

Varför är svenskar mycket sämre än finnar på att köra kärnkraftverk?

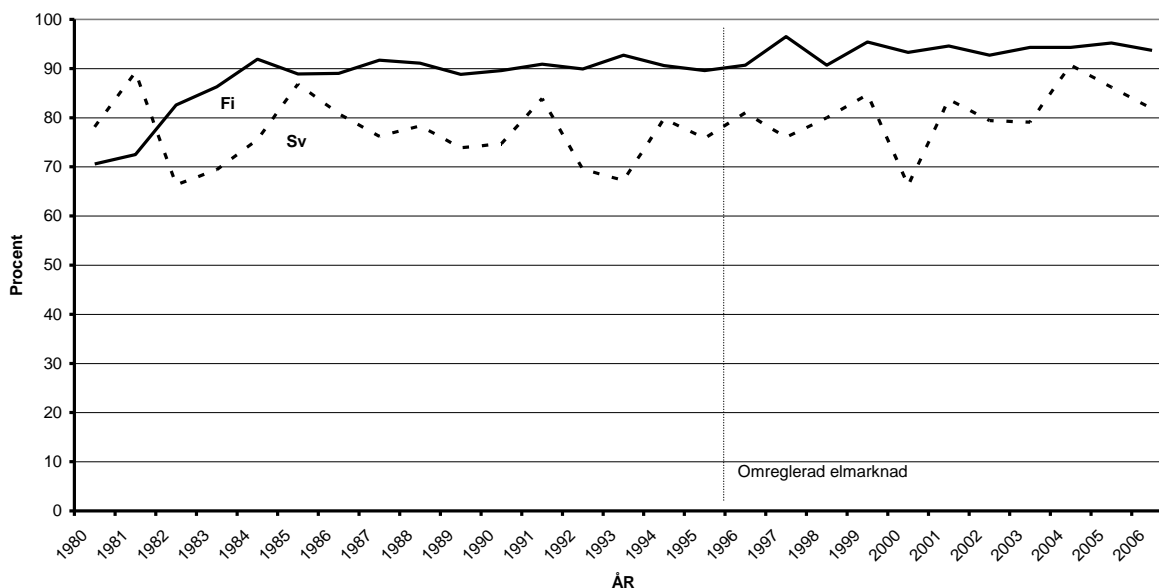
En rapport av

EME Analys, Stockholm den 26 november 2007

Låg total tillgänglighet

Nedanstående diagram visar att Finland har ett mycket högre energiutnyttjande¹ på sina kärnkraftverk än vad vi i Sverige har lyckats att åstadkomma. Vårt bästa år är sämre än alla år i Finland sedan 1999. Bara 1980 och 1981, då Finland startade sina kärnkraftverk, var vi bättre och då hade vi ändå erfarenhet sedan 1972 medan de snabbt kom till rätta med de ofrånkomliga barnsjukdomarna.

Energiutnyttjande för svensk resp finsk kärnkraft
1980 - 2006



Källa: KSU samt finsk veckostatistik

Vi har gått igenom statistik från KSUs² ”Erfarenheter från driften av de svenska kärnkraftverken” för åren 1996-2006 i syfte att försöka erhålla förklaringar till finnarnas överlägsenhet. Att jämföra sig med den bästa brukar alltid vara bra, såväl i idrott som i näringslivet. Finland uppvisar nämligen det högsta energiutnyttjandet av alla världens kärnkraftnationer.

Under 1996-2006 har energiutnyttjandet i genomsnitt legat på 93,8% i Finland och på 80,8% i Sverige. Skillnaden på 13,0% motsvarar med dagens svenska kärnkraftkapacitet ungefär 10 TWh lägre produktion i Sverige jämfört med om vi hade haft det höga finska energiutnyttjandet. Detta motsvarar ungefär 7% av den totala elanvändningen i Sverige. Det kan också noteras att man i Finland ligger på en *stabil hög nivå*, medan vi i Sverige kör på en *ostabil låg nivå*. Osäkerheten i svensk kärnkraftproduktion var på årsbasis mer än tre gånger större än i den världsledande finska kärnkraftindustrin. I Sverige borde osäkerheten (standardavvikelsen) vara lägre eftersom vi har tio reaktorer medan man i Finland endast har fyra.

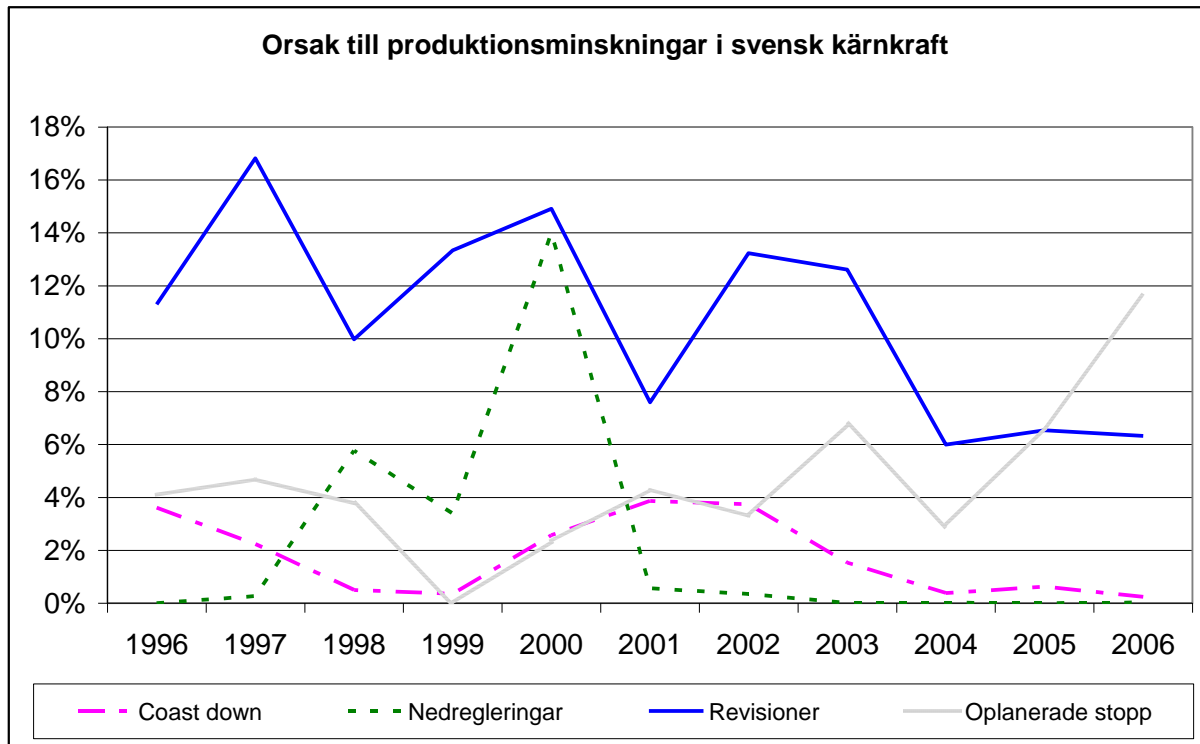
¹ Energiutnyttjande är den totalt producerade elenergin i förhållande till den elmängd som teoretiskt skulle kunna produceras om reaktorn drevs med full effekt året runt.

² Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB

Olika orsaker till produktionsminskningar i svensk kärnkraft

Följande figur visar hur mycket energiutnyttjandet i de svenska kärnkraftverken har påverkats av olika faktorer:

- Revisioner, där en reaktor underhålls, undergår moderniseringar samt bränsle byts.
- Oplanerade stopp.
- Nedregleringar, där man *medvetet* minskar produktionen i en reaktor för att reducera utbudet på kraftmarkanden.
- Coast down, som beror på att man laddar mindre bränsle för att utnyttja detta bättre.



Källa: Egna bearbetningar av data från KSU

Det mesta förklaras av att det tagit mycket lång tid att göra de årliga revisionerna. Trenden är dock sjunkande, men från en mycket hög nivå. De sista årens 6% motsvarar medelvärdet under 1996-2006 av *alla* produktionsförluster i Finland, dvs även oplanerade stopp m m. De kortaste revisionerna i Sverige har legat på 9-10 dagar, vilket motsvarar drygt 2,5%. På denna tid hinner man åtminstone med att byta bränsle.

Oplanerade stopp har svarat för en ökande andel, särskilt under de sista två åren. Det är oroande ur såväl produktions- som säkerhetssynpunkt.

Kärnkraftföretagen har justerat coast down utifrån hur den *förväntade* kraftbalansen såg ut inför varje revision. Efter torråret 1996 minskade man coast down, medan man ökade coast down under våtåren 1998-2000.

Nedregleringar kan göras utifrån hur den *aktuella* kraftbalansen ser ut. Vi ser att stora nedregleringar gjordes under det extrema våtåret 2000.

Såväl coast down som nedregleringar synes ha minskat till försumbara nivåer de senaste åren. Det beror på väsentligt högre elpriser nu, när bl a EUs utsläppshandel och högre bränslepriser har dragit upp kraftpriserna så att de är 4-5 gånger högre än under våtåren 1998-2000. Nedregleringar och coast down har vidtagits vid tidsperioder med låga elpriser.

Produktion i olika svenska reaktorer

Följande tabell visar produktionsminskningarna p g a coast down, nedreglering samt revisionstid för respektive reaktor³ Barsebäck har tagits bort i denna tabell eftersom de två reaktorerna har avvecklats under tidsperioden. Detta görs för perioden 1996-2006 respektive för år 2006, för att kunna ta hänsyn till de senaste årens ändrade driftstrategi. Vi ser att O1 (den äldsta reaktorn) sticker ut ordentligt med långa revisionstider. O2 och R1 har haft långa revisionstider, men har fått ned dem för 2006.

Reaktorer där Vattenfall varit dominerande ägare, Ringhals och Forsmark, har haft högre coast down än i Oskarshamn (och Barsebäck som inte är inkluderat i tabellen).

Medel, %	1996-2006			2006		
	Coast down	Nedreglering	Revisionstid	Coast down	Nedreglering	Revisionstid
F1	2,8%	2,8%	7,5%	0,5%	0,0%	2,2%
F2	2,0%	2,3%	7,2%	0,3%	0,0%	10,1%
F3	2,0%	1,5%	6,1%	0,3%	0,0%	2,7%
O1	0,8%	1,0%	23,8%	0,0%	0,0%	17,0%
O2	0,5%	1,7%	15,4%	0,1%	0,0%	9,3%
O3	0,4%	3,4%	7,3%	0,6%	0,0%	3,3%
R1	1,9%	1,4%	18,1%	0,0%	0,0%	4,9%
R2	2,8%	2,6%	8,2%	0,2%	0,1%	7,4%
R3	1,8%	1,9%	7,8%	0,0%	0,0%	7,0%
R4	3,0%	2,0%	11,8%	0,0%	0,1%	7,6%
Medel	1,9%	2,2%	10,2%	0,2%	0,0%	6,3%

Källa: Egna bearbetningar av KSU

Ägandets betydelse

I Finland ägs de två ASEA-byggda reaktorerna av TVO, som i sin tur huvudsakligen ägs av den finska industrin. TVO har filosofin att kärnkraftproduktionen ska separeras från den volatila markanden. I "Ledarskap för kärnsäkerhet", som Magnus von Bonsdorff och Lars Gunnar Larsson gjort för Vattenfall, säger en representant för TVO att "vi koncentrerar oss på säker drift och håller oss borta från den brutala elmarkanden". Där är ägarna betjänta av att kraftutbudet blir så stort som möjligt, vilket pressar ned elpriserna. För industrin ger detta en extra bonus, utöver att ha en stor kärnkraftproduktion till mycket låga rörliga kostnader. Grundfilosofin är att med utgångspunkt i en säker drift producera så mycket som möjligt, med så få avbrott som möjligt. En sådan produktion innebär att man försöker minimera risken för olika typer av störningar, vilket också ger bästa möjliga förutsättningar för säkerheten. Statistiken visar tydligt att man också lyckats mycket bättre än de svenska kraftföretagen, genom att deras medelvärde för energiutnyttjande är högre och deras osäkerhet (standardavvikelse) är lägre än för svenska kärnkraftverk

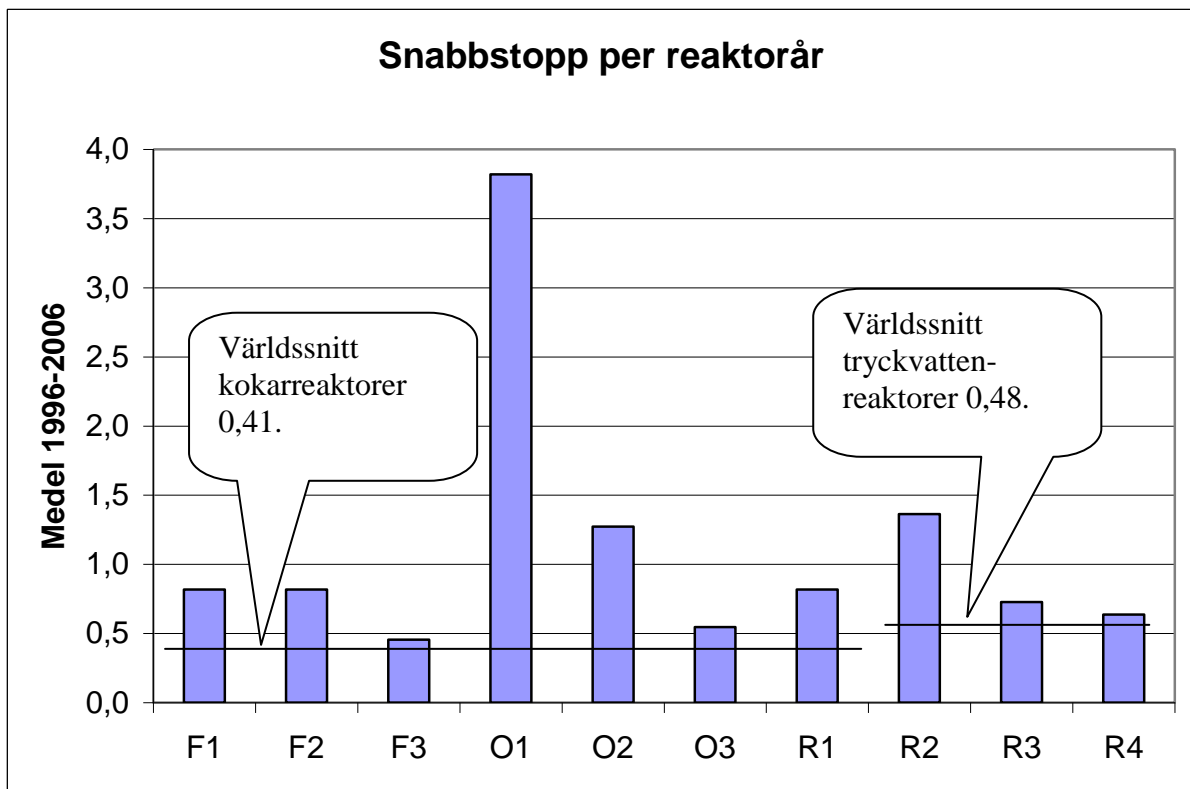
I Sverige ägs kärnkraften av kraftföretag. För dem är å ena sidan stor produktion till kärnkraftens låga rörliga kostnader en fördel, men å andra sidan pressar stor kärnkraftproduktion ned elpriserna, vilket är en nackdel för rena elproducenter som de svenska kraftföretagen. Ägarfrågan kan därför ha betydelse för möjligheterna till stor kärnkraftproduktion, och kanske indirekt även för säkerheten. Att undvika *planerade*

nedregleringar mot mer kortsiktig utveckling av elmarknaden ingår i TVOs filosofi med så stor och stabil produktion som möjligt.

Svensk kärnkraft sämre än världsgenomsnittet

Att Sverige inte är bäst i världen är således uppenbart. Att vi för kokarreaktorer ligger sämre än världsgenomsnittet för energitillgängligheten³ måste anses vara mycket förvånande. Svenska kokarreaktorer har ett energiutnyttjande på 79,8% medan WANOs⁴ jämförelsetal ligger på 81,6%. Sveriges tre tryckvattenreaktorer ligger något över världsgenomsnittet, 87,1% mot WANOs 85,9%.

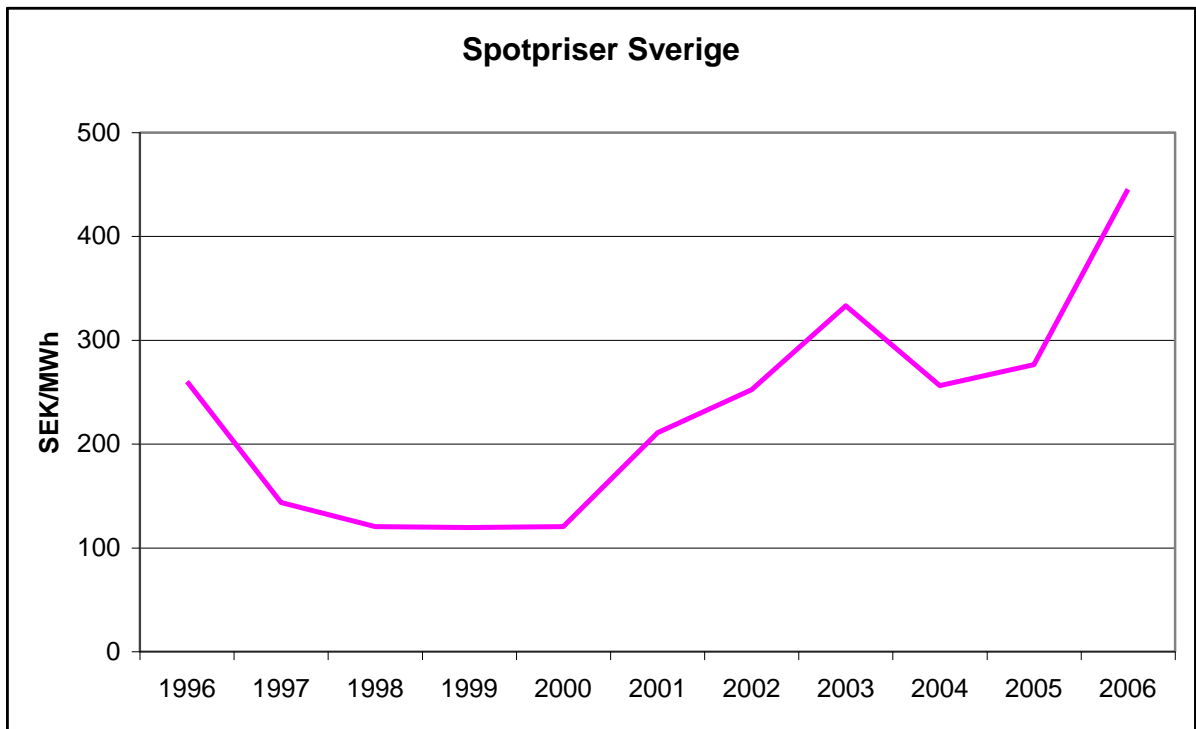
Än mer relevant som en säkerhetsindikator är statistiken för antalet oplanerade snabbstopp. År 2006 hade vi i Sverige 1,19 snabbstopp per kokarreaktor medan världsgenomsnittet låg på 0,41. Detta betyder att vi ligger tre gånger högre än världen i övrigt. Även de tre svenska tryckvattenreaktorerna ligger över världsgenomsnittet, men här är skillnaden inte så stor, 0,61 mot WANOs 0,48 snabbstopp per reaktorår. Följande figur visar att den första svenska reaktorn, O1, svarar för de klart flesta snabbstoppen. Endast F3 och R4 ligger kring WANOs världsgenomsnitt.



Källa: KSU

Svensk kärnkraft har inte drivits effektivt

Medvetna produktionsminskningar i kärnkraftverk ska inte ske på en effektiv elmarknad med perfekt konkurrens. Det beror på att kärnkraftens rörliga kostnader, som framförallt består av bränslekostnad, bara har varit några öre/kWh under perioden 1996-2006, och att elpriserna på den avreglerade elmarknaden alltid varit högre än denna låga rörliga kostnad. Ju högre marknadsandel ett företag har, desto mer lönsamt blir det att manipulera marknaden genom att dra bort kapacitet från den. Det är mot denna bakgrund kanske inte förvånande att Vattenfall har använt coast down mer än genomsnittet för de svenska kärnkraftverken.



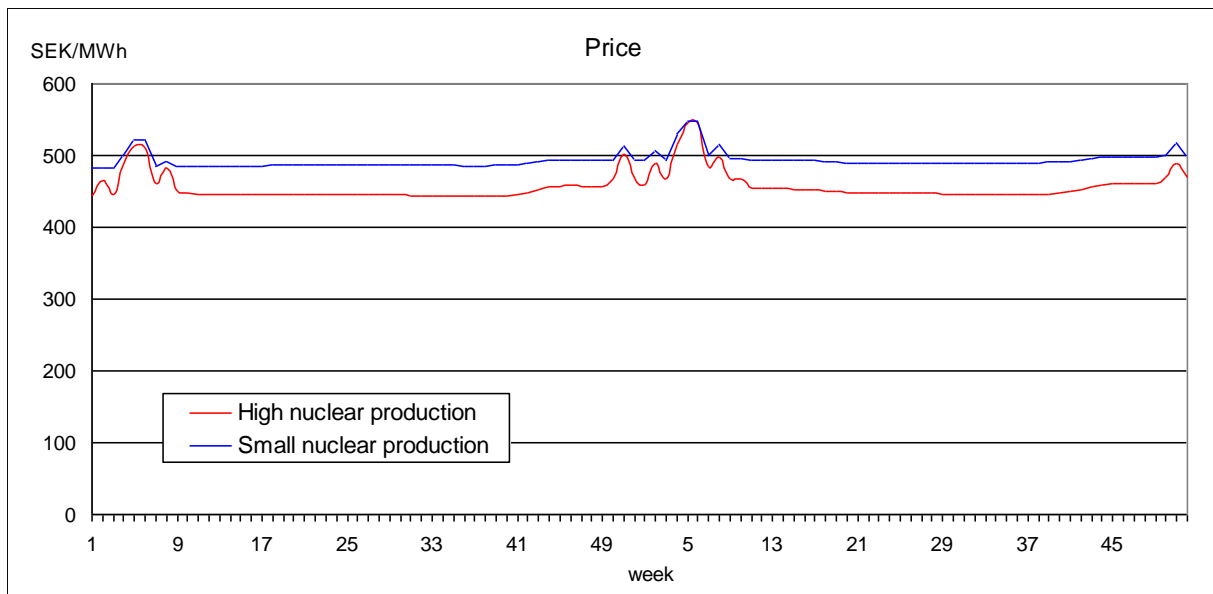
De genomsnittliga spotpriserna i Sverige framgår av diagrammet ovan. Med EUs utsläppshandel med koldioxid, som startade 2005, förväntas elpriserna ligga på betydligt högre nivåer än vad de gjorde 1996-2004. Då torde intresset för både coast down och nedregleringar bli försumbara. Hittills har nedregleringar respektive coast down tillgripits vid år då elpriserna varit respektive förväntats bli låga. Tiden för revision synes också vara på väg ned mot 20 dagar (6%). Förhoppningsvis kommer oplanerade stopp att minska, bli till följd av förbättrat säkerhetsarbete på Forsmark och de andra svenska kärnkraftverken. Oplanerade stopp svarade 1996-2004 (innan problemen åren 2005 och 2006) för 3,6%. Med 3% oplanerade stopp och 6% för revisioner skulle vi erhålla ett energiutnyttjande på 91%, vilket skulle ge ca 9 TWh⁶ större produktion än 1996-2006. Det bör vara fullt realistiskt att klara i Sverige.

Kraftbalanskörning med PoMo

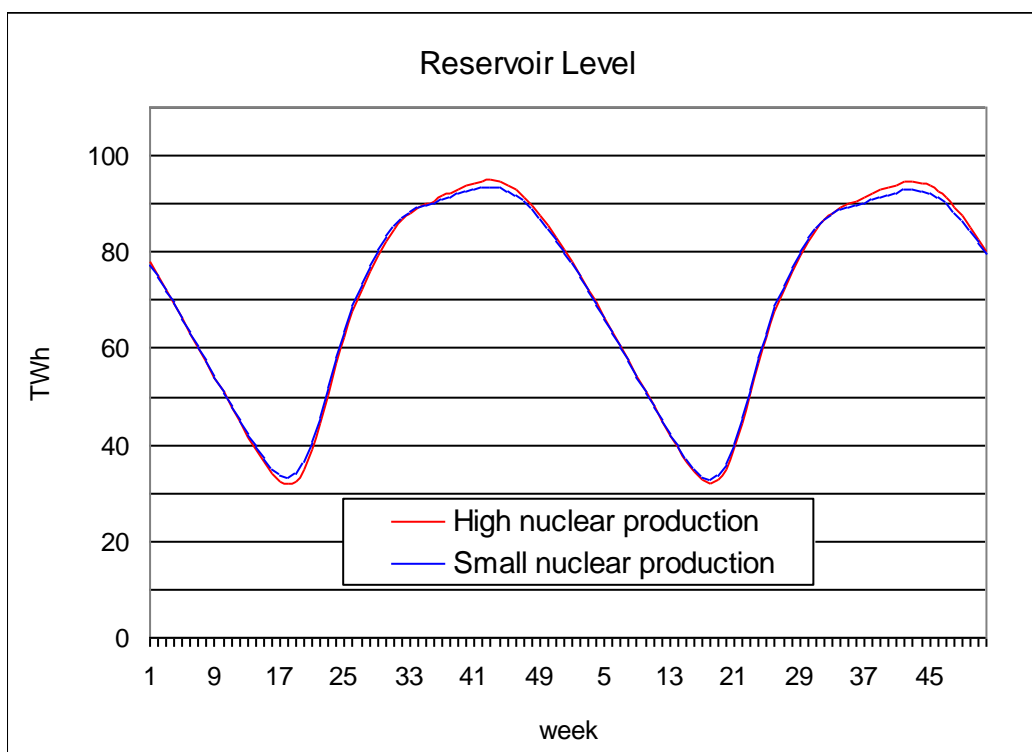
Vi har använt kraftbalansmodellen PoMo för att studera effekten av en tillgänglighet på 91% istället för en tillgänglighet på 81%. Under vintertid har vi räknat med 99% tillgänglighet och under sommartid har nedgången reducerats jämfört med den historiska körningen. Anledningen till lägre nedgång under sommaren är minskad coast down och minskad nedreglering samt kortare revisioner, vilka samtliga har brukat ske under sommarhalvåret.

Körningen har gjorts för ett "normalt" år med förväntad tillrinning, höga bränslepriser (men inte de skyhöga kolpriser vi ser de närmaste månaderna) samt ett CO₂-pris på 22 EUR/ton. Vi har kört PoMo från första veckan i januari två år framåt.

Det är framförallt priserna under sommarhalvåret som förväntas sjunka med en högre tillgänglighet i svensk kärnkraft. Vinterpriserna blir nästan oförändrade. Prisskillnaden ligger i genomsnitt på nästan 4 öre/kWh.



Med hög kärnkraftproduktion utnyttjar man magasinerna något mer genom att låta dem gå ned mer till vårfloren och låta dem öka närmare magasininstaket under hösten. En anledning är att en mer jämn hög kärnkraftproduktion under hela året ökar behovet av att reglera annan kraft till efterfrågans säsongsvängningar, bl a vattenkraften.



⁶ 9 TWh motsvara ungefär produktionen i Barsebäcks båda stängda reaktorer