

Elektricitet i framtiden

VAD ERSÄTTER KÄRNKRAFTEN? ALTERNATIVENS
PRODUKTIONSKOSTNAD OCH LÖNSAMHET.

HENRIK MALMBERG

INLEDNING	2
PRIS, PRODUKTIONSKOSTNAD, LÖNSAMHET OCH HÅLLBARHET	2
ELKONSUMENTEN	2
ELPRODUCENTEN	3
SAMHÄLLET	3
SAMMANSTÄLLNING AV SKATTER, AVGIFTER, STÖDSYSTEM	4
FASTIGHETSSKATT	4
KOLDIOXIDSKATT OCH ENERGISKATT FÖR FOSSILKRAFT	4
ÄGARENS ANSVAR VID EN KÄRNKRAFTSOLYCKA	4
SKATTER, AVGIFTER, AVSÄTTNING TILL KÄRNAVFALLSFONDEN	4
ELCERTIFIKAT	5
BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	6
<i>Allmänna förutsättningar</i>	6
KÄRNKRAFT	6
<i>Anläggningen</i>	6
<i>Plats</i>	6
LANDBASERAD VINDKRAFT	6
HAVSBASERAD VINDKRAFT	7
SOLKRAFT (PV)	7
GASKRAFT	8
PRODUKTIONSKOSTNADENS BESTÅNDSDELAR	9
KAPITALKOSTNAD	9
BRÄNSLEKOSTNAD	9
DRIFT OCH UNDERHÅLL	9
SKATTER OCH AVGIFTER	9
FÖRDELNING MELLAN PRODUKTIONSKOSTNADENS BESTÅNDSDELAR	9
VERKNINGSGRAD	9
PRODUKTIONSKOSTNAD RESULTAT	11
LÖNSAMHET	12
ÄGARE	12
<i>Bolagsform och riskaptit</i>	12
<i>Drift och underhåll</i>	12
<i>Skatt och avskrivningsmöjligheter</i>	12
<i>Avsättning av produktionen</i>	12
BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	12
RESULTAT	13
SAMHÄLLET	14
AVSLUTNING OCH SAMMANFATTNING	15
KONSUMENTEN	15
PRODUCENTEN	15
SAMHÄLLET	15
AVSLUTANDE RESONEMANG	15
OM FÖRFATTAREN	16

Inledning

Vattenfall meddelade i april 2015 att företaget avser att stänga ned två av de fyra kärnkraftsreaktorerna i Ringhals, R1 och R2, tidigare än planerat. Reaktorerna kommer att tas ur drift någon gång mellan 2018 och 2020, istället för att vara i drift till minst 2025 som tidigare planerats.

Vad innebär detta för svensk elproduktion? Vad skall de stängda reaktorerna ersättas med?

Idag fördelar sig produktionen av elektricitet på följande produktionsslag (2014):

Kärnkraft	62,2 TWh	41%
Vattenkraft	64,1 TWh	43%
Värmekraft	13 TWh	9%
Vindkraft	11,5 TWh	8%
Total produktion	150,8 TWh	

Export	15,5 TWh
Konsumtion i Sverige	135,3 TWh

Kärnkraften producerar alltså idag knappt hälften av elektriciteten som förbrukas i Sverige. För det fall kärnkraften blir en parentes, av politiska, miljömässiga eller ekonomiska skäl måste alternativa produktionsslag fylla dess plats. I denna rapport kartläggs de produktionsslag som idag kan anses vara tekniskt mogna att ersätta R1 och R2 som kommer stängas inom 3-5 år, men även att kunna utgöra ett substantiellt tillskott i energimixen överhuvudtaget.

Utvecklingen och utbyggnaden av Sveriges 10 kärnkraftsreaktorer påbörjades i mitten av 1950-talet och slutfördes 1985 i och med driftsättningen av reaktorn O3 i Oskarshamn. Kärnkraftsteknikens fördelar med stabil och billig elenergi har gett goda förutsättningar för industrins utveckling och hushållens välbefinnande i Sverige.

Redan långt innan kärnkraftsreaktorerna var färdigställda startade en diskussion i samhället om miljöförstöring, hållbarhet och om alternativa produktionsslag. Kärnkraftsteknikens många fördelar till trots, tekniken medför också stora risker för miljö och hälsa. Framförallt får inte uppgiften underskattas att hitta ett säkert förvar av det

utbrända kärnbränslet som är giftigt och måste undanhållas från mänsklig kontakt under lång tid. Olyckorna i Tjernobyl och Fukushima har också lett till att riskerna med utsläpp till följd av haverier blivit en aktuell fråga.

Huruvida kärnkraftstekniken skall fortsätta utvecklas och sörja för Sveriges elenergibehov under överskådlig framtid, eller om de 10 reaktorerna som byggdes på 70- och 80-talet skall bli en energihistorisk parentes, har debatterats sedan kärnkraftstekniken först kom på tal.

Denna rapport är inte ett inlägg i debatten om kärnkraftens framtid, utan snarare en diskussion om alternativen. Det finns argument både för och emot att kärnkraftstekniken har möjligheter att utvecklas till ett säkert och hållbart sätt att producera elektricitet på.

Pris, produktionskostnad, lönsamhet och hållbarhet

Elmarknaden har tre aktörer; konsumenten, producenten och samhället. Denna rapport behandlar följande frågeställningar:

- Hur påverkas konsumentens pris?
- Vad är produktionskostnaden för olika produktionsslag?
- Hur lönsamma för sina ägare är respektive produktionsslag?
- Hur påverkas samhället av olika produktionsslag?

Elkonsumenten

Ur elkonsumentens perspektiv är det viktigt med en stor tillgång på elektricitet, oavsett hur den produceras. Då priset på den nordiska elbörsen NordPool sätts för varje timme, kommer tillgången och efterfrågan i varje enskild timme att avgöra priset (I de flesta konsumentavtal är priset ett månadsmedelvärde). Ur elkonsumentens perspektiv är det alltså bra om det finns massor med produktionskapacitet, då priset kommer att sjunka. Till exempel kan vindkraft påverka priset på kort varsel, uppåt eller nedåt. På samma sätt kan kärnkraft påverka priset mycket vid oplanerade

driftstopp, då en stor tillgång försvinner från utbudet och således höjer priset.

Elproducenten

För en elproducent spelar det däremot roll på vilket sätt elen produceras. Då man genom politiska beslut har bestämt att ge förnybar produktion ett tillskott i form av elcertifikat (I Sverige, andra länder har liknande subventionssystem) och straffa elproduktion med fossila bränslen med utsläppsrätter, är alltså elproducentens intäkter och kostnader väsentligt annorlunda beroende på vilket sätt elen produceras. Värt att nämna är att kärnkraften åläggs stora merkostnader i form av fastighetsskatt, punktskatt och effektskatt. Även eventuella avsättningar för framtida kostnader måste elproducenten ta med i sina beräkningar, som till exempel slutförvaring av utbränt kärnbränsle eller demontering av vindkraftsfundament. För elproducenten är det naturligtvis viktigt att få en marginal mellan sin produktionskostnad och sina totala intäkter. Denna, förhoppningsvis positiva, marginal påverkar naturligtvis elproducentens lönsamhet.

Samhället

Ur samhällets perspektiv spelar det stor roll hur elektriciteten produceras eftersom all elproduktion är miljöpåverkande. Även om lagstiftning och regelverk tillser så att respektive produktionsslag bär sina egna direkt förenliga kostnader, finns påverkan och risker som är svåra att mäta i pengar. Exempelvis är det svårt att mäta den visuella påverkan ett hundratal vindkraftverk har på en fjäll- eller havsutsikt. Likaså är det svårt att prissätta den lilla men inte försumbara risken för ödeläggelse ett kärnkraftverk utgör.

Sammanställning av skatter, avgifter, stödsystem

I detta kapitel sammanställs och förklaras de olika skatter och avgifter som belastar respektive produktionsslag. Här sammanställs även de respektive stödsystem och subventioner som är aktuella för respektive produktionsslag. Samtliga uppgifter är aktuella i april 2015. Regeringen har dock aviserat höjning av beskattning av såväl effektskatt på kärnkraft som skatt på bland annat vindkraft i kommande höstbudget 2015.

Fastighetsskatt

Alla elproduktionsanläggningar belastas med en generell industriell fastighetsskatt som är 0,5 % av taxeringsvärdet. Taxeringsvärdet är 75 % av marknadsvärdet två år tidigare. För en ny elproduktionsanläggning är alltså taxeringsvärdet 75 % av byggkostnaden.

Koldioxidskatt och energiskatt för fossilkraft

Det utgår inte koldioxidskatt för fossilt bränsle som används till elproduktion i Sverige. Dock hänförs en del av det förbrukade bränslet till intern elproduktion i kraftverket och beskattas därmed.

Däremot finns en enhetlig energiskatt på fossila bränslen som infördes 1 januari 2011 på 8 öre/kWh. För energiproduktion ges sedan ett skatteavdrag på 70 % vilket resulterar i en faktisk beskattning om 2,4 öre per kilowattimme bränsle.

Ägarens ansvar vid en kärnkraftsolycka

För de tio reaktorer som finns i Sverige idag (Oskarshamn 1,2,3, Ringhals 1,2,3,4, Forsmark 1,2,3) finns en ansvarsbegränsning i den rådande atomansvarighetslagen (1968:45). För innehavare av en atomanläggning i Sverige är ansvaret enligt denna lag begränsat till ett belopp motsvarande 300 miljoner särskilda dragningsrätter.

Särskilda dragningsrätter definieras i termer av en korg av större valutor som används i internationell handel och finans. De nuvarande valutorna i korgen är euro, brittiskt pund, yen samt amerikansk dollar.

Viktningen i valutakorgen sker vart femte år enligt relativ internationell handelsomslutning inom IMF. Den senaste viktningen från december 2010:

Euro	37,4 %
Japansk yen	9,4 %
Pound sterling	11,3 %
USA-dollar	41,9 %

Växelkursen har de senaste 10 åren varit cirka 1 SDR = 1,5 US dollar. Det innebär att ägarna till de existerande tio reaktorerna i Sverige har sitt ansvar begränsat till skador för maximalt cirka 3 miljarder SEK. Detta innebär att ägarna endast är skyldiga att teckna försäkring för skador upp till detta belopp.

År 2010 antog riksdagen regeringens förslag, "Kärnkraften - ökat skadeståndsansvar". Beslutet innebär att det ekonomiska ansvaret för reaktorägare vid en olycka ökar från det tidigare gällande 300 miljoner dragningsrätter till istället 1200 miljoner EUR, alltså motsvarande cirka 11 miljarder kronor.

Ägaren till en framtida, nybyggd, kärnkraftsanläggning i Sverige skulle alltså behöva betala en fyrdubblad försäkringspremie i jämförelse med dagens reaktorer.

Skatter, avgifter, avsättning till kärnavfallsfonden

År 2000 omvandlades den tidigare produktionsskatten till en effektskatt som baseras på reaktorernas termiska effekt, alltså oberoende på hur mycket elektricitet som faktiskt produceras.

Skatten är 12 648 kr per megawatt, per månad, av den högsta tillåtna termiska effekten i reaktorn. Om en kärnkraftsreaktor har varit ur drift under en sammanhängande period av mer än 90 kalenderdygn, får avdrag med 415 kronor per megawatt av den termiska effekten göras för det antal kalenderdygn som överstiger 90.

Ägare till kärnkraftverk måste också göra avsättningar till kärnavfallsfonden för att finansiera framtida kostnader för att omhänderta använt kärnbränsle. Sedan 1 januari 2012 är avgiften 2,2 öre per producerad kWh.

Slutligen finns den så kallade Studsvikslagen som reglerar den avgift som kärnkraftsföretagen betalar för avvecklingen av vissa äldre anläggningar i Studsvik, den permanent avställda kraftvärmereaktorn i Ågesta och industriområdet i Ranstad. För närvarande är avgiften till Studsviksfonden 0,3 öre per kWh producerad kärnkraftsel. Riksdagen har tidigare beslutat att lagen skulle sluta gälla i slutet av 2011, men lagen är nu förlängd till slutet av 2017.

I beräkningarna inom ramen för denna rapport kommer inte avgiften enligt Studsvikslagen att tas med.

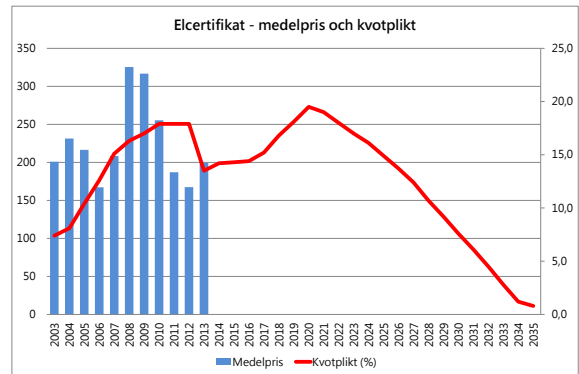
Elcertifikat

Sedan 2003 gäller lagen om elcertifikat som förelägger alla som är kvotpliktiga att köpa en viss andel certifikat i förhållande till sin försäljning eller förbrukning. De som är kvotpliktiga är:

- Elleverantörer
- Elanvändare som använder el som de själva producerat om mängden använd el uppgår till mer än 60 megawattimmar per beräkningsår och har producerats i en anläggning med en installerad effekt som är högre än 50 kilowatt.
- Elanvändare i den utsträckning de har använt el som de har importerat eller köpt på den nordiska elbörsen.
- Elintensiva industrier som har registrerats av Energimyndigheten.

(Energimyndigheten)

Hur stor andelen är bestäms genom en kvot i lagen om elcertifikat. Kvotnivåerna är fastställda till och med år 2035. Sedan 2012 ingår Norge i elcertifikatsystemet.



Sedan elcertifikatens införande under 2003 har priset på elcertifikat varierat runt cirka 200 kr per MWh, med högsta noteringar runt 370 kr/MWh i augusti 2008 och som lägst ca 140 kr/MWh i februari 2012.

En elproducent får elcertifikat för sin produktion under anläggningens första 15 driftår.

Beräkningsförutsättningar

I detta arbete jämförs olika elproduktionslag med varandra. För att förenkla och generalisera beräkningar har det för varje kraftslag skapats en genomsnittlig produktionsanläggning. På samma sätt har också generaliseringar gjort avseende valutakurser, inflation och priser på råvaror, elektricitet och stödsystem (elcertifikat).

Allmänna förutsättningar

Kalkylränta	6 %
Kurs EUR/SEK	8,75
Kurs USD/SEK	8,25
Inflation	2 % per år
Elpris första driftåret*	350 SEK/MWh
Elcertifikat första driftåret	200 SEK/MWh

I samtliga beräkningar förutsätts att anläggningarna byggs i prisområde SE3.

Det är naturligtvis svårt att förutsäga hur priser och andra förhållanden utvecklar sig i framtiden. När man räknar på produktionskostnader och hur lönsam en elproduktionsanläggning kan tänkas vara, är resultatet naturligtvis mycket beroende på vilka antaganden man gör om framtida utveckling av elpriset, stödsystem och så vidare.

I detta arbete görs dock samma antaganden för alla typer av anläggningar, vilket leder till en möjlighet att kunna jämföra olika elproduktionsanläggningar med varandra.

Kärnkraft

Beräkningarna förutsätter en tryckvattenreaktor på 1600 MW av tredje generationen, av samma typ som Olkiluoto 3 i Finland som började byggas 2005 och beräknas tas i drift under 2015. Bygget har kantats av problem och byggnationen har försenats med flera år. Vid byggets start estimerades att den totala investeringen skulle uppgå till cirka 3 miljarder EUR. Dock har den förväntade slutkostnaden stigit under byggets gång till cirka 8,5 miljarder EUR.

Anläggningen

I beräkningarna i detta arbete bortses från att bygget av Olkiluoto 3 har försenats och fördröjats och det

förutsätts att en reaktor av denna typ skulle kosta 7 miljarder EUR (61,25 miljarder SEK) att bygga om en liknande reaktor skulle byggas i Sverige.

Effekt	1 600 MW
Årsproduktion	13 736 GWh
Livslängd	60 år
Investering	61 250 MSEK

Plats

Det förutsätts att kärnkraftsanläggningen byggs på en av de tre platser i Sverige där det redan finns kärnkraftverk idag. Således görs antagandet att endast anpassningar måste göras i befintligt elnät, tills skillnad från behovet av ny anslutning till högspänningsnätet som hade varit nödvändig om en ny plats hade valts.



Halvön Olkiluoto ovan där den nyaste anläggningen, Olkiluoto 3, syns längst bort i bild. Bilden ovan är manipulerad, anläggningen är fortfarande under byggnation.

Landbaserad vindkraft

Investeringar i landbaserade vindkraftsanläggningar har skett i stor skala i Sverige sedan cirka år 2009. Arise Windpowers projekt Oxhult i Laholms kommun blev en av de första storskaliga anläggningarna som uppfördes i Sverige. Oxhult består av 12 vindkraftverk med en sammanlagd effekt om 24 MW och en årsproduktion på cirka 70 GWh.

Det finns cirka 3000 vindkraftverk i drift eller under uppförande i Sverige idag. Samtidigt pågår tillståndsprövning för ytterligare cirka 6000 vindkraftverk. Bland dessa tillståndsansökningar finns både projekt som består av enstaka verk och upp till storskaliga projekt med flera hundra vindkraftverk.

I detta arbete är följande projekt valt som beräkningsmodell.

Antal vindkraftverk	20
Effekt	60 MW
Årsproduktion	150 GWh
Livslängd	25 år
Investering	750 MSEK



Bilden ovan föreställer E.ONs projekt Stengårdsholma utanför i Nybro kommun. Projektet består av 10 vindkraftverk av modell Vestas V90 och var de första i Norden med tornhöjden 125 meter.

Havsbaserad vindkraft

Östersjön har mycket goda förutsättningar för havsbaserad vindkraft. I Östersjön har det hittills uppförts två storskaliga vindkraftsanläggningar. Lillgrund i Öresund och Kårehamn utanför Ölands östkust.

	Lillgrund	Kårehamn
Antal vindkraftverk	48	16
Effekt [MW]	110	48
Produktion [GWh/år]	330	180
Investering [MSEK]	1 800	1 200

Följande projekt är valt som beräkningsmodell.

Antal vindkraftverk	70
Effekt	210 MW
Årsproduktion	805 GWh
Livslängd	25 år
Investering	4 250 MSEK

I beräkningarna antas att anläggningen investerar i och underhåller sin egen elanslutning till land. I vissa länder, exempelvis Tyskland, Danmark och England kan staten under vissa förutsättningar stå för hela eller delar av elanslutningen.



Bilden ovan visar E.ONs Rödsand 2, som ligger i vattnen utanför Rödby på Danmarks sydkust. Projektet består av 90 vindkraftverk med en sammanlagd effekt om 207 MW och en årsproduktion på cirka 800 GWh.

Solkraft (PV)

Solkraft för storskalig elproduktion existerar knappt i Sverige, även om det på allt fler håll i Europa byggs stora anläggningar. I takt med att kostnaden för solpaneler sjunker, blir solenergianläggningar allt mer aktuella även på Sveriges nordliga breddgrader.

Sveriges första solcellsanläggning med en effekt om mer än 1 MW finns längs med väg E18 mellan Västerås och Enköping. Anläggningen är byggd av företaget Kraftpojarna och uppfördes i slutet av 2013.

Dock finns det stor potential av tillgänglig yta i form av mark och hustak att installera storskaliga, nätanslutna, solcellsanläggningar.

Följande storskaliga anläggning är vald som beräkningsmodell.

Effekt [max]	1 MW
Yta	6400 m ²
Verkningsgrad	15 %
Årsproduktion	1,083 GWh
Livslängd	20 år
Investering	9,26 MSEK

Gaskraft

Elproduktion med naturgas är en metod som växer runt om i världen. Senare års sjunkande priser på naturgas har gjort denna metod mer och mer konkurrenskraftig. Stora fyndigheter av naturgas har blivit möjliga att exploatera i och med utvecklandet av nya metoder, fracking, som blivit särskilt vanligt i USA.

Ett gaskraftverk är också förhållandevis billigt och enkelt att bygga i jämförelse med andra typer av kraftverk. Förbränningen är också renare i förhållande till andra fossila bränslen då mindre föroreningar i form av tungmetaller, koldioxid med mera bildas.

Samtidig värmeproduktion är möjlig i ett gaskraftverk. Ett exempel på ett storskalig gaskraftverk med möjlighet att köras i kombinerad el- och värmeproduktion är E.ONs Öresundsverket i Malmö. I kombinerad drift kan mycket hög verkningsgrad uppnås.

I detta arbete förutsätts dock att en tänkt anläggning byggs och drivs enbart för kraftproduktion. Följande anläggning är vald som beräkningsmodell.

Effekt	400 MW
Verkningsgrad	58 %
Årsproduktion	2750 GWh
Livslängd	40 år
Investering	2250 MSEK

Produktionskostnadens beståndsdelar

Vad kostar det att producera elenergi? Det beror naturligtvis på vilket sätt som elenergin produceras. Man kan skilja mellan olika huvudbeståndsdelar av produktionskostnaden som är olika stora för olika typer av kraftverk.

Kapitalkostnad

Beroende på vilken typ av produktionsanläggning man betraktar, är investeringens storlek olika stor i förhållande till hur mycket elenergi som produceras. I exempelvis ett vindkraftverk är kapitalkostnaden förhållandevis stor i jämförelse med ett gaskraftverk. Kapitalkostnaden består av både räntekostnader och avskrivningar.

Bränslekostnad

Vissa bränslen är gratis (vind, vatten och sol), eller billiga (avfall). Andra bränslen är dyrare och kan ha ett volatilt pris (olja, kol, gas). Bränslekostnader kan också uppstå efter att elenergin är producerad. Till exempel måste kärnbränsle tas omhand och slutförvaras vilket naturligtvis kostar mycket pengar.

Drift och underhåll

Olika typer av kraftverk fodrar mer eller mindre arbetsinsats för att driva kraftverket. En solpanel kräver inte mer underhåll än tillsyn då och då, medan ett kolkraftverk eller kärnkraftverk kräver ständig bemanning. För en havsbaserad vindkraftsanläggning kan en stor del av driftskostnaden bestå av transportkostnader till och från anläggningen.

Skatter och avgifter

Beroende på regelverk och lagstiftning, belastas olika typer av kraftverk med olika pålagor i form av punktskatt (kärnkraft), fastighetsskatt (tex vindkraft, vattenkraft, kärnkraft), avsättning till slutförvar (kärnkraft), säkerhet för nedmontering och återställning (vindkraft) och så vidare.

I nedanstående tabell visas olika typer av kraftverk och deras respektive ungefärliga andel av ovanstående beståndsdelar av produktionskostnaden.

Fördelning mellan produktionskostnadens beståndsdelar

	Kapitalkostnad (räntor + avskrivningar)	Bränslekostnad inklusive avsättning till kärnavfallsfond och utsläppsrätter	Drift och underhåll	Skatter och avgifter
Kärnkraft	54 %	11 %	20 %	15 %
Gaskraft	12 %	81 %	6 %	1 %
Landbaserad vindkraft	74 %	-	23 %	3 %
Havsbaserad vindkraft	69 %	-	29 %	3 %
Solkraft (PV)	92 %	-	4 %	3 %

Ovanstående tabell visar till exempel att kärnkraften genererar stora intäkter till staten i form av skatter och avgifter. Tabellen visar också att produktionskostnaden för fossilbaserad elproduktion naturligtvis är intimt sammankopplad med bränslepriser. Värt att notera är att produktionskostnaden för solkraft är till mycket stor del består av kapitalkostnader.

Verkningsgrad

Ett kraftverks verkningsgrad kan vara mycket viktig om bränslet är dyrt. Exempelvis har stor möda lagts på att öka verkningsgraden i fossileldade kraftverk, där man i ett modernt kraftverk kan uppnå över 50 % verkningsgrad med väldigt höga ångtemperaturer som möjliggjorts med modern materialteknik. Gamla kolkraftverk når bara upp i ca 40 % verkningsgrad. Av energin som finns i kolet blir alltså 40 eller 50 procent elenergi, resten blir värme som i kontinentala Europa oftast spills bort då det på de flesta håll inte finns fjärrvärmesystem.

Däremot är begreppet verkningsgrad helt ointressant i exempelvis ett vindkraftverk där bränslet är gratis. Istället försöker man att göra vindkraftverket så effektivt som möjligt i förhållande till vad det kostar att bygga istället för att det skall producera som mycket som möjligt.

Produktionskostnad resultat

Produktionskostnaden varierar naturligtvis över tiden och varierar olika mycket beroende på vilket produktionsslag som avses. Exempelvis kan en vindkraftsanläggning fungera relativt problemfritt under de första åren för att sedan kräva mer insatser då växellådor och övrig utrustning behöver underhållas och bytas efter några år. Ett gaskraftverk eller ett kärnkraftverk kanske tvärtom kräver en längre inkörningsperiod efter driftsättning innan det kan fungera med mindre underhåll under några år.

Oavsett kraftslag är det alltså viktigt när man jämför kraftslag med varandra att beräkna produktionskostnaden som ett genomsnitt över flera år där fondering till framtida reparationer och underhåll finns med.

De olika anläggningarnas tar naturligtvis olika lång tid att bygga. Det är avgörande för anläggningens produktionskostnad hur investeringen ser ut under byggtiden. Investeringar i början av byggtiden påverkar den framtida produktionskostnaden då de uppbär ränta. Nedanstående tabell visar hur stor andel av investeringen som sker vilket år innan driften startar.

År till start	Kärnkraft	Gas-kraft	Land-baserad vind-kraft	Havs-baserad vind-kraft	Sol-kraft (PV)
- 9	2 %				
- 8	3 %				
- 7	10 %				
- 6	15 %				
- 5	20 %				
- 4	25 %				
- 3	10 %	10 %		10 %	
- 2	10 %	50 %	40 %	25 %	
- 1	5 %	40 %	60 %	65 %	100 %

I det här arbetet har produktionskostnaden för de anläggningar som beskrevs i föregående kapitel beräknats. Produktionskostnaden är angiven för det första driftåret, men där fondering till framtida underhåll finns med. Eftersom anläggningarna har olika lång byggtid har kostnaden är räknats tillbaka

till ett och samma startår. Produktionskostnaderna i beräkningarna nedan är alltså helt jämförbara med varandra.

Produktionsslag	Produktions-kostnad [SEK/kWh]	Anläggningens byggtid inkl. projektering
Kärnkraft	0,55	10 år
Gaskraft	0,52	4 år
Landbaserad vindkraft	0,59	3 år
Havsbaserad vindkraft	0,72	4 år
Solkraft (PV)	0,95	2 år

Lönsamhet

I föregående kapitel beräknades produktionskostnaden för olika kraftslag, baserat på en typisk anläggning för respektive produktionslag.

Nästa steg är att beräkna hur lönsam en investering i de respektive kraftslagen kan tänkas vara.

Ägare

Till skillnad från beräkningen av produktionskostnad; beror lönsamheten i stor grad vilken typ av ägare som äger och driver en elproduktionsanläggning. Olika ägare kan ha olika strategi och förutsättningar vad gäller exempelvis drift och underhåll, avskrivningsmöjligheter, riskaptit och så vidare. Låt oss resonera lite kring olika faktorer som kan påverka lönsamheten hos olika ägartyper.

Bolagsform och riskaptit

Man kan resonera olika kring vilka risker man är beredd att ta som ägare av en elproduktionsanläggning. Exempelvis kan en ägare välja genomgående att försäkra sig mot oförutsedda utgifter och att sälja sin produktion på långa avtal där accepterar en lägre avkastning i utbyte mot ett säkert kassaflöde. Det andra alternativet är såklart att genomgående ta större risker i förhoppning att kunna öka avkastningen.

På samma sätt spelar ägarens bolagsform in i bilden. På vindkraftssidan är ekonomiska föreningar blivit vanliga. En sådan resonerar såklart annorlunda kring risk och avkastning än vad exempelvis ett riskkapitalbolag gör.

Drift och underhåll

Om en ägare redan har annan elproduktionsverksamhet har denne ägare naturligtvis bättre möjligheter att göra drift och underhåll till en lägre kostnad än om anläggningen är ägarens första.

På samma sätt påverkar ägarens beslut om drift och underhåll skall ske i egen regi eller skall läggas ut på entreprenad. Exempelvis säljer de stora vindkraftstillverkarna möjligheten att lägga hela driftsansvaret på tillverkaren.

Skatt och avskrivningsmöjligheter

Beroende på vilka övriga anläggningar en ägare har på sin balansräkning, kan möjligheterna till överavskrivningar finnas vilket naturligtvis minskar eventuell vinst och därmed skatt.

Avsättning av produktionen

En ägare kan istället för att sälja den producerade elektriciteten, välja att förbruka den själv om ägaren har verksamhet i samma koncern som förbrukar el. Ett exempel kan vara lantbrukare som bygger vindkraft. Ett annat exempel är fastighetsbolag som investerar i elproduktion. I det senare fallet blir en investering extra intressant då ett fastighetsbolag (som hyr ut privatbostäder) inte har någon ingående moms och således inte kan dra av utgående moms för exempelvis energiförbrukning.

Beräkningsförutsättningar

För att kunna beräkna lönsamheten för olika anläggningar, skapas i detta arbete några fiktiva ägare för vilka lönsamheten beräknas för olika elproduktionsanläggningar.

Beskrivning	Riskaptit
Riskkapitalbolag	Hög
Energikoncern	Medium
Fastighetsbolag med hög egenförbrukn.	Låg
Vindkrafts-kooperativ	Låg
Privatperson	Låg

Resultat

Resultatet av lönsamhetsberäkningarna redovisas i form av IRR (Internal Rate of Return). IRR är ett mått på vilken avkastning som investeringen beräknas ha över anläggningens livstid.

	Kärnkraft	Gas-kraft	Land-baserad vind-kraft	Havs-baserad vind-kraft	Solkraft (PV)
Risckapitalbolag			10,8 %	8,2 %	
Energi-koncern	5,9 %	0,5 %	10,6 %	8,1 %	6,0 %
Fastighetsbolag med hög egenförbrukn.			14,9 %		8,9 %
Privatperson			16,7 % *		10,0 %

*Via vindkraftskooperativ

Samhället

Tidigare i denna skrift har produktionskostnad och lönsamhet för olika kraftslag samt ägare beräknats från respektive synvinkel. Dock blir perspektivet genast annorlunda om man försöker betrakta och värdera olika kraftslags påverkan på samhället och hur deras respektive avtryck påverkar de gemensamma värdena. Till exempel kan en vindkraftinvestering vara mycket lönsam för ett kraftbolag som kan producera el till en låg kostnad. Däremot kan dess placering göra att lokalsamhället upplever att gemensamma värden i form av utsikt, buller eller skönhet försämras.

Naturligtvis går inte denna typ av påverkan på gemensamma värden att beräkna på samma sätt som en viss investerings lönsamhet eller produktionskostnad. Däremot är det viktigt att komma ihåg att inom ramen för miljöprövning enligt Miljöbalken, görs en bedömning om samhällsnyttan av investeringen i stort uppväger och överstiger eventuell negativ påverkan.

Tidigare i denna skrift har produktionskostnad och lönsamhet för olika kraftslag samt ägare beräknats från respektive synvinkel. Dock blir perspektivet genast annorlunda om man försöker betrakta och värdera olika kraftslags påverkan på samhället och hur deras respektive avtryck påverkar de gemensamma värdena. Till exempel kan en vindkraftinvestering vara mycket lönsam för ett kraftbolag som kan producera el till en låg kostnad. Däremot kan dess placering göra att lokalsamhället upplever att gemensamma värden i form av utsikt, buller eller skönhet försämras.

Likaså blir också det gemensamma värdet av många anläggningar annorlunda än summan av de enskilda anläggningarnas värden för sina respektive ägare. Som tidigare beräknats är vindkraftsinvesteringar de lönsammaste, men ur samhällets perspektiv kan inte elsystemet enbart bestå av enbart en typ av anläggningar.

Naturligtvis går inte denna typ av påverkan på gemensamma värden att beräkna på samma sätt som en viss investerings lönsamhet eller produktionskostnad. Däremot är det viktigt att komma ihåg att inom ramen för miljöprövning enligt Miljöbalken, görs en bedömning om samhällsnyttan

av investeringen i stort uppväger och överstiger eventuell negativ påverkan.

Gemensamma värden går alltså inte att beräkna på ett lika enkelt sätt som lönsamhet och produktionskostnad. Gemensamma värden handlar istället mer om upplevda värden. Ytterst handlar elproduktion om miljöpåverkan och då tvingas man ställa värdet av en enskild anläggning mot värdet av en oförstörd natur. Och vilken natur skall anses vara mest värd, den lokala närmiljön eller den globala? Ett vindkraftverk kan totalt ruinera värdet av en obruten horisont, men bidrar likväl till minskade utsläpp av klimatpåverkande gaser. Hur skall man värdera det?

Ett kärnkraftverk bidrar till ekonomiskt välstånd i och med den billiga elektricitet som produceras och förhindrar utsläpp från fossileldade kraftslag. På samma sätt finns i kärnkraften inbyggt ett i det närmaste evigt hot om total förintelse av samhället vi lever i om slutförvaret av kärnavfallet skulle misslyckas. Hur skall man värdera förtjänsterna i förhållande till riskerna?

Avslutning och sammanfattning

Konsumenten

Ur konsumentens perspektiv spelar ingen roll med vilket produktionsslag som elektriciteten tillverkas, så länge tillgången är stabil och motsvarar eller överstiger efterfrågan. Marknadspotentialen kommer då att hållas nere.

Producenten

Beräkningarna i denna rapport visar att elektricitet kan produceras för drygt 50 öre/kWh med både kärnkraft, gaskraft och vindkraft. Då både skatter och subventioner påverkar lönsamheten blir däremot den lönsammaste investeringen vindkraft. Investering i kärnkraft faller ut som oattraktiv, särskilt med tanke på en sådan investerings massiva storlek.

Samhället

I frågan om hur elektricitet skall produceras i Sverige i framtiden måste naturligtvis avvägningar och kompromisser göras. Sveriges framtida elproduktion kan inte enbart bestå av det ena eller det andra kraftslaget, utan en blandning av många olika kraftslag är att föredra av många olika anledningar.

En aspekt är behovet av balans- och reglerkraft vilket kommer att öka då andelen väderberoende produktionsslag ökar. Behovet av reglerkraft kan stundtals vara stort vilket innebär att kraftverk måste hållas körklara i reserv som snabbt kan komma i produktion om behov uppstår. I Sverige finns idag det moderna Öresundsverket i Malmö (naturgas) eller det något ålderstigna Karlshamnsverket (olja). I denna rapport har det dock visats att dylika kraftverk inte är lönsamma vilket alltså innebär att dessa kraftverk måste uppbära stöd från staten för att kunna finnas kvar, då dessa är en förutsättning för

Avslutande resonemang

I Sverige finns 10 kärnkraftsreaktorer. Fyra av dessa reaktorer är nu minst 40 år gamla (O1, O2, R1, R2). För närvarande står dessa 4 reaktorer för 15-20 TWh produktion per år. Det är ett rimligt antagande att

ersättning för denna produktion måste börja planeras nu. (I skrivande stund lämnar statliga Vattenfall besked om att de två äldsta reaktorerna i Ringhals, R1 och R2 kommer att stängas under perioden 2018-2020 istället för 2025 som tidigare meddelats) Det skulle räcka med en enda ny reaktor av samma typ som det finska Olkiluoto 3 för att ersätta dessa fyra. Dock visar beräkningarna i denna rapport på att en sådan investering är både massiv och med mycket tveksam lönsamhet. Samtidigt finns det andra lönsamma investeringar i elproduktion att göra; utvecklingen på senare år visar i praktiken samma sak som beräkningarna i denna rapport att investeringar i både vind- och solkraft är lönsamma.

Betydelsen av att en eller flera av de äldsta reaktorerna stängs inom den kommande tioårsperioden skall inte överdrivas. Inverkan på kraftbalansen kommer inte att påverkas i väsentlig utsträckning.

Följande tabell är en författarens översiktliga prognos för kraftbalansen de för kommande 15 år. I prognosen har följande antaganden gjorts:

- O1, R1 och R2 stängs innan 2020.
- Vattenkraftsproduktionen minskar med cirka 5 % under perioden på grund av hårdare vattendomar.
- Vindkraftsutbyggnaden på land fortskrider, målet för elcertifikatsystemet om 25 TWh förnybar energi till år 2025 nås.
- Två havsbaserade vindkraftsanläggningar byggs i svenska vatten.

Kraftslag	2014	2020	2030
Kärnkraft	62,2	53,4	49,4
Vattenkraft	64,1	60,3	60,3
Vindkraft land	11,0	20,0	25,0
Vindkraft hav	0,5	1,0	1,5
Kraftvärme	13	15,5	15,5
Totalt	150,8	150,1	151,6
Användning	135,3	140	140
Export	15,5	9,9	11,6

[TWh]

Slutsatser:

- Den kommande stängningen av reaktorerna O1, R1 och R2 kommer att kompenseras av ökad vindkraftsproduktion och minskad export.
- Utbyggnad av land- och havsbaserad vindkraft och solel kommer att fortskrida så länge lönsamheten fortsatt bedöms vara rimlig, inom ramen för rådande elcertifikatssystem.
- Investeringar i elproduktion kommer endast att ske i de kraftslag som är lönsamma, vilket för närvarande är vindkraft och solel.
- Återstående kärnkraftsreaktorer kommer att stängas någon gång efter 2030. För att ersätta dessa krävs antingen:
 - Att lönsamheten för nya kärnkraftverk eller fossilkraftverk garanteras av staten då dessa inte kommer att vara lönsamma att investera i med rådande förutsättningar.
 - Att förutsättningarna för elsystemet att hantera (reglera) storskalig (40-50 TWh/år) produktion med vindkraft garanteras av staten och att ambitionsnivån för elcertifikatsystemet höjs efter 2025.

Henrik Malmberg, augusti 2015

Om författaren

Henrik Malmberg är civilingenjör i elektroteknik från Lunds Tekniska Högskola. Henrik arbetade för energiföretaget E.ON, bland annat som ansvarig för projektering av vindkraft i Sverige och Norge. Henrik är numera vd för det familjeägda logistikföretaget Begoma. Henrik är aktiv i energidebatten och har även författat rapporten "Havsbaserad vindkraft i Östersjön".

Kontaktuppgifter:

henrik@malmberg.cc
www.henrikmalmberg.se