for all Permit Holders the increase is quite comparable (~18 %).

For Forsmark, OKG and Ringhals this is mostly because they have in general a comparable horizon and Cash Flow profile.

On the one hand, the shorter horizon of Barsebäck's Cash Flows lets the RM increase less, because the cumulative effect of risk on inflated Cash Flows (with EEF Price Risk and Government Volume Risk) is lower. Furthermore, the price risk specific mapping weight is different for each Permit Holder, each Cash Flow category and each year. It turns out from the price risk mapping weights that Barsebäck has a bit more exposure to lower volatility EEF Price Risk drivers.

However, on the other hand the Cash Flow profile of Barsebäck leads to relatively high Cash Flows in the short term (low duration), which makes the future asset development relatively more dependent on changes in the liabilities and therefore introducing stochastic EEF Price Risk has relatively a bigger impact on the RM for Barsebäck than for other Permit Holders.

Overall, these effects make Barsebäck similarly sensitive to EEF Price Risk and Government Volume Risk as the other Permit Holders.

Permit Holder	Step 4 RM (Bln SEK)	Absolute RM Delta (Bln SEK)	Relative RM Delta (%)	Step 5 RM (Bln SEK)
Forsmark	12.0	1.9	16%	13.9
OKG	6.3	1.1	18%	7.4
Ringhals	10.3	1.9	19%	12.3
Barsebäck	2.0	0.4	18%	2.4
Total	30.6	5.4	18%	35.9

From Step 5 (ALM version SKB liab + Gov + Price risk EEF) to Step 6 (Base ALM model):

Step 6 has a total RM value of 40.6 Bln SEK, which is 4.7 Bln SEK (13 %) higher than Step 5 (35.9 Bln SEK).

This increase in RM is caused by increasing the Volume Risk volatility for both government and nuclear waste management[4].

Relatively, we see that for all Permit Holders the increase is quite comparable (~13 %), except for Barsebäck it is a bit larger (25 %), even though its shorter horizon of Cash Flows. Despite that for shorter horizons the cumulative effect of risk on inflated Cash Flows (with Volume Risk) is lower, the Cash Flow profile of Barsebäck leads to relatively high Cash Flows in the short term (low duration), which makes the future asset development relatively more dependent on changes in the liabilities and therefore increasing Volume Risk volatility has relatively a bigger impact on the RM for Barsebäck than for other Permit Holders.

[4] Volatility levels (relative to the mean) increased from 25 % to 35 % and from 20 % to 28 % for waste management risk and government risk respectively

Permit Holder	Step 5 RM (Bln SEK)	Absolute RM Delta (Bln SEK)	Relative RM Delta (%)	Step 6 RM (Bln SEK)
Forsmark	13.9	1.5	11%	15.4
OKG	7.4	1.0	13%	8.4
Ringhals	12.3	1.6	13%	13.9
Barsebäck	2.4	0.6	25%	3.0
Total	35.9	4.7	13%	40.6

From Step 2 (SKB Legacy model: Plan 2019) vs Step 6 (Base ALM model):

Overall, adding all the risks described in the previous steps results in an increase of 20.8 Bln SEK, or 105%, in total RM compared to Step 2.

Relatively, the increase is the lowest for Barsebäck and the biggest for Forsmark. This difference is mainly caused because the SKB Legacy model calculates the RM with no assets and not in relation to CRA, but instead using only costs. Furthermore, all Permit Holders are simulated together as one big Permit Holder (one RM is calculated - then divided amongst Permit Holders based on share of costs).

Permit Holder	Step 2 RM (Bln SEK)	Absolute RM Delta (Bln SEK)	Relative RM Delta (%)	Step 6 RM (Bln SEK)
Forsmark	6.4	8.9	139%	15.4
OKG	4.3	4.1	94%	8.4
Ringhals	6.8	7.1	104%	13.9
Barsebäck	2.3	0.7	32%	3.0
Total	19.8	20.8	105%	40.6

9. Risk Decomposition

9.1. Risk Decomposition

The risk decomposition splits the risk measure of choice into the contribution from various individual risk sources. The relevant individual risk sources used are:

- Volume Risk: refers to under or overestimation of the input factors needed to complete the Programme, used to inflate cash flows on the liability side.
- General Inflation Risk: refers to fluctuations in the general price inflation (= CPI), used to inflate cash flows on the liability side; on the asset side used to adjust the principal amount of an inflation linked bonds to the development of price inflation.
- EEF Risk: refers to fluctuations in the prices of the input factors needed to complete the Programme, used to inflate cash flows on the liability side.
- Equity Risk: refers to fluctuations in equity returns on the asset side.

- Expected Inflation Risk: refers to fluctuations in the Break-Even Inflation curve, used on the asset side to valuate inflation linked bonds; as part of the real discount curve used to discount cash flows in the Fund's specific 20-year investment rule.
- Credit Risk: refers to fluctuations in the credit spreads on the asset side.
- Nominal Interest Rate Risk: refers to fluctuations in the sovereign yield curves, used on the asset side to valuate fixed income related products (government-, inflation-, mortgage-, corporate bonds) and to set coupon rates for them; as part of the real discount curve used to discount cash flows in the Fund's specific 20-year investment rule
- Mortgage Risk: refers to fluctuation in the mortgage spreads on the asset side.
- Electricity Production Risk: refers to fluctuations in the electricity production of active reactors.
- Assets Currency Risk: refers to fluctuations in the currency rates on the asset side (foreign asset exposure).
- Liability Currency Risk: refers to fluctuations in the currency rates on the liability side (foreign CPI and foreign EEF Price Risk exposure).

The risk decomposition gives insight as to where the risk is coming from in bad scenarios.

The risk measure used to decompose the risk into various individual risk sources is the 10 %-VaR of the Surplus (Assets – Liabilities) minus the average of the Surplus. Decomposing the risk directly in terms of Risk Margin units is not feasible for two reasons. Technically, it would require extending the model to combine the existing risk decomposition methodology with the RM calculation. In addition, mathematically, it could lead to invalid risk results since the current RM definition is a standalone measure which does not take into account a mean correction.

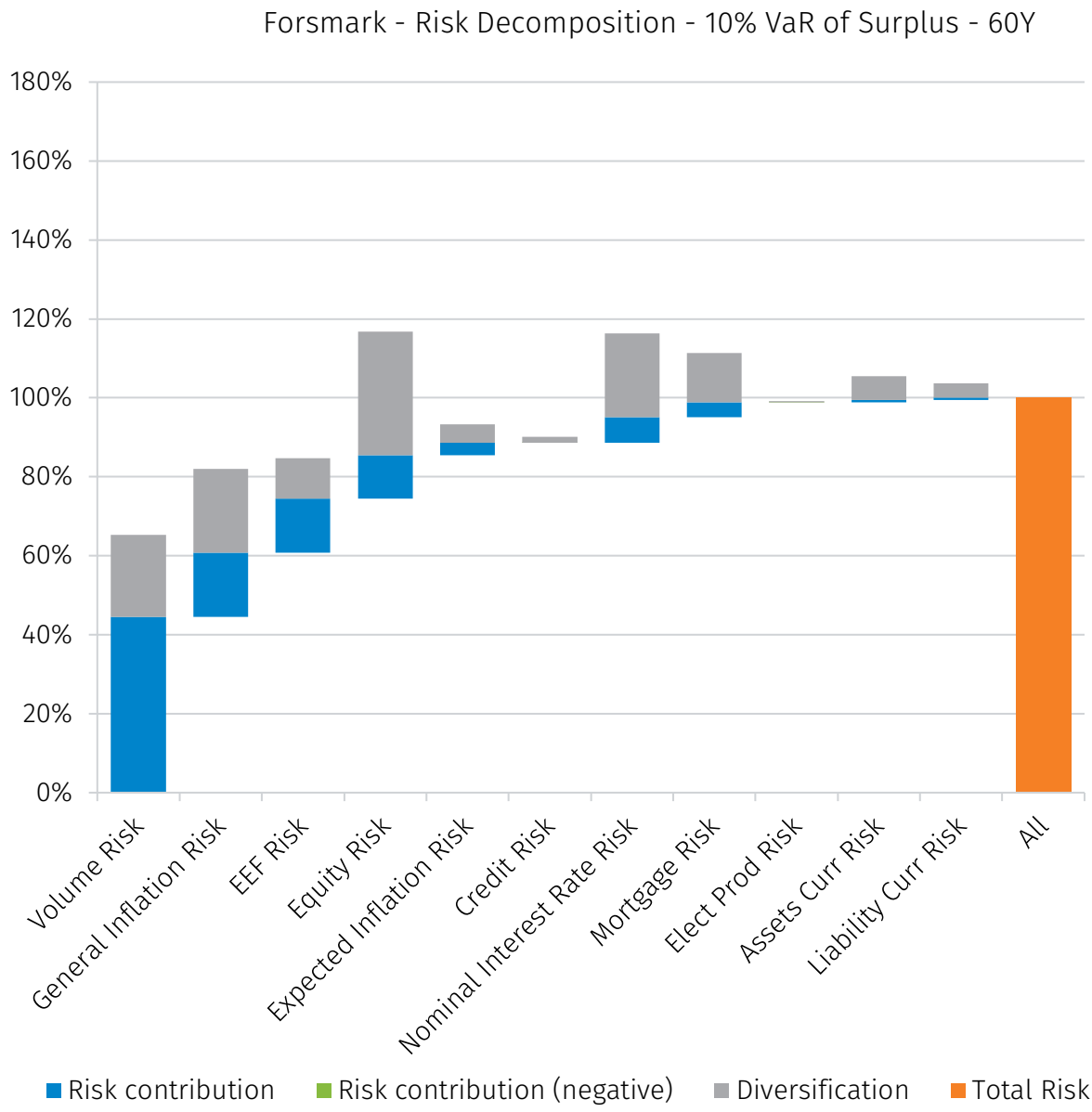
In the previous chapter we have shown with a waterfall chart what the impact is of adding different modeling steps (e.g. adding EEF and CPI Price Risk, increasing Volume Risk) on the RM value. Although the risk measure "10 %-VaR of the Surplus (Assets – Liabilities) minus the average of the Surplus" does not directly decompose the risks in terms of Risk Margin units, the 10th percentile of the Fund's Surplus is the main driver in the Risk Margin risk measure. Thus, it is deemed as the most suitable risk measure available to begin answering what the most important drivers of the Risk Margin is. Therefore, if the waterfall chart in the previous chapter shows for example that adding EEF Price Risk contributes a lot to increasing the RM value, we would also expect to see a significant value assigned to EEF Price Risk in the risk decomposition.

The risk decomposition graphs below provide per Permit Holder insight in the relative risk contribution of different risk sources to the total risk. The relative total risk (orange bar) is per definition equal to 100 %. The relative risk of different risk sources after diversification with other risk sources is shown as a blue bar and the diversification benefit of each risk source is shown as a grey bar. Therefore, the standalone uncorrelated relative risk, that is the risk before diversification with other risk sources is subtracted, is the sum of the blue and grey bar. As risk measure we use 10 %-VaR of the Surplus (Assets – Liabilities), mean corrected, on a 60-year horizon. Furthermore, we assume that only the CRA is added without any RM in 2022; Fee assumed to be zero from 2022 onwards.

For more information about the risk decomposition methodology see the Ortec Finance model report document "*GLASS_ALM_Software_Tool_Documentation_March_2021.pdf*".

9.1.1. Forsmark

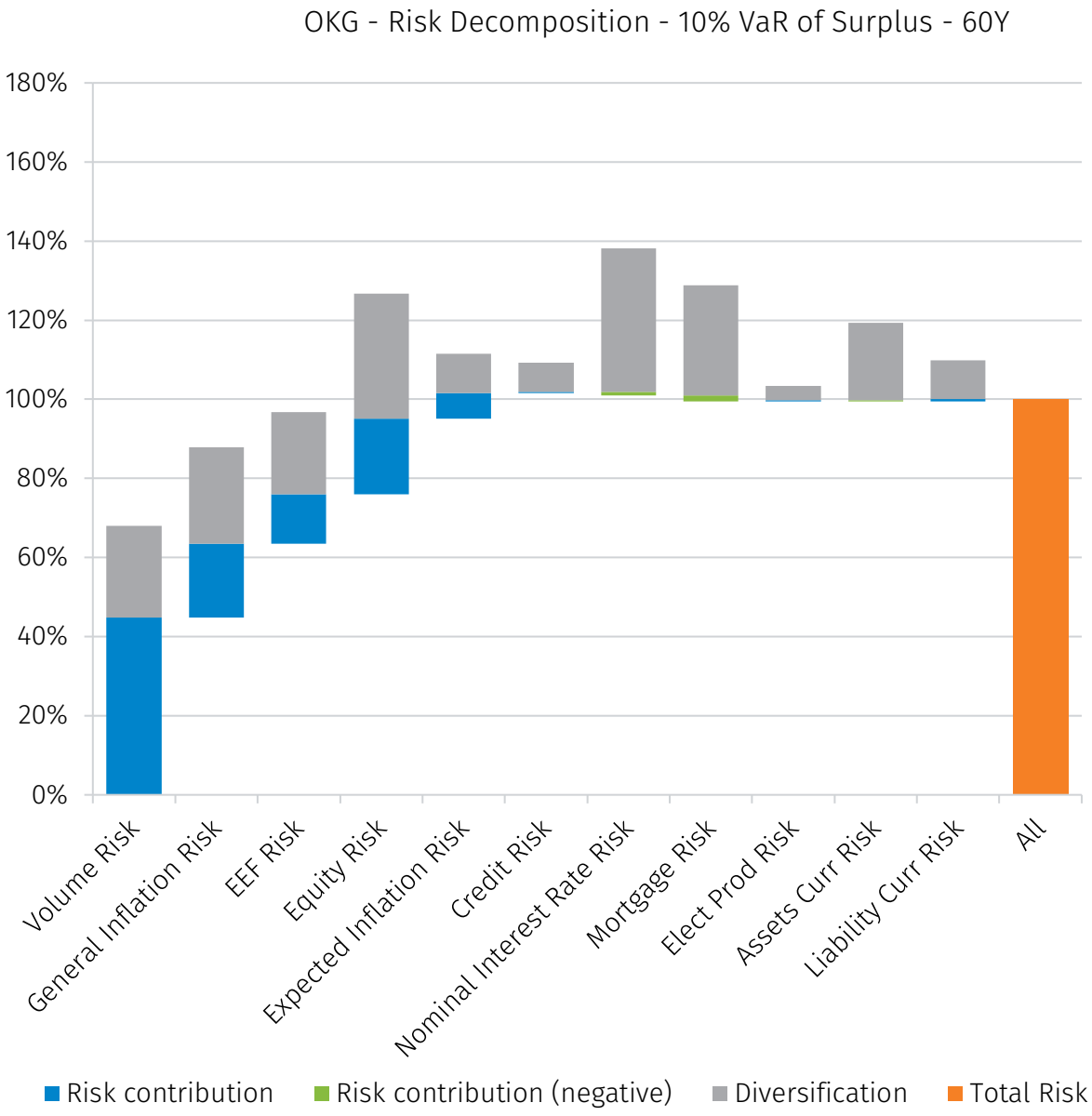
We see that (after diversification with the other risk sources) Volume Risk contributes the most to the Total Risk, followed by General Inflation-, EEF- and Equity Risk. So after diversification relatively most of the risk is coming from liability type of risks (Volume Risk, General Inflation Risk, EEF Risk) and less from asset type of risks like Equity Risk. However, notice that the standalone (uncorrelated) Equity Risk, that is the risk before diversification is subtracted, is quite substantial (Equity is after all a risky asset category), but in combination with other risk sources a lot of Equity Risk is diversified away, mainly because Equity Risk has zero correlation with the most important risk source, which is Volume Risk. This holds also for the other risk sources with regard to Volume Risk. Keep in mind that regarding Equity Risk, a part of possible Equity Risk is reduced because of the Fund's specific 20-year investment rule. So the allocation to Risky Assets (and thus Equity Risk) could have been higher if the Fund's specific 20-year invest rule was not taken into account. In general, the risk contribution of the different risk drivers is quite comparable to OKG and Ringhals, and to some less extend also to Barsebäck. Finally, we have also run a second risk decomposition, where the Volume Risk volatility is set to the lower SKB volatility value (NW program risk 16 %, Government risk 12.8 %), instead of using the Base volatility value (NW program risk 25 %, Government risk 20 %). These results show that the relative risk contribution of Volume Risk decreases somewhat (because of the lower volatility), but volume Risk still is the main risk contributor.



9.1.2. OKG

We see that (after diversification with the other risk sources) Volume Risk contributes the most to the Total Risk, followed by General Inflation-, Equity- and EEF Risk. So after diversification relatively most of the risk is coming from liability type of risks (Volume Risk, General Inflation Risk, EEF Risk) and less from asset type of risks like Equity Risk. However, notice that the standalone (uncorrelated) Equity Risk, that is the risk before diversification is subtracted, is quite substantial (Equity is after all a risky asset category), but in combination with other risk sources a lot of Equity Risk is diversified away, mainly because Equity Risk has zero correlation with the most important risk source, which is Volume Risk. This holds also for the other risk sources with regard to Volume Risk. Keep in mind that regarding Equity Risk, a part of possible Equity Risk is reduced because of the Fund's specific 20-year investment rule. So the allocation to Risky Assets (and thus Equity Risk) could have been higher if the

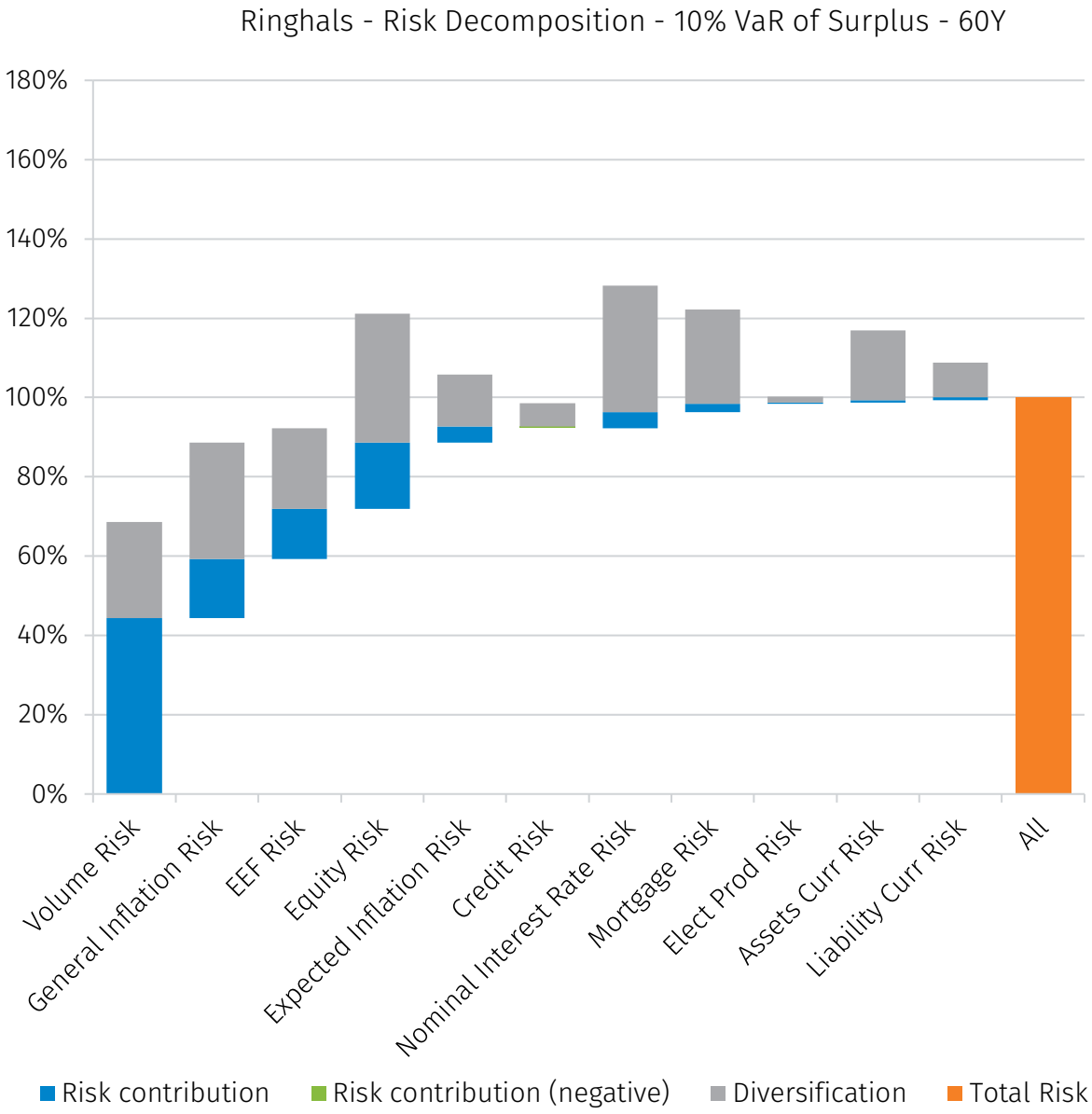
Fund's specific 20-year invest rule was not taken into account. In general, the risk contribution of the different risk drivers is quite comparable to Forsmark and Ringhals, and to some less extend also to Barsebäck. Finally, we have also run a second risk decomposition, where the Volume Risk volatility is set to the lower SKB volatility value (NW program risk 16 %, Government risk 12.8 %), instead of using the Base volatility value (NW program risk 25 %, Government risk 20 %). These results show that the relative risk contribution of Volume Risk decreases somewhat (because of the lower volatility), but volume Risk still is the main risk contributor.



9.1.3. Ringhals

We see that (after diversification with the other risk sources) Volume Risk contributes the most to the Total Risk, followed by Equity-, General Inflation-, and EEF Risk. So after

diversification relatively most of the risk is coming from liability type of risks (Volume Risk, General Inflation Risk, EEF Risk) and less from asset type of risks like Equity Risk. However, notice that the standalone (uncorrelated) Equity Risk, that is the risk before diversification is subtracted, is quite substantial (Equity is after all a risky asset category), but in combination with other risk sources a lot of Equity Risk is diversified away, mainly because Equity Risk has zero correlation with the most important risk source, which is Volume Risk. This holds also for the other risk sources with regard to Volume Risk. Keep in mind that regarding Equity Risk, a part of possible Equity Risk is reduced because of the Fund's specific 20-year investment rule. So the allocation to Risky Assets (and thus Equity Risk) could have been higher if the Fund's specific 20-year invest rule was not taken into account. In general, the risk contribution of the different risk drivers is quite comparable to Forsmark and OKG, and to some less extend also to Barsebäck. Finally, we have also run a second risk decomposition, where the Volume Risk volatility is set to the lower SKB volatility value (NW program risk 16 %, Government risk 12.8 %), instead of using the Base volatility value (NW program risk 25 %, Government risk 20 %). These results show that the relative risk contribution of Volume Risk decreases somewhat (because of the lower volatility), but volume Risk still is the main risk contributor.

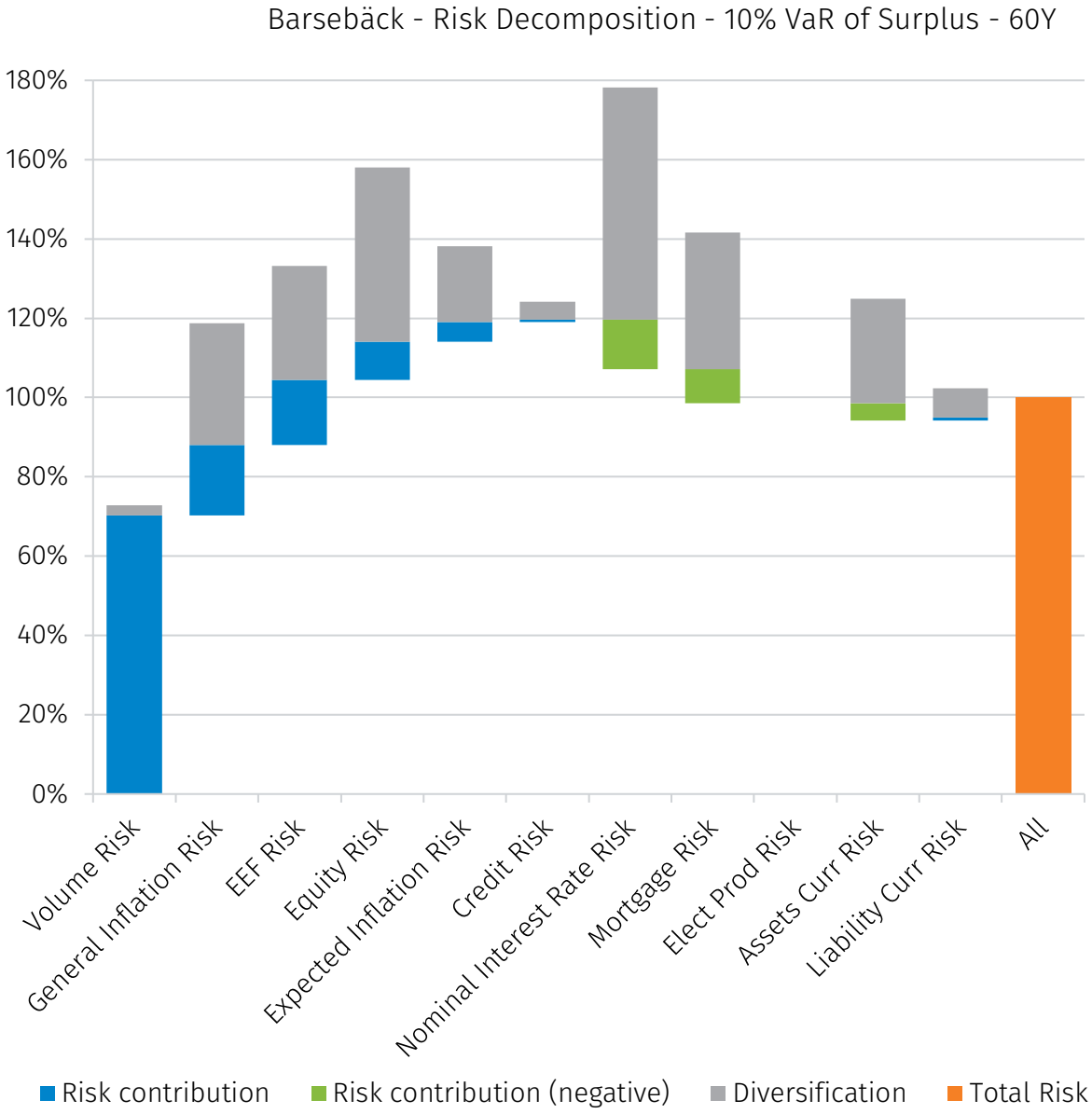


9.1.4. Barsebäck

We see that (after diversification with the other risk sources) Volume Risk contributes the most to the Total Risk, followed by General Inflation-, EEF- and Equity Risk. So after diversification relatively most of the risk is coming from liability type of risks (Volume Risk, General Inflation Risk, EEF Risk) and less from asset type of risks like Equity Risk.

The risk contribution of the different risk drivers is in general comparable to other Permit Holders, but does show some differences. First of all, Volume Risk is a more important risk driver (and the diversification effect is lower). That is mostly because the Cash Flow profile of Barsebäck leads to relatively high Cash Flows in the short term (low duration), which makes the future asset development relatively more dependent on changes in the liabilities and therefore Volume Risk has relatively a higher impact on the RM for Barsebäck than for other Permit Holders. Also notice that standalone (uncorrelated) Interest Rate Risk and Mortgage Risk, that is the risk before diversification is subtracted, is higher than for other Permit

Holders. The reason for this is that the Fund's specific 20-year investment rule is more restrictive for Barsebäck, so more is invested in Fixed Income products like Bonds and Mortgages, and therefore the standalone (uncorrelated) Interest Rate Risk and Mortgage Risk is higher. In general, when looking at the Asset side, Fixed Income products are good diversifiers because of the lower correlation to the total asset portfolio than for example Equities have. Looking at the risk contribution of Interest Rate Risk and Mortgage Risk in combination with other risk sources, that is after diversification is subtracted, we see that the risk contribution of Interest Rate Risk and Mortgage Risk becomes even negative for Barsebäck (for other Permit Holders this risk is very low or slightly negative, but not so negative as for Barsebäck). Thus with the shorter horizon of Barsebäck's Cash Flows and relatively high Cash Flows in the short term, combined with a more restrictive Fund's specific 20-year investment rule to better match the Cash Flows (leading to a higher weight to Fixed Income products), Bonds and Mortgages even reduce the risk in bad scenarios instead of (slightly) adding risk. Finally, we have also run a second risk decomposition, where the Volume Risk volatility is set to the lower SKB volatility value (NW program risk 16 %, Government risk 12.8 %), instead of using the Base volatility value (NW program risk 25 %, Government risk 20 %). These results show that the relative risk contribution of Volume Risk decreases somewhat (because of the lower volatility), but volume Risk still is the main risk contributor.



10. Sensitivity Analyses

In this chapter we show the sensitivity of the RM value to different input assumptions. The sensitivity analysis is performed by changing the following input assumptions:

- Volume Risk Volatility
- Asset Return
- FX Hedge
- UFR Value
- Underlying Economy

Calculating the RM value with changing input assumptions shows how much the RM is affected when varying different input assumptions. This gives an impression to what input assumptions the RM is sensitive (or not sensitive) to.

10.1. Sensitivity RM in Volume Risk Volatility

The table below shows how sensitive the RM is to different levels of volatility in Volume Risk. Notice that only the RM is affected and the CRA is not affected. We consider the following cases with relative standard deviation to the mean:

- Low Volatility: NW program risk 16 %, Government risk 12.8 %
- Base Volatility: NW program risk 25 %, Government risk 20 %
- High Volatility: NW program risk 35 %, Government risk 28 %

From the table below we see that decreasing the Volume Risk volatility from Base to Low decreases the total RM with 4.7 Bln SEK to 35.9 Bln SEK (see also Waterfall Chart Step 5 to Step 6). Increasing the Volume Risk volatility from Base to Low increases the total RM with 8.5 Bln SEK to 49.2 Bln SEK.
Generally, we can conclude that increasing/decreasing Volume Risk volatility increases/decreases the RM because the higher/lower volatility leads to wider/tightened simulated Asset values at end date.
Besides that, even though the relative volatility increase from Low to Base (25 % / 16 % = 1.56) is higher than from Base to High (35 % / 25 % = 1.4), the relative RM delta is bigger when going from Base to High, then from Low to Base. This is because the cumulative effect of uncertainty over time is exponential and higher volatility values make the distribution more positively skewed, which results in a larger relative impact on the RM delta.
Also notice that for all Permit Holders the relative RM delta is quite comparable, except for Barsebäck it is a bit larger, even though its shorter horizon. So despite that for shorter horizons the cumulative effect of risk on inflated Cash Flows (with Volume Risk) is lower, the Cash Flow profile of Barsebäck leads to relatively high Cash Flows in the short term (low duration), which makes the future asset development relatively more dependent on changes in the liabilities and therefore increasing Volume Risk volatility has relatively a bigger impact on the RM for Barsebäck than for other Permit Holders.

Permit Holder	CRA (Bln SEK)	RM (Bln SEK)			Absolute RM Delta (Bln SEK)			Relative RM Delta (%)		
		Low	Base	High	Low	Base	High	Low	Base	High
Forsmark	5.5	13.9	15.4	18.3	-1.5	0.0	2.9	-10%	0%	19%
OKG	6.1	7.4	8.4	10.2	-1.0	0.0	1.8	-12%	0%	22%
Ringhals	5.9	12.3	13.9	16.9	-1.6	0.0	3.0	-12%	0%	22%
Barsebäck	0.0	2.4	3.0	3.7	-0.6	0.0	0.7	-20%	0%	25%
Total	17.5	35.9	40.6	49.2	-4.7	0.0	8.5	-12%	0%	21%
Grand Total		RM + CRA (Bln SEK)			Absolute RM + CRA Delta (Bln SEK)			Relative RM + CRA Delta (%)		
		53.4	58.1	66.6	-4.7	0.0	8.5	-8%	0%	15%

10.2. Sensitivity RM in Return Assumptions

The graph and tables below show how sensitive the RM is to different levels of total portfolio return assumptions. This is done by adding a negative/positive constant excess return to each underlying asset category. It is also possible to test more detailed assumptions (for example changing just one asset class), but for now we only analyze the general sensitivity of the RM value to lower/higher total portfolio return in the model. We consider the following cases where the total portfolio return is shifted in parallel by:

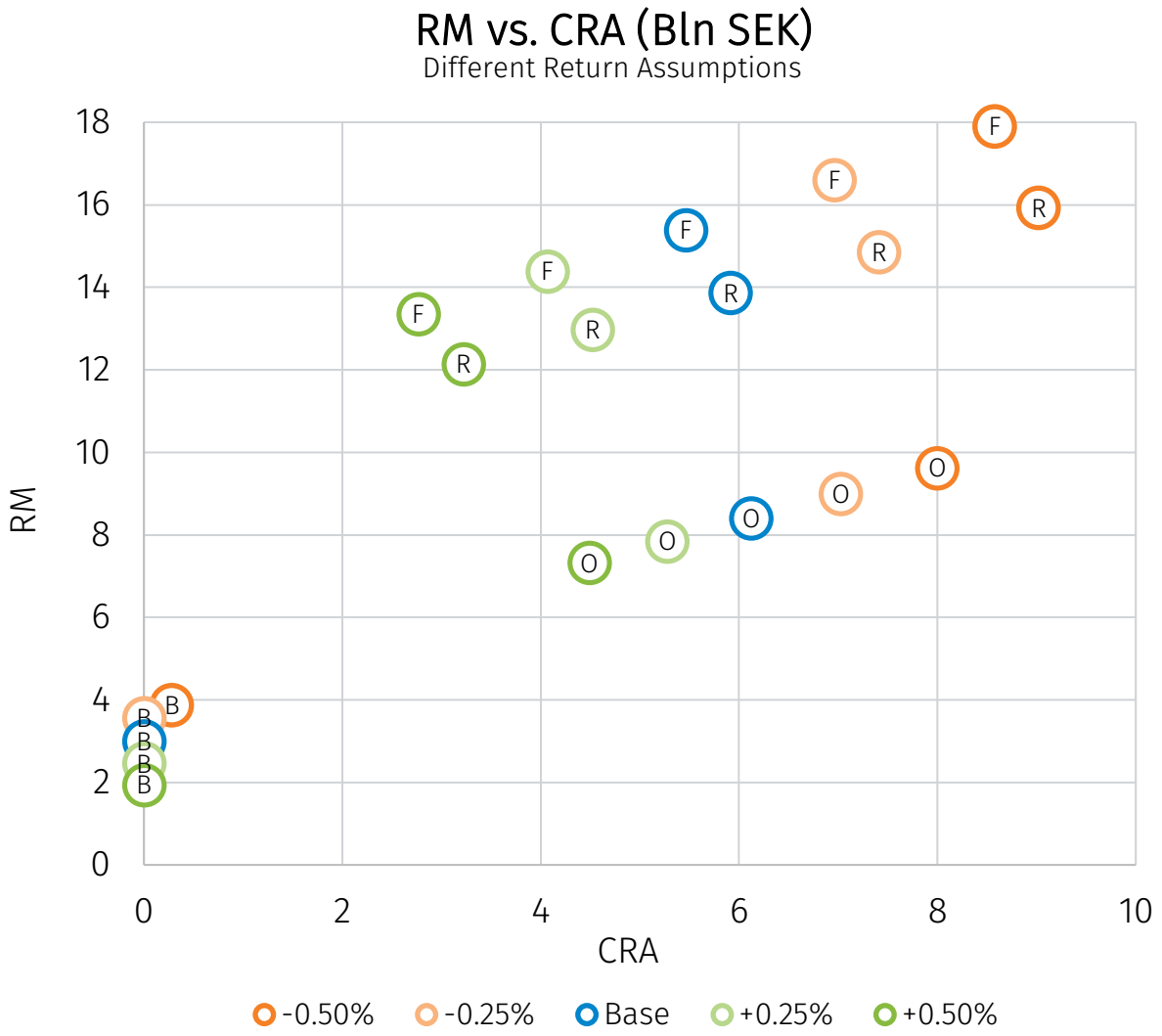
- -0.50 %
- -0.25 %
- 0.0 % (Base)
- +0.25 %
- +0.50 %

Notice that for this sensitivity analysis the CRA and Fee (received from 2022 onwards) is recalculated (outside of GLASS) according to the new return assumptions. However, the new Fee values (received from 2022 onwards) do not affect the RM calculation since we assume that during RM calculations Fee is zero from 2022 onwards.

From the table below it can be seen that shifting the total return with -0.5 % and +0.5 % affects the total RM with +6.7 Bln SEK and -5.9 Bln SEK, respectively, whereas the CRA is affected with +8.4 Bln SEK and -7.0 Bln SEK, respectively.

Generally, we can conclude that increasing/decreasing the Fund's return (without changing the return volatility) decreases/increases the RM and CRA. For CRA the reason is that increasing/decreasing return assumptions increases/decreases the nominal discount curve and therefore the difference between the present value of future cash flows of costs and the assets (= CRA definition) decreases/increases. For RM the reason is that by increasing/decreasing the mean of the investment return and leaving the volatility unchanged, we effectively shift the distribution of the simulated Asset values at end date upward/downward, which can then be added to/subtracted from the Base RM value. Another (less significant) reason why the RM increases/decreases is because the lower/higher nominal discount curve due to lower/higher return assumptions leads to higher/lower discounted 20-year net payments and thus a more/less restrictive Fund's specific 20-year investment rule which results in a less/more risky asset allocation with lower/higher returns. Furthermore, we see from the graph and table that the RM delta is quite linear, i.e. increasing the return with steps of +0.25 % will lead to approximately the same relative and absolute decrease in RM.

Another effect to notice is that Barsebäck's RM is relatively more sensitive to changes in return than other Permit Holders (relative RM delta is higher). This is partly caused because Barsebäck has a slight surplus situation (ratio between Asset value and the discounted value of Cash Flows is bigger than 1.0), whereas the other Permit Holders have a slight deficit situation (after the CRA is added), making Barsebäck relatively somewhat more sensitive to changes in return assumptions. Also Barsebäck has no CRA added to capture a part of the change in "RM + CRA".



Mar21	RM (Bln SEK)					CRA (Bln SEK)				
Permit Holder	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%
Forsmark	17.9	16.6	15.4	14.4	13.4	8.6	7.0	5.5	4.1	2.8
OKG	9.6	9.0	8.4	7.8	7.3	8.0	7.0	6.1	5.3	4.5
Ringhals	15.9	14.9	13.9	13.0	12.1	9.0	7.4	5.9	4.5	3.2
Barsebäck	3.9	3.6	3.0	2.5	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	47.3	44.0	40.6	37.7	34.8	25.9	21.4	17.5	13.9	10.5

Grand Total	RM + CRA (Bln SEK)				
	73.2	65.4	58.1	51.5	45.2

Mar21	Absolute RM Delta (Bln SEK)					Absolute CRA Delta (Bln SEK)				
Permit Holder	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%
Forsmark	2.5	1.2	0.0	-1.0	-2.0	3.1	1.5	0.0	-1.4	-2.7
OKG	1.2	0.6	0.0	-0.6	-1.1	1.9	0.9	0.0	-0.8	-1.6
Ringhals	2.1	1.0	0.0	-0.9	-1.7	3.1	1.5	0.0	-1.4	-2.7
Barsebäck	0.9	0.6	0.0	-0.5	-1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	6.7	3.4	0.0	-3.0	-5.9	8.4	3.9	0.0	-3.6	-7.0
Grand Total	Absolute RM + CRA Delta (Bln SEK)									
	15.1	7.3	0.0	-6.6	-12.9					

Mar21	Relative RM Delta (%)					Relative CRA Delta (%)				
Permit Holder	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%	-0.50%	-0.25%	Base	+0.25%	+0.50%
Forsmark	16%	8%	0%	-7%	-13%	57%	27%	0%	-26%	-49%
OKG	15%	7%	0%	-7%	-13%	31%	15%	0%	-14%	-27%
Ringhals	15%	7%	0%	-6%	-12%	53%	25%	0%	-24%	-46%
Barsebäck	29%	19%	0%	-18%	-35%	-	-	-	-	-
Total	16%	8%	0%	-7%	-14%	48%	22%	0%	-21%	-40%
Grand Total	Relative RM + CRA Delta (%)									
	26%	13%	0%	-11%	-22%					

10.3. Sensitivity RM in FX Hedge

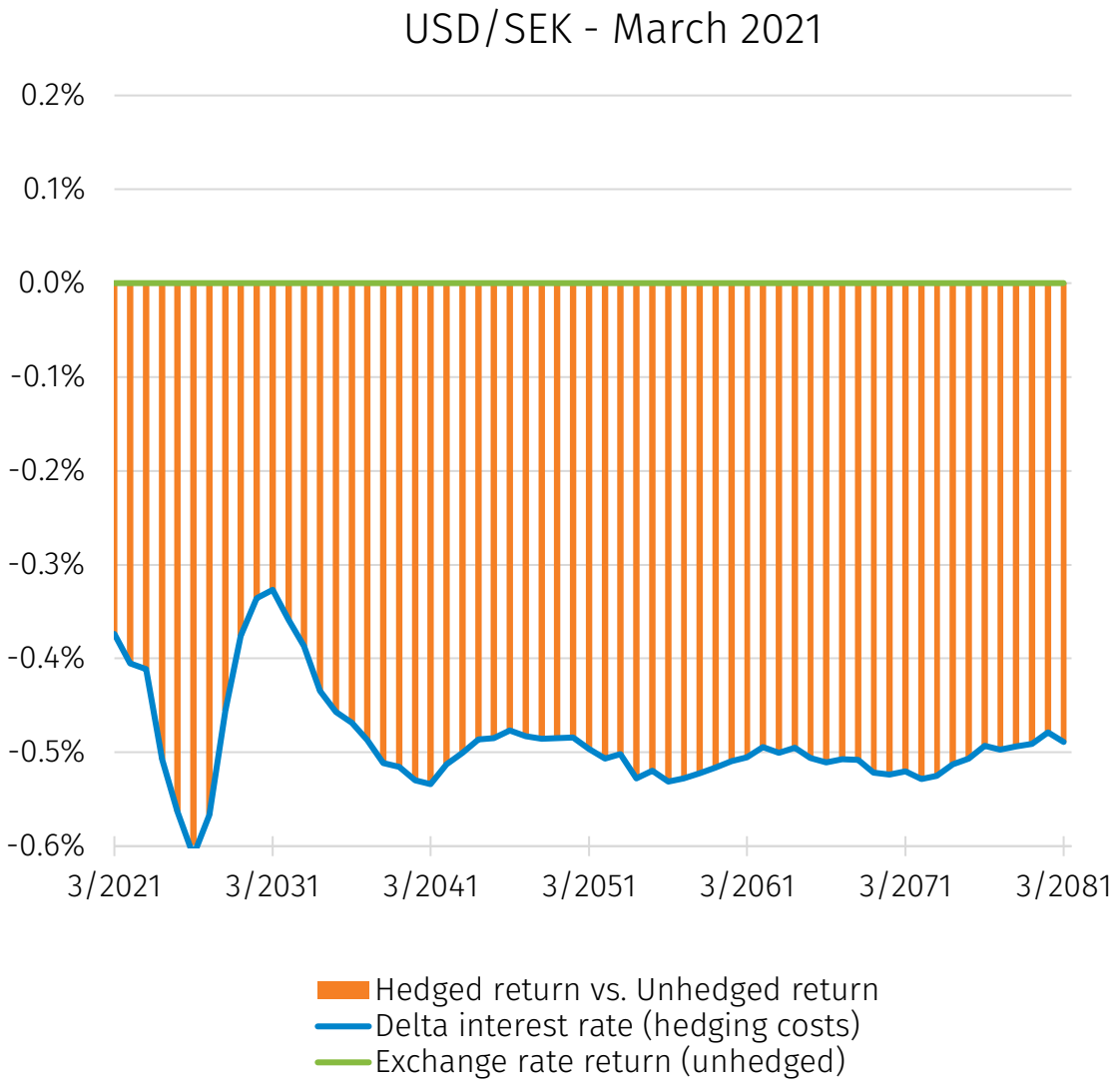
The table below shows how sensitive the RM is to different levels of FX hedge. Notice that only the RM is affected and the CRA is not affected. We consider the following:

- No FX Hedge: 0 % FX Hedge
- Base FX Hedge: strategic currency hedging weights as shown in Currency Hedging Weights
- Full FX Hedge: 100 % FX Hedge

From the table below we see that increasing the FX hedge from Base FX Hedge to Full FX Hedge increases the total RM with 2.7 Bln SEK to 43.3 Bln SEK. Decreasing the FX Hedge from Base FX Hedge to No FX Hedge decreases the total RM with 1.3 Bln SEK to 39.3 Bln SEK.
Generally, we can conclude that decreasing/increasing FX hedge decreases/increases the RM because higher/lower asset returns due to lower/higher hedging costs outweighs the higher/lower volatility which is received by hedging less/more foreign currency risk exposure. In Base FX Hedge the percentage hedged foreign assets from the total portfolio is 8.1 %, whereas in Full FX hedge it is 21.5 % and in No FX hedge 0 %. Therefore notice from the

table that going from Base FX Hedge to Full FX hedge has a bigger impact on the RM (delta is higher) than going from Base FX Hedge to No FX Hedge. Finally, the graph below shows (stylized) the costs of hedging USD currency (short term interest rate differential) compared to no hedging and receiving the (unhedged) exchange rate return which is equal to the (long term) CPI differential.

Permit Holder	CRA (Bln SEK)	RM (Bln SEK)			Absolute RM Delta (Bln SEK)			Relative RM Delta (%)		
		No FX Hedge	Base FX Hedge	Full FX Hedge	No FX Hedge	Base FX Hedge	Full FX Hedge	No FX Hedge	Base FX Hedge	Full FX Hedge
Forsmark	5.5	14.9	15.4	16.5	-0.5	0.0	1.1	-3%	0%	7%
OKG	6.1	8.1	8.4	9.0	-0.3	0.0	0.6	-3%	0%	7%
Ringhals	5.9	13.4	13.9	14.8	-0.4	0.0	0.9	-3%	0%	6%
Barsebäck	0.0	2.9	3.0	3.2	-0.1	0.0	0.2	-3%	0%	5%
Total	17.5	39.3	40.6	43.3	-1.3	0.0	2.7	-3%	0%	7%
Grand Total		RM + CRA (Bln SEK)			Absolute RM + CRA Delta (Bln SEK)			Relative RM + CRA Delta (%)		
		56.8	58.1	60.8	-1.3	0.0	2.7	-2%	0%	5%



10.4. Sensitivity RM in UFR

The tables below show how sensitive the RM is to a lower UFR level. We consider the following cases:

- Base UFR: 4.05 %
- Low UFR (EIOPA 2022 level[5]): 3.45 %

Notice that for this sensitivity analysis the CRA and Fee (received from 2022 onwards) is recalculated (outside of GLASS) according to the lower UFR discount curve, and the NW economy is recalibrated. The new Fee values (received from 2022 onwards) do not affect the RM calculation since we assume that during RM calculations Fee is zero from 2022 onwards. From the table below it can be seen that decreasing the UFR value with 0.60 percentage points to 3.45 % increases the total RM with 2.6 Bln SEK to 43.2 Bln SEK, whereas the CRA increases with 4.0 Bln SEK to 21.5 Bln SEK.

[5] See: The calculation of the Ultimate Forward Rate for 2022 | Eiopa (europa.eu)

Generally, we can conclude that increasing/decreasing the UFR value decreases/increases the RM and CRA. For CRA the reason is that increasing/decreasing the UFR value increases/decreases the nominal discount curve and therefore the difference between the present value of future cash flows of costs and the assets (= CRA definition) decreases/increases. For RM the reason is that increasing/decreasing the UFR value increases/decreases the asset returns and therefore the simulated Asset values at end date shift upward/downward. The main reason why the asset returns increase/decrease is that the increased/decreased UFR value leads to higher/lower 1-year implied forward rates derived from the nominal discount curve and used as target value to calibrate the NW economy. Another (less significant) reason why the returns are higher/lower is because the higher/lower nominal discount curve due to higher/lower UFR value leads to lower/higher discounted 20-year net payments and thus a less/more restrictive Fund's specific 20-year investment rule which results in a more/less risky asset allocation with higher/lower returns.

Mar21	RM (Bln SEK)		CRA (Bln SEK)	
Permit Holder	Base	Low	Base	Low
Forsmark	15.4	16.4	5.5	7.0
OKG	8.4	8.9	6.1	7.0
Ringhals	13.9	14.6	5.9	7.4
Barsebäck	3.0	3.3	0.0	0.0
Total	40.6	43.2	17.5	21.5

Grand Total	RM + CRA (Bln SEK)	
	58.1	64.7

Mar21	Absolute RM Delta (Bln SEK)		Absolute CRA Delta (Bln SEK)	
Permit Holder	Base	Low	Base	Low
Forsmark	0.0	1.0	0.0	1.6
OKG	0.0	0.5	0.0	0.9
Ringhals	0.0	0.8	0.0	1.5
Barsebäck	0.0	0.4	0.0	0.0
Total	0.0	2.6	0.0	4.0

Grand Total	Absolute RM + CRA Delta (Bln SEK)	
	0.0	6.6

Mar21	Relative RM Delta (%)		Relative CRA Delta (%)	
Permit Holder	Base	Low	Base	Low
Forsmark	0%	6%	0%	28%
OKG	0%	6%	0%	15%
Ringhals	0%	6%	0%	26%
Barsebäck	0%	12%	-	-
Total	0%	6%	0%	23%

Grand Total	Relative RM + CRA Delta (%)	
	0%	11%

10.5. Sensitivity RM in Economy

The tables below show how sensitive the RM is to different underlying economic assumptions. We consider the following economies:

- NWF
- OFS

Notice that for the OFS economy the discount curve is recalibrated according to Ortec Finance long term mean assumption, leading to a lower UFR value of 1.5 % (3.45 % in NWF economy) and a slightly higher risk premium of 0.8 % (0.75 % in NWF economy). The 1.5 % UFR value is received with EIOPAs UFR definition applied on Ortec Finance long term mean values: Real short rate (3m) + Inflation = -0.5 % + 2.0 % = 1.5 %. The 0.8 % risk premium follows from the following assumptions: 40 % Sovereign Fixed Income * 0.0 % Risk Premium + 40 % Sovereign Fixed Income * 0.5 % Risk Premium + 20 % Sovereign Fixed Income * 3.0 % Risk Premium. With this recalibrated discount curve, the CRA and Fee (received from 2022 onwards) is recalculated (outside of GLASS) to correspond with the OFS economy. The new Fee values (received from 2022 onwards) do not affect the RM calculation since we assume that during RM calculations Fee is zero from 2022 onwards.

From the table below it can be seen that using the OFS economy increases the total RM with 7.8 Bln SEK to 48.4 Bln SEK, whereas the CRA increases with 20.6 Bln SEK to 38.0 Bln SEK.

The CRA increases because the lower UFR value used in the OFS discount curve decreases the nominal discount curve and therefore the difference between the present value of future cash flows of costs and the assets (= CRA definition) increases. The RM increases because the OFS economic returns are lower than the NWF economic returns.

Mar21	RM (Bln SEK)		CRA (Bln SEK)	
Permit Holder	NW Eco	OFS Eco	NW Eco	OFS Eco
Forsmark	15.4	18.5	5.5	13.2
OKG	8.4	10.0	6.1	10.6
Ringhals	13.9	16.2	5.9	13.5
Barsebäck	3.0	3.7	0.0	0.8
Total	40.6	48.4	17.5	38.0

Grand Total	RM + CRA (Bln SEK)	
	58.1	86.5

Mar21	Absolute RM Delta (Bln SEK)		Absolute CRA Delta (Bln SEK)	
Permit Holder	NW Eco	OFS Eco	NW Eco	OFS Eco
Forsmark	0.0	3.1	0.0	7.7
OKG	0.0	1.6	0.0	4.5
Ringhals	0.0	2.4	0.0	7.6
Barsebäck	0.0	0.7	0.0	0.8
Total	0.0	7.8	0.0	20.6

Grand Total	Absolute RM + CRA Delta (Bln SEK)	
	0.0	28.3

Mar21	Relative RM Delta (%)		Relative CRA Delta (%)	
Permit Holder	NW Eco	OFS Eco	NW Eco	OFS Eco
Forsmark	0%	20%	0%	141%
OKG	0%	19%	0%	73%
Ringhals	0%	17%	0%	128%
Barsebäck	0%	24%	-	-
Total	0%	19%	0%	117%

Grand Total	Relative RM + CRA Delta (%)	
	0%	49%

10.6. Sensitivity RM in Seed Values

The tables below show how sensitive the RM value is to different seed values, all simulated on 10000 scenarios. The seed values are chosen randomly and with Base we refer to the ALM variant used in the proposal by Riksgälden. From the tables below we notice that it is realistic to assume an uncertainty interval of -1 % - +1 % for the RM value (compared against the average RM value from the five different seeds).

Mar21	RM (Bln SEK)				
Permit Holder	Base	Random Seed Variant 1	Random Seed Variant 2	Random Seed Variant 3	Random Seed Variant 4
Forsmark	15.4	15.6	15.6	15.5	15.7
OKG	8.4	8.5	8.5	8.4	8.5
Ringhals	13.9	14.0	14.1	14.1	14.1
Barsebäck	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Total	40.6	41.0	41.2	40.9	41.3

Average RM value from five different seeds: **41.0 Bln SEK**

Mar21	Delta from Average RM				
RM	Base	Random Seed Variant 1	Random Seed Variant 2	Random Seed Variant 3	Random Seed Variant 4
Absolute Delta (Bln SEK)	-0.4	0.0	0.2	-0.1	0.3
Relative Delta (%)	-0.9%	0.0%	0.4%	-0.2%	0.7%

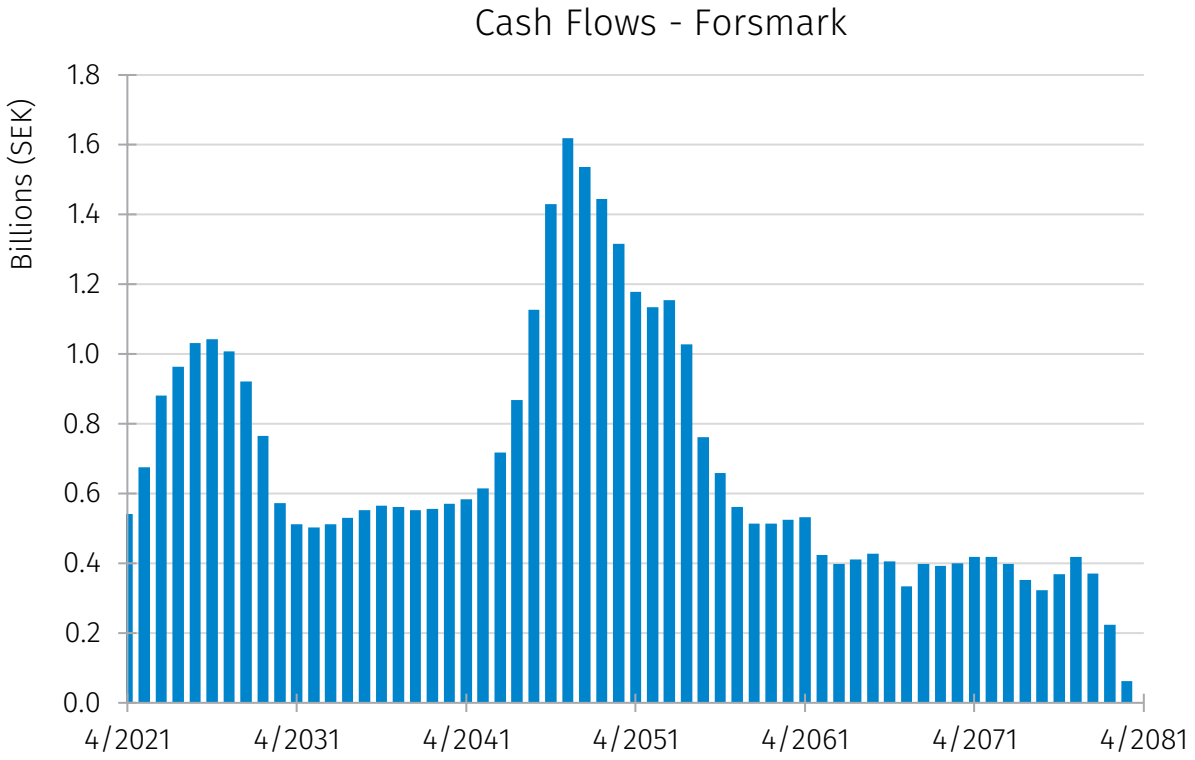
11. References

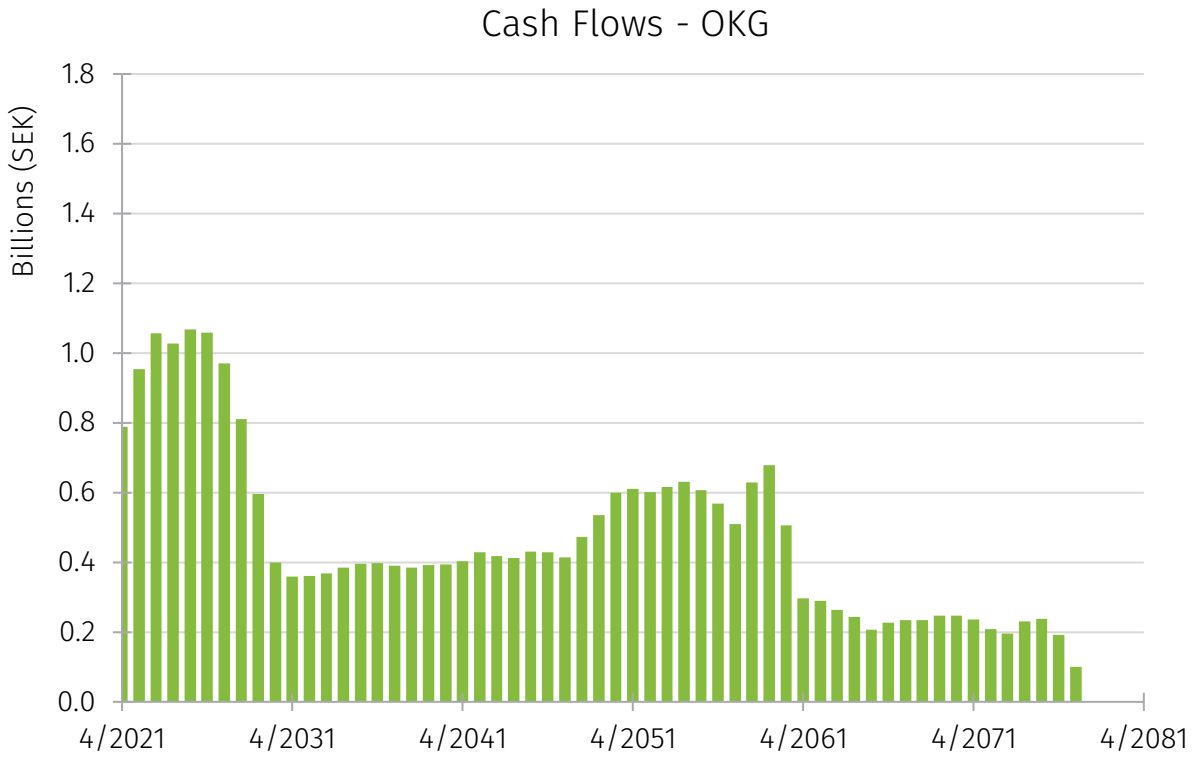
- *Ortec Finance, GLASS_ALM_Software_Tool_Documentation_March_2021*
- *Riksgälden, Modell för beräkning av kompletteringsbelopp för reaktorinnehavare, RG 2021/223*
- *Riksgälden, Kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp - Förslag på kärnavfallsavgifter, finansierings- och kompletteringsbelopp för 2022-2023, RG 2021/223*
- *Ortec Finance, Scenario Department Memo - Swedish Risk Drivers - June 2020*
- The calculation of the Ultimate Forward Rate for 2022 | Eiopa (europa.eu)

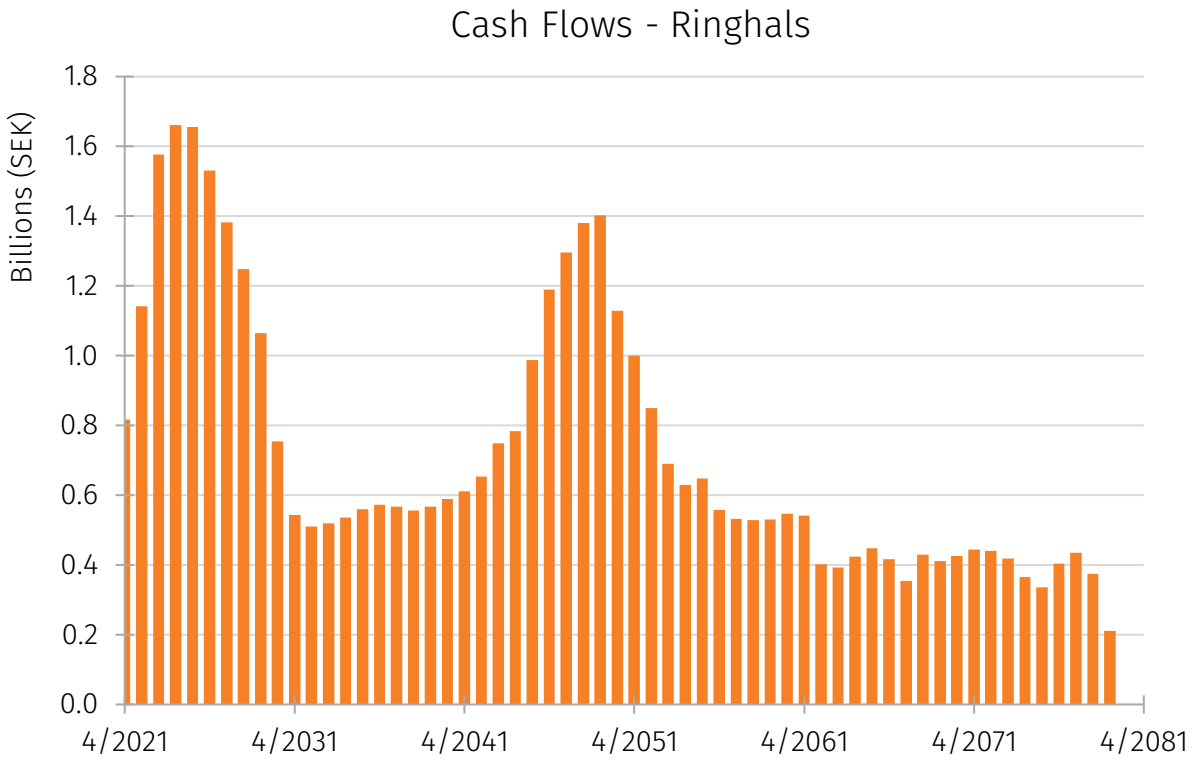
12. Appendix

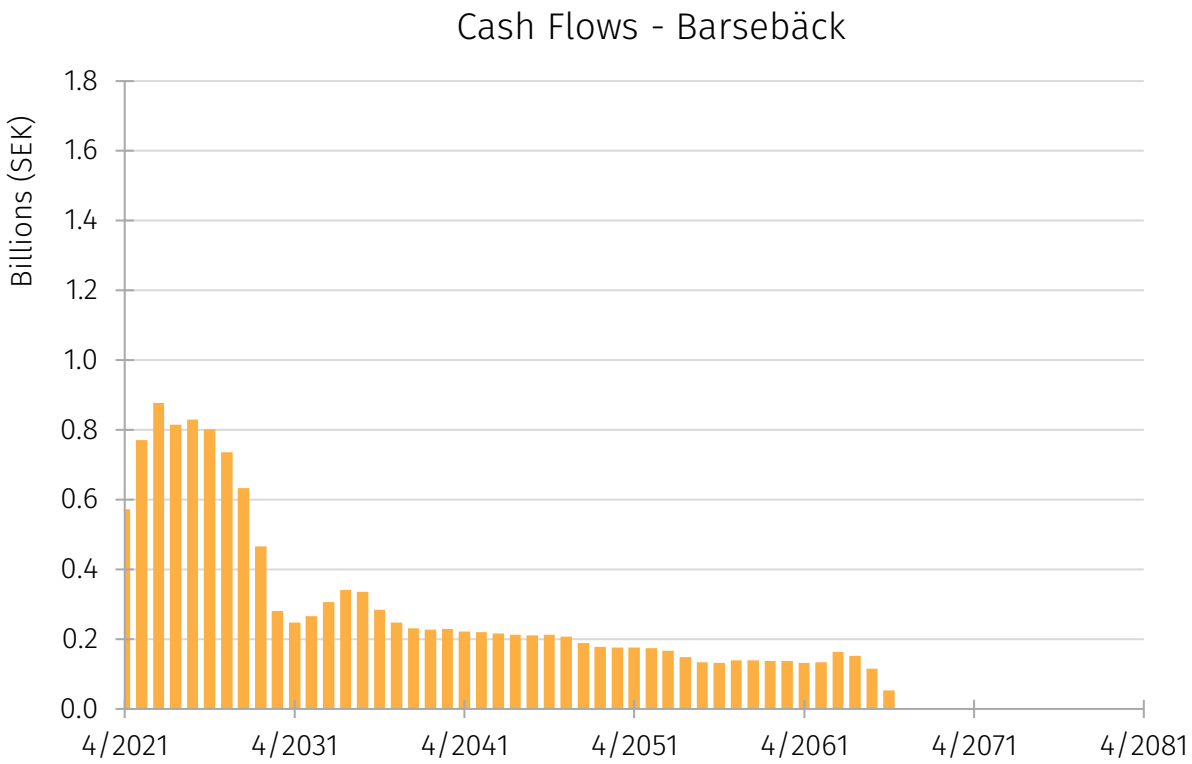
Graphical Overview Cash Flows

Graphical overview of the Cash Flows for all Permit Holders (not exposed to any stochastic risk drivers like Volume, EEF and General Inflation Risk):



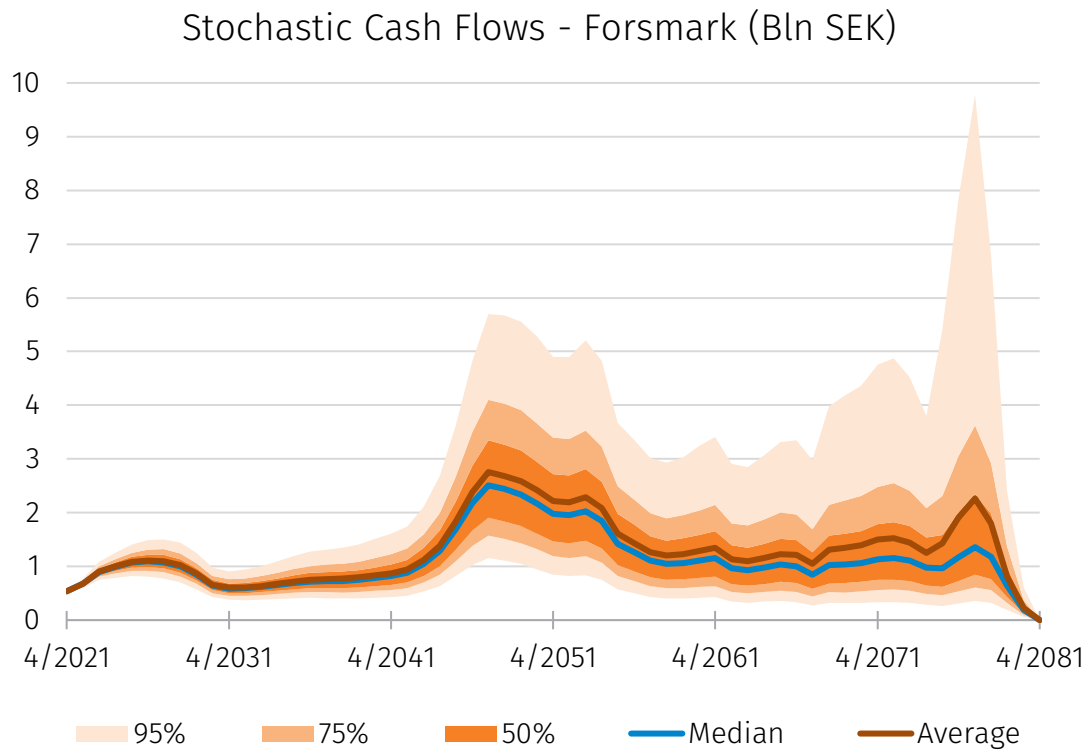

Cash Flows - OKG
Billions (SEK)
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
4/2021
4/2031
4/2041
4/2051
4/2061
4/2071
4/2081

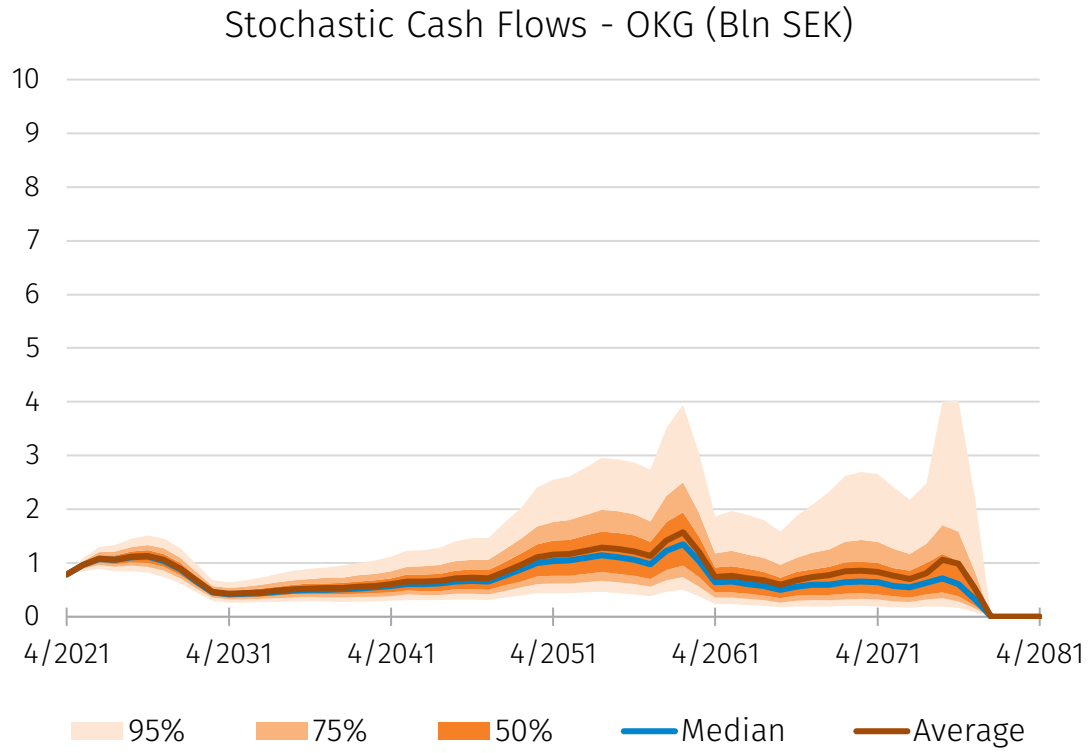

Cash Flows - Ringhals
Billions (SEK)
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
4/2021
4/2031
4/2041
4/2051
4/2061
4/2071
4/2081

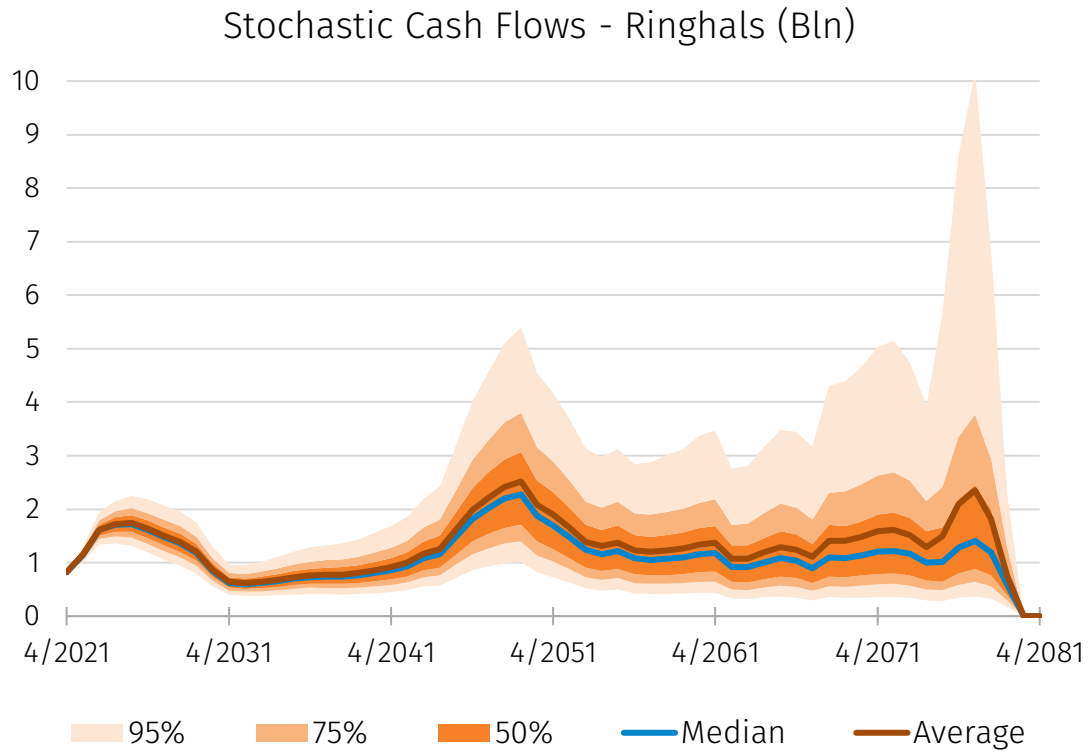


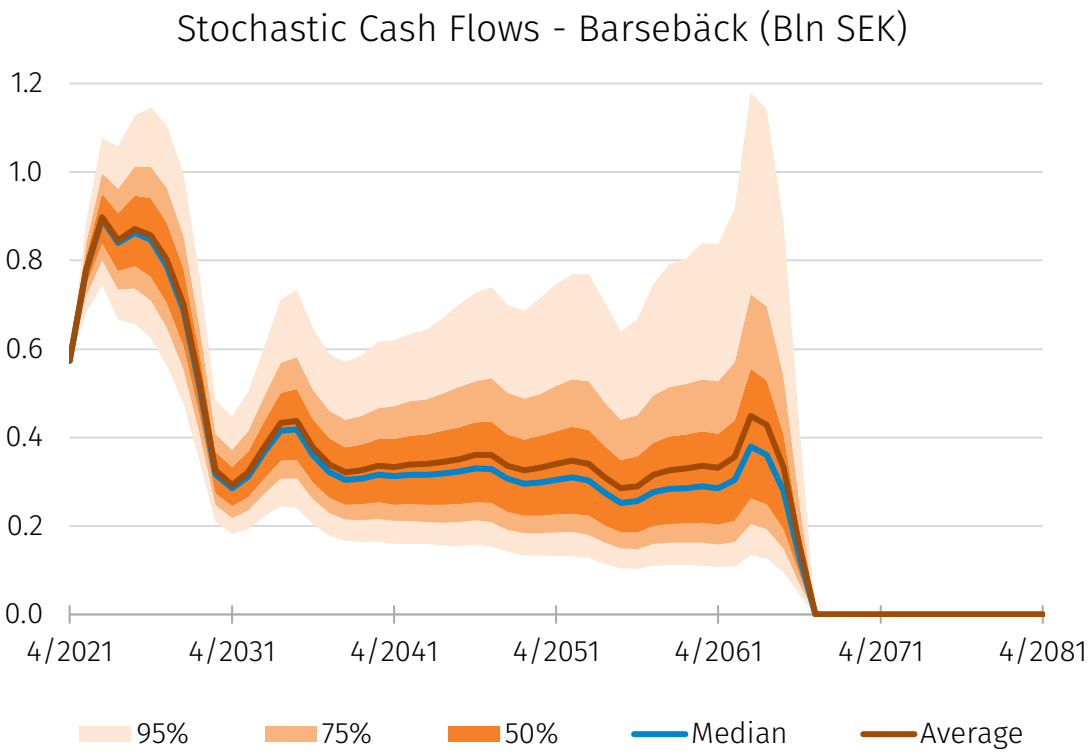
Graphical Overview Stochastic Cash Flows

Graphical overview of possible Stochastic Cash Flows for all Permit Holders (exposed to stochastic risk drivers like Volume, EEF and General Inflation Risk):




Stochastic Cash Flows - OKG (Bln SEK)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
4/2021
4/2031
4/2041
4/2051
4/2061
4/2071
4/2081
95%
75%
50%
Median
Average


Stochastic Cash Flows - Ringhals (Bln)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
4/2021
4/2031
4/2041
4/2051
4/2061
4/2071
4/2081
95%
75%
50%
Median
Average



Correlation Matrix

ORTEC FINANCE

Correlations of returns in SEK according to currency overlay 4/2021 - 3/2081 0y0m - 60y0m (Annual)

	Total Assets	Government bond - SWE	ILB - SWE	Covered mortgage bond SWE	Corp Credits SWE	EQ SWE	Certificates EQ USD	Certificates EQ EUR	Certificates EQ GBP	Certificates EQ JPY	Certificates Corp Credits A USD	Certificates Corp Credits A EUR	Certificates Corp Credits A GBP	Cash SWE	CPI_SWE (Return or level variable)	CPI_US (Return or level variable)	EEF1 (Return or level variable)	EEF2 (Return or level variable)	EEF3 (Return or level variable)	EEF4 (Return or level variable)	EEF5 (Return or level variable)	EEF6 (Return or level variable)	EEF7 (Return or level variable)	NW program volume risk (SKB - 16% std) (Return or level variable)	NW program volume risk (Base - 25% std) (Return or level variable)	NW program volume risk (Higher - 35% std) (Return or level variable)	Government volume risk (Base - 20% std) (Return or level variable)	Government volume risk (Higher - 28% std) (Return or level variable)	Government volume risk (SKB - 12.8% std) (Return or level variable)
Total Assets	1.00	0.50	0.52	0.57	0.58	0.77	0.77	0.70	0.64	0.55	0.45	0.40	0.45	0.28	-0.05	-0.05	0.07	-0.04	0.00	-0.05	0.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Government bond - SWE		1.00	0.68	0.92	0.50	0.00	0.04	0.02	0.00	0.02	0.33	0.33	0.45	0.56	-0.02	-0.08	0.04	-0.06	0.00	-0.07	-0.11	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ILB - SWE			1.00	0.63	0.42	0.14	0.12	0.08	0.07	0.06	0.29	0.27	0.36	0.53	0.36	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Covered mortgage bond SWE				1.00	0.62	0.04	0.10	0.08	0.07	0.07	0.40	0.42	0.50	0.52	-0.04	-0.10	0.05	-0.06	0.00	-0.07	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corp Credits SWE					1.00	0.18	0.29	0.25	0.27	0.23	0.40	0.61	0.56	0.31	-0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ SWE						1.00	0.64	0.65	0.61	0.54	0.07	0.05	0.12	-0.03	-0.13	-0.04	0.06	-0.01	0.00	-0.01	0.15	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates EQ USD							1.00	0.74	0.71	0.55	0.35	0.20	0.21	0.00	-0.05	-0.04	0.08	-0.03	0.00	-0.03	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates EQ EUR								1.00	0.79	0.60	0.21	0.37	0.18	-0.04	-0.09	-0.06	0.02	-0.03	0.00	-0.04	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates EQ GBP									1.00	0.58	0.13	0.20	0.18	-0.01	-0.08	-0.04	0.02	-0.02	0.00	-0.02	0.15	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates EQ JPY										1.00	0.07	0.10	0.17	0.00	-0.12	-0.03	0.05	-0.02	0.00	-0.02	0.16	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates Corp Credits A USD											1.00	0.55	0.48	0.26	0.02	-0.10	0.01	-0.07	0.00	-0.08	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates Corp Credits A EUR												1.00	0.50	0.25	0.03	-0.04	-0.04	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Certificates Corp Credits A GBP													1.00	0.36	-0.03	-0.11	-0.01	-0.06	0.00	-0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cash SWE														1.00	0.28	0.21	0.02	0.01	0.00	0.01	-0.07	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CPI_SWE (Return or level variable)															1.00	0.70	-0.09	0.11	0.00	0.12	-0.07	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CPI_US (Return or level variable)																1.00	-0.01	0.16	0.00	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF1 (Return or level variable)																	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF2 (Return or level variable)																		1.00	0.00	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF3 (Return or level variable)																			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF4 (Return or level variable)																				1.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF5 (Return or level variable)																					1.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF6 (Return or level variable)																						1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EEF7 (Return or level variable)																							1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NW program volume risk (SKB - 16% std) (F																								1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NW program volume risk (Base - 25% std) (I																									1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NW program volume risk (Higher - 35% std)																										1.00	0.00	0.00	0.00
Government volume risk (Base - 20% std) (F																											1.00	0.00	0.00
Government volume risk (Higher - 28% std) (																												1.00	0.00
Government volume risk (SKB - 12.8% std) (																													1.00

Disclaimer

Ortec Finance is neither liable for the proper and complete transmission of the information contained in this communication nor for any delay in its receipt. The information in this communication is not intended as a recommendation or as an offer unless it is explicitly mentioned as such. No rights can be derived from this message.

Ortec Finance accepts no liability for the consequences of investment decisions made in relation to information in this report.

This communication is from Ortec Finance. A company registered in Rotterdam, The Netherlands under company number 24421148 with registered office at Boompjes 40. 3011 XB Rotterdam. The Netherlands. All our services and activities are governed by our general terms and conditions which may be consulted on www.ortecfinance.com and shall be forwarded free of charge upon request.

Bilaga 2: Underlag för beräkningen av skuldsidan

I denna bilaga beskrivs Riksgäldens ansats och parameterval för modellering av skuldsidan i beräkningarna av kompletteringsbeloppet.

1 Kostnader underskattas regelmässigt i storskaliga projekt

Omfattande forskning visar att kostnader och tidsåtgång har en tydlig tendens att underskattas i planeringen av storskaliga projekt[1], samtidigt som fördelarna som projekten skulle leverera överskattas. Resultaten återfinns brett - för projekt inom olika branscher, geografiska regioner och oavsett om projekten bedrivs i privat eller offentlig regi - och har därför beskrivits som *"The iron law of megaprojects: Over budget, over time, under benefits, over and over again"*[2]. I tabell 1 visas en sammanställning av kostnadsöverskridandet för storskaliga projekt inom ett antal olika sektorer. Gemensamt är att kostnaderna för samtliga sektorer i genomsnitt underskattas, även om nivåerna skiljer sig signifikant per sektor. Studier av stora svenska infrastrukturprojekt visar på samma tendens med stora kostnadsunderskattningar och omfattande förseningar[3].

Tabell 1. Kostnadsöverskridande i olika typer av storskaliga projekt

	Vägar	Broar och tunnlar	Energi	Järnvägar	Dammar
Genomsnittligt (realt) kostnadsöverskridande	20 %	34 %	36 %	45 %	90 %
Andel av projekt som går över budget	9 av 10	9 av 10	6 av 10	9 av 10	7 av 10

Källa: Flyvbjerg et al. (2021) [1]

Kärnavfallsprogrammet sett som helhet kan klassificeras som ett megaprojekt. Även när programmet bryts ned i delprojekt såsom t.ex. KBS-3-systemet (kärnbränsleförvaret och inkapslingsanläggningen Clink), SFL, utbyggnaden av SFR och avvecklingen av reaktorer, kan dessa på egen hand klassificeras som

[1] Så kallade *mega projects* är projekt som typiskt sett kostar en miljard (US) dollar eller mer, tar många år att utveckla och bygga, involverar flera offentliga och privata intressenter och påverkar miljontals människor.
[2] Se t.ex. Flyvbjerg (2011) [9] och Oxford University Press (2017) sida 12 [10].
[3] Se t.ex. Jäderholm (2020) [8], Riksrevisionen (2010) [16] och Riksrevisionen (2019) [17].

megaprojekt med hänsyn till förväntade kostnader, tidslängd och komplexitet. Erfarenheter från tidigare genomförda megaprojekt är därför relevanta och viktiga att beakta för Riksgälden, dels för att kunna yttra sig om SKB:s kostnadsunderlag och dels för att kunna validera de parametrar som Riksgälden använder för riskfaktorer på skuldsidan i beräkningen av kompletteringsbelopp (se vidare avsnitt 4).

2 Förklaring till underskattningar och hur de kan undvikas

Givet att utfallsdata för storskaliga projekt uppvisar kostnadsöverskridande jämfört med prognos är det av vikt att kunna förklara de huvudsakliga orsakerna till varför underskattningarna uppstår. Orsakerna påverkar nämligen ansats och metodval för att kunna göra mer rättvisande estimat kring osäkerheterna kring kostnadsestimaten för kärnavfallsprogrammet som modelleras vid beräkningen av kompletteringsbeloppet.

Genom att undersöka prognosfel (utfall jämfört med tidigare framtagna kostnadsestimat) för ett stort antal projekt sett över långa tidsperioder har bl.a. Flybjerg et al (2003) [2] visat att kostnadsavvikelser i genomsnitt är positiva och inte heller har minskat i omfattning över tid. Detta resultat leder till två viktiga slutsatser.

För det första finns det systematiska fel, *bias*, i kostnadsberäkningar för storskaliga projekt, vilket innebär att avvikelserna inte enbart kan förklaras av att kostnader är svåra att prognosticera (vilket de förstås är, speciellt för komplexa projekt som pågår under lång tid). Om så vore fallet skulle vi, i studier av ett stort antal projekt, observera att underskattningar och överskattningar förekommer men att de i genomsnitt tar ut varandra. Istället observeras en tendens att oftare underskatta kostnaderna än att överskatta kostnaderna.

För det andra visar studien att denna bias inte minskat i omfattning under de senaste 70 åren, vilket indikerar en låg grad av lärande vad gäller att göra kostnadsestimat mer realistiska och väntevärdesriktiga för storskaliga projekt. Slutsatsen är istället att något annat än ”tekniska förklaringar” måste förklara varför kostnaderna för storskaliga projekt konsekvent underskattas och inte blir bättre över tid[4].

[4] Med ”tekniska förklaringar” menas prognosfel som beror på att oförutsedda händelser i projektet som inte kunde förutses, till exempel på grund av avsaknad på data eller dåliga prognosmodeller.

Forskning på området visar att två andra typer av förklaringsmodeller bättre stämmer överens med de data som kan observeras, vilka i motsats till tekniska förklaringar bägge förutspår att kostnader och tidsåtgång kommer att underskattas i storskaliga projekt:

- **Psykologiska förklaringar**[5], som förklarar prognosavvikelser utifrån olika typer av kognitiva mekanismer. Speciellt viktig för projektplanering och prognoser är så kallad *optimism bias*, en allmänmänsklig kognitiv mekanism som innebär en överoptimistisk inställning till projektet som man är involverad i. Som deltagare i projektet får man en så kallad *inside view* och tenderar att underskatta kostnaden och tidsåtgången, och forskning visar dessutom att fenomenet kvarstår även om prognosmakaren medvetandegörs om det[6]. Andra viktiga kognitiva mekanismer som påverkar projektplanering och prognoser är bl.a.:

    - *Confirmation bias* – tendensen att människor söker, och har större tilltro, till information som bekräftar vad de redan tror på
    - *Anchoring bias* – att lägga för stor vikt vid den första informationen vi tar del av, till exempel om ett projekts kostnader
    - *Uniqueness bias* – tendensen att se just det projekt man arbetar i som mer unikt än vad det faktiskt är

- **Politiska och ekonomiska förklaringar**, som förklarar prognosavvikelser utifrån organisatoriska eller ekonomiska incitament att underskatta kostnader eller tidsåtgången för projektet. Detta kan göra att man ”tänjer på sanningen” och presenterar för låga kostnader för att t.ex. få anslag för ett projekt. Sådana effekter benämns som *strategic misrepresentation* eftersom de till skillnad från psykologiska förklaringar görs på ett medvetet sätt.

SKB:s metod för att bedöma osäkerheter kring estimaten av de framtida kostnaderna för kärnavfallsprogrammet beaktar i sin nuvarande utformning inte ovan nämnda faktorer. Inventering av vilka risker som ska ingå, såväl som kvantifieringen av riskernas storlek, görs av en referensgrupp som består av personer som har en stark koppling till kärnavfallsprogrammet och SKB. Vidare bestäms flera av de grundläggande förutsättningarna för osäkerhetsanalysen av personer som även arbetar med att ta fram kostnadsberäkningarna som SKB redovisar[7]. I termer av de etablerade förklaringsmodellerna för kostnadsunderskattningar i den akademiska litteraturen är det därför sannolikt att

[5] Forskningen inom området beteendeekonomi grundlades och utvecklades i stor utsträckning av Daniel Kahneman som belönades med Sveriges Riksbanks pris i ekonmomisk vetenskap till Alfred Nobels minne år 2002.
[6] Se Kahneman och Tversky (1977) [11].
[7] Se Riksgäldens granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019 [12].

analysen präglas både av psykologiska faktorer (inside view) och det kan inte heller uteslutas att ekonomiska incitament, åtminstone indirekt, präglar bedömningarna som görs.

Oaktat orsakerna till underskattningen i beräkningarna är emellertid lösningen densamma: en empirisk analys som beaktar utfallsdata från tidigare genomförda projekt. Genom en datadriven ansats av personer som inte direkt arbetar i projektet (s.k. *outside view*) erhålls estimat av osäkerheterna som inte präglas av kognitiv bias eller ekonomiska incitament, just eftersom estimaten inte bygger på subjektiva bedömningar utan istället undersöker utfallsdata för tidigare projekt (hur mycket det faktiskt kostade) jämfört med tidigare framtagna kostnadsestimat (vad man på förhand bedömde att det skulle kosta). Med detta inte sagt att en datadriven ansats inte har sina egna utmaningar, vad gäller till exempel datatillgänglighet och jämförbarhet. Riksgäldens bedömning är dock att alternativet - att kärnkraftsindustrin gör subjektiva bedömningar om osäkerheter för sina egna projekt som inte finner stöd i de data som kan observeras - inte är en framkomlig väg.

Att gå emot en mer datadriven ansats för helhetsbedömningen av osäkerheter i kärnavfallsprogrammets framtida kostnader betyder inte att SKB:s osäkerhetsanalys förlorar sin roll. Det kommer alltjämt vara eftersträvansvärt att försöka identifiera viktiga osäkerheter i kärnavfallsprogrammet även om detaljerad data inte finns tillgänglig, inte minst för SKB och reaktorinnehavarna som aktivt behöver arbeta för att minska sannolikheten att dessa risker materialiseras. Det är därför viktigt att förstå att det inte finns någon motsättning mellan den metod som Riksgälden använder för att skapa scenarier på skuldsidan i beräkningsmodellen (som görs på en mer övergripande nivå) och SKB:s metod för att göra osäkerhetsanalyser (som görs på en mer detaljerad nivå). Däremot bör förstås bedömningen av den totala osäkerheten från de två olika ansatserna ger liknande resultat, dvs. att den mer detaljerade osäkerhetsbedömning som SKB gör för olika delprojekt leder till en aggregerad risknivå för kärnavfallsprogrammet som finner stöd i data.

3 Tidigare granskningar av SKB:s osäkerhetsanalys

Den ansats som valts för att modellera skuldsidan, och de synpunkter som Riksgälden alltjämt har på SKB:s osäkerhetsanalys, är inte någon nyhet. Riksgälden, och tidigare Strålsäkerhetsmyndigheten, har under lång tid granskat dels angreppssättet men också beräkningsmodellen som SKB använder för att kvantifiera sina riskbedömningar.

SKB:s osäkerhetsanalyser har dels granskats från ett övergripande perspektiv (s.k. *top down*) genom en serie uppdrag till Norges Naturvetenskapliga och Tekniska Universitet (NTNU) som har långvarig erfarenhet av osäkerhetsanalys för

infrastrukturprojekt i Norge. Genom att jämföra kärnavfallsprogrammet med andra projekt av jämförbar mognadsgrad[8] bedömde NTNU (2017) [3] att osäkerheten i de totala kostnaderna mätt som relativ standardavvikelse borde ligga på minst 20-25 procent (vilket kan jämföras med 16 procent i SKB:s Plan 2019). Även Steen Lichtenberg, utvecklare av den successivprincipen, har uppgett att den relativa standardavvikelsen borde ligga kring minst 20-25 procent [4]. Utifrån bedömningen att osäkerheterna underskattades har Strålsäkerhetsmyndigheten granskat SKB:s metod och beräkningsmodell (s.k. *bottom-up*) i syfte att förstå vilka huvudsakliga faktorer som driver resultaten. Utifrån dessa granskningar har Strålsäkerhetsmyndigheten och Riksgälden pekat på ett antal områden där analysen kan förbättras för att ge en mer realistisk bild av osäkerheterna i kärnavfallsprogrammet[9]. SKB har beaktat dessa synpunkter i mycket begränsad utsträckning, och inte heller presenterat oberoende data eller studier som ger stöd för de risknivåer som följer av osäkerhetsanalysen.

4 Ny studie ger ytterligare stöd till Riksgäldens bedömning om en högre osäkerhet

Riksgälden bedömer att resultat från tidigare redovisade granskningar ger starkt stöd för att den faktiska osäkerheten är högre än den som följer av SKB:s osäkerhetsanalys. Riksgälden arbetar dock löpande med att kartlägga nya datakällor och metoder i syfte att utveckla vår analys och ytterligare underbygga de antaganden som görs.

På senare år har betydande framsteg gjorts inom området att empiriskt skatta sannolikhetsfördelningar för kostnadsutfall i stora projekt, s.k. *reference class forecasting*[10]. Metoden bygger, mycket kortfattat beskrivet, på att en referensklass av tidigare genomförda jämförbara projekt används för att bedöma sannolikheten för kostnadsöverskridande i planerade projekt. Den underliggande teorin för reference class forecasting inte ny[11] och används redan inom många andra områden, och vad som föranlett att metoden nu blir alltmer utbredd är snarare att databaser innehållande ett stort antal tidigare projekt har etablerats. Reference class forecasting

[8] Förenklat uttryckt hur långt man kommit i ett projekt.
[9] För den senaste bedömningen av SKB:s osäkerhetsanalys refereras läsaren till Riksgäldens förslag på avgifter för 2021 [13].
[10] Se t.ex. Flyvbjerg (2006) [14].
[11] De bakomliggande teorierna för reference class forecasting lades fram av Daniel Kahneman och Amos Tversky i slutet på 1970-talet.

har använts i samband med kostnadsestimering för flera stora projekt, exempelvis *Crossrail*-projektet i London, och transportdepartementet i Storbritannien uppdaterade nyligen sin vägledning för hur metoden kan användas för att hantera s.k. optimism bias i infrastrukturprojekt[12].

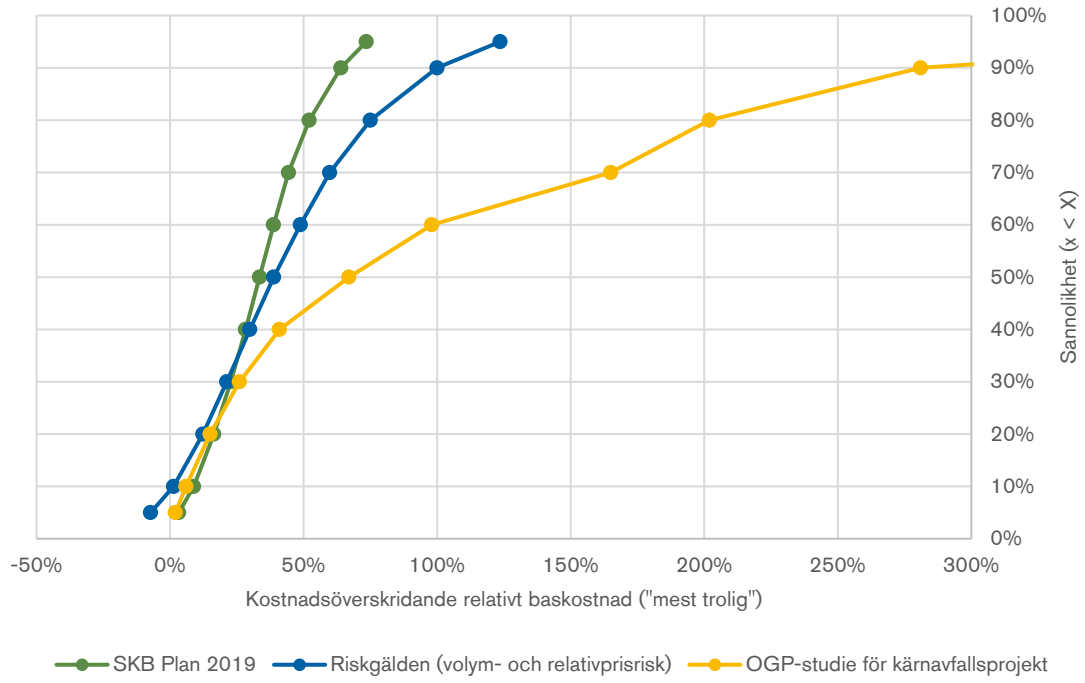
Den enskilt viktigaste aspekten vid reference class forecasting är att avgöra vilka tidigare projekt som ska ingå i referensklassen, eftersom dessa direkt bygger upp kostnadsfördelningen som används som jämförelse mot det egna projektet. I Riksgäldens kartläggning av befintliga studier har därför målet varit att erhålla så nära jämförbarhet mot kärnavfallsprogrammet som möjligt.

Den mest relevanta befintliga studien som Riksgälden identifierat genomfördes 2018 av Oxford Global Projects (OGP), som är en världsledande institution inom projektledning i allmänhet och reference class forecasting i synnerhet[13]. Studien, Oxford Global Projects (2018) [5], gjordes i syfte att ge en oberoende bedömning av den ”riskbuffert” som beräknats för Schweiz geologiska slutförvar för kärntekniska restprodukter. Att studien bedöms som relevant betyder inte att Schweiz och Sveriges slutförvarskoncept eller finansieringssystem är perfekt jämförbara, även om många likheter finns[14], utan att studien tagits fram i liknande syfte som Riksgäldens (att få ett oberoende estimat av osäkerheten kring kostnadsestimat för kärnavfallshantering på en aggregerad nivå).

Studien etablerar en referensklass baserad på totalt 216 stycken tidigare genomföra projekt inom kärnkraft, dels förvaring av kärntekniskt avfall (22 st) och dels nybyggnation av kärntekniska anläggningar (194 st)[15]. I diagram 1 visas hur resultaten från studien förhåller sig dels till kostnadsfördelningen som följer av SKB:s osäkerhetsanalys, dels till kostnadsfördelningen i fasta priser[16] som används i Riksgäldens beräkningar.

[12] Se ”Updating the evidence behind the optimism bias uplifts for transport appraisals” [15].
[13] Oxford Global Projekts grundades av Bent Flyvbjerg, Professor i Major Programme Management på Oxford University Saïd Business School.
[14] T.ex. tar schweiziska reaktorinnehavare vart femte år fram en kostnadsberäkning som innehåller en osäkerhetsanalys, och Schweiz har likt Sverige ett system för att i förväg betala in medel till en fond som sedan finansierar avveckling och slutförvar.
[15] Om studien begränsas till enbart kärnavfallsprojekt blir datamängden liten eftersom få sådana projekt har slutförts. Studien visar dessutom att kostnadsrisken är liknande i kärnavfallsprojekt och nybyggnadsprojekt, vilket ger ytterligare stöd för att slå ihop dessa data till en grupp.
[16] Fasta priser med avseende på KPI men med beaktande av relativprisförändringar (EEF).

Diagram 1. Jämförelse relativa kumulativa kostnadsfördelningsfunktioner



Källa: SKB, Oxford Global Projects (2018) [5] och egna beräkningar.
Not: X-axeln satt till max 300 procent för visuell tydlighet.

Diagram 1 läses som följer. För varje projekt i OGP-studien, totalt 216, finns realiserade kostnadsutfall respektive tidigare framtagna kostnadsestimat. Kostnadsöverskridande definieras i relativa termer för att erhålla den procentuella skillnaden som möjliggör jämförelser av projekt av olika storlek[17]. Den estimerade kostnaden, baskostnaden, definieras som kostnadsestimat utan något riskpåslag, vilket i studien representerar det *mest troliga* utfallet[18]. Från dataunderlaget kan statistiska mått på kostnadsöverskridandet i de 216 tidigare genomförda projekten beräknas, t.ex. median och medelvärde. Tack vare det stora stickprovet kan även percentiler (konfidensnivåer) skattas, vilka används för att generera en fördelningsfunktion (gul linje). Detta möjliggör en detaljerad statistisk analys av mer sannolika utfall (nära P50) och mer osannolika utfall (t.ex. P10 och P90). För att ta ett exempel: studien visar att kostnadsöverskridandet med 80 procent sannolikhet

[17] Kostnadsöverskridande = kostnadsutfall / estimerad kostnad – 1

[18] Användande av ”mest troligt”-värde (typvärde, modalvärde) för att uttrycka ”baskostnaden” är vanligt förekommande i projektsammanhang. Detta gäller även SKB:s osäkerhetsanalys, där Kalkyl 50 används som indata i osäkerhetsanalysen som ”mest troligt”-värde för att parameterisera sannolikhetsfördelningar.

kommer att vara 202 procent eller lägre, dvs. 20 procent av projekten hade kostnadsöverskridande på över 202 procent.

Jämte OGP-studien visas motsvarande fördelningsfunktioner som resulterar från SKB:s osäkerhetsanalys (grön linje). Upp till den 30:e percentilen ligger fördelningsfunktionen för SKB:s osäkerhetsanalys relativt nära resultaten från OGP-studien, vilket innebär att bedömningen av ”gynnsamma” utfall i SKB:s osäkerhetsanalys överensstämmer med studiens. För högre konfidensnivåer börjar fördelningsfunktionerna avvika signifikant från varandra, vilket betyder att risken att underskatta framtida kostnader som följer av SKB:s osäkerhetsanalys är betydligt lägre än vad som observeras i utfallen för tidigare genomförda projekt. För motsvarande exempel som ovan: enligt SKB:s osäkerhetsanalys kommer kostnadsöverskridandet inte överstiga 52 procent med 80 procent sannolikhet (enligt studien krävs ett påslag om 202 procent för 80 procent konfidensnivå).

I diagram 1 visas den fördelningsfunktionen för kostnadsöverskridande för kärnavfallsprogrammet som följer av Riksgäldens parameterval för volymrisk respektive relativprisrisk (blå linje). Till att börja med framgår att Riksgäldens modellering ger en något mer optimistisk bild av gynnsamma utfall (percentil 30 och nedåt)[19]. För högre konfidensnivåer innebär Riksgäldens modellering av volym- och relativprisrisk högre risknivåer jämfört med SKB:s osäkerhetsanalys, men lägre än OGP-studien. För motsvarande exempel som ovan: med Riksgäldens antaganden kommer kostnadsöverskridandet inte överstiga 75 procent med 80 procent sannolikhet (enligt SKB krävs ett påslag om 52 procent och enligt OGP-studien 202 procent för 80 procent konfidensnivå).

Som nämndes inledningsvis vilar metoden reference class forecasting på att data för de ingående genomförda projekten är jämförbar och relevant i förhållande till projektet som analyseras. Vad gäller projekttyp och aggregeringsnivå på analysen bedöms OGP-studien som högst relevant i detta sammanhang. Däremot kvarstår vissa frågor, bl.a. gällande mognadsgraden för projekten när kostnadsestimaten togs fram jämfört med SKB:s senaste kostnadsberäkning[20]. Det är dock osannolikt att sådana eventuella skillnader, även om de justerades för, skulle resultera i lägre risknivåer än de som Riksgälden använder. Sammantaget ger således OGP-studien stöd för att Riksgäldens parameterval som används för att modellera osäkerheten kring de framtida kostnaderna i vart fall inte överskattar osäkerheten, även om studien i nuläget inte är tillräckligt granskad för att appliceras direkt i beräkningarna. Riksgälden ser reference class forecasting som en lovande metod för att arbeta

[19] En följd av att Riksgälden kalibrerar volymriskfaktorerna så att väntevärdet stämmer överens med SKB:s förväntade kostnader, medan volatiliteten är högre. Eftersom en högerskev (lognormal) fördelningsfunktion används innebär konstant väntevärde i kombination med högre standardavvikelse med nödvändighet mer ”gynnsamma” utfall i fördelningen.

[20] Estimaten i studien baseras på tidpunkten ”decision to build (final business case; final investment decision)” vilket behöver jämföras med, och potentiellt justeras gentemot, kärnavfallsprogrammet som består av en mängd delprojekt i olika faser.

vidare med frågan som är väl i linje med myndighetens ambition om en mer datadriven ansats för skuldsidans modellering.

5 Volymrisk, prisrisk och samlad riskbild

Riksgäldens modellering av skuldsidan använder två typer av riskfaktorer, volymrisk och prisrisk, som närmare beskrivs i tidigare remitterad modellrapport [6]. Eftersom Riksgäldens parameterval för volymrisk baseras på studier som beaktar utfallsdata från tidigare genomförda projekt är det av vikt att jämförelsen görs på ett sätt som inte leder till dubbelräkning (eller exkludering) av risker. Industrin har även i sina remissynpunkter på modellrapporten ställt frågor kring hur sådana aspekter beaktas.

För det första är det standardmässigt förfarande vid analys av tidigare projektkostnader att kostnaderna först räknas om i fasta priser, vilket även gjorts i de studier som Riksgälden beaktar. Detta är nödvändigt för att kunna jämföra projekt i olika länder och som genomförts vid olika tillfällen. Kostnadsförändringar till följd av KPI-inflation är således inte med i dessa data och behöver därför modelleras separat (vilket Riksgälden gör).

Vad gäller kostnadsförändringar till följd av att relativpriser varierar över tid är hanteringen inte lika uppenbar. Medan det är enkelt att i studier kontrollera för KPI-utvecklingen (det räcker då med information om vilken valuta kostnadsutfall och estimat uttrycks i) kommer varje projekt att använda en unik uppsättning insatsfaktorer som modelleras på ett mer eller mindre detaljerat sätt. För vissa projekt, såsom kärnavfallsprogrammet, har projektspecifika index tagits fram. För andra används bredare, redan befintliga, index[21]. Givet de många olika tillvägagångssätten för att modellera relativprisutvecklingen i ett projekt är det inte realistiskt att utifrån studier av tidigare genomförda projekt helt kunna isolera den effekt som beror på relativprisutvecklingen från andra risker. Det är därför möjligt att måttet på kostnadsöverskridande i tidigare projekt i viss mån är resultatet av relativprisförändringar.

Den eventuella risken som i teorin finns för ”dubbelräkning” av volym- och relativprisrisk i dataunderlagen som använts bedöms dock ha en väldigt begränsad effekt på resultaten i praktiken. Framförallt beror detta på skillnaden i tidshorisonterna för kärnavfallsprogrammet relativt tidigare genomförda projekt som finns att jämföra med. Kärnavfallsprogrammets kostnader faller ut fram till 2080 och under denna 60-åriga period kan signifikanta förändringar av relativpriser äga rum, risker som behöver beaktas i beräkningarna (vilket Riksgälden tillgodoser

[21] T.ex. använder Trafikverket ett ”vägindex”.

genom en separat modellering av s.k. externa ekonomiska faktorer, EEF). Data för tidigare genomförda projekt baseras på projekt med kortare duration än kärnavfallsprogrammet där förändringar av relativpriser inte hinner få samma genomslag. Vidare visar jämförelsen i avsnitt 4 att Riksgäldens bedömning av den totala riskbilden på kostnadssidan, som beaktar både volymrisk och relativprisrisk, inte överskattar osäkerheten i de framtida kostnaderna.

Riksgälden hanterar relativprisrisker separat för att säkerställa en ändamålsenlig modellering av EEF som beaktar historisk data och samvariationer som identifierats med andra variabler i modellen. Alternativet för att helt utesluta risken för dubbelräkning skulle innebära att relativprisrisker istället modelleras tillsammans med volymrisk, vilket skulle leda till en godtycklig (och missvisande) bedömning av osäkerheterna eftersom värdefull information i historiska data för EEF då går förlorad.

6 Slutsatser gällande riskbild på skuldsidan

Riksgäldens parameterval för riskfaktorer på skuldsidan är oförändrade jämfört med de som användes i de preliminära beräkningarna av kompletteringsbeloppet som redovisades i samband med remitteringen av Riksgäldens beräkningsmodell [7]. Skattningen av programspecifika risker i kärnavfallsprogrammet baseras på tidigare granskningar av SKB:s osäkerhetsanalys och på oberoende bedömningar av NTNU som beaktar risknivån i tidigare genomföra projekt. En ny studie av tidigare genomförda projekt inom kärnkraftssektorn ger därtill stöd för att den totala riskbilden på skuldsidan (volym- och relativprisrisk) som följer av Riksgäldens antaganden inte överskattar riskerna.

7 Referenser

[1] B. Flyvbjerg, A. Budzier och D. Lunn, Regression to the Tail: Why the Olympics Blow Up, Environment and Planning A: Economy and Space. 2021;53(2):233-260., 2021.

[2] B. Flyvbjerg, M. K. S. Buhl och S. L. Holm, How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?, Vol. 23, No. 1, 71-88: Transport Reviews 23(1), 2003.

[3] Norges Tekniska och Naturvetenskapliga Universitet (NTNU), ”Alternative scenarier til kostnads- og usikkerhetsanalyse - Sluttlagringen for svensk kjernekraftavfall 2013,” SSM2015-3606-6, 2016.

[4] Steen Lichtenberg & Lorens Borg, ”Granskning av SKB:s användning av den successiva kalkylmetoden – undersökning av SKB:s kostnadsberäkningar för Plan 2010,” Dnr: SSM2011-153- 28, Beställd av: Strålsäkerhetsmyndigheten, 6 april 2011.

[5] Oxford Global Projects, , Quantitative Cost and Schedule Risk Analysis of Nuclear Waste Storage, Budzier, Alexander and Flyvbjerg, Bent and Garavaglia, Andi and Leed, Andreas, December 10, 2018.

[6] Riksgäldskontoret, ”Modell för beräkning av kompletteringsbeloppet för reaktorinnehavare,” Dnr: RG 2021/223, 2021.

[7] Riksgäldskontoret, ”Bilaga 2: Preliminära resultat från beräkning med ALM-modellen,” 2021/223.

[8] B. Jäderholm och J.-E. Nilsson, ”Kartläggning och analys av kostnadspåverkande faktorer i stora infrastrukturprojekt,” Riksgäldskontoret, RG 2018/1069, 2020.

[9] B. Flyvbjerg, Over budget, over time, over and over again: Managing major projects, The Oxford Handbook of Pjoject Management: Oxford University Press, 2011.

[10] Oxford University Press, The Oxford Handbook of Megaproject Management, Edited by Bent Flyvbjerg, 2017.

[11] D. Kahneman och A. Tversky, Intuitive Prediction: Biases and Corrective Procedures., USA p. 2-2: Advanced Decision Technology. Defense Advanded Research Projects Agency, 1977.

[12] Riksgäldskontoret, ”Bilaga 2 - Granskning av osäkerhetsanalysen i Plan 2019,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[13] Riksgäldskontoret, ”Kärnavfallsavgifter och säkerhetsbelopp - Förslag på avgifter och säkerhetsbelopp för reaktorinnehavare 2021,” Dnr: RG 2019/717, 29 september 2020.

[14] B. Flyvbjerg, From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right, Project Management Journal, vol. 37, no. 3, pp. 5-15, August 1, 2006.

[15] Department of Transport and Oxford Global Projects, ”Updating the evidence behind the optimism bias uplifts for transport appraisals,” 19 5 2021. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/publications/tag-updated-evidence-for-optimism-bias-uplifts.

[16] Riksrevisionen, ”Kostnadskontroll i stora väginvesteringar,” RiR 2010:25, 2010.

[17] Riksrevisionen, ”Att tänka efter före - statens planering av höghastighetsjärnvägar,” RiR 2019:31, 2019.