

SKGS

Vad kostar kraften?

Indikativ beräkning av kostnader för ny kraft exkl. styrmedel och skatter

29 april 2010

Konfidentiellt



Innehåll

| | Sida |
|---|------|
| 1 <i>Sammanfattning</i> | 1 |
| 2 <i>Uppdraget – mål och syfte</i> | 3 |
| 3 <i>Beräkningsförutsättningar, metod och scenarier</i> | 5 |
| 4 <i>Karakteristika och antaganden för respektive kraftslag</i> | 9 |
| 5 <i>Resultat</i> | 20 |
| 6 <i>Diagrammen i full skala</i> | 23 |
| | |
| <i>Bilaga</i> | |
| 1 <i>Källor</i> | 26 |

Avsnitt 1

Sammanfattning

Sammanfattning

Indikativa kostnader för ny kärnkraft, vattenkraft och vindkraft exkl. styrmedel

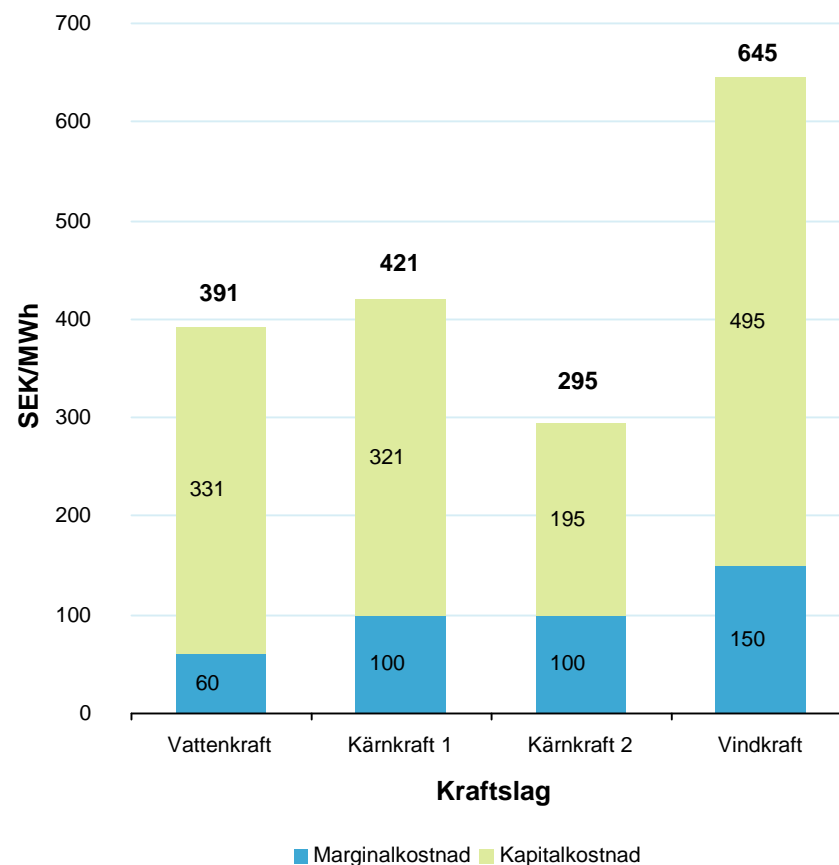
- PwC har fått i uppdrag att belysa kostnaderna för ny kärnkraft, vattenkraft och vindkraft exkl. skatter, avgifter och bidrag, d.v.s. de styrmedel som påverkar den faktiska prisbilden.
- Kostnaderna för ny kraft redovisas som det lägsta elpris som är nödvändigt för att investeringen ska uppfylla marknadsmässiga avkastningskrav inom energisektorn, baserat på marknadsmässiga bedömningar om räntor och vedertagna drifts- och investeringskostnader.
- Nödvändigt elpris för lönsam investering, exkl. skatter, avgifter och bidrag, motsvarar ca 390 SEK/MWh för vattenkraft, ca 420 SEK/MWh för kärnkraft 1, 295 SEK/MWh för kärnkraft 2 och ca 645 SEK/MWh för vindkraft.
- Marginalkostnaden för vattenkraft är 60 SEK/MWh, för ny kärnkraft (exkl. effektskatt) är 100 SEK/MWh, och för vindkraft 150 SEK/MWh.
- Kommentarer, indata och beräkningsförutsättningar redovisas i rapportens bakgrundskapitel.

Av ovanstående resultat dras slutsatsen att:

- Alla tre kraftslag har låga marginalkostnader jämfört med t.ex. kol- eller gaskraft vars marginalkostnad motsvarar c:a 350-500 SEK/MWh*.
- Vindkraft behöver med nuvarande elpriser fortfarande stöd från elcertifikat för att vara lönsam.

* *Elforsk – El från nya anläggningar, 2007; Kraftaffärer, m.m.*

Marginal- och kapitalkostnad
Exkl. skatter och styrmedel



Kärnkraft 1: Eget kapital 50%, ROE 12,5%, låneränta 6%
Kärnkraft 2: Eget kapital 30%, ROE 10%, låneränta 5%
Se förutsättningar Kärnkraft s. 14.

Avsnitt 2

Uppdraget – mål och syfte

Bakgrund och förutsättningar i uppdraget

PricewaterhouseCoopers har fått i uppdrag att ta fram en rapport som belyser kostnaderna för ny kraftproduktion. Syftet med uppdraget är att ta fram ett diskussionsunderlag kring frågeställningen om ny kärnkraft är dyr jämfört med alternativa kraftslag på den nordiska elmarknaden. De **indikativa** kostnadsjämförelser som tas fram ska inte inkludera styrmedel som påverkar den faktiska prisbildningen, så som skatter, avgifter och bidrag.

De kraftslag som studeras är:

- Vattenkraft
- Kärnkraft*
- Vindkraft

För att kunna jämföra kostnaderna för ny kraftproduktion beräknas vilket lägsta elpris som är nödvändigt för att projekten ska klara marknadsmässiga avkastningskrav inom energisektorn. Indata och antaganden redovisas i rapporten. Underlagen är hämtade ur offentliga källor, genom samtal med aktörer i branschen samt från PwCs samlade erfarenhet genom uppdrag inom området.

Lönsamhetsberäkningarna antas utgöra ett "Basscenario". För att visa på spannet i investeringskostnader beräknas även nödvändigt elpris för ett "Lågsenario" och ett "Högsenario". I de olika scenarierna varierar investeringskostnaden i kronor per installerad effekt.

Lönsamhetsberäkningarna baseras på beräkningar av fritt kassaflöde, som är en vedertagen metod för att genomföra värderingar av olika tillgångar. Genom att använda det fria kassaflödet som beräkningsgrund avspeglas avkastningskrav på eget kapital, låneräntor och projektens kostnadsstruktur över tiden i det framräknade lägsta nödvändiga elpriset. Avkastningskraven och låneräntor är marknadsmässiga och skiljer sig mellan kraftslagen.

Uppdraget har genomförts under relativt kort tid, som en övergripande desk-study för att ge en **indikativ bild** av inom vilka kostandsspann de olika kraftslagen ligger. Diagram och underlag är framtagna i **indikativt** syfte och kan användas som underlag för presentationer och diskussioner. Uppgifterna kan därför inte användas som underlag för investeringsbeslut i nya kraftverk eftersom studien inte avspeglar rådande marknadsförhållanden, dvs de inkluderar inte alla skatter, avgifter och bidrag.

** Kärnkraften har delats upp i två olika utvärderingar, kärnkraft 1 och kärnkraft 2. Kärnkraft 2 är en utvärdering baserad på kärnkraft som byggs med samma avkastningskrav, låneränta och andel eget kapital som övriga kraftslag. Citibank och andra oberoende rapporter har vidhållit att detta inte skulle vara fallet utan statliga lånegarantier, varför två olika indikativa beräkningar genomförts.*

Avsnitt 3

Beräkningsförutsättningar, metod och scenarier

Analysmetod för att beräkna kostnadsnivå för ny kraftproduktion

Kassaflödesmetod

- PwC använder en Excel-baserad modell för att beräkna kostnaden för ny elproduktion. Modellen beräknar det fria kassaflödet från respektive kraftprojekt.
- Genom att använda det fria kassaflödet som beräkningsgrund avspeglas avkastningskrav på eget kapital, låneräntor och projektens kostnadsstruktur över tiden i det framräknade lägsta nödvändiga elpriset.
- Det lägsta nödvändiga elpriset beräknas utifrån det pris som tillfredställer respektive projekts finansierings- och avkastningskrav bestående av en kostnad för lånat kapital och eget kapital.
- Elpriset beräknas fram av modellen via en iterativ funktion som sätter nettonuvärdet för projektet lika med noll, med angivna avkastningskrav.
- De tekniska, ekonomiska och finansiella antaganden som används i modellen specificeras i presentationen under beskrivningen av respektive kraftslag. Alla indata är på en övergripande och generell nivå.
- Resultaten presenteras som ett intervall eftersom indata varierar beroende på val av källa för investeringar i kraftproduktion beroende på läge, tidpunkt och möjliga leverantörer.
- I rapporten har investeringskostnaden valts som variabel för att det har störst spridning i underlaget, samt att den påverkar det lägsta nödvändiga elpriset i störst utsträckning.

FCF – Fritt kassaflöde används som basen i vedertagen praxis för att genomföra värderingar av olika tillgångar, så som aktier eller projekt. Det fria kassaflödet är det som blir över till finansörerna av projektet, d.v.s. banken och aktieägarna.

Det fria kassaflödet diskonteras med en WACC (Weighted Average Cost of Capital) som motsvarar en vägd kapitalkostnad för lånat och eget kapital, d.v.s. finansieringskostnaden för projektet. Summan av de diskonterade kassaflödena över hela projektets livstid utgör nettonuvärdet för investeringen.

Alla räntor och avkastningskrav är marknadsmässiga och framtagna för att spegla marknadens villkor.



Scenarier och kostnadsstruktur för beräkning av lägsta nödvändiga elpris

Scenarier: Bas-, Hög- och Lågstkostnadsscenario

- I analysen används tre scenarier för att återspegla intervallet i investeringskostnaden för respektive kraftslag.
- Lokala förutsättningar, tillgängliga leverantörer, konjunkturläge m.m. gör att det inte finns en entydig uppfattning om vad investeringar i ny kraftproduktion kostar.
- De indikativa kostnadsberäkningarna bygger på ett Basscenario vad avser investeringskostnaden (SEK/kW). Det har kompletterats med ett "Lågscenario" och ett "Högscenario" för att ge ett spann i kostnaden per installerad effekt (SEK/kW).
- Nedan ges en tabell som sammanfattar investeringskostnaderna i de olika scenarierna.

| | Vattenkraft | Kärnkraft | Vindkraft |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Basscenario, SEK/kW | 28.000 | 32.000 | 15.000 |
| Högscenario, SEK/kW | 40.000 | 46.000 | 17.000 |
| Lågscenario, SEK/kW | 20.000 | 28.000 | 13.000 |

Marginalkostnad för elproduktion

- Faktorer som påverkar kalkylen är, förutom investeringskostnaden i själva produktionsanläggningen, de kostnader som inkluderas i marginalkostnaden.
- Marginalkostnaden består av kostnader som är strikt nödvändiga för produktionen av el. Det innefattar både rörliga kostnader (bränsle, smörjoljor) och i vissa fall fasta kostnader så som t.ex. service, revision och försäkringar.
- Inom föreliggande uppdrag ska beräkningarna genomföras exklusive skatter, avgifter och bidrag. Dessa är normalt inkluderade i marginalkostnaden för kärnkraft och vattenkraft. Samtliga styrmedel redovisas i avsnittet om styrmedel.
- Nättariffer och effektagifter för inmatning på elnätet har inte inkluderats p.g.a. att de är geografiskt varierande och skiljer sig mellan de olika kraftslagen. Det skulle ge en orättvis bild av jämförelsen då kärnkraft ligger i södra Sverige (konsumtionscentra) och får betalt för att mata in kraft, medan vattenkraften ligger i norra Sverige och måste betala (produktionscentra). Vindkraften däremot är främst spridd i södra och mellersta Sverige*.

* Energimyndigheten, årlig rapport om vindkraft 2009, www.vindstat.nu.

Sammanfattning av antaganden för beräkning av lägsta elpris i basscenario

Gemensamma antaganden för alla kraftslag*

- Inflationen antas vara 2% över projektcykeln eftersom att det är Sveriges långsiktiga inflationsmål.
- Bolagsskatten är 26,3% för samtliga kraftslag över hela projektcykeln.

Tekniska skillnader mellan kraftslagen i analysen*

| | Vattenkraft | Kärnkraft | Vindkraft |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| Tillgänglighet | 46% (4000 h) | 90% (7890 h) | 26% (2300 h) |
| Storlek | 40 MW | 1600 MW | 3 MW |
| Teknisk livslängd | 40 | 40 | 20 |

Finansiella/ekonomiska skillnader mellan kraftslagen i analysen*

| | Vattenkraft | Kärnkraft 1 | Kärnkraft 2 | Vindkraft |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Andel eget kapital | 30% | 50% | 30% | 30% |
| Avkastning på eget kapital | 10% | 12,5% | 10% | 10% |
| Låneränta | 5% | 6% | 5% | 5% |
| Avbetalningstid för lån | 40 år | 40 år | 40 år | 20 år |
| Marginalkostnad | 6 öre/kWh | 10 öre/kWh | 10 öre/kWh | 15 öre/kWh |
| Restvärde av grundinvestering | 25% | 20% | 20% | 15% |

*Antaganden för de olika kraftslagen kommenteras närmare i respektive kapitel.

Avsnitt 4

Karakteristika och antaganden för respektive kraftslag

Vattenkraft - teknik

Tekniskt

- Elen produceras genom att strömmande vatten passerar en turbin som sätts i rotation. Turbinen driver en generator som omvandlar rörelseenergi till elenergi.
- Lokala förutsättningar såsom vattenflöde, fallhöjd och kraftverkets verkningsgrad styr hur mycket elenergi som produceras.
- Eftersom produktionen styrs av tillgängligt vattenflöde, utnyttjas inte hela den installerade effekten. Typiska driftstider ligger kring 4000 h/år, d.v.s. ca 50% av den installerade effekten utnyttjas för kraftproduktion över året*.
- En stor fördel med vattenkraften är att den är lagringsbar vilket gör att produktionen kan anpassas till efterfrågan. Reglermöjligheterna i vattenkraften gör också att den kan anpassas efter möjlig vindkraftproduktion.
- Vattenkraften har mycket lång teknisk livslängd. Delar av verken rustas upp med tidsintervallen
 - 10-15 år kontrollutrustning
 - 25-35 år övrig elektrisk utrustning
 - 40-60 år tyngre mekanisk utrustning som turbin och generator.

* Intervjuer med E.ON, Skelleftekraft och Vattenfall

** Vattenkraften i Sverige, IVA Energiframsyn

Vattenkraftens roll i kraftsystemet

- Eftersom vattenkraften svarar för 50% av landets elproduktion är det en mycket viktig basförsörjning av kraft till alla elkonsumenterna.
- Vattenkraftens roll som reglerkraft mot vindkraften kommer att öka i takt med att vindkraften byggs ut.
- Den samlade svenska installerade effekten i vattenkraft är ca 16.000 MW, varav**
 - 700 kraftverk har en effekt > 1,5 MW
 - 1200 kraftverk med en effekt < 1,5 MW



Vattenkraft – Förutsättningar i kalkyl

Tekniska förutsättningar i kalkyl

- Det är idag i princip omöjligt att bygga ny vattenkraft p.g.a. gällande miljölagstiftning och allmän opinion*.
- De investeringar som pågår och planeras för närvarande är livstidsförlängningar och effekthöjningar i befintliga vattenkraftverk, samt förstärkningar av dammar.**
- **Storleken** på kraftverket antas vara **40 MW** vilket ungefär motsvarar storleken på det projekt som Vattenfall inte kunde genomföra i Vojmån, p.g.a. lokal opinion.
- De investeringar som idag genomförs i marginaltillkommande vattenkraft är effekthöjningar i befintliga kraftverk. Spannet för nyinvesteringar och reinvesteringar sträcker sig från enstaka kilowatt till tiotals megawatt.
- **Tillgängligheten** i vattenkraftverk varierar stort beroende på dess läge och flödets karaktär. I modellen antas **4000** fullasttimmar/år som motsvarar genomsnittet för den svenska vattenkraften.
- Teknisk (och ekonomisk) **livslängd** för vattenkraftverket antas vara **40 år** eftersom inga reinvesteringar räknas med i kalkylen, samt att större andelen av tillgångarna då är avskrivna***.



* Ett tydligt exempel är de fyra Norrlandsälvarna som idag är skyddade mot utbyggnad, samt Vattenfalls försök att bygga ny vattenkraft i Vojmån

** Samlat underlag från intervjuer med E.ON, Skelleftekraft och Vattenfall

*** Elforsk – El från nya anläggningar, 2007

Vattenkraft – Förutsättningar i kalkyl

Ekonomiska/finansiella förutsättningar

- **Andel eget kapital** antas vara **30%** baserat på PwCs erfarenhet av liknande projekts kapitalstruktur. Generellt bör vattenkraft kunna finansieras med en stor andel lån eftersom det är mycket beständiga tillgångar med låg risk.
- **Kostnad för lånat kapital** antas vara **5%** före skatt över projektcykeln. Siffran består av den 10-åriga statsobligationsräntan samt en lånemarginal motsvarande c:a 1,5 %.
- **Kostnad för eget kapital** antas vara **10%** baserat på PwCs interna analys bestående av ett snitt för jämförbara börsnoterade bolag.
- **Avbetalning av låneskuld** antas vara **40 år** eftersom låneskulden skall vara återbetalad vid projektets slut.
- I modellen antas att ett **restvärde** finns för dammar, turbinhus etc, och befintlig infrastruktur, som kan återanvändas efter reinvesteringar. Restvärdet bedöms uppgå till **25%** år **40** av grundinvesteringen indexerat med inflationen.
- **Marginalkostnaden** är generellt sett låg, några öre per kWh. För mindre/äldre kraftverk kan DoU dock uppgå till 20 öre/kWh*. I modellen antas att **marginalkostnaden** exklusive skatter är **6 öre/kWh** eftersom kraftverkets storlek ligger i det högre segmentet.

* Samlat underlag från intervjuer med E.ON, Skelleftekraft och Vattenfall

** Baserat på ett verkligt nytt projekt i Vojmán som inte kunnat genomföras p.g.a. lokal opinion. Investeringen på 1,2 mrdSEK skulle generera 150-170 GWh/år.

Ekonomiska/finansiella förutsättningar i kalkyl

- Vattenkraftverk måste i princip skräddarsys till de naturliga förutsättningar som råder på platsen till skillnad från vind- och kärnkraftverk som till stor del är standardiserade.
- Det är därför mycket svårt att ge en generell bild av kostnaden för investering i vattenkraft.
- **Investeringskostnaden** för vattenkraft varierar kraftigt beroende på storlek och de naturliga förutsättningarna på platsen. För vattenkraft mäts investeringskostnaden i **SEK/årskWh** och inte i SEK/MW. Följande nyckeltal kan användas*:
 - Reinvesteringar och effekthöjningar: 3-7 SEK/årskWh.
 - Taket för nyinvesteringar på ca 7-10 SEK/årskWh.
- I modellen antas att ett nytt vattenkraftverk skall byggas och att investeringskostnaden motsvara **7 SEK/årskWh**, vilket resulterar i 28.000 SEK/kW vid 4.000 fullasttimmars drifttid.
- I modellens basscenario antas **28.000 SEK/kW****. I ett Högscenario antas 40.000 SEK/kW eftersom det motsvara taket för nyinvesteringar, d.v.s. 10 SEK/årskWh. I ett lågscenario antas 20.000 SEK/kW för ett verkligt bra vattenkraftläge.

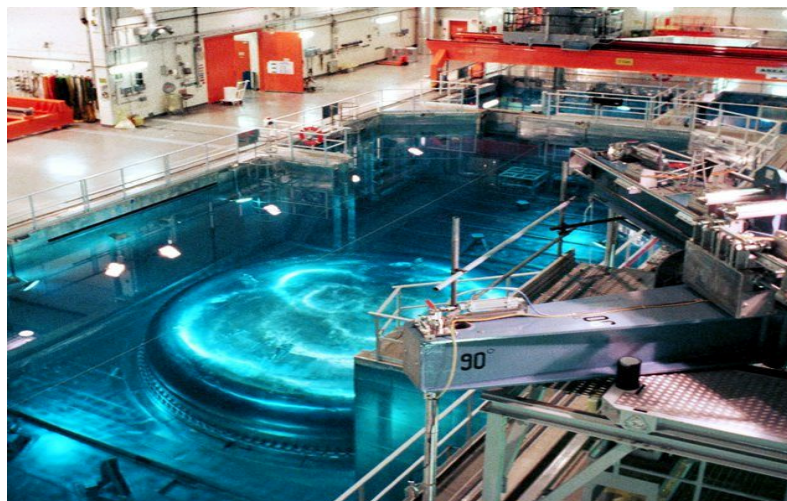
Kärnkraft – teknik

Tekniskt

- Kärnkraftsel produceras genom att termisk energi skapas när uran sönderfaller. Den termiska energin används för att koka vatten i en reaktor. Ångan drivs genom en turbin kopplad till en generator som genererar el.
- Tillgänglighet för kärnkraftverk varierar över Europa. Snittet i EU motsvarar c:a 82% (7.100 h/år) * för åren 2003-2007.
- Finland tillhör ett av de länder som lyckats bäst med tillgängligheten i reaktorerna med mellan 93-97% sedan 1990 (8150 - 8500 h per år)**.
- Flera svenska reaktorer ej gått med full kapacitet pga säkerhetsproblem och genomförda investeringar de senaste åren. Tillgängligheten för t.ex. Oskarshamn har varit i snitt 66,3% 2007 – 2009. Forsmark och Ringhals har i snitt haft en tillgänglighet motsvarande 84,2% respektive 83,9% under perioden 2005-2008.
- Livstiden för reaktorer uppskattas till mellan 40-60 år beroende på om livstidsförlängande investeringar genomförs.*****

Kärnkraftens roll i kraftsystemet

- Kärnkraften utgör baslast i systemet och c:a 35-50%*** av Sveriges elförsörjning. Reaktorerna är designade att gå i kontinuerlig drift utan förändringar av uteffekt.
- Kärnkraften används i allmänhet inte som reglerkraft.



* Citibank (9 november 2009)

** TVO

*** Svensk Energi

**** Årsredovisningar Forsmark, Ringhals och Oskarshamn

***** www.world-nuclear.org

Kärnkraft – Förutsättningar i kalkyl

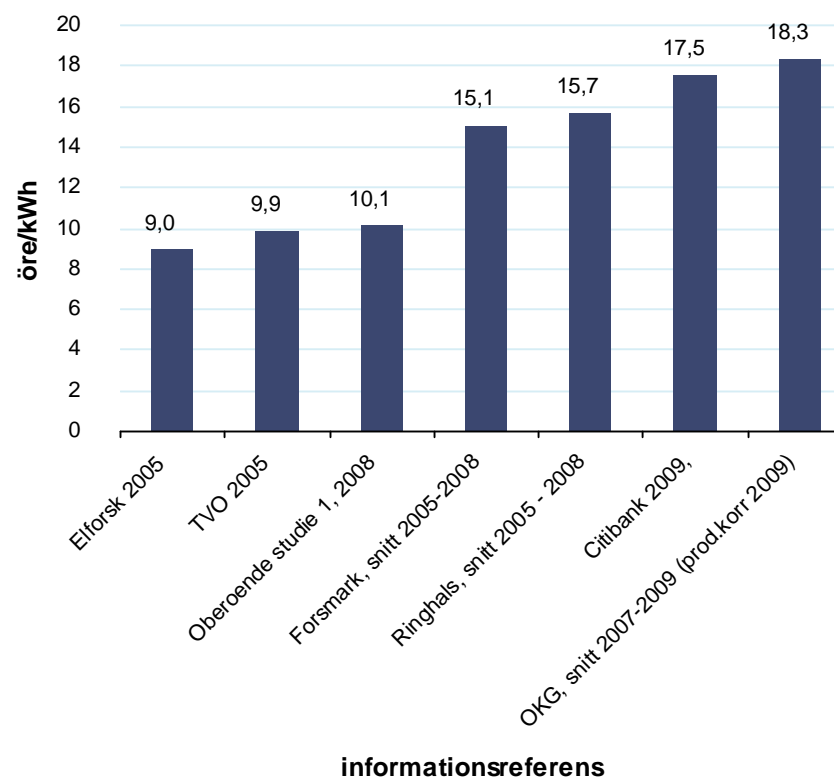
Tekniska förutsättningar

- **Tillgängligheten** i kärnkraftverk är varierar kraftigt mellan olika reaktorer och länder. I modellen används **90%** som ett grundantagande (motsvarar **c:a 7.900 fullasttimmar**) för ett nytt kärnkraftverk.
- **Storleken** på reaktorn antas vara **1600 MW**, eftersom det är storleken på Olkiluoto 3 som f.n. byggs i Finland.
- Teknisk (och ekonomisk) **livslängd** för kärnkraftverket antas vara **40 år** baserat på att inga livsförlängande investeringar genomförs***.

Ekonomiska/finansiella förutsättningar

- **Rörliga kostnader** (marginalkostnad) inklusive avgift för avfallshantering, avsättning för avveckling och skatter varierar i olika uppskattningar mellan 9-18,3 öre per kWh. (se graf till höger)
- I modellen antas en rörlig kostnad motsvarande **10 öre/kWh exklusive kärnkraftens effektskatt**. Effektskatten bedöms normalt motsvara 5 öre/kWh* vilket är i paritet med nivåerna i Ringhals, Oskarshamn och Forsmark.
- **Andel eget kapital** antas vara **50%**. Antagandet är relativt högt men förklaras med att det är svårare att frambringa lånat kapital för ett kärnkraftsprojekt än andra typer av kraftslag**, p.g.a. avsaknaden av statliga lånegarantier för ny kärnkraft i Sverige. För alternativ kärnkraft 2 antas kärnkraften kunna ha samma andel eget kapital som andra kraftprojekt, **30%**.

Rörliga kostnader (marginalkostnad) för kärnkraft (inkl. effektskatt)



* Årsredovisningar Ringhals, Forsmark, Oskarshamn, intern analys PwC

** Citibank (9 november 2009)

*** Elforsk – El från nya anläggningar, 2007

Kärnkraft – Förutsättningar i kalkyl

Ekonomiska/finansiella förutsättningar

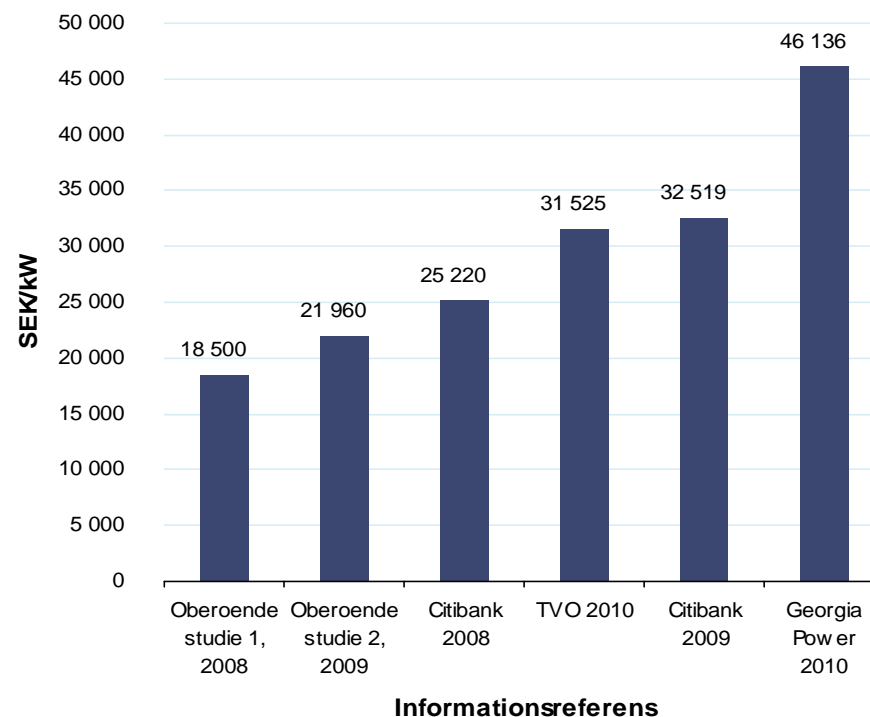
- **Kostnad för lånat kapital** antas vara **6%*** över projektcykeln. Antagandet baseras på den 10-åriga statsobligationsräntan med 2,5% lånemarginal p.g.a. av avsaknad av statliga lånegarantier (d.v.s. 1% riskpremie jämfört med vatten- eller vindkraft). För kärnkraft 2 antas 1,5% lånemarginal och 5% kostnad för lånat kapital.
- **Kostnad för eget kapital** antas vara **12,5%***. I avkastningskravet ingår en riskpremie för investeringen i kärnkraft. För kärnkraft 2 används ett marknadsmässigt avkastningskrav i paritet med övriga kraftslag, 10%.
- **Avbetalning av låneskuld** antas vara **40 år** i paritet med den tekniska livslängden för projektet.
- **Investeringskostnaden** för kärnkraft har varit föremål för en medial debatt i och med projekten i Olkiluoto 3 i Finland och Flamanville i Frankrike. Både projekten är försenade och kommer överskrida budget.
- Andra källor räknar initialt med en högre kostnad än de nivåer som anges av TVOs och EdFs fördyrade budget (se graf till höger)
- I modellen antas en investeringskostnad på **32.000 SEK/kW** i basscenariet. PwC anser att Citibanks senaste analys av investeringskostnader är relevanta för svenska förhållanden.
- I ett högscenarie antar vi en investeringskostnad i paritet med projektet Georgia Power inlett, 46.000 SEK/kW (se graf till höger). I ett lågscenario antas en något lägre investeringskostnad än Citibanks analys, 28.000 SEK/kW.

* Citibank (9 november 2009)

Ekonomiska/finansiella förutsättningar (forts)

- Restvärdet antas vara 20% för kärnkraft då det krävs omfattande investeringar för fortsatt drift efter 40 år. Dock antas kraftinfrastruktur och grundfundament kunna återanvändas vid en större reinvestering.

Investeringskostnader för kärnkraft (overnight)



Vindkraft – teknik

Tekniskt

- Vindkraft genereras via stora svepande propellrar som fångar energin i vinden. Propellern driver en generator som alstrar elektricitet.
- Vindkraften är förnybar och har en mer oregelbunden produktion än t.ex. kärnkraft eller annan termisk elproduktion.
- Driftstiderna varierar beroende på vindläge och ligger i intervallet 1500 – 3300 fullasttimmar*. Med fullasttimmar avses den totala produktionen omräknat till om vindkraftverket skulle ha genererat elektricitet vid installerad effekt
- Vindkraftsanläggningar är oftast landbaserade. Det finns även större vindkraftparker till havs, där vindlägena är bättre, men i gengäld är investeringskostnaderna högre.
- Storleken på majoriteten av nya vindkraftverk på marknaden är mellan 1,5 till 3 MW*.
- Leverantörer av vindkraftverk för svenska marknaden är bl.a. Vestas, WinWind, Enercon och Wind World.

* Analys av vindkraftstatistik, www.vindstat.nu

Vindkraftens roll i kraftsystemet

- Vindkraftverk i ett kraftsystem ställer krav på den som ansvarar för driften av systemet:
 - Det måste finnas mer reservkraft i ett system med hög andel vindkraft, d.v.s. ytterligare tillgänglig kapacitet.
 - Det måste även finnas momentan frekvensavkännande reglerkraft som klarar av kortsiktiga variationer i elproduktionen (utgörs i Norden av vattenkraft).



Vindkraft – Förutsättningar i kalkyl

Tekniska förutsättningar

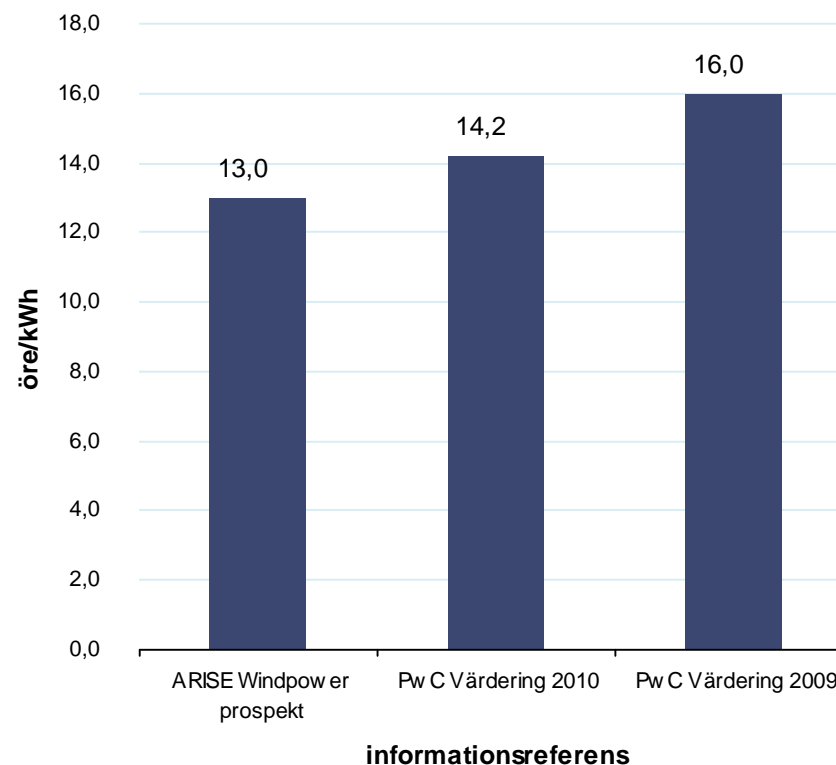
- I modellen antas att investeringen görs i landbaserad vindkraft eftersom det antas utgöra merparten av de framtida investeringarna som drivs av elcertifikatsystemet (se avsnitt om styrmedel).
- **Tillgängligheten** i vindkraftverk varierar beroende på vindläge. I modellen antas **2300 fullasttimmar** vilket motsvarar ett relativt gott vindläge.
- **Storleken** på vindkraftverket antas i modellen vara **3 MW**, då det är troligt att framtida vindkraftverk kommer att vara i den storleken*.
- Teknisk (och ekonomisk) **livslängd** för vindkraftverket antas vara **20 år** baserat på PwCs egen erfarenhet av vindkraftskalkyler.

Ekonomiska/finansiella förutsättningar

- Intervallet för **rörliga kostnader** (marginalkostnaden) är relativt homogent. Kostnaderna förändras beroende på vilka antaganden som görs för antalet fullasttimmar eftersom större delen av kostnaderna är fasta, så som serviceavtal och försäkring.
- Marginalkostnaden för vindkraft motsvarar ett intervall om 13 – 16 öre/kWh (se bild till höger). I modellen antas att marginalkostnaden är **15 öre/kWh** som ett ungefärligt snitt av PwCs egen erfarenhet.
- **Modellen inkluderar ej intäkter från elcertifikatsystemet.**

* Analys av vindkraftstatistik, www.vindstat.nu

Rörliga kostnader (marginalkostnad) för vindkraft



Vindkraft – Förutsättningar i kalkyl

Ekonomiska/finansiella förutsättningar

- **Andel eget kapital** antas vara **30%** baserat på PwCs egen erfarenhet.
- **Kostnad för lånat kapital** antas vara **5%** före skatt över projektcykeln. Siffran består av den 10-åriga statsobligationsräntan samt en lånemarginal motsvarande ca 1,5 %.
- **Kostnad för eget kapital** antas i vara **10%** baserat på PwCs interna analys bestående av ett snitt för jämförbara börsnoterade bolag.
- **Avbetalning av låneskuld** antas vara **20 år** i paritet med den tekniska livslängden för projektet.
- **Investeringskostnaden** för vindkraft finns relativt väl dokumenterad i olika källor samt stämmer väl överens med våra egna erfarenheter från olika värderingar och lönsamhetsberäkningar.
- I modellen antas en investeringskostnad om **15.000 SEK/kW**. I ett högt scenario antar vi 17.000 SEK/kW om förhållanden vid vindläget kräver större investeringar i infrastruktur (vägar, elanslutning etc). I ett lågscenario antas 13.000 SEK/kW för ett projekt med bra lokala förutsättningar vad avser vägar och elnät.
- I modellen antas ett **restvärde** för fundament och infrastruktur som kan användas om ett nytt vindkraftverk skall uppföras. Restvärdet uppskattas år 20 till **15%** av grundinvesteringen indexerat med inflation.



Styrmedel för kraftproduktion

Följande styrmedel inkluderas i lönsamhetsberäkningarna

- Kärnkraftsägare betalar en avgift till Studsviks för avfallshantering och avveckling av kärnverksamhet motsvarande 1,3 öre/kWh.

Anm. avfallshanteringen är en nödvändig del av produktionen.

Följande styrmedel inkluderas inte i lönsamhetsberäkningarna

- Fastighetsskatt på elproduktionsanläggningar*
 - Generellt: 0,5% av taxeringsvärdet.
 - Vattenkraft 2,2 % av taxeringsvärdet. Det sänks till 1,7% fr.o.m. 2012.
 - Vindkraftverk 0,2% av taxeringsvärdet.
- Fastighetsskatten bedöms motsvara*
 - 4,4 öre/kWh för vattenkraft
 - 0,3 öre/kWh för kärnkraft
 - 0,4 öre/kWh för vindkraft.
- Kärnkraften belastas med en effektskatt baserade på reaktorns termiska effekt. Skatten uppgår till 12.648 SEK/MW, månad. Vilket bedöms motsvara 5,5 öre/kWh el.

Anm. Fastighetsskatt och effektskatt är fiskala och kan ej anses vara en nödvändig del av kraftproduktionen.

* Lagen om statlig fastighetsskatt, 1984:1952

** Svensk energi

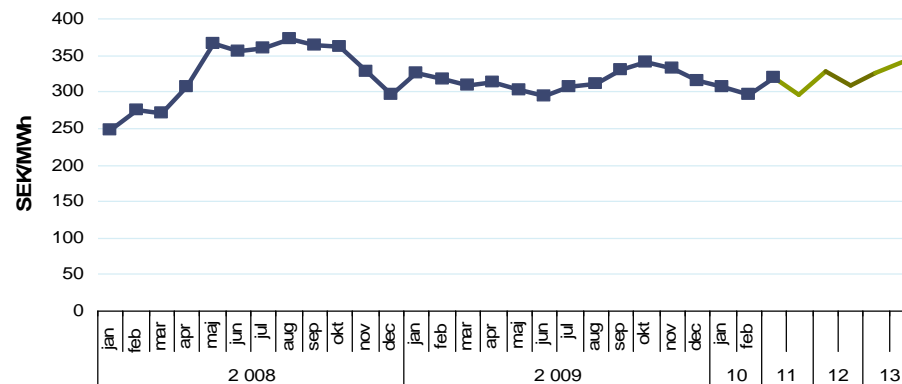
*** En sammanhållen energi- och klimatpolitik 2008/09:163

Elcertifikat inkluderas inte i lönsamhetsberäkningarna

- Förnybar kraft, såsom vindkraft och vattenkraft, får genom elcertifikatsystemet möjlighet att sälja ett elcertifikat för varje producerad megawattimme el i syfte att stödja investeringar i förnybar kraft.
 - Priset på elcertifikat ligger på ca 300-350 SEK/MWh.
 - Enligt regeringens proposition** ska elcertifikatsystemet utvecklas så att 25 TWh ny, förnybar kraft tillförs den svenska marknaden till år 2020 jämfört med 2002.

Anm. Certifikatsystemet är ett produktionsstöd/bidrag och bör räknas bort vid en lönsamhetsbedömning baserad på faktiska kostnader.

Prisutveckling elcertifikat samt forwardpriser 2011, 2012 och 2013



Avsnitt 5

Resultat

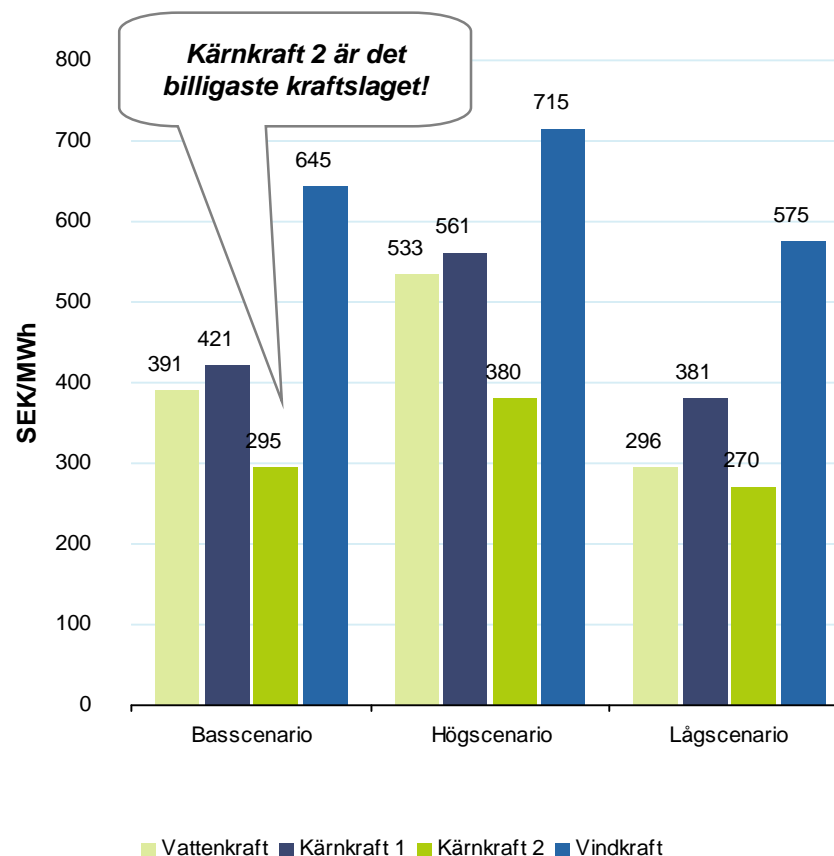
Lägsta nödvändigt elpris för att kärnkraft, vattenkraft och vindkraft ska uppnå specificerade avkastningskrav och antaganden, exkl. skatter och styrmedel

Resultat av beräkningar

- I grafen till höger visas lägsta nödvändiga elpris för att investeringar i ny kärnkraft, vattenkraft och vindkraft ska vara lönsamma med marknadsmässiga avkastningskrav, exklusive fiskala skatter och bidrag.
- I **Basscenariet** är det nödvändiga elpriset för vattenkraft 391 SEK/MWh. Kärnkraft 1 kostar 421 SEK/MWh och kärnkraft 2 kostar 295 SEK/MWh, medan vindkraften utan tillgång till elcertifikat behöver ett elpris på minst 645 SEK/MWh.
- I de antaganden som görs för **Högscenariet**, behöver vattenkraften ett elpris motsvarande 533 SEK/MWh, kärnkraft 1 på 561 SEK/MWh och kärnkraft 2 på 380 SEK/MWh för att uppfylla respektive avkastningskrav. Vindkraften behöver ett elpris på 715 SEK/MWh i högscenariet.
- I de antaganden som görs för **Lågscenariet**, kostar vattenkraften 296 SEK/MWh, kärnkraften 1 kostar 381 SEK/MWh och kärnkraft 2 kostar 270 SEK/MWh, medan vindkraften behöver ett elpris på 575 SEK/MWh.
- Den mindre variationen för vindkraft mellan de olika scenarierna jämfört med vatten- och kärnkraft beror på att vindkraftverk är relativt standardiserade jämfört med vattenkraft och mindre tekniskt komplicerade än kärnkraft.

Diagrammet visar att i basscenariet är vindkraft c.a 65% dyrare än vattenkraft och c:a 50% dyrare än kärnkraft utan skatter, avgifter och bidrag.

Nödvändigt elpris (exkl. skatter och avgifter)



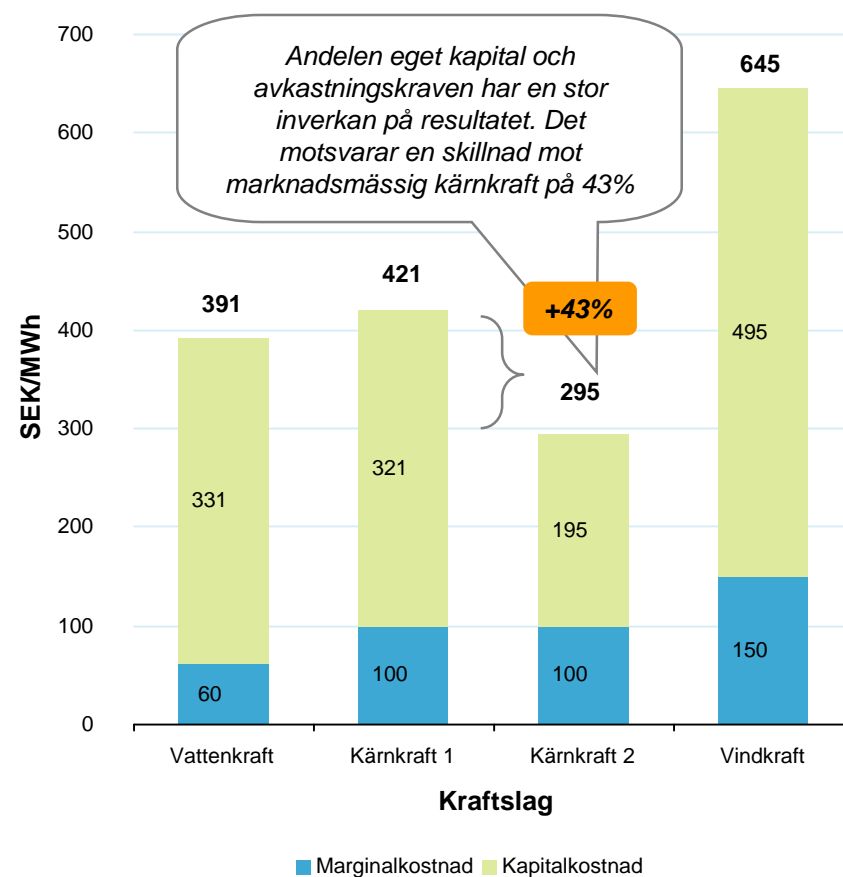
Kärnkraft 1: Eget kapital 50%, ROE 12,5%, låneränta 6%
 Kärnkraft 2: Eget kapital 30%, ROE 10%, låneränta 5%
 Se förutsättningar Kärnkraft s. 14.

Kostnadsstruktur för elproduktion i ny kärnkraft, vattenkraft och vindkraft baserad på specificerade avkastningskrav och antaganden, exkl. skatter och avgifter

Kostnadsstruktur i basscenariet

- Marginalkostnaden påverkas ej av vilket scenario som ansätts, eftersom det endast är investeringskostnaderna som varierar i de olika scenarierna.
- Generellt sett har vattenkraften lägst driftskostnader. Med här givna antaganden, 60 SEK/MWh. Kärnkraftens rörliga kostnader enligt kalkylen är 100 SEK/MWh medan vindkraftens marginalkostnad är förhållandevis hög, 150 SEK/MWh.
- Vindkraften har höga marginalkostnader p.g.a.:
 - Arrendekostnaden, normalt ca 4% på all elförsäljning till markägaren.
 - Drift och underhåll sköts normalt av ett servicebolag, fristående eller kopplad till leverantören. För att kunna garantera kraftverkets tillgänglighet, tas ofta höjd för en större reparation, t.ex. byte av generator, i serviceavtalet.
 - Drift- och underhållskostnaderna fördelas på producerad mängd energi över året. Vindkraften har ett lägre antal fullastimmar i produktion (2300 h/år) jämfört med vattenkraften (4000 h/år) och kärnkraften (7900 h/år).
- Förutsättningarna varierar, men samtliga tre kraftslag är alla att betrakta som kapitalintensiva anläggningar med relativt låga marginalkostnader.
- Vattenkraftens marginalkostnad består främst av underhåll och smörjoljor*, medan kärnkraftens marginalkostnad utgörs av bränsle, underhåll, avfall- och nedläggningsavgift och högre personalkostnader p.g.a. högre säkerhetskrav**.

Marginal- och kapitalkostnad Exkl. skatter och styrmedel



Kärnkraft 1: Eget kapital 50%, ROE 12,5%, låneränta 6%
 Kärnkraft 2: Eget kapital 30%, ROE 10%, låneränta 5%
 Se förutsättningar Kärnkraft s. 14.

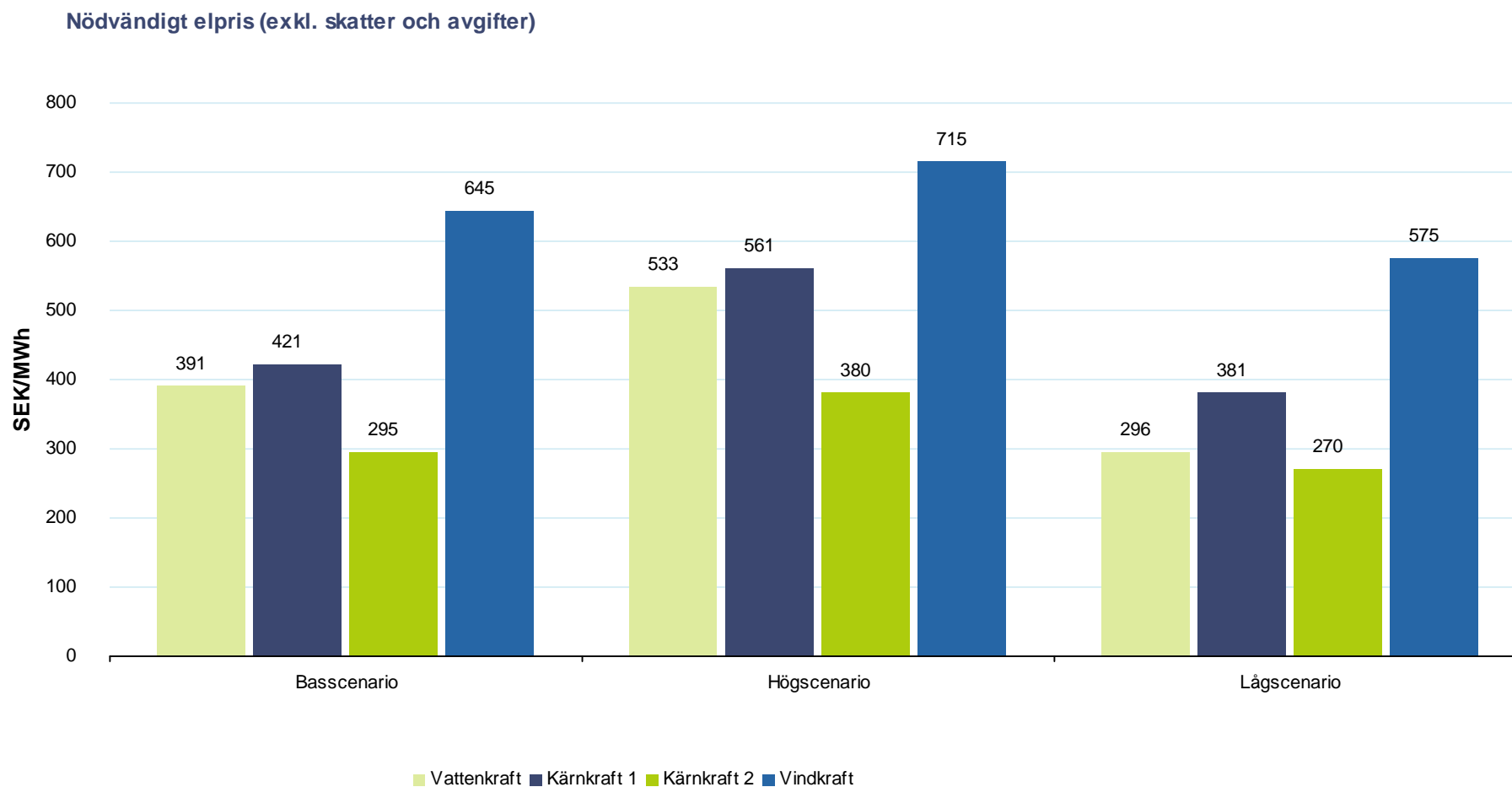
* Intervjuer med E.ON, Skelleftekraft och Vattenfall

** Årsredovisningar Forsmark, Ringhals och Oskarshamn

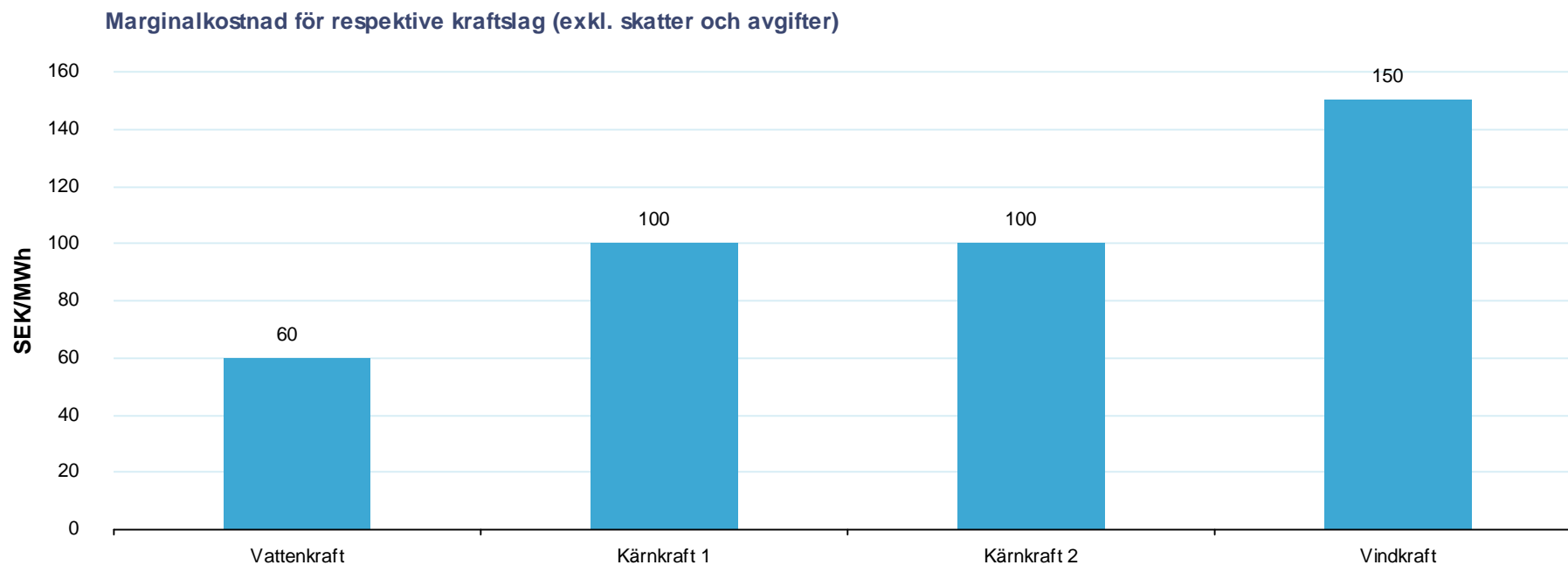
Avsnitt 6

Diagrammen i full skala

Nödvändigt elpris för lönsam investering, baserad på specificerade avkastningskrav och antaganden exkl. skatter och styrmedel. Scenarier baserade på variation i investeringskostnader



Marginalkostnad för respektive kraftslag, exkl. skatter och styrmedel



Bilaga 1

Källor

Källor

- ELFORSK – El från nya anläggningar 2007
- ÅF Energi- och Miljöfakta , Energifaktaboken
- E.on. Vattenkraft, diskussioner med flertal personer.
- Skellefe Kraft, diskussioner med flertal personer.
- Vattenfall, diskussioner med flertal personer.
- Strålsäkerhetsmyndigheten
- Svensk Energi, diskussioner med flertal personer.
- Svensk Vindenergi
- Årsredovisningar (Forsmark, Ringhals)
- Citibank – New Nuclear, The economics say no (9 november 2009)
- www.tvo.fi
- www.vindstat.nu
- www.energimyndigheten.se
- www.world-nuclear.org