



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Varför tror svenskar att kärnkraft kan vara ekonomiskt rimligt?

Downloaded from: <https://research.chalmers.se>, 2025-04-02 02:39 UTC

Citation for the original published paper (version of record):

Kåberger, T. (2024). Varför tror svenskar att kärnkraft kan vara ekonomiskt rimligt?. *Acta Academiae Stromstadiensis*, AAS-78(LXXVIII): 1-18

N.B. When citing this work, cite the original published paper.

ACTA ACADEMIAE STROMSTADIENSIS

Tomas Kåberger



**Varför tror svenskar att kärnkraft kan vara
ekonomiskt rimligt?**

Varför tror svenskar att kärnkraft kan vara ekonomiskt rimligt?

Tomas Kåberger
Professor vid Chalmers Tekniska Högskola
Hedersprofessor vid Strömstads Akademi
Ledamot i Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien
Ledamot i Sveriges Energiekonomers förening

1. Uppsatsens innehåll

Denna uppsats förklarar hur vi i Sverige har fått en felaktig bild av kärnkraftens ekonomi. Källan till de spridda påståendena om billig kärnkraft granskas och dess siffror jämförs med verkliga reaktorbyggen i världen – med källhänvisningar.

Därefter beskrivs kort några av kärnkraftens externa miljö och riskkostnader.

Slutligen bemöts en rad argument som använts för att rättfärdiga kärnkraften, trots dess verkliga oförmåga att konkurrera på öppna elmarknader.

2. Hur har i Sverige kommit att tro att kärnkraft kan var en ekonomisk del av framtidens energiförsörjning?

I Sverige finns en spridd föreställning att det går att bygga kärnkraft som producerar el så billigt att den kan, eller till och med borde, vara en del av ett framtida elsystem. Föreställningen har skapats av en konsult¹ med gedigen kärnkrafts-teknisk bakgrund som gavs i uppdrag av det bransch-ägda företaget Energiforsk att utreda vad el från nya anläggningar skulle kosta.

2.1 Rapportens referenser är otydliga

Rapportens² referenser är luddigt beskrivna³, vilket gör det omöjligt att förstå varifrån enskilda siffror kommer. Att författaren säger sig utgå från pressuppgifter, som inte specificeras, om ursprungliga budgetar gör det svårt att granska påståendena. Dessutom skriver han att det är ”möjligt att budgetar överskridits i enskilda projekt”. Det gör kvantifieringarna föga relevanta eftersom de en stor andel av världens kärnkraftprojekt just misslyckats med att hålla sina budgetar.

¹ Konsulten heter Staffan Qvist och uppträder i olika företagsformer. Qvist Consulting Ltd baserad i London eller Quantified Carbon Ltd.

² Kärnkraftsavsnittet, sid 63-83 i <https://energiforsk.se/media/30709/bilagor-till-rapporten-el-fran-nya-anlaggningar.pdf>

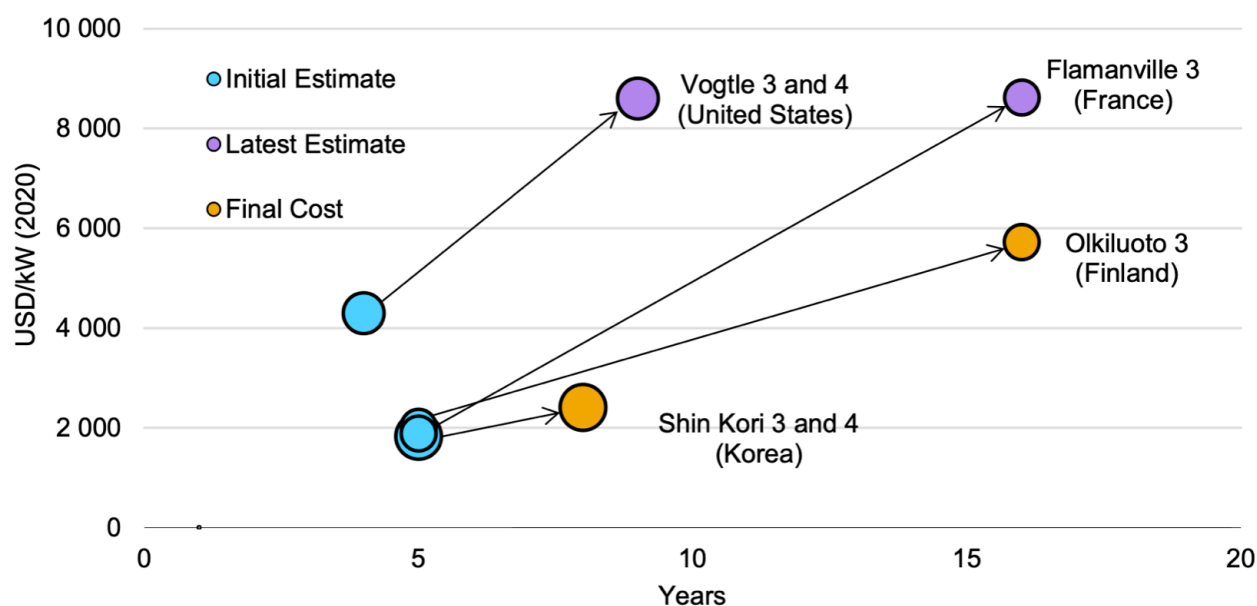
³ Referensen för alla kostnader för reaktorbyggen lyder: *Kostnader har framförallt samlats från från underlaget till publikationerna ”Historical construction costs of global nuclear power reactors”, Lovering et al. 2016 och ”The ETI Nuclear Cost Drivers Project” (2020) samt press-releaser och nyhetsrapportering. Det är i många fall oklart om finansieringskostnader under byggtiden är inkluderade i dessa siffror eller ej, vilket kan göra att siffrorna är en överskattning av overnight kostnader. Samtidigt är det möjligt att budget överskridits i enskilda projekt men att uppdaterade kostnadsuppskattningar inte offentliggjorts.*

2.2 Beslutsunderlag underskattar projektens kostnader och bygg-tid

Förseningar och fördyringar har förekommit under hela kärnkraftens historia och även i Sverige. Sveriges första reaktor med ambitionen att vara kommersiell, den snart helt rivna Ågesta-reaktorn, började byggas 1957, skulle kosta 40 miljoner kronor och vara klar 1961. Den blev klar 1964 och hade då kostat 200 miljoner kronor.⁴

Mellan 2020 och 2022 kopplades 18 nya reaktorer till elnät i världen enligt World Nuclear Industry Status Report. Av dessa 18 var 16 försenade. De två som höll tidsplanen var två av de åtta som byggdes klart i Kina under dessa år⁵.

Overnight cost and construction times for selected recent nuclear projects



From <https://iea.blob.core.windows.net/assets/016228e1-42bd-4ca7-bad9-a227c4a40b04/NuclearPowerandSecureEnergyTransitions.pdf>

Figur 1. Internationella Energimyndigheten i Paris, IEA, illustrerar hur beslut om kärnkraftsprojekt grundats på underskattningar rörande behovet av tid och pengar⁶.

2.3 Rapportens kostnadsangivelser hade stora fel när den skrevs, och ännu större idag

När man jämför med verkliga siffror i de fall det är möjligt, framstår konsultrapportens påståenden som ogrundade och ofta orimliga.

Reaktorerna i arabemiraten Abu Dhabi beskrivs i en tabell som om de kostade 40 000 SEK/kW. Dessa fyra reaktorer skulle ha varit i drift 5 år efter byggstart. I verkligheten tog

⁴ Leijonhufvud, S. (1994) Parentes? – En historia om Svensk kärnkraft. ABB Atom, Västerås, sid 47.

⁵ World Nuclear Industry Status Report, <https://www.worldnuclearreport.org/-World-Nuclear-Industry-Status-Report-2023-.html>, sid. 64

⁶ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/016228e1-42bd-4ca7-bad9-a227c4a40b04/NuclearPowerandSecureEnergyTransitions.pdf>

23 sep. 2024

det drygt 8 år⁷. Även om de ursprungligt planerade kostnaderna skulle ha varit 40 000 SEK/kW är de verkliga kostnaderna högre på grund av förseningarna.

Tyvärr går det inte att få veta hur höga. Fördyringarna belastar den koreanska leverantören. I detta bolags årsredovisningar står att man är förbjuden att redovisa både fördyringar och förseningar. Detta har accepterats av revisorerna i Korea.⁸

Således är konsultens påståenden att detta är en verklig ”medel”-kostnad för nya reaktorprojekt utan grund.

Den uppskattade kostnaden för framtida generatorer i Europa kallas ”Hög”. Det påstås att kostnaden för en ny generation Europeiska TryckvattenReaktorer, ”EPR”, såsom Sizewell-C i Storbritannien skulle var 50 000 SEK/kW. Redan när rapporten skrevs kunde man från Sizewell-C:s egen hemsida se att kostnaden var ca 80 000 SEK/kW med den tidens omräkning från GBP till SEK. Wikipedia hade samma högre siffra publicerad.

Projekt	Konsultrapport	Verkliga Kostnader
Abu Dhabi i Förenade Arabemiraten	40 000	> 40 000
Sizewell-C	50 000	85 000-200 000
Flamanville	65 000	> 140 000
Hinkley Point C	65 000	ca 170 000
Vogtle (USA)	63 000	> 140 000

Tabell 1. Några identifierbara projekts påstådda och verkliga kostnader

Våren 2023 uppskattades Sizewell-C kosta mellan 20 och 35 miljarder GBP⁹. Det är ungefär 2-3 gånger mer än konsulten påstod. Våren 2024 hade det övre gränsen för intervallet höjts till 43,8 miljarder GBP i en studie från Greenwich Business School som

⁷ <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=AE>

⁸ In the report: (4) *”The contracts with purchasers state that the disclosure of information related to UAE and Egypt Eldaba nuclear power plant construction projects such as contract date, contractual completion date, rate of progress, unbilled construction, impairment losses, etc. is not allowed without consent from the purchasers. The purchasers did not agree to disclose such information. Accordingly, the Group did not disclose such information based on KIFRS 1115 129.2(2) as it is probable that the purchasers may file a lawsuit for breach of contract if the Group does so. Also, the Group reported to the audit committee that those items will not be disclosed in the notes to the consolidated financial statements.”*

The auditors state: *”From the matters communicated with those charged with governance, we determine those matters that were of most significance in the audit of the consolidated financial statements of the current period and are therefore the key audit matters. We describe these matters in our auditor’s report unless law or regulation precludes public disclosure about the matter or when, in extremely rare circumstances, we determine that a matter should not be communicated in our report because the adverse consequences of doing so would reasonably be expected to outweigh the public interest benefits of such communication.”*

⁹ <https://www.cityam.com/edf-inflation-drives-hinkley-point-c-nuclear-power-plant-costs-from-26bn-to-33bn/>

23 sep. 2024

citeras i the Guardian¹⁰ och av The Article¹¹. Den lägre siffran innehåller förmodligen inte ränta under byggtiden eftersom man förväntar sig att man skall få betalt i förskott¹² från skattebetalarna eller kunderna under byggtiden.

I rapporten har konsulten också med verkliga reaktorbyggen. Deras kostnad klassificeras som "mycket hög". Där ingår verkliga EPR i Västeuropa och AP 1000 reaktorerna i USA. Dessa påstås kosta 65 000 SEK/kW.

Den franska riksrevisionen, Cour des comptes, hade året före Energiforsks rapport publicerat en rapport¹³ om de fransktillverkade EPR. Där sägs kostnaden för Flamanville vara 12,4 miljarder € (in 2015 €), och att det skulle krävas ytterligare 6,7 miljarder för att bygga färdigt reaktorn till mitten av 2023. Totalt 19,6 G€, av vilka 4,2 G€ beskrivs som finansieringskostnader.

Med borträknad finansieringskostnad, men hänsyn till inflation om omräkning till SEK, blir det 140 000 SEK/kW.¹⁴

Sedan Cour des Comptes rapport skrevs har reaktorn blivit ytterligare ett år försenad, vilket torde ha kostat ytterligare en miljard euro, plus räntor.

För Hinkley Point C rapporterades i januari 2024¹⁵ att kostnader stigit till 35 G£ (i 2015 £). I dagens svenska kronor är detta drygt 600 miljarder SEK eller nästan 170 000 SEK/kW.¹⁶

Energiforsks rapport hänvisar också uttryckligen till USAs AP1000-projekt. Av dessa fyra reaktorbyggen avbröts två sedan man investerat ca 100 miljarder kronor. De två som byggts färdigt har enligt amerikanske Energy Information Administration kostat "mer än 30 miljarder dollar"¹⁷, baserat på en artikel¹⁸. Mer än 30 miljarder dollar för 2 228 MW, motsvarar mer än 140 000 kr/kW, alltså mer än dubbelt så mycket som det påstods.

Energiforsks konsults siffror framstår mot bakgrund av verkliga siffror som avsiktligt vilseledande, inga preciserade källor anges vilket gör att de inte enkelt kan kontrolleras. Men i de kontrollerbara fallen när anläggningar har namngetts är avvikelserna i storleksordningen 100-200%.

¹⁰ <https://www.theguardian.com/business/2024/feb/19/citizens-advice-says-sizewell-c-costs-should-not-be-paid-with-energy-bill-hikes>

¹¹ <https://www.thearticle.com/sizewell-c-too-destructive-too-costly-too-late#:~:text=Professor Thomas' optimistic estimate of,Just too costly.>

¹² <https://www.gov.uk/government/news/future-funding-for-nuclear-plants>

¹³ <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2023-10/20200709-summary-EPR-sector.pdf>

¹⁴ €-värdet förändring sedan 2015 en faktor 1,28. En € idag 11,35 SEK.

¹⁵ <https://www.theguardian.com/business/2024/jan/23/hinkley-point-c-could-be-delayed-to-2031-and-cost-up-to-35bn-says-edf>

¹⁶ Inflation sedan 2015 1,3. Ett £ = 13,2 SEK.

¹⁷ <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=57280>

¹⁸ <https://apnews.com/article/georgia-power-co-southern-climate-and-environment-business-3b1d6c65353c6a65b1ccfdede753ab7>

Nedan återges konsultens tabell, med en tillagd kolumn för de siffror som beräknats här ovan. Skillnaden har stor betydelse för elproduktionskostnaderna som sedan beräknats, och som använts i den svenska politiska debatten sedan Energiforsk publicerade rapporten.

Gruppering	Beskrivning	Värde kr/ kW	Verkliga, kr/kW
Låg	Motsvarar en realistisk förväntning för ett mycket lyckat projekt utanför Asien idag. Värdet ligger dock något högre än för många historiska projekt i Sverige och övriga Europa, och 45 % högre än dagens världsgenomsnitt.	30 000	?
Medel	Motsvarar vad VVER och APR-reaktorer byggs för idag i väst även i länder som innan detta saknade kärnkraft (t.ex. Förenade Arabemiraten, Turkiet), och snittet för ny kärnkraft utanför de fem ledande kärnkraftsnationerna (sista raden i Tabell 1).	40 000	?
Hög	Motsvarar ungefärlig förväntad kostnad för en ny generation av EPR (Sizewell-C i Storbritannien) och enskilda (en reaktor) VVER-projekt i Europa (Hanhiviki)	50 000	80 000-190 000
Mycket hög	Motsvarar de dyraste enskilda overnight-kostnaderna för projekt någonsin (EPR i Västeuropa, AP1000 i USA)	65 000	140 000-170 000

Tabell 2. Konsultens tabell med tillagda siffror enligt andra källor. Kostnadsnivån för verkliga projekt kallas i tabellen "Mycket hög" medan projekt som man kanske kommer att bygga i framtiden "Hög". (Stavfel ur originalet.)

Kärnkraftexperten i styrgruppen för Energiforsks projekt, som borde ha haft förutsättningar att identifiera dessa brister i underlagsrapporten, var uppenbart inte kritiskt sinnad. Han blev senare anställd av regeringen som kärnkrafts-samordnare med uppdrag att skapa förutsättningar för att ny kärnkraft skall byggas i Sverige.

2.4 Konsulten ger uppdragsgivare ansvar för konsultens egna siffror

Konsulten har fortsatt att arbeta med att publicera rapporter om att ny kärnkraft skulle kunna vara ekonomiskt rimligt. I denna verksamhet har konsultens egna siffror tillskrivits "Energiforsk", en organisation som tidigare ansetts som en trovärdig källa.

En serie varianter på sådana rapporter har betalats av organisationen Svenskt Näringsliv. Där refererar konsulten sina egna kostnadsuppskattningar som Energiforsks¹⁹. När han sedan får uppdrag att göra liknande studier för Fortum²⁰, refereras de egna siffrorna så att

¹⁹ På sidan 70 står t ex " I Energiforsks rapport "El från nya anläggningar" (2022) bedöms kostnaden till mellan 40 000 kr/kW (låg) och 55 000 kr/kW (hög)
https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/rapporter/9dnfz1_scenarioanalys-290-twhpdf_1187496.html/Scenarioanalys+290+TWh.pdf

²⁰ https://storage.googleapis.com/quantifiedcarbon/Nordic_System_Studies_2023-11-13.pdf

23 sep. 2024

de kommer från Svenskt näringsliv²¹ respektive Energiforsk²². Det ger sken av det är flera som hittat – och trott på – så låga kostnader, medan allt i själva verket kommer från konsulten själv. De flesta brukar tvärt om vara måna om att få äran att ha rapporterat fakta.

I Fortum-rapporten finns en annan tydligt angiven källa till kostnadsuppgifter. Det är amerikanska Energy Information Administration²³. I den länken finns en siffra som i sin tur baserar sig på en amerikansk konsultrapport²⁴.

Den svenska konsulten påstår att den amerikanska konsultens beskriver kostnader ”seen costs in the US in 2021”. Men det är inte verkliga kostnader man sett i USA som refereras. Den amerikanska konsultens uppskattning att en AP-1000 reaktor skulle kosta 6 041 USD/kW (63 000 kr/kW) är långt under de verkliga kostnader som den amerikanska myndigheten anger till mer än 140 000 kr/kW, alltså mer än dubbelt så mycket.

Den amerikanska konsultrapporten använder ett trick för att få kärnkraften att framstå som relativt billig som också används av den svenska konsulten. Investeringskostnaderna beskrivs med termen ”over-night cost”. Det betyder att man summerar alla utgifter under byggtiden men utan att ta med att man också har kostnader för räntor under de 5-15 år som det tar att bygga kärnkraftverk. För ett projekt som tar 10 år, i en värld med 5% avkastning på kapital kan detta ge en underskattning av kostnader verklig investeringskostnad med storleksordningen 25%.

Den amerikanska konsulten missbrukar detta när han i en figur där jämför olika antagna ”over-night” investeringar för vind, sol och kärnkraft. Därmed döljs kostnaderna som i verkligheten uppträder därför att reaktorprojekt tar många gånger längre tid än solelanläggningar.

2.5 Siffrorna har spridit sig i Sverige

I Energiforskrapporten beräknas den totala elproduktionskostnaden för kärnkraft till mellan 49 och 64 öre/kWh.

Den svenska konsultens siffror, publicerade av Energiforsk och Svenskt näringsliv, har också använts av Energimyndigheten i den scenarioanalys²⁵ som visade att med ytterligare några förutsättningar kunde kärnkraft vara aktuell i Sverige.

Med låga investeringskostnader och likaledes optimistiska siffror för drift och underhåll lyckas energimyndigheten få med ny kärnkraft i några av scenarierna och uppskattar då

²¹ sid 28: ”The current study applies costs based on the optimistic scenario in the Svenskt Näringsliv study” med länk till den rapport konsulten själv skrivit.

²² Sid. 29 ”The more moderate cost assumptions made for new nuclear in the current study match the average of all nuclear reactor projects built worldwide in the period 2000-2020, excluding projects in China, Pakistan, India, Russia, and South Korea, resulting in an average of 4100 EUR/kW. ” med länk till den rapport konsulten själv skrivit.

²³ https://www.eia.gov/outlooks/aeo/assumptions/pdf/table_8.2.pdf

²⁴ https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capital_cost_AEO2020.pdf

²⁵ <https://www.energimyndigheten.se/49428c/globalassets/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/langsiktiga-scenarier-over-sveriges-energisystem-2023.pdf>

23 sep. 2024

kostnaden för kärnkraftens el till 55 öre/kWh. Det är under mitten av energiforsk-rapportens intervall. Det är mindre än hälften av vad elen från den snart färdiga reaktorn i Flamanville kostar enligt franska riksrevisionen²⁶. Det är också mindre än hälften av vad Hinkley Point C får enligt inflations-uppräknade avtalet med brittiska staten.

Redan om kostnaden för kärnkraftel var 10% högre skulle den inte finnas med i Energimyndighetens scenarier. Med verkliga kostnader för el från ny kärnkraft skulle inga ny reaktorer vara ekonomiskt motiverade i Sverige eller någon annanstans.

När regeringens utredare med uppdrag att skapa förutsättningar för att kärnkraft skall bli lönsam, citerar utredningen skriver han: "För de 17 projekten i västvärlden är medianen för den beräknade overnight-kostnaden 55 miljoner kronor/MW i 2020-års prisnivå." Medan konsultens beskrivningar kan ha fungerat för att förmå en del att gilla kärnkraft, blir det här ett problem att de leder till alltför låga föreslagna subventioner. Subventionerade lån och 80 öre/kWh i 2023 års penningvärde garanterade i 40 år från produktionsstart kanske inte räcker i verkligheten, påpekar bland annat Vattenfall²⁷.

Vattenfall har fått kostnadsuppskattningar från möjliga leverantörer och funnit att elen skulle kosta ungefär en krona per kWh²⁸, närmare de verkliga kostnaderna i världen.

Detta är uppenbart för de flesta i energibranschen. Varken svenska energiföretag eller den energiintensiva industrin har drivit frågan. Det är en konsult, med stöd av ett fåtal politiskt aktiva individer som drivit en framgångsrik kampanj som lett till regeringens åtagande att bygga nya reaktorer – enligt kärnkraftssamordnarens uppdrag – till vilket pris som helst.

3. Finns det ytterligare kostnader?

De kostnader som inledningen handlar om är de direkta kostnader som elbolagen brukar förväntas betala. Därutöver är kärnkraften orsak till miljö- och hälsoeffekter som inte ägarna betalar.

3.1 Olyckor

Reaktorägarna behöver inte kunna betala för skadorna vid stora reaktorolyckor. Den subvention detta innebär är vad det skulle kosta att garantera betalningsförmåga med hjälp av försäkringar och katastrof-obligationer.

En erfarenhetsgrundad uppskattning av vad denna subvention är värd har jag tidigare²⁹ beräknat till mellan 2 och 45 öre/kWh.

3.2 Avfall

En ytterligare subvention infördes i Sverige 2020 i lagen om kärnteknisk verksamhet³⁰. Efter det att forskare vid KTH och internationella universitet visat att kopparklädda tunnor

²⁶ <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2023-10/20200709-summary-EPR-sector.pdf> sid. 12

²⁷ <https://www.di.se/live/vattenfall-prissakringen-kan-vara-for-lag/>

²⁸ <https://www.svt.se/nyheter/snabbkollen/karnkraft-kan-bli-dyrare-an-raknat>

²⁹ https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-25987-7_9 sid.215

³⁰ [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19843-om-karnteknisk-verksamhet_sfs-1984-3/_\(\\$5j\)](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19843-om-karnteknisk-verksamhet_sfs-1984-3/_($5j))

den svenska industrin avser att placera använt bränsle i kan korrodera³¹ på 100 år istället för 100 000 år, framstod risken som allvarlig att förvaret skulle behöva göras om inom 100 år. Denna tidshorisont var relevant för reaktorägarnas långgivare, innebar därmed ökade finansieringskostnader för företagen. Företagen förmådde därmed regering och riksdag att lägga över detta ansvar på kommande generationer skattebetalare³².

På likande sätt har avfallskostnaderna under 2000-talet socialiserats i Storbritannien³³ och Tyskland³⁴.

Denna subvention är svår att kvantifiera. Men om man tror mer på de akademiska forskarna än på industrins konsulter så måste man göra om förvaret om ett par hundra år. Det skulle kanske kosta 200 miljarder kronor att fördela på ett kärnkraftsprogram som kanske totalt producerat 2 000 - 3 000 TWh vilket blir 5-10 öre/kWh, utöver de avsättningar som täcker det första försöket.

3.3 Avsiktliga utsläpp

Avsiktliga utsläpp av radioaktivitet från kärnkraftverk och uranbrytning kommer att ha betydande långsiktiga konsekvenser. Enligt UNSCEAR 1988 kan man förvänta sig en kollektivdos på 150-200 manSv per GW kärnkraft-drift och år, även om variationen är betydande.

Om man värderar denna dos som drabbar människor som inte utsätter sig frivilligt lika högt som kärnkraftföretagen värderar de doser man utsätter de egna anställda för får man ett värde på den skada driften orsakar. I Sverige är detta värde på kollektivdos 10 MSEK per manSv enligt ett pm publicerat av Information System on Occupational Exposure.

Med det argumentet orsakar ett års drift framtida exponering värd 2 miljarder kronor/GW. En GW producerar 8 TWh per år. Det betyder en kostnad på 20-25 öre/kWh som man idag inte betalar.

Uppskattade externa kostnader för kärnkraft

	Min, öre/kWh	Max, öre/kWh
Haverier	2	45
Avfall	0	10
Avsiktliga utsläpp	20	25
Totalt	22	80

³¹ Enserie artiklar, bland annat: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010938X2200751X>

³² Lag om kärnteknisk verksamhet. §5j införd genom lag 2020:685.

³³ <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-provision-explaining-the-cost-of-cleaning-up-britains-nuclear-legacy/nuclear-provision-explaining-the-cost-of-cleaning-up-britains-nuclear-legacy>

³⁴ <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/european-commission-endorsed-germanys-eu24bn-nuclear-storage-deal.html>

Tabell 3. Skattningar av externa kostnader som inte betalas av de företag som ytterst äger kärnkraftverken.

3.4 Kärnkraftens miljökostnader drabbar i huvudsak kommande generationer

Till skillnad mot förnybar energi har kärnkraften den populära fördelen att miljöeffekterna framför allt drabbar kommande generationer, och att några hamnar i delar av världen långt från själva elproduktionen. Det gäller särskilt uranutvinningens konsekvenser.

3.5 Hushåll och skattebetalare får betala för olönsamma kärnkraftverk

Om vi åter bortser från de externa miljökostnaderna, är de direkta kostnaderna för verklig kärnkraft minst 1 krona/kWh. Det är 2-4 gånger kostnader för ny vindkraft, och därmed minst dubbelt mot vad ett framtida elpris förväntas att vara. Elpriserna på terminsmarknaderna är kring 50 öre/kWh fram till 2034.

Med en stor del av den tillkommande efterfrågan från laddning av batterier och produktion av vätgas och elektrobränslen blir frågor om lagring och balansering inte avgörande för var av elproduktion.

Därmed kommer ingen frivilligt att betala för kärnkraftselen utan det krävs någon form av tvångsmedel eller beskattning. Det kallas i politiken för "riskdelning".

Den elanvändande industrin kommer inte kunna betala eftersom denna industris konkurrenskraft på världsmarknaden då försvinner och företagen upphör.

Liksom man gjorde med elcertifikaten, som möjliggjorde lärandet som på ett decennium gjorde vindkraften möjlig att bygga utan subventioner, kan kostnaden därför komma att läggas på hushållen. Enligt regeringen skall 10 konventionella reaktorer byggas³⁵ vilket skulle ge ca 100 TWh/år inom ett par decennier. Det betyder att den tillförda mängden motsvarar hushållens totala konsumtion. Därmed måste de stå för hela merkostnaden och se sitt elpris fördubblas.

Detta kommer vara politiskt besvärligt. Därför framstår det som nödvändigt att ta kostnaden på andra sätt, varav statskassan kommer att behöva användas. Det kan ske genom att man höjer skatten eller sänker anslagen till annan samhällsverksamhet. 100 TWh/år kostar alltså 100 miljarder kronor per år vilket mer än statsbudgetens utgiftsområde 16 Utbildning och universitetsforskning, eller fem gånger budgeten utgiftsområde 20 Klimat, miljö och natur.

3.6 Underkatta kostnaderna, starta projekten och socialisera sedan kostnaderna

Alla kärnkraftsprogram i världen har startats på liknande sätt: Man börjar med att ställa i utsikt att kärnkraftverk skall kunna byggas billigt. Sedan framkommer att de "första" reaktorerna behöver en direkt subvention som ibland motsvarar hela den planerade investeringen. Sedan upptäcker man förseningar och fördyringar. Dessa kostnader fördelas därefter, på komplicerade vägar, bland elkunder och skattebetalare.

De som tjänar på detta är de individer som engageras i den politiska byråkratin och de forskningsstrukturer som direkt finansieras av skattebetalarna. Men de stora vinsterna från skattebetalare och elkonsumenter hamnar hos ägarna till de företag som använder de möjligheter som skapas när el åter förvandlas till en politiserad planekonomi.

³⁵ <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/energi/fragor-och-svar-om-karnkraft/>

3.7 Bromsad utveckling kan slå ut den existerande industrin

För den svenska industrin är den allvarligaste konsekvensen att elmarknaden sätts ur spel och att utbyggnaden av billig vindkraft har stoppats. Även om kärnkraftens behov av subventioner betalas av andra, kan elpriserna att hamna på en högre nivå än de skulle gjort om en marknadsmässig utbyggnad hade tillåtits.

Många av de företag som är mest beroende av att snabbt kunna investera i elektrifiering som ersättning för fossila bränslen verkar under internationell konkurrens. Stora investeringar i produktion av fossilfritt stål, batterier och elektrobränslen blir kvar där de görs. Byggs kapaciteten upp i andra länder blir det svårt att ta sig in på marknaden senare. Det allvarliga är att Sveriges stålindustri, fordonsindustri och drivmedelsproduktion idag är stor. Om investeringarna i de framtida, fossilfria anläggningarna för sådan produktion sker någon annanstans betyder det inte bara att Sverige missar en möjlighet till ny industri utan att vi förlorar viktiga delar av dagens industri och den sysselsättning den erbjuder.³⁶

4. Några argument för att, trots allt, satsa pengar på kärnreaktorer

- Men tänk om kostnaderna sjunker med små, modulära reaktorer!

Det finns visioner om att kostnaderna skall kunna sjunka därför att serietillverkning av reaktorer leder till industriell inlärning och skalfördelar som sänker kostnaderna på liknande sätt som vi kunna iaktta för solceller och batterier.

När det gäller stora konventionella reaktorer är detta svårt att tro på eftersom tidigare stora satsningar på serietillverkning av kärnkraftverk snarare visat att mer erfarenhet medför att kärnkraftverken blivit dyrare. Möjligen har de samtidigt blivit säkrare, men totalt sett mindre konkurrenskraftiga.

Ett argument nu har varit att man skall bygga mindre reaktorer med identiska moduler i stora serier och därmed få ner kostnaderna. Mot detta kan man argumentera att el från små reaktorer alltid varit dyrare än el från stora reaktorer. Kostnader såsom personal, administration, skydd mot terrorister, bevakning så att klyvbart material inte försvinnas mm minskar inte med storleken. Samtidigt som kostnader för ledningar, tryckkärl mm inte växer lika snabbt som produktionskapaciteten när kraftverken görs större. Det är sådana faktorer som gjort att kommersiella reaktorerna blivit allt större med tiden.

I en läsvärd artikel³⁷ beskriver Amory Lovins situationen så här: Små reaktorer skulle idag producera el som kostar dubbelt så mycket som el från stora reaktorer. Stora reaktorer producerar el som kostar 3-13 gånger mer än förnybar el. Men dessutom kommer sol och vindel sjunka till halva priset under den period Små Modulära Reaktorer, SMR, möjligen skulle kunna skalas upp. Det är orimligt, skriver Lovins, att SMR skulle kunna sänka

³⁶ <https://www.dagensps.se/cleantech/ssab-taget-for-svensk-konkurrenskraft-gar-nu/>
<https://www.di.se/nyheter/ab-volvos-vd-varnar-vi-missar-varldens-chans/>
<https://www.metal-supply.se/article/view/1099666/>
[ovako och h2 green steel efterlyser politiska krafttag for elproduktionen](#)

³⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619022000483>

23 sep. 2024

kostnader $2 * (3 \text{ eller } 13) * 2$, alltså till 1/12 eller 1/52 . Ett skäl är att huvuddelen av kostnaden för en SMR är komponenter som är gemensamma med alla termiska kraftverk som byggd i tiotusentals under de senaste 100 åren. Inte ens om reaktor-delen skulle leverera ångan gratis skulle dessa kraftverk kunna konkurrera, menar han.

En liknande kritiskt analys³⁸ av SMR har gjorts av den tidigare ordföranden för US Nuclear Regulatory Commission, Allison Macfarlane

Den roligaste beskrivningen av SMR-idéns roll kommer från 1970 då amiral Hyman Rickover som utvecklat flottans reaktorer och varit projektledare för den första kommersiella tryckvattenreaktorn i USA, vittnade i amerikanske kongressen³⁹. Han förklarar skillnaden mellan en "akademisk" och en "verklig" reaktor så här:

"En akademisk reaktor har nästan alltid följande egenskaper:

- 1: Den är enkel,*
- 2: Den är liten,*
- 3: Den är billig,*
- 4: Den är lätt,*
- 5: Den kan byggas snabbt,*
- 6: Den är flexibel och kan tjäna olika syften,*
- 7: Den kräver inte mycket teknisk utveckling utan kan använda standardkomponenter,*
- 8: Den under utveckling och har inte byggts ännu.*

En verklig reaktor å andra sidan kännetecknas av att:

- 1: Den byggs i verkligheten,*
- 2: Den är försenad,*
- 3: Den kräver massor av teknisk utveckling av teknik som kan verka trivial. Korrosion är ett särskilt problem.*
- 4: Den är väldigt dyr,*
- 5: Den tar lång tid att bygga på grund av ingenjörstekniska problem,*
- 6: Den är stor,*
- 7: Den är tung,*
- 8: Den är komplicerad."*

Plågsamt relevant är hur han beskriver den politiska beslutsfattaren problem:

"Den akademiska reaktor-konstruktören är en diletter. Han har ännu inte tvingats ta något verkligt ansvar i förhållande till sitt projekt. Han kan unna sig lyxiga utsvävningar i eleganta idéer vars praktiska problem avfärdas som tekniska detaljer. Verkliga reaktorkonstruktörer måste leva med dessa tekniska detaljproblem. Fast de är obehagliga och svårhanterade, måste de lösas i verkligheten och kan inte skjutas på framtiden. Att lösa dem kräver arbetskraft, tid, och pengar.

³⁸ <https://reneweconomy.com.au/the-end-of-oppenheimers-nuclear-energy-dream-modular-reactors-supported-by-ideology-alone/> eller https://iai.tv/articles/the-end-of-oppenheimers-energy-dream-auid-2549?_auid=2020

³⁹ [https://www.google.se/books/edition/AEC_Authorizing_Legislation_Fiscal_Year/s0-W6Hq_wX0C?hl=en&gbpv=1&dq=Hearing+before+the+joint+committee+on+atomic+energy+congress+of+the+united+states+ninty-first+congress+second+session+on+special+nuclear+materials;+light+water+breeder+reactor+\(LWBR\)+part+4&pg=PA1619&printsec=frontcover](https://www.google.se/books/edition/AEC_Authorizing_Legislation_Fiscal_Year/s0-W6Hq_wX0C?hl=en&gbpv=1&dq=Hearing+before+the+joint+committee+on+atomic+energy+congress+of+the+united+states+ninty-first+congress+second+session+on+special+nuclear+materials;+light+water+breeder+reactor+(LWBR)+part+4&pg=PA1619&printsec=frontcover) pp 1690-

Tyvärr är det så, att för dem som måste fatta stora beslut och som saknar detaljerad kunskap om reaktorteknik, och lika illa för den intresserade allmänheten, att det är mycket lättare att förstå den akademiska beskrivningen än den praktiska.”

- Kärnkraft är kanske dyrare, men vi behöver all fossilfri el!

För det första är den ekonomiska logiken den att sedan sol och vindkraft blev billigare än olja per energienhet är det tydligt lönsamt att minska fossilanvändningen i transportsektorn och industrin. Sol- och vind-el kan nu produceras i världen för 10-50 öre per kWh medan energipriset på råolja är ca 55 öre/kWh och kostnaden för kärnkraftsel är 100 öre/kWh. Elektrifiering är inte ett behov utan en möjlighet så länge elen är billig.

För det andra så är investeringsmöjligheterna begränsade. Skall man ersätta maximalt med fossila bränslen skall man börja med de mest lönsamma alternativet. Påståendet att man också skall använda resurser till allt, oavsett hur dyra alternativen är, är irrationellt om man verkligen vill minska användningen av fossila bränslen.

- Men marginalkostnaden för kärnkraftel är i alla fall låg, så även om investeringen är olönsam så ger kärnkraft lägre elpris!

Att producera el med uran har tidigare haft lägre bränslekostnad än fossil elproduktion. Men det har ändrats de senaste åren. Uranpriset har stigit från 20 USD/pound 2018 till 90 USD/pound de senaste åren. Enligt Euratom försörjningsmyndighet har dessutom kostnaden för anrikning stigit och för bränsletillverkning⁴⁰. Kombinerar man dessa ny kostnader framstår bränsleinköpen som 8,5 öre/kWh⁴¹.

⁴⁰ [https://euratom-supply.ec.europa.eu/document/download/416f638d-1928-44b6-a9d9-d9180b6eb2ad_en?filename=ESA Annual Report 2022 - Final \(website\)_2.pdf](https://euratom-supply.ec.europa.eu/document/download/416f638d-1928-44b6-a9d9-d9180b6eb2ad_en?filename=ESA Annual Report 2022 - Final (website)_2.pdf)

⁴¹ ChatGPT

To calculate the cost of nuclear fuel per kWh, we need to account for the cost of natural uranium, the cost of conversion, and the cost of enrichment. Here are the steps to follow:

1. **Determine the cost of natural uranium:**
 - Uranium price: \$90 per pound (1 pound = 0.453592 kg)
 - Convert price to per kg: $90 \text{ USD} \times 0.453592 / \text{kg} \approx 198.42 \text{ USD/kg}$
2. **Determine the amount of natural uranium required:**
 - As calculated earlier, about 8.33 kg of natural uranium is needed to produce 1 kg of enriched uranium.
3. **Calculate the cost of natural uranium:**
 - Cost of 8.33 kg of natural uranium: $8.33 \text{ kg} \times 198.42 \text{ USD/kg} \approx 1653.87 \text{ USD}$
4. **Calculate the conversion cost:**
 - Conversion cost: \$40 per kg
 - For 1 kg of enriched uranium: $1 \text{ kg} \times 40 \text{ USD/kg} = 40 \text{ USD}$
5. **Calculate the enrichment cost:**
 - Enrichment requires about 8.9 SWU per kg of enriched uranium.
 - Enrichment cost: \$135 per SWU
 - Total enrichment cost: $8.9 \text{ SWU} \times 135 \text{ USD/SWU} \approx 1201.50 \text{ USD}$
6. **Calculate the total cost to produce 1 kg of enriched uranium:**
 - Total cost = Cost of natural uranium + Conversion cost + Enrichment cost $1653.87 \text{ USD} + 40 \text{ USD} + 1201.50 \text{ USD} \approx 2895.37 \text{ USD}$
7. **Determine the electricity generated by 1 kg of enriched uranium:**
 - 1 kg of enriched uranium can produce approximately 360,000 kWh.
8. **Calculate the cost of nuclear fuel per kWh:**
 - Cost per kWh: $2895.37 \text{ USD} / 360,000 \text{ kWh} \approx 0.00804 \text{ USD/kWh}$

Therefore, the cost of nuclear fuel per kWh, given the specified costs for uranium, conversion, and enrichment, is approximately **0.804 cents per kWh**. Ungefär 8,5 öre/kWh

23 sep. 2024

Kärnavfallsavgiften är har också höjts till 8,6 öre/kWh i Ringhals, 7,5 öre/kWh i Oskarshamn och 4,5 öre/kWh⁴². Så den totala bränslekostnaden ligger mellan 13 och 17 öre/kWh. Dessutom krävs personal för drift och underhåll som kostar 10-20 öre/kWh beroende på hur bra reaktorerna fungerar.

Totalt intervall på härledda kostnaderna hamnar då mellan 23 och 37 öre/kWh.

En viktig faktor är hur mycket el reaktorerna verkligen klarar att producera. Man har ofta överskattat framtida tillgänglighet och missat att verkliga reaktorer inte klarar att uppfylla alla planer. Ett tydligt exempel var hur den franska kärnkraften drabbades av problem med korrosion och sprickor som gjorde att Frankrikes kärnkraftverk levererade drygt 80 TWh mindre än året innan och landet gick från att vara världens största elexportör 2021 till att vara nettoimportör 2022.

Tittar man istället på verkliga siffror på kostnaden i dagens reaktorer i Sverige, där inga av de ursprungliga investeringskostnaderna finns med, ser man att kostnaden på de olika verken under 2019-2023 legat mellan 22,5 och 40 öre/kWh. Detta har gällt under år då bränslekostnaderna ännu inte slagit igenom på grund av att man fortfarande använt bränsle enligt gamla kontrakt.

Så inte ens om hela investeringen subventioneras drivs verken vidare om elpriset faller under 23 öre/kWh.

2020 var elpriset i Norden 11 öre/kWh. Under 2021 och 2022 var priserna betydligt högre på grund av Frankrikes kärnkraftproblem, väderbetingad minskning av vattenkraften i Europa och att det blev dyrt att öka den fossilbaserade elproduktionen efter Rysslands fullskaliga invasion i Ukraina.

- Men ett elsystem måste ha baskraft!

Baskraft har blivit ett irrelevant begrepp. På 1900-talet fanns olika sätt att producera el från fossila bränslen. Ekonomiskt optimalt var då att bygga elverk som kostade mycket att bygga men använde billiga bränslen och hade lägst marginalkostnad, så att de kunde producera el dygnet runt, året om, utan att konkurreras ut. Sådana elverk byggdes ut så att de nätt och jämt skulle täcka baslasten, dvs den minimala efterfrågan under året. Därutöver byggde man billiga kraftverk med högre marginalkostnad som användes i den utsträckning som behövdes för att täcka variationen i efterfrågan.

På 2000-talet har vi mer av elproduktion med sol- och vind-energi som inte har några bränslekostnader och som kan producera även om priset faller under kostnaden för bränslen till det som tidigare kallades baskraftverk – såsom kolkraftverk eller kärnkraftverk. De konkurrerar ut dessa så kallade baskraftverk och sänker elpriserna ytterligare. De anläggningar som kompletterar dessa är flexibla anläggningar som kan träda in när sol och vindelverk inte producerar. Kol- och kärnkraft har sällan den flexibiliteten, och även om man lyckas tekniskt driva dem med flexibilitet så blir det ekonomiskt olönsamt på grund av höga fasta kostnader.

- Men det behövs planerbar kraft!

⁴² <https://www.riksgalden.se/sv/press-och-publicerat/pressmeddelanden-och-nyheter/nyheter/2024/beslut-om-karnavfallsavgifter-for-2024/#:~:text=Regeringen har beslutat om kärnavfallsavgifter,50 år till 60 år.>

23 sep. 2024

Med planerbar menar många kärnkraft. Men ordet är valt för att vara vilseledande och samtidigt oemotsägligt.

Planerbar kan ge intryck av att betyda att det är elproduktion som på ett flexibelt sätt kan styras för att komplettera sol- och vind-el. Men planerbarhet är något annat än flexibilitet, och kärnkraftverk är inte särskilt flexibla.

Det är samtidigt svårt att säga emot att kärnkraft är planerbar. Men det faktum att man kan göra planer är inte viktigt. Det viktiga är att planerna uppfylls. Olkiluoto 3 i Finland hade minst 20 planerade start-datum som man inte uppfyllde. Under de första planerade driftåren från 2009 till 2022 producerade reaktorn 1,9 TWh istället för de planerade ca 16 TWh.

Flera svenska reaktorer har under senare år lämnat meddelanden till marknadens aktörer om dussintals planerade tider för återstart efter avställningar som man misslyckats med att nå.

- Men stabiliteten i elsystemet kräver svängmassa!

Tidigare hölls frekvensen stabil av stora så kallade synkronmaskiner, tunga generatorer och motorer som var direkt kopplade till växelströmsnätet och vars rörelseenergi hjälpte till att hålla frekvensen stabil.

Nu för tiden är en allt större del av motorerna och många elgeneratorer kopplade till växelströmsnätet via så kallade växelriktare, elektronik som omvandlar mellan växelström och likström.

Synkrongeneratorer och motorer bidrar fortfarande till stabiliteten i näten, men med växelriktare kan många andra göra det också. Den energi som behövs för att stabilisera kan komma från snurrande vindkraftverk, från batterier eller elektrostatiska lager som kallas superkondensatorer.

Rörelseenergin i de roterande generatorerna i det nordiska elsystemet är liten. Batterierna i bilar som säljs på några dagar motsvarar hela denna stabiliserande rotationsenergi, eller "svängmassan" som det ibland kallas.

Den internationella energimyndigheten IEA beskriver hur sol-el med batterier kan leverera just denna stabilitet⁴³. Allt fler nätanslutna batterier säljer nu sådana stabilitetstjänster till nätet⁴⁴.

Man kan hålla med om att också kärnkraftverken borde få betalt då de levererar sådan stabilisering. Men samtidigt så borde de som orsakar de frekvenstörningar som kräver

⁴³ <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2024/08/IEA-PVPS-T14-17-2024-REPORT-Frequency-Services.pdf>

⁴⁴ <https://second-opinion.se/smabatterier-bidrog-till-att-radda-elsystemet/>
<https://www.mynewsdesk.com/se/checkwatt/pressreleases/svenska-batterier-stabiliserade-elnaetet-naer-finsk-kaernkraft-snabbstoppade-3287737>
<https://aktuellenergi.se/batterier-stabiliserade-elnaetet-nar-oskarshamn-3-snabbstoppade/>
<https://it-hallbarhet.se/batterier-stabiliserade-elnaetet/>

23 sep. 2024

stabiliserande system, betala för detta⁴⁵. De flesta stora störningarna i Norden 2022, 9 av 16, orsakades av kärnkraftverk som snabbstopp⁴⁶, 6 av likströmkablar och 1 av en växelströmkabel som slutade fungera.

Det är möjligt att kärnkraftverken skulle få en netto-kostnad om störningar och stabilisering skulle betalas marknadsmässigt.

- Men metallgruvorna skapar miljöproblem. Vi byter bara fossilberoende mot metallberoende!

Det är en fundamental skillnad mellan att använda metaller å ena sidan och kol, olja fossil gas och uran å den andra. Bränslena förbrukas när de används och förlorar sitt resursvärde. Metaller i uttjänta batterier eller vindkraftverk är mer värdefulla än samma metaller när de fanns i gruvornas malm. Metallerna är inte förbrukade utan kan återanvändas gång på gång.

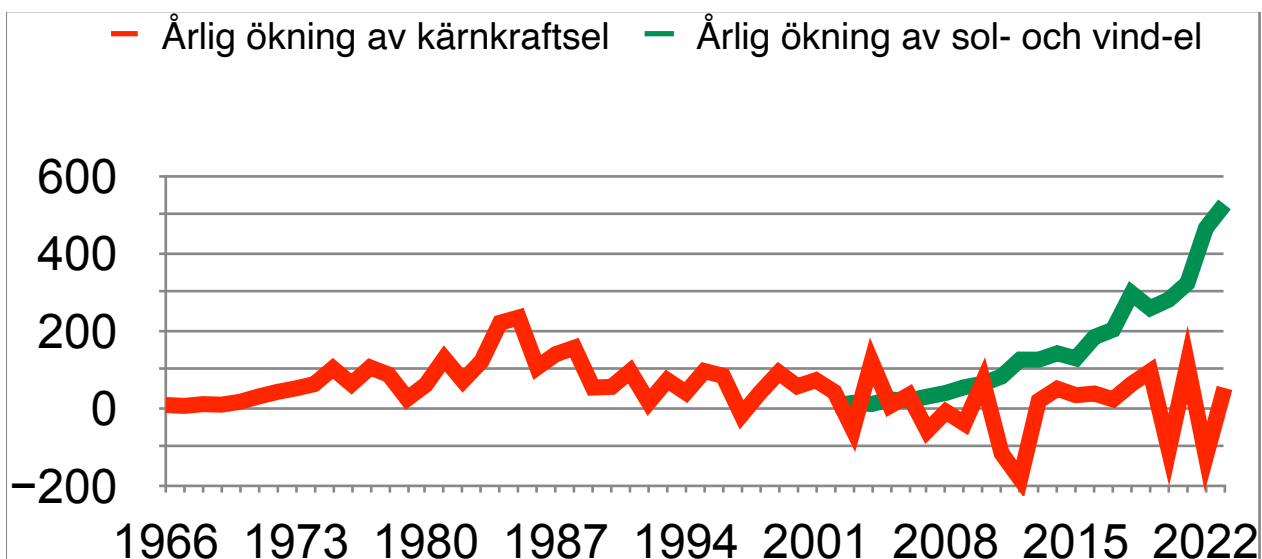
Denna skillnad betyder också att om man inte längre kan importera bränslen kan inte elproduktion och bilarna fortsätta fungera, men om metallimporten stoppas betyder det bara att man inte kan fortsätta expandera systemen, elförsörjning och bilar fortsätter att fungera.

Däremot måste metaller brytas för att bygga upp de nya strukturerna. Men effektiviseringar och återvinning gör att gruvorna inte behövs när systemen är byggda.⁴⁷

- Men bara kärnkraft kan ge tillräckligt mycket energi snabbt nog för att klara klimatet!

Argumentet kan underbyggas med räkne-exempel på hur snabbt man i en kommun kunde öka elproduktionen till flera hundra procent av elkonsumtionen på bara några års reaktorbyggande. Eller, som samma person som skapat kostnadsföreställningen gjort, använda exemplet om hur snabbt Sverige byggde ut kärnkraften på 1980-talet eller Ontario kring 2010.

Men det som är relevant är världen och där ser bilden helt annorlunda ut. Sol- och vind-el har de senaste åren vuxit mer än dubbelt så snabbt som kärnkraften någonsin gjort. Kärnkraften däremot har sedan 2006 slutat öka därför att den är för dyr att bygga, och ofta för dyr att ens hålla igång.



23 sep. 2024

Figur 2. Årlig ökning av elproduktionen i världen med kärnkraft respektive sol+vind, TWh. Data från Statistical review of world energy.

Dessutom byggs sol- och vind-el alltså både billigare och snabbare.

- Men vi byggde kärnkraft snabbt och billigt på 1980-talet. Varför kan vi inte göra det igen?

De två senaste reaktorerna i Sverige, de tredje reaktorerna i Oskarshamn respektive Formark producerade el som kostade ungefär 45 öre/kWh i den tidens penningvärde enligt vad jag fick lära mig av Forsmarks dåvarande chef i under arbetet i energikommissionen 1993. Om man rankar om det till dagens penning värde med konsumentprisindex blir det ungefär 120 öre/kWh, alltså ungefär vad ny kärnkraftsel kostar idag. Dagens reaktorer är alltså inte dyrare, men förmodligen bättre och kanske säkrare.

Den överkapacitet man då byggt upp gjorde de två sista reaktorerna så olönsamma att skattebetalarna retroaktivt fick bidra med 5 miljarder kronor för att undvika förluster för de delvis kommunägda bolag som var delägare. Det motsvarar nästan 15 miljarder i dagens penningvärde.

Så kärnkraft var inte billigare förr. Men förlusterna då var mindre än idag därför att sol och vind då kostade många gånger mer än idag.

- Men vi måste fortsätta med kärnkraft för att kunna bygga kärnvapen om vi hotas av invasion!

Detta var en viktig drivkraft när det stora statliga satsningarna på kärnkraft gjordes i Sverige från slutet på 1950-talet. Som argument för satsningen argumenterades vid Socialdemokraternas partistyreelse den 21 februari 1956: "Däremot är det säkert, att något vapenplutonium kan man inte få på snabbare väg än genom utvecklingen av atomenergi för fredliga ändamål."⁴⁸

Emanuel Macron formulerade det i december 2020⁴⁹ så enkelt: *Sans nucléaire civil, pas de nucléaire militaire, sans nucléaire militaire, pas de nucléaire civil.* (Utan civil kärnteknik ingen militär kärnteknik. Utan militär kärnteknik ingen civil kärnteknik.)

De uppenbart oekonomiska satsningarna på kärnkraft i Storbritannien kan ha samma motiv⁵⁰.

Det är också svår att se ekonomiska skäl för länder som Iran, Turkiet, Förenade Arabemiraten och Saudiarabien som har olja, gas och tillgång till sol-el som kostar en bråkdel an kärnkraftens el att ändå bygga kärreaktorer.

⁴⁸ Citerat i avhandling av Stefan Lindström, Hela Nationens Tacksamhet, Stockholms universitet 1991. ISBN 917146932X

⁴⁹ <https://www.elysee.fr/front/pdf/elysee-module-16825-fr.pdf>

⁵⁰ <https://www.sgr.org.uk/resources/hidden-military-implications-building-back-new-nuclear-uk>

<https://the-european.eu/story-34512/fresh-energy-needed-for-europes-nuclear-debate.html>

23 sep. 2024

Bland företagen som lanserar SMR finns planer att använda uran med så hög andel uran 235 att bränslet går att använda för kärnladdningar. Spridningen av sådant bränsle och förmågan att tillverka sådant bränsle utgör en god möjlighet för spridning av kärnvapen⁵¹.

Makthavare kan lockas av möjligheten att bedriva folkmord med kärnvapen, men för majoriteten av befolkningar är det enbart ett hot.

Ett land som har skaffat sig kärnvapen blir ett mer legitimt mål att attackera med kärnvapen.

Kärnkraftverk utgör en radiologisk förstärkning av ett kärnvapens dödlighet.⁵²

Kärnkraftverk kan orsaka stor skadeverkan även om de attackeras med konventionella vapen eller bara förstörs genom att man slår ut elförsörjning eller kylning så att en härdsmälta leder till spridning av radioaktivitet.

Under inbördeskriget på Balkan i början av 1990-talet utsattes Slovenien för hot om att förstöra landet genom att förstöra kärnkraftverket Krsko, som manifesterades med överflygningar. De försökte hitta sätt att minimera konsekvenserna⁵³.

International Atomic Energy Agency har rapporterat hur Ukrainisk kärnkraft varit utsatt under den stora ryska invasionen⁵⁴. Ännu utan några utsläpp från reaktorer i drift, men med spridning från området kring det tidigare havererade verket i Tjernoby⁵⁵.

Det betyder att man för att skydda sig bör stänga av kärnkraftverk ett drygt år innan man kan hamna i krig för att kunna tömma dem på bränsle och föra bränslet till ett säkrare förvar. Frågan är vem som skall fatta sådana beslut. Det betyder ju också att man förlorar elförsörjning samtidigt som man skall förbereda sig för krig.

4. Slutsats

Denna uppsats innehåller inte allt som är relevant för beslut om kärnkraft. Ambitionen var att visa att det behövs mer underlag för politiska beslut med så stora ekonomiska konsekvenser under många fler generationer framåt än andra riksdagsbeslut i Sverige.

⁵¹ Kemp, R.S. m fl : The weapons potential och high-assay low enriched uranium. Science vol 384, 6700, sid 1071-1073. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ado8693>

⁵² <https://www.jstor.org/stable/i398478>

⁵³ <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20892171#:~:text=On the other hand there,a protection of the core>

⁵⁴ <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/nuclear-safety-security-and-safeguards-in-ukraine-feb-2023.pdf>

⁵⁵ <https://www.reuters.com/world/europe/unprotected-russian-soldiers-disturbed-radioactive-dust-chernobyls-red-forest-2022-03-28/>