

Kärnkraft kunskapsunderlag

Teknik och förutsättningar för livstidsförlängning
och nybyggnation.

VGR Analys 2024:66
2024-12-19

Sammanfattning

Sveriges elbehov förväntas öka och ett planeringsmål är satt till 300 TWh år 2045, vilket är en dryg fördubbling jämfört med idag. Denna ökning drivs av elektrifiering i industrin och nyetableringar. I Västra Götaland som är en industritung region, förväntas elbehovet fördubblas redan till år 2030, vilket motsvarar en ökning på 15–20 TWh, och öka därefter. Samtidigt importeras nästan två tredjedelar av elen till regionen, vilket gör att utmaningarna kopplade till elektrifiering är större på regional än på nationell nivå. En bred politisk enighet finns om att öka elproduktionen i regionen med 15–20 TWh till år 2030 men importberoendet kommer kvarstå och elbehovet förväntas fortsätta öka efter 2030.

Inställningen till ny kärnkraft i Sverige har förändrats de senaste åren, och målet är att ha nya reaktorer i drift till 2035. Förstudier och statliga utredningar pågår, och även globalt bedrivs intensivt arbete med förhoppningar om teknikutveckling. För att kunna säkra elförsörjning till framtida industriprojekt i Västra Götaland har en nulägesanalys av kärnkraften genomförts. Analysen syftar till att öka kunskapen om befintlig kärnkraft och förutsättningar för eventuell ny.

Livstidsförlängning och effekthöjning av befintlig kärnkraft

Majoriteten av svenska kärnreaktorer har redan genomgått effekthöjningar, och endast begränsade möjligheter återstår i Forsmarks reaktorer. För alla svenska kärnkraftverk pågår fördjupade studier om att förlänga livslängden från 60 till 80 år, efter att förstudier visat att det är tekniskt och ekonomiskt genomförbart. En förlängning skulle möjliggöra produktion fram till 2060-talet, med en total effekt på knappt 7 000 MW. Kärnkraftverken skulle därmed kunna täcka cirka en sjättedel av ett framtida elbehov på 300 TWh och därmed stötta omställningen av Sveriges energisystem.

Förutsättningar för etablering av ny kärnkraft

Fokus för ny kärnkraft ligger på **befintlig teknik**, alltså lättvattenteknik av generation III/III+, som används i dagens svenska kärnkraftverk. Pågående förstudier undersöker både storskaliga reaktorer och småskaliga, så kallade SMR. Begreppet **SMR** är brett men i svensk kontext är det en storlek på **200-500 MW** och en handfull teknikleverantörer som är aktuella just nu.

För att hålla kostnaderna för nytt slutförvar rimliga och säkerställa kompetens när nuvarande reaktorer tas ur drift bedöms ett **nationellt program** behövas, som omfattar **minst 4 000 MW, vilket motsvarar minst 4 stora eller 9 små reaktorer**. För **respektive plats med ny kärnkraft krävs att mer än en reaktor byggs**. För SMR uppskattas en installerad effekt för lönsamhet vara **minst 2-5 SMR reaktorer** (600-1 000 MW), men troligen kommer en ny etablering nyttjas mer.

Vid nybyggnation utanför befintliga platser undersöks SMR som alternativ, då det inte anses realistiskt med singelanläggningar eller att hitta plats för två stora reaktorer. **Att bygga ny kärnkraft vid befintliga kärnkraftverk** anses dock vara den **enklaste och snabbaste lösningen**, då de redan har infrastruktur, kompetens och lokal acceptans, vilket minskar risken och osäkerheten i tillståndsprocessen. För att nå 4 000 MW kan dock **nya platser** behövas, och då krävs grundläggande förutsättningar som **stöd från allmänheten, politisk förankring, ett robust elnät och tillgång till kylvatten**, helst nära hav eller större vattendrag.

Faktorer som påverkar framtiden för ny kärnkraft i Sverige

Kärnkraftens roll i den svenska energiomställningen påverkas av flera faktorer. Avgörande är hur **teknik- och kostnadsutvecklingen** står sig mot andra fossilfria energikällor och energilagring. SMR kan i teorin nå lägre kostnader om industriell massproduktion realiserar än storskaliga reaktorer, men tekniken är ännu inte kommersialiserad. Tidigare kärnkraftsprojekt har ofta präglats av förseningar och budgetöverskridanden, och framtiden för kärnkraft avgörs av om nya projekt kan genomföras enligt plan. Kärnkraft har inte prövats enligt modern svensk miljölagstiftning, vilket skapar osäkerhet kring tidsåtgång för tillstånd. Globalt intresse för kärnkraft kan både främja utvecklingen och skapa **konkurrens om resurser**, men också bromsa utbyggnaden i Sverige.

Behovet av ny kärnkraft beror på om **elbehovet ökar**, vilket är kopplat till industrins omställning. Industrin behöver i sin tur effektgaranti och utbyggnad av ny elproduktion på kort sikt, där ny kärnkraft inte kan bidra. I stället bedöms vindkraft och gasturbiner kunna möta behoven, vilket gör social acceptans för dessa energislag avgörande för behovet av ny kärnkraft.

En **finansieringsmodell** med riskdelning mellan stat och privata företag är också avgörande för att ny kärnkraft ska byggas i Sverige. Det framtagna förslaget har både fått stöd och mött hård kritik. Energimarknadsinspektionen har avstyrkt förslaget, och både förespråkare och kritiker uttrycker oro för påverkan på investeringar i andra kraftslag samt efterfrågar ett teknikneutralt stöd.

Sammantaget är det svårt att bedöma om och när ny kärnkraft kan vara i drift i Sverige. Att nå en utbyggnad redan till år 2035 bedöms som ytterst utmanande och förenklas inte av en polariserad debatt. Samtidigt pågår ett intensivt arbete både nationellt och globalt, vilket snabbt kan förändra förutsättningarna för ny kärnkraft även i Sverige.

Avslutande kommentarer ur ett västsvenskt perspektiv

Förutsättningarna för den gröna omställningen i regionen försämras utan livstidsförlängningar av befintlig kärnkraft. Fortsatt elproduktion från svenska kärnkraftverk, särskilt Ringhals, underlättar omställningen under en period med stort behov av ny elproduktion och begränsad nätkapacitet.

Ny kärnkraft vid Ringhals kan ge högre elproduktion än tidigare, då två nya storskaliga reaktorer kan ge upp till 2 400 MW, jämfört med de nedlagda reaktorernas 1 800 MW. Byggnation av SMR skulle ge en något lägre effekt (1 500 MW) men med större möjlighet att koppla in havsbaserad vindkraft via elnätet. Det finns dock konkurrens om nätkapaciteten vid Ringhals då flera aktörer med miljötillstånd vill ansluta ny elproduktion, inklusive tre stora anläggningar för havsbaserad vind.

Det framgår tydligt från intervjuerna att det finns flera osäkra faktorer som måste lösas innan ny kärnkraft kan bli aktuell i Sverige. Bolagen arbetar systematiskt för att skapa bästa möjliga förutsättningar för ett investeringsbeslut, men beslutet beror också på omvärldsfaktorer utanför deras kontroll. Den regionala bedömningen är att sannolikheten för ökat tillskott från kärnkraft under 2030-talet är låg. Även om utvecklingen är viktig att följa bedöms det som osäkert att räkna med elleverans från ny kärnkraft under 2030-talet. På längre sikt, troligen kring 2040-talet, kan SMR:er bli aktuella om kostnads- och teknikutvecklingen är gynnsam. Då kan kärnkraften bli ett värdefullt komplement för att möta den ökande elanvändningen i Västra Götaland.

Att satsa på samtliga fossilfria kraftslag sprider riskerna vid teknikutveckling på flera fronter. Storleken på varje kraftslag kan justeras beroende på deras relativa utveckling. För att driva industrins omställning och möta det ökande elbehovet behövs dock ny fossilfri elproduktion i närtid, där land- och havsbaserad vindkraft har möjlighet att bidra före år 2035. Om elproduktionen inte ökar i närtid riskerar industriella satsningar att utebli, vilket minskar det förväntade elbehovet och därmed behovet av ny kärnkraft. Därför är utbyggnad av vindkraft en förutsättning för att ny kärnkraft ska bli aktuell.

Innehållsförteckning

Bakgrund	5
Kärnkraftsteknik och olika generationer	6
Olika generationer	7
Små modulära reaktorer (SMR).....	8
Tidigare analyser av kärnkraftsutbyggnad.....	9
Kärnkraftens roll globalt	9
Utbyggnad av kärnkraft globalt och inom Europa.....	10
Nuvarande produktion av el från kärnkraft i Sverige	12
Livstidsförlängning av befintliga reaktorer i Sverige	14
Framtida behov av elproduktion och kärnkraftens roll	14
Intervjustudie	16
Effekthöjning och livstidsförlängning av existerande kärnkraft.....	16
Lämplig typ och placering för ny kärnkraft.....	16
Slutförvar.....	20
Kärnkraft i diversifierat elsystem	21
Tidsperspektivet för ny kärnkraft.....	21
Sammanfattande analys	22
Livstidsförlängning och effekthöjning av befintlig kärnkraft	22
Förutsättningar för etablering av ny kärnkraft	22
Faktorer som påverkar framtiden för ny kärnkraft i Sverige.....	24
Avslutande kommentar ur ett västsvenskt perspektiv	25
Referenslista	28

Bakgrund

Sveriges elbehov förväntas öka markant till följd av klimatomställningen och under våren 2024 meddelade regeringen att man bör planera för att kunna möta ett elbehov på minst 300 TWh år 2045.¹ Det motsvarar en dryg fördubbling jämfört med dagens elbehov. Ökningen hör i stor utsträckning samman med framtida elektrifiering i befintlig industri och möjlig etablering av ny industri, med stora elbehov i form av fabriker för batterier, elektrobränslen och fossilfri gödselproduktion samt datahallar.

I Västra Götaland pågår den gröna omställningen av industrin där fossila energikällor fasas ut och elektrifieringen ökar. Fram till början av 2030-talet förväntas elanvändningen i regionen öka med 15-20 TWh, vilket innebär en fördubbling av elbehovet från dagens 18 TWh. Denna utveckling, som drivs av stora industrier i Västsverige, skapar förutsättningar för både nya jobb och tillväxtmöjligheter i tillkommande värdekedjor och nya branscher. Med över 160 000 personer sysselsatta inom tillverkningsindustrin inklusive kopplade tjänstesektorer spelar Västra Götaland en central roll i Sveriges elektrifiering.² År 2022 användes drygt 18 TWh el i länet, men endast 5 TWh producerades lokalt. För att stärka konkurrenskraften och locka fler industrier, exempelvis batterifabriker, finns en bred enighet om att elproduktionen i länet bör öka med 15–20 TWh till 2030.^{3,4} Även med denna ökade regionala produktion kommer dock behovet av tillförd el att kvarstå på dagens nivå, och på längre sikt förväntas elanvändningen i regionen fortsätta öka.

Samtidigt är dagens stamnät otillräckligt för att hantera ett ökat elbehov och högre andel varierande elproduktion. Planerbara kraftslag som gasturbiner och kärnkraft bedöms ha störst potential att möjliggöra högre effektuttag i befintliga nät.⁵ I den regionala energiöverenskommelsen ligger fokus på gasturbiner för att uppnå planerbarheten i elsystemet på kort sikt.⁶

Inom arbetet med ACCEL tillsammans med Svenska kraftnät och Länsstyrelsen i Västra Götalands län anges att kärnkraftens planerbara basproduktion möjliggör utökade effektuttag i Västra Götaland genom att avlasta nätet i Västsverige generellt. Det är dock osäkert när och i hur stor omfattning ny kärnkraft byggs ut.⁷

I denna rapport görs en nulägesanalys av kärnkraften med anledning av att kunna säkra elförsörjning till framtida industriprojekt i Västra Götaland. Analysen syftar till att öka kunskapen om både livstidsförlängning av befintlig kärnkraft och planer för nya kärnkraftverk i Sverige, för att ge en uppfattning om den framtida tillgången på effekt och när eventuell ny kapacitet kan tillföras.

¹ Prop. 2023/24:105, [Energipolitikens långsiktiga inriktning](#)

² Västra Götalandsregionen, [Bedömning av sysselsättningseffekter från otillräcklig tillgång av effekt till etableringar i tillverkningsindustrin i Västra Götaland](#)

³ Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen, ["Regional energiöverenskommelse för Västra Götaland"](#)

⁴ Rådet för industriomställning, ["Utan mer elproduktion i Västra Götaland riskerar vi att förlora jobb"](#)

⁵ ACCEL, [Framtidens elförsörjning i Västra Götaland](#)

⁶ Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen, ["Budskap för den regionala energiöverenskommelsen"](#)

⁷ ACCEL, [Framtidens elförsörjning i Västra Götaland](#)

Nulägesanalysen, som utförts med hjälp av expertis i energisystemfrågor hos RISE, redogör dels för slutsatser från ett urval relevanta studier på området, dels för hur ett antal personer som är djupt involverade i kärnkraftens drift och etablering ser på teknikval, kostnader, implementeringshastighet, med mera. Dessa personer inkluderar ägare av befintliga kärnkraftverk och utvecklare av nya anläggningar. Rapporten bygger på offentliga källor som kompletterats med intervjuer med dessa aktörer.

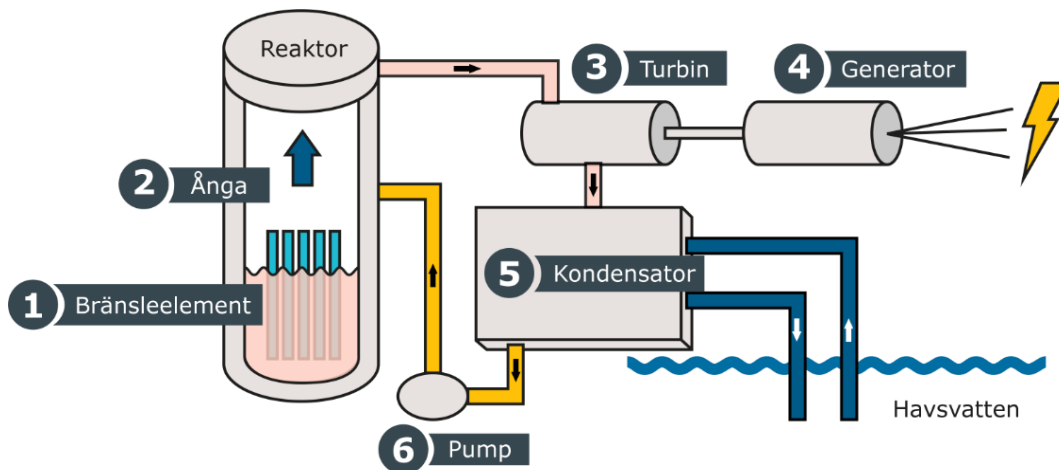
Kärnkraftsteknik och olika generationer

Kärnkraftsreaktorer kan konfigureras på olika sätt, där de huvudsakliga skillnaderna är vilken typ av kylmedium som används, om reaktorn är snabb eller termisk, samt vilken moderator som används för att kontrollera termiska reaktorer. Globalt är lättvattenreaktorer vanligast, som är en termisk reaktortyp där vatten fungerar både som kylmedium och moderator. Samtliga svenska kärnreaktorer är av denna typ.

Lättvattenreaktorer delas upp i två huvudtyper. Kokvattenreaktorer (BWR) som finns i Forsmark och Oskarshamn och tryckvattenreaktorer (PWR), som används i Ringhals.

I ett kärnkraftverk används anrikat uran som bränsle. En översikt av ett kärnkraftverk ses i figur 1. Uranet är placerat i långa bränsleelement som omges av vatten i reaktorhärden (1) och när uranatomer klyvs, frigörs värme som värmer upp vattnet (2). I en kokvattenreaktor, som illustreras nedan, kokar vattnet direkt i reaktorn och ånga genereras. Tryckvattenreaktorer däremot hålls under högre tryck, vilket gör att vattnet inte kokar, och värmen överförs istället till en ånggenerator där ånga genereras i ett sekundärt kretslopp. Ånga som bildas leds till en turbin (3) som är kopplad till en generator (4). Generatoren omvandlar rörelsen till elektricitet, som sedan skickas ut på elnätet via kraftledningar. Efter att ångan har passerat turbinen, kyls den ner i en kondensator (5) med hjälp av kylvatten, kylvattnet är aldrig i direkt kontakt med processvattnet. Vattnet pumpas in i reaktorn igen med hjälp av en pump (6).

Själva klyvningsprocessen styrs med hjälp av styrstavar som är placerade mellan bränsleelementen. När styrstavarna är helt inskjutna, upphör kärnklyvningen. När de är neddragna i bottenläge, går verket med full effekt och vattnet kokar. Styrstavarna innehåller ett material som absorberar neutroner och stoppar klyvningen.



Figur 1: Översikt av huvudkomponenter i ett kärnkraftverk som baseras på lättvattenteknik och kokvattenreaktor.

Olika generationer

Kärnkraftsreaktorer klassificeras också i olika generationer, från I till IV, där man till I räknar de första elproducerande reaktorerna, II är kommersiella reaktorer byggda fram till 1990-talet och III/III+ är en vidareutveckling med förbättrad bränsleekonomi och säkerhet samt längre teknisk livslängd. Majoriteten av de reaktorer som är i drift byggdes som generation II men har genomgått uppdateringar som för dem mot generation III. De reaktorer som byggts i närtid och är under byggnation nu tillhör generation III eller III+. Den finska reaktorn Olkiluoto 3 var den första III+ i världen⁸.

Steget till generation IV är stort och medför mer omfattande förändringar som, utöver reaktorn, även innefattar bränsletillverkning och upparbetning, vilka när de uppnås ger ett generation IV system med sluten bränslecykel. Tekniken är än så länge bara i forsknings- och utvecklingsstadiet och man har valt att fokusera på ett fåtal reaktortyper⁹. Det har gjorts en del demonstrationsprojekt, med under de senaste åren har det finns idag tre stycken reaktorer i drift (en i Kina på 150 MW och två i Ryssland på 560 och 820 MW) som nu är i drift och ytterligare fyra är under byggnation i världen (Ryssland, Indien och två i Kina).¹⁰ Generation IV reaktorer använder andra kylmedier än vatten, som gas, flytande metall, eller smält salt. Med andra kylmedier kan högre temperaturer nås jämfört med de vattenkylda, vilket öppnar upp för nya användningsområden. Efter upparbetning skulle använt bränsle från dagens reaktorer kunna användas för att framställa nytt bränsle till dessa reaktorer. Precis som tidigare generationer kan generation IV byggas både som stora reaktorer eller småskaliga.

⁸ AREVA, "[Generation III+ Nuclear Reactors](#)"

⁹ Sarrade, S., "[Overview of Generation IV International Forum \(GIF\) and Generation IV concepts](#)"

¹⁰ World Nuclear Association, "[Reactor Type: HTGR OR FBR, Status: Operable OR Under Construction](#)"

Små modulära reaktorer (SMR)

Intresset för ny kärnkraft har i stor utsträckning att göra med teknikutveckling kopplat till så kallade Små Modulära Reaktorer (SMR). En av de främsta fördelarna med SMR är att de är designade för industrialisering, där många komponenter och delsystem kan standardiseras och tillverkas i fabrik. Detta möjliggör utvecklingen och expansionen av en ny industriell sektor som tar större system- och producentansvar för delsystem – eller till och med för hela reaktorsystem. Resultatet blir en förenklad och snabbare byggnation på plats. Den totala etableringstiden är inte nödvändigtvis kort med SMR eftersom det ännu inte finns en etablerad utbyggd industrisektor med stor produktionskapacitet.

SMR beräknas också ge lägre finansiell risk jämfört med byggnation av stora kärnkraftverk där varje projekt blir unikt. Den mindre storleken medför även en större frihet avseende placering och därmed en ökad möjlighet till samlokalisering med exempelvis processindustri eller fjärrvärmenät. Hur beredskapszoner sätts för SMR kommer dock påverka dessa möjligheter. Att ha flera mindre reaktorer ger också ett större reglerintervall jämfört med enstaka stora samt ett mindre bortfall att hantera vid eventuella störningar i drift eller vid underhåll.

Det finns ingen enhetlig definition av SMR, och segmentet är i dagsläget mycket brett. Internationella atomenergiorganet (IAEA) har sammanställt över 70 olika koncept och designer för SMR.¹¹ Variationerna är stora, både vad gäller effekt som sträcker sig från några få MW till flera hundra MW, och tillämpning där användningsområdena spänner över elproduktion, uppvärmning, avsaltning och ångproduktion för industri.

I dag finns det bara några få mindre reaktorer i drift och under byggnation. Tekniken har inte nått kommersialisering än vilket betyder att de inte är modulära i industriell mening. De tydligaste exemplen på SMR är Changjiang SMR-1 i Kina (125 MW)¹², Akademik Lomonosov 1 och 2 i Ryssland (2x32MW).¹³ Byggnationen av fyra GE Hitachi Nuclear Energy, BWRX-300 på 300 MW styck har påbörjats i Kanada och det är det största SMR-projektet i västvärlden vilket också kommit längst i utvecklingen. I väntan på myndigheterna ska ge tillstånd under 2025 har markarbeten påbörjats. Den första reaktorn planeras vara i drift 2029 och resterande tre 2035.¹⁴

¹¹ IAEA, [Small modular reactors Catalogue 2024](#)

¹² World Nuclear Association, "[Changjiang SMR-1](#)"

¹³ World Nuclear Association, "[Akademik Lomonosov 1](#)"

¹⁴ OPG, "[Darlington SMR](#)"

Tidigare analyser av kärnkraftsutbyggnad

Kärnkraftens roll globalt

Intresset för kärnkraft har ökat globalt de senaste åren, drivet av ett behov att möjliggöra en stor mängd fossilfri energi och snabba på omställningen från fossila bränslen. Energisäkerhet har blivit viktigt, omställningen handlar inte enbart om att sänka utsläppen i Europa utan också om att minska importberoendet. Tekniska framsteg, särskilt inom SMR ger förhoppningar om att mer flexibla reaktorer kan byggas effektivare, snabbare och billigare.

Enligt International Energy Agency (IEA) förväntas kärnkraft spela en betydande roll för att nå nettonollutsläpp globalt på ett säkert sätt. Uppskattningar pekar på att den installerade kärnkraftskapaciteten kan komma att fördubblas till år 2050 jämfört med dagens nivå. Hela 90 procent av ökningen förväntas ske i ekonomier som är under framväxt och utveckling medan endast 10 procent förväntas ske i redan utvecklade ekonomier.¹⁵ I 2024 års rapport har IEA justerat sina uppskattningar, och i nettonollscenariot, som är det mest ambitiösa för kärnkraftens tillväxt, förväntas kärnkraften nå 2,5 gånger dagens nivå år 2050.¹⁶ Vid FN:s klimatkonferens COP28 undertecknade ett tjugotal länder, Sverige inkluderat, en deklaration om internationellt samarbete med målet att tredubbla den globala installerade kärnkraftskapaciteten mellan 2020 och 2050.¹⁷ Ytterligare sex länder anslöt sig till deklarationen vid 2024 års klimatkonferens COP29.¹⁸

IEA:s nettonoll-scenario (se Figur 2) visar att förnybar energi förväntas stå för majoriteten av utsläppsminskningarna och den största tillväxten i installerad kapacitet fram till 2050. Enligt scenariot beräknas kapaciteten för förnybar energi nästan åttafaldigas till 2050, vilket gör att den går från att idag vara tio gånger större än kärnkraft till att bli drygt 32 gånger större. För att kärnkraften ska kunna spela sin roll i en kostnadseffektiv väg mot nettonollutsläpp till år 2050, betonar IEA vikten av att förlänga livstiden för befintliga kärnkraftverk samt att industrin behöver leverera nya kärnkraftsprojekt i tid och inom budget¹⁹.

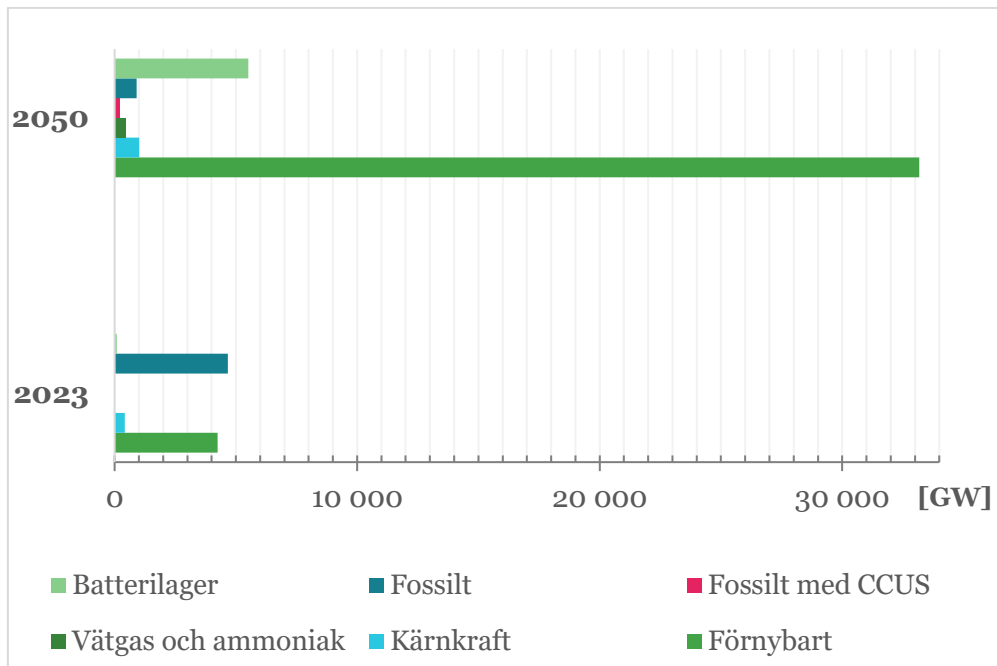
¹⁵ IEA, [Nuclear Power and Secure Energy Transitions](#)

¹⁶ IEA, [World Energy Outlook 2024](#)

¹⁷ Regeringskansliet, ["Internationellt samarbete för att tredubbla den globala produktionen av kärnkraft"](#)

¹⁸ World Nuclear News, ["More countries sign declaration to triple nuclear capacity"](#)

¹⁹ IEA, [Nuclear Power and Secure Energy Transitions](#)



Figur 2: Installerad effekt i IEA:s netto-noll scenario år 2050 samt faktiskt installerad effekt 2023. Källa: [Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector](#) sidan 195.

Utbyggnad av kärnkraft globalt och inom Europa

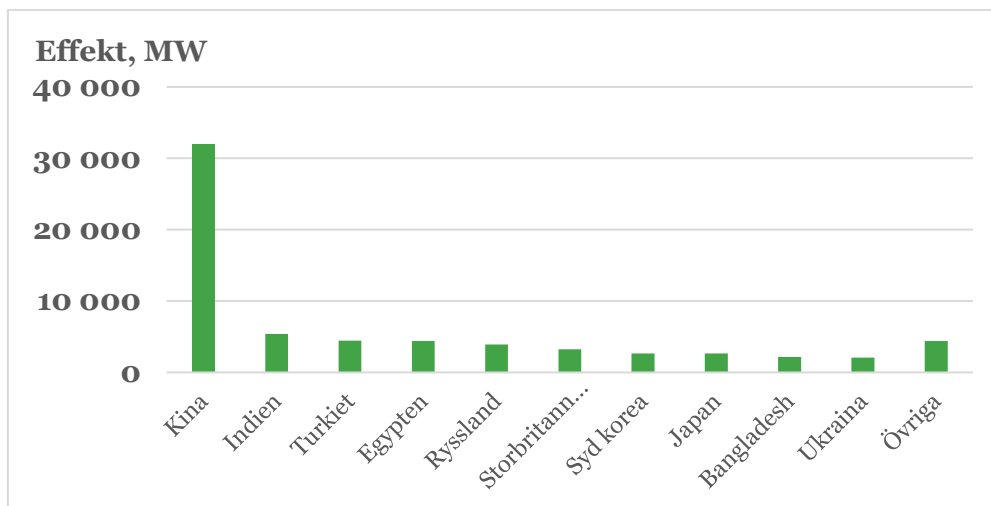
Sedan år 2022 inkluderar EU viss kärnkraft i sin taxonomi för hållbara investeringar under specifika villkor och tidsramar²⁰. Detta omfattar avancerad kärnkraftsteknik med sluten bränslecykel (Generation IV) för att främja forskning och innovation, utan något slutdatum. Nya kärnkraftsanläggningar med befintlig teknik (Generation III+) erkänns fram till 2045, medan uppgraderingar av befintliga anläggningar för livstidsförlängning erkänns fram till 2040²¹.

I november 2024 är 66 kärnkraftsreaktorer under byggnation globalt, varav 58 är tryckvattenreaktorer.²² Den största andelen av dessa finns i Kina (~50%), vilket framgår av figuren nedan som visar effekten av kärnkraft under byggnation i olika länder. Andelen reaktorer som byggs i länder med samhällssystem liknande Sveriges är liten.

²⁰ Europeiska kommissionen, [KOMMISSIONENS DELEGERADE FÖRORDNING \(EU\) 2022/1214](#)

²¹ Europeiska kommissionen, [Factsheet: EU taxonomy accelerating sustainable investments](#)

²² World Nuclear Association, ["Reactor Database Report"](#)



Figur 3: Mängden kärnkraft i MW som är under byggnation uppdelat per land, enligt World Nuclear Association.²³

World Nuclear Association har kartlagt intresset för nybyggnation av kärnkraft inom EU och i angränsande länder, se tabell nedan. Det finns förslag och diskussioner men i realiteten är det få länder som i dagsläget planerar för eller bygger ny kärnkraft (Uppgifter från 2023. För mer information om respektive land, se länkar).

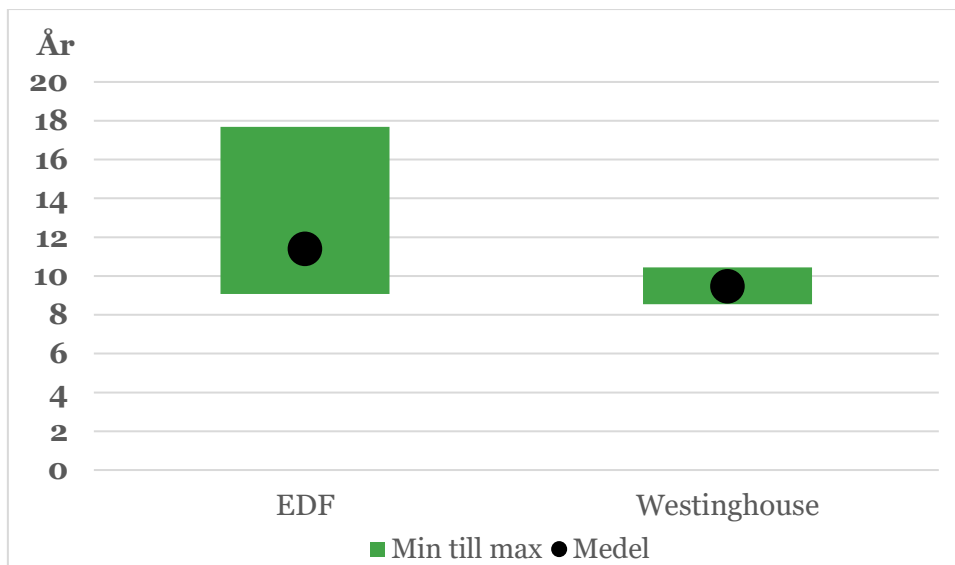
Tabell 1: Kartläggning av EU-länders (överst) och länder i EU:s närhets (nederst) intresse för att bygga ny kärnkraft, sammanställd av World Nuclear Association.²⁴

Land	Befintlig			Under byggnation		Planerat		Förslag	
	TWh	Antal	Effekt, MW	Antal	Effekt, MW	Antal	Effekt, MW	Antal	Effekt, MW
<u>Belgien</u>	31.3	5	3 908	0	0	0	0	0	0
<u>Bulgarien</u>	15.5	2	2 006	0	0	2	2 300	0	0
<u>Tjeckien</u>	28.7	6	4 212	0	0	1	1 200	3	3 600
<u>Finland</u>	32.8	5	4 394	0	0	0	0	0	0
<u>Frankrike</u>	323.8	56	61 370	1	1 650	0	0	6	9 900
<u>Tyskland</u>	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Ungern</u>	15.1	4	1 916	0	0	2	2 400	0	0
<u>Nederländerna</u>	3.8	1	482	0	0	0	0	2	2 000
<u>Polen</u>	0	0	0	0	0	3	3 750	26	10 000
<u>Rumänien</u>	10.3	2	1 300	0	0	2	1 440	6	462
<u>Slovakien</u>	17.0	5	2 308	1	471	0	0	1	1 200
<u>Slovenien</u>	5.3	1	688	0	0	0	0	1	1 200
<u>Spanien</u>	54.4	7	7 123	0	0	0	0	0	0
<u>Sverige</u>	46.6	6	6 944	0	0	2	2 500	0	0
<u>Belarus</u>	11.0	2	2 220	0	0	0	0	0	0
<u>Ryssland</u>	204.0	36	26 802	4	3 988	14	8 930	36	37 716
<u>Schweiz</u>	23.4	4	2 973	0	0	0	0	0	0
<u>Turkiet</u>	0	0	0	4	4 800	0	0	8	9 600
<u>Ukraina † ‡</u>	40.0	15	13 107	2	1 900	2	2 500	7	8 750
<u>Storbritannien</u>	37.3	9	5 883	2	3 440	2	3 340	2	2 300

²³ World Nuclear Association, "[Reactor Database Report](#)"

²⁴ World Nuclear Association, "[Nuclear Power in the European Union](#)"

Nedan visas byggtider för projekt genomförda globalt mellan 2015 och 2024. Sammanställningen baseras på data från World Nuclear Association för de två leverantörer som bedöms vara aktuella för storskaliga reaktorer i Sverige. Både EDF och Westinghouse har haft varsitt projekt med betydande förseningar. Om dessa projekt exkluderas ligger den genomsnittliga byggtiden för samtliga leverantörer på strax över nio år. I byggtid ingår inte tid för planering och tillståndsprocesser vilket ger en indikation om att det kan ta mer än 10 år till kommersiell drift av en betydande volym ny kärnkraftsel.



Figur 4: Diagrammet visar kortaste och längsta samt snittiden från byggstart till kommersiell drift för projekt genomförda mellan åren 2015 och 2024.²⁵ OBS Westinghouse har haft ett projekt som pausat under många år med kraftiga förseningar som har stor påverkan på snittiden (43 år). Vi har valt att exkludera det projektet och då hamnar leverantörer på en byggnationstid på 9,5-11,4 år i snitt. Skulle vi exkludera även Olkiluoto 3 för EDF hamnar snittiden även där på nästan 9,5 år.

Nuvarande produktion av el från kärnkraft i Sverige

I dag finns sex kärnkraftsreaktorer i Sverige, vilka totalt stod för nära 30 procent av Sveriges elproduktion år 2023²⁶. Reaktorerna är fördelade på tre kärnkraftsanläggningar (se figur 5): Forsmark - tre reaktorer med en sammantagen eleffekt på 3 283 MW som producerade 24,3 TWh 2023²⁷. Oskarshamn - har tidigare haft tre reaktorer, men nu är en i drift med en effekt på 1 450 MW som under 2023 producerat 9,2 TWh 2023.²⁸ Ringhals - har tidigare haft fyra reaktorer, men för närvarande är två i drift. Total effekt är på 2 193 MW, vilka under 2023 producerade 13,1 TWh el.²⁹

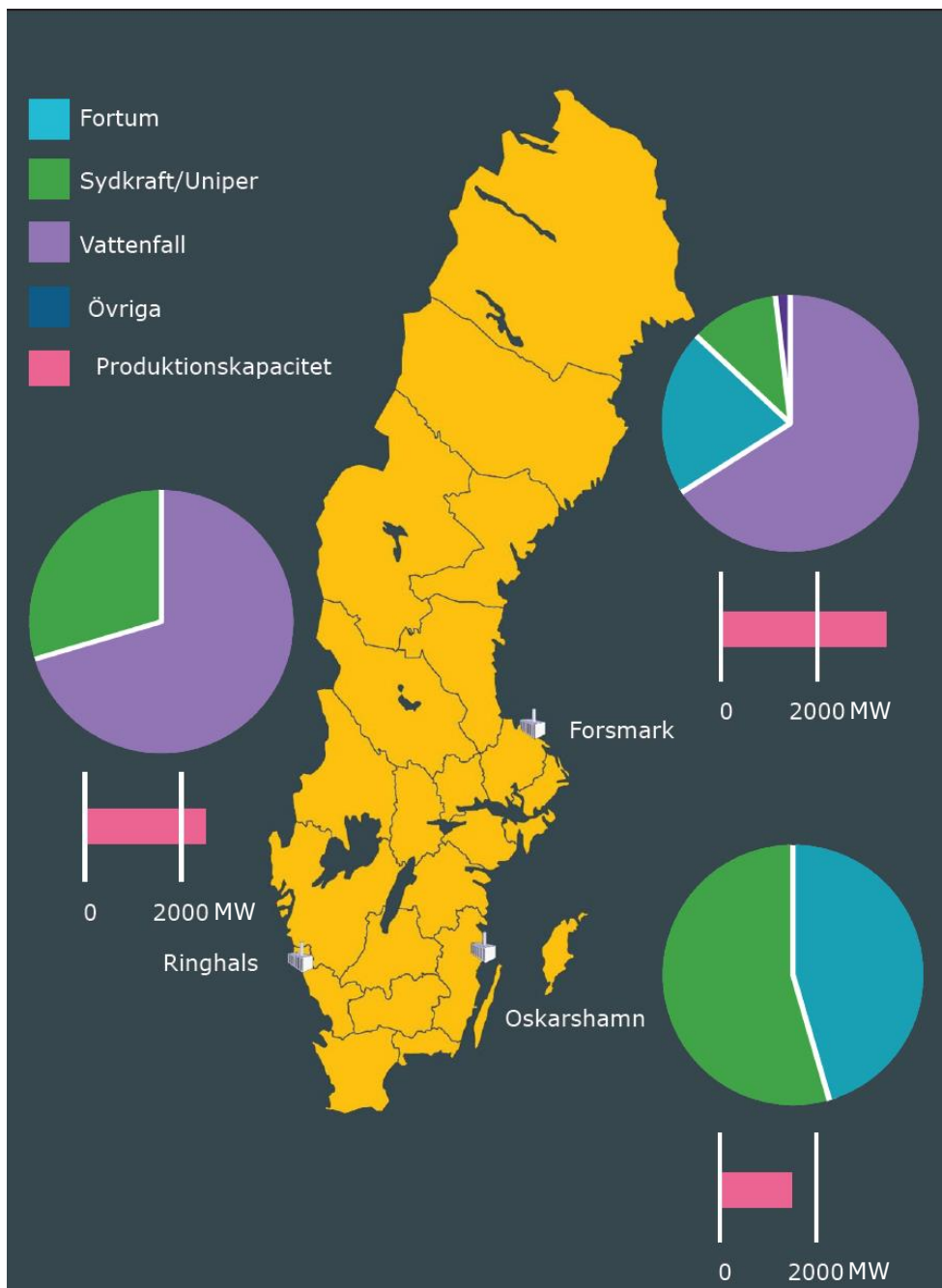
²⁵ World Nuclear Association, "[Reactor Database Report](#)"

²⁶ Energimyndigheten, "[El från Kärnkraft](#)"

²⁷ Vattenfall, "[Forsmarks produktionshistorik](#)"

²⁸ OKG, "[Nuvarande produktion på O3](#)"

²⁹ Vattenfall, "[Ringhals produktionshistorik](#)"



Figur 5: Ägarförhållanden och produktionskapacitet vid Sveriges befintliga kärnkraftverk

Livstidsförlängning av befintliga reaktorer i Sverige

Den befintliga kärnkraften spelar en viktig roll i dagens elsystem och en förlängning av drifttid bidrar till stabilitet i elsystemet. Under 2024 fattades ett inriktningsbeslut av ägarna till Forsmark och Ringhals om förlängning av drifttiden från tidigare 60 år till 80 år, vilket möjliggör drift in på 2060-talet.³⁰ Beslutet medför att man nu genomför fördjupade studier av kostnader och risker, vilka sedan ligger till grund för investeringsbeslut som huvudsak planeras ske under 2030-talet.³¹

Även ägarna av kärnkraftverket i Oskarshamn har studerat möjligheterna att förlänga drifttiden till 80 år och bedömer att möjligheterna är goda men att det kommer kräva omfattande insatser avseende underhåll och teknikutveckling.³² De går därför vidare med nödvändiga förberedelser och underlag för investering som behöver påbörjas i närtid, även om själva investeringsbesluten väntas dröja till 2030-talet.³³

Sammantaget innebär detta att det nu siktas på en drifttid på 80 år för Sveriges samtliga sex kärnkraftsreaktorer. Möjligheterna till livstidsförlängning och kostnader påverkas av den tekniska livslängden för komponenter som är svåra att byta ut, exempelvis reaktortank, reaktorinneslutning och betongkonstruktioner. Bolagen pekar på vikten av livstidsförlängning, och att denna ges prioritet även om mycket fokus är på utbyggnad av ny kärnkraft.

Framtida behov av elproduktion och kärnkraftens roll

Att möta industrins elbehov i tid och till rätt pris är en central utmaning. Byggnation av ny kraftproduktion, inklusive tillståndprocesser och nätförstärkningar tar ofta längre tid än industrins omställningsprojekt eller nyetableringar. Det tidsmässiga gapet, som är ett stort problem, lyfts i Konjunkturinstitutets miljöekonomiska rapport där staten identifieras som en nyckelaktör i den gröna omställningen. Rapporten pekar på att dagens långsamma utbyggnad av elproduktion riskerar att leda till att företag avbryter sina satsningar.³⁴ En myndighetsgemensam rapport från 2023 uppskattar Sveriges elbehov för år 2045 till mellan 200 och 340 TWh, vilket också återspeglar den osäkerhet som omger utvecklingen. Spannet för elbehovet beror framför allt på hur den befintlig industri utvecklas och hur många nya industrier som tillkommer. I rapporten framhålls att det fram till cirka 2030–2035 framför allt är en utbyggnad av landbaserad vindkraft och solkraft samt effekthöjningar inom vattenkraft, kraftvärme och befintlig kärnkraft som bedöms kunna möta ett ökande elbehov.³⁵

Utredningen "Färdplan för ny kärnkraft i Sverige" som presenterades av regeringen i november 2023 formulerar en vision för utbyggnad på relativt

³⁰ Vattenfall, "[Forsmark och Ringhals siktar på 80 års drifttid av befintliga kärnkraftreaktorer](#)"

³¹ Fortum, "[80 års drifttid för svensk kärnkraft utreds](#)"

³² Uniper, "[60 är det nya 40 – för kärnkraften](#)"

³³ Uniper, "[80 blir det nya 60 för kärnkraften](#)"

³⁴ Konjunkturinstitutet, "[Miljöekonomisk rapport 2024](#)"

³⁵ Energimyndigheten, "[Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering](#)"

kort tid.³⁶ Kärnkraften ses som avgörande för en framtida leveranssäker och trygg elförsörjning samt för att möjliggöra en effektiv klimatomställning som till stora delar baseras på elektrifiering. Planeringsmålet är minst 2500 MW ny kärnkraft till år 2035, motsvarande två stora konventionella reaktorer. Det anges vidare att det finns ett behov av kraftfull utbyggnad motsvarande tio nya storskaliga reaktorer till 2045.³⁷

I Svenska Kraftnäts (SvK) långsiktiga marknadsanalys (LMA) analyserar fyra olika scenarier för kraftsystemets utveckling till år 2045 med syfte att utreda vilka behov olika framtida utvecklingsspår resulterar i för det svenska elnätet.³⁸ I scenariot "Elektrifiering planerbart" (330 TWh) fördubblas kärnkraften jämfört med i dag, medan scenariot "Elektrifiering förnybart" (340 TWh) bygger på ett helt förnybart system. I *båda* scenarierna är flexibilitet i elanvändningen avgörande för effekttillräcklighet och ett fungerande elsystem år 2045. SvK framhåller att ett system med hög andel förnybar el är mindre förutsägbart, vilket ökar behovet av flexibilitet från övriga delar av systemet.

Energimyndighetens långsiktiga scenarier belyser att en kraftig elektrifiering ställer krav på goda förutsättningar för alla fossilfria ingående kraftslag.³⁹ I slutet av 2023 uppdaterades scenariot för hög elanvändning med större potential för kärnkraft (10 000 MW) och slopade subventioner för havsbaserad vind. Energimyndigheten betonar att utfallet är mycket känsligt för kostnadsutveckling och att redan en 10-procentig kostnadsökning för ny kärnkraft innebär att ingen ny kapacitet inkluderas i scenariot. Vidare uppges att robustheten i Sveriges elsystem på sikt kan förbli relativt god även utan nya investeringar i kärnkraft.⁴⁰

I november 2024 publicerade IEA en rapport som utvärderar Sveriges miljöpolitik och innehåller policyrekommendationer.⁴¹ IEA välkomnar att kärnkraft nu ses som ett alternativ i omställningen men betonar behovet av att satsa på alla kraftslag. De lyfter att kärnkraften - med realistiska tidsramar - främst lämpar sig för att möta långsiktiga elbehov, medan land- och havsbaserad vindkraft kan bidra snabbare. IEA understryker vikten av att snabba upp tillståndsprocesser för vindkraft och varnar för att ett ensidigt fokus på kärnkraft riskerar att hämma utvecklingen för andra kraftslag. IEA betonar också att ett lågt elpris för alla konsumenter är avgörande för Sveriges omställning, både för att säkerställa industrins konkurrenskraft och för att möjliggöra en rättvis, samhällsekonomiskt hållbar omställning som har brett stöd hos invånare.

³⁶ Regeringskansliet, [Färdplan för ny kärnkraft i Sverige](#)

³⁷ Prop. 2023/24:105, [Energipolitikens långsiktiga inriktning](#)

³⁸ Svenska Kraftnät, [Långsiktig marknadsanalys – Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050](#)

³⁹ Energimyndigheten, [Scenarier över Sveriges energisystem 2023](#)

⁴⁰ Energimyndigheten, [Uppdaterade långsiktiga scenarier 2023](#)

⁴¹ IEA, [Sverige 2024](#)

Intervjustudie

För att få en inblick i status, teknik och förutsättningar kopplat till nuvarande och framtida kärnkraftsanläggningar genomfördes under hösten 2024 intervjuer med nyckelpersoner som arbetar med kärnkraft hos de tre energibolag som i dag driver kärnkraft i Sverige: Vattenfall, Fortum och Uniper. Intervju har också genomförts med projektutvecklingsföretaget Kärnfull NextT.

Effekthöjning och livstidsförlängning av existerande kärnkraft

För den nuvarande kärnkraften ligger fokus på livstidsförlängningar, och fördjupade studier genomförs för att undersöka förutsättningarna att öka drifttiden från 60 till 80 år för samtliga svenska reaktorer. Aktörerna som äger kärnkraftverken bedömer att de åtgärder som krävs för livstidsförlängning kan utföras vid ett flertal ordinarie men förlängda revisioner. Bedömningen är att kritiska delar av verken, som till exempel reaktorinneslutningen, inte har åldringsskador utan att uppgraderingar handlar om andra delar och annan utrustning. Bolagen förväntar sig inte att livstidsförlängningar behöver leda till leveransproblem eller oväntade stilleståndstider.

”Drifttidsförlängning av den existerande kärnkraften är troligtvis några av de billigaste fossilfria gigawattimmarna som går att åstadkomma.⁴²” - Uniper

Majoriteten av de svenska kärnkraftverken har redan genomfört effekthöjningar. De återstående möjligheterna är begränsade och finns vid Forsmark. För Forsmark 3 utreds nu möjlighet till effekthöjning. Tidigare uppskattningar har indikerat en maxhöjning på 250 MW⁴³, men eftersom frågan fortfarande utreds finns ingen aktuell siffra för tillfället.

Lämplig typ och placering för ny kärnkraft

En grundförutsättning för att bygga kärnkraft i Sverige är att en tillräckligt välfungerande riskdelningsmodell tas fram. När det gäller vilken teknik som är realistisk att planera för, ger de intervjuade aktörerna en samstämmig bild. Det är *befintlig reaktorteknik* (lättvatten/Gen III+) som ses som den snabbaste och mest riskfria vägen för att få nya kärnkraftverk byggda och i drift. Fortum och Vattenfall har ännu inte beslutat om vilken produktionsteknik de vill satsa på. Valet står mellan SMR, och konventionella storskaliga reaktorer. I båda fallen gäller alltså befintlig reaktorteknik.

Fortum och Vattenfall har ännu inte tagit beslut om de ska satsa på små modulära reaktorer (SMR) eller storskaliga reaktorer (LSR). Bedömningen är dock att inga nya anläggningar kommer att byggas med enbart en reaktor. Därför bedöms nya platser – utanför de befintliga kärnkraftverken – som

⁴² Uniper, [”80 blir det nya 60 för kärnkraften”](#)

⁴³ Vattenfall, [”Vattenfall tar viktiga steg för ny kärnkraft vid Ringhals ”](#)

mer lämpliga för SMR-teknik, eftersom det anses vara svårt att hitta utrymme för två nya storskaliga reaktorer.

I en svensk kontext ligger fokus på SMR i storlekar runt 200-500 MW och reaktorer baserade på lättvattenteknik av generation III/III+, det vill säga befintlig teknik. I tabellen nedan sammanställs de leverantörer som är aktuella i Sverige, både för SMR och för storskaliga reaktorer (LSR).

Tabell 2: Aktuella leverantörer av kärnkraftsteknik i Sverige, både för småskaliga och storskaliga reaktorer enligt aktörer som i dag undersöker möjligheter till ny kärnkraft i Sverige.

Aktörerna är förkortade enligt:

F = Fortum

K = Kärnfull Next

V = Vattenfall.

För mer information om respektive modell se: [Advanced Reactor Information System | Aris](#)

	Modell	Storlek [MW]	Typ	Leverantör	Land	Status	Aktör
SMR	BWRX300	300	BWR	GE Hitachi Nuclear Energy, Hitachi GE Nuclear Energy	USA, Japan	Detaljerad design	K, V
	SMR300	320	PWR	Holtec International, Holtec Britan	USA, UK	Detaljerad design	K
	I-SMR	170	PWR	Korea Hydro & Nuclear Power – KHNP, KAERI	Syd Korea	Detaljerad design	F,K
	Rolls-Royce SMR	470	PWR	Rolls Royce	UK	Detaljerad design	F,K, V
	AP300	300	PWR	Westinghouse	USA	Basic design	F,K
LSR	EPR1200	1 200	PWR	EDF	Frankrike	Kommersiell	F,V
	AP1000	1 110	PWR	Westinghouse Electric Company, LLC	USA	Kommersiell	V

Att bygga vid befintliga kärnkraftverk bedöms vara enklast och snabbast med tanke på tillståndprocesser och social acceptans. Ägandeförhållanden vid Oskarshamn och begränsad plats i elnätet vid Forsmark gör att nya platser kan behöva övervägas.

Aktörerna är eniga om att åtminstone 4 000 MW ny kärnkraft behöver byggas för att nå en rimlig kostnad för det nya slutförvar som krävs och för att kunna behålla kompetens hos underleverantörer och myndigheter när nuvarande reaktorer tas ur drift. En liknande bedömning lyfts också i utredningen om finansiering och riskdelning som presenterades tidigare i år.⁴⁴ Där föreslås ett investeringsprogram för utbyggnad på nivån 4 000 – 6 000 MW för att uppnå nödvändiga skalfördelar kopplat till men inte enbart etableringen av ett nytt slutförvar. I utredningen, som varit på remiss hösten

⁴⁴ Finansdepartementet, [Promemoria Finansiering och riskdelning vid investeringar i ny kärnkraft](#)

2024, föreslås en modell för riskdelning och finansiering med tre huvudsakliga komponenter: statliga lån under konstruktionsfasen, prissäkringsavtal, samt en risk- och vinstdelningsmekanism. Förslaget diskuterades inte i detalj under intervjuerna, men aktörerna som undersöker ny kärnkraft uttryckte en övergripande positiv inställning till förslaget.

I Vattenfalls förstudie har fokus legat på Ringhals där en övre gräns för vad som är möjligt att bygga ligger på cirka 2 800 MW, givet det elnät som finns draget till de två nedstängda reaktorerna. Förstudiens slutsats var att utrymme finns för 3-5 SMR (1 500 MW) eller en storskalig reaktor men att bygga av fler reaktorer, eller större effekt, förutsätter inverkan på angränsande naturreservat.⁴⁵ Vattenfall har studerat frågan vidare och har i december 2024 ansökt om att upphäva naturreservatet, då detta uppges krävas för att möjliggöra byggnation av ny kärnkraft⁴⁶. Ansökan görs för att Vattenfall ska kunna gå vidare i arbetet med att söka miljötillstånd och för att kommunen ska kunna fatta beslut om en ny detaljplan för området.

Vid Oskarshamns kärnkraftverk bedöms både utrymme och elnät vara tillgängliga, men de nuvarande ägarförhållandena, där ägarna inte driver frågan om nyetablering, gör att ny kärnkraft inte är aktuell och inga kända förstudier bedrivs. I Forsmark pågår inte heller några aktiva förstudier kring ny kärnkraft.

Projektutvecklingsbolaget Kärnfull Next vill via sitt program, RE:Firm South, undersöka möjliga lokaliseringar för ny kärnkraft i form av SMR i södra Sverige. Deras målsättning är att bidra till regeringens planeringsmål på minst 2 500 MW till år 2035.⁴⁷ Två lokaliseringar är offentliggjorda, Nyköping⁴⁸ och Valdemarsvik⁴⁹, men man uppger ett mål om att undersöka en handfull platser där tanken är samma finansieringspartner och leverantör för samtliga.

Fortum befinner sig i slutfasen av sin förstudie, där förutsättningarna för både SMR och storskalig kärnkraft undersöks i både Finland och Sverige. I förstudien undersöks även möjligheter för en anläggning i Studsvik utanför Nyköping, samma plats som Kärnfull Next.⁵⁰

I figuren nedan visas nuvarande kärnkraftverk samt de platser där förstudier kring ny kärnkraft pågår.

⁴⁵ Vattenfall, [Status i Vattenfalls arbete med ny kärnkraft](#)

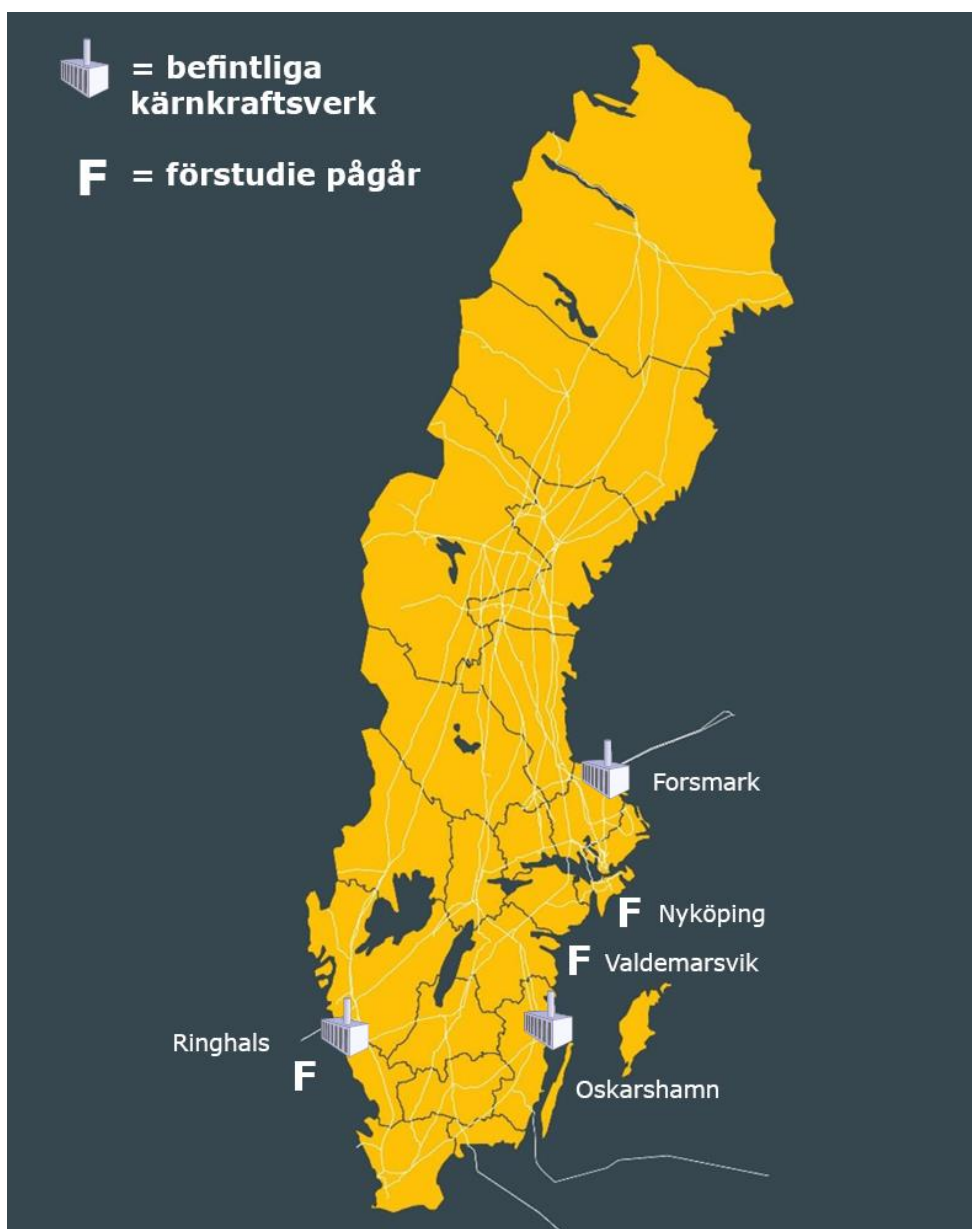
⁴⁶ Vattenfall, ["Vattenfall ansöker om upphävande av naturreservat för att möjliggöra ny kärnkraft - Vattenfall"](#)

⁴⁷ Prop. 2023/24:105, [Energipolitikens långsiktiga inriktning](#)

⁴⁸ Kärnfull Next, ["Kärnfull Next planerar SMR-park i Nyköping"](#)

⁴⁹ Kärnfull Next, ["Kärnfull Next planerar stor SMR-park i Valdemarsvik"](#)

⁵⁰ Fortum, ["Fortum och Studsvik i nytt samarbete - undersöker möjligheterna för ny kärnkraft utanför Nyköping"](#)



Figur 6: Karta som visar nuvarande kärnkraftverk samt platser som är knutna till pågående förstudier av nya kärnkraft.

För att möjliggöra byggandet av ny kärnkraft krävs att flera viktiga förutsättningar är på plats. Samtliga aktörer är överens om att stöd från allmänheten, politisk förankring och ett robust elnät utgör grundläggande krav. Om en stor elkund finns i närheten kan en direktanslutning till denna minska kravet på kapacitet i elnätet. Tillgång till kylvatten är en annan avgörande faktor. Det är fördelaktigt att placera anläggningen vid havet eller större vattendrag, men det går att lösa kylning även i inlandet men det tillkommer kostnader.

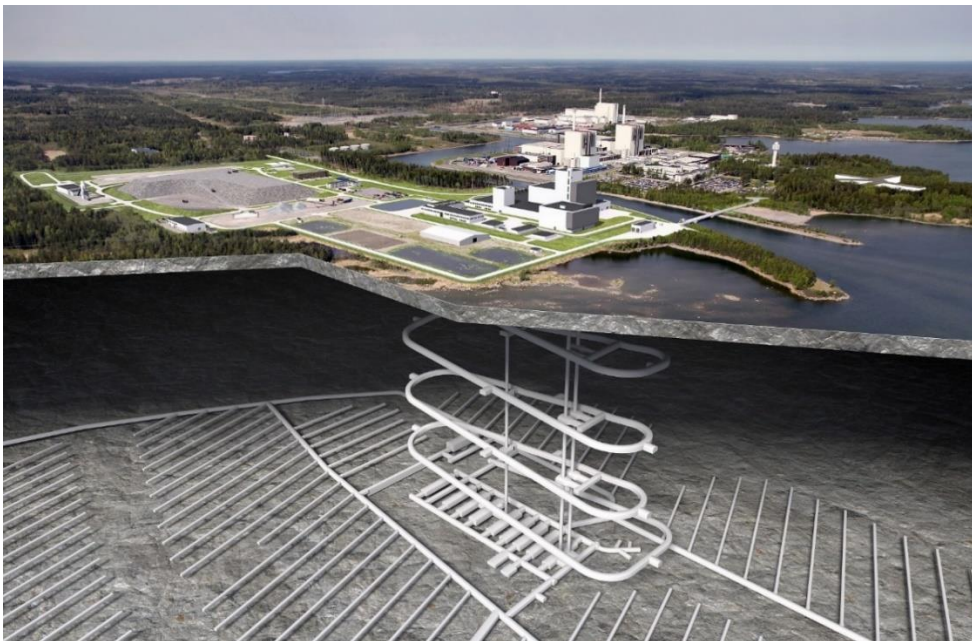
För platser som uppfyller dessa kriterier, anser aktörerna att det är rimligt att utnyttja dem i så stor utsträckning som möjligt. Små utbyggnadsprojekt är inte aktuella. En minsta installerad effekt krävs där de intervjuade energibolagen anser att 1 000 MW är nödvändigt för ekonomisk hållbarhet, medan etableringsbolaget Kärnfull Next sätter gränsen vid 600 MW. I utredningen om finansiering och riskdelning föreslår en lägsta sammanlagd

effekt på 300 MW för att stöd ska kunna ges till uppförandet av en eller flera kärnkraftsreaktorer.⁵¹

Vad gäller ytbehovet för SMR på en ny plats uppskattas det av Kärnfull Next till ca 12,5 hektar per SMR på nivån 300 MW. I detta ingår 10 hektar för färdigställd SMR samt 25 procent extra utrymme som krävs under byggnationen. Fortum uppskattar i genomsnitt ca 15 hektar per SMR och ca 25 hektar för tre SMR, exklusive den extra yta som krävs under byggnationen, men betonar att ytbehovet i hög grad beror på leverantör. Erfarenhet från tidigare byggnation är att ett begränsat utrymme under byggfasen kan leda till förseningar.

Slutförvar

Vid ansökan om tillstånd för nya kärnkraftsreaktorer behöver det framgå hur de ekonomiska förutsättningarna ska skapas för att kunna hantera och slutförvara avfallet.⁵² Avfall från ny kärnkraft baserad på lättvattenteknik kan, oavsett om det är från flera storskaliga reaktorer eller många SMR:er, hanteras med redan utvecklad teknik. Det kommer dock krävas utbyggnad av nya anläggningar för mellanlager och slutförvar.⁵³ Detta eftersom de marginaler som finns i nuvarande slutförvar kommer tas i anspråk av förlängd drifttid av befintlig kärnkraft. Bolagen bedömer att åtminstone 3 000-4 000 MW kärnkraft behöver byggas för att få en rimlig kostnad för avfallshantering samt för att skapa tillräcklig volym på verksamheten så att det går att behålla kompetens i sektorn.



Figur 7: Fotomontage av Kärnbränsleförvaret i Söderviken i Forsmark. Bild från SKB. Fotograf: Lasse Modin

⁵¹ Finansdepartementet, [Promemoria Finansiering och riskdelning vid investeringar i ny kärnkraft](#)

⁵² Strålsäkerhetsmyndigheten, [Handbok Ansökningar om tillstånd för nya kärnkraftsreaktorer och vidare stegvis prövning](#)

⁵³ Vattenfall, [Status i Vattenfalls arbete med ny kärnkraft](#)

Kärnkraft i diversifierat elsystem

Aktörerna betonar vikten av att satsa brett på olika kraftslag för att sprida risker. Skälet är att det i dagsläget är svårt att avgöra vilken kombination och vilka andelar av kraftslag och balansering/lagring som ger det mest kostnadseffektiva och samhällsekonomiskt fördelaktiga systemet, givet svenska förutsättningar. Detta eftersom utveckling pågår och framsteg kan komma inom flera kraftslag och lagringstekniker. Aktörerna framhåller därför att teknikutveckling kommer avgöra hur stora bidragen från de olika delarna blir.

"Utvecklingen av ny teknik kommer avgöra hur stor andel av elproduktionen som kommer från olika energikällor. Exempelvis kommer kostnads- och teknikutvecklingen för kärnkraft jämfört med motsvarande framsteg inom energilagring, som kan kombineras med förnybara energikällor, påverka balansen mellan kärnkraft och förnybart i Sveriges framtida energimix." – Fortum

För att bygga Sveriges framtida elsystem pekas även på behovet av ett övergripande planeringsansvar där en instans tar helhetsansvar för systemperspektivet, vilket inkluderar var ny produktion bör placeras, vilken teknik som är mest lämplig, samt vilken produktionskapacitet som bäst stöder systemet.

Tidsperspektivet för ny kärnkraft

Det är svårt att få mer detaljerad information från aktörerna om när kärnkraft kan vara i drift, förutom att driftsstarten förväntas ske under 2030-talet och att regeringens mål om att ha ny kärnkraft på plats till år 2035 anses vara ambitiöst. Vattenfall hänvisar till den förstudie de genomfört där drifttagning av en första reaktor uppskattas ta ungefär 9-11 år, oberoende av om det är en storskalig reaktor eller en SMR.⁵⁴ I drifttagningen ingår *tillstånd*⁵⁵, vilket uppskattas ta tre år för båda typerna av reaktorer, *byggnation*, där SMR förväntas ta cirka fyra år jämfört med 6-7 år för storskaliga reaktorer, samt *kommersialisering*, vilket antas dröja något för SMR och därmed leda till ungefär samma totala tid oavsett reaktor storlek. Vattenfalls jämförelse mellan storskaliga och småskaliga reaktorer är platsoberoende, det vill säga ej knuten till Värö/Ringhals som alternativ. I förstudien påpekas att det finns stora osäkerheter avseende tiden för tillståndsprocesser då inga kärnreaktorer prövats mot dagens miljölagstiftning.

Vattenfall understryker att en snabb utbyggnad av ny fossilfri elproduktion är avgörande för att driva industrins omställning framåt och skapa förutsättningar för framtida kärnkraftsprojekt:

"För att industrin ska våga göra sina satsningar behöver de se att ny fossilfri elproduktion ökar nu. Under 20-talet är ny landbaserad vindkraft enda alternativet, att den kommer på plats är ett första steg för att möjliggöra för ny kärnkraft på sikt. Kommer inte industrin med ett ökat elbehov finns inget behov av ny kärnkraft." – Vattenfall

⁵⁴ Vattenfall, [Status i Vattenfalls arbete med ny kärnkraft](#)

⁵⁵ Energimyndigheten, ["Tillstånd för kärnkraft"](#)

Sammanfattande analys

Inställningen till ny kärnkraft i Sverige har förändrats avsevärt de senaste åren, med ett växande intresse och höga ambitioner om att ha ny kärnkraft i drift till år 2035. Flera statliga utredningar har genomförts, eller pågår, och en nationell kärnkraftssamordnare har utsetts för att stödja regeringen i att främja utbyggnaden. Flera förstudier kring ny kärnkraft genomförs och beslut om tekniska och ekonomiska aspekter väntas inom kort. Det finns globalt intresse för ny kärnkraft vilket märks via ett intensivt arbete med teknikutveckling hos många leverantörer. Nationella beslut i flera länder, som fattas oberoende av varandra men parallellt, kan påverka både den globala och svenska utvecklingen av kärnkraft. Sammanfattningsvis är det svårt att förutsäga om, och i så fall när, ny kärnkraft kommer att vara på plats i Sverige, samt vilken produktionsnivå som kommer att uppnås. Den befintliga kärnkraften spelar en viktig roll i dagens elsystem och en förlängning av drifttid avgörande för att stödja elsystemet och möjliggöra den gröna omställningen.

Livstidsförlängning och effekthöjning av befintlig kärnkraft

Effekthöjning och livstidsförlängning är centrala strategier och högprioriterade av de svenska kärnkraftsbolagen. Majoriteten av svenska kärnkraftverk har redan genomgått effekthöjningar, med enbart begränsade möjligheter kvar, kopplade till Forsmarks reaktorer. Samtidigt pågår fördjupade studier, på alla svenska kärnkraftverk, kring möjligheten att förlänga livslängden från 60 till 80 år. Initiala analyser visar att detta är både tekniskt och ekonomiskt genomförbart. Genom en sådan livstidsförlängning kan den befintliga kärnkraften producera el fram till 2060-talet, med en sammanlagd effekt på knappt 7 000 MW. Vid en framtida årlig elanvändning på 300 TWh kan den livstidsförlängda kärnkraften täcka runt en sjättedel av behovet. Det utgör ett betydande bidrag till elsystemet och underlätta omställningen i en period då omfattande utbyggnad av ny elproduktion är nödvändig. Att maximera utnyttjandet av befintliga anläggningar kan därför bli en nyckel för att hantera den pressade situation som väntas i omställningen av Sveriges energisystem.

Förutsättningar för etablering av ny kärnkraft

Intervjuerna har gett ett relativt samstämmigt intryck och aktörerna delar en likartad bild av situationen och de grundläggande förutsättningarna för ny kärnkraft. Sammanfattningsvis pekas på att:

Konventionell reaktorteknik ger ökad förutsägbarhet: Vid byggnation av ny kärnkraft ligger fokus idag på redan tillgänglig reaktorteknik, det vill säga lättvattenteknik av generation III/III+. Det är samma teknik som används i dagens svenska kärnkraftverk. Lättvattenreaktorer är även den dominerade tekniken globalt och den teknik som energibolagen, myndigheter och den offentliga sektorn jobbat med i Sverige sedan 1970-talet. Användning av befintlig teknik, oavsett om det blir

i storskaliga eller småskaliga reaktorer, underlättar licensering, beställning, byggnation och drift.

Lågstanivå för utbyggnad är hög: Det är inte aktuellt att bygga enstaka reaktorer. Det behövs ett nationellt program för en större utbyggnad som motsvarar minst fyra stora eller nio små reaktorer med en total effekt på över 4 000 MW. Detta för att nå en rimlig kostnad för nytt slutförvar, och för att ha en reaktorflotta koncentrerat till få platser för kostnadseffektivitet och för att upprätthålla kompetens.

Varje potentiell plats för ny kärnkraft behöver utrymme för fler reaktorer: För att uppnå lönsamhet uppskattas den minsta installerade effekten vara åtminstone 2-5 SMR-reaktorer (600-1 000 MW). Därför ingår konceptet med enstaka, små, utspridda reaktorer inte i dagens planer.

SMR:er är inte små och antalet leverantörer få: Begreppet SMR är brett och innefattar en stor mängd reaktortekniker av vitt skilda storlekar men för nybyggnation av kärnkraft i svensk kontext är det 200-500 MW effekt, lättvattenteknik, generation III och en handfull teknikleverantörer som är aktuella. Det är dessa teknikleverantörer som i stor utsträckning deltar i utvärdering av ny kärnkraft i bland annat Polen⁵⁶, Storbritannien⁵⁷ och Tjeckien⁵⁸.

SMR eller LSR? Varken Vattenfall eller Fortum har bestämt om det är storskaliga eller småskaliga reaktorer de ska satsa på vid möjlig byggnation av ny kärnkraft. Vid nybyggnation på platser utanför de befintliga kärnkraftverken undersöks SMR som alternativ. Detta eftersom det inte är aktuellt att bygga singelanläggningar och det anses svårt att hitta lämpliga nya platser som kan rymma två storskaliga reaktorer.

Utbyggnad på befintliga platser mest sannolikt: På befintliga platser för kärnkraft finns tillgång till infrastruktur, kompetens och acceptans hos både kommun och invånare vilket bidrar till mindre risk och lägre osäkerhet vid en tillståndsprocess. Det är avgörande faktorer som bedöms ge enklaste, snabbaste och billigaste lokaliseringen för ny kärnkraft.

Utbyggnad på nya platser kan behövas: Ägarförhållanden och tillgänglig elnätskapacitet vid nuvarande kärnkraftverk gör att nya platser kan behövas för att komma upp i 4 000 MW i Sverige. Om Vattenfall väljer att bygga SMR:er vid Ringhals blir behovet av nya platser större och ligger närmare i tid jämfört med om det valet blir storskaliga reaktorer. Detta eftersom större effekt kan uppnås med storskaliga reaktorer. För platser som inte ligger vid befintliga kärnkraftverk är dock enbart SMR-tekniken aktuell.

Förutsättningar vid nya platser: Stöd från allmänheten, politisk förankring och ett robust elnät utgör grundläggande krav som behövs för att ny kärnkraft ska kunna byggas. Direktanslutning till en stor elkund kan minska kravet på kapacitet i elnätet. Tillgången till kylvatten är en annan avgörande faktor där närhet till hav eller större vattendrag är att föredra.

⁵⁶ World Nuclear News, ”[Bechtel, Westinghouse welcome Polish funding announcement](#)”

⁵⁷ World Nuclear News, ”[GE Hitachi, Holtec, Rolls-Royce SMR and Westinghouse enter UK SMR negotiations](#)”

⁵⁸ World Nuclear News, ”[Czech Republic selects Rolls-Royce SMR for small reactors project](#)”

Sveriges framtida elmix: Idag behövs satsning på samtliga fossilfria kraftslag för att sprida risker. Teknikutvecklingen kommer sedan avgöra hur stora bidragen från de respektive kraftslagen blir.

Faktorer som påverkar framtiden för ny kärnkraft i Sverige

Baserat på de intervjuer som genomförts och tidigare analyser har flera faktorer identifierats som bedöms påverka ny kärnkraft betydelse i omställningen av Sveriges energisystem. Beroende på hur dessa faktorer utvecklas kan de utgöra både möjligheter och hinder.

Den framtida roll som ny kärnkraft får kommer bland annat bero på hur **teknik- och kostnadsutvecklingen** för kärnkraft står sig i förhållande till andra fossilfria kraftslag och energilagringstekniker. Förhoppningarna är höga på SMR som kan ge lägre kostnader och kortare byggtider, men tekniken har ännu inte kommersialiserats. Historiskt har kärnkraftsprojekt ofta dragits med förseningar och budgetöverskridanden och kärnkraftens roll i omställningen är beroende av att nya projekt kan levereras i tid och enligt budget. Kärnkraft har inte heller inte prövats enligt modern svensk miljölagstiftning, vilket skapar osäkerhet kring tillståndprocessernas tidsåtgång.

Det globala intresset för ny kärnkraft är avgörande för att skala upp SMR-tekniken, men det skapar också **konkurrens om resurser och kompetens**, vilket kan begränsa utbyggnadstakten. En kraftigt ökad efterfrågan, oavsett vilken komponent eller kraftslag det rör, skapar utmaningar som kan medföra förseningar och fördröjningar i leverantörskedjor. Det blir viktigt att Sverige kan **samverka internationellt** för att möta dessa utmaningar, exempelvis via erfarenhetsutbyte och harmonisering av standarder.

Ny kärnkraft är relevant endast om **elbehovet ökar**, vilket är kopplat till industrins omställning. Industrin behöver i sin tur effektgaranti och utbyggnad av ny kraftproduktion på kort sikt, där kärnkraft inte kan bidra. I stället bedöms vindkraft och gasturbiner kunna möta behoven, vilket gör social acceptans för dessa energislag avgörande för behovet av ny kärnkraft.

En **finansieringsmodell** med riskdelning mellan staten och investerande bolag är avgörande för att ny kärnkraft ska kunna byggas i Sverige. En utredning har presenterat förslag på en sådan modell, som varit på remiss under hösten. Flera remissinstanser är positiva, som Svenskt Näringsliv och basindustrins organisation SKGS, men det finns många som är starkt kritiska, som Konjunkturinstitutet, Institutet för näringslivsforskning och Riksgälden. Energimarknadsinspektionen har avstyrkt förslaget helt och både förespråkare och kritiker uttrycker oro för påverkan på investeringar i andra kraftslag samt efterfrågar ett teknikneutralt stöd.

Sammantaget är det svårt att bedöma om och när ny kärnkraft kan vara i drift i Sverige. Att nå en utbyggnad redan till år 2035 bedöms som ytterst utmanande och förenklas inte av en polariserad debatt. Osäkerheterna anses för närvarande vara alltför stora för att ha hög tillit till en utbyggnad av ny kärnkraft under 2030-talet. Samtidigt pågår ett intensivt arbete både nationellt och globalt, vilket snabbt kan förändra förutsättningarna för ny kärnkraft även i Sverige.

Avslutande kommentar ur ett västsvenskt perspektiv

Förutsättningarna för den gröna omställningen i regionen skulle försämrats avsevärt utan livstidsförläningar av befintlig kärnkraft. Västra Götalands importberoende vilar tungt på el bland annat från närliggande kärnkraftverk i Ringhals. Vad som sker på den platsen påverkar läget för Västsverige. Fortsatt elproduktion från de svenska kärnkraftverken, framför allt vid Ringhals, underlättar regionens omställning i en period då stor utbyggnad av ny elproduktion krävs och kapaciteten i elnätet är begränsad. Detta borde ha större prioriterat tills dessa att beslut har tagits. Allt för stort fokus i debatten ligger på utbyggnad av ny kärnkraft.

Byggnation av ny kärnkraft vid Ringhals kan resultera i högre elproduktion än vad som skett historiskt, då de två nedlagda reaktorerna hade en total effekt på knappt 1800 MW medan två nya storskaliga reaktorer tillsammans kan nå en upp till 2400 MW. Om SMR byggs, blir den tillförda eleffekten något lägre än den historiska nivån, 1500 MW, men med större möjlighet att koppla in havsbaserad vindkraft via elnätet vid Ringhals. Det är också viktigt att notera att det råder konkurrens om den tillgängliga nätkapaciteten vid Ringhals. Flera aktörer, med färdiga miljötillstånd, vill mata in ny elproduktion, bland annat tre stora anläggningar för havsbaserad vind. Dessa aktörer arbetar vidare med tillståndsprocesser för elanslutning.

Det är svårt att bedöma om och när ny kärnkraft kan vara i drift i Sverige. Det framgår tydligt från intervjuerna att det finns flera osäkra faktorer som måste lösas innan ny kärnkraft kan bli aktuell i Sverige. Bolagen arbetar metodiskt för att skapa de bästa möjliga förutsättningarna för ett investeringsbeslut så snart som möjligt, men beslutet beror också på omvärldsfaktorer, utanför bolagens kontroll. För det första måste en riskdelningsmodell etableras. Modellen behöver hantera:

- Investeringsrisken under byggnationen.
- Säkrade intäkter som motsvarar produktionskostnaden under en rimlig tidsperiod.
- Minska risken kopplat till kostnad för slutförvar och/eller trygga flera investerare så att en utbyggnad på minst 4 000 MW kan genomföras och därmed en rimlig slutförvarskostnad nås.
- Ta höjd för eventuell teknik- och kostnadsutveckling, där intresset för framför allt SMR bygger på att tekniken och kostnaderna ska utvecklas på samma sätt som för vind- och solkraft. Detta kräver att de första investeringarna kan hantera kostnadsreduktioner från framtida etableringar. För landbaserad vindkraft halverades produktionskostnaden på tio år, vilket tvingade fram nedskrivningar och stora aktieägartillskott för bolag som var tidiga med att bygga.⁵⁹

Vidare måste utbud och efterfrågan på el bättre matcha varandra. Den nuvarande överproduktionen av el i Sverige och de låga elpriserna gör det svårt för nästan alla elproducenter, särskilt de som planerar ny elproduktionskapacitet. Ett investeringsbeslut för en utbyggnad på 4 000

⁵⁹ Nätverket för vindbruk, [Marknadsanalys av vindkraften i Sverige 2019](#)

MW ny kärnkraft riskerar att påverka lönsamheten för befintliga anläggningar negativt.

Det finns också ett starkt internationellt intresse och en konkurrenssituation mellan olika länder och deras stödsystem, samt ett fåtal leverantörer. Därför måste det första investeringsbeslutet beakta alla dessa faktorer.

Den regionala bedömningen är att risken för att ett investeringsbeslut dröjer är stor. Arbetet med att utveckla en riskmodell pågår dock, och om den utformas rätt kan många av förutsättningarna lösas. Det är därför viktigt att noggrant följa utvecklingen av denna modell.

Tiden från ansökan till kommersiell drift för nya reaktor med betydande effekttillskott är sannolikt längre än 10 år. Det är inte ovanligt att energiprojekt har långa ledtider till exempel utbyggnad av stamnätet. Historiska data och analyser av totala etableringstider för kärnkraft globalt pekar på långa ledtider och ett stort spann. De aktuella leverantörerna för LSR har ett genomsnitt på cirka 9,5 år, men detta avser endast perioden från byggnation till kommersiell drift, utan att inkludera tillståndsprocessen, ansökningsframställan, utredningsmaterial, miljökonsekvensbeskrivningar och lösningsförslag för slutförvar. Den sammantagna regionala bedömningen är att sannolikheten för ett ökat tillskott från kärnkraft under 2030-talet är låg. Även om utvecklingen är intressant och viktig att följa, bedöms det i dagsläget som riskfyllt att räkna med elleverans från ny kärnkraft under 2030-talet. Bedömningen rör risk och sannolikhet kopplat till kärnkraftens etableringstid och behovet av riskdelning. Den regionala energiöverenskommelsen anger att 15-20 TWh ny elproduktion krävs i regionen fram till 2030, och under denna period har ny kärnkraft inga möjligheter att bidra. Fokus ligger i stället på gasturbiner för att säkerställa effekttillgång och stödja elsystemet. Gasturbiner gör det också möjligt att ansluta fler laster innan elnätet byggs ut. Enligt energiöverenskommelsen kan sol- och vindkraft, tillsammans med gasturbiner och utbyggd lagring, skapa ett elsystem med tillräcklig planerbarhet. Bedömningen är att detta elsystem kan expanderas eller, på sikt, kompletteras med kärnkraft, eftersom gasturbiner och kärnkraft inte nödvändigtvis konkurrerar med varandra. Därför kan framtida industrialisering i Västra Götaland ha nytta av kärnkraft när denna väl är på plats, särskilt eftersom elanvändningen förväntas öka.

Även med en positiv utveckling av SMR tekniken ligger en etablering av kärnkraft i Västra Götaland längre bort i tid. Bedömning är att etablering vid Ringhals och nya platser på östkusten, där förstudier redan pågår, sannolikt sker i första hand samt att en eventuell framtida etablering i Västra Götaland är beroende av att några av dessa realiserar först.

För kommuner med intresse för byggnation av SMR är det viktigt att beakta grundläggande förutsättningar, utöver tidsaspekten och osäkerheten kring finansieringsmodellen. Dessa inkluderar politisk förankring, stöd från allmänheten och tillräcklig elnätskapacitet. En annan viktig faktor är att placera anläggningen nära större vattendrag för att säkerställa god tillgång till kylvatten. För att uppnå lönsamhet bedöms en minsta installerad effekt motsvarande 2-5 SMR-reaktorer (600-1 000 MW) som nödvändig. Om en plats med goda förutsättningar identifierats, är det dock troligt att den kommer nyttjas mer

och fler reaktorer och en större effekt kan byggas. Kommuner som är intresserade av att etablera ny kärnkraft kommer därför att få en betydande elproduktion. För stöd och information uppmuntras kommuner med detta intresse att ta kontakt med [Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan - KSO](#). Det finns också ett nationellt bidrag till kommuner, som vill genomföra pilotprojekt, där effektivare arbetssätt för planerings- och tillståndsprocesser av ny kärnkraft utvecklas⁶⁰. Hittills har elva kommuner ansökt om att få del av bidraget, varav två i Västra Götaland.

Fortum

Fortum är ett nordiskt energiföretag. Vårt syfte är att ge kraft åt en värld där människor, företag och naturen utvecklas tillsammans. Vi är en av de kraftproducenter i Europa som har lägst koldioxidutsläpp och vi leds av högt ställda hållbarhetsmål. Vi producerar och levererar fossilfri el och vi hjälper industrier att fasa ut sina fossila bränslen och växa. Vår kärnverksamhet i Norden består av effektiv fossilfri kraftproduktion och pålitliga leveranser av el och värme till hushåll och företag. Vi vill vara en säker och inspirerande arbetsplats för våra ca 5 000 medarbetare.

Kärnfull Next

Kärnfull Next (KNXT) är en ledande aktör inom projektutvecklingen av små modulära reaktorer (SMR) och arbetar för att möjliggöra en trygg, hållbar och fossilfri energiframtid. KNXT fokuserar på att utveckla innovativa kärnkraftslösningar i Sverige och Norden som kan möta morgondagens fossilfria energibehov. Genom att kombinera teknisk expertis, miljö- och projekteringskunskap och nära samarbeten med globala partners levererar KNXT projekt som stärker energisäkerhet, miljö och regional utveckling. Företaget jobbar i dagsläget med två huvudsakliga SMR-program, Re:Firm South (för el) och Re:Heat South (för fjärrvärme).

Uniper

Düsseldorfbaserade Uniper är ett europeiskt energiföretag med global räckvidd och verksamhet i mer än 40 länder. Med cirka 7.400 anställda bidrar företaget på ett viktigt sätt till försörjningstryggheten i Europa, särskilt på sina kärnmarknader Tyskland, Storbritannien, Sverige och Nederländerna.

Unipers verksamhet omfattar kraftproduktion i Europa, global energihandel och en bred gasportfölj. Uniper siktar på att dess installerade kraftproduktionskapacitet ska vara mer än 80% koldioxidfri i början av 2030-talet.

Vattenfall

Vattenfall är ett ledande europeiskt energiföretag som i mer än 100 år elektrifierat industrier, levererat energi till människors hem och moderniserat vårt sätt att leva genom innovation och samarbete. Tillsammans med våra samarbetspartner tar vi på oss ansvaret för att hitta nya och hållbara sätt att elektrifiera transporter, industri och uppvärmning. Inom Vattenfallkoncernen finns cirka 19 000 anställda. Moderbolaget, Vattenfall AB, är helägt av svenska staten och har sitt huvudkontor i Solna.

⁶⁰Naturvårdsverket, ”[Kommuners pilotprojekt för planering av ny kärnkraft](#)”

Referenslista

ACCEL, *Framtidens elförsörjning i Västra Götaland*, Länsstyrelsen i Västra Götaland, Västra Götalandsregionen och Svenska Kraftnät, Göteborg, 2024.
<https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2024/p3189-ru-accel-rapport.pdf>

AREVA, "Generation III+ Nuclear Reactors", AREVA,
<https://www.aveva.com/en/perspectives/success-stories/areva-generation-iii-nuclear-reactors/> (Hämtad 2024-12-09)

Energimyndigheten, "El från Kärnkraft", *Energimyndigheten*, Senast uppdaterad 4 juni 2024, <https://www.energimyndigheten.se/energisystem-och-analys/elproduktion/karnkraft/> (Hämtad 2024-12-09)

Energimyndigheten, *Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering*, ER 2023:28, Stockholm, 2024.
<https://www.energimyndigheten.se/klimat/sveriges-elektrifiering/uppdrag-inom-elektrifieringen/myndighetsgemensam-uppfoljning-av-samhallets-elektrifiering/>

Energimyndigheten, *Scenarier över Sveriges energisystem 2023*, ER 2023:07, Stockholm, 2023.
<https://www.energimyndigheten.se/49428c/globalassets/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/langsiktiga-scenarier-over-sveriges-energisystem-2023.pdf>

Energimyndigheten, "Tillstånd för kärnkraft", *Energimyndigheten*, Senast uppdaterad 19 januari 2024.
<https://www.energimyndigheten.se/energisystem-och-analys/tillstand-och-provning/tillstandsprocesser/karnkraft/> (Hämtad 2024-12-09)

Energimyndigheten, *Uppdaterade långsiktiga scenarier 2023*,
Energimyndigheten 2023,
<https://www.energimyndigheten.se/48ea22/globalassets/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/uppdaterade-langsiktiga-scenarier-2023.pdf> (Hämtad 2024-12-09)

Europeiska kommissionen, *Factsheet: EU taxonomy accelerating sustainable investments*, European Unionen, 2022.
https://finance.ec.europa.eu/document/download/e01e9e40-7698-4b08-a9ea-078fb7070f18_en?filename=sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-factsheet_en.pdf (Hämtad 2024-12-09)

Europeiska kommissionen, *KOMMISSIONENS DELEGERADE FÖRORDNING (EU) 2022/1214* av den 9 mars 2022, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1214> (Hämtad 2024-12-09)

Finansdepartementet, *Promemoria Finansiering och riskdelning vid investeringar i ny kärnkraft*, Fi 2023:F, Stockholm, 2024.
<https://www.regeringen.se/contentassets/785ee941726840229ed69135ca8f89oc/finansiering-och-riskdelning-vid-investeringar-i-ny-karnkraft.pdf> (Hämtad 2024-12-09)

Fortum, "Fortum och Studsvik i nytt samarbete - undersöker möjligheterna för ny kärnkraft utanför Nyköping", *Fortum*,
<https://www.fortum.com/se/media/2023/11/fortum-och-studsvik-i-nytt-samarbete-undersoker-mojligheterna-ny-karnkraft-utanfor-nykoping> (Hämtad 2024-12-09)

Fortum, "80 års driftstid för svensk kärnkraft utreds", *Fortum*,
<https://www.fortum.com/se/media/2024/06/80-ars-driftstid-svensk-karnkraft-utreds> (Hämtad 2024-12-09)

IAEA, *Small modular reactors Catalogue 2024*, IAEA, Austria, 2024.
https://aris.iaea.org/publications/SMR_catalogue_2024.pdf

IEA, *Nuclear Power and Secure Energy Transitions*, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2022. <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-and-secure-energy-transitions>

IEA, *Sweden 2024*, Paris, Licence: CC BY 4.0, 2024.
<https://www.iea.org/reports/sweden-2024>,

IEA, *World Energy Outlook 2024*, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A), 2024. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>

Konjunkturinstitutet, *Miljöekonomisk rapport 2024*, Stockholm DNR 2024-384, 2024. <https://www.konj.se/publikationer/miljoekonomisk-rapport/miljoekonomisk-rapport/2024-11-06-staten-har-en-viktig-roll-i-komplex-och-riskfylld-gron-omstallning.html>

Kärnfull Next, "Kärnfull Next planerar SMR-park i Nyköping", *Kärnfull Next*,
<https://www.knxt.se/sv/studsvik>. (Hämtad 2024-12-09)

Kärnfull Next, "Kärnfull Next planerar stor SMR-park i Valdemarsvik",
Kärnfull Next, <https://www.knxt.se/sv/valdemarsvik>, (Hämtad 2024-12-09)

Naturvårdsverket, "Kommuners pilotprojekt för planering av ny kärnkraft",
Naturvårdsverket, <https://www.naturvardsverket.se/bidrag/bidrag-till-kommuners-pilotprojekt-for-planering-av-ny-karnkraft/>,
(Hämtad 2024-12-09)

Nätverket för vindbruk - Noden för näringslivs- och affärsutveckling,
Marknadsanalys av vindkraften i Sverige 2019, Västra Götalandsregionen,
2020. [Dokument med omslag stående dekor grey](#) (Hämtad 2024-12-09)

OKG, "Nuvarande produktion på O3", *OKG* <https://www.okg.se/>
(Hämtad 2024-12-09)

OPG, "Darlington SMR", *OPG*, <https://www.opg.com/projects-services/projects/nuclear/smr/darlington-smr/> (Hämtad 2024-12-09)

Prop. 2023/24:105, *Energipolitikens långsiktiga inriktning*,
<https://www.regeringen.se/contentassets/2fd0739890d8484b8129d3coe678f24d/energipolitikens-langsiktiga-inriktning-prop.-202324105.pdf>

Regeringskansliet, *Färdplan för ny kärnkraft i Sverige*, Regeringskansliet
2023, <https://www.regeringen.se/globalassets/regeringen/dokument/klimat--och-naringslivsdepartementet/ppt/231116-presentationsbilder-fardplan-for-ny-karnkraft-i-sverige.pdf>, (Hämtad 2024-12-09)

Regeringskansliet, "Internationellt samarbete för att tredubbla den globala produktionen av kärnkraft",
<https://www.regeringen.se/artiklar/2023/12/internationellt-samarbete-for-att-tredubbla-den-globala-produktionen-av-karnkraft/> (Hämtad 2024-12-09)

Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen, "Budskap för den regionala energiöverenskommelsen", *Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen*,
2024-09-16,

<https://opengov.360online.com/Meetings/vgregion/File/Details/3852004.PDF?fileName=Budskap%20of%C3%B6r%20den%20regionala%20energi%C3%B6verenskommelsen%20C%20reviderad%20version%202024-09-16&fileSize=80783>

Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen, "Regional energiöverenskommelse för Västra Götaland", *Regionstyrelsen Västra Götalandsregionen*, 2024-01-23, <https://opengov.360online.com/Meetings/vgregion/Meetings/Details/2665106?agendaItemId=325865>

Rådet för industriomställning, "Utan mer elproduktion i Västra Götaland riskerar vi att förlora jobb", *Klimat 2030*, 2023-06-18, <https://klimat2030.se/radet-for-industriomstallning-utan-mer-elproduktion-i-vastra-gotaland-finns-risk-att-vi-forlorar-jobb/> (Hämtad 2024-12-09)

Sarrade, S., "Overview of Generation IV International Forum (GIF) and Generation IV concepts", Power point, Gen IV international Forum, 2023. https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/session_1-_stephane_sarrade_final.pdf (Hämtad 2024-12-09)

Strålsäkerhetsmyndigheten, *Handbok Ansökningar om tillstånd för nya kärnkraftsreaktorer och vidare stegvis prövning*, SSM2024-7702-1, Stockholm: Strålskyddsmyndigheten, 2024. <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/18081c429c4244fda6b12c766c10d20e/handbok-ansokningar-om-tillstand-for-nya-karnkraftsreaktorer-och-vidare-stegvis-provning.pdf> (Hämtad 2024-12-09)

Svenska Kraftnät, *Långsiktig marknadsanalys – Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050*, 2023/4164, Stockholm, 2024. https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2024/lma_2024.pdf (Hämtad 2024-12-09)

Uniper, "60 är det nya 40 – för kärnkraften", *Uniper*, <https://www.uniper.energy/sverige/nyheter/60-ar-det-nya-40-for-karnkraften/> (Hämtad 2024-12-09)

Uniper, "80 blir det nya 60 för kärnkraften", *Uniper*, <https://www.uniper.energy/sverige/nyheter/80-blir-det-nya-60-for-karnkraften/> (Hämtad 2024-12-09)

Vattenfall, "Forsmarks produktionshistorik", *Vattenfall*, <https://karnkraft.vattenfall.se/forsmark/produktion/produktionshistorik/> (Hämtad 2024-12-09)

Vattenfall, "Forsmark och Ringhals siktar på 80 års drifttid av befintliga kärnkraftreaktorer", *Vattenfall*, <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2024/forsmark-och-ringhals-siktar-pa-80-ars-drifttid-av-befintliga-karnkraftreaktorer>

Vattenfall, "Ringhals produktionshistorik", *Vattenfall*, <https://karnkraft.vattenfall.se/ringhals/produktion/produktionshistorik/> (Hämtad 2024-12-09)

Vattenfall, *Status i Vattenfalls arbete med ny kärnkraft*, Vattenfall AB, 2024. <https://group.vattenfall.com/se/siteassets/documents/status-i-vattenfalls-arbete-med-ny-karnkraft-240219.pdf> (Hämtad 2024-12-09)

Vattenfall, "Vattenfall tar viktiga steg för ny kärnkraft vid Ringhals", *Vattenfall*, <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och->

[press/pressmeddelanden/2023/vattenfall-tar-viktiga-steg-for-ny-karnkraft-vid-ringhals](https://pressmeddelanden/2023/vattenfall-tar-viktiga-steg-for-ny-karnkraft-vid-ringhals) (Hämtad 2024-12-09)

Västra Götalandsregionen, *Bedömning av sysselsättningseffekter från otillräcklig tillgång av eleffekt till etableringar i tillverkningsindustrin i Västra Götaland*, [Västra Götalandsregionen](https://www.vgregionen.se), MRU 2024-00187, Göteborg 2024. <https://mellanarkiv-offentlig.vgregion.se/alfresco/s/archive/stream/public/v1/source/available/sofia/rs7897-268913469-759/native/VGR%20Analys%202024-19%20Bed%C3%B6mning%20av%20syssels%C3%A4ttningseffekter.pdf>

World Nuclear Association, "Akademik Lomononov 1", *World Nuclear Association*, <https://world-nuclear.org/nuclear-reactor-database/details/Akademik-Lomonosov-1> (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear Association, "Changjiang SMR-1", *World Nuclear Association*, <https://world-nuclear.org/nuclear-reactor-database/details/Changjiang-SMR-1> (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear News, "More countries sign declaration to triple nuclear capacity", *World Nuclear Association*, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/more-countries-sign-declaration-to-triple-nuclear-capacity> (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear Association, "Nuclear Power in the European Union", *World Nuclear Association*, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/european-union> (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear Association, "Reactor Database Report", *World Nuclear Association*, <https://world-nuclear.org/nuclear-reactor-database/summary/report?report=gen&status=Under%20Construction> (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear News, "Bechtel, Westinghouse welcome Polish funding announcement", *World Nuclear News*, hämtad 9 december, 2024, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/bechtel-westinghouse-welcome-polish-funding-announcement>, (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear News, "Czech Republic selects Rolls-Royce SMR for small reactors project", *World Nuclear News*, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/czech-republic-selects-rolls-royce-smr-for-small-reactors-project>, (Hämtad 2024-12-09)

World Nuclear News, "GE Hitachi, Holtec, Rolls-Royce SMR and Westinghouse enter UK SMR negotiations", *World Nuclear News*, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/ge-hitachi-holtec-rolls-royce-smr-and-westinghouse-enter-uk-smr-negotiations>, (Hämtad 2024-12-09)