



Sveriges
lantbruksuniversitet

Användning av scenarier vid strategiska miljöbedömningar för anläggningsåtgärder inom vattenkraften

The use of scenarios in strategic environmental
assessment for constructions of waterpower

Katarina Erlandsson

REFERAT

Användning av scenarier vid strategiska miljöbedömningar för anläggningsåtgärder inom vattenkraften

Katarina Erlandsson

En väl fungerande energiproduktion är nödvändig för samhällets utveckling och välfärd. I takt med denna utveckling blir det också allt viktigare att skapa energi från förnyelsebara källor för att skapa en hållbar och miljöriktig energiproduktion och vattenkraften har en central roll i detta. I Sverige står dessutom vattenkraften för ca hälften av den totala energiproduktionen i dagsläget.

Men även om vattenkraften anses vara en ren energikälla som inte avger några utsläpp har den på vissa områden ändå stor miljöpåverkan. Då den största andelen vattenkraft anlades fanns dessutom inte det miljötänkande som finns idag och de flöden man dimensionerade anläggningarna för var också mindre än de som man skulle ha använt idag.

Även om det i princip inte anläggs några nya vattenkraftverk i Sverige idag så är anläggningsåtgärder på den befintliga vattenkraften trots detta ständigt nödvändiga för olika syften inom vattenkraften. Det kan då tänkas vara av nytta att göra en miljöbedömning (strategic environmental assesment - SEA) för dessa anläggningsåtgärder för att tydliggöra åtgärdernas påverkan på miljön. I detta examensarbete har tre olika scenarier tagits fram för att pröva hur scenarier kan användas för att förutsäga miljöpåverkan av dessa anläggningsåtgärder. Scenariernas tre inriktningar är ”klimatförändringar leder till ökade flöden”, ”miljöförbättrande åtgärder ska utföras i större utsträckning” och ”effektbehovet ökar”.

SEA är en process för att tydliggöra tänkbara alternativ som finns och ge en uppfattning om i vilken omfattning de kan påverka vissa miljöaspekter och om denna påverkan är positiv eller negativ. SEA är ett verktyg för att integrera miljöhänsyn i olika planeringsprocesser på strategisk nivå.

Examensarbetet visar att de olika scenarierna ger olika resultat med avseende på miljöpåverkan. Exempelvis tycks dammsäkerhetsåtgärderna inte ge så stor bestående negativ påverkan för många av miljöaspekterna samtidigt som säkerheten för människan förbättras, medans vissa effekthöjande åtgärder kan ha större negativ påverkan på dessa miljöaspekter. Vidare finns det många miljöförbättrande åtgärder som ger positiv påverkan, men där det ändå tycks kvarstå ett stort arbete med att utveckla och förbättra åtgärdsteknikerna.

Nyckelord; vattenkraft, anläggningsåtgärder, dammsäkerhet, miljöförbättrande åtgärder, effekthöjande åtgärder, SEA, strategisk miljöbedömning, påverkan

*Institutionen för Stad och Land, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ulls väg 28 A-B,
SE-756 51 Uppsala
ISSN 1401-5765*

ABSTRACT

The Use of Scenarios in Strategic Environmental Assessment for Constructions of Water Power

Katarina Erlandsson

A good working energy production is one of the keys for the development and welfare of society. As a step in this process it also become more important to produce renewable energy to create a more sustainable and environmentally adjusted production and water power plays an important role in this. In Sweden, half of the energy production is produced from water power today.

Even if waterpower is recognized as a clean form of energy, meaning that it doesn't cause any pollution, there are still some environmental aspects that are affected in a considerable way. At the time when most of the waterpower plants were constructed in Sweden, the environmental affects weren't considered. Also the dimensions of the water flow were estimated different from today with better techniques and knowledge.

To construct new water power plants in Sweden isn't an option today. There is however still a need for constructions that are necessary in order to keep the production sustainable. In this thesis, three different scenarios have been studied to see how scenarios can be used in SEA (strategic environmental assessments) for different construction works of water power in terms of environmental affects. The three scenarios are "climate changes will lead to higher flows", "environmental improvements will be done in a greater extent" and "a higher energy production is necessary".

A SEA is made in certain steps with an analysis of different alternative of constructions and their environmental affects, positive and negative.

The examination report shows that the results differ in the scenarios. The constructions made for higher flows shows for example that the effects would probably not be permanent, while people's safeness improves a lot. Some energy heightening constructions seems to have a greater negative affect. Further on, there are environmental measures that give positive affects but they still needs to be improved.

Keywords; water power, construction work, environmental measures, SEA, strategic environmental assessment, affect

*Department of Urban and Rural Development, The Swedish university of Agricultural Science, Ulls väg 28 A-B, SE-756 51 Uppsala
ISSN 1401-5765*

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 20 poäng och ingår i civilingenjörsutbildningen i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. Arbetet har utförts på Vattenfall AB Research and Developments i Älvkarleby.

Handledare för projektet har varit Annika Andersson, affärsenhetschef på avdelningen Miljö och omvärld, Älvkarleby och Josefin Kofoed-Schröder, utredare vid MKB-centrum, SLU i Uppsala. Ämnesgranskare har varit Tuija Hilding-Rydevik, docent och universitetslektor vid MKB-centrum, SLU i Uppsala. Ett stort tack till er för värdefulla kommentarer och god hjälp.

Ett stort tack också till James Yang, Mats Billstein, Rickard Holmgren och Kjell-Åke Wallin och övrig personal på Vattenfall AB för deras hjälp med allt från praktiska detaljer till värdefull information för examensarbetet.

Jag vill också rikta ett stort tack till Håkan Bond på WSP, Inger Poveda Björklund på SWECO och Anna Engström Meyer på VPC för utlämnade av MKB-rapporter och information angående dessa.

Uppsala, augusti 2007
Katarina Erlandsson

Copyright © Katarina Erlandsson och Institutionen för Stad och Land, Sveriges Lantbruksuniversitet.

UPTEC W 08 007, ISSN 1401-5765

Tryckt hos Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala universitet, Uppsala, 2008.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
2	Strategisk miljöbedömning	2
2.1	Syfte	4
2.2	Avgränsningar	4
2.3	Metod	4
2.3.1	Scenarier	4
2.3.2	Litteraturstudie	5
2.3.3	Rapporten uppbyggnad	5
3	Vattenkraftens historia	6
3.1	Vattenkraftens utbyggnad	6
3.2	Placering av vattenkraftverken	7
4	Teknisk Beskrivning av Vattenkraftsanläggningar	8
4.1	Vattenkraftstationen	8
4.2	Magasin	9
4.2.1	Årsreglering	9
4.2.2	Korttidsreglering	9
4.3	Dammar	9
4.3.1	Jord- och stenfyllnadsdammar	10
4.3.2	Betongdammar	10
4.4	Utskov	10
5	Tre scenarier	11
5.1	Scenario 1 – Klimatförändringar leder till högre flöden	11
5.1.1	Åtgärdsförslag	11
5.1.2	Teknisk beskrivning	12
5.1.3	Potentiell miljöpåverkan	13
5.1.4	Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken	16
5.2	Scenario 2 – Miljöförbättrande åtgärder ska utföras i större utsträckning	17
5.2.1	Åtgärdsförslag	18
5.2.2	Teknisk beskrivning	18
5.2.3	Potentiell miljöpåverkan	22
5.2.4	Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken	25
5.3	Scenario 3 – Effektbehovet ökar	26
5.3.1	Åtgärdsförslag	26
5.3.2	Teknisk beskrivning	26
5.3.3	Potentiell miljöpåverkan	28
5.3.4	Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken	31
6	Resultat	32
7	Slutsats	33
8	Diskussion	35
	Referenser	36
Bilaga 1	Flödeskommittén och RIDAS	39
Bilaga 2	Vandringsvägar	41
Bilaga 3	Fiskodling	44
Bilaga 4	Vandringsvägar & lockvattenaordningar	45

1 INLEDNING

Vattenkraften har haft en avgörande roll för Sveriges utveckling och välbefinnande, och svarar idag för ungefär hälften (ca 64 TWh) av landets elproduktion. Idag är vattenkraften den ojämförligt största enskilda förnybara källan för elproduktion i Sverige. Vattenfall AB är Sveriges största energiföretag. Det äger och driver 112 vattenkraftverk i Norden, varav 92 stycken är placerade i Sverige som tillsammans står för ca 32 TWh. I takt med att andra kraftproduktionskällor utvecklas och tas ut ur systemet ställs ökande krav på en utveckling av de förnybara energislag som redan finns i systemet samt på utveckling av nya energikällor baserade på främst vatten, biobränslen, vind och sol.

Även om vattenkraften är en ren energikälla (inga utsläpp) som ger stora mängder energi och dessutom är reglerbar, orsakas stora skador i naturen vid anläggning och drift av vattenkraften. Bland annat ändras vattenflödet, vatten däms upp över stora markområden och vissa älvfåror blir helt torrlagda. Detta ändrar förutsättningarna för såväl växter och djur i vatten som på land. Även människan påverkas. Utöver den säkerhetsaspekt som finns påverkas exempelvis även landskapet, kommunikationsmöjligheter och näringsverksamheter.

En fråga idag för vattenkraftsindustrin är hur man på bästa sätt kan återskapa miljöer eller åtminstone lindra skadorna som uppstått pga. vattenkraften och den tidigare frånvaron av "miljötänkande" inom sektorn. Lagar, regler och mål gällande miljön har också skärpts både i Sverige och på EU-nivå sedan vattenkraftens utbyggnad startades. Numera finns det forskning och studier gällande vattenkraftens miljöeffekter och de miljöförbättrande åtgärder som genomförts som ger bättre förutsättningar för sektorn att ta miljöhänsyn och hur man på bästa sätt satsar resurser på miljöförbättrande åtgärder. En annan stor fråga för vattenkraftsindustrin är hur man kan effektivisera vattenkraften med de ökande kraven om förnyelsebar energi utan att göra för stor inverkan i miljön. Alla åtgärder som utförs inom vattenkraften innebär något slags ingrepp som påverkar miljön på antingen ett negativt eller positivt sätt. Den påverkan som uppstår beror naturligtvis på åtgärdernas omfattning men även på förutsättningar, vilken teknik som används och det resultat man vill uppnå.

Ett sätt att gå till väga för att bedöma anläggningsåtgärdernas påverkan och konsekvenser är att göra en SEA (strategic environmental assessment), dvs. en strategisk miljöbedömning. Med detta menas att man i ett tidigt skede på en övergripande planeringsnivå hanterar de problem och frågor som finns angående miljön. En SEA kan även innefatta sociala och ekonomiska aspekter men fokus i denna rapport är miljön. Genom att tidigt belysa miljökonsekvenserna, såväl positiva som negativa, skapas bättre möjligheter till att beakta olika handlingsalternativ. Även indirekta och kumulativa (dvs. successivt adderade) effekter blir lättare att förutse.

I detta examensarbete har tre olika scenarier tagits fram som underlag för att förutsäga miljöpåverkan av olika anläggningsåtgärder. Avslutningsvis diskuteras huruvida scenarier kan vara användbara i en eventuell SEA för anläggningsåtgärder inom vattenkraften.

2 STRATEGISK MILJÖBEDÖMNING

SEA är en förkortning på engelska som står för strategic environmental assessment, översättningen på svenska är strategisk miljö bedömning (SMB). SEA är en typ av miljökonsekvensbeskrivning men är avsedd att tillämpas på mer övergripande planeringsområden. SEA kan ses som en bredare process som kommer in tidigare i en beslutsprocess än s.k. projekt-MKB. En process för projekt-MKB har i regel en snävare avgränsning i såväl tid som rum då den appliceras på redan planerade projekt exempelvis i samband med en tillståndsprovning.

I fråga om miljökonsekvenser syftar SEA till bedömningar och utvärderingar av olika handlingsalternativ där man lättare kan få grepp om de olika gränsöverskridande effekter som uppstår, men även att fånga upp indirekta och kumulativa effekter på systemnivå som typiskt inte faller inom ramen för MKB som i regel fokuserar mer på lokala och direkta effekter.

Med en SEA kan man enligt Hedlund och Kjellander, 2007 skapa förutsättningar för följande

- Möjlighet att beakta olika typer av handlingsalternativ
- Möjligheter att beakta indirekta effekter, följd effekter och kumulativa effekter
- Möjlighet att beakta en bred uppsättning av förebyggande, avhjälpande och kompenserande åtgärder

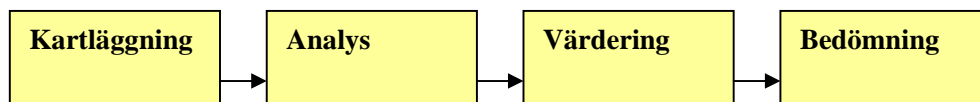
Man kan se ett par generella tankespår i utvecklingen av SEA. Den ena är procedurbaserad och bygger ofta på samma stegvisa processer som projekt-MKB inkluderar. Motivet är då att man vill skapa systematik och genomsiktighet och SEA kan då karaktäriseras som MKB som ”flyttas upp” från projekt till övergripande besluts- och planeringsnivåer. Det andra tankespåret innebär att motivet för SEA är en bättre integrering för miljöfrågor och skapandet av en större beslutsrelevans för det beslutsunderlag som tas fram. Karaktären blir då att SEA ses som en stödprocess som ska införlivas i politikskapande processer och i planeringsprocesser av olika slag. Miljöbedömningen fokuserar då inte bara på effekter utan också på möjligheter, avvägningar och prioriteringar (Hedlund och Kjellander, 2007).

Syftet med SEA är enligt Hedlund och Kjellander, 2007

- Att integrera miljö i utarbetandet och antagandet av planer
- Att främja hållbar utveckling
- Att öka genomsiktligheten
- Att miljöbedömning och samråd ska påverka planeringen
- Att få konsekventare planer så att företag och andra får tydligare ramar att verka inom.

Utförande av SEA

Det finns inga strikta regler för hur en SEA ska utföras, utan karaktären på syftet för den brukar avgöra hur den utformas. Dock innehåller de flesta SEA trots allt vissa gemensamma steg som kan vara lämpliga att utgå ifrån. I följande figur (Figur 1) visas ett exempel på ett tillvägagångssätt för en SEA som Vattenfall AB har använt sig av i ett projekt gällande koldioxidförvaring.



Figur 1. Figur över strukturen vid genomförande av SEA

I kartläggningen betraktas de möjliga anläggningsåtgärder som kan tänkas komma i fråga och de miljöaspekter som möjligtvis påverkas av dessa. I analysen identifieras och diskuteras det kring den miljöpåverkan som kan uppstå vid olika anläggningsåtgärder och för detta krävs ett mer omfattande kunskapsunderlag än i kartläggningssteget. Underlaget ska även tydligt ange omfattningen av planen, olika influenser och anpassning till vad som anses vara extra viktigt framgå. Tydliga avgränsningar av vad som ska ingå i analysen ska göras bl.a. i relation till bedömningsmetoder, aktuell kunskap, allmänhetens intresse eller liknande. En analys görs sedan av de olika handlingsalternativ som är aktuella. I värderingen ska det framgå vilka åtgärder och miljöeffekter som är av betydelse och jämförelser av de olika alternativen kan göras här. Det finns ingen generellt accepterad måttstock för detta men huvudsyftet är själva belysningen av vad som är mer eller mindre bra ur en miljösynpunkt som sedan ska kunna leda till en strategisk miljöbedömning (Eriksson m.fl, 2006).

När ska SEA utföras?

Det finns i Sverige sedan 1991 regler och riktlinjer för miljöbedömningar för "annat än projekt". För vissa planer och program som kan medföra en betydande miljöpåverkan ska det göras en miljöbedömning som styrs av reglerna i EG-direktivet 2001/42, miljöbalken och MKB-förordningen (Hedlund och Kjellander, 2007). Sedan EG direktivet 2001/42 infördes i miljöbalken i Sverige den 1 juni 2004 så är SEA:s motsvarighet i den svenska lagstiftningen termen "miljöbedömning". Före direktivets införande användes begreppet "strategisk miljöbedömning" som den svenska motsvarigheten till SEA. Vattenfall AB:s anläggningar som är aktuella här omfattas dock inte av dessa direktiv och regler. En SEA har dock visat sig vara ett bra redskap eller fungera som ett underlag vid planeringar eller beslut även för företag, däribland Vattenfall AB.

2.1 SYFTE

Examensarbetets syfte är att undersöka hur scenarioteknik kan användas och om det är en bra metod i en SEA vid planering av framtida anläggningsåtgärder inom vattenkraften. Scenarierna utförs så att olika områden av anläggningsåtgärder inom vattenkraften betraktas utifrån ett miljöperspektiv.

2.2 AVGRÄNSNINGAR

I detta arbete är det de olika anläggningsåtgärdernas miljöaspekter som studerats. Miljö definieras här i en snäv mening. Andra aspekter såsom ekonomiska, sysselsättningsgrad, befolkningens motstående intressen mm har inte betraktats men dessa är naturligtvis också avgörande när beslut ska fattas. Det finns också sådant som i vissa sammanhang kan inbegripas i "miljö" som inte tas upp i detta arbete, exempelvis kultur, turism och friluftsliv. Däremot behandlas människans säkerhet eftersom en av de typiska åtgärdsinriktningarna består av dammsäkerhetsåtgärder.

Miljöpåverkan som uppstår pga. vattenkraftverk är olika beroende var man befinner sig i världen och vilket klimat som råder. Det är främst litteratur och forskningsstudier från Sverige utförd för svenska förhållanden som använts i arbetet.

2.3 METOD

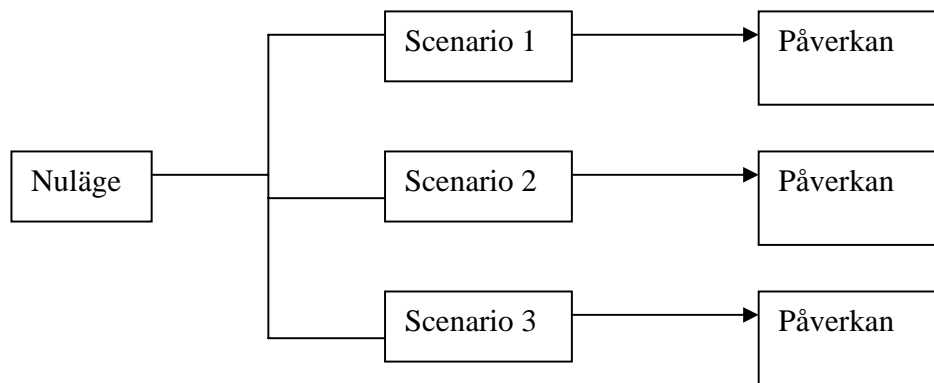
2.3.1 Scenarier

Begreppet scenarier betyder att man genom att skissera olika tänkbara utvecklingsförlopp försöker ge svar på frågan, vad som kan hända, oavsett vad vi egentligen önskar.

Med detta kan olika syften uppnås som till exempel

- Ge insikt om osäkerheten i framtidsbedömningar och motverka "tunnelseende"
- Ge förståelse för omvärldens betydelse
- Ge motiv för ett strategiskt förhållningssätt
- Stimulera till debatt kring frågan

Av praktiska och pedagogiska skäl brukar antalet scenarier i en och samma studie rekommenderas till tre (Regionplane- och trafikkontoret, 1995).



Figur 2. Scenarioupplägg

I rapportens olika scenarier beskrivs tänkbara framtidssituationer som kommer att medföra olika typer av anläggningsåtgärder jämfört med nuläget (Figur 2). I påverkan beskrivs den miljöpåverkan som uppstår vid anläggningsåtgärderna i respektive scenario (Statkontoret, 1989).

2.3.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie har gjorts för att beskriva och kartlägga olika typer av anläggningsåtgärder, deras miljöeffekter och vilka direktiv, lagar och regler det är som är aktuella. Litteraturen som studerats är böcker, MKB-handlingar som har utförts vid olika anläggningsåtgärder men främst gällande säkerhet på Vattenfalls AB:s anläggningar, forskningsstudier och internetkällor. MKB-handlingar består både av en tekniskt beskrivande och en konsekvensbeskrivande del som utförts av konsultbolag och Vattenfall AB. Dessa tillsammans med forskningsstudierna har använts som underlag för att kunna dra slutsatser om vilken potentiell påverkan som kan fås och på vad. Tillfälle har också getts att få träffa några av de personer som bidragit med material, exempelvis anställda på Vattenfall och anlitade konsultföretag såsom WSP, SWECO m fl. Då har möjligheter funnits för noggrannare genomgångar av de bedömningar som gjorts i samband med MKB-handlingarna. Några regelrätta intervjuer har inte gjorts.

2.3.3 Rapporten uppbyggnad

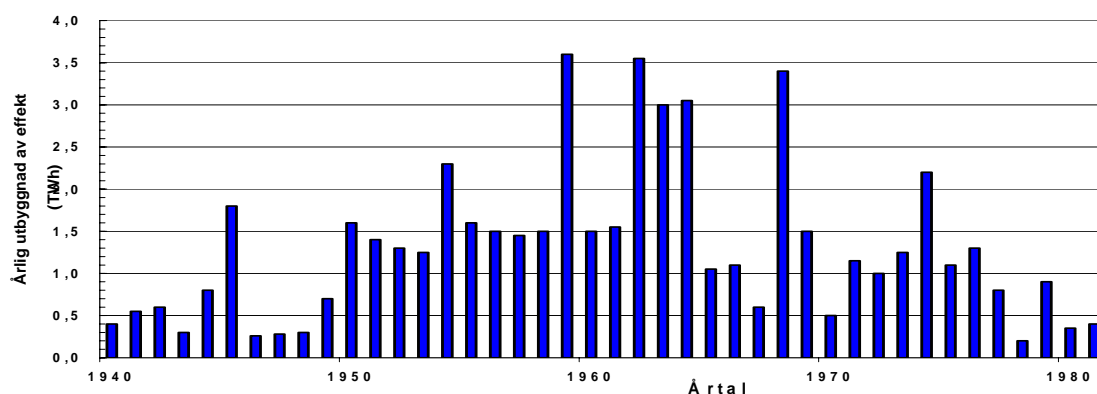
I rapporten första del beskrivs i sammanfattade drag vattenkraftens utbredning och historia samt tekniken bakom vattenkraften. Scenarierna presenteras sedan var för sig tillsammans med den eventuella positiva och negativa miljöpåverkan som finns. Efter varje scenario har en sammanställning utförts i form av en översiktsmatris av den potentiella miljöpåverkan av de anläggningsåtgärder som antagits i respektive scenario. I denna översiktsmatris har en bedömning gjorts av påverkans grad, om den är positiv eller negativ, eller om den inte har någon relevans för åtgärden. Det är inte på något sätt en absolut bedömning utan man ska se påverkans grad i förhållande till varandra. Bedömningarna är endast gjorda ur miljösynpunkt. Rapporten avslutas med en diskussion och sammanfattning om resultatet.

3 VATTENKRAFTENS HISTORIA

Den svenska vattenkraften har en lång historia, särskilt om en bredare definition av vattenkraft används. Utnyttjandet av vattenkraft till sågar, kvarnar och dylikt går att spåra många hundra år bakåt i tiden. Vattenkraften kan dock definieras på ett snävare sätt och då bara omfatta el-producerande vattenkraft. I denna rapport används i fortsättningen enbart den senare definitionen. Vattenkraften, enligt den senare definitionen, har i Sverige en drygt hundraårig historia och står idag för knappt hälften (64 TWh) av elproduktionen i landet.

3.1 VATTENKRAFTENS UTBYGGNAD

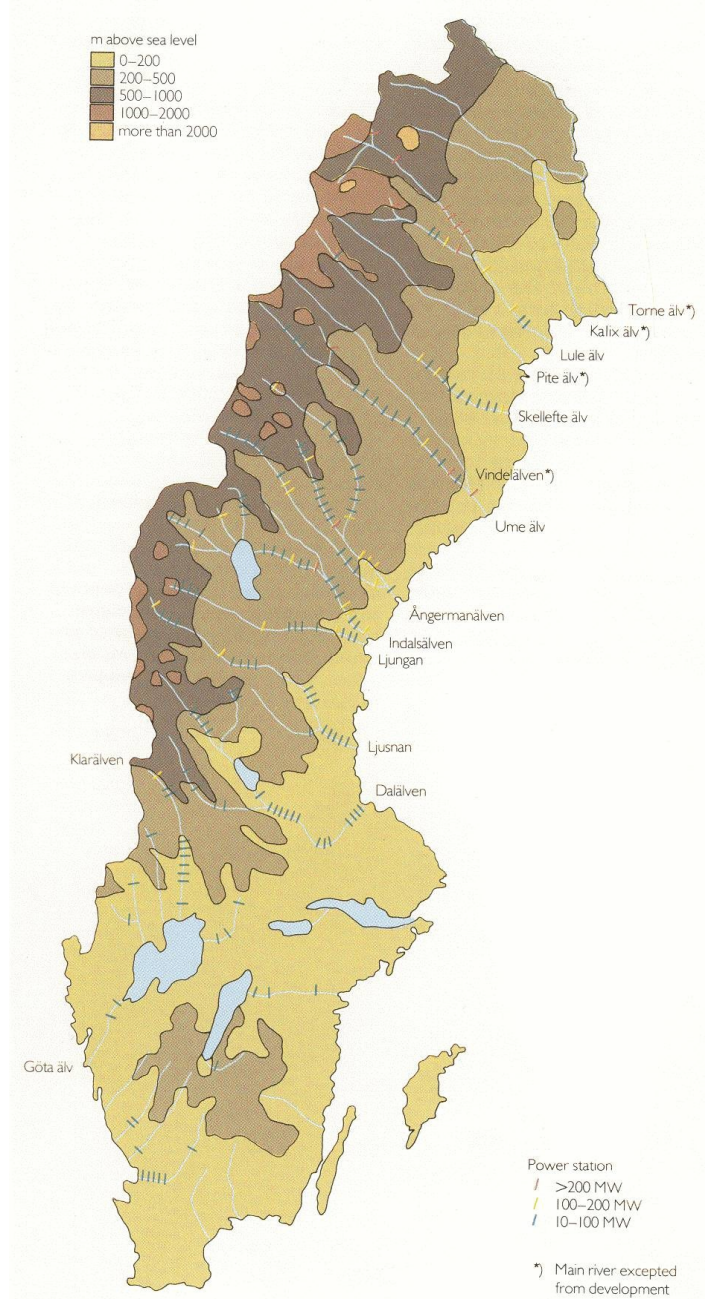
De första elsystemen i Sverige byggdes i mitten av 1880-talet. Kraftproduktionen i dessa tidiga elsystem utgjordes till stor del av koleldade kraftverk. Distributionen skedde med likström vid låga spänningar, vilket medförde stora överföringsförluster. Detta innebar att de tidiga elsystemen hade mycket begränsad utsträckning, kanske till en stadskärna eller ett industriområde. Men omkring sekelskiftet 1900 började möjligheterna för att exploatera vattenkraften växa fram, och under första världskriget påskyndades utbyggnaden ytterligare, då det rådde fotogenbrist i Sverige. Under en period som inleddes kring 1940 och var så gott som avslutad 1970 expanderade vattenkraften kraftigt i Sverige (Figur 3). Dock har det sedan 1970-talen endast byggts några få vattenkraftverk i Sverige, vilket till största del har att göra med att riksdagen beslutat att genom lagstiftning skydda ett antal älvar och älvräckor. Detta har drastiskt minskat antalet platser, där vattenkraftsutbyggnad skulle vara möjlig (Energimyndigheten, 2005).



Figur 3. Vattenkraftens utbyggnad i Sverige – kapacitet utbyggnad per år (James Yang m.fl., 2006)

3.2 PLACERING AV VATTENKRAFVERKEN

Geografiskt är vattenkraften mycket spridd, även om huvuddelen av de producerande vattenkraftverken och de reglerande dammanläggningarna är förlagda till de norrländska älvarna. De största finns i Lule älv, Skellefte älv, Ume älv, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv (Figur 4). Totalt finns nästan 2000 vattenkraftverk i Sverige, men av dessa har endast drygt 700 en effekt som överstiger 1,5 MW (megawatt)



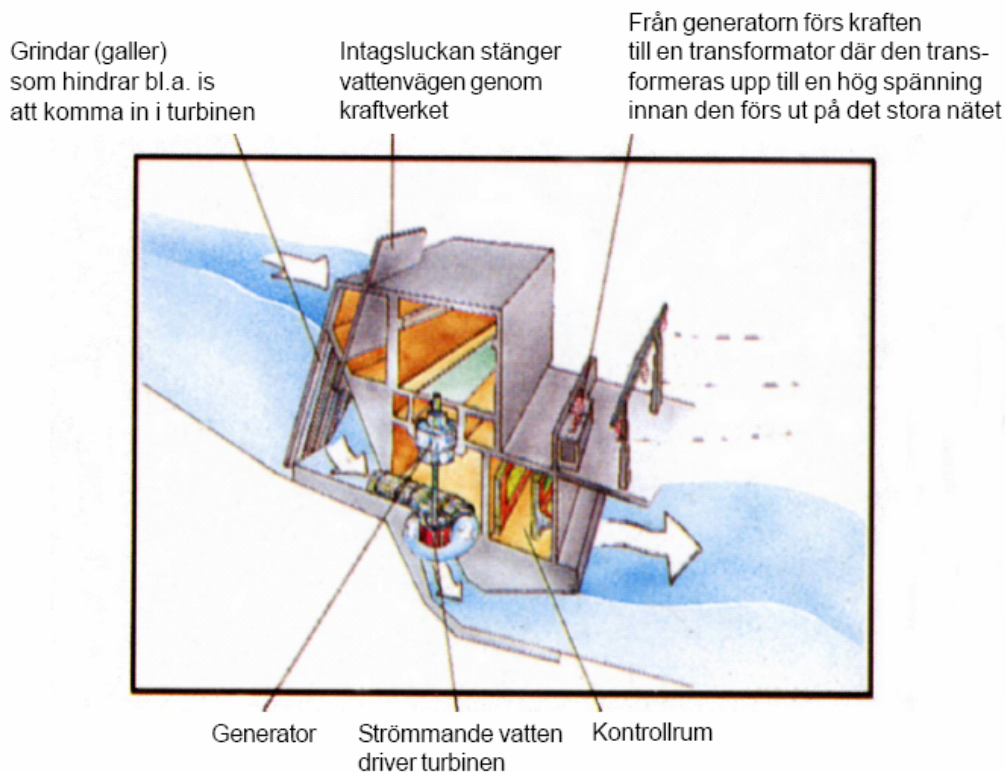
Figur 4. Illustration av vattenkraftsanläggningarnas placering i Sverige (James Yang m.fl., 2006)

4 TEKNISK BESKRIVNING AV VATTENKRAFTSANLÄGGNINGAR

För att bättre förstå de anläggningsåtgärder som är aktuella i de olika scenarierna kan en grundläggande kunskap om hur ett vattenkraftverk fungerar vara nödvändig.

Vid produktion av vattenkraft utnyttjas skillnaden i vattnets lägesenergi mellan två punkter i en älv. Rörelseenergin i det strömmande vattnet omvandlas till mekanisk energi i turbinen vars löphjul sätts i rotation av vattnet. Från turbinen överförs den mekaniska energin via en axel till generatorn där den omvandlas till elektrisk energi. Elen transformeras upp till nätets spänningsnivå, matas ut på nätet och distribueras till konsumenterna (Figur 5) (EPD, 2005).

4.1 VATTENKRAFTSTATIONEN



Figur 5. Principskiss över en vattenkraftstation (EPD, 2005).

Det finns två huvudmetoder att skapa tillräcklig fallhöjd till ett vattenkraftverk.

1. Måttliga fallhöjder (5–35 m) kan skapas genom att vattnet i en älv däms upp genom att en damm – ett hinder av jord, sten eller betong – byggs i älvfåran. Den naturliga vattennivån höjs uppströms dammen. Kraftverkets maskinstation (ovanjordsstation) placeras i dammen. Fallhöjden kan ökas genom att man fördjupar älvfåran nedanför dammen (EPD, 2005).

2. Vid stora fallhöjder (i Sverige upp till 300 m) t.ex. mellan två sjöar kan långa berg-tunnlar (ibland kombinerade med kanaler och/eller rör) byggas, ibland flera km långa. Där får vattnet forsa fram och maskinstationen sprängs in långt nere i berget (underjordsstation). Den övre sjöns naturliga utlopp spärras av med en damm, som eventuellt också höjer sjöns vattenstånd så att sjön även kan nyttjas som regleringsmagasin (EPD, 2005).

4.2 MAGASIN

Elektricitet kan inte lagras utan den samlade produktionen måste i varje ögonblick vara lika stor som konsumenternas efterfrågan. Genom att lagra vatten i magasin kan elproduktionen snabbt ökas när efterfrågan på el ökar eller då någon annan elproduktionsanläggning i systemet, t.ex. ett kärnkraftverk, fallerar. Det finns två typer av reglering, årsreglering och korttidsreglering (EPD, 2005).

4.2.1 Årsreglering

Årsregleringen innebär att de naturliga vattenföringstopparna, framförallt vårflödet, magasineras i årsmagasin. En regelrätt vårflod saknas i reglerade älvar. Detta ger en ökad vattenvolym i älvsystemet, en förändrad avrinningsrytm och minskade flödesvariationer. Eftersom nederbörden varierar från år till år är tillgången till större magasin som kan rymma stora delar av årstillrinningen av vatten synnerligen värdefulla och några av de större som Vattenfall förfogar över är Storuman i Umeälven, Suorva i Luleälven och Väneren. Magasinen avtappas främst under tiden oktober – april då kraftbehovet är stort och tillrinningen liten. Detta innebär, jämfört med naturliga förhållanden, högre vattenföring vintertid men lägre vattenföring under framförallt vår och försommar. I ett årsmagasin ökar nivåskillnaderna betydlig mellan lägsta och högsta vattenstånd, från 1–2 m före utbyggnad i en naturlig sjö, till ibland upp till 20–30 m, efter utbyggnad (EPD, 2005).

4.2.2 Korttidsreglering

Efterfrågan på el varierar också under dygnet, under veckan och med utetemperaturen och därför har man också flera mindre s.k. älvmagasin som nyttjas för dygns- och veckoreglering av elproduktionen, dvs. korttidsreglering. Vattenståndsvariationerna i älvmagasin är i genomsnitt 1,5–2 m i reglerade älvar, vilket ska jämföras med 6–10 m i naturliga älvar (EPD, 2005).

4.3 DAMMAR

I dagligt tal och även i skrift i vattenkraftssammanhang används ofta begreppet damm synonymt med dammbyggnad som utgör barriär över en terrängsänka och med syfte att lagra, kontrollera och/eller avleda vatten eller annan vätska. Men ordet damm betyder i dagligt tal ofta den uppdämda vattenytan. I vattenkraftssammanhang används dock andra benämningar för detta såsom regleringsmagasin, dämningssområde etc. Ofta förkortas regleringsmagasin till bara magasin (Svenska kraftnät, 2003).

I Sverige finns uppskattningsvis ca 10 000 dammbyggnader av varierande storlek och ålder. Av dessa är 190 vattenkraftdammar som man internationellt betecknar som höga dammar, dvs. de har en största höjd från grundläggningsnivån till krönet som överstiger 15 m (Svenska kraftnät, 2003).

Dammanläggningar måste klara av att hålla emot trycket från vattenmassorna uppströms dammen. Dammar indelas efter sitt statiska verkningssätt i gravitationsdammar och valvdammar och efter byggnadsmaterial i jord- och stenfyllnads- samt betongdammar. I Sverige förekommer nästan uteslutande gravitationsdammar (EPD, 2005).

Gravitationsdammar tar upp vattentrycket genom sin egen tyngd och kan utföras i alla nämnda byggnadsmaterial. Valvdammar tar upp vattentrycket genom valvverkan och byggs nästan uteslutande i armerad betong. Dammar utformas och konstrueras olika beroende på de naturliga förutsättningar som råder i varje enskilt fall. Av säkerhetsskäl är samtliga dammar utrustade med så kallade utskov för att göra det möjligt att vid höga flöden släppa förbi överskottsvatten, d.v.s. vatten som inte ryms i magasinet, trots att turbinerna arbetar med full kapacitet. Vattnet leds då förbi dammen och kraftstationen genom så kallade utskovsluckor alternativt över krönet på dammen (överfallsdamm) (EPD, 2005).

4.3.1 Jord- och stenfyllnadsdammar

Fyllnadsdammar är den vanligast förekommande dammkonstruktionen i Sverige. Fyllnadsdammar är en form av gravitationsdammar och anläggs med en dammkropp som är tillräckligt tung och stabil för att motstå vattentryck och erosionsverkan från de uppdämda vattenmassorna. Dammkroppen består huvudsakligen av packad jord (morän, sand, grus) eller sprängsten. Som en följd av fyllnadsdammars verkningssätt blir tvärsektionen relativt stor. Basbredder på över 100 meter är inte ovanliga, och således går det åt stora mängder fyllnadsmaterial (EPD, 2005).

4.3.2 Betongdammar

Betongdammar används i första hand till medelhöga till höga dammar i Sverige och de är mycket smäckrare än fyllnadsdammar (EPD, 2005).

4.4 UTSKOV

För att vid behov kunna leda (vatten-)flödet förbi kraftverket vid stillestånd eller vid högre flöden än de som kan passera genom kraftverkets turbiner ingår oftast s.k. utskov i en dammkonstruktion. Utskoven består av öppningar mellan vilka luckor av olika typer är infästa. Utskovens intag är placerade vid vattenytan eller på större djup. Luckorna kan regleras så att önskad vattenmängd kan passera (www.risknet.foi.se, 2007-09-01).

En annan typ av utskov är ett s.k. högflödesutskov som generellt fungerar som en säkerhetsventil om tillrinningen överskrider avbördningskapaciteten. Aktivering sker i allmänhet automatiskt vid en viss vattennivå eller med en mekanisk utlösning. Det finns olika typer av högflödesutskov, exempelvis en eroderbar dammdel som kan spolas bort vid en överströmning (Yang, muntligen 2007-05-25).

5 TRE SCENARIER

De följande tre scenarierna omfattar olika typer av anläggningsåtgärder som är eller kan tänkas bli aktuella. Dessa scenarier har valts för att täcka upp de olika åtgärdsprogram eller frågor som Vattenfall AB arbetar med för storskalig vattenkraftverksamhet. Scenarierna är på så sätt inte speciellt utmanade eller provocerande eftersom några av åtgärderna i alla fall i viss mån kommer att genomföras. Dock antar dessa scenarier att alla de föreslagna åtgärderna är aktuella.

5.1 SCENARIO 1 – KLIMATFÖRÄNDRINGAR LEDER TILL HÖGRE FLÖDEN

Den svenska vattenkraften byggdes till stor del ut på 1950- och 1960-talet. Ett kraftigt ökande behov av restaureringar och uppgraderingar har därför identifierats då anläggningarna börjar bli fyrtio till femtio år gamla (Elkraftmyndigheten, 2004). När vattenkraftsdammar anlades, gjorde man detta utifrån den tidens flödesberäkningar och riktlinjer. Idag med nya kunskaper om meteorologi, hydrologi och klimatförändringar ställs nya krav på dammsäkerheten.

Höga flöden

På mitten av 1980 – talet tillsattes en flödeskommitté för att skapa nya riktlinjer för uppdaterade dimensionerade vattenflöde som i vissa fall visat sig vara mycket större. Med hänsyn till detta har det genomförts och pågår just nu stora anläggningsåtgärder på ett stort antal dammanläggningar. Flera av dem förstärks så att de klarar mycket höga flöden, som statistiskt sett inträffar högst en gång på 10 000 år (Svenska kraftnät, 2003).

Många forskare, politiker och andra beslutsfattare är överens om att den globala uppvärmningen är det största miljöhotet idag. Då jordens medeltemperatur förväntas bli högre kommer det att påverka miljön drastiskt. Även om frågan fått stort fokus och arbeten har satts igång för att motverka utvecklingen, förutspås det av forskare att en fortsatt ökad medeltemperatur kan förväntas som i sin tur kan leda till mer frekventa stormar och massiva regn.

5.1.1 Åtgärdsförslag

Detta scenario utgår från att konsekvenserna av den globala uppvärmningen ställer krav på att genomföra ytterligare dammsäkerhetsåtgärder i framtiden än de som redan är utförda.

Samtliga ombyggnader, vid Vattenfall AB:s vattenkraftsanläggningar, som utförs för att öka den redan höga säkerheten påverkar inte produktionskapaciteten, eftersom gällande vattendomar inte ändras. Många av dammarna tillhör enligt RIDAS (kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet) konsekvensklass 1A eller 1B och enligt flödeskommitténs riktlinjer riskklass I (Bilaga 1). Ett riskklass I flöde i vattendragen skulle innebära ett okontrollerbart flöde längs älven och därmed risk för dammbrott och om det finns fler anläggningar nedströms även i dessa. Konsekvenserna av detta kan vara ökade risker för människors liv och skador på egendomar, kulturminnen, el- och telekommunikation men även

mark, växt och fauna. Dammarna förstärks enligt flödeskommitténs riktlinjer så att de ska klara extrema vattenflöden som beräknas kunna uppstå i genomsnitt en gång var 10 000:e år. (www.vattenfall.se, 2007-08-01).

De anläggningsåtgärder som är aktuella för att öka dammsäkerhet är enligt Flödeskommitténs riktlinjer för högre flöden;

1. Ökad avbördningsförmåga
2. Förstärkning eller utökning av nedströms vattenvägar
3. Stabilisering av dammen eller betongkonstruktioner

5.1.2 Teknisk beskrivning

1. Ökad avbördningsförmåga

Dammar kan åtgärdas på olika sätt för att öka avbördningsförmågan vid extremt höga flöden. Detta minskar översvämningsriskerna och därmed de skador som kan leda till ett dammbrott. Exempelvis kan avbördningsförmågan ökas genom att utskoven förstärks, exempelvis med bättre förankringar i berggrunden eller nya betonggjutningar, eller genom att ytterligare utskov byggs. Ett annat exempel är att man istället höjer själva dammen så att vattennivån i magasinet tillfälligt kan stiga för att dämpa flödet nedströms dammen. Det finns också lösningar som innebär att man moderniserar luckintagen till själva kraftverken och exempelvis byter ut s.k. spetluckorna mot moderna hydrauliska luckor för säkrare kontroll.

2. Förstärkning eller utökning av nedströms vattenvägar

Avbördningskanalen ska kunna leda vattnet från utskovet ut i nedströmsområdet på ett hydrauliskt väl fungerande sätt och även svara för de hastiga förändringar som fås till följd då ett extremt flöde övergår till ett normalt igen via ett mer eller mindre tydligt vattensprång eller motsvarande.

Den vanligaste åtgärden av åtgärder för att förbättra nedströms är förstärkning och förlängning av de omgivande ledmurar som finns nedströms utskovet. Ett annat exempel är att dränagesystem kan bli nödvändiga eller att ett befintligt dränagesystem utökas.

3. Stabilisering av dammen eller betongkonstruktioner

Erosion är en ständigt nedbrytande process som genom vågor, is, nederbörd och översvämning bryter ned dammens yttre. För att skydda dammen anläggs ett motståndskraftigt erosionsskydd som med tiden bryts ner. Den vanligaste typen av erosionsskydd som idag utförs på svenska fyllningsdammars uppströmsslänter består av homogena block av sten, men det finns åtskilliga alternativa metoder liksom alternativa material som betong och asfalt. För att konstruera ett erosionsskydd måste det tas hänsyn till våghöjd, isens påverkan, släntstabilitet och variationer i vattenstånd.

Denna åtgärd innefattar oftast

- Erosionsskydd som skydd mot vågor
- Förstärkning mot inre erosion – tåbank
- Stabilisering av dammen eller betongkonstruktioner

5.1.3 Potentiell miljöpåverkan

Det har idag redan utförts ca 50 dammsäkerhetsåtgärdsarbeten inom Vattenfall AB de senaste sju åren och därför finns det mycket information tillgänglig om detta. För tillståndpliktiga åtgärder utförs det enligt lag alltid numera bl.a. MKB-rapporter som på ett överskådligt sätt anger miljöpåverkan och miljökonsekvenser av det som verksamheten syftar på. I denna rapport har sju MKB-handlingar granskats som utförts på vattenkraftverk angående dammsäkerhetsåtgärder (Tabell 1). Dessa har valts främst p.g.a. MKB-handlingarnas tillgänglighet. Den potentiella miljöpåverkan som beskrivs inom respektive område är en sammanfattning från dessa sju MKB-handlingar. De åtgärder som tas upp i detta scenario har i dessa sju handlingar utförts som en kombination och därför beskrivs inte den potentiella miljöpåverkan i detta kapitel för varje enskild åtgärd då ibland tvivel råder om vilken påverkan som fås av vad.

Tabell 1. Översikt av vilka MKB-handlingar som använts som underlag för scenario 1

Vattenkraftverk	Vattendrag
Boden (Sweco, 2004)	Lule älv
Vittjärn (Sweco, 2004)	Lule älv
Porsi (Sweco, 2005)	Lule älv
Letsi (Sundin, 2002)	Lilla Lule älv
Gallejaur (Bond, 2004)	Skellefteälven
Stenkullafors (Sweco, 2004)	Ångermanälven
Lilla Edet (Sweco, 2005)	Göta älv

1,2 och 3. Ökad avbördningsförmåga, förstärkning eller utökning av nedströms vattenvägar och stabilisering av dammen eller betongkonstruktioner

Naturmiljö

Ofta är marken som tas i anspråk för dammsäkerhetsåtgärder till allra största del belägen inom befintligt område som togs i anspråk då respektive anläggning anlades. I huvudsak berörs därför endast själva dammen och befintlig utskovskanal och dess absoluta närhet av åtgärderna. Om nya vägar eller broar måste anläggas kommer detta dock att medföra en del ingrepp i befintlig naturmiljö. Dessa brukar emellertid vara mycket begränsade i tid och rum och de markområden som tas i anspråk för detta brukar återställas då dammsäkerhetsåtgärderna är färdigställda. Nyanläggning av dräneringsdiken kan vid dammsäkerhetsåtgärder bli aktuella.

Terrängen i området kan vara av betydelse vid en bedömning av hur stor miljöpåverkan som kan uppstå. Exempelvis blir påverkan ofta mindre om markytan utgörs av berg och om marken är obevuxen.

Nyckelbiotoper kan behöva tas i anspråk för att kunna utföra en åtgärd. Skogsvårdsstyrelsen är den myndighet som har kartläggning och uppsikt över dessa.

Naturresurser

Vid stabilisering av dammar krävs ofta stora mängder bergsmassor. Omfattningen av dessa varierar naturligtvis från fall till fall. Man försöker i största möjliga mån återanvända de bergsmassor och stenmaterial som eventuellt inte längre krävs från ett annat ställe i anläggningen eller har sprängts ut exempelvis vid skapandet av en tunnel. Om ett underskott ändå finns måste dessa tas exempelvis från en bergtäkt, som i bästa fall finns i närheten.

Täkter och massupplag påverkar landskap och ekologi, och kan skapa sår i landskapet och kan dessutom skada eller förstöra enskilda naturobjekt och även påverka vattenkvaliteten om de ligger nära vattendraget eller inom det område som lagts under vatten.

Överskott av jordmaterial måste transporteras och dumpas någonstans. Om viss tveksamhet råder över beskaffenheten hos de jordmassor som schaktas upp från anläggningsarbetet görs kontinuerliga kontroller och bedömning av jordmassorna under arbetets gång. Detta avgör hur jordmassorna ska användas.

Vid anläggandet av betongdammar krävs cement och ballastmaterial.

Landskapsbild

Landskapsbilden kan i vissa fall förändras, men förändringarna brukar oftast bedömas som små i jämförelse med den sedan tidigare förändrade landskapsbilden som orsakades när vattenkraftanläggningen ursprungligen byggdes.

Exempel på åtgärder som kan ge en förändrad landskapsbild är:

- ombyggnad av utskovskanalen/ny utskovskanal
- nya vägar och broar
- förhöjda dammar och murarna
- skog och/eller buskvegetation avverkas
- placering av massupplag

Vatten och fiske

Påverkan av säkerhetsåtgärderna bedöms kunna ske genom grumling främst under anläggningsfasen och då främst nedströms vattenkraftanläggningen. De tillfälliga grumlingseffekter som kan uppstå från anläggningsåtgärderna bedöms oftast endast orsaka direkta och tillfälliga effekter på fisk. Påverkan bedöms inte som bestående och inte på yngel eller lekbottnar för fisk.

För att minimera påverkan av grumlingseffekten kan olika åtgärder vidtagas;

- En fångdamm kan anläggas uppströms anläggningsområdet som säkerhetsåtgärd samt för att torrlägga arbetsområdet. Länshållning sker då från denna damm och vattnet kommer att ledas via exempelvis skogsmark som finns i närheten vilket medför att vattnet silar genom vegetationen och partiklar fångas upp
- Nedströms anläggningsområdet där grumling kan uppstå via nederbörd och erosion av öppna schaktytor kan en minimering ske t.ex. genom att den nedre delen av schaktytan lämnas stängd för att hindra vatten att nå älven. Skulle denna åtgärd ej vara tillräcklig, t.ex. vid kraftig nederbörd, kan ytterligare åtgärder vidtagas t.ex. med bortledning av vattnet till intilliggande skogsmark eller anläggande av en geotextil som vattnet kan filtrera genom
- Om arbetena till allra största del utförs i torrhet, inom ramen för gällande vattenhushållningsbestämmelser, bedöms varken vattenmiljön eller fisket att påverkas i någon nämnvärd omfattning, varken temporärt eller bestående

Under driftfasen bedöms inga negativa grumlingseffekter uppstå. Detta eftersom massorna efter dammsäkerhetsarbetet får anses ligga stabilt och för att det rör sig om ett grovkornigt material som sedimenterar relativt snabbt och därför ej medför en kraftig störning då det är suspenderat i vattendraget. Den lilla mängd som kan erodera under driftfasen bedöms därför inte medföra problem i vattendraget.

Mark

Under anläggningsfasen ställer Vattenfall AB krav på entreprenören så att denne fullgör sina plikter avseende risker för oljespill, förvaring av petroleumprodukter, hantering av avfall etc. Endast miljöcertifierade entreprenörer används i avseende på åtgärderna. Under byggtiden kommer utrustning för sanering av mindre oljespill att finnas på plats.

Luft

Temporärt, under byggtiden, ökar luftföroreningarna genom den ökade trafiken, dels inom själva arbetsområdet och dels utmed transportvägarna. Även en viss dammökning uppkommer temporärt, dels inom själva arbetsområdet och dels utmed transportvägarna. Luftföroreningarna och dammet bedöms medföra en marginell påverkan utan några bestående konsekvenser.

Buller och vibrationer

Under byggtiden, förekommer buller från arbetsmaskiner. Även sprängningsarbeten som kan förekomma under byggtiden leder till buller och vibrationer. Beroende på närmaste bebyggelse medförs eventuellt en störning av detta. En potentiell påverkan är begränsad till ombyggnadstiden. En typisk tid för en kombination av dammsäkerhetsåtgärder på en större vattenkraftsanläggning är ca ett år.

Säkerhet

Enligt Vattenfalls kvalitetsledningssystem upprättas riskanalyser. Åtgärder utförs utefter analysens utfall. Avseende beredskapen för höga flöden under byggtiden sker ingen försämring jämfört med normaltillståndet.

Miljöaspekter									
	Naturmiljö	Naturresurser	Landskapsbild	Vatten & fiske	Övrig fauna	Mark	Luft	Buller & vibration	Säkerhet
Scenario 1									
Ökad avbördningsförmåga	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Pink	Yellow	Yellow	Green
Förstärkning eller utökning av nedströms vattenvägar	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Pink	Yellow	Yellow	Green
Stabilisering av dammen eller konstruktionen	Yellow	Yellow	Pink	Yellow	Yellow	Pink	Yellow	Yellow	Green

Inte relevant	Grey
Troligtvis ingen påverkan alls, varken positiv eller negativ	Pink
Möjligt positiv påverkan	Dark Green
Troligtvis positiv påverkan	Bright Green
Möjligt negativ påverkan	Yellow
Troligtvis negativ påverkan	Orange

Figur 6. Översiktsmatris av scenario 1

5.1.4 Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken

Fram till 2006 har Vattenfall AB investerat mycket pengar i dammsäkerhetshöjande åtgärder vid ett flertal deras dammar, med särskilt fokus på de största dammarna, och ca 50 dammsäkerhetsåtgärder har redan utförts. Investeringarna i fortsatta dammsäkerhetshöjande åtgärder planeras fortsätta fram till 2013. Detta kommer troligen att innebära att samma typ av åtgärder kommer att fortsätta i en omfattning som möjligen är något mindre än hitintills och det kommer i viss mån handla mer om ”punktinsatser” (Eriksson, muntligen, 2007-08-27).

5.2 SCENARIO 2 – MILJÖFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER SKA UTFÖRAS I STÖRRE UTSTRÄCKNING

De flesta stora svenska kraftverk byggdes under en tid då miljöhänsyn (i det svenska samhället som helhet och inom vattenkraftssektorn) inte prioriterades lika högt som idag. Vattenkraften är en ren (inga utsläpp) och förnybar energikälla men det finns trots allt många områden som påverkas allvarligt av vattenkraften.

Därför pågår det idag mycket debatt och forskning för att för att öka miljökraven. 16 miljökvalitetsmål har antagits av riksdagen och har lett till en rad åtgärder som ska leda till förbättringar inom en generation (www.miljomal.se, 2007-09-01). Även EU har implementerat olika ramdirektiv som kommer kräva en rad åtgärder.

Miljökvalitetsmålet ”Levande sjöar och vattendrag”

Ett av riksdagens miljökvalitetsmål som speciellt berör vattenkraften är ”Levande sjöar och vattendrag” som lyder så här;

”Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturvärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras., samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas. Målet är att miljökvalitetsmålet ska nås inom en generation.”

Vidare anges nationella delmål som kan påverka vattenkraften;

”Senast år 2005 ska berörda myndigheter ha identifierat och tagit fram åtgärdsprogram för restaurering av Sveriges skyddsvärda vattendrag eller sådana vattendrag som efter åtgärder har förutsättningar att bli skyddsvärda. Senast till år 2010 ska minst 25 % av de värdefulla och potentiellt skyddsvärda vattendragen ha restaurerats.

Senast år 2005 ska utsättning av djur och växter som lever i vatten ske på sådant sätt att biologisk mångfald inte påverkas negativt.

Senast år 2005 ska åtgärdsprogram finnas och ha inletts för de hotade arter och fiskstammar som har behov av riktade åtgärder.”(www.miljomal.se, 2007-09-01)

EU:s ramdirektiv för vatten

I slutet av år 2000 antog Europaparlamentet ett ramdirektiv för vatten med syfte att skydda, förbättra och återställa alla ytvattenförekomster i syfte att uppnå en god vattenstatus 2015. Detta direktiv är bindande.

I ramdirektivet sägs bland annat;

”att medlemsländerna ska skydda och förbättra alla konstgjorda och kraftigt modifierade vattenförekomster i syfte att uppnå en god ekologisk potential år 2015 utifrån en bedömning att detta också är socialt och ekonomiskt försvarbart.”

Ramdirektivet har implementerats i den svenska lagstiftningen, bl.a. genom Förordningen om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön (SFS 2004:660).

5.2.1 Åtgärdsförslag

Tänkbara åtgärder som kommer att behöva utföras för att miljömålen och vattendirektivet ska uppfyllas är följande;

1. Vandringsvägar och lockvattenanordningar hos vattenorganismer
2. Fiskodling
3. Näringstillförsel i oligotrofa sjöar
4. Minimitappning
5. Biotopoåtgärder

5.2.2 Teknisk beskrivning

1. Vandringsvägar och lockvattenanordningar hos vattenorganismer

Vandringsfiskar är arter som tillbringar en del av sitt liv i sötvatten och en annan del i havet. Många fiskarter har ett vandringsbeteende i samband med näringssök eller reproduktion. Men även under olika levnadsstadier kan många fiskar vandra i vattendragen, för att uppsöka en mer optimal biotop. Deras naturliga existens är beroende av obrutna vägar mellan de miljöer där olika livsstadier uppehåller sig. Utbyggnaden av vattenkraften ger förändringar i vattenmiljön som fisken tvingas anpassa sig till. Anpassningsförmågan är olika för olika fiskarter. Det är främst för anadroma fiskarter (vandrar från saltvatten till sötvatten för att fortplanta sig), exempelvis lax och havsörings som de flesta fiskvägar är byggda. Det finns även ytterligare två vanliga grupper, vilka det byggs fiskvägar för, de katadroma fiskarna (vandrar ut från sötvatten till havet för att fortplanta sig) som exempelvis ål, samt de potadroma fiskarna (fullbordar hela sin livscykel i sötvatten), exempelvis sjö eller strömlevande öring (Andersson, 2005).

I Norden är det framförallt lax, öring, harr, och ibland sik, röding och ål, som påverkas av att deras naturliga vandringsvägar blockeras. Öringen minskar vanligtvis i antal vid reglering av vattendrag eftersom den i högre grad än andra fiskarter är beroende av näringsdjur som lever på grunda bottenar, som starkt påverkas av periodvisa torrläggningar (EPD, 2005).

En vandringsväg för fisk, s.k. fisktrappa, är en konstruktion som möjliggör för fisk att ta sig förbi ett vandringshinder. Fisktrappor kan utformas på många olika sätt men har alla en sak gemensamt och det är att de jämnar ut fallhöjden över en längre sträcka och genom att bromsa vattenhastigheten så att fisk klarar av att simma mot strömmen. De mest använda är omlöp, denilrännor och slitsrännor (Bilaga 2).



 **Bild 1.** Fisktrappa vid Aura å, norr om Åbo i Finland (<http://sv.wikipedia.org>, 2007-09-03).

2. Fiskodling

Det kan konstateras att det har skett en stor nedgång i bestånden av vandrande fisk i de svenska älvarna, speciellt sedan 1950-talet där exempelvis fångsten av vild lax minskat med ca 85 %. Mycket av nedgången beror på utbyggnaden av vattenkraft som har hindrat vandrande fisks naturliga fortplantning.

Fiskodling har använts länge i Sverige och är viktig för att lyckas upprätthålla ett visst bestånd av olika arter. Olika arter har olika förutsättningar varför det är svårt att göra en generell beskrivning av den praktiska tekniken. Tekniken som används påverkar dock ekologin, beteende och genetiken i vilda populationer och behöver utvecklas för att bli mer en mer naturlig fiskodling. Fiskeriverket har lett ett forskningsprojekt med utgångspunkt från att kunna skapa riktlinjer för hur fiskodling bör bedrivas för att minska negativa effekter (Bilaga 3).

3. Näringstillförsel i oligotrofa sjöar

Man hör ofta talas om övergödning av sjöar och de miljöproblem som det för med sig. Däremot är problemet det motsatta i anlagda regleringsmagasin i fjällen som ofta drabbas av det motsatta problemet – näringsbrist. Så kallade oligotrofa, näringsfattiga, sjöar uppstår. Den naturliga vattenståndshöjningen i ett oregerat system i samband med vårflodden har potential att ge ett signifikant fosfortillskott till vattnet under den delen av året då primärproduktionen skall vara maximal. Men genom etablering av älvmagasin ändras älvens ekosystem till att påminna om ett ekosystem i en sjö eller ett långsamrinnande vatten. Till en början innebär fördämningar av markområden som skapas till följd av regleringsmagasin att tillförseln av organiskt material från strandzonen ökar, dvs. det minerogena strandmaterialet blir tillgängligt för vittring. En måttlig höjning av vattnets närsaltinnehåll finns kvar under en tid efter uppdämningen. I näringsfattiga vattendrag ökar därmed produktionen i hela näringskedjan, och fiskmängden kan därför öka under en tid efter det att regleringen genomförs. Men efter ett tag minskar tillgången på näring och eftersom stränderna dessutom eroderas, den ursprungliga biologiska rikedom utarmas betydligt eller försvinner helt och då kan de inte heller bidra med näring till sjön. Detta

påverkar hela näringskedjan från växtplankton till rovfisken öring. Den näringsfattiga miljön ger en mager fiskstam och försämrade fiskemöjligheter (EPD, 2005), (Elforsk m.fl, 2006).

Ett projekt med näringstillförsel har utförts för första gången i Sverige i större skala i en hårt drabbad sjö som är reglerad sedan 1940-talet, Stora Mjölkvattnet. Näringsämnen fosfor och kväve tillsattes under sammanlagt tre år i form av ett rent gödningsmedel, upplost i vatten i små portioner. Det rörde sig om en svag justering av näringen i sjövattnet och Stora Mjölkvattnet skulle även efter tillsatsen klassas som en mycket näringsfattig sjö. Mängderna är anpassade för att motsvara den tidigare förlusten av näring på grund av regleringen (Elforsk m.fl, 2006).

De resultat som visade från denna undersökning var följande enligt Elforsk m.fl, 2006;

- Vattenreglering medför en frånvaro av labila biogena (kemiska ämnen helt producerade av biologiska processer) fosforföreningar i sedimenten, men att dessa återfinns i naturliga koncentrationer efter tre års näringstillsatser
- Det mesta av näringen stannade i sjön – drygt 20 procent av den tillsatta fosfor har runnit nedströms ett år efter tillsatsen
- En tydlig ökning av mängderna växt- och djurplankton har konstaterats i Stora Mjölkvattnet efter näringstillsatser
- Sammansättningen av planktonarter förändrades inte, framförallt gynnades inga oönskade arter
- Tillväxten av plankton ökade främst vid tillsats av fosfor i Stora Mjölkvattnet
- Fler djurplankton, som hjuldjur och hinnkräftor, innebär mer mat till småfisk som i sin tur utgör föda för större fiskar
- Redan efter sju veckor ökade rödingen sin kondition med ungefär tio procent.
- Att förändringarna inträffade så snabbt visar att transporten av näringsämnen i näringskedjan går mycket snabbt
- För öringen, som främst livnär sig på småröding, dröjer det längre innan man kan märka lika tydliga effekter

4. Minimitappning

Torrlagda älvfåror som följd av vattenreglering är en vanlig förekomst. I och med detta slås många fiskarter och annat biologiskt liv ut eftersom de inte kan anpassa sig till denna miljö.

Minimitappning innebär att man tillåter ett visst flöde nedanför en regleringsanordning med syftet att dels upprätthålla strömvattnekologiska förhållanden och dels för estetiska eller rekreatiönsändamål på en vattendragsträcka som annars mestadels hade förblivit torrlagd.

Minimitappning har länge utgjort ett villkor för tillåtelsen att reglera de flesta vattendrag i Sverige och många vattendomar innehåller därför idag krav på en viss minimitappning. Men fortfarande saknas kravet på allt för många eller är tidsbegränsade vilket innebär att det endast under viss del av året sker en minimitappning. Självklart slås ekosystemen ut i

alla fall om älvfåror blir torrlagda under en lång tid. Desto närmare vattenståndsändringarna är de naturliga som sker långsammare, desto fler växt- och djurarter kan anpassa sig.

Rätt dimensioneringen av minimitappning är en omstridd fråga p.g.a. den energieffekt som går förlorad, vilket försvårar åtgärden och det finns ingen enhetlig metod för att bestämma minimitappningens storlek i Sverige. I miljödiskussioner har man tidigare utgått ifrån att det normalt råder ett samband mellan vattenföring och mängden levande organismer i vattnet. Eftersom flödet är mycket variabelt under året, framför allt i norra delen av landet, så resonerar man att det flöde, som är bestämmande för fisk och annat akvatiskt liv, bör ligga närmare den lägsta än den högsta naturliga vattenföringen. Minimitappningen ligger här i landet därför nära eller överensstämmer med lägsta naturliga lågvattenföring, ibland anpassat med hänsyn till lokal tillrinning och förekomst av säsongsfisk (Svensson, 2007).

Sambandet är dock inte så enkelt. Vattenföringen i reglerade vattendrag är ofta i stort sett omvänd till det naturliga flödet. Högsta flödet inträffar då vintertid i samband med tappningen vid ökat energibehov och på försommaren under snösmältningsperioden om det finns sidoflöden. I vissa reglerade vattendrag försöker man numera istället anpassa minimitappningen så att den följer samma variationer som det naturliga vattenflödet (Kulturvårdskommittén, 1999).

5. Biotopåtgärder

Ofta skadas även lekplatser i och med regleringen av älven. För vandringsfiskens reproduktion är grus- och stenbottnar mycket viktiga. Både erosion och slamdeposition som följd av vattenreglering påverkar det biologiska livet negativt. Erosion för bort viktigt material och förstör lekplatser och slamdeposition i områden där flödet är konstant och lugnt försämrar fiskens reproduktionsmöjligheter (<http://service.svenskenergi.se/emma>, 2007-08-20).

Tidigare har vissa åtgärder gjorts längs reglerade älvar där material placerats strategiskt men då främst ur en landskapsestetisk synvinkel. För att förbättra habitatet i älvarna görs det numera restaureringsarbete som innebär att trösklar och fördjupningar skapas som ståndplatser för fisken. Bland annat placeras block och stenar i ån och som skapar strömkoncentrationer och spärrar. Även nya lek- och uppväxtplatser skapas t.ex. genom att lägga ut grus. Vidare har anläggande av spegeldammar och trösklar prövats i delar av hårt reglerade vattendrag (Kulturvårdskommittén, 1999).

En förutsättning är dock att åtgärderna ger ett så stort vattendjup (>0,2 m), att området inte torkar ut eller bottenfryser. Samtidigt får ståndplatserna inte bli så små att fiskarna faller offer för rovdjur. I vattendrag med stor transport av suspenderat (uppslammat) material har också utplacering av stenar en mindre effekt. Detta beror på att de lätt blir inbäddade i sedimenterat material (<http://service.svenskenergi.se/emma>, 2007-08-30).

5.2.3 Potentiell miljöpåverkan

När det gäller miljöförbättrande åtgärder har främst litteratur och forskningsrapporter studerats dels för att ge en bild av hur den vattenkraft som idag är befintlig har påverkat olika områden ur miljösynpunkt och dels för att se vilka områden som man forskar på eller faktiskt utför åtgärder på. Mycket forskning går också ut på att förbättra de åtgärder som redan finns för att få fram väl fungerande lösningar.

1. Vandringsvägar och lockvattenanordningar hos vattenorganismer

Vatten och fiske

Att anlägga vandringsvägar för olika sorters vandringsfisk är i många fall nödvändigt och kan om de fungerar bra, öka bestånden markant. Samtidigt verkar många vandringsvägar fungera dåligt och kunskapen om fiskens vandring måste förbättras för att möjliggöra en livskraftig stam av vild fisk i älvarna (se Bilaga 4). Främst tycks fiskarna ha svårt att hitta till vandringsvägens ingång där flödet spelar en avgörande roll men även forsar och andra hinder måste minimeras för att underlätta framkomsten. Ett annat problem är förlusterna av smolt (fiskungar) nedströms då de måste passera turbiner.

Enligt Elforsks m.fl., 2004 och 2006, finns en större ”vinst” med att komma till rätta med uppströmsvandringsproblemen än med nedströmsvandringsproblemen om en prioritering ska göras. Placeringen av vattenvägar i ett vattendrag är också viktigt vandringsfiskar vandrar för att hitta lekplatser och en förutsättning då är att det existerar lekplatser av god kvalitet efter vandringsvägen.

2. Fiskodling

Vatten och fiske

Fiskodlingsåtgärder i reglerade vattendrag har använts under lång tid och har också bidragit till upprätthållande av många fiskarter. Det finns också många domslut som kräver av Vattenfall AB och andra energibolag att en viss kompensationsutsättning ska utföras vid varje säsong. Detta rör sig i många fall om stora mängder. Nackdelen med odlad fisk är att den skiljer sig från den vilda i till exempel utseende och beteende. Vid odling har ofta flera delsamhällen slagits samman från en älv som utvecklats under årtusende, vilket innebär att man får en ny stam som inte är anpassad till någon del av vattendraget.

Eftersom fisken växer upp i trygga bassänger med god tillgång på mat är de inte helt anpassade till livet i ett naturligt vatten och klarar sig därmed sämre än sina naturliga gelikar när de väl släpps ut i friheten. På längre sikt riskerar därför odlingen att påverka fiskens hela utveckling som art om den inte anpassas (Elforsk m.fl. 2004).

3. Näringstillförsel i oligotrofa sjöar

Vatten och fiske

Biogena fosforföreningar i sedimenten gynnas mot naturliga koncentrationer vid näringstillförsel (Elforsk m.fl. 2004).

En ökad näringsbelastning nedströms kan fås vid näringstillförsel men den tycks inte påverka det nedströms liggande system negativt. Näringstillförseln innebär mer mat till småfisk som i sin tur utgör föda för större fiskar. Speciellt rödingen tycks påverkas positivt (Elforsk m.fl. 2004).

Övrig fauna

En ökning av mängderna växt- och djurplankton fås efter näringstillförsel vilket bidrar till biologisk mångfald (Elforsk m.fl. 2004).

4. Minimitappning

Naturmiljö

En ökad strömningshastighet bidrar till att växters spridning längs vattendragen förbättras. En ökad kantvegetation längs älven har i sin tur en stor betydelse i form av att den tillför dött organiskt material till vattnet och fungerar som skydd för fisken och andra vattenlevande organismer (<http://service.svenskenergi.se>, 2007-08-20).

Landskapsbild

Landskapsbilden blir mer naturlig.

Vatten och fiske

Vandrande fisk i naturligt tillstånd väntar på vårfloden för att vandra upp i älven. De orienterar sig sedan uppför älven med hjälp av vattenflödets styrka och riktning. I brantare och stenigare partier, som forsar, måste det finnas tillräckligt med vatten för att fisken ska kunna passera, men samtidigt inte för starkt strömmande vatten. En väl anpassad minimitappning bidrar till stora fördelar för många fiskarter (EPD, 2005).

Övrig fauna

Minimitappning gynnar strandvegetationen som i sin tur gynnar mikroskopiska djur, knott och insekter. Även bakterier, svampar och bottenlevande djur som bl.a. är viktiga för nedbrytningen av partikulärt organiskt material kan överleva i större utsträckning vid en god minimitappning.

Fåglars möjligheter till att söka föda och häcka förbättras. Även renar, älgar, och i viss mån rådjur, uppsöker gärna stränder för bete (EPD, 2005). Minskade vattenståndsvariationer som fås av minimitappningen gynnar även bävern (<http://service.svenskenergi.se/emma>, 2007-08-20).

Luft

Droppspridningen ökar vilket bidrar till att fukta och kyla miljön sommartid och bildar vintertid ett tjockt istäcke som skyddar mot låga temperaturer, detta gynnar bl.a. oceaniska mossor och lavar (<http://service.svenskenergi.se/emma>, 2007-08-20).

5. Biotopåtgärder

Naturmiljö

Bland annat placeras block och stenar i ån som ger strömmar och spärrar som ger en naturligare erosion och slamdeposition vilket gynnar det biologiska livet.

Landskapsbild

Landskapsbilden blir mer naturlig.

Vatten och fiske

Genom biotopåtgärder skapas nya lek- och uppväxtplatser för främst fisken som kan bidra till och återkolonisering av bl.a. lax och öring.

Övrig fauna

En större variation skapas vid anläggandet av biotopåtgärder vilket gynnar den biologiska mångfalden speciellt för bottenfaunan. Såväl floran som faunan i en damm är dock i hög grad beroende av en hög och stabil vintervattennivå.

Miljöaspekter									
	Naturmiljö	Naturresurser	Landskapsbild	Vatten & fiske	Övrig fauna	Mark	Luft	Buller & vibration	Säkerhet
Scenario2									
Vandringsvägar & lockvattenanordningar för vattenorgansimer									
Fiskodling									
Näringsstillförsel i oligotrofa sjöar									
Minimitappning									
Biotopåtgärder									

Inte relevant	
Troligtvis ingen påverkan alls, varken positiv eller negativ	
Möjligt positiv påverkan	
Troligtvis positiv påverkan	
Möjligt negativ påverkan	
Troligtvis negativ påverkan	

Figur 7. Översiktsmatris över scenario 2

5.2.4 Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken

Det finns idag inget program för i vilken omfattning de miljöförbättrande åtgärderna kommer att genomföras. Däremot pågår utredningar för att fastställa denna omfattning för att kunna leva upp till vattendirektivet. Senast år 2009 ska detta vara fastlagt (Holmgren, muntligen, 2007-09-03). Den åtgärd som det i dagsläget finns information om omfattningen är fiskodlingen. Vattenfall sätter varje år ut drygt 1,8 miljoner lax- och havsöringsungar. De sätts ut nedströms kraftverken i Luleälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv och i Vätern (<http://www.vattenfall.se>, 2007-09-01).

5.3 SCENARIO 3 – EFFEKTBEHOVET ÖKAR

Tillgång till el blir en allt viktigare fråga för samhället. Idag är näringslivet mer avancerat än förr och därmed också mer elberoende. En trygg och konkurrenskraftig elförsörjning behövs för att alla sektorer ska fungera.

El-certifikat

Det pågår också en omställning av energisystemet mot större andel förnybara energikällor däribland icke reglerbara energikällor (ett kraftnät behöver vara stabilt för att inte haverera och av denna anledningen är reglerbara energikällor av stor vikt) energikällor, t ex vindkraft och vågkraft. Denna omställning kommer att innebära att vattenkraftens roll som energi- och effektproducent kommer att bli ännu viktigare eftersom vattenkraften är reglerbar.

2003 införde så kallade el-certifikat i Sverige. Syftet med dessa är att öka andelen el från förnybara energikällor sol, vind, vattenkraft och biobränsle. Den som producerar el från förnybara energikällor får ett certifikat och den som säljer el måste i sin försäljning ha en viss andel certifikat från förnybara energikällor. Har man inga egna certifikat kan man köpa certifikat från den elproducent som har att sälja. Andelen elcertifikat som en elförsäljare måste ha ökas succesivt år för år för att 2010 ligga på 16,9 procent (www.vattenfall.se, 2007-07-26).

5.3.1 Åtgärdsförslag

Det finns goda möjligheter att effektivisera de anläggningar som finns idag. Utan att beröra de vattendrag som idag är skyddade av lag skulle man enligt ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) kunna utöka energieffekten i vattenkraftverk med 5 TWh (idag står vattenkraften för 64 TWh). Någon ny utbyggnad är inte aktuell i Sverige idag. Vindelälven, Pite älv, Kalix älv och Torne älv är skyddade mot utbyggnad enligt svensk lag, tillsammans med ett antal mindre älvar och älvsträckor. Däremot är det möjligt att förbättra befintliga kraftverk samt att bygga små vattenkraftverk i andra älvar.

Tänkbara anläggningsåtgärder som enligt Svensk Energi anses vara nödvändiga för att bygga ut effektpotentialen är följande;

1. Uppgradering av teknik i befintliga kraftstationer
2. Utbyggnad av befintlig vattenkraftproduktion i reglerat vatten
3. Rensning av älvfåror för ökade fallhöjder
4. Överledning av vatten från omkringliggande vattendrag

5.3.2 Teknisk beskrivning

1. Uppgradering av teknik i befintliga kraftstationer

Uppgradering av teknik i befintliga kraftstationer innebär främst att generatorer och turbiner byts ut för att öka verkningsgraden i vattenkraftverket och innebär i de flesta fall alltså inte att vattendomarna ändras. Oftast handlar det om att optimera det befintliga vattenkraftverket så att energiförlusterna minimeras. Denna typ av åtgärd är också den mest vanligt förekommande av de åtgärder som ingår i detta scenario.

Ett exempel på denna typ av åtgärd som Vattenfall AB planerar att utföra är i Akkats kraftverk i Lule älv med en produktionsökning på 25 GWh per år vilket motsvarar uppvärmningen av drygt 1200 normalvillor. I förslaget som nu presenteras byts det gamla aggregatet på 150 MW ut mot två aggregat på 75 MW vardera. Den gamla inloppstunneln blir kvar och en ny tillloppstunnel byggs. Maskinhallen byggs ut för att rymma det extra aggregatet. Ombyggnadstiden beräknas till ca 5 år (<http://www.vattenfall.se>, 2007-08-25).

2. Befintlig vattenkraftproduktion i reglerat vatten

Frågan om att bygga ut nya vattenkraftverk är som tidigare nämnt kontroversiell och förekommer endast i mycket begränsad omfattning. Det finns ett exempel på utbyggnad som pågår just nu hos Vattenfall AB. En utbyggnad av en ny kraftstation vid Abelvattnets redan befintliga regleringsdamm i Storumans kommun kommer snart att påbörjas. Detta är ett led i arbetet med att öka produktionen av förnybar energi och med att uppfylla de krav som riksdag och regering satt upp. Arbetena, som planeras starta i början av augusti 2007, omfattar förutom ett aggregat med 4,6 MW (megawatt) effekt vilket motsvarar hushållsel till omkring 2800 normalvillor, även dammsäkerhetshöjande åtgärder som utförs för att klara det så kallade 10 000-årsflödet - ett extremt flöde som endast väntas uppstå en gång på 10 000 år. Vidare installeras två så kallade ytutskovsluckor, luckor i dammen i nivå med vattenytan i magasinet. Efter flera års diskussioner med intressenter kring det planerade kraftverksområdet har konstruktiva lösningar på såväl miljöfrågor som rennärning kunnat tas fram.

3. Rensning av älvfåror för ökade fallhöjder

Rensning av älvfåror innebär att jord- och bergsmassor schaktas bort för att fallhöjden ska öka mellan två nivåer. På detta sätt kan man öka effektuttaget i ett vattenkraftverk. Åtgärdernas omfattning kan vara allt från punktåtgärder till mer omfattande där en älvfåra rensas flera hundra meter. Rensningsarbeten kan antingen planeras som en del i en åtgärdsplan eller som en huvudåtgärd för att öka effektiviteten i ett vattenkraftverk. Den påverkan som uppstår varierar naturligtvis med anläggningsåtgärdens storlek.

4. Överledning av vatten från omkringliggande vattendrag

Överledning av vatten förekommer inte i så stor utsträckning i Sverige. Dock finns det ett projekt där Vattenfall AB i samråd med kommunen i Vilhelmina håller på att utföra en förstudie. Idén går ut på att tillföra mera vatten till vattenkraftverket Stalon. I Stalon planeras i så fall att ytterligare ett aggregat ska installeras för att på så sätt öka produktionen. Det extra vattnet som behövs finns inte i närheten utan 23,5 kilometer därifrån; i Vojmsjön/Vojmån. Om förstudien övergår i ett projekt efter en planerad folkomröstningen 2008 och Miljödomstolen ger tillstånd kommer en tunnel att borraras för att leda vatten till Stalons vattenkraftstation. Där leds vattnet in i ett nytt aggregat i den befintliga anläggningen. Sprängningar kommer att utföras, dels för tunnelinloppet vid Vikenviken (om det visar sig vara lämpligaste platsen) och dels för ett nytt aggregat vid Stalons kraftstation. Även andra mindre sprängningsarbeten kan komma i fråga. Arbetes anläggningstid beräknas till ca fem år (Vilhelmina kommun, 2007).

5.3.3 Potentiell miljöpåverkan

1. Uppgradering av teknik i befintliga kraftstationer

Naturmiljö

Rensningsåtgärder kan bli aktuella i samband med uppgraderingen av teknik i befintliga kraftstationer för att rensa ut tidigare rasmassor så att vattenföringen underlättas. Detta kan bidra till en negativ påverkan på naturmiljön (se även delen ”3. Rensning av älvfåror för ökade fallhöjder” i detta kapitel).

Landskapsbild

Oftast är påverkan på landskapet liten vid denna åtgärd då den utförs i redan befintliga kraftstationer. Om åtgärden exempelvis kräver att en ny tunnel behövs kan placeringen av massupplaget från denna dock påverka landskapsbilden.

Vatten och fiske

En positiv effekt som kan följa av vid uppgradering av turbinerna är att de oftast är något mer anpassade för smolt (fiskyngel) som kan få en ökad chans att överleva nedströmsvandringen (Larsson, 2007-08-27).

Mark

En stor del av oljan i kraftverket byts ut mot vatten vilket minskar påverkan för eller vid ett eventuellt oljeläckage.

Buller och vibrationer

Buller och vibrationer kan uppstå från den ökade trafiken som uppstår under anläggningsfasen.

Säkerhet

Med två nya aggregat ökar säkerheten i kraftstationen och skapar samtidigt en tryggare elproduktion vid eventuella haverier.

2. Utbyggnad av befintlig vattenkraftproduktion i reglerat vatten

Naturmiljö

I exemplet av Abelvattnet behöver utloppskanalen från kraftverket breddas och göras djupare för att säkerställa avbördningen.

I samband med åtgärden byggs även en viltövergång ca 400 meter nedanför dammen för att tillgodose rennäringens behov(<http://www.vattenfall.se>, 2007-08-25).

Naturresurser

Sten- och bergsmaterial från täkter krävs vid förstärkning av dammar och utskov. Täkter påverkar landskap och ekologi, och kan skapa sår i landskapet och kan dessutom skada eller förstöra enskilda naturobjekt och även påverka vattenkvaliteten om de ligger nära vattendraget eller inom det område som lagts under vatten.

Landskapsbild

En bredare utloppskanal påverkar landskapsbilden men eftersom denna konstruktion även tidigare funnits blir påverkan troligtvis relativt liten.

Vatten och fiske

Grumling av vattnet kan uppstå under byggtiden. De tillfälliga grumlingseffekter som kan uppstå från anläggningsåtgärderna bedöms oftast endast orsaka direkta och tillfälliga effekter på fisk. Påverkan bedöms inte som bestående och inte på yngel eller lekbottnar för fisk.

I exemplet med Abelvattnet finns en stam av sjölekande öring som inte får blandas med fisk från sjön Bleriken, då de olika arterna missgynnar varandra. Därför krävs ett visst tillvägagångssätt vid denna anläggningsåtgärd för att tillgodose att en blandning av fiskarna inte sker (<http://www.vattenfall.se>, 2007-08-25).

Buller och vibrationer

Buller och vibrationer kan uppstå från den ökade trafiken som uppstår under anläggningsfasen.

3. Rensning av älvfåror för ökade fallhöjder

Naturmiljö

Om det finns förorening sedimenterade kan de röras upp igen och placeringen och efterarbetet av massorna blir extra viktig. Etablerad växtlighet rycks bort, som sedan behöver lång tid för att etableras igen. Det kan även finnas biotoper som det helt eller delvis måste göras ingrepp i. Biologiskt liv kan då missgynnas till följd av detta, speciellt om så kallade nyckelarter påverkas som övriga arter är högst beroende av.

Landskapsbild

Större fraktioner som fås av rensningen kan eventuellt användas i erosionsskydd om detta är något som är aktuellt vid samma anläggningsåtgärd. Om inte kan placeringen av dessa fraktioner påverka landskapsbilden.

Vatten och fiske

Rensningsarbete medför stor omblandning i vattendraget och en grumling uppstår under ombyggnadsfasen som kan ge en påverkan på fisket och andra organismer. Rensningsområdet kan också innehålla gott om stenar och andra håligheter som är ett bra lekområde för fisk, exempelvis för lax och öring.

Övrig fauna

Det kan uppstå relativt stor negativ påverkan på bottenfaunan av rensningsåtgärder.

Buller och vibrationer

Buller och vibrationer kan uppstå från den ökade trafiken som uppstår under anläggningsfasen.

4. Överledning av vatten från omkringliggande vattendrag

Naturmiljö

Terrängområden som tidigare varit orörda påverkas av överledning av vatten från omkringliggande vattendrag. Dels påverkas det biologiska liv som utsätts för själva överledningen av vattnet eftersom denna biotop ändras, och dels påverkas det givande vattensystemets biologiska liv som får mindre vatten nerströms.

Naturresurser

Åtgärden kräver troligtvis fler dammar och förstärkning av befintliga dammar. För dessa behövs stora mängder berg- och stenmaterial.

Landskapsbild

Stora massupplag fås av borrhningen och sprängningar som måste placeras ut vilket bidrar till en förändrad landskapsbild. Om vattendomar behöver ändras kommer även den ändrade vattenföringen bidra till en annorlunda landskapsbild.

Vatten och fiske

Mycket grumlingar och en förändrad vattenkvalitet uppstår i och med överledning. När man leder över vatten från ett vattensystem till ett annat följer även organismer med till det mottagande systemet, dessa arter kan vara nya och stör då de organismer som är naturliga för det mottagande vattendraget. (<http://www.snf.se>, 2007-08-20).

Buller och vibrationer

I och med de omfattande sprängningarna som krävs uppstår mycket buller och vibrationer under byggtiden.

Miljöaspekter									
	Naturmiljö	Naturresurser	Landskapsbild	Vatten & fiske	Övrig fauna	Mark	Luft	Buller & vibration	Säkerhet
Scenario 3									
Uppgradering av teknik									
Utbyggnad av befintlig vattenkraftproduktion									
Rensning av älvfåror för ökade fallhöjder									
Överledning av vatten från omkringliggande vattendrag									

Inte relevant	
Troligtvis ingen påverkan alls, varken positiv eller negativ	
Möjligt positiv påverkan	
Troligtvis positiv påverkan	
Möjligt negativ påverkan	
Troligtvis negativ påverkan	

Figur 8. Översiktsmatris över scenario 3

5.3.4 Omfattning av tänkbara åtgärder i praktiken

När det gäller effekthöjande åtgärder planerar Vattenfall AB inför framtiden att förbättra och uppgradera tekniken i ca ett trettiotal av sina befintliga vattenkraftstationer fram till år 2013. Investeringarna innebär att kraftverken kan öka produktionen med totalt 0,43 TWh årligen. Rensning av älvfåror och överledning av vatten är mer kontroversiella åtgärdsförslag som kräver betydligt mer omfattande förstudier och planeras därför i mindre utsträckning. Trots detta finns planer på förstudier på ca 5-10 projekt (Engström-Meyer, muntligen, 2007-08-20).

6 RESULTAT

I scenario 1 är den möjliga påverkan som uppstår främst är relaterad till anläggningsfasen. Konsekvenserna bedöms bli relativt små (Figur 6). Dock kan man tänka sig att den kumulativa påverkan kan bli något större, i de älvar där många kraftverk ligger efter varandra och där blir åtgärder för att minimera denna extra viktig.

I scenario 2 är många av åtgärderna indirekt beroende av varandra och har ensamma troligtvis en begränsad påverkan till förbättring. Exempel på detta är relationen mellan åtgärderna ”vandringssvägar”, ”minimitappning” och ”biotopförändrande åtgärder”. Vandringssvägarnas är till stor del beroende av ett tillfredställande flöde och att det sedan finns tillgång till bra lekplatser. Även anläggandet av spegeldammar är helt beroende till en väl anpassad minimitappning.

Man kan också se att många av de miljöförbättrande åtgärderna är inriktade på fisk (Figur 7). En tänkbar anledning till detta kan vara de stora krav som ställs från sportfisket. Men oavsett detta är det troligt att åtgärderna som gynnar fisk även gynnar andra miljöaspekter, exempelvis övrig fauna och landskapsbilden.

Det är också värt att poängtera att det finns några av åtgärderna i scenario 2 som kan ha negativ påverkan även om tanken är att den ska vara positiv. Åtgärden ”fiskodling” exempelvis, där hela fiskens utveckling som art riskeras som effekt om åtgärden inte förbättras. Ett annat exempel är ”näringstillförsel till oligotrofa sjöar” som endast har en positiv påverkan så länge den tillämpas på rätt områden. Oligotrofieringsproblematiken är okänd i förhållande till den vitt spridda kunskapen om eutrofiering. Det är därför viktigt att göra oligotrofieringsproblematiken mera känd och att klargöra att oligotrofiering och eutrofiering sker parallellt, men i olika typer av system.

Några av åtgärderna i scenario 2 behöver dessutom förbättras för att fungera ännu mer tillfredställande.

Åtgärdernas påverkan i scenario 3 har något större spridning än i scenario 1 och 2 (Figur 8). Åtgärden ”förbättring och uppgradering av teknik i befintliga vattenkraftverk” tycks inte innebära någon större negativ påverkan för miljön. Även en positiv påverkan kan fås av denna åtgärd då en minskning av oljemängd kan ske vid ett eventuellt haveri. Däremot tycks som exempel åtgärden ”överledning av vatten från omkringliggande vattendrag” ge större negativ påverkan och som troligen skulle kräva många ytterligare åtgärder för att minimera påverkan. Dock verkar detta fall vara det enda som planeras i sitt slag, men om det genomförs kanske det genererar nya liknande förslag.

Effekthöjande åtgärder är en något kontroversiell fråga med tanke på dagens miljödebatt eftersom vattenkraften har stor inverkan på många miljöaspekter. Eftersom vissa åtgärder p.g.a. av detta aldrig ens blir aktuella ges en bra anledning till att kartlägga och belysa positiv eller negativ påverkan så att det redan innan planeringsstadiet funderas på om de är relevanta eller inte att ”lägga tid på”.

7 SLUTSATS

Att använda sig av scenarier för anläggningsåtgärder i en SEA för vattenkraft har potential att bidra till en strukturerad och överskådlig analys av relevanta anläggningsåtgärder och ge en bra bild av vilka miljöaspekter de påverkar. Resultatet av scenarierna kan tänkas utgöra den kartläggning som nämns som ett steg i utförandet av en SEA (kap 2).

Gällande insamling av material visade det sig finnas en stor variation i tillgången på underlagsmaterial för de olika typerna av åtgärder. För dammsäkerhetsåtgärder finns god tillgång p.g.a. de projekt som redan har utförts och därmed tillhörande MKB-rapporterna. Det var trots detta något av ett detektivarbete att samla in dessa då de utförts av olika konsultbolag som har en varierande vilja att lämna ut dem trots att det är offentliga handlingar. Det skulle vara bra för Vattenfall AB att samordna denna typ av material i framtiden.

Vidare finns det gott om utredningar och forskningsstudier framförallt inom miljöförbättrande åtgärder och här var problemet snarare att välja ut de med mest relevans. Fler källor hade exempelvis kunnat användas i vissa fall, möjligen hade detta kunnat påverka resultatet.

Information gällande miljöaspekter av de åtgärderna som beskrivs i detta scenario visade sig vara svårast att inhämta. Dels är en del av åtgärderna som redan påbörjats inte tillståndspliktiga och saknar därmed MKB-rapporter och de som är det har inte kommit så långt i utredningen att de gick att lämna ut. Dock fanns det viss information från de MKB-rapporter som finns för dammsäkerhetsåtgärder där det exempelvis krävts en rensning i ett projekt och den påverkan som beskrivs där kan därmed även överföras till detta scenario. En rundringning till olika kontaktpersoner inom respektive område gav också viss kompletterande information.

Även om vissa åtgärder saknas i rapporten, p.g.a. tillgängligheten av information och tidsbrist ges ändå en relativt bred bild av olika typer av aktuella och framtida åtgärder inom vattenkraft i detta examensarbete.

För att kunna dra mer långtgående slutsatser om vilka indirekta och kumulativa effekter som följer av de olika scenarierna skulle det krävas en noggrannare analys av vilken omfattning de olika åtgärderna kan tänkas få. Detta visade sig bli för omfattande för att rymmas inom ramen för i detta examensarbete. En sökning på Internet och rundringning till olika nyckelpersoner på Vattenfall AB gav ändå en viss bild.

Framtida rekommendationer

- För att kunna använda scenarioteknik i en SEA i ett mera beslutsfattande sammanhang bör även de parametrar som avgränsats i detta examensarbete vägas in, dvs. ekonomi, sysselsättning, areella näringar, befolkningens motsättningar mm.
- Åtgärdernas omfattning behöver utredas mer i detalj om de möjliga effekterna ska kunna beskrivas mer ingående.
- Det skulle vara intressant med en jämförelse av anläggningsåtgärdernas påverkan och konsekvenser i förhållande till andra förnybara kraftslag, exempelvis vindkraften.
- En databas med material från MKB-rapporter med tillhörande tekniska beskrivningar som utförts för vattenkraftens verksamhet på Vattenfall AB bör anordnas.

8 DISKUSSION

Examensarbete utfördes på Vattenfall i Älvkarleby. Vattenfall är det energiföretag som producerar mest vattenkraft i Sverige, därför finns också en lång erfarenhet här av anläggningsåtgärder inom många områden.

Tyvärr fanns det olika omständigheter på Vattenfall under examensarbetet gång som gjorde att metoden och syftet med arbetet ibland blev oklart. En tydligare metod och syfte och en bättre klarhet i vilket material som skulle granskas hade dels underlättat examensarbetet och dels kunnat ge ett större och mer användbart resultat. Materialets omfattning för studielitteraturen visade sig vid insamlingen bli väldigt varierande vilket också avspeglas i rapporten.

Att använda scenarioteknik i denna typ av examensarbete var ett bra sätt att skapa struktur och avgränsningar. Så som det blev skapades scenarierna mer i efterhand utifrån tillgången på material istället för en utgångspunkt som kanske skulle ha gett ett annorlunda resultat.

Översiktsmatriserna av miljöpåverkan för de olika scenarierna gav en bra överblick över vilka områden som påverkas och med ett mer gediget material hade dessa möjligen även kunnat utvecklas ytterligare.

Examensarbetet har gett mig mycket kunskap om vattenkraft. Exempelvis har jag fått en förståelse för hur vattenkraft fungerar rent tekniskt, vilka anläggningsåtgärder som finns och är aktuella just nu. Men jag har även fått kunskap om vattenkraftens roll i samhället, och vilka regler, lagar och miljömål som finns för vattenkraften. Det har också varit väldigt givande och intressant att se hur energibolag (i detta fall Vattenfall) arbetar med frågor som rör miljö och även att få veta mer om vattenkraftens miljöproblem i relation till andra energikällor.

REFERENSER

Litteratur och rapporter

Andersson M. (2005). *Fungerar våra fiskvägar?*, Länsstyrelsen i västra Götalands län, rapport 2005:56

Bond H. (2004). *MKB – Gallejaur*, WSP

Elforsk, Energimyndigheten, Fiskeriverket och Naturvårdsverket (2004). *Vattenkraft – miljöpåverkan och åtgärder- miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten*, Elforsk

Elforsk, Energimyndigheten, Fiskeriverket och Naturvårdsverket (2006). *Vattenkraft – miljöpåverkan och åtgärder- miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten*, Elforsk, rapport 06:37

Elkraftmyndigheten, (2004). *Vattenkraftens roll i energisystemet*

Eriksson S, Andersson A., Strand K., Svensson R. (2006). *Strategic Environmental Assessment of CO2 Capture Transport and Storage – Final Report*, Vattenfall AB, 2006

EPD, (2005). *Elproduktion Nordens certifierade Miljövarudeklaration EPD för el från Vattenfalls vattenkraft i Norden*

Kulturvårdskommittén (1999). *Klippen – kraftverket mitt i västerbottens fjällvärld*

Sandström H., Wallin K., Svensson B., Westbergh S., Lundqvist H. (2002). *Förbättring av Lax- och Havsöringbestånden i Vindelälven- Ett åtgärdsförslag*, Vindelälvens Fiskeråd

Statskontoret (1989), *Säkerhetsanalyser med scenarioteknik*

Sundin E. (2002). *MKB – Letsi*, Swedpower

SWECO Viak(2004). *MKB – Boden*

SWECO Viak(2004). *MKB – Lilla Edet*

SWECO Viak(2004). *MKB – Vittjärv*

SWECO Vbb(2005). *MKB – Porsi*

Svenska kraftnät (2003). *DAMMSÄKERHET – egenkontroll och tillsyn*

Svenska kraftnät, (2004). *RAPPORT 830-2003-BE90*

Svensson B. (2006). *Minimitappning i reglerade vattendrag*, SwedPower AB

Regionplane – och trafikkontoret, (1995). *Den osäkra framtiden*

Vilhelmina kommun, (2007). *Vojmån – en förstudie*

Yang J., Billstein M., Cederström M., Viklander P., Sjödin G. (2006), *Dam Safety and Dam Rebuilding – a Swedish Engineering Perspective*, Vattenfall Research & Development, Vattenfall Generation, Swedish Water Regulation Enterprises

www-adresser

Jordbruksaktuellt, <http://www.ja.se>, Besöktes juli 2007

Risknet, <http://www.risknet.foi.se>, Besöktes juli 2007

Svensk energi, <http://service.svenskenergi.se>, Besöktes aug 2007

Svenska naturförbundet, <http://www.snf.se>, Besöktes aug. 2007

Vattenfall, <http://www.vattenfall.se>, Besöktes aug. 2007

Wikipedia

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Fisktrappa>, Besöktes aug. 2007

Muntliga källor

Larsson Jens. (aug. 2007). Vattenfall AB

Engström Meyer Anna. (aug. 2007), Vattenfall Power Consultants

Eriksson Tomas (aug. 2007). Vattenfall AB

Holmgren Rickard. (aug. 2007). Vattenfall AB

Yang James (maj 2007). Vattenfall AB

BILAGA 1 FLÖDESKOMMITTÉN OCH RIDAS

1990 utgavs Flödeskommitténs riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar. Huvudmän för Flödeskommitténs riktlinjer är numera Svenska Kraftnät och Svensk Energi (Svenska kraftnät, 2004).

Konsekvensklassificering enligt RIDAS

För att möjliggöra styrning av dammsäkerhetsarbetet så att resurserna i första hand läggs på det ur säkerhetssynpunkt mest angelägna bör dammar klassas efter hur stora konsekvenserna skulle bli i händelse av dammbrott. I kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet, RIDAS, finns ett system för konsekvensklassificering. Medlemsföretagen i Svensk Energi har förbundit sig att följa RIDAS och därmed dess system för konsekvensklassificering. Systemet är väl etablerat och tillämpas även av många övriga dammägare (Svenska kraftnät, 2004).

Konsekvensklassificeringssystemet enligt RIDAS redovisas i tabell 1 och 2 nedan. Tabell 1 tar hänsyn till risk för förlust av människoliv eller allvarlig personskada. Tabell 2 kompletterar tabell 1 genom att ta hänsyn till de sociala, miljömässiga och ekonomiska värden som kan förloras vid ett dammbrott. Den tabell som ger de allvarligaste konsekvenserna avgör vilken konsekvensklassstillhörighet dammen får (Svenska kraftnät, 2004).

Tabell 1. Klassificering enligt RIDAS med avseende på sannolikheten för förlust av människoliv eller allvarliga personskador i händelse av dammbrott

Konsekvensklass	Konsekvens
1A	Hög sannolikhet för förlust av många människoliv
1B	Sannolikheten för förlust av människoliv eller för allvarlig personskada är <u>icke försumbar</u>
2	

Tabell 2. Klassificering enligt RIDAS med avseende på sannolikheten för skador på miljö, samhällsanläggningar och andra ekonomiska värden i händelse av dammbrott

Konsekvensklass	Konsekvens
1A	Hög sannolikhet för: <u>mycket allvarlig skada på</u> - viktiga samhällsanläggningar - betydande miljövärde eller <u>mycket stor ekonomisk skadegörelse</u>
1B	Sannolikheten är beaktansvärd för: <u>allvarlig skada på</u> - viktiga samhällsanläggningar - betydande miljövärde eller Hög sannolikhet för: - stor ekonomisk skadegörelse
2	Sannolikheten är <u>icke försumbar</u> för: <u>beaktansvärd skada på</u> - samhällsanläggningar - miljövärde eller - ekonomisk skadegörelse
3	

146 dammenheter i Sverige har klassificerats att tillhöra klass 1, 1A eller 1B och utav dessa tillhör 43 stycken Vattenfall AB. 315 dammenheter tillhör konsekvensklass 2, varav 31 tillhör Vattenfall AB. 609 dammenheter tillhör konsekvensklass 3, varav 31 tillhör Vattenfall AB (Svenska kraftnät, 2004).

Anpassning till Flödeskommitténs riktlinjer

Vid konsekvensklassning enligt RIDAS beaktas konsekvenserna av ett dammbrott oavsett vad som orsakar dammbrottet. Vid klassificering enligt Flödeskommitténs riktlinjer, där beteckningen ”riskklass” används, beaktas däremot endast konsekvenserna av dammbrott i samband med höga flöden (Svenska kraftnät, 2004).

Tabell 3. Riskklassificering vid dammbrott

Riskklass	Typ av risk vid dammbrott
I	Icke försumbar risk för människoliv eller annan personskada; beaktansvärd risk för allvarlig skada på viktig trafikled, dammbyggnad eller därmed jämförlig anläggning eller på betydande miljövärde; uppenbar risk för stor ekonomisk skadegörelse.
II	Icke försumbar risk för skada på trafikled, dammbyggnad eller därmed jämförlig anläggning, miljövärde eller annan än dammägaren tillhörig egendom i andra fall än vad som angetts vid riskklass I.

Av de dammanläggningar som tillhör Svensk Energis medlemsföretag bedöms 121 anläggningar i Sverige tillhöra riskklass I. Av dessa är 68 anläggningar i behov av åtgärder enligt flödeskommitténs riktlinjer (Svenska kraftnät, 2004).

BILAGA 2 VANDRINGSVÄGAR

Bassängtrappor

Den vanligaste typen av fiskväg är bassängtrappor. Konstruktionen med olika kammare gör att fisken kan hoppa/simma successivt uppför hindret. Vattnet strömmar nedströms fiskvägen i ”överfall” eller ”underströmsöppningar”. Denna typ av fiskväg är ofta konstruerad helt av betong. Dock förekommer bassänger av natursten eller stockar. Exempel finns också där man har sprängt fram bassänger på flata berghällar. Fördelarna med en bassängtrappa är att den har relativt låga anläggningskostnader och de kräver inte så mycket underhåll. Nackdelarna är att det främst är laxartade fiskar som kan utnyttja trappan samt att den är känslig för variationer i vattenföringen (Andersson, 2005).

Denilränna

I en denilränna strömmar vattnet mot lameller, vilket skapar en turbulens i vattenflödet som minskar vattenhastigheten. Denna typen av fiskväg är vanlig vid höga fallhöjder och brist på utrymme. Denilrännor byggs oftast i trä, ibland kombinerat med betong. Fördelarna med en denilränna är att den klarar stor lutning och inte är så känsliga för variationer i vattenföringen. Nackdelarna är att de kräver mycket underhåll och tillsyn på grund av att det lätt fastnar grenar med mera mellan lamellerna (Andersson, 2005).

Slitsränna

En slitsränna liknar en bassängtrappa med olika bassänger. Men i en slitsränna så koncentreras vattenströmmen till små trånga passager som fisken kan simma igenom utan att behöva hoppa. Fisken kan sedan vila i bassängerna, inför nästa korta strömpassage. Fördelarna med en slitsränna är att den fungerar i alla vattenflöden och passar många fiskarter. Nackdelarna är att den är dyr och komplicerad att anlägga (Andersson, 2005).

Ålyngelledare

Ofta har ålyngel mycket svårt att utnyttja de traditionella fiskvägarna på grund av vattenhastigheten. Ålyngel är duktiga på att forcera vandringshinder om förhållandena är de rätta. En fuktig och skrovlig yta krävs för att de skall få fäste. Detta kan skapas om ytan hålls konstant fuktig så att exempelvis mossor kan börja växa. Moderna anläggningar har ofta täta fördämningar där inget vatten sipprar igenom. Detta leder till att ytan ofta är torr och slät, vilket i sin tur leder till stora svårigheter för de vandrande ålynglen. I dessa fall behöver man bygga en ålyngelledare. Ålyngelledare konstrueras ofta av plaströr med någon form av substrat i, som ålynglen kan slingra sig fram igenom. Det är svårt att avgöra statusen på en ålyngelledare i fält. Därför är det viktigt att anlägga flertalet inspektionsluckor i ålyngelledaren. Genom dessa luckor kan man sedan i fält avgöra om det innerliggande substratet behöver spolats rent eller bytas ut (Andersson, 2005).

Omlöp

En relativt ny typ av fiskpassage kallas omlöp. När man anlägger ett så kallat omlöp så skapar man en ny bäckfåra. Den nyskapade bäckfåran går oftast i en svag båge runt vandringshindret. Vid anläggandet av ett omlöp är det viktigt att det görs långsträckt så att lutningen blir liten. Många omlöp är mellan 50-90 meter långa fördelat på en fallhöjd av 3-6 meter. I ett ”lyckat” omlöp kan en ny reproduktions- och uppväxtlokal bildas. Anläggning

det av ett omlöp förutsätter att miljön runt om vandringshindret är relativt flack och att den inte består av exempelvis berg i dagen. Fördelarna med ett omlöp är att det passar samtliga fiskarter och är nästintill underhållsfritt, då tanken är att det helt ska efterlikna ett naturligt vattendrag (Andersson, 2005).

Karlstads Universitet har i ett projekt utvärderat så kallade omlöp i Emån som har många kraftstationer, där syftet var att anpassa de tekniska lösningarna i utbyggda vattendrag till det biologiska livet som i förlängningen handlar om bättre fiskpassager och rutiner för att kunna optimera vattenflödet under lek och romutveckling (Elforsk m.fl. 2004).

Vid kraftverken i Finsjö installerades hösten 2000 en ny fiskpassage, omlöp, på två ställen där tidigare erfarenhet visar att fiskar har haft svårt att ta sig förbi. I utformningen av de nya passagerna liknar de ett naturligt vattendrag mer än vad traditionella fisktrappor gör och har slingrande väg och låg lutning. Det finns också gott om viloplats för fisken. En tro är att en sådan utformning kan göra att fler arter och individer lyckas ta sig förbi kraftverken, och inte bara starka simmare som i en fisktrappa. Denna konstruktion innebär att fisken kan leka på ytterligare 24 kilometer av Emån, upp till Högsby, vilket ökar lekbottnarnas yta för laxfiskar med ungefär en femtedel (Elforsk m.fl. 2004).

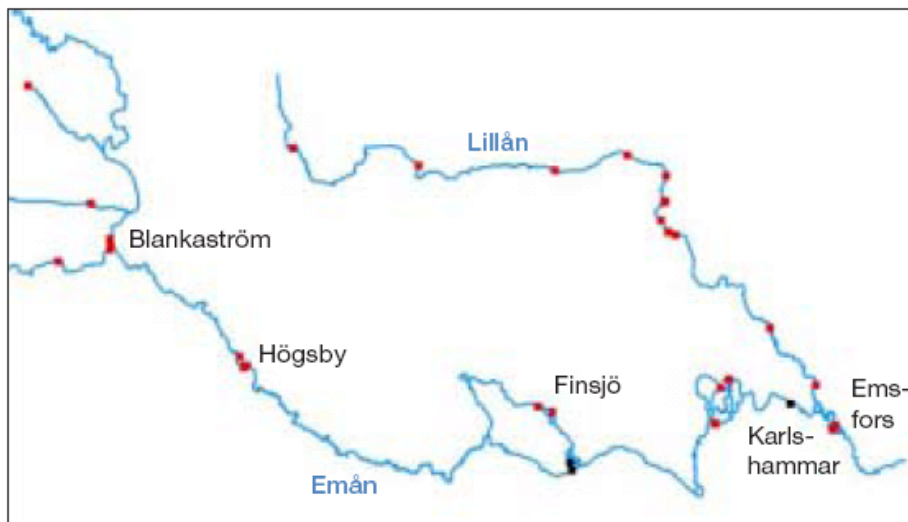


Bild 1. Emåns nedre delar med kraftverken längs sträckan. De röda och svarta punkterna motsvarar kraftverk som saknar respektive försetts med fiskväg. (Elforsk m. fl., 2004)

En sammanfattning av resultaten från undersökningen är;

- Endast ungefär 16 procent av den lax och öring som märktes vid Karlshammar tog sig vidare till inloppet vid den första passagen vid Nedre Finsjö
- Omkring 30 procent av de fiskar som lyckas ta sig till ingången vid Finsjö simmar tillbaka nedströms
- Omkring 20 procent av fiskarna stannar till på vägen mellan omlöpen
- Omkring 50 procent av fiskarna går hela vägen förbi även den andra passagen
- (Elforsk m.fl. 2004)

Det är inte helt klart varför så få fiskar faktiskt når omlöpet i Finsjön. Det kan bero på att fisken inte hittar ingången till passagen, men troligtvis är det så att fisken hittar lekplatser nedströms Finsjö. Dock var hösten 2001 den första gången på 50 år som havsöringar lyckades ta sig förbi Finsjö och leka på sträckan uppströms och även för lax konstaterades att lek skett uppströms Finsjö år 2001 vilket är goda tecken på att den nya passagen fungerar bra. Utöver detta verkar det som att de vuxna laxfiskar som vandrat uppströms genom omlöpen vid Finsjö också använder dem för nedströms vandring. (Elforsk m.fl. 2004)

De råd som forskargruppen kom fram till för att förbättra passage i utbyggda vatten är enligt Elforsk m.fl. 2004;

- Det är att föredra fiskvägar med låg lutning och utan höga fall
- Ingången till omlöpet bör placeras nära den fåra där vattenföringen är högst när en fiskväg projekteras
- Ingången bör inte placeras intill ett annat utlopp med högt flöde, eftersom det kan göra det svårt för fisken att ta sig fram och upp i fiskvägen.
- Varje kraftverk kräver sin egen lösning, men också en och samma fiskväg kräver olika lösningar vid olika flöden och olika årstider.

BILAGA 3 FISKODLING

Det har visat sig att många vandringsvägar brister i sin funktion och olika forskning och utvecklingsarbete pågår för att kunna uppnå förbättringar.

En forskningsstudie som har utförts för att undersöka laxens vandringsbeteende vid vattenkraftverket Stornorrfors i Umeälven som har en fisktrappa som leder över till den ore-glerade Vindelälven visar enligt Elforsk m.fl, 2004 samt 2006 följande resultat;

- Vattenflödet är så högt från själva kraftverksutloppet att fiskarna har svårt att känna av den svagare strömmen som visar vägen till den gamla älvfåran
- Fisken måste dessutom ta sig förbi en svår passage i den gamla älvfåran
- En stor andel laxar återvänder till havet när strömmen inte kan styra dem rätt
- Fisken fördröjs eller hindras vid kraftverkets turbinutlopp, olika forsar i omlöpet (gamla älvfåran) samt i fisktrappans område
- Endast en tredjedel av fisken från Östersjön som passerar Umeå når slutligen trappan
- Genetiska undersökningar utesluter att det handlar om främmande lax som simmat fel och därför vänder på vägen

Samma forskningsgrupp utförde även en studie på laxens beteende vid olika flöden i vattenkraftverk som enligt Elforsk m.fl, 2006, gav följande resultat;

- Fisken reagerade relativt starkt på flödesförändringar via turbinerna genom att vandra upp- och/eller nedströms i älven
- Lax i kraftverkets turbinutloppskanal reagerade generellt positivt på ett ökat spillflöde när turbinflödet minskade genom att vandra uppströms till den gamla naturliga älvfåran som ledde fisken uppströms
- Vid höga dammspill (ca 150 m³/s) minskade framgången i vandringen uppströms det första vattenfallet i vandringsleden till fisktrappan
- Förlusten av lax till lekområden uppströms beräknades till 70 %. Genom populationsmodellering beräknades en framtida ökning på 500 % inom en tioårsperiod, om 75 % av de uppströmsvandrande laxhonorna kunde nå Vindelälven, genom att fiskvandringens problemen i den reglerade älvsträckan minimerades

Resultaten från forskningsgruppens studie på smolt visade enligt Elforsk m.fl, 2004 samt 2006 att;

- Smolten följer den starkaste strömmen med följderna att de oundvikligen passerar kraftverkets turbiner där många laxsmolt skadas eller dör
- Smoltens hastighet under vandringen sammanföll generellt med vattnets hastighet. Flödesmodellering (CFD, Computational fluid dynamics) visade att de spilluckor som vanligen nyttjas vid respektive kraftverksdamm inte effektivt vägledde nedströmsvandrande smolt i spillens riktning
- Populationsmodellering bedömde att andelen lekvandrande lax skulle öka från 5-30 % till 70-120 % inom en tioårsperiod om kraftverket inte orsakade några smoltförluster

BILAGA 4 VANDRINGSVÄGAR & LOCKVATTENAORDNINGAR

För att lyckas upprätthålla en varierad och livskraftig fiskstam med hjälp av odling är följande punkter viktiga enligt Elforsk m.fl, 2004;

- Uppväxtmiljön spelar en avgörande roll för öringens beteende, utseende och överlevnadsförmåga
- Utnyttja ett stort antal föräldrafiskar, med regelbunden inblandning av genetiskt material från den vilda stammen eftersom det spelar mycket stor roll för överlevnaden vilka föräldrafiskarna är, både för den vilda och odlade stammen
- Att sätta ut romkorn är en metod som skulle skapa förutsättningar för en starkare och bättre anpassad fiskstam i utbyggda älvar
- Ytterligare ett sätt är att skapa en så naturlig uppväxtmiljö som möjligt med strömmande vatten och varierande tillgång på föda

I en fortsatt studie gjordes olika laborationsförsök för att se vilka faktorer som bidrar mest för att få en så ”naturlig sättfisk” som möjligt. De slutsatser som drogs av detta var följande enligt Elforsk m.fl., 2006;

- Odlingstätheterna för sättfisk rekommenderas att minska. På sikt kommer det att innebära att den genetiska variationen blir större, vilket motverkar inavelseffekter och ökar populationens anpassningsmöjligheter till förändringar i utsättningsmiljön
- Effekterna av struktur i odlingstrågen liksom födans sammansättning och hur den presenteras för fisken bör studeras vidare
- Predatorkonditionering kan inte rekommenderas. Enligt projektets försök och en del försök gjorda på andra platser i Europa och Nordamerika ger det oftast ingen eller endast marginella resultat