

Återskapande av vandringsmöjligheter för havsvandrande fisk - ekologiska effekter och verksamhetspåverkan



Mats Larsson
Erik Sparrevik

2009-08-18

Dokumenttyp	Dokumentidentitet	Rev. nr.	Rapportdatum	Uppdragsnummer	
RAPPORT		2	2009-08-18	2792700	
Författare Mats Larsson Erik Sparrevik		Uppdragsnamn Fiskvägar och vattenkraft			
Beställare Vattenfall AB, Vattenkraft Niklas Dahlbäck Box 24 814 25 Älvkarleby		Granskad av Richard Holmgren, Thord Lindström			
		Godkänd av Robert Bengtsson			
Delgivning				Antal sidor 75	Antal bilagor 5

Återskapande av vandringsmöjligheter för havsvandrande fisk - ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

SAMMANFATTNING

I samband genomförande av EU:s ramdirektiv för vatten, nationella miljökvalitetsmål och enskilda omprövningar diskuteras möjligheterna att genom anläggning av fiskvägar vid kraftverksdammar återskapa upp- och nedvandringsmöjligheter för ett flertal fiskarter. På uppdrag av Vattenfall Vattenkraft har därför en analys utförts för att undersöka vilka ekologiska effekter och verksamhetspåverkan återskapande av fiskvandringssvägar för havsvandrande fisk skulle få. Analysen har omfattat arterna lax, havsöring, sik, flodnejonöga och ål i Luleälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv.

De ekologiska effekterna av återskapande av vandringsvägar för lax och havsöring har varit lättast att bedöma medan det varit betydligt svårare att göra bedömningar för flodnejonöga, sik och ål. Det beror på att det delvis saknas kunskap om hur anläggning av fiskvägar vid kraftverksdammar för ål ska utformas för att återskapa upp- och nedvandringsmöjligheter för arten. För flodnejonöga och sik är också kunskapen bristfällig vilken betydelse åtgärder skulle kunna få för bestånden.

Förutsättningarna att uppnå nämnvärd ekologisk effekt genom att återskapa vandringsmöjligheter för lax och havsöring är i de flesta undersökta vattendragen obetydliga. Den främsta orsaken är att merparten av alla ursprungliga lek och uppväxtområden i dag är överdämda. Endast i Dalälven och Luleälven finns förutsättningar för att återskapa en viss naturlig reproduktion.

Återskapande fiskvandringssvägar skulle få en betydande verksamhetspåverkan i form av anläggning och skötsel av fiskvandringssvägar, biotopvårdsåtgärder samt vattentappningar i torrflöden och fiskvägar. Störst verksamhetspåverkan får minimivattenföringar i torrflöden för att återskapa lek- och reproduktionsområden för fisk som bland annat är en förutsättning för att uppnå ekologisk effekt av åtgärder i Luleälven.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	6
2	FISKVÄGAR I ETT HISTORISKT PERSPEKTIV.....	6
3	ART- OCH PROBLEMBESKRIVNING.....	7
3.1	Vandringsfiskutredningen	8
3.2	Fisk och turbiner	9
3.3	Spridning av fisksjukdomar.....	12
3.4	Biflöden som resurs för att återskapa vandringsfiskbestånd	13
3.5	Lax.....	13
3.5.1	Artbeskrivning	13
3.5.2	Problembeskrivning	15
3.6	Havsöring.....	16
3.6.1	Artbeskrivning	16
3.6.2	Problembeskrivning	17
3.7	Sik.....	18
3.7.1	Artbeskrivning	18
3.7.2	Problembeskrivning	19
3.8	Flodnejonöga	19
3.8.1	Artbeskrivning	19
3.8.2	Problembeskrivning	19
3.9	Äl.....	20
3.9.1	Artbeskrivning	20
3.9.2	Problembeskrivning	21
4	METODIK.....	22
4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	22
4.2	Ekologiska effekter och verksamhetspåverkan	23
4.2.1	Ekologisk effekt.....	23
4.2.2	Verksamhetspåverkan	25
4.2.3	Konsekvensanalys.....	27
5	LULEÄLVEN	27
5.1	Lax och havsöring.....	28
5.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	28
5.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	30
5.1.3	Verksamhetspåverkan	33
5.2	Sik.....	35
5.2.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	35
5.2.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	35
5.2.3	Verksamhetspåverkan	36
5.3	Flodnejonöga	36
5.3.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	36
5.3.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	36
5.3.3	Verksamhetspåverkan	37
5.4	Äl.....	37
5.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	37
5.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	37
5.4.3	Verksamhetspåverkan	37
5.5	Konsekvensanalys.....	37
5.5.1	Lax och havsöring.....	37

	5.5.2	Sik.....	38
	5.5.3	Flodnejonöga.....	38
	5.5.4	Ål.....	38
6		UMEÄLVEN.....	38
	6.1	Lax och havsöring.....	39
	6.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	39
	6.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	42
	6.1.3	Verksamhetspåverkan.....	42
	6.2	Sik.....	43
	6.2.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	43
	6.2.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	44
	6.2.3	Verksamhetspåverkan.....	44
	6.3	Flodnejonöga.....	44
	6.3.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	44
	6.3.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	44
	6.3.3	Verksamhetspåverkan.....	44
	6.4	Ål.....	45
	6.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	45
	6.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	45
	6.4.3	Verksamhetspåverkan.....	45
	6.5	Konsekvensanalys.....	45
	6.5.1	Lax och havsöring.....	45
	6.5.2	Sik.....	46
	6.5.3	Flodnejonöga.....	46
	6.5.4	Ål.....	46
7		ÅNGERMANÄLVEN.....	47
	7.1	Lax och havsöring.....	47
	7.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	47
	7.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	49
	7.1.3	Verksamhetspåverkan.....	50
	7.2	Sik.....	51
	7.2.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	51
	7.2.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	51
	7.2.3	Verksamhetspåverkan.....	51
	7.3	Flodnejonöga.....	51
	7.3.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	51
	7.3.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	51
	7.3.3	Verksamhetspåverkan.....	52
	7.4	Ål.....	52
	7.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	52
	7.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	52
	7.4.3	Verksamhetspåverkan.....	52
	7.5	Konsekvensanalys.....	52
	7.5.1	Lax och havsöring.....	52
	7.5.2	Sik.....	53
	7.5.3	Flodnejonöga.....	53
	7.5.4	Ål.....	53
8		INDALSÄLVEN.....	53
	8.1	Lax och havsöring.....	53
	8.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	53
	8.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	55
	8.1.3	Verksamhetspåverkan.....	55

8.2	Sik.....	56
8.2.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	56
8.2.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	56
8.2.3	Verksamhetspåverkan	56
8.3	Flodnejonöga	56
8.3.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	56
8.3.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	57
8.3.3	Verksamhetspåverkan	57
8.4	Ål.....	57
8.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	57
8.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	57
8.4.3	Verksamhetspåverkan	57
8.5	Konsekvensanalys.....	58
8.5.1	Lax och havsöring.....	58
8.5.2	Sik.....	58
8.5.3	Flodnejonöga	58
8.5.4	Ål.....	58
9	DALÄLVEN	58
9.1	Lax och havsöring.....	59
9.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	59
9.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	60
9.1.3	Verksamhetspåverkan	62
9.2	Sik.....	62
9.2.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	62
9.2.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	62
9.2.3	Verksamhetspåverkan	63
9.3	Flodnejonöga	63
9.3.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	63
9.3.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	63
9.3.3	Verksamhetspåverkan	63
9.4	Ål.....	63
9.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	63
9.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	64
9.4.3	Verksamhetspåverkan	64
9.5	Konsekvensanalys.....	64
9.5.1	Lax och havsöring.....	64
9.5.2	Sik.....	65
9.5.3	Flodnejonöga	65
9.5.4	Ål.....	65
10	GÖTA ÄLV	65
10.1	Lax och havsöring.....	65
10.1.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	65
10.1.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	67
10.1.3	Verksamhetspåverkan	67
10.2	Sik.....	67
10.3	Flodnejonöga	68
10.4	Ål.....	68
10.4.1	Naturlig och nuvarande förekomst.....	68
10.4.2	Ekologisk effekt av åtgärder.....	68
10.4.3	Verksamhetspåverkan	69
10.5	Konsekvensanalys.....	69
10.5.1	Lax och havsöring.....	69

10.5.2	Sik.....	69
10.5.3	Flodnejönöga.....	69
10.5.4	Äl.....	69
11	FORSKNING OCH UTVECKLINGSVERKSAMHET.....	69
11.1	Äl.....	70
11.2	Flodnejönöga.....	70
12	SLUTSATSER OCH KOMMENTARER.....	71
13	REFERENSER.....	72

BILAGOR:

Bilagor 1-5

1 INLEDNING

Kraftverksutbyggnaderna av vattendrag i Sverige har medfört att vandringsmöjligheterna för fiskarter som fortplantar sig i sötvatten men också lever i brackvatten eller saltvatten, *anadroma* arter, har påverkats kraftigt. Välkänt är att många lek- och uppväxtområden för lax och havsöring påverkats genom indämning av strömsträckor och vandringshinder i form av kraftverksdammar. Men även vandringsmöjligheterna för arter som ål och flodnejonöga har påverkats. Dessa arter finns medtagna på ArtDatabankens rödlista för hotade arter. I samband genomförande av EU:s ramdirektiv för vatten, nationella miljökvalitetsmål och enskilda omprövningar diskuteras möjligheterna att genom anläggning av fiskvägar vid kraftverksdammar återskapa upp- och nedvandringsmöjligheter för ett flertal fiskarter. Det finns också tankar att genom återskapa vandringsmöjligheter samt lek- och uppväxtområden för lax och havsöring ersätta en del av de kompensationsåtgärder som görs av dessa arter. Att utföra dessa åtgärder skulle bli kostsamt eftersom det till exempel innebär anläggning av fiskvägar, vattentappningar i fiskvägar, avledningsanordningar för utvandrande fisk och minimitappningar samt biotopvårdsåtgärder på torrsträckor. Men frågan är vad återskapande av vandringsmöjligheter för anadroma fiskarter skulle kunna ge i form av produktion och biologisk mångfald? Detta ska ställas emot de kostnader som kommer att uppkomma i fråga om verksamhetspåverkan för Vattenfall. En analys av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan är viktigt att ha dels som underlag för att värdera frivilliga åtaganden och för att bemöta myndighetskrav som bedöms orimliga.

Arbetet omfattar flera delområden: a) naturlig och nuvarande förekomst av anadroma fiskarter samt b) bedömning av ekologiska effekter samt verksamhetspåverkan för återskapande av vandringsmöjligheter. Endast avrinningsområden där Vattenfall har storskalig vattenkraftproduktion och där anläggningen utgör ett upp- eller nedvandringshinder för anadrom fisk ingår i projektet. I huvudavrinningsområden där Vattenfall inte äger vattenkraftanläggningar inom hela det område som var tillgängligt för vandringsfisk innan kraftverksutbyggnaderna görs analyser upptill närmast ovanliggande kraftverksdam. Eftersom Vattenfalls småskaliga vattenkraftanläggningar inte utgör några totala vandringshinder för anadrom fisk ingår dessa avrinningsområden inte i projektet.

2 FISKVÄGAR I ETT HISTORISKT PERSPEKTIV

Att anlägga fiskvägar är inget sentida påfund. Den första större fiskvägen i Europa byggdes i mitten av 1800-talet på Irland. I Sverige är den första större fiskvägsbyggnaden som omnämns ifrån slutet av 1800-talet i samband med dammbyggnaden vid Domnarvet år 1878. Det finns dock exempel på fiskvandringståtgärder av ännu tidigare datum även från Sverige. Byamännen vid Fällforsen i Byskeälven som fiskat lax i Fällforsen sedan 1500-talet anlade 1844 det första fasta fisket i forsen som också kom att bli en fiskväg (Larsson 1995a). Schmidt (1922) och Sandell et al. (1994) beskriver fiskvägar som anlagts vid vattenkraftmagasin i ett dussintal svenska älvar och åar. I samband med vattenkraftutbyggnad har olika former av fiskvandringståtgärder tidigt ingått som naturlig åtgärd för att motverka reproduktionsskador på lekvandrande fisk, både i form av laxtrappor eller genom tinfisken där laxen fångades och sedan transporterades förbi dammen och återsattes längre uppströms. För uppvandrande ålungar anlades också tidigt ålyngeledare vid många av de nya dammar som utbyggnaden av vattenkraften medförde (Figur 1).



Figur 1 Fiskväg för lax och öring samt ålyngelledare vid Jonsereds kraftstation i Säveån.

3 ART- OCH PROBLEMBESKRIVNING

Ett urval av anadroma fiskarter har gjorts för att analysera ekologiska effekter och verksamhetspåverkan av att återskapa fiskvandringvägar. Två urvalskriterier har använts för att begränsa antalet fiskarter. För det första ska vattenkraftutbyggnaderna ha haft en betydande inverkan på förekomsten av arten i det aktuella vattendraget. Den naturliga och nuvarande förekomsten av arten ska också vara någorlunda känd. Dessa kriterier har medfört att urvalet av fiskarter begränsats till lax, havsöring, sik, ål och flodnejonöga. Vandringfiskutredningen utgör en viktig bakgrundsbeskrivning kring vattenkraftutbyggnad och kompensationsåtgärder för lax och havsöring.

Som ett underlag till konsekvensanalyserna för respektive älv och art ges också generella beskrivningar av utvandring förlusterna när fisk passerar genom kraftverksturbiner, liksom de ökade risker för spridning av fisksjukdomar som nya fiskvandringvägar från havet innebär. Slutligen beskrivs översiktligt också förutsättningarna att återskapa vandringfiskbestånd i biflöden till reglerade älvar.

3.1 Vandringsfiskutredningen

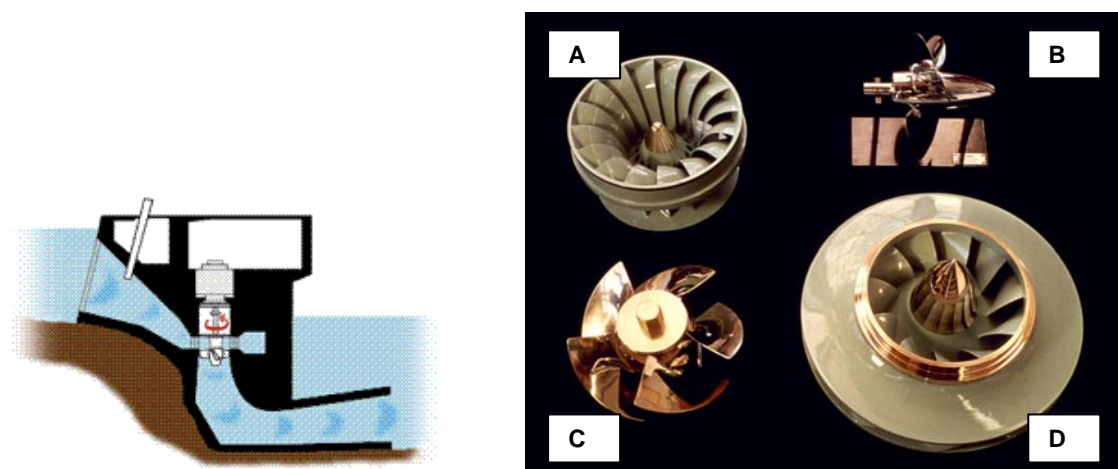
Montén (1988) konstaterade att av de betydelsefulla laxälvarna norr om Dalälven var det så sent som på 1940-talet endast Umeälven (Norrfors kraftverk) som hade någon kraftstation i sitt nedre lopp. Under denna tid hade emellertid kraftintressenterna börjat planera för utbyggnad av de laxförande nedre delarna av älvarna. Först på utbyggnadsprogrammet stod Indalsälven med fyra kraftverk där Bergeforsen var det nedersta kraftverket. Eftersom det var högst sannolikt att en sådan utbyggnad i vattenlagens mening skulle anses vara till väsentligt förfång för fiskerinäring av betydelse och att ingreppet därmed skulle förklaras otillåtet var det nödvändigt att finna *ett annat sätt att upprätthålla laxbeståndet och fisket vid kusten och havet*. För att lösa frågan om hur laxens naturliga reproduktionsmöjligheter skulle kunna ersättas tillsattes vandringsfiskutredningen år 1946. I sitt betänkande år 1951 tas under rubriken, "kompensationsåtgärder för laxbeståndens bevarande", upp fyra åtgärder nämligen:

1. *Uppvandrande lax i en laxförande älv leds eller upptransporteras till lämpliga områden som laxen utestängts ifrån genom dammbyggnader eller naturliga hinder.* Åtgärden skulle gälla så länge älven innehöll outbyggda strömsträckor. Fiskeristyrelsen hade vid diskussionerna med kraftindustrin påtalat vikten av att bestämmelserna för kompensationsåtgärderna (fisksättningar, fisktrappor, upptransport etc.) inte skulle låsas fast vid de förutsättningar som gällde vid tillkomsten av en viss kraftstation. Man ville ha möjlighet att ompröva bestämmelserna om förutsättningarna ändrades vid tillkomsten av nya kraftstationer.
2. *Lekmogna laxar sätts ut i icke laxförande vatten.* Enligt Montén (1988) nämns Kävlingeån som ett exempel.
3. *På artificiell väg kläckt yngel eller odlade ungar sätts ut i åar och älvar för vidareutveckling till smolt i dessa.*
4. *Uppfödning av lax till större ungar, helst utvandringsfärdig smolt, som sätts ut i älvmyningen eller vid kusten.*

I takt med att utbyggnaden av vattenkraften fortsatte försvårades de biologiska förutsättningarna att upprätthålla naturliga bestånd av främst lax och havsöring genom fiskvandringens åtgärder enligt punkt 1. Vid en genomgång av åtgärderna under punkt 1-3 kom utredarna fram till att dessa åtgärder inte skulle vara tillräckliga för att kompensera de skadeverkningar som en fullskalig utbyggnad förväntades medföra. I stället ansåg Vandringsfiskutredningen att det förr eller senare skulle vara nödvändigt att tillgripa den fjärde punkten - smoltodling.

Nödvändigheten av en effektiv smoltodling aktualiserades ytterligare i samband med utbyggnadsplanerna av de laxförande delarna i Luleälven på 1950-talet. Luleälven var vid sidan av Torneälven landets rikaste laxälv. Man kunde därför räkna med skärpa krav från fiskeintressets sida. Av Montén (1988) framgår också att vattenrättsdomaren Löving i enlighet med älvplanens betraktelsesätt ansåg att alla som med laglig rätt fiskade svensk Luleälvslox också var ersättningsberättigade, alltså även en Blekingefiskare som fångade en och annan Luleälvslox på internationellt vatten. Den enda återstående möjligheten vid en fullständig utbyggnad var således att kompensera reproduktionsskadan genom odling och utsättning av smolt.

3.2 Fisk och turbiner



Figur 2 Principskiss av kraftstation samt fyra olika turbintyper. (A) Francisturbin, (B) Propellerturbin, (C) Löphjul till Kaplanturbin, (D) Francisturbin för höga fallhöjder. (efter <http://hem.passagen.se/kts/vkraft/funktion/turbfunk.htm?k>, Vattenfall 2008)

Frågan om vad som händer med den fisk som passerar genom turbinerna är i stort sett lika gammal som vattenkraftutbyggnaden. Montén (1985) har i boken *Fisk och turbiner* sammanställt erfarenheter, i huvudsak från försök vid anläggningar i Sverige under perioden 1952-1971, men också med en resumé av tidigare svenska undersökningar, liksom en del amerikanska försök under 1960-talet. I första hand har undersökningarna avsett utvandrande lax- och havsöringssmolt samt ål. Efter 1972 upphörde i stort sett denna typ av undersökningar då frågan om smoltens passage genom kraftverksturbiner blev mer eller mindre inaktuell sedan de relativt fåtaliga kvarvarande laxälvarna skyddades från kraftverksutbyggnad, samtidigt som de utbyggda älvarnas laxbestånd kompenseras genom odling och utsättning av smolt. Figur 2 visar en principskiss av en vattenkraftstation och olika turbintyper.

Under senare år har den begränsade forskning i Sverige som bedrivits kring turbindödlighet främst varit inriktad på utvandrande vuxna ålar. Både i Sverige och internationellt pågår forskning inriktad på olika typer av avledningsanordningar. Internationellt finns viss forskning kring "fiskvänliga turbiner". En del av de erfarenheter som Montén (1985) redovisat återges i detta avsnitt. I vilken utsträckning fisk skadas i kraftverksturbiner är en synnerligen komplex fråga som beror på en mängd olika faktorer, både biologiska och tekniska. Dels varierar fiskdödligheten mellan olika turbintyper och storleken på dessa. I Vattenfalls EPD® rapport *Vattenkraft teknik och miljö* (Vattenfall 2008) beskrivs tre huvudtyper av turbiner (Tabell 1).

Tabell 1 Dominerande turbintyper för vattenkraft.

Turbin	Typ	Storleksområde	Fallhöjd
Kaplan	Övertrycksturbin, axial	0-200 MW	10-80 meter
Francis	Övertrycksturbin, radial/diagonal	0-700 MW	15-700 meter
Pelton	Frifråleturbin	0-500 MW	>100 meter

Få om ens några fiskar torde exempelvis kunna passera levande genom en Peltonturbin som är en frifråleturbin vilken används vid mycket höga fallhöjder (300-2000 m). Förutom att det inkommande vattnet står under ett mycket högt tryck när det leds in mot turbinen har också det utströmmande vattnet en extremt hög hastighet när strålen via ett munstycke, träffar den skovel som råkar befinna sig i dess väg. Redan munstyckets ringa diameter utesluter i princip att fisk kan passera oskadda. Därtill kommer att även många fiskar som ändå skulle kunna passera kommer att tudelas av den egg som delar strålen mellan skovelns två halvor. Peltonturbiner förekommer inte i Sverige.

De i Sverige vanligaste turbintyperna är i stället Francis- och Kaplan turbiner, där Kaplan turbiner alltmer trängt undan Francisturbiner vid låga fallhöjder ofta med så kallade Rörturbiner (Kaplan turbiner med horisontellt liggande axel). Dessa turbintyper är s.k. reaktionsturbiner (övertrycksturbiner), i vilka en mindre del av fallhöjden omsätts till hastighet medan resten utgör tryckenergi, som avges till löphjulet. Dessutom finns ytterligare några reaktionsturbiner som exempelvis Lawazech-turbinen och propellerturbiner (specialfall av Kaplan turbin) (Montén 1985). I småskaliga vattenkraftstationer används ofta Kaplan turbiner med fasta ledskenor s.k. Semikaplan turbiner (Vattenfall 2008).

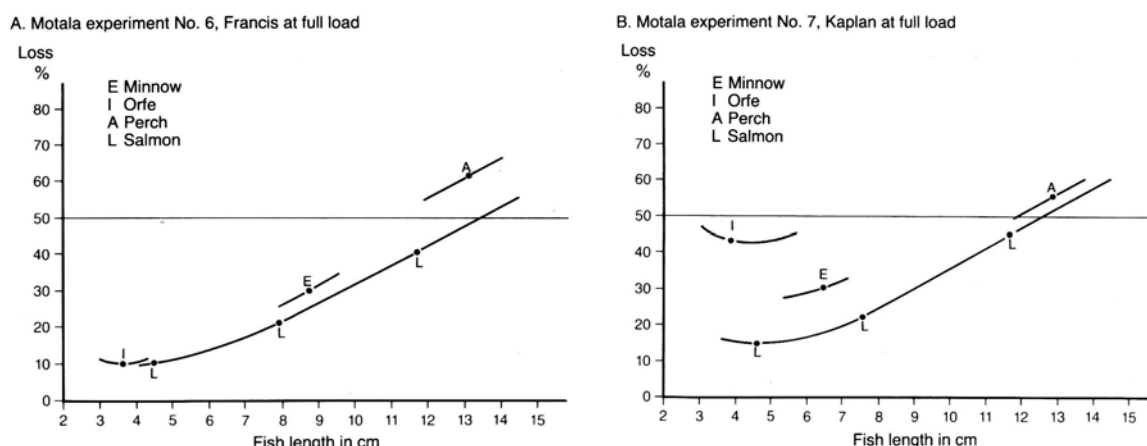
Monténs (1985) undersökningar är i huvudsak inriktade på Kaplan- och Francisturbiner. Inledningsvis beskrivs faktorer med hydrodynamisk anknytning som kan påverka fisken möjligheter att överleva passagen genom kraftstationen. Exempel på sådana faktorer är enligt Montén (1985):

- *Vattentrycket* – enligt alla försök som vid den här tiden gjordes i svenska och tyska kraftverk tål fiskar de tryckförändringar som uppkom utan att ta skada. I Sverige gjordes försök ibland annat i Krångede (57 m fallhöjd) och Gränna (108 m fallhöjd).
- *Vattnets absoluta hastighet och strömriktning* – Vattnets hastighet i intags- och avloppskanaler överstiger sällan ett par meter per sekund, vilket i sig inte är något problem för en fisk. Problemet uppkommer först om fingrindar är installerade. Redan vattenhastigheter över 1,5 m/s kommer förr eller senare att vara tillräckligt för att fisk inte skall kunna lösgöra sig från gallret. Under passagen genom själva turbinen utsätts fisken momentant för betydligt större och snabbare ändringar av vattnets tryck och hastighet än vad som förekommer under normala förhållanden. Vid hastigheter mellan 5-6 m/s börjar fisken få svårt att medvetet undvika hinder (delvis beroende på rådande mörker). Som exempel kan nämnas att vattenhastigheten vid ledskovlarnas uppströmskanter uppmättes till ca 8 m/s i Stornorrfor.
- *Turbulens* – Montén (1985) pekar på att förlusterna generellt är lägst vid bästa verkningsgrad eftersom det då råder lugna och relativt turbulensfria strömningsförhållanden även om vattenhastigheten är hög. Ökas eller minskas belastningen så att verkningsgraden påtagligt försämras uppstår alltid en oönskad turbulens. Denna påverkar små och ömtåliga fiskar (exempelvis fiskyngel) i högre grad än stora fiskar.

- *Vattnets levande kraft* – En passerande fisk påverkas inte av omgivningen så länge den passivt följer med strömmen, men så fort den kolliderar med en skovelkant och hindras följa med strömmen blir den utsatt för vattnets levande kraft som verkar oupphörligt. Både effekten av kollisionen och den levande kraften ökar med kvadraten av hastigheten. Normalt beror förlusterna till väsentlig del på kollisioner mellan fisk och löpskovelhjul. Generellt gäller att kollisionsrisken ökar ju större fisken är i förhållande till bredden av öppningarna mellan skovlarna.
- *Centrifugalkraften* – Eftersom skillnaden mellan den specifika vikten hos vattnet och en svävande fisk är förhållandevis liten blir inverkan av centrifugalkraften obetydlig så länge det är en i vattnet svävande fisk. I det roterande löphjulet verkar däremot centrifugalkraften så mycket starkare. En fisk som kolliderar med kanten av en löphjulsskovel och pressas mot denna av vattenströmmen blir i samma ögonblick den börjar följa med i rotationen utsatt för centrifugalkraften. Enligt Montén (1985) är centrifugalkraften i en Francisturbin i huvudsak riktad mot vattnets relativa strömriktning vilket möjligen kan tänkas minska friktionen mellan fisken och skovelkanten. I en Kaplanturbin däremot är skovelbladens kanter riktade i samma riktning som centrifugalkraften verkar. Centrifugalkraften kan därför med full styrka skjuta fisken ut med skoveleggen, vilket kan ge en skärande effekt.

I Motalaförsöken i början på 1950-talet studerades hur fiskar av olika storlek, ålder och art påverkades i en Francis- respektive Kaplanturbin vid normalt varvtal och fullt pådrag (full last). Skillnaderna var som framgår av Figur 3 förhållandevis små mellan de två turbin typerna. Förlustprocenten ökade tämligen rätlinjigt för fisk från en längd på 5-6 cm. Däremot minskade den inte ner mot noll om fisken var mindre, istället ökade den vilket förklaras av att de små och samtidigt unga stadierna utmattas eller skadas av turbulens. Försöken visade också att laxungar (L) hade en större tålighet än de andra arterna (abborre (A), elritsa (E), och guldids (I)). Laxungarnas större tålighet förklarades med deras böjlighet, glatta hud och större anpassning till strömmar och forsar. Det fanns dessutom en markant skillnad i skadornas utseende. I Kaplanturbinen blev 36 % av de skadade laxungarna avhuggna i två delar mot endast 1,6 % i Francisturbinen. Däremot var andelen lindrigt skadade betydligt fler i Francisturbinen (62 %) än i Kaplanturbinen (18 %).

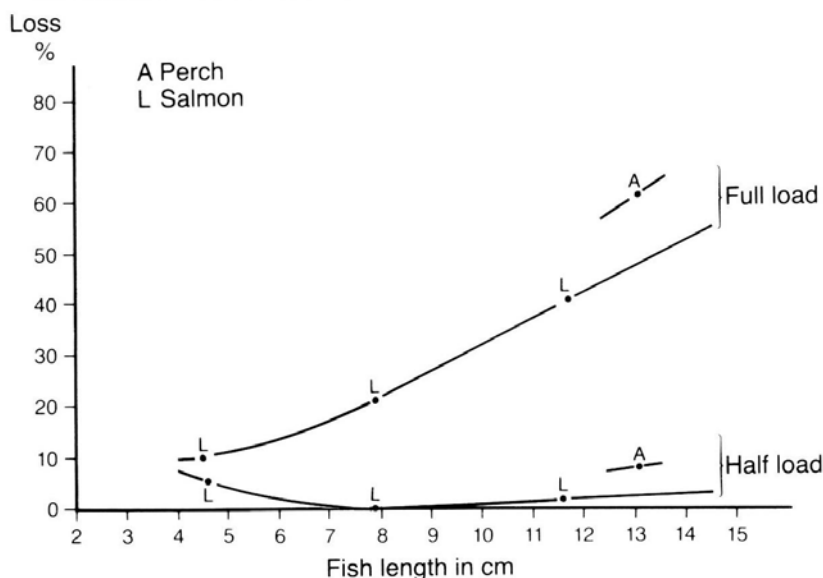
Skadeprocenten kan således vara lägre i en Francisturbin än i en för samma fallhöjd och vattenflöde konstruerad Kaplanturbin, trots att avståndet är betydligt mindre i Francisturbinen. Detta förklaras av Montén (1985) med att kollisionerna mellan fisk och turbinskovel skedde med mycket större kraft i Kaplanturbinen än i Francisturbinen.



Figur 3 Försök som visar sambandet mellan fiskars storlek och turbindödlighet samt skillnaden mellan Francis- och Kaplanturbiner vid full last (efter Montén 1985).

Relativhastigheten har stor betydelse för förlusterna av passerande fisk. I en Francisturbin, som ofta har låg relativhastighet vid normal last, kan den minskade lasten innebära, att anlagshastigheten sänks till en så låg nivå att fiskarna inte skadas av kollisionerna. Som framgår av Figur 4 minskade dödligheten hos 11-12 cm smolt från ca 40 % vid full last till endast någon enstaka procent för laxungar när turbinen kördes med halv last men vid samma varvtal (381 varv/min). Även här kan noteras att dödligheten vid halv last var störst hos de minsta fiskarna och hos abborre.

A. Motala experiment No. 6, Francis at full load
Motala experiment No. 8, Francis at half load



Figur 4 Fiskdödlighet i en Francisturbin vid full respektive halv last. Försök nr 6 och försök nr 8 i Motala.

På samma sätt gjordes jämförelser av olika varvtal mellan de två turbintyperna. En ökning av varvtalet från 345 varv/min till 450 varv/min ökade förlusterna i Francisturbinen från ca 10 % till ca 40 %. Även i Kaplanturbinen blev förlusterna av både laxungar och abborre betydligt större vid högre varvtal än vid normalt varvtal. Andra försök inriktades på att undersöka vilken betydelse bredden av den s.k. spalten mellan ledskovlar och löphjul har i en Francisturbin. Resultaten av dessa försök visade tämligen entydigt att förlusterna av de större fiskarna ökade när man utgick från en utökad spaltbredd och minskade denna till normal spaltbredd.

Monténs (1985) omfattande redovisning av de svenska försök som genomfördes fram till början av 1970-talet visar på behovet av detaljkunskaper om turbintyper och drifttekniska förhållanden för att fiskdödligheten skall kunna bedömas vid enskilda anläggningar. Studien visade också på stora skillnader i dödlighet för olika arter och storlek på fisken.

3.3 Spridning av fisksjukdomar

Anläggning av fiskvandringvägar vid kraftverksdammar innebär att vandringshinder för fisk tas bort. Återskapande av vandringvägar kan betyda att viss produktion av havsvandrande fisk går att återskapa förutsatt att det finns lek- och uppväxtområden uppströms kraftverksdammen. Men återskapande av vandringvägar innebär också en betydande risk för spridning av fisksjukdomar till vilda bestånd och kompensationsodlingar belägna i sötvattensom-

råden. Det beror på att sjukdomsläget är betydligt sämre i kustzonen än i inlandets sötvattensområden.

Sverige har för närvarande ett mycket gott fiskhälsoläge, vilket innebär en låg risk för sjukdomsutbrott hos såväl vild som odlad fisk. Förutom bestämmelserna i Fiskeriverkets föreskrifter finns ett starkt gränsskydd genom att landet av EU har beviljats så kallade tilläggs-garantier för sammanlagt fem allvarliga fisksjukdomar. Under 2004 beviljades sådana garantier för virussjukdomarna SVC (vårviremi hos karp) och IPN (infektiös pankreasnekros) både på kust och i inlandet samt bakteriesjukdomen BKD (bakteriell njursjuka) för inlandszonen. Sedan tidigare utgör Sverige godkänd zon för virussjukdomarna IHN (infektiös hematopoietisk nekros) och VHS (viral hemorragisk septikemi, med undantag för en kontrollzon på västkusten).

I Luleälven, Indalsälven och Dalälven utgör Vattenfalls kraftverk det första vandringshindret för havsvandrande fisk. I dessa älvar finns också kompensationsodlingar för fisk lokaliserade. Skapande av vandringsvägar måste vägas emot risken för att sprida allvarliga fisksjukdomar till dessa kompensationsodlingar och sötvattensområden. Öppnande av fiskvandringsvägar innebär risk för att tilläggsgarantierna från EU för ett antal fisksjukdomar kan komma att omprövas. Det skulle betyda mindre möjligheter att ställa stränga krav på hälsokontroll för import av fisk vilket skulle öka risken för överföring av smittsamma fisksjukdomar till vilda fiskbestånd.

3.4 Biflöden som resurs för att återskapa vandringsfiskbestånd

I de reglerade större vattendragen där Vattenfall äger vattenkraftanläggningar är ofta biflödena utbyggda för vattenkraft. Det finns påståenden om att anläggande av fiskvandringsvägar i huvudälvarna skulle kunna möjliggöra återetablering av havsvandrande bestånd av till exempel havsöring i utbyggda biflöden. Några sådana försök är dock inte kända. Det är därför inte sannolikt att det skulle gå att återskapa vandrande bestånd av till exempel havsöring i biflöden där de har försvunnit eftersom de genetiska egenskaperna för vandring saknas hos nuvarande öringbestånd. Det är inte heller sannolikt att utsättning av odlad havsöring i biflöden skulle kunna återskapa naturligt havsvandrande bestånd. Det beror på att utsatta fiskar måste konkurrera med vildfödda stationära öringar och eftersom konkurrensförmågan generellt är sämre för odlad fisk är risken stor att introduktioner misslyckas. Dessutom kan sådana åtgärder ifrågasättas ur ett bevarandeperspektiv. Är det vettigt att försöka återintroducera havsvandrande fiskbestånd där det numera finns lokalt anpassade stationära populationer?

3.5 Lax

3.5.1 Artbeskrivning

Laxen är en utpräglad vandringsfisk. Den förekommer i vissa vattendrag samt i alla Sveriges omgivande hav. I maj månad börjar de stora laxarna komma från havet in till kusterna. Uppsteget i älvarna pågår sedan från våren och sommaren in en bra bit under hösten (Figur 5). Leken sker sedan i strömmande vatten under perioden september-november över grus och stenbottnar på 0,5-3 meters djup. Honan gräver 10-30 cm djupa lekgropar på platser med sten och grusbottnar som den befruktade rommen läggs i. Lekgroparna täcks sedan av det uppvirvlande materialet från efterföljande grop. Äggläggningen kan pågå under ett par veckor.

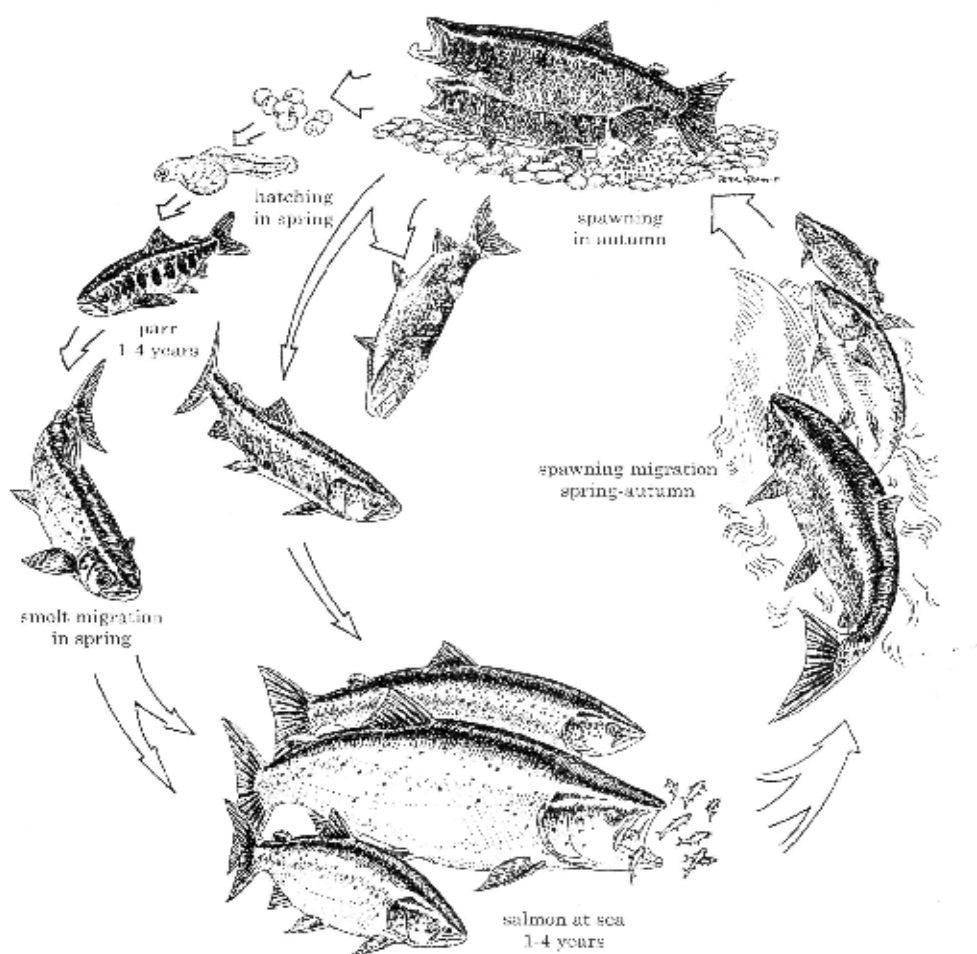
Mängden rom både hos lax och hos öring varierar helt naturligt med storleken på fisken, men även storleken på rommen varierar beroende på honans längd (Järvi 1997). Uppgifterna om äggantal varierar något. Nordqvist (1922) beräknade redan på 1920-talet antalet laxrom till 1000-1500 per kg fiskvikt eller ca 5000 nybefruktade laxägg per liter. Liknande uppgifter återfinns i Svenskt Fiskelexikon (Rosén 1956) där det uppges att en laxhona på 10 kg lägger 8-10 000 romkorn. Andersons (1998a) beräkning av den ursprungliga produktionen på Umeälven byggde på förutsättningen att en laxhona normalt producerar 1200-1300 romkorn per kilo fiskvikt, vilket vid senare beräkningar senare reviderades till 1100 romkorn/kg fiskvikt (Anderson 1998b). Karlström (1988) uppger för sina prognoser av beståndsutvecklingen i Östersjön ett äggantal av ca 1000 romkorn/kg. Muus och Dahlström (1981) uppger ett högre tal, nämligen att det går 5000-7000 romkorn på 1 liter motsvarande omkring 2000 romkorn per kg för lax och ca 1500 romkorn/kg fiskvikt för havsöring. I denna rapport, där romproduktion använts för beräkning av smoltproduktion och/eller lekbeståndets storlek (antal lekande honor), har som utgångsvärde använts 1100 romkorn/kg fiskvikt.

För att bedöma förutsättningarna för en naturlig reproduktion i olika vattendrag krävs kännedom om fiskens reproduktionsstrategi och romproduktion, liksom om överlevnaden från rom till utvandrande smolt. Laxen som är en storvuxen fisk lägger jämförelsevis väldigt få ägg. En jämförelse kan exempelvis göras med torsk som lägger mellan 500 000-5 miljoner ägg som avges fritt i vattnet (Muus och Dahlström 1985). Genom att rommen grävs ner skyddas rommen bättre än hos arter där rommen läggs direkt i vattnet eller på botten.

Kläckningen sker under efterföljande vår. Efter att ha kläckts stannar laxungarna kvar i älvarna under 1-5 år innan de vandrar ut som smolt. Av Montén (1988) framgår att laxungar företrädesvis finns på biotoper med högre vattenhastighet än öring. Karlström (1977) uppger att laxungar (parr) aldrig förekommer på områden där vattenhastigheten understiger 0,1 m/s och att de sällan förekommer på områden med vattenhastigheter kring 0,5 m/s, medan de däremot ofta förekommer på områden där vattenhastigheterna är över 0,5 m/s.

I nordliga älvar stannar ungarna längre än i sydliga älvar. Smoltutvandringen sker under våren. Den utvandrande laxen från ost- och sydkustälvarna stannar kvar i Östersjön medan västkustälvarnas lax vandrar ut i Atlanten. Efter 1-4 år i havet återvänder laxen till sin hemälv för lek.

Östersjöbeståndet av lax består både av vilda och odlade laxar. Vildlaxproduktionen i Östersjöområdet har beräknats till 1,6-1,7 miljoner smolt årligen och de utsättningar av odlad smolt som sker som kompensation för reproduktionsskador till följd av vattenkraftutbyggnaden har under samma period uppgått till ca 5 miljoner smolt årligen enligt Fiskeriverket (2008).

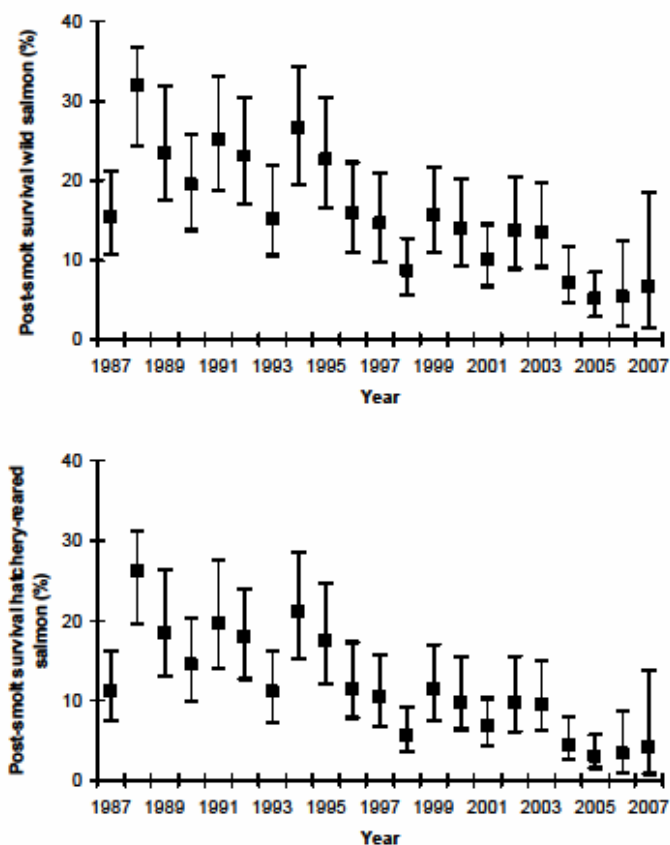


Figur 5 Östersjölaxens livscykel med olika livsstadier (IBSFC, HELCOM 1999 efter teckning av Peter Grahn).

Fisket till havs i egentliga Östersjön har minskat kraftigt sedan toppnoteringen 1989 då drygt 1000 ton fångades i havsfisket mot endast 176 ton år 2007. Från och med 2008 är dessutom allt drivgarnsfiske förbjudet i Östersjön. Enligt Fiskeriverket har även kustfisket i Bottenhavet och Bottenviken haft en kraftig nedgång. Fångsten år 1990 uppgick till sammanlagt 400 ton medan endast 140 ton fångades 2007, varav 100 ton i Bottenviken. Under 2007 fiskade Sverige endast upp 57 % av sin laxkvot.

3.5.2 Problembeskrivning

Vattenkraften har påverkat laxbestånden på flera olika sätt, vilket också varit utgångspunkten för att kompensera reproduktionsskadorna genom odling och utsättning av smolt. Till en början har laxens vandringsmöjligheter hindrats av dammbyggnationer. Än större påverkan har skett genom förlusten av lek- och uppväxtområden som antingen blivit indämda eller torrlagda. I den mån naturlig reproduktion fortfarande kan förekomma påverkas denna och av ökad dödlighet av smolt och utvandrande lekfisk vid passagen genom kraftverken i samband med utvandringen. Artsammansättning och näringsförhållanden i kraftverksmagasinen är också annorlunda än innan regleringen, med sämre födotillgång och ökad predation från exempelvis gädda.



Figur 6 Överlevnad av vild (övre diagram) och odlad postsmolt av lax (nedre diagram) (efter ICES 2008).

Den största hotbilden för Östersjöbeståndet av lax är enligt ICES (2008) den extremt låga överlevnaden bland yngre fiskar i havet. Denna överdödighet gäller både vilda och odlade bestånd (Figur 6). Visserligen kommer rimligen det stoppade drivgarnsfisket i Östersjön att medföra reducerade fångster där, men det anses oklart om detta är tillräckligt. En osäkerhetsfaktor i sammanhanget är också framtida utveckling av yngelsjukdomen M-74. Möjligheterna att hantera och förebygga M-74 dödlighet är betydligt större på de odlade bestånden än på de vilda.

I Kattegatt och Skagerrak utgör yrkesfisket inget problem. I Hallands län fångades i yrkesfisket mindre än 200 kg under år 2007, jämfört med 9 ton år 2001. Istället har sportfiskefångsterna ökat kraftigt. Statusen för Västkustens laxbestånd anses vara någorlunda tillfredsställande. Hotbilden utgörs främst av ökad dödlighet under havsfasen, anledningen anses vara klimatiska orsaker samt födobrist under den tidiga postsmoltfasen. Den för norska laxstammar förödande parasiten *Gyrodactylus salaris* förekommer också i flera vattendrag.

3.6 Havsöring

3.6.1 Artbeskrivning

Havsöringens (*Salmo trutta*) ekologi liknar till många delar laxens, den har också i stort sett samma utbredningsområde i älvarna som laxen. Vid bedömningen av reproduktionsskador

på lax till följd av vattenkraftutbyggnad har man också behandlat inverkan på havsöring parallellt med bedömningen av inverkan på lax. I flera älvar har utgångspunkten varit att beståndet av havsöring i flera av de reglerade större älvarna utgjort ca 10 % av det totala beståndet. Produktionen av vild smolt är dåligt känd men har uppskattats till 10-20 % av laxbeståndens (150 000-300 000 smolt).

Liksom för laxen sker leken under hösten. I mindre vattendrag sker uppvandringen strax före lek men enstaka långvandrande bestånd kan stiga redan året före lek. Enligt Degerman (2001) är lekplatserna grunt belägna (0,1-0,4 m), i måttligt strömmande vatten (0,2-0,4 m/s). Näslund (1992) anger att öring inte leker i vattenhastigheter under 0,15 m/s. Leksubstratet är relativt grovt, med en diameter av 20-70 mm.

Leken sker under perioden oktober – december, beroende på geografiskt område, tidigast i norr. Smoltutvandringen sker efter 1-4 år i rinnande vatten, längst i de norra delarna av landet. Havsfasen kan vara upp till 5 år innan den vandrar tillbaka för lek. En del hanar kan dock stanna i uppväxtvattendraget under hela eller större delen av sitt liv.

Havsöringens vandringar i havet är inte lika vidsträckta som laxens. Bestånden i Bottenhavet och Bottenviken är relativt stationära i kustområdena, medan flertalet bestånd i Östersjön beger sig till havs under uppväxttiden.

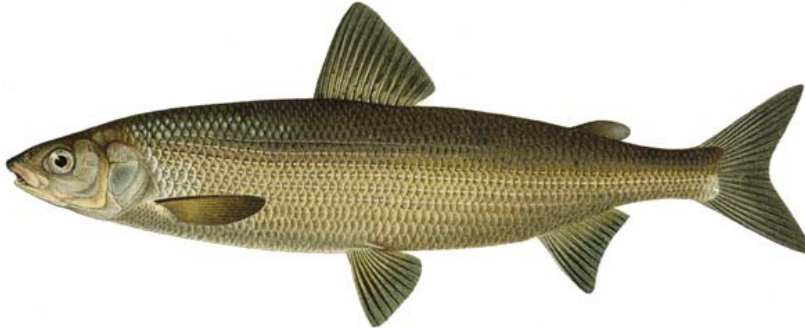
3.6.2 Problembeskrivning

Havsöring har påverkats av vattenkraftutbyggnaderna på samma sätt som laxen. Enligt Fiskeriverket (2008) är beståndsstansen synnerligen svag för bestånden i Bottenviken, som möjliga orsaker anges fiske, vandringshinder och dålig status i vattendragens biotoper. Elfiskedata tyder på att tätheterna i vattendrag som mynnar i Bottenviken är låga, omkring 10 ungar/100 m² i vattendrag vars avrinningsområde understiger 100 km² och mindre än 1 ungar/100 m² i större vattendrag. I Bottenhavets vattendrag bedöms bestånden vara svaga till ordinära. Både i Bottenvikens samt Bottenhavets större vattendrag finns en tendens till minskade tätheter då laxbestånden ökar.

I Östersjöns vattendrag och i vattendragen som mynnar på sydkusten är tätheterna ofta höga, ibland över 100 ungar/100 m² i vattendragen som mynnar på sydkusten, tätheterna tycks dock i allmänhet ha minskat under senare år. På västkusten anses beståndsstansen vara god, med medeltätheter på över 100 ungar/100 m² av uppväxande öringsungar i alla åldrar under perioden 1988-2003. Bidragande orsak anses vara den höjning av minimimått från 40 till 45 cm som genomfördes 2004 samt höjningen av den minsta tillåtna maskvidden vid nätfiske på grundområden.

3.7 Sik

3.7.1 Artbeskrivning



Figur 7 Sik (*Coregonus lavaretus*).

Sik (*Coregonus lavaretus*) har ett stort antal ekologiska former och genetiskt åtskilda bestånd vilka har olika födoval, tillväxthastighet, lekbeteende och yttre utseende (Figur 7). Översiktligt kan siken indelas i vandringsik, som vandrar till älvar för lek och stationär sik som leker i havet eller i insjöar.

I Bottenvikens havs- och kustområden finns i huvudsak två ursprungliga sikformer där den anadroma siken som vandrar från havet till älvarna för att leka i Sverige beskrivits som älv-sik (Anderson 1989b) och som i Finland (Himberg 1999) kallas vandringsik. Dessutom finns sikformer som lever hela sin livscykel antingen i havet eller i sötvatten och där den havslevande formen går under namnet sandsik eller (kustsik och havssik). I den fortsatta beskrivningen används endast termerna vandringsik och sandsik.

Den genomsnittliga storleken på vandrings-siken uppges vanligen vara 0,4-1,0 kg medan storleken på sandsiken vanligen inte överstiger 0,3 kg. Vandrings-siken vandrar till uppväxtområden i Bottenhavet/Bottenviken innan den efter 4-7 år återvänder till sin födelseälv för lek. När det gäller sandsiken är lek- och näringsvandring enligt Himberg (1999) begränsad. Leken sker strandnära då ynglet är beroende av grunda och näringsrika bottnar under sin första tid efter kläckning. Enligt Himberg (1999) korsar sig också de olika sikformerna med varandra och bildar en fertil avkomma.

Med utgångspunkt från påverkan av vattenkraftutbyggnad beskrivs fortsättningsvis endast vandrings-siken som vandrar från uppväxtområdena efter kusterna i havet upp till lek-områdena i älvarna. Under sommarhalvåret vandrar dessa sikar ut mot djupare kallare vatten. Vandrings-siken leker under hösten från september till december. Leken sker över sand eller grusbotten vid vattentemperaturer under 7° C. Äggen läggs fritt över botten vilket medför att äggen kan drift nedströms till dess de stannar i bottenhåligheter eller i lugnare vattenområden. När lekbeståndet är stort kan man tänka sig att endast någon eller några procent överlever fram till kläckning (Anderson 1989b).

Leken varar vanligen under ca 2 veckor och äggen kläcks efter 2-3 månader. Ynglens gulesäck konsumeras på 3-4 dagar (Muus och Dahlström 1981). Enligt Lindroth (1957) lägger en sikhona mellan 15 000-58 000 ägg per kg kroppsvikt. Anderson (1989b) uppger utan hänvisning till källa att romantalet uppgår till ca 20 000 romkorn per kg kroppsvikt.

3.7.2 Problembeskrivning

I Fiskeriverket (2008) konstateras att tillståndet för sik är svårbedömt, det gäller framför allt Bottniska viken där huvuddelen av fisket sker. Kontinuerligt minskade fångster inom yrkesfisket antyder att bestånden minskar. Det konstateras vidare att fisket efter sik kraftigt försvåras av störningar från säl, vilket gör trenderna för yrkesfiskets landningar och redskapsanvändning svårbedömda.

I reglerade vattendrag har reproduktion av vandringsiksik, som har en sämre förmåga att forcera forsar än lax och havsöring, ursprungligen begränsats till de nedre delarna av älvarna. Även om bestånden av vandringsik påverkats av vattenkraftutbyggnaden återstår ändå i vissa fall en tämligen betydande naturlig reproduktion även efter utbyggnaden av vattenkraften. Inte i någon älv har de ursprungliga vandringsikbestånden heller ansetts vara totalskadade.

3.8 Flodnejonöga

3.8.1 Artbeskrivning

Flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*) har larvstadium, omvandlingsstadium och vuxenstadium (Figur 8). Den käklösa munnen omges av en sugkoppslikande platta med horntänder. Tänderna används tillsammans med tungan för att raspa hål i bytet. I Sverige finns arten längs kusterna samt i Mälaren, Vänern och Vättern. De största förekomsterna finns i Bottenhavet och Bottenviken. Fram till mitten av 1900-talet fiskades lekvandrande flodnejonöga kommersiellt i de flesta älvar i Norrland.

Lekvandringen från kust eller till rinnande vatten börjar i augusti och kulminerar under september-oktober. Leken sker vanligtvis från slutet av april till början av juni. Lekbiotoperna är de samma som för öring d.v.s. strömmande vatten med grus- och stenbottnar. Flodnejonögat dör en kort tid efter leken. Rommen kläcks inom en månad och larverna gräver sig ned i bottensubstratet i områden med lugnvatten där de lever i cirka fem år. Vid omkring 8-12 cm längd sker metamorfosen och utvandringen till havet. Havsfasen varar förmodligen i 2-3 år (ArtDatabanken 2005).



Figur 8 Flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*).

3.8.2 Problembeskrivning

I och med att de större norrlandsälvarna byggdes ut för vattenkraft försvann stora arealer av lek- och uppväxtområden genom att strömmande vatten försvann och vandringshinder skapades i form av kraftverksdammar. Utbyggnaden av vattenkraftkraften anses vara hu-

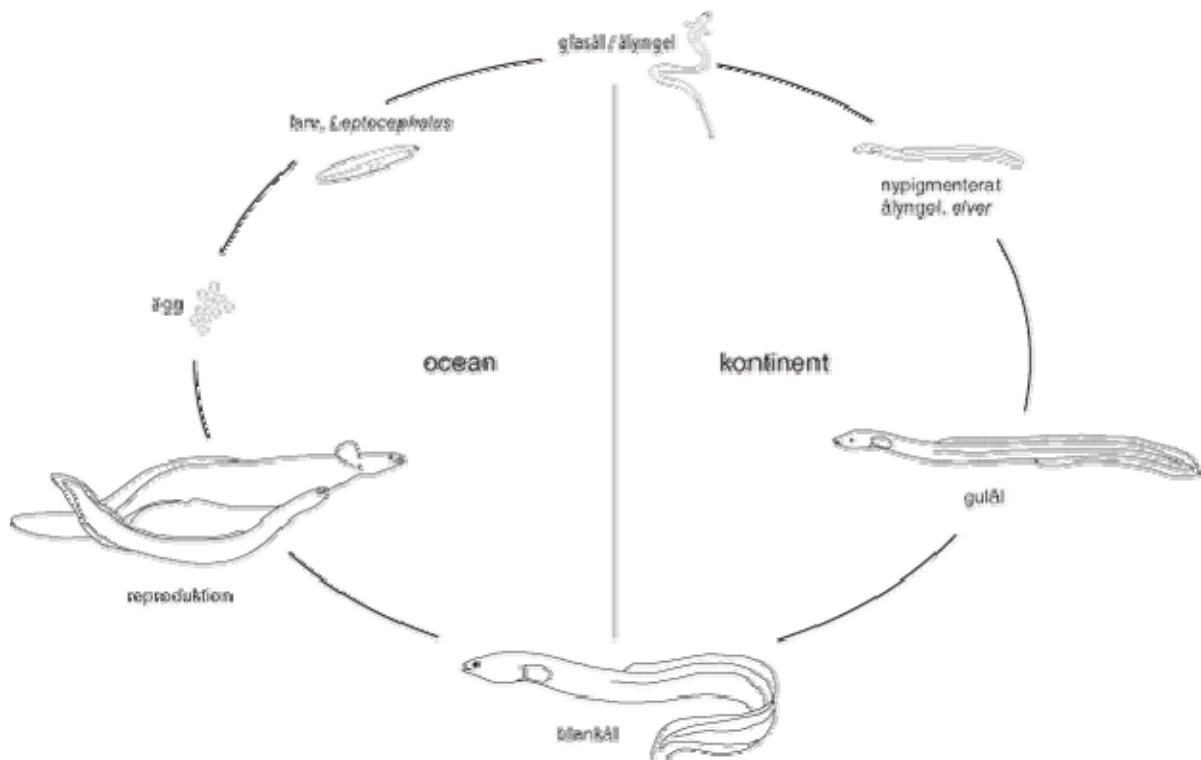
vudorsaken till artens tillbakagång i Sverige. Men eftersom nejonögelarver har visat sig kunna ackumulera många klororganiska föreningar kan det också vara en orsak till en del av beståndsminskningarna. Flodnejonögat är betecknad som missgynnat, vilket är den lägsta hotkategorin, i ArtDatabankens rödlistning av arter i Sverige (ArtDatabanken 2005).

3.9 Ål

3.9.1 Artbeskrivning

Den europeiska ålen (*Anguilla anguilla*) är en av flera arter i släktet. Släktet förekommer i Atlanten, Indiska oceanen och västra delen av Stilla havet. Alla arterna har en likartad livscykel. De leker i salt vatten men lever större delen av sitt liv i söt- eller brackvattenmiljöer. Ålen är ett utpräglat nattdjur vars aktiviteter i stor utsträckning bestäms både av dagsljusets längd samt månens faser. Arten har varit utbredd över hela Sverige utom i fjällregionen och vissa sjöar på sydsvenska höglandet (Fiskeriverket 2004a).

Ålen har en komplicerad livscykel (Figur 9). Det antas att den europeiska ålen leker i Sargassohavet eftersom det har fångats nykläckta ålyngel inom ett ganska begränsat område i de östra delarna av detta område. Efter kläckningen förvandlas ynglen successivt till den genomskinliga bladform som kallas *Leptocephalus*-larver och dessa driver med ytströmarna mot Europa. När de efter 1–3 år närmar sig kontinenten, delar strömmen sig i flera grenar och ynglen sprids in i Medelhavet, Biscayabukten, Engelska kanalen och Nordsjön. Samtidigt börjar ynglen ändra utseende till trådsmala och genomskinliga glasålar. De är nu cirka 75 mm långa och väger ungefär 0,3 gram. När vattnet värms upp under våren och ynglen vandrat upp i flodmynningarna eller fortsatt längs kusterna blir de alltmer pigmenterade. Under den långa tillväxtperioden som antingen tillbringas i sötvatten eller längs kusterna kallas de gulål. Tillväxthastighet och kön avgör hur länge de är gulål. I Östersjön är ålarna ofta 20 år innan de är lekmogna. Om ål förhindras att vandra ut i havet kan den i sötvatten nå mycket höga åldrar, 50 – 60 år. Hanarna blir sällan längre än 40 – 45 cm, medan honorna ofta blir dubbelt så långa. I svenska vatten är andelen honor mycket hög, upp till 90-95 %. Inför den långa vandringen tillbaka till Sargassohavet genomgår ålen en sista förvandling till blankål. Den ca 7000 km långa vandringen tar omkring ett halvår och sker delvis på flera hundra meters djup. Ålen intar inte föda under vandringen utan använder de energireserver som den tidigare byggt upp. Hela buken på blankålen fylls av mjölke eller rom på bekostnad av matsmältningsorganen. Ålen dör efter leken (Fiskeriverket 2004a).

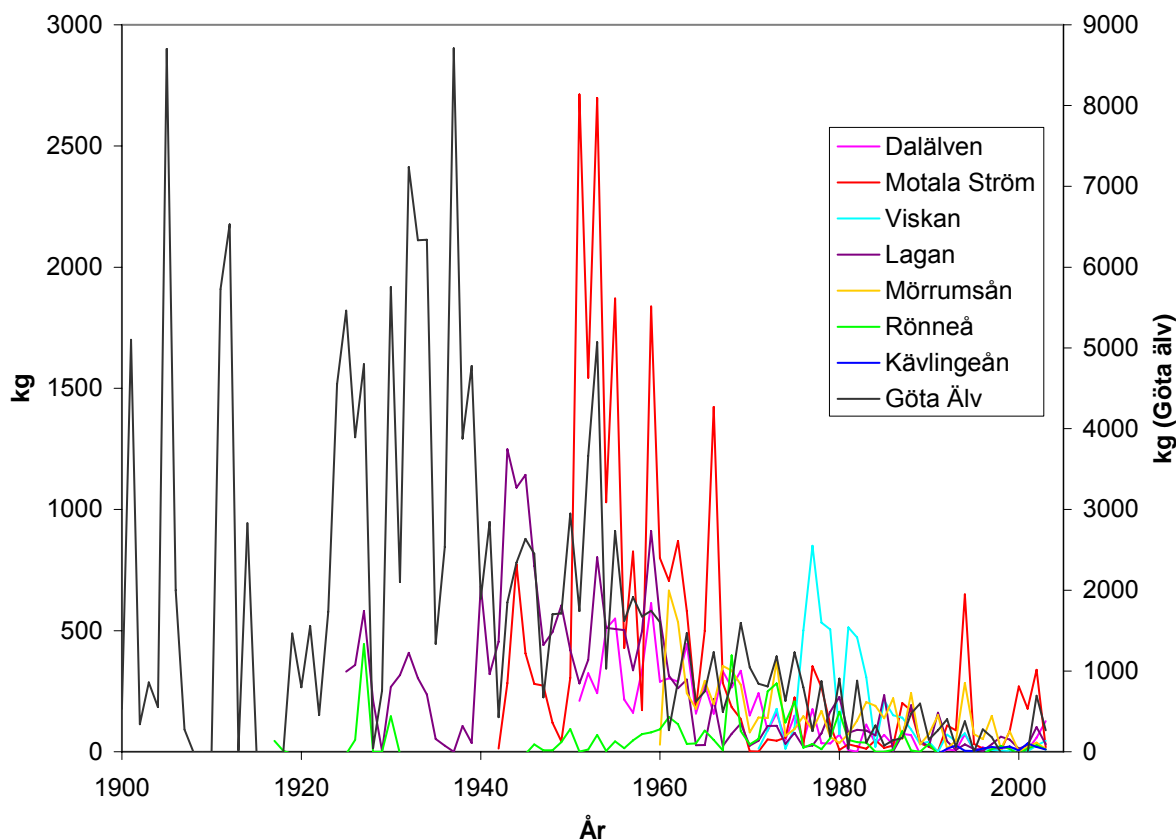


Figur 9 Ålens livscykel (efter Fiskeriverket 2004a).

3.9.2 Problembeskrivning

Mängden glasål som når Europas kuster har minskat dramatiskt under flera decennier. I Sverige började nedgången redan på 1950-talet. För mellan- och Sydeuropas del inträffade den största nedgången under 1980-talet. Den genomsnittliga rekryteringen beräknad från europeiska mätstationer har minskat till cirka tre procent av vad den var under 1970-talet (Fiskeriverket 2006). Nedgången i uppvandringen av ål till de vattendrag där det finns fångststatistik är mycket tydlig (Figur 10). Ålen är betecknad som akut hotad i ArtDatabankens rödlistning av arter i Sverige (ArtDatabanken 2005).

Orsaken till ålens rekryteringsproblem är oklar, men flera faktorer som förlust av uppväxtområden, klimatförändringar, miljögifter och hårt fisketryck är möjliga orsaker. Ålens upp- och nedvandring i sötvatten har också i många fall försvårats eller omöjliggjorts genom tillkomsten av kraftverks- och regleringsdammar. Bristande kontroll och tillsyn av ålyngelledare samt samlare har försämrat möjligheterna för uppvandring av ålyngel i sötvatten. Dammar utgör utvandringshinder för ålen att nå kusten. Dödligheten är också hög för nedvandrande ål vid passage av vattenkraftverkens turbiner.



Figur 10 Uppvandring av ål i ett antal svenska vattendrag (fångststatistik från Fiskeriverket).

4 METODIK

4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I Luleälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv har naturlig och nuvarande förekomst av lax, havsöring, sik, flodnejonöga och ål analyserats. Ett flertal olika källor har använts för att kunna göra denna analys. Det är till exempel vattendomar och utredningar från vattendomstolarna. I utredningar utförda av Fiskeriintendentsorganisationen, Vandringsfiskutredningen och Vattenfall finns också information om den naturliga förekomsten och produktionen av vissa anadroma fiskarter innan vattenkraftutbyggnaderna. Användbar information finns också i provotidsundersökningar för olika kraftverksprojekt. Dessutom har kontakter tagits med personer som har särskilt kännedom om anadroma fiskarter i berörda vattenområden.

För varje avrinningsområde har om möjligt följande beskrivning gjorts:

- Naturliga och nuvarande vandringshinder.
- Naturlig och nuvarande smoltproduktion (gäller endast lax och havsöring).

- Naturliga och nuvarande uppväxtområden (arealer och lokalisering).
- Fångststatistik för arten innan och efter vattenkraftutbyggnad.

4.2 Ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

4.2.1 Ekologisk effekt

För att göra en konsekvensanalys av ekologisk effekt och verksamhetspåverkan för enskilda arter och avrinningsområden har till en början den ekologiska effekten av återskapande av vandringsvägar för olika anadroma fiskarter i Luleälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv analyserats. Den ekologiska effekten omfattar i huvudsak:

- Bedömning av storleken av den "nya" naturliga reproduktionen eller uppvandringen som kan återskapas under vissa givna förutsättningar.
- Analys av upp- och nedvandring förluster, konkurrens med andra arter samt spridning av parasiter och sjukdomar.

Lax och havsöring

Återskapandet av reproduktions och uppväxtområden för lax och havsöring kan göras med utgångspunkt från flera olika förutsättningar. I det första alternativet görs följande beräkningar:

- Först beräknas antalet smolt som producerades naturligt under oreglerade förhållanden. Beräkningen görs utifrån uppgifter om ursprungliga arealer lek- och uppväxtområden och hur de fördelats inom avrinningsområdet samt vilken produktion per hektar som skedde inom avrinningsområdet.
- Därefter beräknas storleken av återskapade arealer med utgångspunkt från en antagen minimitappning andra nödvändiga åtgärder, exempelvis biotopjusteringar.
- Den produktion av smolt som erhålls justeras sedan med avseende på utvandring förluster, ökad predation etc.

Den andra beräkningsmetoden utgår också ifrån ursprunglig smoltproduktion i förhållande till en antagen minimitappning, men arealer och hektar avkastning är okänd. I stället antas att exempelvis en minimitappning motsvarande 10 % av ursprungligt flöde också genererar en smoltproduktion som motsvarar 10 %.

Den tredje metoden, som kan användas för att få en uppfattning om vilket antal avelshonor som behövs för att möjliggöra en förväntad smoltproduktion, är att utgå ifrån vilket antal avelshonor som krävs för att uppnå ett maximalt antal smolt inom den nya tillgängliga arealen som uppkommer vid en given minimitappning. Det underlag som då behövs är:

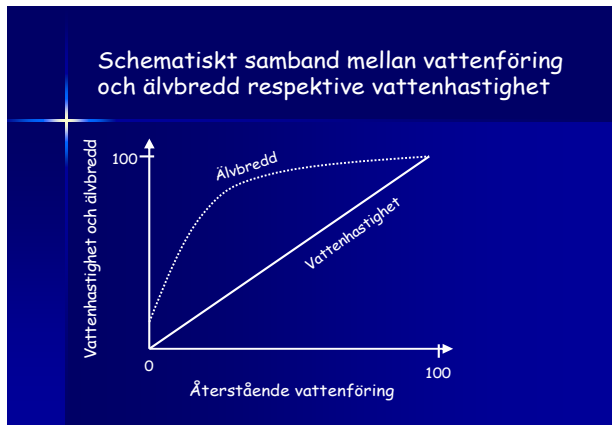
- Medelvikten på honorna.
- Antal ägg per kg fiskvikt.

- Överlevnad (naturlig) från rom till smolt.

Resultatet kan sedan jämföras ursprunglig beräknad produktion per ytenhet från det aktuella vattendraget eller från andra liknande vatten. På samma sätt som ovan justeras beräknad smoltproduktion med hänsyn till utvandringsförluster. Slutligen kan också den naturligt producerade smolten åsättas ett ekonomiskt värde genom omvandling från vilda till odlade smolt, exempelvis så som framgår av miljödomstolens dom (2003-01-15) som behandlade reproduktionsskador på lax och havsöring i Luleälven. Utgångspunkten är då att det går 2 vilda smolt på 3 odlade smolt och att en odlad smolt kostar ca 25 kronor. Priset per smolt varierar dock mellan olika odlingar, bland annat beroende på mängden smolt som odlas och vilka andra kostnader som ligger på odlingen. För Umeälven där även skötsel och hantering av fisktrappan ingår tillämpas en kostnad av drygt 40 kronor per smolt.

Oreglerade älvsträckor - Förutsättningarna att återskapa naturlig reproduktion för lax och havsöring hänger samman med utbyggnadsförhållanden och omfattningen av denna. Störst möjligheter att genomföra lyckosamma åtgärder finns naturligtvis i älvar där det finns kvarvarande oreglerade älvsträckor.

Torrsträckor - I andra hand kan under vissa förutsättningar, genom minimitappning, mindre delar av ursprunglig reproduktion återskapas i de områden som idag utgör torrsträckor. Vid värdering av den ekologiska effekten måste emellertid sambandet mellan vattnets flöde, strömhastighet och den produktiva bottenytan beaktas. Minskar flödet så minskar också vattenhastigheten och den vattentäckta ytan (Figur 11) och därmed också produktionen i vattendraget. Detta innebär att det även på torrsträckor med minimitappning, kan vara mycket svårt att återskapa lämpliga biotoper. Det framgår av kapitel 3.5 och 3.6 att laxungar kräver högre vattenhastigheter än öring, det är därför svårare att återskapa laxbiotoper än biotoper för havsöring.



Figur 11 Samband mellan vattenföring och älvbredd samt vattenhastighet (efter Näslund 2007).

Överdämda sträckor - På sträckor som tidigare utgjorde lek- och uppväxtområden för lax och havsöring och som idag är överdämda saknas i praktiken förutsättningar att återskapa naturlig produktion av lax och havsöring utan att kraftverksdammarna rivs. Ett viktigt skäl till att överdämda älvsträckor är olämpliga laxbiotoper hänger samman med vattenhastigheten och de samband som framgår av Figur 11. Regleringsmagasinens överdämda områden utgör redan av den anledningen olämpliga biotoper för naturlig reproduktion av lax och havsöring. Fiskvandringsåtgärder i överdämda områden kräver således förutom fiskvägar och minimitappning också mycket omfattande förändringar av regleringsförhållanden och

återställning av ursprungliga biotoper, vilka direkt skulle få mycket stora konsekvenser för kraftproduktionen.

4.2.2 Verksamhetspåverkan

Nettot av den ekologiska effekten under ovanstående punkter analysers sedan mot den verksamhetspåverkan förslagna åtgärder bedöms ha, om möjligt har beräkningar gjorts för varje enskild kraftverksanläggning. I bedömningen av verksamhetspåverkan tas hänsyn till faktorer som:

- Kostnader för anläggning och skötsel av fiskvandringssvågar eller andra åtgärder som innebär upp- och nedtransport av anadrom fisk.
- Kostnader för produktionsförluster i form av minimitappningar för att återskapa ny naturlig reproduktion eller uppvandring. I bedömningen ingår också vatten för extra spill i fiskvägar.
- Kostnader för andra åtgärder. Detta omfattar exempelvis kostnader för eventuella biotopåtgärder som krävs för att uppnå den förväntade ekologiska effekten, liksom kostnader för kvarstående skyldigheter i form av exempelvis kompensationsutsättningar av lax, havsöring, sik eller ål.

Kostnader för fiskvägar - Kostnader för olika typer av fiskvägar är svåra att jämföra med hänsyn till skillnader i exempelvis byggmaterial, lokala förhållanden såsom åtkomlighet, naturvårdshänsyn och hydrologi. Generellt kan konstateras att fiskvägar i anslutning till kraftverksdammar är dyrare än andra fiskvägar. Det finns flera förklaringar till detta. Dels är kraftverks- och regleringsdammar ofta är höga, samtidigt som utrymmet för fiskvägen, med hänsyn intagskanal, kraftstation, utskovsluckor etc. är starkt begränsad. Förutsättningarna kompliceras dessutom av att hänsyn också måste tas till de många gånger stora variationer av vattenstånd som råder till följd av regleringsförhållanden både på upp och nedströmsidan.

Fiskvägskonstruktionerna vid kraftverksdammar försvåras också av de skillnader i djup- och flödesförhållanden som råder i anslutning till kraftverkets utloppskanal. Både den nya fiskvägen vid Lilla Edet i Göta älv och fiskvandringen mellan gamla älvfåran och tunnelutloppet vid Stornorrfors i Umeälven är goda exempel på denna typ av problem.

En annan minst lika viktig faktor, som både försvårar och fördyrar fiskvägar vid kraftverksdammar och som nästan aldrig diskuteras av fiskvägsförespråkare, är i vilken omfattning fiskvägen påverkar dammsäkerheten. Både genomföringar i dammen för fisktrappor eller breddavlopp för exempelvis omlöp kan på ett påtagligt sätt äventyra dammsäkerheten.

Ett sätt att jämföra kostnaderna för olika typer av fiskvägar är att beräkna kostnaderna per fm (fallmeter) och/eller per längdmeter. För större betongtrappor uppgick kostnaderna till 200 000 till 300 000 kr per fallmeter (Sandell et al. 1994).

Degerman (2008) redovisar några olika kostnader för fiskvandringssvågar. "Utrivningar av mindre dammar kostade i median 100 000 SEK per fallhöjdsmeter (fm). Utav de åtta utrivningarna som data fanns för hamnade 50 % i intervallet 62 000–229 000 SEK /fm. Omlöp kostade i median 200 000 SEK/fm. Inom 120 000–236 000 SEK/fm hamnade 50 % av objekten (n = 16). Enkla fiskvägar där man med ett utskov eller med handkraft kunnat tröscla upp nedströmsnivåer beräknades till ett medianpris av 11 000 SEK /fm (4 000–21 000

SEK/fm innefattar 50 % av objekten; n = 11).” Slutligen konstaterar Degerman (2008) också att det ”för tekniska lösningar, dvs. tekniska fiskvägar förelåg ett mindre dataunderlag.

Mediankostnaden var för de sex objekten 132 000 SEK/fm (66 000–320 000 SEK/fm). I detta ingår då inte kostnad för att få vatten i fiskvägen eller t.ex. inlösen av fallrätt.” Det framgår inte av redogörelsen vilken typ av ”tekniska fiskvägar” som avses men av texten förstås att det måste röra sig om fiskvägar vi förhållandevis små dammar, exempelvis framgår att om ett utskov måste gjutas på plats blir det mycket dyrt. Slutligen anger Degerman (2008) att projekteringskostnaden uppskattningsvis utgör 10-15 % av totalbeloppet.

Så gott som undantagslöst kan man anta att fiskvägar vid medelstora och stora kraftverksdammar helt och hållet måste utföras på plats. Slutsatsen av Degerman (2008) redovisning blir därför att de fiskvägar som diskuteras i denna rapport kommer att kosta minst 320 000 SEK/fm, men sannolikt betydligt mer. Som exempel kan nämnas att den på nya fiskvägen vid Stornorrfors som byggs idag kostar ca 100 Mkr, vilket motsvarar en kostnad av ca 4 Mkr/fm.

Elforsk (2006) uppger att investeringskostnaderna (år 2000) för två omlöp i Emån (Finnsjö övre och nedre) uppgick till 2,9 Mkr inklusive projektering och planering, de årliga drift och underhållskostnaderna uppskattades till 150 000 SEK. Omlöpen har en längd av 150 respektive 370 meter och en lutning av 2-3 %. Omlöpen är anpassade för en vattenföring mellan 0,5-1,5 m³/s.

Naturvårdsverket (2009) redovisar en uppskattning av kostnader för att åtgärda vandringshinder vid dammar i tre län, Värmland län, Örebro län och Jönköpings län (Tabell 2). Värderingen baseras på länens egna beräkningar och visar en skillnad i kostnader som sannolikt hänförs till storleken på dammarna. I Värmlands län där de högsta dammarna finns uppgår kostnaden per damm till ca 420 000 SEK. I Jönköpings län med många små dammar har motsvarande kostnad skattats till ca 270 000 SEK per damm. I redovisade kostnader ingår förutom åtgärds-kostnader även kostnader för projektering, men inte administration.

I de beräkningar som görs i denna rapport tillämpas, om inte annat sägs, en genomsnittlig kostnad av 0,5 Mkr per fallmeter.

Tabell 2 Uppskattade kostnader (Mkr) för att åtgärda vandring vid dammar (efter Naturvårdsverket 2009).

Område/län	Antal	Kostnad	Kostnad/damm
Värmland	115	48,0	0,42
Örebro	53	18,7	0,35
Jönköping	357	95,0	0,27

Intäktsbortfallet för minimitappning – kommer att variera mellan olika kraftstationer beroende på den utbyggda fallhöjden. Andra faktorer som påverkar kostnaden är verkningsgrad, drifttid och kraftpris under olika delar av året och dygnet.

En översiktlig beräkning av kostnaden för minimitappning har där det varit möjligt gjorts enligt formeln:

V x F x G x D x P x Q

V = Verkningsgrad antaget till 0,85
F = Bruttofallhöjd i meter
G = Gravitation antaget till 9,81
D = 8740 drifttidstimmar per år
P= Elpris antaget till 0,50 kronor per kWh
Q= Minimitappning i m³/s

Kostnader för övriga åtgärder – Även när det gäller biotopåterställning har Naturvårdsverket (2009) redovisat för biotopvård i flottledsrensade vattendrag. I Värmlands- och Jönköpings län är kostnaderna redovisade med utgångspunkt från åtgärdad sträcka. I Värmland bedöms åtgärdsbehovet omfatta 150 km till en kostnad av 6,75 Mkr, d v s ca 45 000 SEK per km. I Jönköpings län bedöms åtgärdsbehovet omfatta ca 400 km till en åtgärds kostnad av ca 26 000 per km.

I Juktån som är ett biflöde till Umeälven utfördes i början av 1990-talet biotoprestauring på en drygt 50 km lång sträcka med minimitappning påverkad av vattenkraft och omfattande flottningsrensning. De slutliga kostnaderna för detta uppgick till ca 3,6 Mkr inklusive arbetsledning och efterjusteringar av åtgärder.

Kostnaderna för biotopåtgärder varierar beroende på typ av åtgärd. I detta sammanhang räknas med en genomsnittlig kostnad av ca 50 000 kronor per km enkel strand.

En annan betydande utgiftspost är kostnaderna för de kompensationsutsättningar som finns föreskrivna i olika vattendomar. Genomsnittskostnaden för utsättning av lax- och havsöringsmolt har beräknats till 25 kr/smolt. Variationen mellan olika odlingar är stor ca 20-40 kr per styck för 2-årig smolt. I den mån naturlig reproduktion kan återskapas skall kostnaden för utsättnings skyldigheten reduceras med motsvarande mängd efter omräkning från vild- till odlad smolt.

4.2.3 Konsekvensanalys

I konsekvensanalysen beskrivs konsekvenserna både i ett ekologiskt och ett ekonomiskt perspektiv. Den ekologiska effekten ställs mot den verksamhetspåverkan som uppkommer. Redovisning sker om möjligt både för enskilda arter och avrinningsområden. Brister i underlagsmaterial och behov av ytterligare utredningar påpekas också.

5 LULEÄLVEN

Luleälven är 461 km lång och har ett avrinningsområde på 25 240 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 498 m³/s, vilket gör Luleälven till den näst vattenrikaste i Sverige efter Göta älv. Luleälven består av två huvudgrenar, Stora och Lilla Luleälv. Vattenfall äger 15 kraftverksanläggningar i Luleälven (Tabell 3). Kraftverken i Luleälven är utspridda från Bodens kraftverk vid älvens mynning till Ritsem som ligger längst upp i fjällkedjan. Samtliga kraftverk i älven ägs av Vattenfall och många är kraftigt effektutbyggda. Korttidsreglering med nolltappning är vanligt förekommande i flera av kraftverken. Luleälven är en av de viktigaste reglerade älvarna i Sverige. Älvens produktion uppgår till 13 710 GWh under ett normalår, vilket motsvarar 44 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftproduktion.

5.1 Lax och havsöring

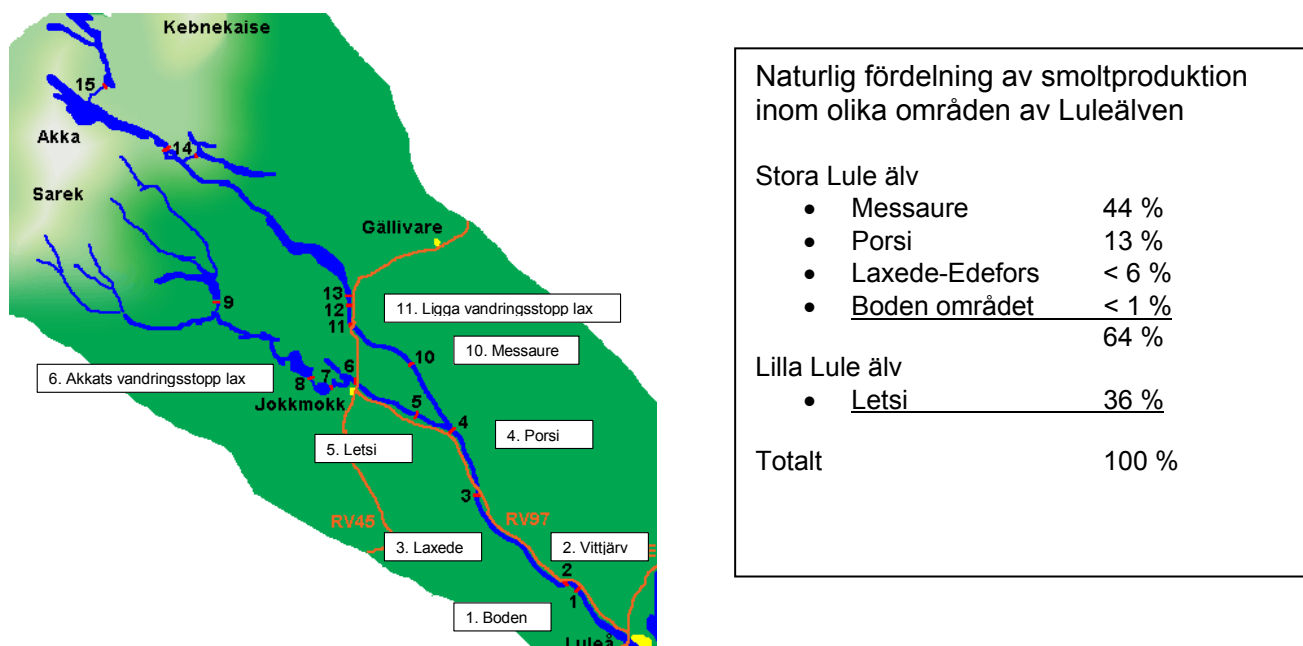
5.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Även om lax- och havsöringarna biotopval kan skilja sig åt så har de i stort sett samma utbredning i älvarna. Eftersom de vattenmålen i allmänhet också behandlats gemensamt redovisas de också i detta sammanhang tillsammans.

Laxens ursprungliga vandringsmöjligheter i Luleälven sträckte sig till Liggafallen (nr 11), i Stora Lule älv ca 185 km från Luleälvens mynning. I Lilla Lule älv kunde laxen vandra till Kaitumfallen vid Akkats (nr 6) ca 175 km från havet (Figur 12). Den totala produktionsarealen beräknades till 1431 hektar. Smoltproduktionen fördelades med 64 % av produktionen inom Stora Lule älv, varav 44 % inom Messaureområdet. Reproduktionområdet i Lilla Lule älv fanns inom Letsiområdet och utgjorde 36 % av Luleälvens ursprungliga smoltproduktion.

Tabell 3 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Luleälven. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring.

Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Bruttofallhöjd (m)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Ritsem	481	160	39,53	240,00
Vietas	1 130	82,5/78,5	219,67	540,00
Porjus	1 230	59,3	262,99	940,00
Harsprånget	2 140	107,2	262,99	1 040,00
Ligga	795	40,5	265,26	1 040,00
Messaure	1 830	87	277,58	615,00
Seitevare	793	180	89,41	135,00
Parki	79,5	13,0	116,70	170,00
Randi	222	24,5	128,00	485,00
Akkats	509	45,3	176,07	450,00
Letsi	1 850	136	179,76	370,00
Porsi	1 140	33,0	462,14	975,00
Laxede	879	24,8	470,00	990,00
Vittjärv	178	6,0	505,00	680,00
Boden	452	13,2	505,00	680,00



Figur 12 Vandringshinder för lax och havsöring, samt fördelning av naturlig smoltproduktion inom Luleälvsystemet (efter www.kuhlins.com)

Med utgångspunkt från miljödomstolens dom, 2003-01-15 (Umeå Tingsrätt Miljödomstolen, 2003a) där utsättningskyldigheten bestämdes till 500 000 smolt (450 000 laxsmolt och 50 000 havsöringsmolt) har den naturliga produktionen av vilda lax- och havsöringsmolt beräknats till drygt 330 000 vilda smolt. Vid smoltberäkningarna utgick man från en årlig medelfångst (åren 1915-1959) i älven av 45 ton, uppjusterat till 60 ton.

Före utbyggnaden av Letsi kraftverk 1967 skedde upptransport av leklax förbi Porsidammen upp till intakta lekområden på Lilla Lule älv. Laxen och havsöringen fångades för avel och upptransport vid Edefors och sedermera nedströms Laxede kraftverksdamm.

Efter utbyggnaden av vattenkraften på Luleälven är det idag vandringsstopp vid Bodens kraftstation, där också fångsten av uppvandrande avelsfisk sker. Under nuvarande förhållanden saknas naturlig reproduktion av lax på den 3 mil långa sträckan mellan Bodens kraftstation och mynningen i havet.

Utsättningar av odlad smolt i Luleälven påbörjades år 1960 och var redan 1964 uppe i närmare 400 000 smolt. År 1967 beräknades smoltutvandringen till 11 000 vilda och 589 000 odlade smolt. Enligt Anderson (1989a) torde produktionen av natursmolt helt ha upphört i Luleälven från och med 1974. Idag upprätthålls hela reproduktionsskadan på lax genom utsättning av 550 000 odlade laxsmolt i enlighet med miljööverdomstolens dom 2006-11-08. Denna skyldighet, vilken är ett resultat av en förlikning som inneburit att tidigare sikutsättningskyldighet upphört, är en ökning av antalet laxsmolt med 10 000 smolt i förhållande till den provisoriska skyldigheten på 540 000 smolt.

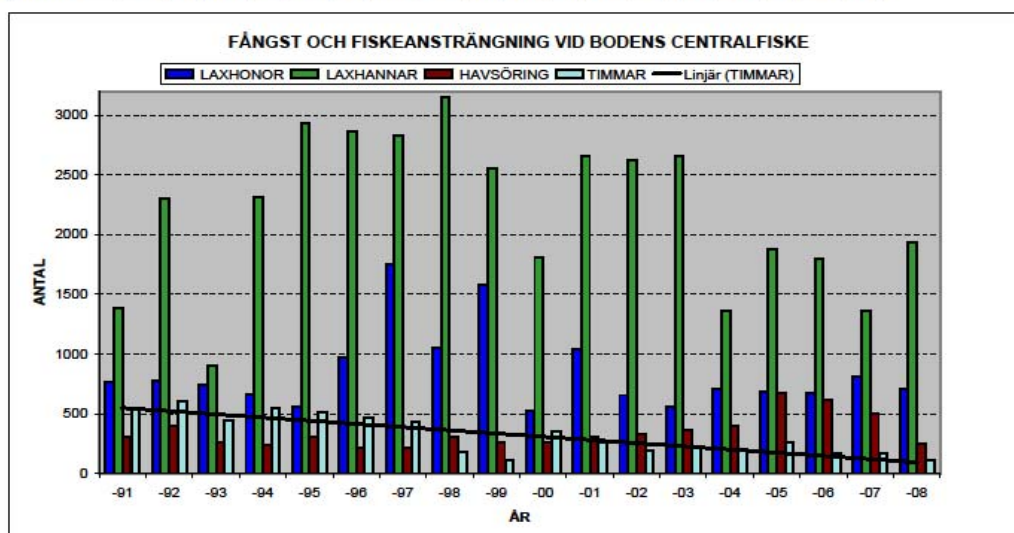
Fångstutvecklingen på Luleälven efter vattenkraftutbyggnaden kan bland annat beskrivas med utgångspunkt från antalet fiskeansträngningar som behövs för att fånga tillräcklig mängd avelsfisk. Perioden 1972-1988 bedrevs avelsfisket i Boden under i genomsnitt 5 200 timmar per säsong. Åren 1989 och 1990 fiskades 2 600 respektive ca 1 200 timmar per

säsong. Därefter har som framgår av (Figur 13) antalet nödvändiga fisketimmar stadigt gått ner, för att år 2008 ligga strax över 100 timmar per säsong.

Havsöringen har naturligt haft samma utbredningsområde som lax, d v s med naturliga vandringshinder vid Liggafallen i Stora Lule älv och vid Kaitumfallen i Lilla Lule älv. Havsröringen torde i något högre grad än laxen kunnat nyttja tillgängliga biflöden i älven.

Det saknas beräkningar av ursprunglig havsröringproduktion och i samband med kompensationen av reproduktionsskadan antogs att havsröringen utgjorde ca 10 % av den totala produktionen av lax och havsröring. Inte heller för havsröringen bedöms det finnas kvar några nämnvärda reproduktionsområden nedströms Bodens kraftstation. I dag upprätthålls hela reproduktionsskadan av havsröring genom utsättning av 100 000 smolt. I denna kompensation ingår också kompensation för reproduktionsskadan på beståndet av vandringsik.

	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98	-99	-00	-01	-02	-03	-04	-05	-06	-07	-08
LAXHONOR	763	780	741	662	557	967	1749	1050	1574	527	1037	657	557	708	686	671	807	713
LAXHANNAR	1388	2296	905	2309	2634	2863	2832	3147	2556	1803	2655	2627	2653	1357	1878	1797	1365	1934
HAVSÖRING	310	397	260	240	308	219	220	305	257	258	308	329	368	396	676	618	505	246
TIMMAR	550	600	450	550	515	485	432	182	110	351	281	192	224	200	264	166	174	108



Figur 13 Fångst och fiskeansträngning vid Bodens centralfiske åren 1991-2008.

5.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

I Stora Lule älv finns fem kraftverk nedströms det naturliga vandringshindret vid Liggafallen. Även i Lilla Lule älv påverkas fiskvandringen av fem kraftverk nedströms det naturliga vandringshindret vid Kaitumfallen, varav de fyra nedersta kraftverken är belägna i Stora Lule älv medan det femte är Letsi regleringsdamm.

Möjliga åtgärder har bedömts med utgångspunkt från nuvarande regleringssituation som förutsätter bibehållande av befintliga kraftverksdamm. Endast vid ett av kraftverken (Letsi) finns en längre torrsträcka. På övriga sträckor är ursprungliga lek- och uppväxtområden i huvudsak överdämda. Nedanför Messaure finns en torrsträcka från utskovspartiet ner mot kanalen som är ca 500 meter lång. Nedanför Porsi saknas torrsträcka men nedströms Lax-

ede finns en torrlagd gammal älvsträcka, ca 200 meter, upp mot och förbi det gamla tinfis-
ket.

I Lilla Lule älv finns också en kortare torrsträcka (spegeldammar) nedströms Akkats kraft-
station, detsamma gäller området omedelbart nedströms Ligga kraftverk. Båda dessa bio-
toper består i huvudsak berghällar och utgör ingen bra laxbiotop. Vid Vittjärvs och Bodens
kraftstationer finns inga torrsträckor.

De ursprungliga lax- och havsöringbiotoperna har försvunnit genom rensningar och kanali-
seringar. Med ovanstående resonemang som utgångspunkt värderas i första hand den
ekologiska effekten av att återskapa naturlig reproduktion av laxfisk i Letsiområdet, och då i
första hand på torrsträckan nedströms dammen.

Torrsträckan vid Letsi är drygt 1 mil lång, 36 % av den ursprungliga laxproduktionen låg
inom påverkansområdet för Letsi kraftstation, d v s även inom områden som idag är indäm-
da. Teoretiskt är det möjligt att återskapa en mindre del av ursprunglig produktion inom den
befintliga torrsträckan. För detta krävs fiskvägar vid Bodens, Vittjärvs, Laxede och Porsi
kraftstationer, samt om fiskvandring också skall möjliggöras uppströms Letsidammen, en
fiskväg även vid den dammen.

Därutöver krävs minimitappning som i detta fall antas motsvara normal medellågvattenfö-
ring (MLQ), alternativt lägsta lågvattenföring (LLQ), 29 m³/s respektive ca 17 m³/s . För att
åtgärderna skall få någon effekt krävs dessutom biotopjusteringar på sträckan med minimi-
tappning.

Tillämpas miljödomstolens dom från 2003-01-15 skulle den naturliga produktionen av
sammanlagt 500 000 odlade lax- och havsöringsmolt, till antalet motsvaras av 2/3 vilda
smolt, d v s 333 000 vilda smolt. Högst 36 % av dessa smolt skulle ha producerats inom
Letsiområdet, det fanns produktion även utanför torrsträckan, vilket motsvarar ca 120 000
vilda smolt. Antas att 90 % av smoltproduktionen skedde på torrsträckan så uppgår den
naturliga produktionen på denna sträcka till ca 108 000 vilda smolt på en yta av 464 hektar
och vid normal medelvattenföring (MQ) som är 181 m³/s, d v s en naturlig produktion på
drygt 230 smolt per hektar.

Antas att produktionen är proportionell i förhållande till storleken på tappning och areal,
inklusive biotopjustering, så blir produktionsarealen 74 hektar vid medellågvattenföring
(MLQ=29 m³/s) och 42 hektar vid lägsta lågvattenföring (LLQ=17 m³/s). Dessa tappningar
möjliggör i sin tur en produktion av drygt 17 000 respektive knappt 10 000 natursmolt på
torrsträckan. Denna produktion kan sedan räknas om till odlad smolt enligt faktorn 1,5 som
tillämpats vid smoltberäkningarna på Luleälven (Tabell 4).

**Tabell 4 Produktion av vild smolt vid olika tappningar och arealer, samt smoltproduktion om-
räknad till odlad smolt.**

		MQ	MLQ	LLQ
Beräkning av smoltproduktion	Ant/ha	464 ha	74 ha	42 ha
Summa natur smolt	233	108 112	17 298	9856
Omräknat till odlad smolt:	Faktor	MQ	LQ	LLQ
(2 vilda på 3 odlade)	1,5	162 168	25 947	14 783

Den erhållna smoltproduktionen skall sedan reduceras med hänsyn avseende smoltförlus-
ter i samband med utvandring genom de fyra nedströms liggande kraftstationerna. Förlus-
terna i stationerna är inte kända, men varierar både beroende på fallhöjd, antal och typ av

turbiner. För de aktuella stationerna har medvetet smoltförlusterna bedömts vara låga och ligga på 15 % respektive 10 % (Tabell 5).

Tabell 5 Smoltproduktion och skattade smoltförluster för kraftstationer nedströms Letsi vid utvandring från torrsträckan nedströms Letsi kraftstation, vid olika tappningar (MQ 181 m³/s, MLQ 29 m³/s och LLQ 17 m³/s).

Vattenföring			MQ	MLQ	LLQ
Utvandring från torrsträckan, Letsi	Dödl.		Antal	Antal	Antal
Anläggning	Turbinyp	%	108 112	17 298	9856
Porsi	2 Kaplan+ 1 propeller	15	16 217	2595	1478
			91 895	14 703	8378
Laxede	3 Kaplan	15	13 784	2205	1257
			78 111	12 498	7121
Vittjärv	3 Rörturbiner	10	7811	1250	712
			70 300	11 248	6409
Boden	2 Kaplan	10	7030	1125	641
Antal smolt som når förbi Boden			63 270	10 123	5768

I Tabell 5 redovisas smoltförlusterna i respektive kraftstation med utgångspunkt från tre olika flöden (medelvattenföring MQ, normal medellågvattenföring MLQ och lägsta lågvattenföring LLQ). Sammanfattningsvis kan noteras att av ursprunglig produktion av lax- och havsöringsmolt som uppgår till drygt 108 000 natursmolt vid (MQ) är nettoutvandringen förbi Boden i stort sett halverad på grund av förluster i turbiner. Med en minimitappning på 29 m³/s (MLQ) blir nettoutvandringen endast cirka 10 000 smolt i förhållande till en ursprunglig produktion på drygt 17 000 smolt. Tillämpas lägsta lågvattenföring (LLQ) blir nettoeffekten knappt 6000 smolt.

Skall laxproduktion även möjliggöras på den begränsade torrsträckan nedströms Laxede (ca 3 ha) ökar den möjliga smoltproduktionen med ytterligare ca 700 smolt som med hänsyn till turbinförluster ger en nettoutvandring vid Boden av knappt 600 smolt (Bilaga 1.1 och bilaga 1.2).

Den ekologiska effekten blir således en naturlig smoltproduktion av lax (även inräknat havsöring) i storleksordningen 18 000 smolt vid MLQ på återställda torrsträckor nedströms Letsi- och Laxede kraftstationer. Med en antagen medelvikt på ca 6,5 kg och en romproduktion på 1100 ägg/kg fiskvikt kommer varje hona att producera 6,5x1100=7150 ägg. Vid full produktion kan antas att överlevnaden från rom till utvandringssmolt kommer att uppgå till ungefär 1 %, d v s varje laxhona kommer att producera 71,5 smolt. För att uppnå en produktion av 18 000 smolt krävs ett lekbestånd av minst 252 laxhonor (Tabell 6). Det bör observeras att denna beräkning är ett mått på det nödvändiga lekbeståndets storlek. Det finns därför inget utrymme för någon beskattning av detta lekbestånd.

Tabell 6 Beräkning av antal uppvandrande laxhonor som krävs för att återskapa en produktion av 18 000 smolt på torrsträckor nedströms Letsi- och Laxede kraftstationer vid en minimitappning på MLQ 29 m³/s.

Mv. (kg) laxhonor	Ant. Ägg/kg	Ant. Ägg/hona
6,5 kg x	1100 st	7150
Överlev. rom-smolt	Ant smolt/hona	Tot. Smoltprod
1 %	71,5 st	18000
Lekbestånd laxhonor:	252 st	

5.1.3 Verksamhetspåverkan

För Luleälven beräknas verksamhetspåverkan utifrån ett scenario med åtgärder i torråran nedströms Letsi kraftstation, vilket innebär att vatten måste spillas från Letsi som har en hög bruttofallhöjd och därmed också ett högt produktionsvärde. Under de givna förutsättningarna är produktionsvärdet för varje sekund m^3 som spillas närmare 5 Mkr/år, vilket innebär i storleksordningen 143 Mkr per år om minimitappningen uppgår till $29 m^3/s$ vilket motsvarar medellågvattenföring (MLQ). Intäktsbortfallet för annat spill av vatten framgår av Tabell 7.

Tabell 7 Årligt intäktsbortfall (förlorat produktionsvärde) för minimitappning genom Letsi kraftstation vid olika minimitappningar ($1 m^3/s$, LLQ $16,5 m^3/s$, MLQ $29 m^3/s$ och MQ $181 m^3/s$).

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris (kr/kWh)	Q (m^3/s)	Kostnad (Mkr)
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	X 1	4 930
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	X 16,5	81 354
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	X 29	142 986
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	X 181	9 097 151

Delar av minimitappningen kan möjligen återvinnas genom att en turbin installeras för att ta tillvara tappningen från dammen, dock kommer större delen av fallhöjden att förloras. För Letsi kommer endast 20-30 meter att kunna återvinnas, vilket innebär att större delen av produktionsvärdet aldrig kan tillgodogöras i den nya turbinen.

Förutom produktionsförluster i Letsi kraftstation uppkommer också produktionsförluster i nedströms liggande kraftstationer. Dessa förluster uppgår till minst den vattenföring som behövs i fiskvägen, dvs ca $1 m^3/s$ i de nedströms liggande fiskvägarna. I Tabell 8 redovisas värdet av produktionen som förloras för varje m^3/s som måste spillas. Störst blir produktionsförlusten i Porsi kraftstation där varje m^3/s vatten som spillas är värd ca 1,2 Mkr per år. Den sammanlagda produktionsförlusten per m^3/s vatten för de fyra nedströms liggande kraftstationerna blir över 2,8 Mkr per år (Bilaga 2.1 och bilaga 2.2).

Tabell 8 Årligt intäktsbortfall (förlorat produktionsvärde) per $1 m^3/s$ för spill i fisktrappor i Porsi-, Laxede-, Vittjärvs- och Bodens kraftstationer.

Kraftstation	Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m^3/s)	Kostnad (Mkr)
Porsi	0,85	x 33	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	1 205 247
Laxede	0,85	x 24,8	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	905 761
Vittjärvs	0,85	x 6	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	219 136
Boden	0,85	x 13,2	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	482 099
Summa							2 812 243

Förutom de direkta förlusterna för spillet till fiskvägarna kommer det sannolikt också att behövas en särskilt lockvattentappning till fiskvägarna. Hur stor denna kan behöva vara beror på de lokala förhållandena, fiskvägens placering i förhållande till utloppskanal.

I det fall man dessutom skall återskapa en naturlig laxproduktion (möjlig produktion ca 700 natursmolt och en nettoutvandring vid Boden ca 570 smolt) på den ca 200 meter (ca 3 ha), långa torrsträckan nedströms Laxede, vid en minimitappning som uppgår till $29 m^3/s$ under hela året, uppkommer ett ytterligare produktionsbortfall av i storleksordningen 26 Mkr/år (Bilaga 2.1).

Intäktsbortfall genom minskad produktion kan i undantagsfall också uppkomma om minimitappningen ($29 m^3/s$) inte går att återreglera i de nedströmsliggande kraftverken, utan istället måste tappas genom utskoven. Enligt Vattenfalls hydrolog Susanne Nyström kan man

dock med god approximation (några få säsongsbundna undantag) anta att minimitappningen till fullo kan nyttjas för produktion i kraftstationerna nedströms Letsi (Porsi, Laxede, Vittjärv och Boden).

Förutom produktionsförlusterna i form av spill som inte kan nyttjas för elproduktion uppkommer även kostnader för anläggande och underhåll av fiskvägar. Med utgångspunkt från att varje fiskväg kostar ca 0,5 Mkr per höjdmeter (fallmeter) har kostnaderna för fiskvägar överslagsmässigt beräknats med ledning av fallhöjder, uppgifter om största höjd över berg eller grund och eller över- och nedströmsvattenytor. Den sammanlagda anläggningskostnaden har skattats till totalt ca 36 Mkr (Tabell 9).

Tabell 9 Beräkning av anläggningskostnader för fiskvägar vid kraftstationer nedströms Letsi kraftstation.

Kraftstation	Höjd (m)	Mkr/höjd m	Kostnad (Mkr)
Porsi	33	0,5	16,5
Laxede	15	0,5	7,5
Vittjärv	11	0,5	5,5
Boden	13	0,5	6,5
Total kostnad:			36

Anläggningskostnaderna för nödvändiga biotopåtgärder på Letsi torrsträcka, totalt omkring 22 km strand som delvis är flottledsrensad har uppskattats till ca 1,1 Mkr. Motsvarande kostnad i Laxedeområdet har beräknats till ca 20 000 SEK.

Ovan har beskrivits vilken verksamhetspåverkan som uppkommer för att återställa möjlig naturlig reproduktion av lax- och havsöring i Luleälven. Omfattning och kostnader för vissa åtgärder är svåra att i dagsläget uppskatta och behöver utredas närmare. Samtidigt uppkommer annan typ av verksamhetspåverkan som inte har behandlats här. Dit hör exempelvis drift och underhållskostnader. Inte heller har de kostnader och den miljöpåverkan, som uppkommer för att ersätta den elproduktion som förloras genom föreslagna åtgärder, tagits med i denna analys.

Redan med ledning av ovan redovisade beräkningar är det emellertid möjligt att få en bild av hur den ekologiska nyttan i förhållande till den verksamhetspåverkan som genomförda åtgärder innebär. Som framgår av (Tabell 10 och Bilaga 2.2) uppgår de årliga åtgärdskostnaderna som prissatts till i storleksordningen 189 Mkr per år, eller kapitaliserat till ca 4,7 miljarder SEK.

Tabell 10 Sammanställning av kostnader (Mkr) till följd av verksamhetspåverkan.

Typ av verksamhetspåverkan	Årlig kostnad	Kapitaliserad kostnad
1. Förlorad produktion för spill 29 m ³ /s Letsi	143,0	3575
2. Förlorad produktion för spill, minst 29 m ³ /s Laxede	26,0	650
3. Förlorad produktion för spill i fiskvägar, 1 m ³ /s Porsi-Boden	2,8	70
4. Anläggningskostnader för fiskvägar (0,5 Mkr/fm)	1,44	36,0
5. Anläggningskostnader biotopåterställning	0,04	1,12
6. Årlig kostnad för odling av smolt (lax och öring) á 25 kr/st	16,2*	405*
Summa	189	4737

Anm. *Kostnaden för smoltodling, före eventuell reducering av antalet smolt

5.2 Sik

5.2.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Vandringsikens naturliga utbredningsområde sträckte sig till Heden och cirka 40 km från mynningen. Ungefär 2/3 av sikreproduktionen antogs ha skett i Bodennområdet och sträckan uppströms medan 1/3 hänfördes till sträckan nedströms Bodens kraftverk. I samband med tillåtlighetsprövningen för Bodens kraftstation utgick sökanden från en älvfångst av vandringsik av ca 10 ton, vilket av Fiskeriintendenten ansågs vara något för lågt. Med hänsyn till att det förekom ett inte obetydligt fiske även på nedströmssträckan antog Fiskeriintendenten att älvfångsten snarare uppgick till ca 12 ton.

Anderson (1989a) uppskattade den naturliga produktionen av vandringsik i Luleälven till 20-30 miljoner sikyngel. Som kompensation för reproduktionsskadan på sik fastställdes i domen den 28 april 1967 en utsättningskyldighet av 6 miljoner sikyngel och 90 000 1-somriga sikyngel. Årliga utsättningar skedde därefter av i genomsnitt 7,23 miljoner sikyngel (1971-1977) och 72 100 1-somriga sikungar (1970-1977). Denna skyldighet omvandlades under en prövotid av Vattendomstolen, efter förslag från Fiskeriintendenten, till 18 300 havsöringsmolt. År 2003 (Umeå Tingsrätt Miljödomesten 2003b) beslöts om en återgång till sikutsättningar. I samband med förlikning i miljööverdomstolen har därefter, i dom 2006-09-11, fastställts att inga utsättningar av sik skall ske (Svea Hovrätt 2006). I stället kompenseras skadan genom utsättningar av havsöring.

5.2.2 Ekologisk effekt av åtgärder

I Luleälven kompenseras hela reproduktionsskadan på sik genom utsättning av havsöring. Detta förfaringsätt har pågått sedan slutet av 1970-talet och det finns inga indikationer på att det naturliga sikbeståndet härigenom skulle vara hotat. Det saknas kunskap om förutsättningarna för sikreproduktion uppströms Bodens kraftstation men dessa bedöms inte vara bättre än tillgängliga områden nedströms kraftverket. Det är således synnerligen osäkert om det överhuvudtaget kan finnas ett ekologiskt värde eller förutsättningar av att försöka återskapa ett naturligt bestånd av vandringsik uppströms Bodens kraftstation.

Ur smittspridningssynpunkt är passage av sik uppströms Bodens kraftverk ytterst olämpligt. Bodens kraftstation utgör i dag gräns för smittat område nedströms. Eftersom kompensationsodlingen av Luleälven lax- och havsöringbestånd sker i Hedens laxodling belägen mellan Vittjärvs och Bodens kraftstationer innebär okontrollerad passage, oavsett om det sker genom en fiskväg eller om fisken lyfts förbi Bodens kraftstation, ökade risker för spridning av smittsamma fisksjukdomar. Sik kan exempelvis vara bärare av den bakteriella infektionen furunkulos (SwedPower AB 2000). Sik är också en mottaglig art för virussjukdomen VHS-V och kan därmed också vara bärare av denna infektion, vilket är oroande med avseende på de uppenbara spridningsriskerna till lax och havsöring.

Uppflyttning eller uppvandring av sik ovanför Bodens kraftstation skulle även innebära ökad konkurrens för det bestånd av naturligt förekommande sik (älvlevande) som kan förekomma i uppströms liggande områden. Genomförs åtgärden genom uppflyttning av sik kan fisket för att få tag i lekfisk även ge en negativ inverkan på andra fiskbestånd i älven. Dels genom den ytterligare beskattning av det naturliga sikbestånd som finns kvar nedströms nedersta vandringshindret och dels genom bifångster av andra arter (exempelvis öring) som fångas i samband med avelsfisket.

Som framgår av Monténs (1985) beskrivning är fiskyngel känsliga för turbulenta förhållanden. Även om ett par cm långa sikyngel är tillräckligt små för att kunna passera genom turbiner kommer de även vid en måttlig turbulens att träffas av mekaniska delar i turbinen. Dessutom kan förväntas en inte obetydlig förlust av utvandrande lekfisk i samband med passage genom turbinerna. Dödligheten av utvandrande lekfisk är beroende av en rad faktorer som turbintyp, relativ hastighet och fiskens storlek.

5.2.3 Verksamhetspåverkan

Fiskvandringssvågar av traditionell typ till exempel laxtrappor är inte ändamålsenliga för sikvandring. Om det trots risken för smittspridning och negativa ekologiska effekter, ändå skulle bli aktuellt med åtgärder för naturlig reproduktion av vandringsfisk på tidigare områden ovanför nedersta kraftverket, så torde fångst och upptransport vara den enda rimliga åtgärden. Andra alternativ som någon annan form av fiskväg, t ex omlöp eller fiskhissar, skulle innebära många gånger högre kostnader utan att funktionen blir säkrare. Omlöp kan sannolikt också få stora konsekvenser ur dammsäkerhetssynpunkt samtidigt som de av utrymmesskäl kan vara svåra att anlägga.

5.3 Flodnejonöga

5.3.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I yttrande, 1965-09-20, till Vattenrättsdomaren i Övre Norrbygdens vattendomstol uppger Fiskeriintendenten i övre norra distriktet bland annat att: ” Fiske med rörliga tinor efter företrädes nejonöga (nätting) utövas under höstmånaderna augusti-november i Bodenforsarna”. Antalet utnyttjade tinor uppgick enligt Fiskeriintendenten till ca 100 stycken och fisket utövades av 6 personer. Medelfångsten under perioden uppgick till 1 894 kg.

I yttrande 2007-06-11 till Miljödomstolen Umeå tingsrätt konstaterar Fiskeriverkets utredningskontor i Luleå (Fiskeriverket 2007a) att det idag saknas uppgifter om eventuella bestånd av flodnejonöga nedströms Bodens kraftverk och att det därför inte går att uttala sig om beståndet är helt utslaget eller om ett bestånd finns kvar nedströms Bodens kraftverk. Det antas dock att byggnationen av Bodens kraftverk innebar att viktiga reproduktionsområden försvann och att beståndet därför avsevärt reducerats. I ett senare yttrande från Fiskeriverket (2007-12-17) angående skada på enskilt fiske inom Sunderbyområdet anser Fiskeriverket (Fiskeriverket 2007b) att det inte uppkommit någon reproduktionsskada på flodnejonöga efter Suorvas fjärde reglering.

5.3.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Den ekologiska effekten av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Luleälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

5.3.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Luleälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

5.4 Ål

5.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Det finns inga registreringar av ålfångster vid elfiskeundersökningar inom vattendrag i avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets elfiskeregister. Det finns dock uppgifter om historisk förekomst av ål i två sjöar vid två tillfällen enligt Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium. Bedömningen är att Luleälven saknar regelbunden förekomst av ål, vilket också stöds av Fiskeriverket (2007a). I yttrandet anges att Luleälven utgör ett marginalområde för ålens utbredning och att redovisade fångster av ål från Luleälven utgjorts av enstaka fångade ålar. Inga skyldigheter för ål finns i vattendomar som gäller Vattenfalls vattenkraftanläggningar inom Luleälvens avrinningsområde.

5.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Inom avrinningsområdet finns många kraftverksanläggningar som utgör upp- och nedvandringshinder för ål. Stora uppväxtområden för ål finns men dessa ligger långt ifrån havet och produktionspotentialen för ål är låg inom avrinningsområdet. I Bottenvikens vattendistrikt, där Luleälven ingår, förekommer ål sällsynt och mer kustbundet med enstaka observationer i inlandet. Dessa förekomster är dock troligen resultatet av äldre utsättningar. Därför saknas förutsättningarna att åtgärder för upp- och nedvandrande ål skulle kunna ge några betydande ekologiska effekter.

5.4.3 Verksamhetspåverkan

Ingen bedömning av verksamhetspåverkan kan göras eftersom förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

5.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har också beskrivits.

5.5.1 Lax och havsöring

Förutsättningarna att uppnå nämnvärd ekologisk effekt genom att återskapa vandringsbestånd av lax och havsöring i Luleälven är obetydlig. Den främsta orsaken är att merparten av alla ursprungliga lek och uppväxtområden i dag är överdämda. De få torrsträckor som finns (Letsi och Laxede) kan i kombination med minimitappning motsvarande normal medellågvattenföring endast ge en mycket begränsad produktion av natursmolt. Denna smolt-

produktion motsvarar en nettoutvandring av ca 10 800 smolt förbi Bodens Kraftstation. vilket kan jämföras med den ursprungliga produktionen som enbart inom Letsiområdet var ungefär 10 gånger så stor (108 000 smolt).

En jämförelse av den ekologiska effekten i förhållande till verksamhetspåverkan, kan i ett ekonomiskt perspektiv, även göras med utgångspunkt från dagens kompensationsmetod där reproduktionsskadan kompenseras genom odling och utsättning av smolt nedströms nedersta kraftverket. Kostnaden för att odla smolt i Luleälven uppgår idag till ca 25 SEK per smolt, vilket kan jämföras med en årlig kostnad på i storleksordningen 189 Mkr för att åter skapa ca 10 800 smolt som innebär en kostnad av 17 500 kr/smolt. Omräknat till odlad smolt med faktorn 1,5 (16 200 smolt), i enlighet med miljödomstolens dom (2003-01-15) kommer varje smolt att kosta ca 11 700 SEK.

Även om sannolikheten att krav på åtgärder för att främja naturlig reproduktion av lax och havsöring inte är särskilt stor bör nuvarande underlag kompletteras med uppgifter om lokal tillrinning inom olika älvavsnitt inom de ursprungliga laxförande sträckorna. Likaså bör förekomsten och storleken på ytterligare eventuellt förekommande torrsträckor värderas.

5.5.2 Sik

Den ekologiska effekten av att åter skapa vandringssikbestånd uppströms Bodens kraftstation är utomordentligt tveksam. Inte minst måste riskerna för att sprida fisksjukdomar till uppströmsliggande laxodling framhållas. Aktuellt underlag för att bedöma riskerna för smittspridning bör tas fram. Villkoren för att flytta upp fisk ovanför Bodens kraftverk bör beskrivas närmare.

5.5.3 Flodnejonöga

Se kapitel 11.2.

5.5.4 Ål

Åtgärder som innebär återskapande av upp- och nedvandringssamtygigheter för ål i Luleälven har en obetydlig ekologisk effekt eftersom produktionspotentialen är mycket låg. Därför måste återskapande av vandringssamtygigheter för ål starkt ifrågasättas.

6 UMEÄLVEN

Umeälven är 467 km lång och har ett avrinningsområde på 26 820 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 435 m³/s. I övre delen finns ett flertal större sjöar som Gäutan, Ajaure, Gardiken och Storuman. Umeälvens största biflöde Vindelälven är nästan lika lång som Umeälven men betydligt sjöfattigare. Umeälven regleras av tre stora kraftverksproducenter. Störst är Vattenfall som äger drygt hälften av produktionen tätt följd av E.ON. Skelleftekraft äger endast ett kraftverk. Vattenfall äger 10 kraftverksanläggningar i Umeälven (Tabell 11). Älvens nedersta kraftverk är Stornorrfor som ägs av Vattenfall. Flera kraftverk i älven har tillstånd till korttidsreglering. Kraftverken producerar 4 957 GWh under ett normalår vilket motsvarar 16 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftproduktion.

Tabell 11 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Umeälven. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring.

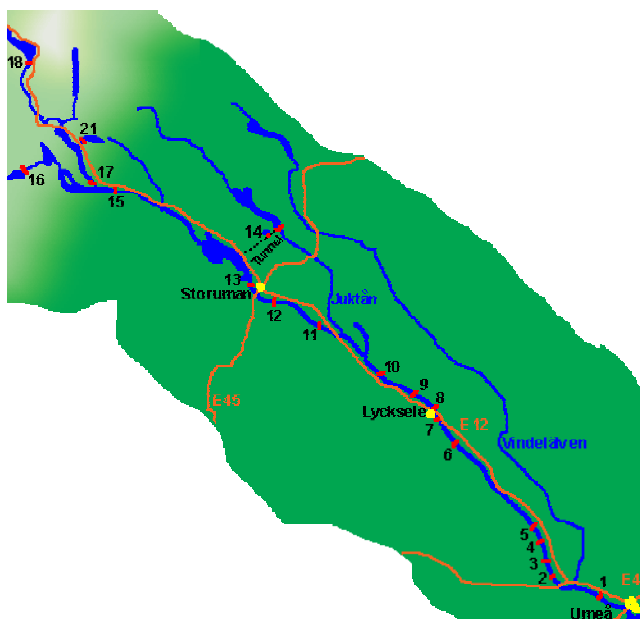
Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Bruttofallhöjd (m)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Gejmnån	265	248,3	13,80	29,00
Ajaure	279	50,2	95,00	170,00
Gardikfors	279	36,2	121,00	170,00
Juktan	79	59,5	26,00	50,00
Umluspen	399	30,7	180,00	340,00
Stensele	242	19,0	188,00	310,00
Grundfors	459	34,7	192,00	330,00
Rusfors	176	12,3	216,00	450,00
Tuggen	439	27,5	227,00	480,00
Stornorrfors	2 340	75,4	440,00	1 045,00

6.1 Lax och havsöring

6.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Umeälven består av två större grenar, den egentliga Umeälven och biflödet Vindelälven som rinner ut i Umeälven ca 4 mil ovanför mynningen i havet. Även före utbyggnaden av vattenkraften skedde merparten av den naturliga produktion av lax och havsöring i Vindelälven, där uppvandring under gynnsamma flödesförhållanden var möjlig ända upp till Ammarnäs, ca 30 mil från mynningen i havet. Under normala förhållanden ansågs Vindelgransele, ca 15 mil ovanför sammanflödet utgöra övre gräns för laxens och havsöringens utbredning (Montén 1988). Den naturliga produktionen av smolt i Vindelälven har av ICES CIEM (2004) beräknats till 250 000 vilda smolt på en reproduktionsareal av ca 1000 hektar.

I själva Umeälven var laxvandring under ursprungliga förhållanden endast möjlig upp till Fällfors ca drygt en mil uppströms sammanflödet med Vindelälven. Idag utgör Pengfors kraftstation, beläget strax nedströms, ett stopp för laxuppvandringen i Umeälven. Laxkompensationen är slutligt fastställd till 14 000 odlade laxsmolt och 2000 havsöringssmolt för inverkan av Pengfors kraftstation (Figur 14).



Kraftstationer inom laxens naturliga utbredningsområde i Ume/Vindelälven

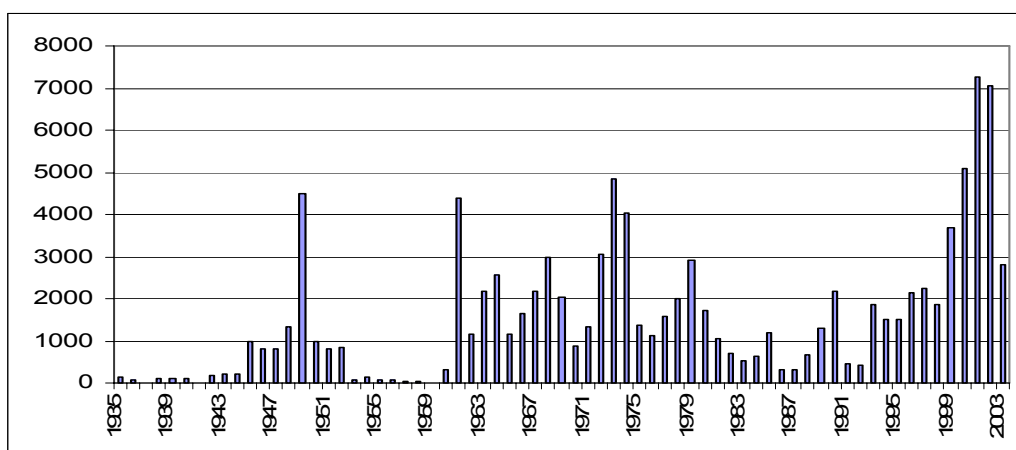
1. Stornorrfors
2. Pengfors

Av den totala ursprungliga produktionen av smolt i Ume/Vindelälven producerades ungefär 4 % i Umeälven och resterande 96 % i Vindelälven.

Figur 14 Kraftstationer inom Umeälven (efter www.kuhlins.com)

Umeälven är ett av de undantag i vattendrag med storskalig vattenkraft som visar på att fiskvandringsåtgärder tillämpas där det fortfarande finns biologiska förutsättningar att göra så. Fiskvägen vid Stornorrfors, som för närvarande är under ombyggnad, möjliggör uppvandring till lekområdena i Vindelälven både för lax och havsöring.

Frågan om skador på laxreproduktion på Vindelälven enligt 2 kap. 8§ ÄVL är ännu inte avgjord. Uppvandringen till älven var tidigare påverkat av Norrforfs kraftstation som också den var försedd med en fiskväg. Vidare påverkades förhållandena av fasta fisken i Baggböleforssen. Dessa fisken tog en stor del av den uppvandrande laxen. In till mitten av 1990-talet har uppvandringen också påverkats av ett högt fiskefisketryck i havet. Uppvandringen i fiskvägarna i Norrforfs (1935-1958) och Stornorrforfs (1960-2003) framgår av Figur 15.



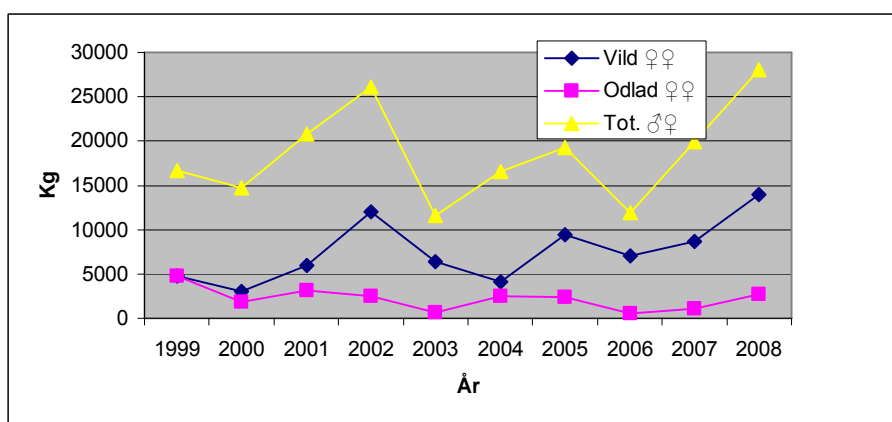
Figur 15 Sammanlagt antal uppvandrande lax och havsöring i fiskvägarna i Norrforfs (1935-1958) och i Stornorrforfs (1960-2003) (efter Fiskeriverket 2004b).

De totala fiskutsättningarna i Umeälven uppgår idag till 94 000 laxsmolt och 22 000 havsöringssmolt varav 80 000 lax och 20 000 havsöring är kompensation för de skador som uppkommit genom Stornorrforfs, främst utvandringsförluster av smolt. Däremot har skador på enskilt fiske i Vindelälven lösts genom en förlikning som fastställts av miljödomstolen i en

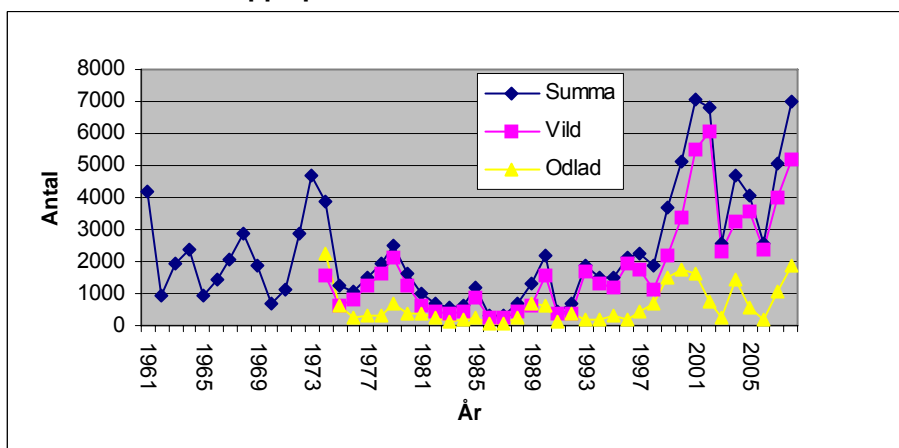
deldom den 19 december 2008 mål nr M 305-99 (Umeå tingsrätt 2008).

Avtalet innebär bland annat att Vattenfall skall anlägga en fiskavledare i anslutning till den nya fisktrappan. Vattenfall skall också avsätta 25 Mkr i 2007 års penningvärde till vandringförbättrande åtgärder i anslutning till sammanflödesområdet. Man skall också finansiera undersökning av alternativa sträckningar för en fiskväg. Vidare Vattenfall skall avsätta 25 Mkr för fiskeutvecklande åtgärder på Vindelälven och dess biflöden samt på sträckan från havet till sammanflödet med Vindelälven.

Sedan slutet av 1990-talet har en kraftig nedgång i havsfisket skett vilket trots sämre överlevnad hos både vilda och odlade ungar i den första havsfasen inneburit en ökad uppvandring. Även om Vindelälven enligt ICES (2008) inte beräknas nå målet på en besättningstäthet av 50 % till år 2010 så kan ändå noteras att det passerade ca 14 ton vilda laxhonor trappan under år 2008 (Figur 16). Med en romproduktion kring 1 200 romkorn/kg skulle det innebära en total romdeposition av ca 16,8 miljoner romkorn.



Figur 16 Fångst av lax i kg, vilda och odlade honor samt totalt hanar och honor i Stornorrfor laxtrappa perioden 1999-2008.



Figur 17 Antal laxar (vilda och odlade) fångade i Stornorrfor laxtrappa, perioden 1961-2008.

Även när det gäller antalet registrerade laxar i fisktrappan (Figur 17) har det skett en markant ökning sedan slutet av 1990-talet, vilket i sig är ett uttryck för fisktrappans funktion. Under vissa år i slutet av perioden är dock andelen tidigt återvändande laxar (grilse) förhållandevis hög vilket ger ett utslag i ett högre antal uppvandrande hanar.

6.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

I Umeälven upptill det naturliga vandringshindret för lax och havsöring bedöms det inte finnas förutsättningar att återskapa en naturlig reproduktion av lax och havsöring. Skälet är att de reproduktionsområden som ursprungligen fanns, idag är överdämda. De åtgärder som har gjorts och planeras genomföras vid Stornorrfors kraftverk kommer dock att få en betydande ekologisk effekt på produktionen av lax och havsöring i Vindelälven. Vid full produktion beräknas smoltproduktionen på Vindelälven komma att uppgå till minst ca 250 000 smolt per år.

6.1.3 Verksamhetspåverkan

Slutliga kostnader av åtgärder vid Stornorrfors kraftverk i Umeälven är fortfarande svåra att överblicka. Med ledning av den förlikning som skedde i miljödomstolen och som fastställdes i domen 2008-12-19, avseende skada på enskilt fiske i Vindelälven och kostnaderna för den nya fiskväg som skall byggas i samband med pågående dammsäkerhetsåtgärder kan man ändå slå fast att de redan beslutade kostnaderna för skadeförebyggande åtgärder kommer att uppgå till minst 150 Mkr (Tabell 12).

Tabell 12 Beräknade kostnader för skadeförebyggande åtgärder i Ume/Vindelälven.

Verksamhetspåverkan	Kostnad (Mkr)
Anläggning av fiskväg	100
Fiskavledare	3-7
Åtgärder i sammanflöde	25
Åtgärder i Vindelälven	25
Summa	155

Utöver dessa kostnader skall behovet av ytterligare en ny fiskväg utredas på bekostnad av Vattenfall. Skulle den expertgrupp som utreder frågan komma fram till att en ny fiskväg i utloppstunneln är den optimala lösningen tillkommer en ytterligare kostnad på minst 100 Mkr. I det fall en fiskväg i utloppstunneln inte förordas är det istället troligt att det istället krävs än mer omfattande åtgärder i sammanflödet.

En annan mycket stor post är kostnaden för minimitappningen. Storleken på nuvarande minimitappning är visserligen redan föreskrivning i dom, men bör ändå vägas när nyttan av en maximal naturlig smoltproduktion skall värderas. Det finns inte heller några garantier för att krav på högre minimitappning inte kommer i framtiden. Det kan vara värt att hålla i minnet att Fiskeriverket tidigare yrkat en minimitappning av 80 m³/s.

En minimitappning av 23 m³/s under 4 månader (juni-september, 2880 tim) innebär med en bruttofallhöjd på 75,4 meter och ett kraftpris av 0,50 kr ett årligt produktionsbortfall av ca 20,8 Mkr. Delar av kostnaden för minimitappningen tas tillbaks genom tillståndet att installera en turbin för att tillgodogöra sig lockvattnet till torrfåran och fiskvägen. Långt ifrån hela värdet fås emellertid tillbaka eftersom fallhöjden blir betydligt lägre än om vattnet körs i ordinarie station. Dessutom avgår ca 1m³/s som går i trappan. Bruttofallhöjden som kan utnyttjas i en ny turbin för lockvattnet är ca 22 meter Om 22 m³/s körs genom turbinen blir produktionsvärdet med ovan angivna förutsättningar ca 5,8 Mkr per år, vilket innebär ett direkt minskat produktionsvärde på 15 Mkr per år (Bilaga 3).

Förutom förlusten i energiproduktion uppkommer också betydande kostnader för att bygga och driva ett nytt kraftverk som kan ta hand om spillvattnet. Därtill kommer löpande kostnader för drift och underhåll av övriga åtgärder, liksom för fortsatta undersökningar. Inga av dessa kostnader, med undantag av kostnaderna för nuvarande smoltodling, har analyserats i dagsläget.

När det gäller kostnaderna för kompensationsodlingen så bör dessa minska i samma omfattning som den framtida smoltavledaren anses fungera. Med utgångspunkt från att uppvandringen fungerar uppgår idag den totala utsättningsskyldigheten på Umeälven till 94 000 odlade laxsmolt och 22 000 odlade havsöringssmolt. Av dessa utgör 80 000 laxsmolt och 20 000 havsöringssmolt kompensation för utvandringsförluster av smolt från Vindelälven. Med fungerande uppvandring och en till 100 % fungerande smoltavledare skulle hela skyldigheten som hänförs till Vindelälven (100 000 smolt) falla bort. Med en smoltavledare som fungerar till 80 % skulle det räcka att odla 20 000 smolt för att kompensera skadan på Vindelälven. Därtill kommer ytterligare 10 000 lax- och havsöringssmolt för skadan i Umeälvsdelen. Antas att en framtida smoltkompensation uppgår till totalt 30 000 smolt/år och varje smolt på Umeälven beräknas kosta ca 40 kr/st att odla fram blir den årliga odlingskostnaden ca 1,2 Mkr.

Under förutsättning att ingen minimitappning utöver den nu gällande föreskrivs kan i stora drag kan kostnaderna för den verksamhetspåverkan som uppkommer för att upprätthålla en full smoltproduktion (250 000 vilda smolt) i Vindelälven uppskattas till i storleksordningen 30 Mkr per år (Tabell 13). Det bör dock framhållas att någon närmare analys av de idag okända kostnaderna inte har gjorts.

Tabell 13 Sammanställning av kostnader för verksamhetspåverkan för att uppnå full smoltproduktion i Vindelälven (250 000 smolt).

Verksamhetspåverkan Typ av åtgärd	Årskostnad	Kapitaliserad kostnad
	Mkr	Mkr
1. Ny fiskväg vid damm	4	100
2. Fiskavledare	0,2	5
3. Åtgärder i sammanflödet	1	25
4. Åtgärder i Vindelälven	1	25
5. Minimitappning 4 mån, 22 m ³ /s (inkl fiskvägsturbin)	15	375
6. Smoltodling kompensation Umeälven/ Vindelälven	1,3	32,5
7. Ny trappa i tunnelutloppet	4	100
8. Nytt minikraftverk	4	100
9. Driftkostnader/undersökningar	1	25
Summa	31,5	788

6.2 Sik

6.2.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Berg (1956) uppger att "den flodlekande kustsiken" (vandringssik) "troligen haft sin övre gräns vid Norrforsen". Enligt Berg (1956) tycks "de flesta ha stannat redan nedanför Baggböle-Klabböleforsarna. Leken torde ha skett längs hela älvsträckan mellan Klabböle och älvmyningen. Berg (1956) konstaterar också att sikleken inte är lika bunden till en viss slags botten som för lax och havsöring. De genomförda rensningsföretagen i Klabböle, Backen och Ytterhiske behöver därför inte ha spolierat sikleken på dessa sträckor.

Några yrkanden eller föreskrifter vare sig av fiskvandningsåtgärder eller utsättningar av sik har aldrig förekommit på Umeälven och har hittills inte heller framställts. Eventuell skada på vandringssik måste därför ha ansetts vara obetydlig.

6.2.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Bedömningen är att förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

6.2.3 Verksamhetspåverkan

Ingen bedömning av verksamhetspåverkan kan göras eftersom förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

6.3 Flodnejonöga

6.3.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Innan anläggningen av Stornorrfors kraftverk var medelfångsten av flodnejonöga vid Klabböle, som ligger nedströms kraftverket, ungefär 200 000 individer per år, vilket motsvarar cirka 10 ton per år. Antagligen fångade bönderna som fiskade vid Baggböle, som ligger nedströms Klabböle lika mycket. Dessutom bedrevs fiske av ett ytterligare antal byar i nedre delen av Umeälven. Efter utbyggnaden av Stornorrfors kraftverk 1958 har fisket nästan upphört. Numera bedrivs ett mindre fiske vid Klabböle under hösten när det sker vattentappning i gamla älvfåran. Något större fiske är inte känt uppströms Stornorrforsen (muntligen Åke Forsén Vattenfall och Jan-Eric Nathansson Fiskeriverket).

Den nuvarande förekomsten av flodnejonöga begränsas av kraftverksdammen vid Stornorrfors. Det saknas uppgifter om naturliga vandringshinder för arten i Umeälven. Det finns inte heller några uppgifter om naturliga och nuvarande uppväxtområden i älven eller i sidovattendrag. Men eftersom något större fiske inte är känt uppströms torde inte några större lek- och uppväxtområden finnas uppströms Stornorrfors.

6.3.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Den ekologiska effekten av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Umeälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

6.3.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Umeälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

6.4 Ål

6.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Det finns inga registreringar av ålfångster vid elfiskeundersökningar inom vattendrag i avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets elfiskeregister. Det finns dock uppgifter om historisk förekomst av ål i två sjöar i Vindelälven och en sjö i Umeälven enligt Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium. Bedömningen är att Umeälven saknar regelbunden förekomst av ål. Inga skyldigheter för ål finns i vattendomar som gäller Vattenfalls vattenkraftanläggningar inom Umeälvens avrinningsområde.

6.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Inom avrinningsområdet finns många kraftverksanläggningar som utgör upp- och nedvandringshinder för ål. Inga större uppväxtområden för ål finns nära havet. Förekomster av ål inom avrinningsområdet är troligen resultatet av äldre utsättningar. Därför saknas förutsättningarna att åtgärder för upp- och nedvandrande ål skulle kunna ge några betydande ekologiska effekter.

6.4.3 Verksamhetspåverkan

Ingen bedömning av verksamhetspåverkan kan göras eftersom förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

6.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har också beskrivits.

6.5.1 Lax och havsöring

Genomförda och beslutade åtgärder i anslutning till Stornorrfors kraftverk och i Vindelälven är ett bra exempel på att åtgärder som gynnar naturligt reproducerande laxfiskbestånd genomförs när det finns ekologiska förutsättningar. Reproduktionsskadan på lax- och på Ume- och Vindelälvsdelen kompenseras idag genom odling och utsättning av totalt 116 000 smolt, varav 100 000 smolt hänförs till Vindelälven. Varje smolt kostar idag ca 44 SEK att odla, vilket motsvarar en årlig kostnad av ca 5,1 Mkr för hela älven och ca 4,4 Mkr för Vindelälvsdelen. Priset som betalas för den verksamhetspåverkan som uppkommer för att upprätthålla full reproduktion på Vindelälven har skattats till i storleksordningen drygt 30 (31,5) Mkr per år, vilket innebär en kostnad av ca 315 kr/smolt.

Fiskvandringståtgärder förbi Pengfors kraftverk i huvudälven är inte särskilt sannolika eftersom det naturliga vandringshindret låg strax ovanför Pengfors. Eftersom tidigare reproduktionsområden är överdämda saknas ekologiska förutsättningar att återskapa naturlig reproduktion av lax i dessa områden.

Fortfarande är alla frågor gällande Stornorrfors kraftverk inte slutligt reglerade, de åtgärder som fastställdes av miljödomstolen i deldom den 19 december 2008 har åtminstone reglerat skada på enskilt fiske efter Vindelälven. Skada på enskilt fiske i älven nedströms Stornorrfors och i kusten återstår, men är på god väg att lösas. Återstår skada på allmänt fiske, dvs skadan på reproduktion av de arter som påverkats. Förutsättningarna för detta är att uppvandringen till Vindelälven fungerar, att fisktrappan fungerar och att utvandringen av smolt fungerar. Brister när det gäller smoltutvandring kan som tidigare kompenseras genom odling och utsättning av smolt.

I den förlikning som miljödomstolen fastställde i domen 2008-12-19 har förutsatts att ingen ytterligare minimitappning skall föreskrivas. Eftersom en ca 6 km lång torrsträcka nedströms Stornorrfordammen berörs är det högst troligt att krav kan komma på minimitappning året runt för att förbättra den ekologiska potentialen i området. Förutsättningarna för sådana krav bör studeras närmare.

I anslutning till Stornorrfors bedrivs ett mycket omfattande forskningsprogram som tar fasta på att föreslå och analysera effekten av både pågående- och framtida åtgärder. I vissa fall kan tyckas att forskningen haft bristande insikt i vilka utgångspunkter (både juridiska och andra) som skall gälla vid prövningen. Exempelvis borde det sakna betydelse om en viss del av den utvandrande smolten dör i turbinerna och istället kompenseras genom odling så länge man med god marginal klarar rekryteringen till beståndet. Inte heller kan hög dödlighet och därmed låg uppvandring till följd av fiskemortalitet, sjukdomar som M74, tas som incitament för åtgärderna skulle vara otillräckliga. Det gäller även den överdödlighet i havet av postsmolt som sannolikt är orsakad av näringsbrist. Dessa samband förtjänar att på ett tydligt sett lyftas fram när man diskuterar den ekologiska effekten av de åtgärder som genomförs.

I diskussionen kring värdet av fiskvandringståtgärder bör dessutom större tonvikt läggas på att belysa ekonomiska aspekter av att upprätthålla ett självreproducerande laxbestånd i Vindelälven. Det är lika viktigt att redovisa kostnader för att nå det ekologiska målet som att beskriva skilda utgångspunkter för värdering av naturlaxbestånd.

6.5.2 Sik

Några skyldigheter att sätta ut sik finns inte för Umeälven/Vindelälven kopplade till Stornorrfors kraftverk. En förklaring till detta torde vara att siken inte klarat de nedersta forsarna vid Baggböle och Klabböle och att beståndet av vandringsdik endast påverkat marginellt av kraftverksutbyggnaderna.

6.5.3 Flodnejonöga

Se kapitel 11.2.

6.5.4 Ål

Åtgärder som innebär återskapande av upp- och nedvandringmöjligheter för ål i Umeälven har en obetydlig ekologisk effekt eftersom produktionspotentialen är mycket låg. Därför måste återskapande av vandringsmöjligheter för ål starkt ifrågasättas.

7 ÅNGERMANÄLVEN

Ångermanälven är 463 km lång och har ett avrinningsområde på 31 860 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 485 m³/s. Ångermanälven har ett flertal större biflöden som Vojmån, Fjällsjöälven och Faxälven. Vattenfall äger åtta kraftverksanläggningar i Ångermanälven och biflödet Fjällsjöälven (Tabell 14). Vattenfalls kraftverk i Ångermanälven är huvudsakligen belägna i skogslandet och i fjällområdet (Stalon). Vattenfall äger en stor del av älvens totala kraftverk och andra stora ägare är E.ON och Statkraft. Det kraftverk som är beläget närmast havet är Sollefteå kraftverk och ägs gemensamt av E.ON och Sollefteå kommun. Vattenfalls kraftverk i Ångermanälven producerar 4 174 GWh under ett normalår, vilket motsvarar 13,4 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftproduktion. Korttidsreglering är tillåtet i flera av kraftverken. Detaljer kring kraftverken återfinns i Tabell 14 nedan.

Tabell 14 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Ångermanälven. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring.

Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Bruttofallhöjd (m)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Stalon	587	199,3	38,00	70,00
Stenkullafors	230	23,5	141,00	285,00
Åsele	117	11,0	157,00	300,00
Långbjörn	415	33,8	181,00	330,00
Lasele	670	54,2	189,00	330,00
Kilforsen	964	99,1	157,00	350,00
Nämforsen	462	22,4	346,00	600,00
Forsmo	729	33,1	346,00	600,00

7.1 Lax och havsöring

7.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Enligt Montén (1988) bildade Nämforsen övre gräns för laxens naturliga utbredningsområde i Ångermanälvens huvudgren. Nämforsen som ligger ca 7 km nedströms Fjällsjöälvens inflöde i huvudälven ansågs endast i undantagsfall kunna passeras av enstaka laxar. Forsmoforsarna som låg ca 3 mil nedströms Nämforsen utgjorde däremot inget vandringshinder. I Faxälven stoppades laxen vid Storfinnforsen.

Anderson (1989c) uppger med hänvisning till älvplanen från 1956 att laxens och havsöringens reproduktionsområden beräknades till totalt 729 hektar, varav 239 hektar låg i Faxälven nedströms Storfinnforsen och 490 ha i huvudälven upp till Holaforsen som var forsens närmast uppströms Nämforsen. Till huvudälven inkluderades även ett mindre område i Fjällsjöälven vid Kilforsen som utgjorde ett naturligt vandringshinder för all vidare uppvandring (Figur 18).

I vattendomstolens dom från den 5 februari 1973 (Jämtbygdens tingsrätt 1971) i målet om plan för Ångermanälvens vandringsfisk (A35/58), tidigare benämnt älvplan föreskriver domstolen under en prövotid en utsättningskyldighet på totalt 331 500 lax och havsöringssmolt som fördelningsmässigt följer älvplanen. Större delen av utsättningskyldigheten (ca 44 %) är fördelade på Kilforsen, Nämforsen och Forsmo kraftstationer (Bilaga 4.1). Vilken andel av denna skyldighet som kan hänföras till Fjällsjöälven och området nedströms Kilforsen framgår dock inte av domen, med hänsyn till de fiskesakkunnigas uppfattning att Nämfors-

sen "endast i undantagsfall kunna passeras av enstaka laxar" (Montén 1988) är det rimligt att utgå ifrån att den naturliga reproduktionen ovanför Nämforsen och i Fjällsjöälven upp till Kilforsen var obetydlig. I sammanhanget kan dock nämnas att Anderson (1998b) uppger att Nämforsen ansågs vara laxens övre gräns men att laxen, enligt vissa uppgifter, före mitten av 1800-talet kunde passera Nämforsen och Holaforsen och leka uppströms, vilket innebar att laxbeståndet då var betydligt större.



Figur 18 Kraftverk i Ångermanälvens vattensystem (källa www.kuhlins.com)

I Jämtbygdens tingsrätt, vattendomstolens slutdom 1991-11-08, avseende smoltkompensationen på Ångermanälven ändrades utsättningskyldigheten på 300 000 lax- och 31 500 havsöringssmolt enligt 1973 års dom till 210 000 laxsmolt och 36 500 havsöringssmolt d v s en kraftig reducering av antalet laxsmolt samt en mindre höjning av antalet havsöringssmolt.

I den ursprungliga älvplan utgjordes utgångsmaterialet av fångststatistik för perioden 1892-1946, från vilken medelfångsten kunde beräknas till 15,5 ton per år i Ångermanälven och 2,4 ton i Faxälven vilket sedermera uppjusterades med 40 % för Ångermanälven och 80 % för Faxälven. Laxfångsten uppgick därmed till 26 ton/år med en beräknad medelvikt av 10 kg. I 1973 års dom höjdes basfångsten till 30 ton. I likhet med flertalet andra älvar ansågs andelen öring uppgå till ca 10 % (Anderson 1998b, Anderson 1989c).

Nämforsens kraftverk togs i drift 1946 och eftersom Nämforsen i princip också ansågs vara övre gräns för laxens utbredningsområde ansågs det vid tillåtlighetsprövningen inte heller finnas något behov av en fisktrappa vid Nämforsen. Däremot var man redan från början mån om att så långt det var möjligt upprätthålla ett naturligt bestånd av lax och öring i älven. Från 1948 när Forsmodammen var klar inrättades en fishiss i dammen för vidare upptransport av lax och havsöring. Anderson (1998b) uppger att det under perioden 1948-1957 i medeltal sattes ut 750 vuxna laxar och 80 havsöringar per år. Medelvikten på laxen upp-

skattades till 7,5 kg, d v s totalt 5,6 ton per år. På sträckan mellan Forsmo och Nämforsen sattes under perioden 1948-1964 samtidigt ut 1700 (12,8 ton) laxar och 146 havsöringar ut årligen. Förutom upptransporten av lax och havsöring skedde under perioden 1950-1966 också utsättningar av 1-somriga lax- och havsöringsungar (totalt ca 1 000 000 laxungar och 300 000 havsöringsungar) på områden uppströms Nämforsen.

Enligt Anderson (1998b) bidrog upptransporten av leklax uppströms Nämforsen tillsammans med utsättningarna av ungar upphov till en överkompensation under perioden 1954-1963. Från och med 1971 saknas förutsättningar för naturlig reproduktion, lax- och havsöringbeståndet är helt beroende av utsättningar av odlad smolt. Under perioden 1969-1978 sattes i genomsnitt ut 350 000 laxsmolt per år vilket gav upphov till laxfångster på i genomsnitt 42 ton per år perioden 1970-1980, vilket enligt Anderson (1998b) var en kraftig ökning jämfört med andra älvar.

7.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

I likhet med förhållandet i flertalet andra utbyggda laxälvar utgick kompensationsförfarandet i Ångermanälven till en början från de ekologiska förutsättningar som fanns. Så länge det fanns tillgängliga lek- och uppväxtområden upprätthölls så långt som möjligt också en naturlig reproduktion både genom upptransport av leklax och genom utsättning av ungar på lämpliga uppväxtområden i älven. Först när det de ekologiska förutsättningarna inte längre finns övergår man i full skala till utsättningar av odlad smolt vars syfte är att grantera den genomsnittliga rekryteringen till bestånden samtidigt som ett havs- kust och mynningsfiske kan upprätthållas.

Idag saknas i stort sett strömsträckor som möjliggör en naturlig reproduktion inom laxens ursprungliga reproduktionsområde. Det finns inte heller några längre områden med torrsträckor upp till Nämforsens kraftverk. Dämningsområdet från Sollefteå kraftverk sträcker sig upp till Forsmo i höjd med fiskodlingen. Den torrlagda älvfåran nedströms Forsmo kraftverk är 1,2-1,3 km lång med en areal på ca 12 hektar (Figur 19).



Figur 19 Laxbiotop på torrsträcka nedströms Forsmo kraftverk. Foto Leif Kuhlin 2005.

Forsmo dämningsområde sträcker sig upp till Moforsens kraftverk. Nedanför Nämforsen finns ett torrlagt parti med mycket hällar och således mindre lämpat som reproduktionsområde för lax och havsöring. Området har en areal av ca 3 ha.

Upströms Nämforsen finns längre sammanhängande torrsträckor i Fjällsjöälven upp till Kilforsen samt åtminstone i den nedre delen av den idag torrlagda Hålaforsen i huvudälven. Eftersom dessa sträckor endast var tillgängliga för enstaka laxar görs emellertid ingen beräkning av möjlig smoltproduktion inom dessa områden.

Eftersom uppgifter saknas om hur reproduktionen fördelades vid Forsmo och Nämforsen är det inte möjligt att med utgångspunkt från uppmätta arealer jämföra naturlig respektive potentiell smoltproduktion inom respektive område. Torrsträckan nedströms Forsmo kraftverk är överlag en god laxbiotop. Med antagandet att full smoltproduktion uppnåddes vid oreglerad medelvattenföring som vid Nämforsen uppgick till 333 m³/s och att full smoltproduktion i enlighet med domen motsvarar 338 odlade smolt/ha (246 000 odlade smolt lax och havsöring/729 ha). Smoltproduktionen på torrsträckan skulle därmed uppgå till 3988 (338 smolt/ha x 12 ha) odlade smolt. Antas att förhållandet mellan smoltproduktion och vattenföring är linjärt skulle den tillgängliga reproduktionsarealen vid Forsmo bli drygt 2 hektar vid oreglerad normal lågvattenföring som vid Nämforsen var 60 m³/s, motsvarande en produktion av ca 710 odlade smolt. Antar man också att det med biotopjusteringar i bästa fall går att fördubbla reproduktionsarealen till 4 ha erhålls en produktion som motsvarar 1420 odlade smolt. På motsvarande sätt kan reproduktionspotentialen vid Nämforsens torrsträcka beräknas. Denna är dock av betydligt sämre kvalitet än vid Forsmo, vid normal oreglerad lågvattenföring uppgår smoltproduktionen till ca 170 odlade smolt på en areal av 0,5 hektar. Befintliga torrsträckor vid Forsmo och Nämforsen kan med en minimitappning på 60 m³/s, motsvarande normal lågvattenföring, ge en produktion som motsvarar 890-1590 odlade smolt. Med hänsyn till utvandringsförluster som antas till ca 15 % vid nedströmsliggande kraftverk blir nettoeffekten av de smolt som passerat Sollefteå kraftverk mellan cirka 700 till 1300 smolt uttryckt i odlade enheter.

7.1.3 Verksamhetspåverkan

På samma sätt som i exempelvis Luleälven uppkommer verksamhetspåverkan både i form av anläggningskostnader för fiskvägar samt förlorade produktionsvärden i form av vattentappningar både under hela året för att erhålla nödvändiga strömvattenhabitat och genom fiskvägar under vandringsäsongen. Produktionsvärdet för vatten som måste spillas vid Nämforsen och vid Forsmo kraftstationer har räknats ut på årsbasis vid tappning av 1 respektive 60 m³/s enligt nedanstående tabell.

Tabell 15 Årligt intäktsbortfall (förlorat produktionsvärde) för minimitappning genom Nämforsen och Forsmo kraftstationer vid olika minimitappningar (1 m³/s och MLQ 60 m³/s).

Förlorat produktionsvärde i Forsmo vid olika vattenföringar

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris (kr/kWh)	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 33,1	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	1 208 899
0,85	x 33,1	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 60	72 533 943

Förlorat produktionsvärde i Nämforsen vid olika vattenföringar

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris (kr/kWh)	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 22,4	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	818 107
0,85	x 22,4	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 60	49 086 415

Kostnader uppkommer också för att anlägga fiskvägar och med utgångspunkt från ett pris av ca 0,5 Mkr per fallmeter beräknas en fiskväg vid Forsmodammen kosta minst 5 Mkr. Kostnader för kompletterande biotoprestaurering för att optimera produktionen på torrsträckorna har beräknats till i storleksordningen 200 000 kr (bilaga 4.2).

Fiskvägar behövs även vid Sollefteå och Moforsens kraftverk, Vid dessa kraftverk uppkommer förluster av produktionsvärden genom tappning i fisktrappa under en del av året. Någon analys av kostnaderna har inte gjorts eftersom de berör andra kraftverksföretag.

Enbart det årliga värdet vid Vattenfalls anläggningar för bortfallen elproduktion, fiskväg och biotoprestaurering exklusive kostnader för underhåll samt Vattenfalls kostnader för smoltodlingen uppgår till i storleksordningen 126 Mkr. Den kapitaliserade kostnaden uppgår till 3150 Mkr.

7.2 Sik

7.2.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I likhet med övriga norrlandsälvar var sikens utbredningsområde i Ångermanälven koncentrerad till de nedre delarna. I Ångermanälven finns en sikutsättningskyldighet på totalt 3 700 000 sikyngel, 3 250 000 av dessa hänförs till inverkansområdet från Sollefteåkraftverk, 150 000 till Hjälda kraftverk som är det nedersta kraftverket i Faxälven och 300 000 till området Forsmo, Nämforsen och Kilforsen, sannolikt i huvudsak till de nedre delarna av Forsmoforsarna. Enligt Anderson (1989c, 1990) torde fångsten av sik i älven före 1970 endast i ringa grad ha påverkats av kraftverksutbyggnaden. Medelårsfångsten av sik perioden 1973-1979 var 11 ton varav 4/5 enligt Anderson (1989c, 1990) beräknades härröra från utsättningar och resten från naturlig reproduktion nedströms Sollefteå.

7.2.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Fråga om vandringsvägar för sik har aldrig väckts. De ekologiska förutsättningarna att åter skapa bestånd av vandringsik i Ångermanälven kan jämföras med Luleälven (5.2.2).

7.2.3 Verksamhetspåverkan

Se kapitel 5.2.3

7.3 Flodnejonöga

7.3.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I Ångermanälven har det bedrivits fiske upp till Nämforsen som även sannolikt utgjort ett naturligt vandringshinder för arten. Den nuvarande förekomsten av flodnejonöga begränsas av kraftverksdammen vid Sollefteå. Detta kraftverk ägs gemensamt av E.ON och Sollefteå kommun. Till i början av 2000-talet har ett visst fiske bedrivits nedströms kraftverket.

7.3.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Den ekologiska effekten av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Ångermanälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

7.3.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Ångermanälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

7.4 Ål

7.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Inga registreringar av ål finns inom avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets elfiskeregister. Historisk förekomst av ål i vissa sjöar finns i nedre delen av avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium. Bedömningen är att ål sannolikt kan förekomma sporadiskt inom avrinningsområdet nedströms Sollefteå kraftverk.

7.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Det finns ett stort antal kraftverksanläggningar i nedre delen av avrinningsområdet. Arealen uppväxtområden för ål är förhållandevis stor men ligger högt upp i avrinningsområdet. Bedömningen är att förutsättningarna saknas för åtgärder för upp- och nedvandrande ål skulle kunna ge några betydande ekologiska effekter.

7.4.3 Verksamhetspåverkan

Ingen bedömning av verksamhetspåverkan kan göras eftersom förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

7.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har också beskrivits.

7.5.1 Lax och havsöring

Slutsatsen är att åtgärder för att återställa naturliga bestånd av lax och havsöring inom nuvarande torrsträckor nedströms Forsmo- och Nämforsens kraftverk endast kan få mycket begränsad effekt trots stor inverkan på verksamheten. Samtidigt skulle en lyckad etablering av exempelvis havsöring i biflöden komma att påverka redan befintliga bestånd av öring och harr. Med hänsyn till andra pågående utredningar om etablering av lax och havsöring föreslås att en närmare analys görs av förutsättningarna för naturlig reproduktion på torrsträckor uppströms Nämforsen till Lasele (Hålaforsen) och i Fjällsjöälven till Kilforsen.

7.5.2 Sik

Eftersom den naturliga reproduktionen var koncentrerad till nedre delen av älven finns inga skäl att återskapa vandrings-sikbestånd uppströms nedersta kraftverket och än mindre högre upp i älven. Sik ovanför Sollefteå kraftverk ökar risken för smittspridning av fisksjukdomar till ovanförliggande fiskodlingar.

7.5.3 Flodnejonöga

Se kapitel 11.2.

7.5.4 Ål

Åtgärder som innebär återskapande av upp- och nedvandringmöjligheter för ål i Ångermälven har en obetydlig ekologisk effekt eftersom produktionspotentialen är mycket låg. Därför måste återskapande av vandringsmöjligheter för ål starkt ifrågasättas.

8 INDALSÄLVEN

Indalsälven är 430 km lång och har ett avrinningsområde på 26 727 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 445 m³/s. Indalsälven har ett flertal större biflöden uppströms Storsjön. Vattenfall äger åtta kraftverksanläggningar i Indalsälven (Tabell 16). Älvens nederst belägna kraftverk är Bergeforsen som ägs av Vattenfall. Vattenfall är en av de största ägarerna i älven tillsammans med Jämtkraft och Fortum. Flera av Vattenfalls kraftverk har möjlighet till korttidsreglering. Produktionen i Vattenfalls anläggningar uppgår till 3 934 GWh under ett normalår, vilket motsvarar 13 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftproduktion.

Tabell 16 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Indalsälven. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring.

Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Bruttofallhöjd (m)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Midskog	727	26,6	373,00	640,00
Närverede	319	12,9	374,00	640,00
Stugun	181	7,6	377,00	640,00
Stadsforsen	794	28,4	433,00	580,00
Hölleforsen	730	23,9	433,00	720,00
Järkvissle	412	14,4	437,00	720,00
Bergeforsen	739	23,0	444,00	840,00
Sillre	32	193	2,00	8,00

8.1 Lax och havsöring

8.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

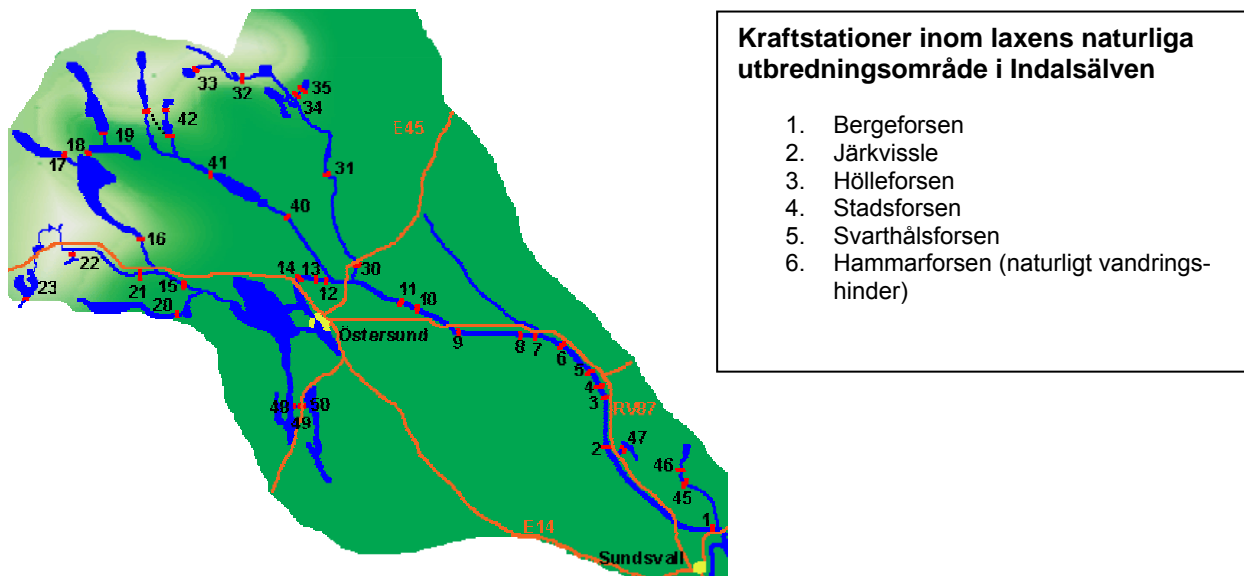
I Indalsälven utgjorde Hammarforsen ca 11 mil från mynningen en övre gräns för lax och havsöring. Hammarforsen byggdes ut med ett kraftverk redan 1928. Mellan åren 1935-39 byggdes Stadsforsens kraftverk beläget 25 km nedströms Hammarforsen.

Anderson (1998a) uppger att utbyggnaden torde ha påverkat reproduktionen och fångster-
na av lax redan under perioden 1930-1939. I samband med utbyggnaden av Hölle, år 1949,
ålades Vattenfall att kompensera skadorna genom utsättningar av 400 000 1-somriga lax-
ungar. År 1953 avstängdes älven helt och hållet genom tillkomsten av Bergeforsens kraft-
station. Under perioden 1930-1939, basperiod för beräkning av smoltproduktion, uppgick
laxfångsterna i Indalsälven och dess mynning (Tynderö-Alnö-Njurunda) till 14,5 respektive
6,3 ton per år.

I kommentar till älvplan från 1958 för Indalsälven (källa okänd, troligen Vandringsfiskutred-
ningen) uppges att medelårsfångsten för hela Indalsälven i naturligt skick uppgick till 35 ton
eller 3900 laxar. Ursprunglig reproduktionsareal beräknades uppgå till ca 470 hektar men
reducerades med hänsyn till påverkan från befintliga och planerade kraftverk till 375 hektar
som framgår av bilaga 3 och nedanstående Tabell 17.

Tabell 17 Fördelning av lekområden för lax enligt kommentar till älvplan för Indalsälven.

Område	Ursprunglig areal		Reducerad areal	
	hektar	%	hektar	%
Bergeforsen	130	28	130	35
Järkvissle	125	27	125	33
Hölleforsen nedom damm	50	11	50	13
Hölleforsen ovan damm	30	6	20	5
Stadsforsen	40	9	20	5
Svarthålsforsen	95	20	30	8
Summa	470	100	375	100



Figur 20 Kraftstationer i Indalsälven inom laxens och havsöringens naturliga utbredningsområde. Fotot visar Hammarforsen som var ett naturligt vandringshinder för lax och havsöring. (www.kuhlins.com).

8.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Förutsättningarna att återskapa naturlig reproduktion av lax och havsöring i Indalsälven bedöms som mycket små eftersom det knappast finns kvar några ursprungliga strömsträckor och inte heller några längre torrsträckor som är möjliga att återställa. Enligt uppgift finns en kortare torrsträcka vid Stadsforsen, efter höger strand från ett sidoutskov. Direkt nedanför dammen vid Hammarforsen finns en kort torrsträcka (Figur 20) som i huvudsak består av berg och är inte något lämpligt lax- eller öring habitat. En strömsträcka av okänd kvalitet skall enligt uppgift också finnas vid Sillre såg. Alla ursprungliga reproduktionsområden är i stort sett överdämda. Störst potential för att återskapa främst havsöringbiotoper torde finnas i biflödet Ljustorpsån/Mjällån som mynnar nedströms Bergeforsens kraftverk.

8.1.3 Verksamhetspåverkan

Åtgärder för att återskapa naturlig reproduktion av lax och havsöring i Indalsälven skulle kräva mycket omfattande förändringar av både reglering och vattenhushållningsbestämmelser. Eftersom tillräckligt underlag saknas för att göra en bedömning av storleken av verksamhetspåverkan eventuella åtgärder i Indalsälven skulle få göras för närvarande ingen analys av verksamhetspåverkan.

8.2 Sik

8.2.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I kommentaren till älvplanen från 1958 anges en årsmedelfångst av 15 ton eller 37 500 sikar, dvs en medelvikt av 0,4 kg. Fördelningen av sikens lekplatser var visserligen inte närmare undersökt men antogs vara koncentrerad till de nedre delarna av älven så att 10 % av leken skedde nedströms Bergeforsen, 65 % i Bergeforsområdet, 20 % ovan Järkvissle och 5 % i området ovanför Hölleforsen. Ingen sikreproduktion antogs förekomma ovanför Stadsforsen (Bilaga 3).

Den naturliga produktionen av sik i Indalsälven före utbyggnaden har grovt beräknats till 10 miljoner yngel per år eller något mer. Efter utbyggnaden av Bergeforsens kraftverk år 1955 avstängdes älven för fiskuppvandring. Även Anderson (1989b) uppger att viss naturlig reproduktion av sik kan tänkas ha skett på den 9 km långa sträckan nedströms dammen. Huvuddelen av all sikreproduktion torde dock ha skett uppströms Bergeforsen.

Nuvarande sikutsättningskyldighet hänför sig till dom 1973-12-20 som föreskriver en utsättning av 10 miljoner sikyngel och 150 000 1-somriga sikungar. I domen medges sökanden rätt att byta ut sikyngelutsättningarna mot utsättning av 55 000 havsöringsungar per år. I samma dom medges Fiskeriintendenten rätt att byta ut de 1-somriga sikungarna mot 15 000 havsöringsungar. Förhållandena i dag innebär att hela yngelskyldigheten kompenseras genom utsättning av havsöring, men utsättning av 1-somriga sikungar har återupptagits sedan början av 2000-talet.

8.2.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Fråga om vandringsvägar för sik har aldrig väckts. Med undantag av att Bergeforsens laxodling är belägen nedströms nedersta vandringshindret och smittskyddsaspekten därför är annorlunda så är de ekologiska förutsättningarna att återskapa bestånd av vandringsik i övrigt likadana i Indalsälven som i Luleälven (5.2.2).

8.2.3 Verksamhetspåverkan

I Indalsälven bedrivs redan idag avelsfiske efter sik med not i området nedanför Bergeforsens kraftverk. Fångsterna varierar under olika år, men har generellt varit rätt lyckosamma sedan fiskeansträngningarna anpassats till rätt tid på dygnet (kväll). Under vissa år har ett betydande antal blanköringar erhållits som bifångst. Fallhöjden vid Bergeforsen är 23 meter, både höjd och utrymme gör det i praktiken omöjligt att anlägga någon form av omlöp i det fall krav på vandringsväg för sik skulle väckas.

8.3 Flodnejonöga

8.3.1 Naturlig och nuvarande förekomst

I Indalsälven har det bedrivits fiske åtminstone upp till Stadsforsen. Det tidigare fisket som var omfattande på vissa platser upphörde i och med utbyggnaden av Hölle och Bergeforsens kraftstationer. Numera görs observationer av flodnejonöga nedströms Bergeforsens

kraftverk. Det saknas uppgifter om det förekommer lek i större biflöden nedströms Bergforsen (muntligen Lars Hedman Vattenfall).

Den nuvarande förekomsten av flodnejonöga begränsas av kraftverksdammen vid Bergforsen. Det saknas uppgifter om naturliga vandringshinder för arten i Indalsälven. Utifrån uppgifter om det fiske som bedrivits borde dock lek- och uppväxtområden för arten åtminstone ha funnits upp till Stadsforsen. Nuvarande förekomst av arten i Indalsälven är inte känd.

8.3.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Den ekologiska effekten av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Indalsälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

8.3.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Indalsälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

8.4 Ål

8.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Inga registreringar av ål finns inom avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets elfiskeregister. Historisk förekomst av ål finns i nedre delen av avrinningsområdet enligt Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium. Det har också funnits åtminstone en ålyngelledare inom Indalsälvens vattensystem. Bedömningen är att ål sannolikt kan förekomma sporadiskt inom avrinningsområdet nedströms Bergforsens kraftverk. I utsättningsplan för Indalsälven Vattendomsstolens dom 1973-12-20 (A 67/45 DVA 63) finns fastställt en skyldighet för utsättning av sättål i ett antal sjöar inom avrinningsområdet. För närvarande sker årliga utsättningar av cirka 35 000 ålyngel på kusten i närheten av Indalsälvens mynningsområde. Övergången till utsättning av ålyngel har gjorts för att minska risken för spridning av smittsamma sjukdomar.

8.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Det finns ett stort antal kraftverksanläggningar i nedre delen av avrinningsområdet. Arealen uppväxtområden för ål är förhållandevis stor men ligger högt upp i avrinningsområdet. Bedömningen är att förutsättningarna saknas för åtgärder för upp- och nedvandrande ål skulle kunna ge några betydande ekologiska effekter.

8.4.3 Verksamhetspåverkan

Ingen bedömning av verksamhetspåverkan kan göras eftersom förutsättningar saknas för att utföra åtgärder som kan ha någon betydande ekologisk effekt.

8.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har också beskrivits.

8.5.1 Lax och havsöring

Slutsatsen är att åtgärder för att återställa naturliga bestånd av lax och havsöring uppströms inom de ursprungliga utbredningsområden, ovanför Bergeforsen endast kan få mycket begränsad effekt trots stor inverkan på verksamheten. Samtidigt skulle en lyckad etablering av exempelvis havsöring i biflöden komma att påverka redan befintliga bestånd av öring och harr.

8.5.2 Sik

I Indalsälven föreslås förutom att smittskyddsaspekterna uppdateras också att konsekvenserna för sikodlingen av uppflyttning av leksik utreds, exempelvis finns skäl att utreda på vilket sätt uppflyttning av sik påverkar dagens kompensationsodling av sik.

8.5.3 Flodnejonöga

Se kapitel 11.2

8.5.4 Ål

Åtgärder som innebär återskapande av upp- och nedvandringmöjligheter för ål i Indalsälven kan inte ses som en meningsfull åtgärd. Det beror dels på att kompensationsutställningar av ål i dag görs i mynningsområdet av Indalsälven. Dessutom skulle åtgärder som skulle minska dödligheten i kraftverken vid lekåtervandringen sannolikt få en betydande verksamhetspåverkan. Därför måste återskapande av vandringmöjligheter för ål starkt ifrågasättas.

9 DALÄLVEN

Dalälven är 542 km lång och har ett avrinningsområde på 28 954 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 350 m³/s. Dalälven har tre större grenar, Västerdalälven, Österdalälven och Oreälven. Vattenfall äger tre kraftverksanläggningar i Dalälven (Tabell 18) som samtliga är belägna nedströms den punkt där de tre grenarna har strålat samman. De nedre kustnära delarna av Dalälven, där Vattenfalls kraftstationer är belägna, karaktäriseras av stora sjöområden som Hedesundafjärden och Storfjärden. Dalälvens största producent är Fortum. Därutöver finns ett flertal mindre producenter, däribland Vattenfall och några kommunala bolag. Älvens nederst belägna kraftverk är Älvkarleby som ägs av Vattenfall. I Vattenfalls kraftverk är korttidsreglering endast tillåten i Söderfors. Kraftverken drivs huvudsakligen som strömkraftverk med liten regleringskapacitet. Vattenfalls tre anläggningar i Dalälven producerar 691 GWh under ett normalår, vilket motsvarar 2 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftverk.

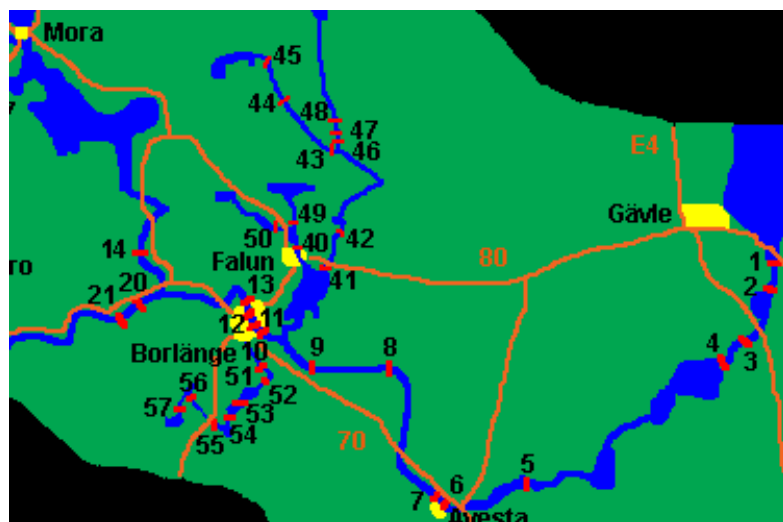
Tabell 18 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Dalälven. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring.

Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Bruttofallhöjd (m)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Näs	122	6	328,00	480,00
Söderfors	100	4,5	338,00	500,00
Älvkarleby	469	22,5	342,00	700,00

9.1 Lax och havsöring

9.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

När det gäller Dalälven var laxfisket vid Älvkarleby känt som ett av landets förnämsta. Fiskeriintendenten Karl Puke beräknade att det i mitten av 1800-talet torde ha fångats kring 30 ton lax per år vid Älvkarlebyfallen. Fisket var dokumenterat ända sedan medeltiden och kronan lade mycket tidigt under sig detta fiske. Då laxen kunde passera genom den så kallade kungsådregronen utgjorde Älvkarlebyfallen inte heller något hinder för laxens passage vidare upp i älven. Enligt Anderson (1998a) låg laxens övre gräns vid Gråda nedströms Siljan i Österdalälven (inte ett absolut vandringshinder) och vid Mockfjärd i Västerdalälven. Att döma av fallkurvan torde de viktigaste reproduktionsområdena ha legat inom fallsträckorna i älvens nedre och mellersta delar. Av Figur 21 framgår kraftstationer belägna inom laxens ursprungliga utbredningsområde. Den optimala laxproduktionen under opåverkade förhållanden har beräknats till 240 000-250 000 smolt per år (Anderson 1998a).



Kraftstationer inom laxens naturliga utbredningsområde

1. Älvkarleby (Vattenfall)
2. Lanforsen
3. Untraverken
4. Söderfors (Vattenfall)
5. Näs (Vattenfall)
6. Avesta Lillfors
7. Avesta Storfors
8. Skedvi
9. Långhag
10. Domnarvet
11. Bullerforsen
12. Kvarnsveden
13. Forshuvud

Österdalälven

14. Gråda (naturligt vandringshinder)

Västerdalälven

20. Lindbyn
21. Mockfjärd (naturligt vandringshinder)

Figur 21 Kraftstationer i Dalälven (efter www.kuhlins.com).

Den tidigaste överbyggnaden av Dalälven med damm påbörjades 1878 vid Domnarvet. Här anlades också en fisktrappa år 1892, som enligt fiskeriinspektör Rudolf Lundberg konstaterades vara "fullt duglig för sitt ändamål" bland annat stängdes trappan vid ett tillfälle för att man skulle kunna kontrollera funktionen och då fanns sex laxar i trappan. De tidigaste kraftverken i älven (Avesta Storfors 1880 och 1894, Näs 1898, Söderfors 1899 och Kvarnsveden år 1900) tycks inte ha varit till något större hinder för laxvandringen.

Av Monténs (1988) redogörelse för utbyggnaden av Älvkarlebyfallen framgår att laxfångsterna i Dalälven liksom i flertalet andra laxälvar nådde sin kulmen under slutet av 1800-talet med rekordhöga fångster. Därefter sjönk fångsterna stadigt för att nå ett bottenläge kring 1905. Fångsterna i Dalälven hade då sjunkit till ca 10 ton och nästan all lax fångades vid Älvkarlebyfallen eller strax nedströms. Ovanför Untra rapporterades endast enstaka laxfångster. Även om fallen vid Untra torde ha varit svåra att passera för laxen skedde fångst av lax långt upp i älven i både Västerdalälven och Österdalälven (Rosén 1956). Nedgången i laxfångsterna sammanföll med projekteringen av utbyggnaden i Älvkarleby vilket möjligen kan förklara de förhållandevis begränsade krav Kungl. Majt: ställde i sin resolution av den 18 april 1913 då tillstånd till överbyggnad av kungsådran lämnades. Vattenfall ålades att utan dröjsmål anordna en laxtrappa och ålyngelledare. Vidare skulle en laxodlingsanstalt anläggas, för en beräknad kläckning av minst 1 miljon laxyngel.

Vid Vattenfalls anläggningar finns idag fiskvandringssmöggheter dels i Älvkarleby i den övre delen av Kungsådran och vid Söderfors. Fiskvägen vid Älvkarleby som är en kombinerad denilrånna med fångstmina är avsedd för fångst av avelsfisk, passage vidare upp i älven är inte möjlig. Fiskvägen är ca 20 meter lång upp till fångstminan. Vid vattenföringen 175 m³/s är skillnaden mellan nedströmsvattenytan och vattenytan vid ploggrinden ca 2,2 meter. Fiskvägen fungerar enligt uppgift bra (Larsson 1995b).

Fiskvägen vid Söderfors är belägen vid dammen uppströms Bredforsen ca 2 km från Söderfors samhälle. Fiskvägen är en ca 12 meter lång slitsränna i betong med träsättare. Funktionen är okänd.

Idag när nästan alla kvarvarande reproduktionsområden för lax och havsöring i Dalälven sedan länge är utbyggda sker all kompensation av genom utsättning av smolt nedströms Älvkarleby kraftverk. Skyldigheten uppgår idag till 190 000 laxsmolt och 55 000 havsöringssmolt.

9.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Dalälven skiljer sig till viss del från exempelvis Luleälven och Indalsälven genom att det här fortfarande finns vissa kortare forssträckor kvar, vilka vid rätt förutsättningar skulle kunna fungera som lax- och havsöringbiotoper. I Tabell 19 (bilaga 5.1) har med utgångspunkt från länsstyrelsens GIS kartor en översiktlig beräkning av storleken på befintliga och potentiella reproduktionsområden gjorts. Hänsyn har inte tagits till förhållanden vid högre minimitappningar än de som i vissa fall gäller. De flesta strömsträckorna är belägna i den nedre delen av älven, upp till Näs kraftstation. Som exempel på områden med kvarvarande forsar och strömsträckor kan nämnas Båtforsområdet, mellan Lanforsen och Untra samt strömmar i Bredforsområdet, beläget nedströms Söderfors kraftstation. I dag finns en minimitappning på 15 m³/s sommartid och 5 m³/s vintertid i Bredforsen. Bland annat har Tierps kommun (2008) motsatt sig att målet avslutas i stället vill man ha en fortsatt dialog om framtida vattentappningar. Som argument framförs att frågan bör prövas det förhållande att området är ett Natura 2000 område och att vattendomstolen 1971 uttalade att företaget skulle tåla en sommartappning på 80 m³/s.

Uppströms Söderfors finns fortfarande strömmar kvar kring Gysinge samt en ca 3 km lång sträcka i Tyttboområdet (Härsingen, Balforsen och Tyttboforsen) samt ett par strömsträckor i utloppet från Bysjön, nedströms Näs kraftstation.

Ovanför Näs finns i stort sett inga lämpliga laxbiotoper kvar. Ljugansboforsen belägen strax uppströms Näs kraftstation har sannolikt tidigare utgjort reproduktionsområde för lax och havsöring, i dag kan antas att vattenhastigheten och djupförhållandena är mindre lämpliga.

Ursprungliga strömsträckor från Avesta Lillfors och vidare upp i älven är i allmänhet överdämda. Nedanför Mockfjärds kraftverk finns en ca 800 meter lång torrsträcka (3,64 ha).

Befintliga strömsträckor bedöms uppgå till i storleksordningen 40 hektar vid nuvarande vattentappningar. Hela arealen utgör med säkerhet inte högkvalitativa lekområden, men bedöms kunna fungera som lek- och uppväxtområden för lax och havsöring.

Uppgifter om ursprungliga arealer av lekområden för lax och havsöring inte är känd. Sydliga älvar producerar betydligt fler smolt per hektar än nordliga älvar. Som jämförelse kan nämnas att optimal smoltproduktion i Ume/Vindelälven enligt ICES (2004), beräknats till ca 250 smolt/ha. Motsvarande siffra för den sydligare belägna Ljungan beräknades av ICES till ca 1000 smolt/ha åren 1998-2000 men reviderades till 295 smolt/ha i 2004 års beräkning. I den angränsande Testeboån beräknas smoltproduktionen (inklusive havsöring) uppgå till ca 550 smolt/ha (1998-2000), medan produktionen i den sydliga Emån beräknats till ca 1500 smolt/ha både under 1998-2000 och i den revidering som gjordes 2004.

Tabell 19 Kvarvarande strömmar och forsar mellan Älvkarleby och Avesta Lillfors, vilka kan utgöra potentiella lek- och uppväxtområden för lax och havsöring.

Område/Plats	Koordinater		Areal (ha)	Anmärkning
	Nord/syd	Väst/öst		
Lanforsen-Untra/				
Båtforsens naturreservat	6704861	1588364	2,7	Mälderforsen m.fl.
Untra-Söderfors Bredforsområdet				
Svarthålet, Landkvarn, Söderkvarn	6700814	1577497	2,5	Minimitappning 15 respektive
Fyllingen	6700509	1577333	3,7	5 m ³ /s fördelat inom
Bredforsen	6700179	1576850	0,9	området
Summa			7,2	
Söderfors-Näs/				
Gysinge-Granön	6685775	1559628	6,9	
Gysinge-sidofåra (kvarnränna)	6686257	1559652	0,8	
Grimströmmen, Leholmen	6683748	1561397	0,8	Kvalitet okänd
Grimströmmen, Skrabbholmen	6683926	1561109	0,5	Kvalitet okänd
Tyttboforsen	6675429	1549143	3,9	
Balforsen	6675314	1548364	1,7	Trång och djup fors
Härsingen	6674457	1546936	4,6	
Forsboforsen	6672778	1542139	6,4	Varierande kvalitet
Leknäsforsen	6673452	1541828	2,0	
Summa			27,8	
Näs-Avesta Lillfors/				
Jugansboforsen	6672661	1535250	3,0	Djup, låg Q-hast?
Total areal			40,7	

Thorfve (2003) redovisar fyra olika källor som alla, med utgångspunkt av att den totala uppväxtarealen för laxungar i Ljusnan (nedströms Laforsen till havet) och Voxnan nedströms Hylströmmen bedömdes vara sammanlagt 840 hektar, skattat produktion per ytenhet på olika sätt.

1. 285 smolt per hektar (Lindström 1951)
2. 476 smolt per hektar (Puke 1951).
3. 214 smolt per hektar (Anderson 1998).
4. 357 smolt per hektar (Lindroth 1984).

Nedre delen av Dalälven, med sina stora fjärdar och selområden, innebär sannolikt en ökad predation på smolt och uppväxande ungar från exempelvis gädda och gös än vad som är fallet i många andra laxälvar. Med ledning av Thorfve (2003) antas att smoltproduktionen inom de aktuella områdena skulle kunna variera mellan 300 och 600 smolt/ha, vilket innebär att en total produktion mellan ca 12 000-24 000 smolt vara teoretisk möjlig om hela (40 ha), eller minst hälften av arealen fungerade som reproduktionsområde. En naturlig smoltproduktion i storleksordningen 24 000 smolt skulle i sin tur utgöra ca 10 % av den ursprungliga produktionen på 240 000 smolt. Med ledning av de arealer som redovisats i Tabell 20 kan en grov skattning av möjlig smoltproduktion inom respektive kraftverksmagasin göras.

Tabell 20 Möjlig smoltproduktion (lax och havsöring) inom respektive kraftverksmagasin mellan Älvkarleby till Avesta Lillfors vid en antagen produktion av 300 respektive 600 smolt per hektar.

Område	Areal ha	Areal %	Antal smolt	
Älvkarleby-Lanforsen-Untra	2,7	6,6	810	1620
Untra-Söderfors	7,2	17,7	2160	4320
Söderfors-Näs	27,8	68,3	8340	16680
Näs-Avesta Lillfors	3	7,4	900	1800
Summa:	40,7	100,0	12210	24420

Antagen smoltprod:	antal/ha	300	600
---------------------------	----------	-----	-----

Någon närmare analys av mängden smolt som dör i turbinerna har inte gjorts. För enkelhetens skull har antagits att turbindödligheten uppgår till minst 15 % i respektive kraftverk, vilket med hänsyn till produktion och dödlighet i respektive område ger halverad överlevnad och en nettoutvandring av 6665 smolt förbi Älvkarleby kraftverk vid en antagen smoltproduktion av 300 smolt per hektar. Vid en antagen smoltproduktion av 600 smolt per hektar (24 420 smolt) blir nettoutvandringen förbi Älvkarleby drygt 13 300 smolt (Bilaga 5.2).

9.1.3 Verksamhetspåverkan

Någon analys av verksamhetspåverkan har inte gjorts eftersom en stor del av åtgärderna berör andra kraftverksägare (Fortum) och verksamhetspåverkan bör därför analyseras gemensamt för hela den älvsträcka som berörs. Generellt kan dock konstateras att fallhöjderna inom berörd älvsträcka är förhållandevis låga och att vissa åtgärder för fiskvandring redan finns utförda.

9.2 Sik

9.2.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Några föreskrifter om vandringsvägar för sik eller sikutsättningskyldigheter finns inte på Dalälven. Precis som i Umeälven torde förekomst älvlekande kustsik (vandringssik) främst varit begränsad till de nedre delarna av älven på grund av svårigheter att passera fallen vid Älvkarleby.

9.2.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Åtgärder för sikvandring uppströms Älvkarleby torde inte ha någon positiv ekologisk effekt eftersom den naturliga uppvandringen sannolikt har varit mycket begränsad.

9.2.3 Verksamhetspåverkan

Någon analys har i detta skede inte gjorts eftersom åtgärder för sikvandring inte bedömts vara relevanta.

9.3 Flodnejonöga

9.3.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Vid Älvkarleby har fiske efter flodnejonöga utförts under lång tid. Tidvis har fisket arrenderats ut men sedan 2006 bedriver Fiskeriverket en uppsamling av flodnejonöga. Fisken har därefter flyttats uppströms och satts ut i Båtfors, Gysinge och Söderfors som är tänkbara reproduktionslokaler. Årligen har cirka 5000-6000 individer flyttats upp. Syftet med uppflyttningen är öka reproduktionen och därmed återvandringen av flodnejonöga till Dalälven. Något omfattande fiske efter flodnejonöga är inte känt uppströms Älvkarleby.

Den nuvarande förekomsten av flodnejonöga begränsas av kraftverksdammen vid Älvkarleby. Det saknas uppgifter om naturliga vandringshinder för arten i Dalälven. Utifrån uppgifter om det fiske som bedrivits borde dock lek- och uppväxtområden för arten åtminstone ha funnits upp till Älvkarleby. Nuvarande förekomst av arten i Dalälven är inte känd (muntligen Bjarne Ragnarsson Fiskeriverket).

9.3.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Den ekologiska effekten av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Dalälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

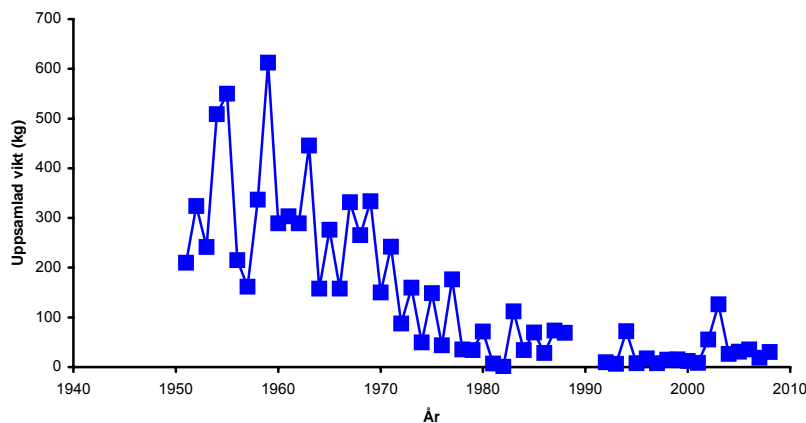
9.3.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för flodnejonöga kan inte bedömas för Dalälven. Det beror på att kunskapen om den nuvarande beståndssituationen i vattendraget är dåligt känd.

9.4 Ål

9.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Enligt Fiskeriverkets elfiskeregister har enstaka fångster av ål gjorts i nedre delen av Dalälvens avrinningsområde vid Älvkarleby. Eftersom uppsamling av ål sker är bedömningen att ål regelbundet förekommer nedströms Älvkarleby. Dalälvens vattenregleringsföretag, där Vattenfall ingår, har en skyldighet att bedriva uppsamling av ål vid Älvkarleby kraftstation. Ålen transporteras uppströms Älvkarleby för utsättning. Uppsamling och utsättning utförs av Fiskeriverket. Under 2008 uppsamlades 30 kg ål men som högst har över 600 kg per år fångats (Figur 22).



Figur 22 Uppsamlad ål vid Älvkarleby kraftverk.

9.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Avrinningsområdet innehåller stora arealer av uppväxtområden för ål och i nedre delen är produktionspotentialen för ål relativt god. Inom Dalälvens avrinningsområde finns dock många kraftverksanläggningar. Uppsamling av ålyngel pågår vid Älvkarleby kraftverk och upptransport av ålen görs uppströms kraftverket. Bedömningen är att det skulle krävas omfattande insatser för att förbättra överlevnaden av lekvandrande ål vid kraftverken i förhållande till den ekologiska effekten som kan uppnås. Omlokalisering av utsättning till kust alternativt vattendrag utan vandringshinder skulle öka utvandringen av ål genom minskad turbindödlighet. Åtgärder skulle kunna ge en viss ekologisk effekt.

9.4.3 Verksamhetspåverkan

Omlokalisering av utsättning av uppsamlad ål till kust alternativt vattendrag utan vandringshinder är den åtgärd som skulle kunna ge en viss ekologisk effekt. Denna åtgärd skulle inte påverka kraftproduktionen.

9.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har också beskrivits.

9.5.1 Lax och havsöring

I Dalälvens nedre delar saknas idag naturlig reproduktion av lax och havsöring uppströms nedersta kraftverket men det finns förutsättningar för att återskapa en viss naturlig reproduktion. Skälen är främst att det redan under nuvarande förhållanden finns strömsträckor kvar. Inom en del områden finns också redan idag föreskrifter om minimitappning. Åtgärder för att utföra eller komplettera redan befintliga fiskvandningsåtgärder vid de nedersta kraftverken bedöms inte heller vara oöverstigligen. Tänkbara åtgärder föreslås att utredas närmare både i ett ekologiskt perspektiv och med tanke på den verksamhetspåverkan som till

exempel nya fiskvandringssvågar och ändrade vattenhushållningsbestämmelser kan innebära.

9.5.2 Sik

Åtgärder för sik bedöms mindre sannolika, men vandringssikens ursprungliga utbredningsområde bör utredas.

9.5.3 Flodnejonöga

Se kapitel 11.2.

9.5.4 Ål

Omlokalisering av utsättning av uppsamlad ål är den åtgärd som för närvarande skulle kunna ge en viss ekologisk effekt utan att ge någon verksamhetspåverkan. Vattenfall bör ta initiativ med berörda myndigheter för att diskutera omlokalisering av ålutsättningar i Dalälven.

10 GÖTA ÄLV

Göta älv är 93 km lång från Vätern till utflödet i havet och har ett avrinningsområde på 50 229 km². Medelvattenföringen vid mynningen är 570 m³/s vilket gör den till Sveriges vattenrikaste vattendrag. Väterns största tillflöde är Klarälven. Vattenfall äger samtliga fyra kraftverksanläggningar i Göta älv (Tabell 21). Lilla Edets kraftverk är bestämmer hur regleringen i Göta älv ska ske då det inte råder höga flöden i Vätern. Korttidsreglering är tillåten i Trollhättan som är ett samlingsnamn för kraftstationerna Hojum och Olidan. Den samlade produktionen i Göta älv uppgår under ett normalår till 1 566 GWh, vilket motsvarar 5 % av Vattenfalls storskaliga vattenkraftproduktion.

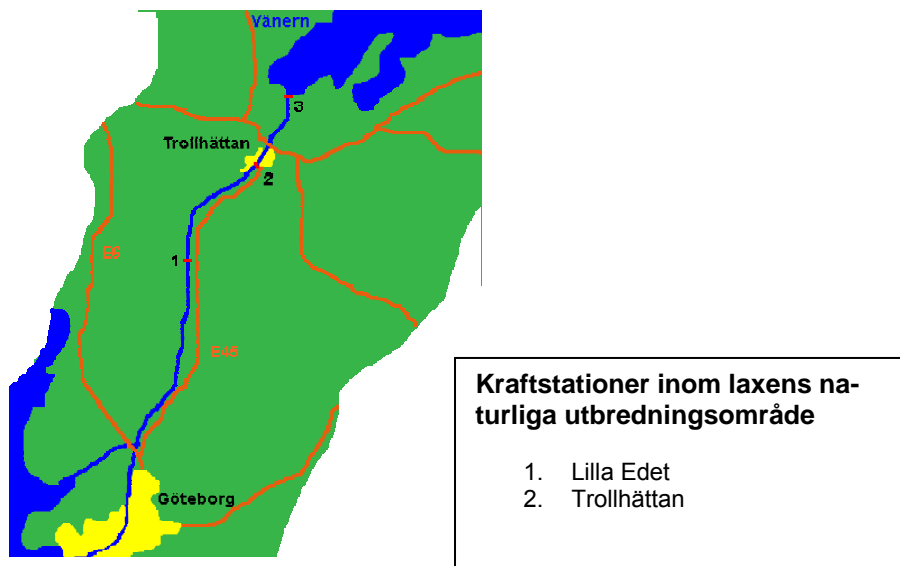
Tabell 21 Uppgifter om Vattenfalls kraftverk i Göta älv. Q-m och Q-utb är medelvattenföring respektive utbyggnadsvattenföring. Trollhättan är ett samlingsnamn för Olidans och Hojums kraftstationer.

Kraftverk	Produktion (GWh/år)	Q-m (m ³ /s)	Q-utb (m ³ /s)
Vargön	155	536,00	890,00
Trollhättan	1 220	536,00	870,00
Lilla Edet	191	536,00	780,00

10.1 Lax och havsöring

10.1.1 Naturlig och nuvarande förekomst

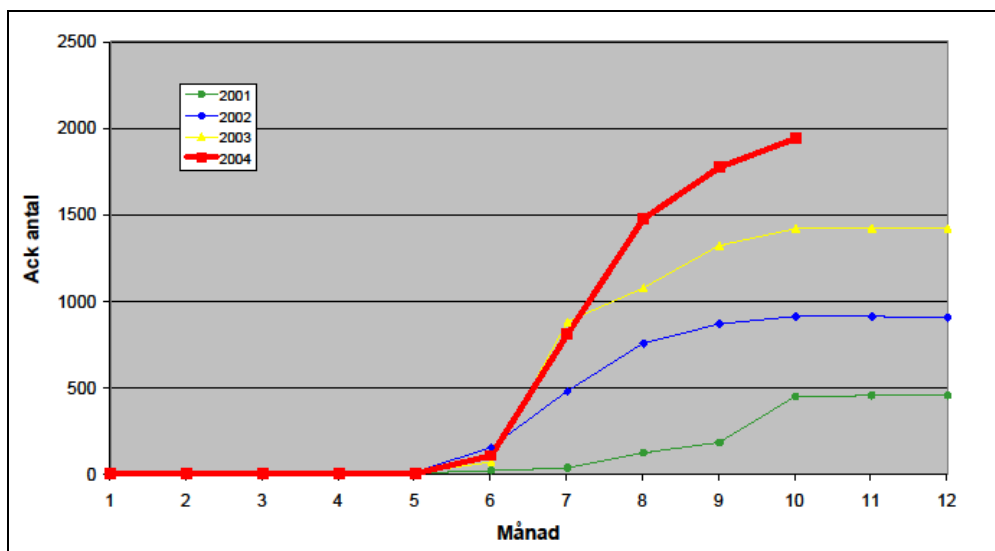
Laxens och havsöringens utbredningsområde i Göta älv sträckte sig upp till Trollhättefallen som utgjorde ett naturligt vandringshinder innan den första utbyggnaden av Lilla Edets kraftstation som påbörjades år 1918 (Figur 23).



Figur 23 Kraftstationer i Göta älv (efter www.kuhlins.com).

I samband med utbyggnaden av Lilla Edets fjärde aggregat år 1982 byggdes också en ny laxtrappa. Den nya laxtrappan är belägen utmed vänstra sidan av älven av den äldre kraftstationsbyggnaden och viker av med trappans mynning mot det nya aggregatets utloppskanal. Den gamla laxtrappan som är belägen vid dammens högra sida fick sin nuvarande form år 1971 (Fiskeriverket och Vattenfall 2004a). Uppvandringen av laxfisk vid Lilla Edet sker huvudsakligen under perioden juni-oktober (Figur 24). Enligt Miljödomstolens dom 2006-03-01 har Vattenfall befriats från skyldigheten att ha den gamla trappan i drift. Denna har dock vid vissa tillfällen använts i samband med avelsfiske efter lax. Förutom att driva den nya laxtrappan är Vattenfall också ålagd att sätta ut ytterligare 5 000, totalt 35 000 smolt utvandningsfärdig lax- eller öringssmolt av härstamning från älven i enlighet med de närmare anvisningar som Fiskeriverket ger.

I överenskommelse med Fiskeriverket sker för närvarande inga utsättningar av öring i Göta älv. Den nya fiskvägen bedöms också fungera något bättre för öring än för lax. Naturlig reproduktion av havsöring sker också i flera biflöden uppströms Lilla Edets kraftverk. Utsättningarna av laxsmolt som främst avser att tillgodose fiskeintresset fördelas och ungefär lika mellan Lilla Edet (nedströms kraftverket) och inom området nedströms Trollhättan.



Figur 24 Antal registrerade laxfiskar i Lilla Edet åren 2001-2004 i den nya laxtrappan (efter Fiskevårdsteknik AB).

10.1.2 Ekologisk effekt av åtgärder

I Göta älv tillgodoses vandringsmöjligheterna för lax och havsöring genom den fiskväg som finns vid Lilla Edets kraftstation. Utsättningar av 35 000 smolt som dessutom görs utgör kompensation för skada på reproduktionsförhållanden och fiske. I de större biflödena som Säveån och Grönån, som ligger nedströms Lilla Edet, finns naturliga laxbestånd. Enstaka laxungar fångas också i biflöden uppströms Lilla Edet. I huvudsak syftar dock åtgärderna i biflödena uppströms Lilla Edet att trygga naturlig reproduktion av havsöring. I vilken utsträckning det är möjligt att förbättra reproduktionsförhållanden i själva Göta älv är inte känt. Nedströms Lilla Edets kraftstation har vissa mindre reproduktionsbefrämjande åtgärder utförts och ytterligare någon planeras.

10.1.3 Verksamhetspåverkan

Eftersom kompensationsutsättningarna av lax i första hand inte syftar till att upprätthålla en naturlig reproduktion utan i stället möjliggöra ett fiske bedöms att åtgärder som innebär stora förändringar av verksamheten inte kommer att bli aktuella.

Verksamhetspåverkan vid Lilla Edet består i huvudsak av kostnaden för det vatten som skall tappas i trappan (ca 1,0 m³/s under perioden 1 maj-1 december), liksom kostnaden för underhåll och tillsyn av trappan och dess funktion. Trappan fungerar bäst vid maximalt flöde genom trappan och då fångsttinen för avelsfisket inte är i drift utan att fisk fritt kan passera genom trappan. För att optimera funktionen krävs därför en kontinuerlig tillsyn av trappan. Därutöver tillkommer kostnader för avelsfiske och odling av 35 000 smolt (ca 20 kr/st).

10.2 Sik

Någon förekomst av sik är inte känd inom det område av Göta älv som påverkas av Vattenfalls kraftstationer. Därför har ingen bedömning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan av åtgärder utförts.

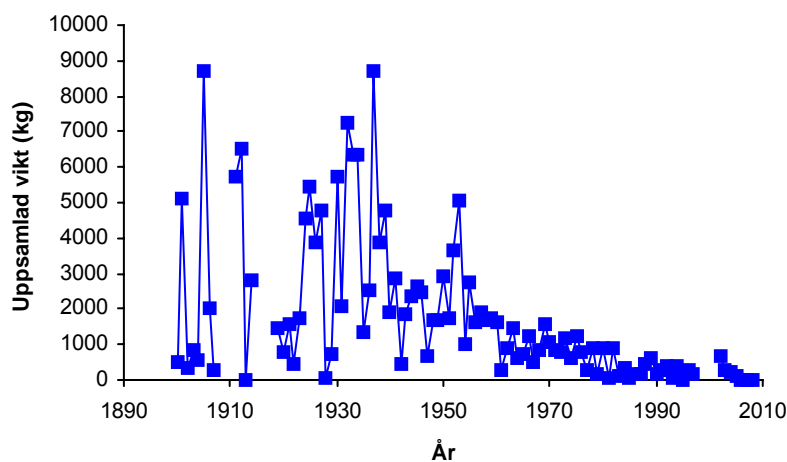
10.3 Flodnejonöga

Någon förekomst av flodnejonöga är inte känd inom det område av Göta älv som påverkas av Vattenfalls kraftstationer. Därför har ingen bedömning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan av åtgärder utförts.

10.4 Ål

10.4.1 Naturlig och nuvarande förekomst

Inom Göta älvs avrinningsområde nedströms Vänern har ål fångats regelbundet enligt Fiskeriverkets elfiskeregister. Bedömningen är att ål regelbundet förekommer inom avrinningsområdet. För Lilla Edets kraftverk har ett prövotidsförfarande som bland annat berör ål avslutats (Fiskeriverket och Vattenfall 2004b). I domen 2006-03-01 från miljödomstolen finns en vilande bestämmelse om skyldighet att inrätta ålyngelledare och samlare vid kraftverket. Fiskeriverket har möjlighet att begära att vilandeförklaringen upphör. Vid Olidans kraftstation har uppsamling av ål utförts sedan början av 1900-talet men antalet uppsamlade ålar är numera mycket lågt (Figur 25).



Figur 25 Uppsamlad ål vid Olidans kraftstation.

10.4.2 Ekologisk effekt av åtgärder

Inom Göta älvs avrinningsområde finns en stor potentiell produktion av blankål genom att Vänern har en väldigt stor sjöyta. Vattenfall äger alla kraftverk som påverkar utvandringen av blankål från Vänern. Fiskeriverket har under 2008 genomfört telemetristudier på utvandrande blankål i Göta älv för att undersöka dödlighet och vandringsvägar förbi kraftstationerna. Undersökningen visade att 32 % av ålarna överlevde passagen av alla fyra kraftverken i Göta älv. Det fanns ingen större skillnad i dödlighet hos utvandrande blankål mellan de olika kraftverken. Ingen av de märkta ålarna använde slussarna vid utvandringen (Lagenfelt och Westerberg 2009). Ett flertal olika åtgärder skulle kunna vara tänkbara för att förbättra överlevanden av lekåtervandrande ål (se kapitel 11.1). Åtgärder skulle ha en betydande ekologisk effekt.

Uppvandringen av ål inom Göta älvs avrinningsområde påverkas av Vattenfalls kraftstationer. I Göta älv sker uppsamling av ål vid Olidan för upptransport till Väneren. Funktionen av ålyngelsamlaren är inte helt tillfredställande. Diskussioner pågår mellan Fiskeriverket och Vattenfall om vilka åtgärder som ska göras för att förbättra funktionen (muntligen Lars Nygren Vattenfall).

10.4.3 Verksamhetspåverkan

Verksamhetspåverkan är helt beroende på vilken metod som skulle kunna bli aktuell för att förbättra överlevnaden utvandrande ål vid passage av kraftverken i Göta älv. Förändrad drift och avledningsanordningar skulle sannolikt ha en betydande verksamhetspåverkan medan uppsamling och förbitransport av ål inte skulle påverka vattenkraftproduktionen (se även kapitel 11.1).

10.5 Konsekvensanalys

För varje art har en konsekvensanalys utförts av möjliga ekologiska effekter av åtgärder samt vilken verksamhetspåverkan åtgärderna skulle kunna få. Behov av ytterligare utredningar har beskrivits.

10.5.1 Lax och havsöring

Underlag för att bedöma ekologisk potential för naturlig reproduktion av lax och havsöring uppströms Lilla Edet (inklusive biflöden) bör tas fram. Anläggningskostnader för befintlig fiskväg redovisas.

10.5.2 Sik

Ingen konsekvensanalys har utförts eftersom känd förekomst av sik saknas inom de områden i Göta älv som påverkas av Vattenfalls kraftstationer.

10.5.3 Flodnejonöga

Ingen konsekvensanalys har utförts eftersom känd förekomst av flodnejonöga saknas inom de områden i Göta älv som påverkas av Vattenfalls kraftstationer.

10.5.4 Ål

Det saknas kunskap för att kunna göra en konsekvensanalys (se kapitel 11.1).

11 FORSKNING OCH UTVECKLINGSVERKSAMHET

För arterna ål och flodnejonöga saknas delvis kunskap om hur anläggning av fiskvägar vid kraftverksdammar ska utformas för att återskapa upp- och nedvandringmöjligheter. Särskilt för flodnejonöga är också kunskapen bristfällig vilken betydelse åtgärder skulle kunna

få för bestånden. Nedan redogörs för behovet av forskning och utvecklingsverksamhet för dessa arter.

11.1 Ål

För att leda utvandrande ål förbi kraftverksdammar och turbinintag till kraftverk har ett flertal olika metoder testats med varierande resultat både i Sverige och i andra länder. Bland annat har infraljud och ljusramp använts. Resultatet av flera sådana försök redovisades vid en workshop om ål och vattenkraft som Fiskeriverket anordnade i maj 2007 (Widemo 2006). I de flesta fall måste det göras installationer av fingaller framför turbinintag och särskilda utvandringsanordningar förbi kraftverksdammar. Genom att vatten måste tappas i utvandringsanordningarna innebär det att förluster i kraftproduktionen uppstår. Installation av fingaller kan innebära kostnader i form av fallförluster och för installation av automatiska rensningsanordningar. Försök vid Ätrafors kraftstation i Ätran visade dock att s.k. lutande fingaller inte gav några fallförluster (Calles och Bergdahl 2009). Samtidigt måste beaktas att alla typer av fingrindar som hindra passage av ål också innebär ökade risker för igensättning av gallren.

Ett alternativ för att reducera dödligheten för utvandrande ål vid passage av kraftverk är uppsamling och förbitransport av ål. Utsättningen av ålarna sker sedan nedströms det nederst belägna kraftverket i vattendraget. Metoden har testats i Lagan och Mörrumsån med goda resultat (Lagenfelt och Westerberg 2008). Om åtgärder för uppsamling ska vara kostnadseffektivt i ett vattensystem måste ålarna samlas upp vid ett kraftverk där det uppströms finns stora uppväxtområden för ål. Metoden kräver inte heller några åtgärder som påverkar produktionen vid kraftverksanläggningarna.

Ett alternativ som diskuterats för öka överlevanden på utvandrande ål är att stänga av eller förändra driften av turbiner i vattenkraftverk tillfälligt under utvandringsperioden för ål. Den huvudsakliga utvandringen av ål från sötvatten till havet sker nattetid under ett begränsat antal timmar med toppar under ett fåtal tillfällen mellan augusti-november. En studie som gjorts vid ett kraftverk i Helige å visade att med ett ökat flöde i turbinen skulle dödligheten på lekutvandrande ål kunna minska från 80-90 % till 40-50 % (Skagerstrand 2008). Det innebär stora förluster i kraftproduktion vid avstängning av turbiner om det måste göras under en längre tidsperiod.

På kort sikt är endast alternativet för att reducera dödligheten för utvandrande ål vid passage av kraftverken uppsamling och förbitransport av ål. Att hitta en metod att leda utvandrande blankål förbi kraftverken i Göta älv kommer att ta tid och vara betydligt mer kostsamt. Det beror på sådana anordningar behöver vara individuellt anpassade till kraftverken och kan komma att kräva vattentappningar i utskov eller andra utvandringsanordningar.

11.2 Flodnejonöga

Den åtgärd som bedöms vara möjlig för att förbättra vandringsmöjligheterna för flodnejonöga i vattenkraftreglerade reglerade vattendrag är uppsamling av lekvandrande individer vid den nedersta kraftverksdammen och upptransport till lämpliga lekområden i huvudälven eller sidovattendrag. I Finland har sådana upptransporter av lekmogna individer gjorts i flera vattendrag som mynnar i Bottniska viken. En studie visar att larver av flodnejonöga återfanns inom samma område året efter att lekmogna fiskar satts ut (Tuunainen et al. 1980). En finsk studie har försökt utvärdera effekter av upptransport på lekåtervandring av flodnejonöga ett vattendrag som mynnar i Bottniska viken (Ojutkangas et al. 1995). Resultaten är

svårtolkade eftersom flodnejonöga inte verkar ha samma förmåga som till exempel lax att hitta tillbaka till det vattendrag som de är uppvuxna i (Tuunainen et al. 1980). Eftersom nejongon som utvandrar till havet endast har en längd på 8-12 cm antas dödligheten vid turbinpassage vara låg. Studier av denna mortalitet saknas dock. Uppsamling och upptransport av flodnejonöga påverkar inte vattenkraftproduktionen om inte vattentappningar måste göras för att uppsamling av fisk ska kunna ske. Därför bedöms verksamhetspåverkan sannolikt vara obetydlig förutom kostnader för uppsamling och upptransport.

Uppsamling och upptransport av flodnejonöga har förutom i Finland även utförts i Dalälven och Ljusnan. Några utvärderingar av dessa åtgärder är inte kända varför den ekologiska effekten inte kan värderas. Eftersom kunskapen om den nuvarande beståndssituationen för flodnejonöga är dålig bör en uppsamling av arten i monitoring syfte påbörjas nedströms Bodens kraftstation i Luleälven, Stornorrfors kraftverk i Umeälven samt Bergeforsen i Indalsälven. I Luleälven vid Dalälven finns sedan 2006 en uppsamling av flodnejonöga vid Älvkarleby kraftverk som utförs av Fiskeriverket. En bättre kunskap om beståndssituationen i flera av de större norrlandsälvarna kan ge information om hur hotad arten är i Sverige och vilket behov av åtgärder som finns. Uppföljning av reproduktionsframgång av upptransporterade flodnejonögon borde utföras i Dalälven. Kontakt bör tas med berörda myndigheter och forskningsinstitutioner om samarbete i ett uppföljningsprogram.

12 SLUTSATSER OCH KOMMENTARER

Denna rapport har begränsats till att bedöma ekologiska effekter och verksamhetspåverkan av återskapande av vandringsmöjligheter för havsvandrande fisk i vattendrag utbyggda för vattenkraft. I ett ekologiskt perspektiv måste tydligt betonas att sådana åtgärder endast kan motiveras om fiskvandring förekommit naturligt innan utbyggnaderna och om det går att återskapa lek- och uppväxtområden. I bedömningen av ekologiska effekter av återskapande av fiskvandringssvägar för havsvandrande fisk måste risken för spridning av fisksjukdomar till kompensationsodlingar och vilda bestånd vägas in.

Det är även av stor betydelse att ha kunskap om ursprungliga förutsättningar gällande naturliga vandringshinder för inte havsvandrande fiskarter i förhållande till dagens dammar och kraftstationer. Ett sådant underlag kan sedan användas för att bedöma vilken betydelse återskapande av vandringsvägar skulle få för dessa fiskarter.

I Luleälven, Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Dalälven och Göta älv är den naturliga utbredningen av lax och ål relativt välkänd. Men för flodnejonöga och de havsvandrande populationerna av sik och öring är den naturliga utbredningen i vissa fall inte lika välkänd. Öringens utbredningsområde överensstämde sannolikt i stort med laxens, men öringen utnyttjade troligen biflödena i större utsträckning än lax. Utbredningsområdet för havsvandrande sik och flodnejonöga var, med hänsyn till deras sämre förmåga att passera forsar, sannolikt koncentrerad till de nedre delarna av älvarna.

Verksamhetspåverkan har analyserats vad gäller kostnader för anläggning av fiskvandringssvägar, intäktsbortfall för minimitappningar i torrfåror, biotopvårdåtgärder och återstående skyldigheter för kompensationsutsättningar av fisk. Analyserna bygger på generella beräkningar men en mer noggrann analys för varje anläggning kräver detaljerade analyser av faktorer som verkningsgrad, drifttid och kraftpris.

Verksamhetspåverkan måste även behandla frågor om hur bortfall av elproduktion skall ersättas och konsekvenserna av detta, inte minst i ett klimatperspektiv. Dessa aspekter har inte behandlats i denna rapport.

I förslag till åtgärdsprogram från olika Vattenmyndigheter som innebär anläggning av fiskvandring svägar vid kraftverksdammar har dammsäkerhetsfrågor överhuvudtaget inte behandlats. Frågor som rör påverkan på dammsäkerhet samt infrastruktur vid och kring kraftverksanläggningar måste därför lyftas fram om en helhetsbild av verksamhetspåverkan gällande återskapande av fiskvandring svägar ska kunna fås.

13 REFERENSER

- Anderson, T. 1989a. PM. Messaure (A 2/57), Letsi (A20/59), Porsi (A 10/56), Laxede (A19/58), och Bodens (A 11/65) kraftstationer. Utvärdering av åtgärder beträffande lax, havsöring och sik samt förslag till bestämmelser för framtiden.
- Anderson, T. 1989b. Fångstutvecklingen av sik i Bottniska viken och några av dess älvar. Försök till utvärdering av sikutsättningar. PM oktober 1989. Fiskeristyrelsen, Utredningskontoret i Härnösand.
- Anderson, T. 1989 c. Plan för Ångermanälvens vandringsfisk A35/58. Utvärdering av åtgärder för lax, havsöring och sik samt förslag till bestämmelser för framtiden
- Anderson, T. 1998a. Fångst och beståndsförändringar hos lax i norrländska älvar. Del 2 . Fångstutvecklingen av lax i älvarna. Laxforskningsinstitutet Meddelande 2/1998.
- Anderson, T. 1998b. Fångst och beståndsförändringar hos lax i norrländska älvar. Del 3. Laxsmoltal för olika älvar. Laxforskningsinstitutet Meddelande 3/1998.
- Anderson, T. 1990. Utvärdering av laxkompensationen i Ångermanälven, Umeälven och Luleälven. Utdrag ur PM maj 1988 angående lax samt PM november 1989 angående sik. Mars 1990.
- ArtDatabanken, 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005.
- Berg, S.E. 1956. Yttrande till Vattenrättsdomaren i Norrbygdens vattendomstol i mål angående ansökan av vattenfallsstyrelsens tillstånd om att anlägga Stornorrfors kraftverk. Fiskeriintendenten i nedre Nora Distriktet. 1956-02-23.
- Calles, O. och Bergdahl, D. 2009. Ålens nedströmspassage av vattenkraftverk – före och efter åtgärd. Karlstad University Studies 2009:19.
- Degerman, E. 2001. Havsöringens ekologi. Fiskeriverket, Finfo 2001:10.
- Degerman, E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Fiskeriverket och Naturvårdsverket.
- Elforsk, 2006. Vattenkraft och miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten. Etapp 2. Slutrapport mars 2006. – Kap. 2.2 Fiskvägar som restaureringsåtgärd för fragmenterade fiskpopulationer i reglerade vattendrag. Elforsk rapport 0637.
- Fiskeriverket och Vattenfall, 2004a. Lilla Edets Kraftstation. Redovisning av undersökningar under prövotiden för fisket. Mål nr M3-99. PM 2004-1. Beskrivning av Lilla Edets kraftstation och fiskvägar. 2004-10-06.

- Fiskeriverket och Vattenfall, 2004b. Prövotidsutredning Lilla Edets kraftverk. Ålyngel vid Lilla Edets kraftverk – vandring, insamling samt åtgärder under prövotiden. PM 2004-11.
- Fiskeriverket, 2004a. Den gåtfulla ålen. F-fakta 2004-18.
- Fiskeriverket, 2004b. Yttrande rörande uppkommen skada på enskilt fiskeintresse i målet om Stornorrfors kraftverk i Ume älv. M- 305-99. 2004-01-19.
- Fiskeriverket, 2006. Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs- och miljööversikt 2006.
- Fiskeriverket, 2007b. Sunderby Skadeområdesmål – enskilt fiske. M 104-99. Aktbil. 1886. 2007-12-17. Yttrande utredningskontoret i Luleå.
- Fiskeriverket, 2007a. Sunderby Skadeområde M 104 – 99. Aktbil. 1840. 2007-06-01. Yttrande utredningskontoret i Luleå.
- Fiskeriverket, 2008. Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs och miljööversikt 2008.
- Himberg, M. 1999. Utlåtande gällande Kukkolaforsens sommarsikbestånds vårdåtgärder och odling i naturdammar.
- IBSF Helcom, 1999. Baltic Salmon Rivers – status in the late 1990s as reported by the countries in the Baltic Region. The Swedish Environmental Protection Agency & The Swedish Board of Fisheries. ISBN 91-972770-3-7.
- ICES CIEM, 2004. Report of the Working Group on the assessment of Baltic Salmon and Trout. 21-30 april 2004. Tartu, Estonia. ICES CM 2004/ACFM: 23, Ref: 1.
- ICES WGBAST, 2008. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST) 1-10 april 2008 Gdynia, Poland.
- ICES, 2008. 2.1.4.10. IBSFC requested ICES for: A Revision, where appropriate, of the estimate of smolt productions potential in wild Salmon rivers.
- Jämtbygdens tingsrätt (1971), vattendomstolen Dom 5.2.1973. A 53/58.
- Jämtbygdens tingsrätt (1991), vattendomstolen Dom 1991-11-08. A 53/58.
- Järvi, T. 1997. Fiskevård i rinnande vatten. Råd och anvisningar från Fiskeriverket. Eget Förlag. ISBN 91-630-5678-x.
- Karlström, Ö. 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some reference to human activities. Doktorsavhandling. Uppsala Universitet.
- Karlström, Ö. 1988. Situationen för Östersjölaxen och speciellt de naturliga laxälvarnas laxbestånd. Fiskerintendenten i Övre Norra Distriktet. 1988-11-16.
- Lagenfelt, I. och Westerberg, H. 2009. Ål i Göta älv, Säveån och Rolfsån. Telemetristudier på blankålvandring. Fiskeriverket och länsstyrelsen i västra Götaland.

- Larsson, M. 1995a. Fiskvägar i Västerbottens län – en översikt. Projektrapport 3835 Vattenfall HydroPower AB. 1995-12-12.
- Larsson, M. 1995b. Fiskvägar – en översikt över fiskvägar i anslutning till Vattenfalls anläggningar. Projektrapport 2861-4250. 1995-12-13.
- Montén, E. 1985. Fisk och turbiner. Vattenfall. ISBN 91-7186-243-9. Norstedts Tryckeri Stockholm.
- Montén, E. 1988. Fiskodling och Vattenkraft. Vattenfall. ISBN 91-7186-275-7.
- Muus, B. J. och Dahlström, P. 1981. Sötvattensfisk och fiske. Tredje upplagan. ISBN 91-1-814002-5. P.A. Norstedts & söners förlag, Stockholm.
- Muus, B. J. och Dahlström, P. 1985. Havsfisk och fiske. Tredje upplagan. ISBN 91-1-844092-4. P.A. Norstedts & söners förlag, Stockholm.
- Naturvårdsverket, 2009. Bedömda behov av åtgärder och medel för restaurering av sjöar och vattendrag. Rapport 2009-03-26.
- Nordqvist, O. 1922. Sötvattensfiske och Fiskodling. Svenska jordbrukets bok. sid 376. Albert Bonniers förlag.
- Näslund, I. 1992. Öring i rinnande vatten – En litteraturöversikt av habitatkrav, täthetsbegränsande faktorer och utsättningar. Information från Sötvattenslaboratoriet. Nr 3 1992 sid. 43-81.
- Näslund, I. 2007. Flöden och livsmiljöer i strömmande vatten - Föredrag vid workshop om överledningen av Voymån i Vilhelmina 070524-25.
- Ojutkangas, E., Aronen, K. och Laukkanen, E. 1995. Distribution and abundance of river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) ammocoetes in the regulated river Perhonjoki. Reg. Rivers Res. Man. 10:239-245.
- Rosén, N. 1956. Svenskt Fiskelexikon. AB Nordiska Uppslagsböcker, Stockholm.
- Sandell G., Pettersson L., Abrahamsson I. 1994. Fiskvägar en litteraturöversikt. Information från Sötvattenslaboratoriet. Nr 1-1994. ISSN 0346-7007.
- Skagerstrand, A. 2008. Analys av ål och smoltpåverkan i turbinen i Torsebro. Rapport till länsstyrelsen i Skåne län. Vattenfall Power Consultant AB.
- Schmidt, C. 1922. Fiskets skydd mot skador från industrin. – Ur Nordqvist, O (red.) Sötvattensfiske och fiskodling. Albert Bonniers förlag. Stockholm.
- Skagerstrand, A. 2008. Analys av ål och smoltpåverkan i turbinen i Torsebro. Rapport till länsstyrelsen i Skåne län. Vattenfall Power Consultant AB.
- Svea Hovrätt, 2006. Dom Mål M 1223-03, M 2053-03. Skada på allmänt fiske såvitt gäller lax, havsöring och sik i Luleälven. 2006-11-08.
- SwedPower, 2000. PM. Kompensation av skador på sikreproduktion. Sunderbyns skadeområde VA 22/64 (Aktbil. 1415). Bilaga till sökandens inlägga 2000-11-15. S

- Thorfve, S. 2003. Biotopkartering av Ljusnan och Voxnan 2002: Potentiell produktion av lax och havsöringssmolt. Del 4. Fiskerapport. VFK Vatten & Fiskvårdkonsult IT.
- Tierps kommun, 2008. Sammanträdesprotokoll § 84. Kommunstyrelsens arbetsutskott. 2008-11-13. Angående ansökan om ändring i bestämmelser rörande Söderfors kraftverk. (Aktbilaga 1180 Nacka Tingsrätt).
- Tuunainen, P., Ikonen, E. och Auvinen H. 1980. Lampreys and lamprey fisheries in Finland. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 37:1953-1959.
- Umeå Tingsrätt Miljödomstolen, 2003a. Skada på allmänt fiske såvitt gäller lax- och havsöringreproduktion i Luleälven. Deldom i mål M 104-99 2003-01-15 aktbilaga 1545.
- Umeå Tingsrätt Miljödomstolen 2003b Skada på allmänt fiske såvitt gäller skada på sikreproduktion i Luleälven. Deldom i mål M 104-99 2003-02-13, aktbilaga 1549.
- Umeå Tingsrätt Miljödomstolen. 2008. Deldom I Mål nr M 305-99. 2008-12-19.
- Vattenfall, 2008. Vattenkraft Teknik och Miljö. Bilaga till Vattenfall Elproduktions certifierade miljövarudeklaration EPD® för el från Vattenfalls vattenkraft i Norden. 2008-09-09.
- Widemo, M. 2006. Ålens vandringsvägar – en litteratursammanställning. Fiskeriverket.

Bilaga 1.1

Sammanställning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

Lule älv

Ekologisk effekt, Letsiområdet

Ursprunglig smoltproduktion		Procent	Antal			
Total smoltproduktion i hela älven		100	333 000			
Total smoltproduktion inom hela Letsiområdet		36	119 880			
Produktion inom torrsträckan		90	107 892			
Ursprungliga arealer		Procent	Hektar			
Total areal produktionsareal, hela älven		100	1431			
Areal inom Letsiområdet		36	515			
Areal inom torrsträckan		90	464			
Vattenföringar		Procent	m ³ /s	Areal (ha)		
MQ		100	181	464		
MLQ		16	29	74		
LLQ		9	17	42		
Beräkning av smoltproduktion		Antal/ha	MQ 464 ha	MLQ, 74 ha	LLQ 42 ha	
Summa natur smolt		233	108 112	17 298	9856	
Omräknat till odlad smolt: (2 vilda på 3 odlade)*		Faktor	MQ	MLQ	LLQ	
		1,5	162 168	25 947	14 783	
Smoltförluster						
Utvandring från torrsträckan, Letsi Anläggning		Turbintyp	Dödl. %	Antal	Antal	Antal
Porsi		2 Kaplan+ 1 propeller	15	108 112	17 298	9856
				162 168	2595	1478
				91 895	14 703	8378
Laxede		3 Kaplan	15	13 784	2205	1257
				78 111	12 498	7121
Vittjärv		3 Rörturbiner	10	7811	1250	712
				70 300	11 248	6409
Boden		2 Kaplan	10	7030	1125	641
Antal smolt som når förbi Boden				63 270	10 123	5768

Anmärkning: *Omräkning vild till odlad smolt i enlighet med Miljödomstolens dom 2003-01-15.

Bilaga 1.2

Lule älv

Ekologisk effekt Laxedeområdet

				m ²	hektar
Torrsträcka idag	200	x	150	30000	3
produktion/ha	233				699

Smoltförluster

Utvandring från torrsträckan Laxede	Dödl.%	Dödl. antal	Antal
Laxede			699
Vittjärv	10	70	629
Boden	10	63	566
Nettoutvandring från Boden			566

Beräkning av antal uppvandrande laxhonor som behövs för att producera 18 000 natursmolt

Mv. (kg) laxhonor	Ant. Ägg/kg	Ant. Ägg/hona
6,5 kg	x 1100 st	7150
Överlev. rom-smolt	Ant smolt/hona	Tot. Smoltprod
1 %	71,5 st	18000
Lekbestånd laxhonor:	252 st	

Bilaga 2.1

Sammanställning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

Lule älv

Verksamhetspåverkan

Kostnader för minimitappning enligt formeln:

$$0,85 \times F \times 9,81 \times \text{Årstimmar} \times 0,50 \times M$$

Där:

0,85 = Verkningsgrad

F = Bruttofallhöjd

9,81 = Gravitation

8760 = Drifftid i årstimmar

0,50 = Antaget pris 0,50 kronor per kWh

M = Minimitappning normal lågvattenföring

A. Förlorat produktionsvärde i Letsi vid olika vattenföringar

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	4 930 555 kr
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 16,5	81 354 158 kr
0,85	x 135	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 29	142 986 096 kr

B. Förlorat produktionsvärde från övriga kraftstationer vid spill 1 m³/s

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 33	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1 P	1 205 247 kr
0,85	x 24,8	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1 L	905 761 kr
0,85	x 6	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1 V	219 136 kr
0,85	x 13,2	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1 B	482 099 kr
Summa						2 812 243 kr

C. Förlorat produktionsvärde i övriga kraftstationer vid Q-min 29 m³/s i Laxede och 50 % återregleringsmöjlighet i övriga, spill ca 15 m³/s

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 33	x 9,81	x 3600	x 0,5	x 1 P	495 307 kr
0,85	x 24,8	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 29 L	26 267 075 kr
0,85	x 6	x 9,81	x 3600	x 0,5	x 1 V	90 056 kr
0,85	x 13,2	x 9,81	x 3600	x 0,5	x 1 B	198 123 kr
Summa						27 050 561 kr

Anmärkning: I tabell A redovisas produktionsvärdet som förloras med utgångspunkt från tappning under hela året (8760 tim) från Letsi. I tabell B förutsätts att vatten (1 m³) tappas i fiskvägar i vid övriga kraftstationer under hela året. Slutligen i tabell C tappas vatten (1 m³) i Porsi, Vittjärva och Boden endast under laxuppvandningsperioden (ca 5 månader, 3 600 tim), medan tappning sker under hela året vid Laxede i trappa och på torrsträcka.

Bilaga 2.2

Sammanställning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

Lule älv

Kostnader för fiskvägar

Område	Höjd	Mkr/fm	Mkr/fm	Mkr	Mkr
Porsi	33	0,5	0,3	16,5	9,9
Laxede	15	0,5	0,3	7,5	4,5
Vittjärv	11	0,5	0,3	5,5	3,3
Boden	13	0,5	0,3	6,5	3,9
Total kostnad: (Mkr)				36	21,6

Anmärkning: I rapporten tillämpade kostnader 0,5 Mkr/fm = 36 Mkr.

Kostnader för biotopåtgärder

Område	Längd km	Kkr/m	Kkr
Letsi torrsträcka	22	50	1100
Laxede torrsträcka	0,4	50	20
Total kostnad:			1120

Anm: Kostnader för biotopåtgärder beräknade efter en kostnad av 50 kkr per km enkel strand

Årlig kostnad för odling av smolt av lax och havsöringssmolt i Luleälven

	Antal	kr	kkr
Lax	550000 x	25	13750
Öring	100000 x	25	2500
Summa:			16250

Anmärkning: Smoltpris ca 25 kr/st, i huvudsak 2-årig smolt

Sammanfattning av kostnader (Mkr) till följd av den verksamhetspåverkan som uppkommer

Typ av verksamhetspåverkan	Årlig kostnad	Kap. kostnad
1. Förlorad produktion för spill 29 m3/s Letsi	143,0	3575
2. Förlorad produktion för spill, minst 29 m3/s Laxede	26,0	650
3. Förlorad produktion för spill i fiskvägar, 1 m3/s Porsi-Boden	2,8	70
4. Anläggningskostnader för fiskvägar (0,5 Mkr/fm)	1,44	36,0
5. Anläggningskostnader biotopåterställning	0,04	1,12
6. Årlig kostnad för odling av smolt (lax+öring) a 25 kr/st	16,2	405
Summa	189	4737

Anm: Kapitalisering och avskrivning beräknad på 25 år eller 4 %

Bilaga 3

Sammanställning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan

Ume/Vindelälven

Vindelälven	Smolt
Ekologisk effekt	prod.
Ursprunglig smolt produktion	250000
Tillgänglig areal (hektar)	1000
Antal smolt/ha	250

Verksamhetspåverkan	Kostnad Mkr
Kostnad anläggning av fiskväg	100
Fiskavledare, kostnad beräknad till 5-7 Mkr	5
Åtgärder i sammanflödet	25
Åtgärder i Vindelälven	25
Summa	155

Kostnader för minimitappning enligt formeln:	$0,85 \times 75,4 \times 9,81 \times 2880 \times 0,50$
Där:	
0,85 = Verkningsgrad	
F = Bruttofallhöjd	75,4
Gravitation = 9,81	
2880 = Drifttid i årstimmar	2880
0,50 = Antaget pris 0,50 kronor per kWh	

Produktionsvärde för spill i torrfåra och fiskväg (minimitappning)

0,85x	75,4x	9,81x	2880x	0,5x	23	20823302
						20,8 Mkr

Produktionsvärde av vatten i minimitappningsturbin

0,85x	22x	9,81x	2880x	0,5x	22	5811601
						5,8 Mkr

Nettoförlust för spill (20,8-5,8=15,0 Mkr)

15011701
15,0 Mkr

Årlig kostnad smoltodling idag

antal smolt	a pris		
100000x	44	4400000	4,4 Mkr

Årlig kostnad för drift underhåll minikraftverk:

500000
0,5 Mkr

Bilaga 4.1

Ångermanälven

Bilaga 4.1

Provisorisk utsättningskyldighet enligt 1973 års dom (A 35/58. 1973-02-05)

Kraftverk	Antal (1000-tal)		Procent	
	Lax	Havsöring	Lax	Havsöring
Kilforsen, Nämforsen Forsmo	133,8	14	44,6%	44,4%
Moforsen	61,5	6,5	20,5%	20,6%
Storfinnforsen	2,7	0,3	0,9%	1,0%
Ramsele	9,3	1,0	3,1%	3,2%
Edsele	9,5	1,0	3,2%	3,2%
Forsse	14,9	1,6	5,0%	5,1%
Hjälta	31,4	3,3	10,5%	10,5%
Sollefteå	36,9	3,8	12,3%	12,1%
Summa	300	31,5	100,0%	100,0%

Utsättningskyldighet (slutlig) enligt 1991-års dom (A 35/58 1991-11-08)

Kraftverk	Antal (1000-tal)		Procent	
	Lax	Havsöring	Lax	Havsöring
Kilforsen, Nämforsen Forsmo	93,7	16,3	44,6%	44,7%
Moforsen	43	7,6	20,5%	20,8%
Storfinnforsen	1,9	0,3	0,9%	0,8%
Ramsele	6,5	1,0	3,1%	2,7%
Edsele	6,6	1,0	3,1%	2,7%
Forsse	10,4	1,9	5,0%	5,2%
Hjälta	22	3,9	10,5%	10,7%
Sollefteå	25,9	4,5	12,3%	12,3%
Summa	210	36,5	100,0%	100,0%

Bilaga 4.2 Ångermanälven

Bilaga 4.2

Verksamhetspåverkan

Kostnader för mintappning enl formeln:
 $0,85 \times F \times 10,0 \times 2280 \times 0,50 \times M$
Där:
0,85 = Verkningsgrad
F = Bruttofallhöjd
9,81 = Gravitation
8760 = Drifttid i årstimmar
0,50 = Antaget pris 0,50 kronor per kWh
M = Minitappning normal lågvattenföring

Förlorat produktionsvärde i Forsmo vid olika vattenföringar

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 33,1	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	1 208 899 kr
0,85	x 33,1	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 60	72 533 943 kr

Förlorat produktionsvärde i Nämforsen vid olika vattenföringar

Verkningsgrad	Fallhöjd	Gravitation	Antal timmar	Pris kr/kWh	Q (m ³ /s)	Kostnad (kr)
0,85	x 22,4	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 1	818 107 kr
0,85	x 22,4	x 9,81	x 8760	x 0,5	x 60	49 086 415 kr

Kostnader för Fiskvägar

Område	Höjd	Mkr/fm	Mkr/fm	Summa	
Moforsen		20	0,5	0,3	10
Forsmo		10	0,5	0,3	5
Sollefteå		9	0,5	0,3	4,5
Total kostnad					19,5

Kostnader för biotopåtgärder

Område	längd km	kostnad	Summa
Forsmo torrsträcka	2,5	50000	125000
Nämforsens torrsträcka	0,5	50000	20000
Total kostnad:			145000

Vattenfalls årliga kostnad för odling av smolt av lax och havsöringssmolt i Ångermanälven

Lax	93700 x	25	2342500
Öring	16300 x	25	407500
Summa:	110000 x	25	2750000

Bilaga 5.1

Sammanställning av ekologiska effekter och verksamhetspåverkan Dalälven

Ekologisk effekt

Bedömd med utgångspunkt från kvarvarande forsar/strömsträckor

Ursprunglig smoltproduktion	Andel %	Antal	Antal
Hela älven		250000	250000

Möjliga reproduktionsområden för lax och havsöring i kvarvarande strömsträckor i Dalälven, uppströms Älvkarleby till Avesta Lillfors.

Område/Plats	Koordinater		Areal (ha)	Anmärkning
	Nord/syd	Väst/öst		
Lanforsen-Untra/ Båtforsens nat. res.	6704861	1588364	2,7	Mälderforsen mfl.
Untra-Söderfors. Bredforsomr./				Minimitappning 15 resp 5 m ³ /s fördelat inom området
Svarthålet, Landkvarn, Söderkvarn	6700814	1577497	2,5	
Fyllingen	6700509	1577333	3,7	
Bredforsen	6700179	1576850	0,9	
Sa:			7,2	
Söderfors-Näs/				
Gysinge - Granön	6685775	1559628	6,9	
Gysinge - sidofåra	6686257	1559652	0,8	
Grimströmmen, Leholmen	6683748	1561397	0,8	Kvalitet okänd
Grimströmmen, Skrabbholmen	6683926	1561109	0,5	Kvalitet okänd
Tyttboforsen	6675429	1549143	3,9	
Balforsen	6675314	1548364	1,7	Trång och djup fors
Härsingen	6674457	1546936	4,6	
Forsboforsen	6672778	1542139	6,4	Varierande kvalitet
Leknäsforsen	6673452	1541828	2,0	
Sa:			27,8	
Näs-Avesta Lillfors/				
Jugansboforsen	6672661	1535250	3,0	Djup, låg Q-hast?
Total areal:			40,7	

Smoltproduktion (antal) inom respektive kraftverksmagasin, med utgångspunkt från en antagen smoltproduktion av 300 respektive 600 smolt/ha.

Område	Areal ha	Areal %	Antal smolt	
Lanforsen-Untra	2,7	6,6	810	1620
Untra-Söderfors	7,2	17,7	2160	4320
Söderfors-Näs	27,8	68,3	8340	16680
Näs-Avesta Lillfors	3	7,4	900	1800
Summa:	40,7	100,0	12210	24420
Antagen smoltprod:		st/ha.	300	600

Bilaga 5.2

Dalälven

Bilaga 5.2

Beräkning av smoltförluster (antal) vid utvandring av totalt 12210 smolt (täthet 300 smolt/ha).

Smoltutvandring		Dödl. %	Näs		Söderfors		Untra		Lanforsen		Älvkarleby	
Anläggning	Turbin		Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.
Avesta Lillfors		0	0	900								
Näs		15	135	765	0	8340						
Söderfors		15	115	650	1251	7089	0	2160				
Untra		15	98	553	1063	6026	324	1836	0	810		
Lanforsen		15	83	470	904	5122	275	1561	122	689	0	0
Älvkarleby		15	70	399	768	4354	234	1327	103	585	0	0
Summa:			501	399	3986	4354	833	1327	225	585	0	0
Netto ut förbi Älvkarleby			6665	smolt								

Beräkning av smoltförluster vid utvandring av totalt 24420 smolt (täthet 600 smolt/ha).

Smoltutvandring		Dödl. %	Näs		Söderfors		Untra		Lanforsen		Älvkarleby	
Anläggning	Turbin		Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.	Döda	Netto ant.
Avesta Lillfors		0	0	1800								
Näs		15	270	1530	0	16680						
Söderfors		15	230	1301	2502	14178	0	4320				
Untra		15	195	1105	2127	12051	648	3672	0	1620		
Lanforsen		15	166	940	1808	10244	551	3121	243	1377	0	0
Älvkarleby		15	141	799	1537	8707	468	2653	207	1170	0	0
Summa:			1001	799	7973	8707	1667	2653	450	1170	0	0
Netto ut förbi Älvkarleby			13329	smolt								

Anmärkning: Smoltproduktionen är beräknad med utgångspunkt från beräknade lek- och uppväxt-områden inom respektive område mellan Avesta/Lillfors och Älvkarleby kraftverk. Med en antagen produktion av 300 smolt/ha har den potentiella nettoproduktionen ovanför Näs kraftstation (Jugarnsboforsen) beräknats till 900 smolt. I området mellan Näs och Söderfors är produktionspotentialen 8340 smolt, osv.

Därefter är smoltförlusterna beräknade med utgångspunkt från en antagen smoltförlust av 15 % i respektive kraftverk (oavsett turbin typ). Nettoeffekten av de 900 smolten från området ovanför Näs blir 399 överlevande smolt när de passerat Älvkarleby kraftverk.