

Vattenkraftens framtida bidrag till ökad kapacitet och reglerförmåga

Ett framtidsscenario för vattenkraften i Skellefteälven

Inspel till Energikommissionen

1. Sammanfattning

Vattenkraften är en mycket viktig och tillförlitlig förnybar resurs i det svenska kraftsystemet för produktion av elenergi och är dessutom en leverantör av regler- och balanseringstjänster. Vattenkraften har byggts ut under lång tid och har konstruerats för att främst följa förbrukningens mönster under år, vecka, dag och timmar.

Vattenkraften är särklassig, billig och snabb, som reglerresurs för kraftsystemet och ingår som en viktig resurs bl.a. för frekvenshållning.

I dagens debatt om framtida energisystem och dess utmaningar med väderberoende elproduktion, belyses inte vattenkraftens potential på ett rättvist sätt.

Skellefteå Kraft vill med detta inspel visa att vattenkraften mycket väl kan bidra till att öka sin kapacitet och betydelse att vara en viktig reglerresurs för det framtida kraftsystemet. Vårt angreppssätt innebär att vi har studerat hur Skellefteälven kan bidra med ökad effekt genom att effektivisera vattenhushållningen utan att ta jungfruliga fallhöjder i anspråk.

Bland Skellefteälvens totalt 16 större kraftstationer finns betydande skillnader i konstruktioner och respektive förutsättningar för effekt- och energiproduktion. Det finns flera kraftstationer som utgör begränsningar, vilket gör att endast en del av den totalt installerade effekten finns att tillgå.

I Skellefteälven är den totala installerade effekten ca 1050 MW. Genom begränsningar i systemet uppgår dock den i praktiken maximala varaktiga effekten till ca 989 MW, d.v.s. 6 % lägre.

Genom en anpassning av de kraftstationer som har väsentligt lägre utbyggnadsvattenföring till de som har en högre utbyggnadsvattenföring, erhåller man ett mer fungerande produktionssystem och man kan öka den maximala varaktiga effekten till ca 1287 MW. Detta motsvarar en **ökning med 298 MW eller 30 % jämfört med dagens situation.**

Genom att bygga ut fjällstationerna ytterligare, vilket är möjligt eftersom de har stora magasin både uppströms och nedströms, kan effekten ökas. I vårt exempel väljer vi att dubblera dagens installerade effekt, vilket innebär att ytterligare 65 MW kan adderas till den anpassade utbyggnaden. Ökningen i detta fall blir 363 MW, vilket motsvarar en ökning på 37 % jämfört med dagens nivå.

Fjällstationerna har potential att byggas ut med möjligheten att återföra vatten till överliggande magasin s.k. pumpkraftverk. Om man väljer en lösning med pumpkraftverk, finns naturligtvis en stor potential till att öka effekten och samtidigt erhålla en flexibel

reglerkälla. Vi har valt att inte göra en noggrannare bedömning, utan konstaterar att det finns ytterligare potential till en sådan effektutbyggnad.

Vi har anledning att anta att Skellefteälven inte är unik i detta hänseende utan att det finns liknande effektpotentialer i övriga älvar med storskalig vattenkraftproduktion. Om så är fallet, **finns det stor potential att skapa betydande effekttillskott till kraftsystemet från vattenkraften. En försiktig gissning är att så mycket som 3000-4000 MW skulle kunna skapas genom anpassade utbyggnader i övriga älvar.**

Vår bedömning är att en anpassad utbyggnad av älvsystemet är möjlig, men då krävs bl.a. att det skapas incitament för kraftverksägare att investera i effektutbyggnader och att systemmässiga hinder avlägsnas. Ett exempel på systemmässiga hinder är nuvarande stamnätstariff som genom sin effektagift omöjliggör en utbyggnad av de storskaliga norrlandsälvarna.

Vi föreslår att Energikommisionen genomför en mer noggrann undersökning av hela den storskaliga vattenkraften och dess potential. Vidare bör man titta närmare på incitament och hur man kan undanröja uppenbara hinder.

Vattenkraften är en förnybar energikälla och dess fördelar som reglerresurs jämfört med andra alternativ exempelvis gaskraftverk är slående och därför bör detta alternativ prioriteras.

2. Inledning

I framtiden, med en ökad andel väderberoende kraftslag, vind och sol, i produktionsmixen bedömer vi att produktionsmönstret av vattenkraften kommer att se annorlunda ut än idag. Vattenkraften behöver i en högre grad finnas för att reglera obalanser och utgöra reservkapacitet när de väderberoende kraftkällorna inte levererar. Vid dessa tillfällen är kapacitetsbehovet stort. Behovet av vattenkraften som energiproducent bedömer vi minskar i takt med att den väderberoende elproduktionen ökar. Däremot kommer vattenkraftens kapacitetstjänster efterfrågas i en högre grad.

Vattenkraften är en mycket viktig och tillförlitlig förnybar resurs i det svenska kraftsystemet för produktion av elenergi och är dessutom en leverantör av regler- och balanseringstjänster. Vattenkraften har byggts ut under lång tid och har konstruerats för att klara förbrukningens säsongsmönster och variationer under vecka och dygn. Vattenkraften utgör dessutom en viktig reglerresurs för att kunna upprätthålla frekvensbalansen i kraftsystemet. Vattenkraften står inför en ny utmaning där den, förutom förbrukningens behov, också skall täcka upp för väderberoende kraftproduktion.

Utbyggnaden av vattenkraften i våra älvar har skett successivt under åren med principen att senare utbyggda fallhöjder har tagit hänsyn till redan befintliga utbyggda kraftstationer i älven. Detta har i många fall medfört, tillsammans med att det faktum att det inte har förelegat något större behov, att effektutbyggnaden har hämmats genom åren och att ”flaskhalsar” uppstått.

De svenska älvarna har i regel stora fallhöjder i fjälltrakter och en fallhöjd som är utspridd över längre sträckor närmare havet, vilket gör att vi i regel har många kraftverk per älv. Stora reglermagasin är ofta belägna i fjälltrakterna och mindre magasin, ofta kopplade till enskilda kraftstationer, finns utspridda efter älvssträckor mot havet.

Den hydrologiska kopplingen mellan kraftverk är stor, vilket medför att man måste titta på samspelet i hela älven d.v.s. ha ett systemperspektiv för att kunna bedöma potentialen i enskilda kapacitetshöjande åtgärder. Man kan dock anta att stora möjligheter till effektutbyggnad finns i fjällstationer, men också att betydande tillskott kan erhållas genom att avlägsna ”flaskhalsar” längre ned i älvssystemet.

Den installerade vattenkrafteffekten i Sverige utgör idag 16 150 MW¹ men den maximalt använda effekten som har används de senaste åren utgör 13 700 MW². Anledningen till att vattenkraften ej kan bidra med hela sin utbyggbara installerade effekt kan bero på många saker, exempelvis vattentillgång och revisionsavställningar, men en stor anledning är att utbyggnadsvattenföringen i älvsystemen är begränsad.

Det finns ett flertalet utredningar som har undersökt möjligheten att bygga ut ny vattenkraft. Den senaste i raden av utredningar genomfördes, på uppdrag av branschen, ”*Vattenkraftens roll i ett hållbart energisystem*” Korsfeldt, år 2011. Enligt slutrapporten i utredningsarbetet gjordes en inventering av den svenska vattenkraftens potential och resultatet visade att det fanns ytterligare 9000 MW vattenkraft att bygga ut. Efter hänsyn tagen till skyddade älvar eller älvsträckor bedömdes att det fanns en potential av utbyggnad på ca 1000 MW i nya kraftsträckor.

Det är dock noterbart att vi har möjlighet i Sverige att ersätta kärnkraften med vattenkraft, även om det idag kan vara en politisk utmaning att ta nya kraftsträckor i anspråk.

Vi har valt att undersöka potentialen i hela Skellefteälven utan att göra anspråk på nya fallhöjder och studerar speciellt möjligheten att öka utnyttjningsgraden i älven och samtidigt öka kapaciteten. Vi väljer att redovisa förslag till åtgärder som bedöms vara olika kostsamma. Vi kommer också att belysa eventuella hinder som behöver överbryggas för att få till stånd ökad effekt och reglerförmåga från vattenkraften.

Denna utredning har genomförts av Anders Järvelä, Skellefteå Kraft med hjälp av Peter Lindström, vd på Skellefteälvens Vattenregleringsföretag. Övriga ägare av vattenkraft i Skellefteälven, Vattenfall och Statkraft, har inte varit delaktiga i arbetet. Om man väljer att öka kapaciteten i Skellefteälven, kommer det att krävas en samordning mellan delägare och det skall noteras att ett genomförande kan göras på många olika sätt. Utredningen speglar Skellefteå Krafts syn på hur kapaciteten i Skellefteälven skulle kunna ökas. För att realisera de uppskattningar på kapacitetshöjningar som redovisas i utredningen krävs noggranna undersökningar i varje fallsträcka/kraftstation.

Vi bedömer och gör antagandet att älven är väl representativ för situationen i övriga älvar med storskalig vattenkraft.

3. Avgränsning

Syftet med utredningen är att belysa potentialen och för att kunna gå vidare med detta spår bör nya utredningar startas upp som på ett genomgripande sätt studerar möjligheterna och utmaningarna i kraftverk och älvsträckor. Nätanslutningar i speciellt avlägsna fjällstationer kan också vara utmanande och måste utredas särskilt.

¹ Enligt vattenutredning, Korsfeldt 2011.

² Maximal effekt från vattenkraften per den 20120203, 13 694 MW

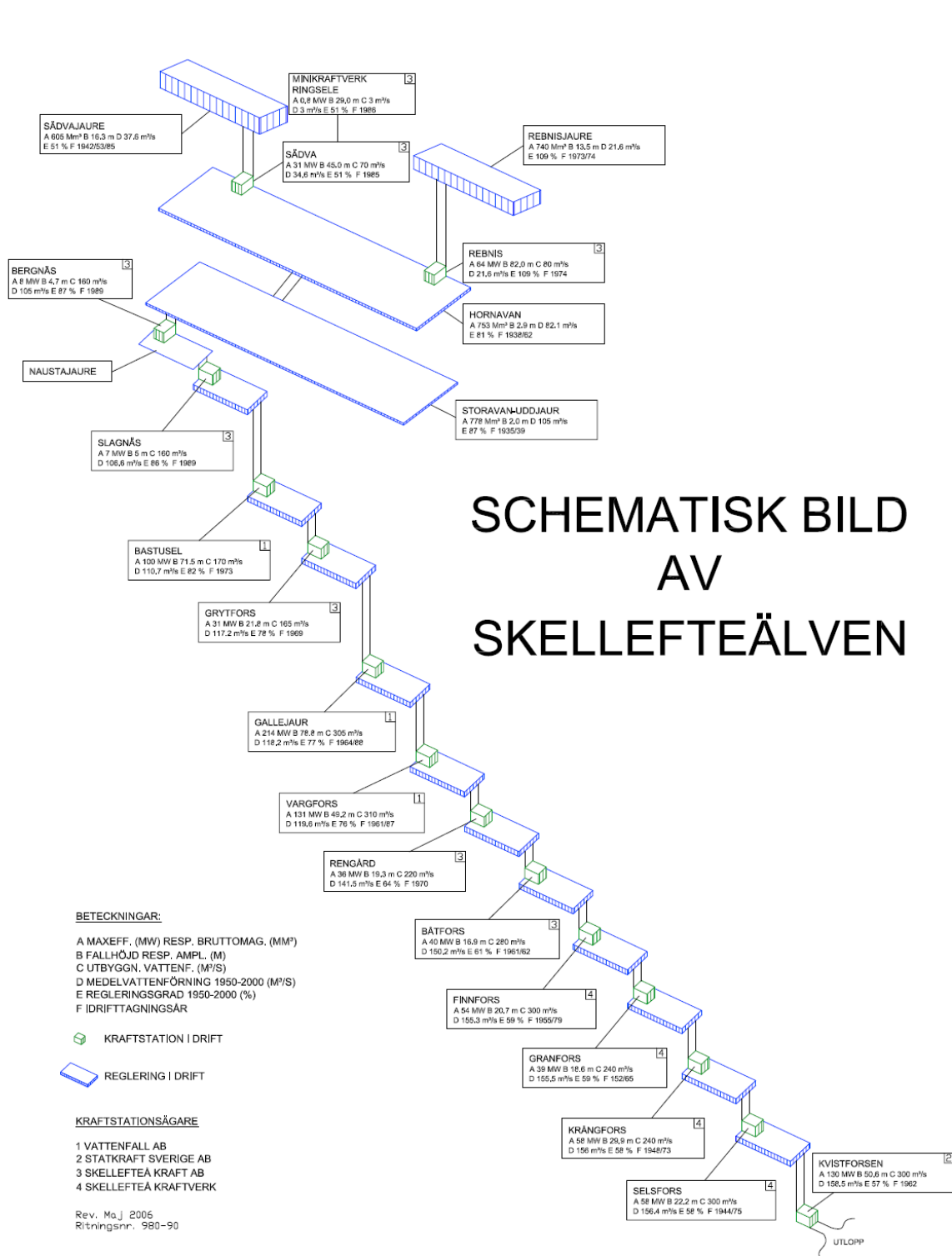
4. Bakgrund

Skellefteälven är en av de stora norrlandsälvarna med sin längd på 410 kilometer.

Skellefteälven liknar mycket i sin uppbyggnad övriga älvar i Norrland, som inhyser merparten av den storskaliga vattenkraftproduktionen i Sverige.

Älven rinner upp i fjällvärlden i västra Lappland och förser vatten till de stora sjöarna Hornavan, Uddjaur och Storavan för att sedan i Skellefteälvens dalgång rinna ut i Bottenviken vid Skellefteå. Antalet större vattenkraftverk i Skellefteälvens vattensystem är 16 stycken och den totala installerade effekten är ca 1050 MW. Normalårsproduktionen för älven är ca 4300 GWh, vilket motsvarar ca 6 % av vattenkraftproduktionen i Sverige.

I Skellefteälvens övre del består älven av ett flertal sjöar. Dessa sjöar ger älven en speciell karaktär som kraftkälla, men ger också landskapet sin speciella särart. Vid Storavans utlopp lämnar älven det område som utgörs av sjöarna Sädvajaure, Rebnisjaure, Hornavan, Uddjaur och Storavan. Dessa sjöar är reglerade och fungerar som vattenmagasin. Det gör Skellefteälven till en av de bäst reglerade älvarna i landet.



Figur 1; Schematisk bild av kraftproduktionen i Skellefteälven [Källa: SVF]
 När man betraktar figur 1 kan man notera att kraftproduktionen i älvsystemet, bestående av 16 stycken kraftverk, utgör ett system som har en direkt eller indirekt påverkan på varandra. Det innebär att en åtgärd som man gör i en punkt i systemet får konsekvenser i andra delar. För att maximera utnyttjande och kapacitet i älven måste alla intressenter samverka och analysen måste ha ett systemperspektiv.

Vattenhushållningen i Skellefteälven samlas under ett gemensamt regleringsföretag som bl.a. har som sin uppgift att ansvara för hushållningen av vattenresurserna. Vattenhushållningen har historiskt sett generellt handlat om att maximera energiproduktionen utifrån den produktionsapparat som finns i älvsystemet, med tillgängliga vattenresurser.

Man kan också konstatera att fjällstationerna är mer oberoende av systemet på grund av stora vattenmagasin uppströms och nedströms stationerna. Däremot är stationerna längre nedströms i systemet mycket beroende av varandra, man kan säga att de är ”kaskadkopplade”.

Skellefteälven har nyttjats för elproduktionsändamål i över 100 år. En större expansion med anläggande av fler kraftstationer och flera årsregleringsmagasin, med ytterligare intressenter, skedde främst under perioden mellan 1950-1990. Utbyggnaden i Skellefteälven var inte unik utan liknande utbyggnader skedde också i andra älvar.

Under de dryga 100 år som Skellefteälven varit utbyggd och reglerad för vattenkraftändamål, har förutsättningarna för vattenkraftproduktion väsentligt förändrats.

Exempelvis har möjligheterna för flerårs-, års- och korttidsreglering utvecklats. Vissa kraftstationer belägna längs älven har även varit föremål för effektutbyggnad, med installation av fler turbiner/generatorer.

Detta innebär att de vattenkraftstationer som idag finns längs Skellefteälven uppvisar betydande skillnader i sin konstruktion och i sina respektive förutsättningar för effekt- och energiproduktion. Skellefteälven är väl utbyggd, men trots detta finns det kraftstationer som begränsar flödet i älvsystemet.

Ökar man vattenföringen över de nivåer som utgör begränsningar, blir naturligtvis följden att vatten spills bort vid sidan av vissa kraftstationer.

I Skellefteälven är den maximala uteffekten, givet inget spill i älven, ca 989 MW, vilket motsvarar ca 94 % av totalt installerad effekt.

5. Förslag att öka älvens kapacitet och flexibilitet

Fördelarna med att öka systemets totala kapacitet är många. En ökad kapacitet innebär bl.a. att flexibiliteten ökar genom att mer effekt kan vara tillgänglig i regleringssyfte men också att risken för spill minskar. En väl anpassad effektutbyggnad kan även innebära att vattennivåerna i de små korttidsregleringsmagasinen i systemet varierar mindre i det korta perspektivet och påverkan på vattenmiljön minskar. Anledningen är att behovet av att utnyttja vattenvolymer i de korttidsmagasin som vi idag använder till att reglera skillnader i utbyggnadsvattenföring mellan olika kraftstationer minskar.

5.1. Nivå 1 – Anpassad effektutbyggnad

Ett första grepp i analysen är att utreda en anpassning av de kraftstationer som idag har väsentligt lägre utbyggnadsvattenföring jämfört med de som har en hög utbyggnads-vattenföring. Inga nya fallsträckor tas i anspråk.

De åtgärder som blir aktuella för att öka utbyggnadsvattenföringen kan vara allt från att bygga om befintliga aggregat till att bygga ut stationer med ytterligare aggregat. I det senare fallet kan åtgärderna bli relativt omfattande beroende på bl.a. hur omfattande arbetena i vattenvägarna blir. En preliminär storleksordning på investeringar för Skellefteå Krafts anläggningar ligger på 100-300 Mkr per anläggning, totalt ca 2 mrd kronor.

En viktig poäng med den anpassade effektutbyggnaden är att det förutom stora effekttillskott också kommer att ge ett visst tillskott i energiproduktionen. Man kan säga att anpassningen även bidrar till bättre hushållning av vattenresurser.

I beräkningarna har antagits att så kallade gångtider mellan kraftstationerna och magasinerna inte har använts. Detta för att gångtiderna i praktiken längs de flesta strömsträckorna är korta och att detta inte påverkar resultaten i någon väsentlig omfattning.

I figur 2 nedan redovisas resultatet där man kan se hur vattenföringen ser ut idag och hur det kan se ut efter en anpassad effektutbyggnad.

Skellefteälven									
Uppgifter för kraftstationer i Skellefteälven angående fällhöjd, utbyggnadsvattenföring, maximal effekt samt medelvattenföring.									
Station	Nettofallhöjd (m)	Utbyggnads- vattenföring (m ³ /s)	Maxeffekt (Mw)	Medelvatten- föring (m ³ /s)	Magasins- storlek (DE)	I praktiken idag	Med anpassad effektutbyggnad		
						utnyttjningsbar effekt	Maxeffekt (Mw)	Utbyggnads- vattenföring (m ³ /s)	Maxeffekt (Mw)
Sädva	45,0	70	31	35	7000	31	100	44	43%
Ringselse (mini)	29,0	3	1	3	7000	1	3	1	0%
Rebnis	82,0	80	64	22	8643	64	100	80	25%
Bergnäs	4,7	160	8	105	9005	8	200	10	25%
Slagnäs	5,0	160	7	106	0	7	200	9	25%
Bastusel	71,5	170	107	110	300	97	290	183	88%
Grytfors	21,8	165	31	117	52	31	300	56	82%
Gallejaur	78,8	305	220	118	137	220	305	220	0%
Vargfors	49,2	310	134	120	166	105	310	134	28%
Rengård	19,3	220	36	142	58	36	330	54	50%
Båtfors	16,9	280	49	150	55	41	335	59	43%
Finnfors	20,7	235	42	155	12	42	340	61	45%
Granfors	18,6	240	39	155	11	39	340	55	42%
Krångfors	29,9	240	65	156	13	65	340	92	42%
Selsfors	22,2	300	62	156	20	62	340	70	13%
Kvistforsen	50,6	300	140	158	46	140	340	159	13%
Summa:			1036			989		1287	30%

Figur 2. Beräkning av anpassad effektutbyggnad i Skellefteälven³

³ Beräkningar utförda av Skellefteälvens Vattenregleringsföretag. Max effekt ca 1050 MW inkl G6 i Finnfors

Sammantaget innebär resultatet från beräkningarna en teoretisk ökning av effekten i systemet med cirka 237 MW, eller 23 % mot den idag installerade effektnivån. Men ökningen torde snarare vara cirka 298 MW, eller cirka 30 % mot den idag i praktiken utnyttjningsbara maximala nivån.

Detta på grund av att ett flertal av de regleringsmagasin avsedda för korttidsreglering är så små att den teoretiska maximala effekten inte går att uppnå under någon längre period än under ett fåtal timmar, utan spill i vissa kraftstationer med åtföljande bortfall av energiproduktion.

Detta faktum innebär att den senare nivån är den i praktiken relevanta för beräknings-resultatet.

En anpassad effektutbyggnad är mer gynnsam för miljön. Behovet av korttidsreglering skulle troligtvis minska och nivåerna i korttidsregleringsmagasinen skulle variera mindre.

5.2. Nivå 2 – Effektutbyggnad av fjällstationer

I tillägg till anpassade effektutbyggnader eller som en fristående åtgärd kan man bygga ut fjällstationerna. Här har man större frihet att välja storlek på aggregat. Hur stort aggregat man väljer beror på yttre förutsättningar hellre än på systemets begränsningar. Möjlighet att mata in i elnät kan vara ett exempel på en sådan begränsning.

Idag har fjällstationerna Sädva och Rebnis totalt en effekt av 95 MW, fördelat på 31 respektive 64 MW. I den anpassade effektutbyggnaden förslås effekten för de två stationerna öka till 125 MW.

Man kan välja att öka utbyggnadsvattenföringen ytterligare i fjällstationerna och vår bedömning att öka effekten till totalt 190 MW skulle vara möjlig utan att det får alltför stor inverkan på vattennivåer uppströms eller nedströms kraftstationerna.

Insatsen skulle innebära ytterligare 65 MW som skall adderas till 298 MW.

Ökningen på 363 MW motsvarar en ökning på 36 %.

5.3. Nivå 3 - Pumpkraftverk

En annan möjlighet att ytterligare öka effekten och samtidigt behålla fördelarna enligt den anpassade effektutbyggnaden är att bygga större aggregat som har möjlighet att helt eller delvis återföra vatten till överliggande magasin med pumpdrift. Pumpdriften har också fördelen att flexibiliteten ökar genom att man kan välja om aggregatet skall konsumera eller producera elkraft.

6. Hinder

6.1. Incitament

Incitament för effektutbyggnad finns inte idag. En anledning är att det inte finns något behov av mer effekt. I ett framtida kraftsystem med mer sol/vind och mindre reglerbar elproduktion exempelvis kärnkraft kommer däremot efterfrågan av effekt att öka. När den reglerbara elproduktionen minskar kommer incitamenten att öka. Frågan är om signalerna för effektutbyggnad kommer i tillräcklig tid och är på nivåer som får till stånd investeringar.

Det finns en risk med att inte i tid ge marknaden tillräckliga incitament då risken ökar att man hamnar i situationer med effektbrist. Att genomföra faktiska förändringar i kraftanläggningar är många gånger tidsmässigt utmanande bl.a. beroende på långa handläggningstider för tillståndsärenden. Ett genomförande av en effektutbyggnad för en älv kräver samordning och planering mellan många intressenter. Tidsåtgången för detta bör nog inte underskattas.

Vår bedömning är att man bör genomföra en nationell plan på var och hur effektutbyggnad kan ske. Denna plan bör sedan finansieras genom tillräckliga incitament, kanske via investeringsbidrag för att vara säkra på att uppgraderingen genomförs.

6.2. Miljö och tillstånd

En stor satsning på att genomföra en effektutbyggnad kräver en särskild hantering av tillståndsärenden. Genom att det blir nödvändigt att se på hela systemet för att uppnå vinsterna, kommer många intressenter att bli involverade och man måste undvika långa processer och handläggningstider. Ett förslag kan vara att man industrialiserar elproduktionen i de storskaliga älvorna exempelvis genom att utse produktionen till starka riksintressen.

6.3. Tariff och nät

En effektutbyggnad av kraftstationer i norrlandsälvarna motverkas av den tariffmodell som stamnätsoperatören använder sig av. Tariffstrukturen har en kapacitetskomponent som innebär att kostnaderna ökar för kraftverksinnehavare efter en effektutbyggnad även om man inte kommer att producera mera energi än tidigare. Kapacitetskomponenten, avståndsbaserade taxor och bördefördelning mellan konsument och producent är element i tariffen som bör ses över, om det överhuvudtaget kan bli tal om någon effektutbyggnad.

Transmissionsnäten i nordlig och sydlig riktning måste klara de framtida effekttransporterna och bör dimensioneras för den ökade effekten.