

Fiskevårdsteknik i Sverige AB

EMÅPROJEKTET

HÖGSBY KRAFTVERK, EMÅN

**FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV
NY FISKVÄG**



00041802

Lund 2012-03-30

EMÅPROJEKTET HÖGSBY KRAFTVERK, EMÅN

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV NY FISKVÄG

Innehåll

1	Inledning.....	4
2	Utförda undersökningar	5
3	Regionala förutsättningar	6
3.1	Vattendrag och fauna	6
3.2	Fiskvandring	9
3.3	Fiskvägar.....	10
3.4	Skyddsaspekter.....	15
4	Lokala förutsättningar	21
4.1	Vandringshinder	21
4.2	Vattenföring	26
4.3	Vattenstånd	26
4.4	Omgivningar	28
5	Förslag till fiskvägar	30
5.1	Principer.....	30
5.2	Omlöp vid dammen	31
5.3	Slitsränna vid dammen.....	36
5.4	Snedställt fiskgaller vid kraftstationen	41
5.5	Tvärställt fiskgaller vid kraftstationen.....	45
6	Förslag till åtgärder	51
7	Sammanfattning	51
	Referenser	53

Bilagor

Bilaga 1	Översikt Emån. Plan A, skala 1:200 000
Bilaga 2	Översikt nuvarande förhållande. Plan B, skala 1:3000
Bilaga 3	Översikt nuvarande förhållande kstn. Plan C, skala 1:500
Bilaga 4	Flöden, kraft och tappning. Tabeller och grafer.
Bilaga 5	Översikt framtida förhållande. Omlöp. Plan D, skala 1:3000
Bilaga 6	Framtida förhållande. Omlöp. Plan E, skala 1:1000
Bilaga 7	Översiktlig kostnadsuppskattning. Tabeller.
Bilaga 8	Översikt framtida förhållande. Slitsränna. Plan F, skala 1:3000
Bilaga 9	Framtida förhållande. Slitsränna. Plan G, skala 1:1000
Bilaga 10	Framtida förhållande. Snedställt fiskg. Plan H, skala 1:500
Bilaga 11	Framtida förhållande. Tvärställt fiskg. Plan I, skala 1:500

EMÅPROJEKTET HÖGSBY KRAFTVERK, EMÅN

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV FISKVÄG

1 Inledning

Emån är ett av sydöstra Sveriges största och ett av Sveriges artrikaste vattendrag med flera värdefulla fiskbestånd bl.a. storsvuxen lax och havsöring vilka är av stort kommersiellt värde för Emån. De grundläggande förutsättningarna för produktion av laxfisk i såväl huvudfåran som de många biflödena är mycket goda.

En tät serie kraftverksdammar hindrar emellertid uppvandrande laxfisk att nå en stor del av de ursprungliga lek- och uppväxtområdena i ån och dess biflöden. Fiskvägar av olika typ och funktion finns vid de tre nedersta kraftverken i Emåns huvudfåra; Karlshammar, Finsjö nedre och Finsjö övre samt vid Åbyfors kvarn i Fliserydskvillen (bilaga 1). Anläggningarna vid Högsby kraftverk utgör idag definitiva vandringshinder samt den övre gränsen för lekvandring av lax och havsöring i Emån.

Förutom lax och havsöring förekommer flera skyddsvärda och hotade fiskarter som bl.a. mal, ål, asp och färna tillsammans med andra vattenlevande organismer som t.ex. flodpärlmussla och tjockskalig målar-mussla vilka samtliga påverkas av den fragmentering vandringshindren i Emån medför.

På uppdrag av Emåprojektet har Fiskevårdsteknik AB utarbetat ett förslag till utformning av en ny fiskväg vid Högsby kraftverk.

Målsättningen har varit att beskriva och värdera olika alternativa placeringar och utformningar av en fiskväg för i första hand uppvandrande vuxen lax och havsöring och en fiskväg för nedvandrande fisk.

Materialet i förstudien har reviderats under december 2011 på uppdrag av Gustaf Ulfsparrs stiftelse. I revidering har ett befintligt material har uppdaterats och förslag till åtgärder för skydd av nedvandrande fisk har adderats.

2 Utförda undersökningar

En översiktlig rekognoscering och uppmätning av området runt Högsby kraftverk och dess dammbyggnader har utförts under perioden 2000-10-01 till 2000-10-09 samt 2011-12-01. Vid besöken uppgick vattenföringen i Emån till ca 6,4-7,0 m³/s respektive 18 m³/s. Under besöken har ett antal fotografier av dammbyggnaden och de studerade områdena tagits.

Vid besöken inhämtades uppgifter om terräng- och flödesförhållanden samt befintliga anläggningars utformning och placering.

En översiktlig inmätning av åfåror och anläggningar har utförts med måttband och kompass. Angivna nivåer är uppmätta med hjälp av en tumstock och ett fickavvägningsinstrument, vilket under de rådande omständigheterna medför en noggrannhet på ca $\pm 0,05$ m. Alla nivåer är angivna i ett lokalt höjdsystem. Den horisontella överytan på betongmuren vid luckorna framför den f.d. fiskvägen har använts som fixpunkt för nivån +10,00 (bilaga 2). Denna nivå motsvarar ca +74,38 i rikets höjdsystem RH70 enl. avläsning på Sydkrafts pegrar. Med ledning av dessa mätningar samt information från Lantmäteriets ekonomiska karta har en enkel kartskiss över det aktuella området konstruerats.

För uppskattning av vattenstånd och vattendjup i den befintliga åfåran har beräkning av strömning i likformiga kanaler med Mannings formel utförts (Reinius 1968). För översiktliga bedömningar av kraftverkets produktion har uppgifter om aktuell effekt och allmänna energilagrar använts (Corlin & Reinius 1985). De verkliga hydrauliska förhållandena är svåra att bestämma på teoretisk väg, varför de nedan redovisade värdena endast bör uppfattas som riktvärden.

3 Regionala förutsättningar

3.1 Vattendrag och fauna

Emån är ett av sydöstra Sveriges större vattendrag med goda förutsättningar för produktion av laxartad fisk (Hebrand 1996; Haldén et al 1999; Sjöstrand 2000). Åfårens fysiska utformning med variationsrika grusbottnar och gott fall erbjuder speciella fördelar (figur 1). Vattnet är därtill väl syresatt, näringsrikt och relativt opåverkat av föroreningar samt har efter omfattande kalkningsåtgärder god buffertkapacitet.

I de aktuella delarna av vattendraget finns naturligt reproducerande bestånd av lax (*Salmo salar*) och havsöring (*Salmo trutta*) som är av stor betydelse för det kommersiella fisket i Östersjön och turistnäringen i regionen (figur 2).

Utöver lax och havsöring förekommer ytterligare ett 30-tal fiskarter varav flera skyddsvärda som t.ex. ål (*Anguilla anguilla*), lake (*Lota lota*), mal (*Siluris glanis*), asp (*Aspius aspius*), färna (*Leuciscus cephalus*), vimma (*Vimba vimba*) och nissöga (*Cobitis taenia*) (Lind 1998; Sjöstrand 2000).



Figur 1. Vy över Jungnerområdet vid Fliseryd i Emåns huvudfåra.

Flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*) och tjockskalig målarmussla (*Unio crassus*) påträffas också i Emån. Flodpärlmusslan uppträder främst i biflöden uppströms Högsby och Blankaströms kraftverk medan den tjockskaliga målarmusslan har ett utbredningsområde från de nedersta delarna i Emån till högt upp i avrinningsområdet (Wandin 2006; Lundberg m.fl. 2007). I vattensystemet förekommer även fiskberoende skyddsvärda däggdjur och fåglar som utter (*Lutra lutra*) havsörn (*Haliaeetus albicilla*), storlom (*Gavia arctica*), fiskgjuse (*Pandion haliaetus*) och kungsfiskare (*Alcedo atthis*).

Flera av de ovan nämnda arterna upptagna på artatabankens rödlista (Sveriges Lantbruksuniversitet 2011):

- Lake, kategori NT (nära hotad)
- Mal, kategori EN (starkt hotad)
- Asp, kategori NT (nära hotad)
- Vimma, kategori NT (nära hotad)
- Ål, kategori CT (akut hotad)
- Flodpärlmussla, kategori EN (starkt hotad)
- Tjockskalig målarmussla, kategori EN (starkt hotad)
- Utter, kategori VU (sårbar)
- Havsörn, kategori NT (nära hotad)
- Kungsfiskare, kategori VU (sårbar)



Figur 2. Öring (*Salmo trutta*)

Det första kända tillfället då hela åns bredd dämades och därmed effektivt hindrade havsvandrade arter att nå lek och uppväxtområden var i mitten av 1700-talet vid Fliseryds krutbruk (Dedering 2001). Vid samma tidpunkt fanns ett 30-tal ekonomiskt betydelsefulla fasta laxfisken i Emån och drygt hundra år senare, i slutet av 1800-talet, fanns det fortfarande 13 fasta fisken efter lax kvar. Men i samband med att vattenkraften byggdes upp i de nedre delarna av Emån i början av 1900-talet (Nedre Finsjö 1903, Emsfors 1907 och Karlshammar 1917) försvann de sista kvarvarande fasta fiskena i ån (Dedering 2001). Historiskt har lax och öring regelbundet vandrat upp från Östersjön till åtminstone Tureforsen i Vetlanda, ca 14 mil från mynningen i Östersjön.

Lax, öring och ål är för sin reproduktion beroende av att kunna vandra mellan sött och salt vatten. Övriga fiskarter lever hela sitt liv i sött eller bräckt vatten men är trots det beroende av att kunna utföra vandringar mellan olika uppehållsorter i vattendraget vid olika perioder under året. Ett vandringshinder i ett vattendrag medför en fragmentering och bidrar till isolering av vattenlevande populationer då utbytet av genetiskt material mellan dem förhindras.

Flodpärlmusslan och den tjockskaliga målarmusslans möjligheter till utbredning begränsas genom fiskens vandringsmöjligheter då de har ett parasiterande larvstadium på fisk. Även om det finns bestånd av t.ex. tjockskalig målarmussla både uppströms och nedströms ett definitivt vandringshinder är populationerna isolerade från varandra eftersom värdfisken inte kan passera vandringshindret. Flodpärlmusslan använder oftast öring som värdfisk medan en specifik värdfisk för den tjockskaliga målarmusslan är mer osäker. I den norrut närbelägna Virån har man kunnat påvisa att benlöja (*Alburnus alburnus*), mört (*Rutilus rutilus*) och lake, dvs relativt svagsimmande fiskarter, utgör värdfisk för tjockskalig målarmusslan (Wengström 2009). I syfte att återskapa ett utbyte mellan isolerade musselpopulationer är det därför av stor vikt att en fiskväg tillåter både upp- och nedvandring av såväl små som svagsimmande fiskarter.

Uppströms Högsby och Blankaströms kraftverk har Emåns huvudfåra en längd av ca 51 km med en fallhöjd på ca 11 m innan nästa vandringshinder vid Järnforsen. Längs denna sträcka ansluter ett flertal större biflöden som Nötån, Gårdvedaån, Silverån och Sällevadsån. Utförda biotopkarteringar visar att förekomsten av lek- och uppväxtytter för laxfisk ovan vandringshindren vid Högsby och Blankaström uppgår till minst ca 65.000 m² (Halldén *et al* 1999).

Samtliga vattenlevande organismer gynnas således av fria vandringsvägar både upp och ned längs vattendraget. Upprättandet av fria vand-

ringsvägar vid Högsby är en åtgärd som prioriteras högt av både lokala och regionala fiskevårdsintressen.

3.2 Fiskvandring

För att lax och havsöring ska nå lek- och uppväxtområden belägna uppströms Högsby och Blankaströms kraftstationer måste uppvandrande lekfisk först ta sig upp genom Emåns huvudfåra ca 50 km från Östersjön. På denna väg måste de passera fiskvägar vid följande fyra vandringshinder: Karlshammar kraftverk, Kvillegärde kraftverk, Finsjö nedre och övre kraftverk.

Fiskvägarna vid Karlshammar och Finsjö övre är sedan oktober 1990 resp dec 2000 försedda med fiskräknare. Antalet laxfiskar som passerar Karlshammar och Finsjö varierar men uppgår i medeltal till ca 425 resp 100 per år (tabell 1; Hebrand 2002).

Tabell 1. Registrerad uppgång av lax och öring vid Karlshammars fiskväg (enl. uppgifter från R Rosenqvist, Emsfors Sportfiskeklubb och S-E Åkerman, Länsstyrelsen)

År	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Summa
1990	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	122 ¹⁾	12	134
1991	8	31	61	169	224	724	5	1222
1992	10	13	0	0	36	99	51	209
1993	-	32	136	209	175	205	10	767
1994	18	14	10	75	214	45	- ³⁾	376
1995	4	17	31	51	226	159	- ³⁾	488
1996	17	31	91	56 ²⁾	- ²⁾	- ²⁾	- ³⁾	195
1997	7	19	17	36	32	141	- ³⁾	252
1998	-	-	-	-	-	-	- ³⁾	297
1999	-	-	-	-	-	-	- ³⁾	223
2000	-	-	-	-	-	-	- ³⁾	401
2001	11	24	25	29	157	152	10	541
Medel	11 ⁴⁾	23 ⁴⁾	46 ⁴⁾	81 ⁴⁾	152 ⁴⁾	218 ⁴⁾	18	425

- Uppgift saknas

¹⁾ Räkning påbörjad 1990-10-11

²⁾ Räknaren ur funktion 1996-08-10

³⁾ Fiskvägen endast öppen 1/5-31/10

⁴⁾ Medelvärde av månader med fullständiga uppgifter

De utförda fiskräkningarna antyder att uppvandring av laxfisk i stort sett kan förekomma under hela året under förutsättning att vattentemperaturen överstiger ca 5°C och vattenföringen inte är onormalt låg. Större delen av uppvandringen är emellertid koncentrerad till perioden strax före leken, dvs. under månaderna augusti-oktober.

Vissa år med låg vattenföring under hösten kan lekvandringen sannolikt pågå så sent som under november och början av december månad.

Upp- och nedvandring av fisk i Emån kan förekomma under i princip hela året under förutsättning att vattenföring och vattentemperatur inte är alltför låga.

De tidigaste lekvandringarna av laxfiskar utgörs vanligen av relativt få men stora individer medan det största antalet sannolikt är koncentrerat till perioder med god vattenföring under tiden strax före leken, dvs. under senare halvan av augusti till och med främre halvan av oktober månad. Det största antalet nedvandrande laxfiskar, dvs. smolt och utlekta vuxna fiskar (besor), uppträder sannolikt under april och maj månad.

Ål vandrar både upp och ned under perioden maj-oktober med det största antalet uppvandrande små individer (glasål) under juni-augusti och det största antalet nedvandrande lekmogna stora individer (silverål) under augusti-september. De flesta övriga fiskar som rör sig mer eller mindre ständigt både upp och ned under perioden maj-september, ofta med en topp runt månadsskiftet maj-juni då många fiskarter företar sin lekvandring. Malen utför sina vandringar vid hög vattentemperatur, dvs. huvudsakligen under perioden juni-augusti.

Det är därför av stor betydelse att vandringsvägen har god funktion vid såväl hög som låg vattenföring samt att både upp- och nedvandringsaspekten tillgodoses.

3.3 Fiskvägar

Målsättning

En fiskväg vid Högsby kraftverk i Emån bör generellt sett utformas med målsättningen att erbjuda lätt lokaliserade och lätt passerbara vandringsvägar för alla förekommande fiskarter och storlekar under alla de vattenföringar som normalt förekommer under fiskarnas vandringsperiod. Fiskvägen bör för sin funktion dessutom inte medföra ett alltför stort skötsel- och underhållsbehov. Utvecklingen inom det fiskeritekniciska området gör hela tiden nya framsteg. Den övergripande målsättningen bör därför vara att hela tiden sträva mot att använda bästa kända teknik.

Teknisk princip

Att bygga en bra fiskväg är svårt, ofta mycket svårare än de flesta tror. Den enligt vår mening i särklass bästa lösningen är därför alltid att försöka avlägsna själva vandringshindret. När detta inte är möjligt eller önskvärt bör i första hand en lösning med en fiskväg av naturliknande typ, t.ex. omlöp eller inlöp, väljas (figur 3 och 4) och först i tredje hand en fiskväg av teknisk typ, t.ex. motströms- eller slitsränna (figur 5).

Vägledning

En fiskvägs effektivitet är emellertid inte enbart beroende av den tekniska konstruktionen. En förutsättning för en god funktion är att fiskvägen placeras och utformas så att fisk under olika flödesförhållanden kan lokalisera och uppfatta den som en framkomlig vandringsväg. Då vandrande fisk alltid styrs av det dominerande vattenflödet är det viktigt att tappa så mycket vatten i fiskvägen att dess vattenflöde utgör en betydande andel av de omgivande vattenflödena samt att kunna rikta och koncentrera detta flöde så att det förmår attrahera vandringsfisk. Vidare gäller det att placera in- och utlopp nära hindret intill vattendragets dominerande flöde, dvs. vanligen kraftverkets in- och utlopp eller dammbyggnadens största utskov.

Passageförhållanden

Har fisken väl hittat in i en fiskväg brukar stora och starka fiskar kunna passera de flesta vedertagna konstruktionstyperna. För små individer och simsvaga arter kan dock passage genom sektioner med snabbt strömmande vatten eller höga trösklar vara ett oöverstigligt problem. Av denna anledning är de naturliknande fiskvägarna överlägsna då de erbjuder optimala passagemöjligheter i de vattenlager som står i kontakt med det ojämna sten- och blockunderlaget. För alla typer av fiskvägar måste vattendjupet vara tillräckligt för att fisk skall kunna passera. Gemensamt gäller dock att välja en tillräckligt låg lutning. Allt detta medför att en bra fiskväg ofta blir en lång fiskväg.

Anpassning

För att bibehålla god vägledning och goda passageförhållanden under olika flödesförhållanden måste fiskvägens in- och utlopp anpassas till förekommande vattenstånd. Detta är ofta ett problem eftersom vattenståndet kan variera avsevärt under året. För höga eller för låga trösklar vid både in- och utlopp kan leda till funktionsbegränsningar genom att vattenflöde, vattenhastighet och vattendjup i fiskvägen tidvis avviker alltför mycket från de avsedda värdena.

Det är därför viktigt att identifiera de kritiska vattenstånd som råder under den tid då de flesta fiskar vandrar. Den övre tröskeln bör anpassas till medelvattenståndet, vilket i en kraftverksmiljö i regel ligger strax

under dämmningsgränsen, medan den undre tröskeln bör anpassas till det lägsta vattenstånd då fisk fortfarande förväntas vilja vandra, vilket vanligen ligger i närheten av medellågvattenståndet.

Selektion av fisk

För att uppnå goda passageförhållanden för alla förekommande storlekar och arter räcker det inte med att det är fysiskt möjligt för fisk att passera. Fiskvägen bör även vara så utformad att fisk inte bedömer den som så farlig att den avstår från att passera.

Fiskvägens dimensioner bör därför vara så väl tilltagna att skydds- och viloplatser lämpade för de fiskar som förekommer finns med täta intervall längs vandringsvägen. Svårforcerade, små eller grunda fiskvägar riskerar annars lätt att bli selektiva, dvs. endast fisk av viss storlek eller art vågar nyttja dem. Stora laxar, är till exempel mycket ovilliga att passera små och grunda vattenvägar vilka inte är något hinder för mindre laxar.

Upp- och nedvandring

En bra fiskväg för uppvandrande fisk är inte automatiskt en bra fiskväg för nedvandrande fisk. Den främsta anledningen till detta är att vandrande fisk alltid följer det dominerande vattenflödet och att det inte alltid är möjligt att placera både fiskvägens in- och utlopp tillräckligt nära huvudströmmen, dvs. vanligen kraftstationens in- och utloppsöppningar.

I många fall kan det därför vara nödvändigt att ha två olika fiskvägar, en för uppvandring och en för nedvandring. Fiskvägar för enbart nedvandring kan ofta ges ett enkelt utförande t.ex. i form av en fallränna (figur 6). Men för att styra in nedströms vandrande fisk i en sådan krävs det emellertid andra mera komplicerade anläggningar som t.ex. speciellt utformade skyddsbarriärer (fiskgaller), avledare och flyktöppningar.

Drift och underhåll

Till sist är det naturligtvis viktigt att en fiskväg utformas på så vis att den behöver ett minimum av tillsyn och underhåll samt att den kommer att få en lång livslängd. Det innebär att hänsyn vid utförande måste tas till faktorer som t.ex. drivande skräp, vattenerosion, marksättningar och materialbeständighet.

Vidare bör enkla och okomplicerade regleringsdon prioriteras samt en god marginal för oförutsedda öknings av vattenflöde och vattenstånd eftersträvas.



Figur 3. Exempel på en nyanlagd naturliknande fiskväg i form av ett s.k. omlöp, från Finsjö övre kraftverk vid Emån.



Figur 4. Exempel på en nyanlag naturliknande fiskväg i form av ett, s.k. inlöp, från Hilleviks bruksdamm vid Björkån.



Figur 5. Exempel på en teknisk fiskväg i form av en s.k. slitsränna från Mariebergs kraftverk vid Mörrumsån (vänster) och Iffezheim damm vid floden Rhen (höger). Bilderna visar olika utformning av tvärväggar och de vertikala slitsformade öppningarna i dessa.



Figur 6. Exempel på fiskväg för enbart nedvandrande fisk i form av en, s.k. fallränna, från Steinach kraftverk vid Kinzig i Tyskland

3.4 Skyddsapekter

Vattenkraftverk utgör ofta besvärliga vandringshinder för fisk, både på väg upp och ned. Då det är uppenbart att fisk inte kan passera en vertikal dammbyggnad på väg upp har de flesta åtgärder koncentrerats på att finna lösningar på uppströms vandrande fiskars problem. Under de senaste decennierna har många olika konstruktioner provats för att få fisk att ta sig upp i vattendrag. Mindre energi har spenderats på problemet att få både stor och liten fisk att ta sig tillbaka ned igen, oskadda.

För att nå en biologiskt varaktig helhetslösning måste målsättningen självklart vara att fungerande och säkra transportleder både upp och ned längs ett vattendrag kan upprätthållas för alla förekommande arter och storlekar.

Nedvandring

Studier av nedvandrande fisk visar att de flesta arter rör sig ytligt, mitt i ån, gärna nattetid och vid tillfälliga flödesökningar samt i princip följer med det dominerande flödet i en aktiv drift. Går det dominerande flödet mot ett kraftverksintag kommer även nedvandrande fisk att hamna där. Öppnar vi en alternativ väg vid sidan om och släpper ut ett litet flöde på säg 2 % av det totala flödet, så kommer också endast ca 2 % av fisken att ta denna väg. Det betyder att om vi vill leda fisken säkert runt kraftverket utan alltför stor förlust av drivvatten är det önskvärt att på ett eller annat vis aktivt styra dem mot en alternativ vandringsväg.

Turbinförluster

När en fisk passerar genom ett kraftverks turbiner riskerar den att träffas av löphjulens rotorblad. Risken för skador är i allmänhet större i Francisån i Kaplanturbiner eftersom antalet rotorblad är betydligt större. Såväl statistiska beräkningar som praktiska försök visar att risken för att fisken skall träffas ökar med fiskens storlek (Montén 1983; m.fl.). Sannolikheten för att en utlekt vuxen laxfisk eller lekvandrande ål skall träffas är således mycket större än för en liten smolt.

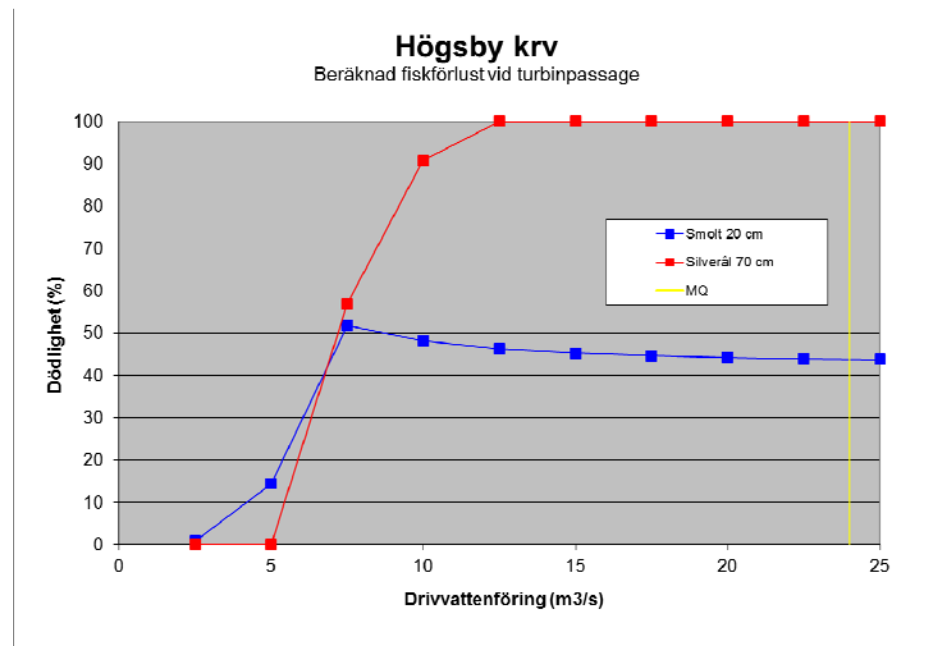
Risken för att fisken skall träffas är däremot tvärt emot den allmänna uppfattningen mindre vid hög belastning på aggregatet (figur 7). Detta beror på att ledskenornas öppning då är större och skapar en vattenström som gör att fisken kommer in i bättre vinkel mot rotorbladen. Ju mera ledskenorna sluts desto mindre blir den relativa öppningen och desto större blir sannolikheten för en träff. Samtidigt minskar emellertid rotorbladens relativa hastighet vilket i vissa fall, främst i Francisurbiner, kan bli så låg att en träff inte längre får dödlig effekt. Reducerad belastning kan även leda till ökat spill vilket i sin tur bidrar till att dödligheten minskar genom att färre fiskar tar vägen genom turbinerna.

Anpassad drift

Ett alternativ till avledare och barriärer av olika slag kan vara att anpassa driften så att kraftverket stängs helt eller delvis under en viss tid. Detta är ofta en billig och effektiv skyddsmetod vid endera små kraftverk i vattendrag med lågt flöde under vandringsäsongen eller vid kraftverk med lågvarviga Francisturbiner. Vid stora kraftverk eller verk med moderna Kaplanturbiner är det emellertid en dyrbar metod.

I ett kraftverk med oskyddade Kaplanturbiner bör driften i princip läggas ned helt och dammluckorna öppnas under den tid som nedvandrande fisk skall skyddas. Skall då både utlekt vuxen laxfisk, smolt och silverål skyddas innebär det att verket måste stängas under åtminstone perioden april till september månad. Detta är i praktiken därför inte någon ekonomiskt försvarbar metod.

Vi möts ibland av argumentet att 10 eller 30 % förlust inte är så allvarligt utan att det borde kunna accepteras. Ja kanske det, men om vi har sex sådana kraftverk i rad innan fisken når havet så blir den sammanlagda effekten av 20 % förlust vid varje verk hela 74 %.



Figur 7. Beräknad dödlighet för nedströms vandrande silverål och smolt vid passage genom någon utav de bägge turbinerna i Högsby kraftverk vid olika belastningar.

Fiskavledare

För att hindra fisk att passera genom kraftverkets turbiner har försök utförts med hjälp av många olika tekniker (Adam *et al* 2005). Teoretiskt brukar det skiljas på beteendemässiga och fysiska barriärer.

Beteendemässiga barriärer kan utgöras av snedställda ridåer med ljus, ljud, bubblor eller elektriska spänningsfält etc. som strävar efter att skrämja eller locka fisk mot en planerad alternativ öppning. Dessa har alla begränsad och framförallt mycket varierande effekt eftersom förmågan att upptäcka och röra sig åt önskat håll varierar med rådande sikt- och flödesförhållanden.

Fysiska barriärer kan bestå av t.ex. flytande länsor, kedjeridåer, gallergrindar eller filtreringsanordningar av olika slag vilka strävar efter att hindra fisk att röra sig i avsedd riktning. Även dessa anordningar har begränsad och varierande effekt då de i praktiken endast fungerar som ett beteendemässigt hinder så länge öppningarna i barriären är större än fiskens minsta bredd.

Fiskgaller

För att under alla förhållanden hindra fisk att passera genom kraftverkets turbiner, med risk för mekaniska skador bör en total fysisk barriär och en alternativ vandringssväg inrättas vid kraftverkets intagsöppning. Många olika alternativa lösningar har provats som t.ex. roterande filter, perforerade plåtar mm (Adam *et al* 2005) men den i vårt tycke mest praktiska och tilltalande lösningen är stora lutande fingaller (fiskgaller).

Ett fiskgaller kan utgöras av en gallervägg med sådan spaltvidd att fisken inte kan passera (figur 8). För att ett galler skall utgöra ett verkligt fysiskt hinder för en ål eller en laxfisk måste spaltvidden vara mindre än 0,03 resp. 0,10 gånger fiskens längd. För en ål med en längd av 50 cm samt ett lax- eller öringsmolt med en längd av 15 cm innebär detta att spaltvidden inte bör överstiga 15 mm. Smolt undviker i det längsta att passera ett 20 mm galler men gör det till slut om inga bra alternativ finns, ofta med skador som följd. Ett 20 mm galler kan även passeras av ål upp till drygt 70 cm längd (Adam *et al* 2005).

Det täta gallret medför att det kommer att samla mycket skräp. Det är därför av största vikt att gallret kompletteras med en effektiv automatisk rensanordning.

För att fisken inte skall skadas genom att pressas mot fiskgallret måste vattnets anloppshastighet vara så låg att fisken orkar simma en längre tid framför gallret medan den letar efter en flyktväg. För smolt och ål rekommenderas därför att vattnets hastighet i inloppskanalen omedelbart framför gallret inte bör överskrida 0,5 m/s. Då vattnets anloppshastighet



Figur 8. Exempel på lutande tvärställt fiskgaller med 10 mm spaltvidd, rensautomat och två flyktöppningar mot bakomliggande fallrännor för nedvandring vid ECI Centrale i Roermond vid floden Roer.

bestäms av inloppskanalens tvärsnittsytta och vattenföring bör dessa parametrar anpassas för att uppnå önskad skyddseffekt.

Om detta inte lyckas fullt ut kan de negativa effekterna minskas genom att luta gallret så att den kraft som verkar vinkelrätt mot och genom gallret minskar och därmed förhindrar fisken att klämmas fast. På så vis kan fisk som inte orkar stå emot strömmen undvika att pressas fast mot gallret och istället knuffas längs med gallret mot en flyktöppning. Lutningen tjänar således två syften, dels att åstadkomma tillräcklig yta för att få ned normalhastigheten och dels att styra fisken mot en flyktöppning.

Gallret kan lutas både horisontellt och vertikalt (sned- eller tvärställt). Båda alternativ har sina fördelar och det pågår för närvarande mycket försöksverksamhet runt om i världen för att utvärdera olika praktiska utformningar. Den variant som provats i Sverige på senare år är lutande tvärställda fingaller (Calles & Bergdahl 2009). Lutande snedställda fingaller har dock föreslagits på flera ställen varav några kommer att byggas inom kort (Hebrand 2011).

Flyktöppningar

Fiskgallret måste kompletteras med en säker alternativ vandringsväg. En sådan kan utgöras av en eller flera flyktöppningar i eller i omedelbar anslutning till gallret vilka leder till en ordinär fiskväg eller bara en ränna som löper ned förbi kraftverket.

När en nedvandrande fisk närmar sig en kraftstations intagsöppning upptäcker den i regel inte turbiner eller ev. barriärer förrän den är mycket nära. Är vattnets hastighet hög har fisken mycket kort tid på sig att reagera innan den endera sugas in mot turbinerna eller blir fasttryckt mot gallret. Endast i de fall då en mycket väl utformad flyktväg med betydande vattenföring finns i barriärens omedelbara närhet kan fisk förväntas hitta ut (figur 9). Är vattnets hastighet däremot lägre än fiskens uthålliga simhastighet har den längre tid och större möjligheter att söka av den närmaste omgivning efter en alternativ flyktväg.

När en fisk når fram till en barriär börjar den leta i närheten av denna. Det är därför viktigt att flyktöppningen installeras i barriärens omedelbara närhet. Då fisk letar efter det näst största flödet samt skyggar för



Figur 9. Nedvandrande utlekt havsöring vid Ugerups mölla i Vramsån som fördröjts p.g.a. felaktigt utformade och placerade flyktöppningar och därigenom drabbats av svamp, utmattning och svält. Efter ett par veckor framför gallret har de flesta omkommet.

snabbt accelererande vattenhastigheter, onaturlig turbulens, grunda trösklar och ljudet av fallande vatten är det är också viktigt att flyktöppningarna utformas med tillräckligt djup och mjuka kanter samt att det tappas ett rimligt flöde genom dem.

Dåligt placerade eller utformade flyktöppningar leder till att fisk fördröjs under sitt letande eller i värsta fall aldrig hittar ut. Fördröjningen som kan vara från några dagar upp till flera veckor leder i sin tur till ökad dödlighet genom predation, utmattning, svält och sjukdomar (figur 9).

Fallränna

Att anlägga en fallränna är ofta ett billigt och enkelt sätt att säkert transportera nedvandrande fisk från en flyktöppning förbi kraftstationen till området nedan dess utloppsöppning. En fallränna kan bestå av en öppen ränna eller en väl tilltagen rörledning i vilken vatten tappas på ett sätt så att fisk sköljs ned. Fallrännan kan luta i upp mot 45° om så behövs samt avslutas strax under eller upp mot en meter över den nedre vattenytan. Det är viktigt att fallrännan mynnar över ett område som har så stort vattendjup att fisk inte riskerar att skada sig vid fallet.

4 Lokala förutsättningar

4.1 Vandringshinder

Högsby kraftverk är beläget i utkanten av Högsby tätort, ca 1 km nordväst om Högsby kyrka. Vid kraftverket leds vatten via en ca 500 m lång inloppskanal till kraftstationen (bilaga 2; figur 10). Från kraftstationen leds vattnet tillbaka till åfåran (bilaga 2; figur 11) via en endast ca 10 m lång utloppskanal. I kraftstationen sitter två kraftaggregat med Francis-turbiner vars sammanlagda maximala effekt uppgår till ca 3,5 MW (Båkab Energi 1998). Kraftaggregaten har en sammanlagd slukförmågan på 45 m³/s fördelat på 20 respektive 25 m³/s och kan drivas med ett flöde ned till åtminstone 7 m³/s (Tielman 2002, Tielman 2011). Fallhöjden över kraftaggregaten uppgick vid besöksstillfällena under oktober 2000 till ca 10,7 m. Den normala årsproduktionen uppges vara ca 14,1 GWh (Båkab Energi 1998).

Ovan kraftstationen hålls vattenytan i ett högt och stabilt läge av en regleringsdamm som sträcker sig i nordväst-sydostlig riktning tvärs över den naturliga åfåran ca 500 m nordväst om kraftstationen (bilaga 2).



Figur 10. Inloppskanalen, vy från landsvägsbron mot norr.



Figur 11. Åfåran nedanför kraftstationen är rensad och fördjupad. Till utloppskanal fördjupad åfåra nedanför kraftstationen. Vid vattenområdets hitre strand skimtar stödmuren som utgör gräns mot torråfåran. Foto från kraftstationen mot nordost, vattenflöde 28,8 m³/s.

Dammen är utförd som ett ca 90 m långt och upp till ca 5 m högt utskov i sten och betong omgiven av jordvallar (bilaga 2; figur 12; figur 13).

Utskovet är uppdelad i nio större segment med luckor och sättrar av olika slag längs två raka vinkelben. Det sydöstligaste segmentet är 35 m brett och uppdelad i 15 stycken numera igengjutna skibord. Samtliga övriga segment är ca 5 m breda och med undantag av det sjätte från sydost (första norr om vinkeln) inredda med vardera fem ca 1,0 m breda manuella spetluckor. Det sjätte segmentet har en 5,0 m bred motormanövrerad lucka med första prioritet. Trösklarna till samtliga större segment är belägna ungefär på nivån +7,1. Nordost om de större utskovssegmenten ligger ytterligare ett ca 1,0 m brett utskov vars öppning numera är igenmurad. Detta utskov utgjorde tidigare inlopp till den numera utrivna ursprungliga fiskvägen.

Jordvallarna är ca 70 m långa i nordväst och ca 150 m i sydost samt upp till ca 4 m höga. De har ca 3-5 m breda horisontella krön på nivån drygt +10,0 samt starkt sluttande sidor. Den sydöstra vallen utgör även en sida av kraftverkets tillloppskanal. Knappt 200 m längre åt sydost, på andra sidan landsvägsbron, ligger ytterligare en ca 150 m lång jordvall på samma sida vilken även den utgör en sida av kraftverkets tillloppskanal.



Figur 12. Dambyggnad med luckor tvärs över den naturliga åfåran. Foto från östra landfästet mot nordväst.



Figur 13. Som ovan men vy från västra landfästet mot sydost. Vid fototillfället förekom inget spill till torråran.

Vid intagskanalens slut ligger utöver kraftverkets intag till kraftaggregaten ytterligare en öppning i form av ett ca 4,0 m brett isutskov (bilaga 3; figur 14). Betongtröskeln i isutskovet ligger på nivån +8,17 och är inrett med en fast underliggande planlucka av stål på tröskelnivån +9,07 och regleras med en planlucka i betong (figur 14). I anslutning till isutskovet finns en ca 1 m djup flytlänsa som sträcker sig ca 35 snett uppströms i inloppskanalen till ett gjutet betongfundament (bilaga 3; figur 15).

Framför kraftstationens intagsöppning sitter ett tvärställt risgaller som är uppdelat av två separata ca 10 m breda och 4,0 m höga gallersektioner med en lutning på ca 60° (figur 16). Gallerstålen utgörs av 5 mm plattstål med en fri spaltvidd om ca 60 mm. Vid full drivvattenföring i kraftstationen uppgår vattenhastigheten framför risgallret till ca 0,56 m/s.

Ytterligare en liten dammbyggnad som utgörs av ett skibordsöverfall har uppförts i den naturliga åfåran ca 150 m sydväst om kraftstationen (bilaga 2). Denna utgörs av en ca 8 m lång och upp till ca 2 m hög vall av huggen sten och betong som löper västsydväst-ostnordostlig riktning tvärs över åfåran (bilaga 2). Dammen har ett rakt horisontellt krön på nivån ca +3,6 och saknar utskov. Dammbyggnadens syfte är sannolikt



Figur 14. Isutskovet med tillhörande planlucka av betong samt utloppsränna. Vy mot nordost.



Figur 15. Inloppskanalen och flytlänsan. Vy från inloppskanals högra sida nedan isutskovet mot isutskovet mot väster.



Figur 16. Befintlig gallergrind. Vy från isutskovet mot nordost.

främst att se till att vattenståndet ovan dammen ligger på en sådan nivå att vatten leds in i Högholmskvillen, dvs. den sidofåra som löper söder om Emåns huvudfåra och mynnar strax söder om pastorsexpeditionen vid Kyrkebro.

Nedanför kraftstationen är åfåran rensad och fördjupad. Längs gränsen mellan den fördjupade och den orörda åfårans löper en vertikal stödmur av betong i väst-östlig riktning (bilaga 3; figur 11). Murens horisontella krön är beläget på nivån ca -0,9 och har en mindre fördjupning vid inloppskanalens början.

Kraftstationen och regleringsdammen utgör definitiva vandringshinder för uppvandrande fisk. Skibordsöverfallet i torråran utgör även den ett definitivt vandringshinder för de flesta fiskarter förutom lax och öring som troligen kan passera under gynnsamma förhållanden. Vid låg vattenföring i både utloppskanal och i torråra utgör sannolikt även den låga betongmuren vid utloppskanalen ett vandringshinder.

Regleringsdamm och kraftverk är till större delen belägna inom fastigheten Odensvifors 1:1.

4.2 Vattenföring

Vattenföringen i Emån vid Högsby har med ledning av avrinningsområdets storlek (Ehlert 1994) och uppmätta flöden från stn 74-1806 Blankaström (Andersson 1993) beräknats uppgå till ca 24 m³/s i medeltal under året. Normal högvattenföring och normal lågvattenföring har beräknats uppgå till 86 m³/s resp 6,6 m³/s (bilaga 4, tabell 1; figur 17).

När vattenföringen i Emån är lägre än ca 45 m³/s löper allt vatten genom kraftverkets in- och utloppskanaler. Vid dessa tillfällen spills endast obetydliga mängder läckvatten från dammen i den naturliga åfåran. När flödet i ån däremot överstiger den mängd som kan nyttiggöras i kraftverket släpps överskottet ut via regleringsluckorna och över skiborden i den naturliga åfåran.

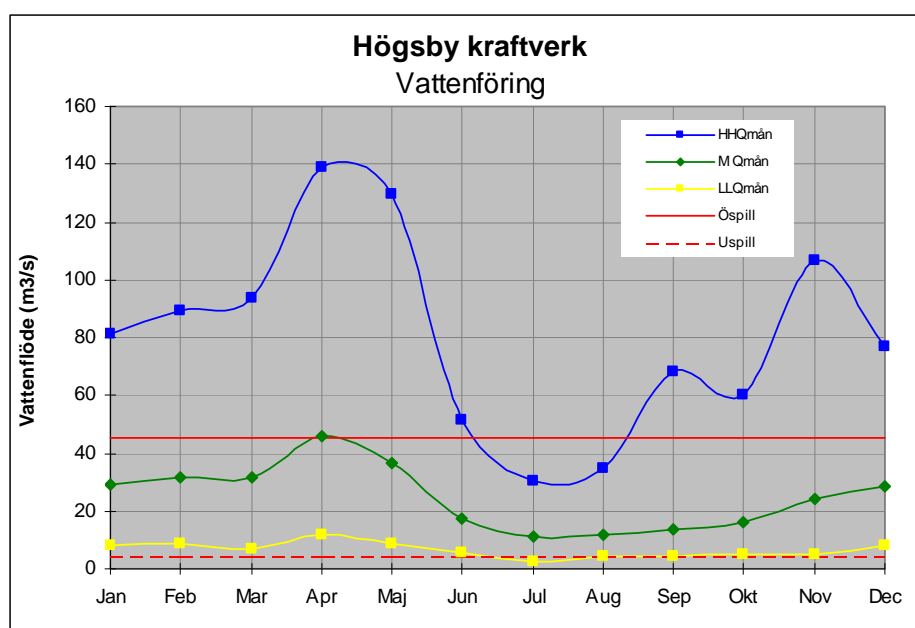
4.3 Vattenstånd

Ovan regleringsdammen är ån uppdämd till en nivå runt ca +9,5. Dämningensgräns uppges vara +74,00, dvs. ca +9,62 i det lokala systemet. Sänkningsgränsen är +73,00, dvs. ca +8,62 i det lokala systemet. I praktiken sänks dock mycket sällan den övre vattenytan under +73,5 (+9,1). För att uppnå god effekt vid kraftverket eftersträvas ett jämnt och högt vattenstånd i regleringsdammen. Då intaget till kraftverket liksom

den stora motorluckan styrs med automatik kan vattenytan ovan regleringsdammen förväntas ligga tämligen stabilt runt +9,5 vid i princip alla förekommande vattenföringar.

Vattenståndet i åfåran omedelbart nedanför regleringsdammen varierar beroende på aktuell vattenföring. Vid en vattenföring mellan ca 7 och 20 m³/s, dvs. den vattenföring som är normal under den mest frekventa vandringsperioden under sommar och sensommar, ligger vattenytan stilla runt ca +69,92, dvs. +5,54, då inget vatten tappas till den naturliga åfåran. Nedanför kraftstationen bedöms vattenytan vid motsvarande förhållanden variera mellan ca +62,8 och +63,2, dvs. ca -1,6 och -1,2 i det lokala systemet. Detta innebär att höjdskillnaden mellan vattenytorna på var sida om regleringsdammen uppgår till ca 4,0 m medan den vid kraftstationen uppgår till mellan ca 11,1 och 10,7 m under den period då de flesta fiskar företar sin vandring.

Vid normal högvattenföring kan den undre vattenytan vid dammen förmodligen stiga upp mot drygt ca +70,7 dvs. +6,3 i det lokala systemet, varvid höjdskillnaden mellan vattenytorna minskar till ca 3,2 m. Motsvarande nivå vid kraftstationen under samma förhållande bedöms uppgå till ca +64,4, dvs. +0,0.



Figur 17. Beräknad vattenföring i Emån vid Högsby kraftverk (bilaga 3), där HHQ = högsta månadsmedelvattenföring, MQ = månadsmedelvattenföring, LLQ = lägsta månadsmedelvattenföring.

4.4 Omgivningar

Regleringsdammen är belägen i en flack dalgång med ett svagt kuperat landskap. De närmaste omgivningarna utgörs främst av växlande skogs-, park- och gatumark (bilaga 2).

Jordlagren i området förefaller huvudsakligen utgöras av ett tunt lager sandig moig morän på en sprickrik kristallin berggrund. Berggrunden går i dagen på flera ställen längs den naturliga åfåran (bilaga 2). Ett större område med berg i dagen återfinns söder om kraftstationen. Moränen överlagras ställvis av sandiga och grusiga isälvsediment vid sidan om den naturliga åfåran samt av tunna organiska sediment i anslutning till åfåran. Vid dammens nordvästra landfäste ligger en större ansamling schaktmassor upplagda i anslutning till jordvallen.

Åfåran har rensats och fördjupats hela vägen från Blankaströms kraftverk ovan regleringsdammen, mellan dammen och kraftstationen (nuvarande åfåra utgörs här enbart av en grävd och invallad kanal) samt ca 100 m nedan kraftstationen. Därigenom föreligger inga hinder för vattenframrinningen och vattendjupet uppgår till minst ca 3-4 m i centrum av åfåran.

På sträckan mellan dammbyggnaden och kraftstationen är däremot den torrlagda naturliga åfåran inte lika rensad (bilaga 2; figur 18). Dock förekommer en ca 80 m lång torrlagd äldre kvarnränna längs åns norra sida och en äldre kvarndamm på åns södra sida i området sydväst om kraftstationen (bilaga 2). Den torrlagda naturliga åfåran har grunda strömsträckor lämpliga för lek och uppväxt av laxartad fisk inom främst partiet ca 200 m närmast nedanför regleringsdammen, ca 100 m kring landsvägsbron samt ca 300 m mellan skibordsdammen och stödmuren nedanför kraftstationen (Sjöstrand 1996).

Ungefär mitt emellan regleringsdammen och kraftstationen löper en allmän landsväg med broar över både den naturliga åfåran och inloppskanalen. Från landsvägen leder en smal tillfartsväg i nordlig riktning upp mellan den naturliga åfåran och inloppskanalen till regleringsdammens östra landfäste. På motsvarande vis leder en väg ned till kraftstationen. Från denna väg kan även arbetsfordon nå både stenvallen och stödmuren i torrfåran. En enskild väg från landsvägen mot Virstad leder nästan ända fram till dammens västra landfäste. De sista ca 40 m fram till dammen går över gårdsplanen till en enskild fastighet (Odensvi 3:1)

Nedanför regleringsdammens västra landfäste löper en ca 30 m lång stensatt ränna (två ben á 15 m med en 180° krök på mitten) längs strandkanten från den igenmurade öppningen och ned mot den naturliga åfåran. Denna ränna var ursprungligen inredd med träfack och var vid



Figur 18. Emåns normalt torrlagda naturliga åfåra vid tappning av ca 3,2 m³/s. För att skapa bra vandringsvägar kan viss tillrättläggning av block på de grunda trösklarna krävas. Foto från regleringsdammen mot sydväst.

tidpunkten för kraftverkets tillkomst avsedd som fiskväg. All inredning är nu helt borta.

Förekomst av markförlagda el-, tele- och signalkablar är inte känd men kan antas uppträda främst längs tillfartsvägen till dammens östra landfäste, runt byggnaden vid dammens västra landfäste samt i anslutning till kraftstationen. Inom det senare området förekommer även ett ganska stort antal stolpar för elektriska luftledning. Förekomst av vatten- eller avloppsledningar är inte heller känd men kan främst antas förekomma i området runt kraftstationen.

5 Förslag till fiskvägar

5.1 Principer

En fiskväg vid Högsby kraftverk kan åstadkommas på många olika sätt. I de följande avsnitten har några tänkbara alternativa fiskvägar för både upp- och nedvandring av fisk översiktligt beskrivits och värderats i prioriterad ordningsföljd.

De föreslagna åtgärderna för uppströmsvandring är

1. Omlöp vid dammen (naturliknande fiskväg)
2. Slitsränna vid dammen (teknisk fiskväg)

Förslaget med ett omlöp vid dammen bör betraktas som ett ambitiöst försök att skapa en naturliknande fiskväg för alla i Emån förekommande fiskarter och ett välkommet tillskott av lek- och uppväxtområden för lax och havsöring då behovet av en minitappning till torrfåran tillgodoses. Omlöpet med in- och utlopp vid dammbyggnadens högra sida är en funktionell och estetiskt tilltalande fiskväg. Detta är vårt högst prioriterad huvudförslag.

Förslaget med en slitsränna bör betraktas som ett alternativ till huvudförslaget vilket kan lösa uppgiften inom en mindre yta och i närmare anslutning till dammbyggnaden på bekostnad av ett högre pris. Genom slitsrännans låga lutning tillåts uppströmspassage för alla förekommande fiskarter.

I övrigt har flera förslag med alternativa utformningar och placering av fiskvägar utvärderats. Däribland fiskvägar av teknisk typ i anslutning till kraftstationen. Till följd av utrymmesbrist, lång eller brant fiskväg och höga kostnader tillsammans med att minitappning i torrfåran blir svårare att tillgodose har dessa förslag ej presenterats i föreliggande rapport.

I ett avsnitt efter beskrivningen av fiskvägarna för uppströmspassage har förslag till anordningar för skydd och avledning av enbart nedströms vandrande fisk beskrivits och värderats. De föreslagna skyddsanordningarna är

1. Snedställt fiskgaller med flyktöppning
2. Tvärställt fiskgaller med flyktöppningar

Skyddsanordningar och fiskvägar för nedströmspassage utgör ett nödvändigt komplement till de föreslagna fiskvägarna för uppströmspassage

för att nå en långsiktig biologisk hållbar lösning för Emåns vattenlevande organismer.

5.2 Omlöp vid dammen

Princip

En funktionell och naturlig vandringsväg förbi Högsbys kraftverk skulle kunna skapas genom att anlägga en ny åfåra, ett s.k. omlöp, från Emåns strandkant nordväst om regleringsdammen, söderut under den enskilda vägen och ned längs den lilla dalgången väster om den enskilda tomtmarken, samt efter en 180° sväng tillbaka upp längs torrfårans västra strand till vattenområdet omedelbart nedanför regleringsdammen just där den gamla fiskvägen mynnat (bilaga 5-6; figur 19-20). Den nya åfåran skulle då ligga inom fastigheterna Odensvifors 1:1 och Odensvi 1:1.

Vidare måste en vandringsväg för både hög och låg vattenföring tillrättaläggas i den befintliga åfåran mellan regleringsdammen och kraftstationen.

För att uppnå ett godtagbart skydd för nedvandrande fisk bör omlöpet kompletteras med ett fiskgaller och en fallränna vid kraftstationen (se avsnitt 5.4 och 5.5).

Utskov

En ny öppning i dammvallen måste tas upp i området ca 100 m nordväst om regleringsdammens västra landfäste (bilaga 6). Den nya öppningen bör utföras som ett stabilt och erosionssäkert utskov i armerad betong. Utskovet kan med fördel utformas som en ca 7 m lång, 3 m bred och 2 m djup U-formad ränna med vertikala väggar och horisontell botten. Utskovets vertikala väggar bör avslutas ca 1 m över den övre vattenytans medelnivå och dess botten bör placeras ca 1 m under densamma. Väggarnas höjd bör avta i riktning från dammvallens krön på ett sätt så att de överensstämmer med dammvallens slänter. Utskovet ges en tät anslutning till dammvallen och kringfylls noga med väl packad mineraljord samt förses med ett ytligt erosionsfoder av block.

Utskovet förses i främre delen med U-formade spår för manuella avstängningsluckor samt underliggande sättar för reglering av tröskelnivån. Luckor och sättar utförs av grovt tryckimpregnerat trävirke samt förses med enkla lyft- och låsdon. En enkel gångbro av trä med skyddsräcken bör läggas ovanpå utskovet.



Figur 19. Enskild väg till fastigheten Odensvi 1:3 vid regleringsdammens västra landfäste. Läget för den föreslagna fiskvägen är markerat med röd pil. Vy från gårdsplanen mot väst.

Ny åfåra

Den nya åfåran utformas som en ca 200 m lång, 7 m bred och ca 1,5 m djup grävd ränna i det befintliga underlaget (bilaga 6). Den nya åfåran bör ges ett slingrande och i görligaste mån oregelbundet lopp. Den utförs så att tvärprofilen erhåller en enkel trapetsform vars dimensioner är avpassade för de föreslagna flödena samt för en anslutning till en övre vattenyta vid ca +9,5 och en undre vid ca +5,5. Den nya åfårans lutning bör ej på något ställe överstiga ca 2 %.

Fåran bör grovformas med väl packade finkorniga mineraljordar och fördes med ett erosionskydd av naturligt rundad sten och block. Stenfodret dras upp på utskovets betonggolv ända upp till luckorna. Ovanpå stenfodret placeras större block i ett glest oregelbundet mönster.

Ny vägbro

Den nya åfårans sträckning korsar tillfartsvägen till den enskilda fastigheten Odensvi 3:1 ca 70 m väster om regleringsdammens västra landfäste (bilaga 6). En lasttålig vägbro bör här utföras endera genom att kulvertera den nya åfåran på en sträcka av ca 10 m (bilaga 6; figur 19) eller genom att utföra en enklare platt- eller balkbro.



Figur 20. Regleringsdammens västra landfäste. Läget för den föreslagna fiskvägens utlopp är markerat med röd pil. Vy från dammbyggnaden mot väst.

Vid kulvertering kan hel- eller halvrör av väl tilltagen dimension användas. Vid användning av helrör bör rören läggas horisontellt med botten några dm under anslutande tröskelnivåer.

Befintlig åfåra

Den befintliga åfåran mellan regleringsdammen och kraftstationen bör tillrättaläggas för att medge fiskvandring även vid låg vattenföring. Med detta avses främst att försiktigt flytta på enstaka stenar och block så att det vid de vattenflöden som kan tilldelas fiskvandringen finns en fungerande vandringsväg förbi alla grunda passager och trösklar.

Längs större delen av sträckan krävs inga större åtgärder men funktionen bör dock kontrolleras och vid behov åtgärdas. De sträckor som behöver kontrolleras och ev. åtgärdas är främst de första ca 200 m nedanför regleringsdammen, ca 100 m kring landsvägsbron samt ca 300 m mellan stenvallen och stödmuren nedanför kraftstationen (bilaga 6). Beträffande den sistnämnda sträckan kan en alternativ dragning av vandringsvägen genom den gamla kvarnrännan på åns norra strand övervägas.

Vid stenvallen ca 150 m väster om kraftstationen och stödmuren nedanför kraftstationen krävs dock speciella åtgärder (bilaga 6).

Stenvallen bör om möjligt rivas ut eller åtminstone byggas om (bilaga 5). Vid en utrivning kan vatten ledas in till Högsholmskvillen genom att flytta kvillens inlopp en aning uppström alternativt bygga en låg ledarm. En ombyggnad kan t.ex. utföras som en uppåtriktad skibordskanal eller en nedströms successiv uppbyggnad av åfårens botten.

I krönet på stödmuren intill kraftstationen bör en öppning med passande djup och bredd tas upp (bilaga 5). Denna bör utföras med målsättningen att dels skapa en passage för låga vattenstånd i utloppskanalen och dels att skapa en koncentrerad vattenström som visar vägen för uppvandrande fisk.

En ny grund tröskel bör utföras framför den lilla sidofåra som löper söder om Emåns huvudfåra öster om stödmuren. Denna tröskel bör vara så utformad att den hindrar det vatten som tappas genom fiskvägen från att strömma in i kvillen. Vid större flöden får vatten gärna gå över denna tröskel. Eventuellt kan en ny kort förbindelse mellan huvudfåran och kvillen öppnas så att kvillen inte torrläggs. Syftet med tröskeln är att koncentrera vattenutflödet från torrfåran till området omedelbart nedanför kraftstationen för att vägleda uppvandrande fisk.

Tappning

För att både vägleda fisk fram till fiskvägens mynning och möjliggöra vandring av stor laxfisk samt möjliggöra lek- och uppväxt i såväl torrfåra som omlöp, bör ett tämligen rejält vattenflöde tappas genom fiskvägen.

Ett förslag till tappningsschema har därför tagits fram med ett sparsamt basflöde på 0,3 m³/s under vintern och ett kraftigare lek-, uppväxt- och vandringsflöde på 1,3 m³/s under perioden mellan 15 april och 15 november (bilaga 4, tabell 4). Syftet med detta schema är att på bästa vis kunna hushålla med den vattenmängd som kan förväntas ställas till fiskevårdens förfogande.

Vattenöverskott upp till ca 2 m³/s bör under den tid på året då det begränsade basflödet råder, i första hand tappas genom fiskvägen.

Tappning av det föreslagna bas- och vandringsflödet skall kunna utföras med alla fiskvägens utskovsluckor öppna. När samtliga avstängningsluckor är helt öppna skall avbördningen genom fiskvägen endast kunna förändras genom att sadla på eller plocka av material i den bestämmande sektion som inrättas i åfåran omedelbart nedan utskovet. Avsikten med den föreslagna anordningen med lösa sättar under regleringsluckorna är att lämna möjlighet för viss efterjustering samt för kompensation av ej förutsedda framtida förändringar i dammprofil och kraftverkets driftsrutiner.

Vattendjupet i den nya fiskvägen bör inte på något ställe understiga ca 30 cm vid låg vattenföring och inte heller överstiga ca 1 m vid hög vattenföring. Den maximala vattenhastigheten längs passagen i den nya fiskvägen bör inte överstiga 2,0 m/s under den mest frekventa vandringsperioden.

I syfte att vägleda framför allt storvuxen laxfisk från utloppskanalen fram till fiskvägen i torrfåran föreslås att ett antal sk. klunkar släpps i torrfåran under den mest intensiva uppvandningsperioden för laxfisk. Med klunk avses att kraftverket stängs helt under minst 12 tim, varvid vattenflödet från kraftstationen upphör samtidigt som åns samlade flöde kommer att tappas genom dammbyggnadens ordinarie utskov till torrfåran.

Dessa klunkar bör upprepas med ett mellanrum av varje vecka under perioden 15 augusti till 31 oktober (bilaga 4, tabell 4).

Kostnader

De samlade kostnaderna för de föreslagna åtgärderna har uppskattats till i storleksordningen 2,3 Mkr (bilaga 7). Denna summa inkluderar då kostnader för projektering, upphandling, material, mark-, betong-, trä- och metallarbeten samt byggkontroll. Till detta tillkommer driftskostnader

Kostnaden för att driva ett omlöp vid dammen enligt det ovan beskrivna förslaget har bedömts uppgå till i storleksordningen 330 kkr/år (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för tillsyn och underhåll, kapital samt förlust av kraftproduktion med ca 600 MWh/år eller ca 4,3 % av möjlig energiproduktion (bilaga 7).

Kostnaderna är i hög grad beroende på hur tillgång till erforderliga schaktmassor kan lösas. Vid långa transportavstånd kan kostnaderna komma att öka och omvänt. Vidare är naturligtvis kostnaderna beroende av vilken ambitionsnivå och vilka detaljlösningar som väljs. Med ett enklare utskov och mindre genomarbetad åfåra kan kostnaderna sänkas.

Egenskaper

En fiskväg av naturliknande typ är ur en teknisk synvinkel en mycket funktionell lösning. Den grävda åfåran utan branta avsatser eller täta trösklar har den stora fördelen att den fungerar som vandringled för fisk av alla storlekar och arter samt andra vattenlevande organismer. Till detta kommer en fördelaktigt lång avskrivningstid samt ett mycket litet skötsel- och underhållsbehov.

Placeringen av den nya fiskvägens ingång i slutet torrfåran som i sin tur mynnar i slutet av utloppskanalen omedelbart nedanför kraftstationen,

medför att fiskvägen blir mycket lätt att lokalisera för uppvandrande fisk vid alla förekommande vattenföringar. Även vid den mest ogynnsamma situationen då flödet i ån ligger strax under kraftverkets slukförmåga bör uppvandrande fisk kunna vägledas av den koncentrerade vattenströmmen genom en öppning i stödmuren.

I syfte att under hösten ytterligare underlätta för större fisk att lokalisera och passera fiskvägen bör s.k. klunkning tillgripas, dvs. en kortvarig avstängning av kraftverket då åns hela vattenflöde får flöda genom torrfåran.

Genom tappning av vatten genom den nya åfåran under hela året till torrfåran skulle ytterligare ca 10-15.000 m² lek- och uppväxtområden för Emåns laxfisk kunna återskapas.

Fiskvägens placering på betryggande avstånd från allmänna vägar och frekventerade promenadstråk är fördelaktig. Vid skötsel- och tillsyn är placeringen av fiskvägen trots detta rimligt lätt tillgänglig för driftspersonal.

5.3 Slitsränna vid dammen

Princip

En funktionell teknisk fiskväg skulle kunna iordningställas genom att anlägga en slitsränna runt dammbyggnaden vid Högsby kraftverk. En slitsränna för fisk- och faunapassage bör ha en lutning som inte överstiger 4-5 % om mindre och simsvagare arter ska kunna ta sig upp. Om enbart storvuxen laxfisk tillåts passera kan lutningen öka till det dubbla. Då höjdskillnaden mellan vattenytorna omedelbart ovan och nedan dammen uppgår till som mest ca 4,0 m bör en slitsränna ges en längd av minst 100 m.

Då kraftstationen har en tämligen hög slukförmåga kommer det dominerande vattenflödet som alla fiskar orienterar efter att löpa genom kraftstationen under större delen av den period då fisken vandrar. För att fisk lätt skall hitta den nya åfåran är det därför önskvärt att placera in- och utloppet så nära kraftstationen som möjligt. En slitsränna skulle kunna placeras intill kraftstationen, men på grund av fördelarna en tappning från en fiskväg i torrfåran ger avseende lek- och uppväxtområden vill vi rekommendera en placering vid dammen mellan den naturliga åfåran och inloppskanalen (bilaga 8-9; figur 21).

För att uppnå ett godtagbart skydd för nedvandrande fisk bör slitsrännan kompletteras med ett fiskgaller och en fallränna vid kraftstationen (se avsnitt 5.4 och 5.5).



Figur 21. Föreslagen placering av slitsränna vid dammbyggnadens vänstra sida. Vy från dammbyggnadens högra landfäste mot sydost.

Utskov

Ett nytt utskov med regleringsluckor placeras förslagsvis i dammvallen söder om dammbyggnadens södra landfäste (bilaga 9). Utskovet bör utföras i armerad betong med tät anslutning till dammvallen.

Utskovet kan med fördel utformas som en ca 7 m lång, 2 m bred och 2 m djup U-formad ränna med vertikala väggar samt horisontell botten. Betongrännans vertikala väggar bör avslutas knappt 1 m över dämmningsgräns och dess botten minst 1 m under densamma. Väggarnas höjd bör anpassas på ett sätt så att de överensstämmer omgivande markytas slänter.

Utskovet bör ges en tät anslutning till dammvallens genombrutna vall och kringfylls noga med väl packad mineraljord.

Utskovet förses i främre delen med U-formade spår för två manuella avstängningsluckor samt underliggande sättar för reglering av tröskelnivån. Utskovets horisontella botten förses med ett ytligt foder av sten och block.

Luckor och sättar utförs av grovt trävirke, förslagsvis ek, lärk eller tryckimpregnerat virke, samt förses med enkla lyft- och låsdon. Ovanpå utskovet bör en lasttålig vägbro anläggas för servicefordon som måste kunna nå dammbyggnaden. Förslagsvis utförs vägbron av betong eller gallerdurk.

För kontroll av fiskvägens funktion och vandrande fiskbestånd kan ev. en fångstfälla eller automatisk fiskräknare monteras i anslutning till utskovet.

Slitsar och bassänger

Slitsrännan utförs som en serie bassänger genom vilka vattnet flödar i en slitsformad vertikal öppning (figur 22). Tvärväggarna minskar vattnets hastighet så att fisk kan simma upp genom konstruktionen.

Slitsrännan anpassas för anslutning till en övre vattenyta vid +9,5 och en undre vid +4,5. För att gynna simsvaga arter bör höjdskillnaden mellan varje bassäng inte vara större än ca 12 cm vilket innebär att det behövs ca 33 bassänger. Med en längd på varje bassäng på 3,5 m och två vilobassänger erhålls en lutning på ca 3 % med en total längd på ca 120 m. Det skapar förutsättningar även för svagsimmande arter att kunna passera fiskvägen. Slitsrännan bör dimensioneras för ett vattendjup av minst 1,0 m för att underlätta uppströmspassage av stor laxfisk.

Slitsrännan utförs lämpligen i betong med inredning av betong eller trävirke samt med ett lager olikstora stenar på botten.



Figur 22. Exempel på slitsränna med 15 cm språnghöjd mellan bassängerna från Marklendorf vid floden Aller.

Tappning

För att vägleda uppvandrande fisk till fiskvägens samt möjliggöra vandring av stor laxfisk bör ett inte alltför litet vattenflöde tappas genom fiskvägen. Flödet bör dock anpassas till slitsrännans bassängstorlek för att inte skapa en alltför turbulent vattenmiljö i vandringsvägen. För att öka fiskvägens attraktion utan att bygga alltför stora bassänger kan en möjlighet att tappa extra lockvatten i anslutning till fiskvägens nedre del skapas. Lockvatten kan endera tappas genom en sluten ledning från området ovan dammen eller via en utav sättluckorna närmast slitsrännans utlopp.

Ett förslag till tappningsschema har tagits fram med ett konstant vandringsflöde i slitsrännan på ca 0,6 m³/s under hela året. Tappningen i fiskvägen agerar även minitappning till den naturliga åfåran. Utöver detta föreslås att lockvatten på ca 0,8 m³/s tappas under perioden 1 juli till 30 november.

För att vägleda uppvandrande fisk från utloppskanalen vid kraftstationen och fram till fiskvägen i torrfåran föreslås att ett antal s.k. klunkar släpps i torrfåran under den mest intensiva uppvandningsperioden för laxfisk. Med klunk avses att kraftverket stängs helt under minst 12 tim, varvid vattenflödet från kraftstationen upphör samtidigt som åns samlade flöde kommer att tappas genom dammbyggnadens ordinarie utskov till torrfåran. Dessa klunkar bör upprepas med ett mellanrum av varje vecka under perioden 15 augusti till 31 oktober.

Syftet med detta schema är att på bästa vis kunna hushålla med den vattenmängd som kan förväntas ställas till fiskevårdens förfogande.

Tappningen genom fiskvägen bestäms av vattenytornas nivå ovan och nedan dammbyggnaden tillsammans med slitsöppningens storlek. Vattenöverskott kan därför inte tappas genom slitsrännan.

Befintlig åfåra

Den befintliga åfåran mellan regleringsdammen och kraftstationen bör tillrättaläggas för att medge fiskvandring även vid låg vattenföring. Med detta avses främst att försiktigt flytta på enstaka stenar och block så att det vid de vattenflöden som kan tilldelas fiskvandringen finns en fungerande vandringsväg förbi alla grunda passager och trösklar.

Längs större delen av sträckan krävs inga större åtgärder men funktionen bör dock kontrolleras och vid behov åtgärdas. De sträckor som behöver kontrolleras och ev. åtgärdas är främst de första ca 200 m nedanför regleringsdammen, ca 100 m kring landsvägsbron samt ca 300 m mellan stenvallen och stödmuren nedanför kraftstationen (bilaga 8). Beträffande

den sistnämnda sträckan kan en alternativ dragning av vandringsvägen genom den gamla kvarnrännan på åns norra strand övervägas.

Vid stenvallen ca 150 m väster om kraftstationen och stödmuren nedanför kraftstationen krävs dock speciella åtgärder (bilaga 8).

Stenvallen bör om möjligt rivas ut eller åtminstone byggas om (bilaga 8). Vid en utrivning kan vatten ledas in till Högsholmskvillen genom att flytta kvillens inlopp en aning uppström alternativt bygga en låg ledarm. En ombyggnad kan t.ex. utföras som en uppåtriktad skibordskanal eller en nedströms successiv uppbyggnad av åfårens botten.

I krönet på stödmuren intill kraftstationen bör en öppning med passande djup och bredd tas upp (bilaga 8). Denna bör utföras med målsättningen att dels skapa en passage för låga vattenstånd i utloppskanalen och dels att skapa en koncentrerad vattenström som visar vägen för uppvandrande fisk.

En ny grund tröskel bör utföras framför den lilla sidofåra som löper söder om Emåns huvudfåra öster om stödmuren. Denna tröskel bör vara så utformad att den hindrar det vatten som tappas genom fiskvägen från att strömma in i kvillen. Vid större flöden får vatten gärna gå över denna tröskel. Eventuellt kan en ny kort förbindelse mellan huvudfåran och kvillen öppnas så att kvillen inte torrläggs. Syftet med tröskeln är att koncentrera vattenutflödet från torrfåran till området omedelbart nedanför kraftstationen för att vägleda uppvandrande fisk.

Kostnader

Kostnaden för att anlägga en slitsränna enligt det ovan beskrivna förslaget har bedömts uppgå till i storleksordningen 3,4 Mkr (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för projektering, mark-, betong-, metall- och träarbeten samt byggkontroll. De största osäkerheterna vid kostnadsbedömningen är knutna till grundläggningsförhållandena av tillgången till erforderliga sten- och blockmassor. Vid långa transportavstånd kan kostnaderna komma att öka och omvänt. Vidare är naturligtvis kostnaderna beroende av vilken ambitionsnivå och vilka detaljlösningar som väljs. Med ett enklare utskov och enklare utformade slitsar kan kostnaderna sänkas.

Kostnaden för att driva en slitsränna enligt det ovan beskrivna förslaget har bedömts uppgå till i storleksordningen 370 kkr/år (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för tillsyn och underhåll, kapital samt förlust av kraftproduktion med ca 600 MWh/år eller ca 4,3 % av möjlig energiproduktion.

Egenskaper

Till fördelarna med den föreslagna slitsrännan hör en kompakt utformning inom den disponibla fastigheten. Fiskvägen är tålig mot nivåvariationer i angränsande vattenområden. Den föreslagna slitsrännan bedöms fungera mycket bra för uppvandring av samtliga förekommande fiskarter men erbjuder inget tillskott av lek- och uppväxtområden för laxfisk eller annan strömlevande fauna i själva fiskvägen.

5.4 Snedställt fiskgaller vid kraftstationen

Princip

Då det dominerande vattenflödet passerar genom kraftstationen under hela den tid på året då fisk vandrar nedströms bör fisk skyddas från att klämmas fast mot gallret eller komma in i turbinerna samt erbjudas en alternativ och säker väg förbi kraftverksområdet.

Ett funktionellt skydd i form av en fysisk barriär framför kraftstationen kan iordningställas genom att montera en heltäckande gallervägg med så täta spjälor att de mest skyddsvärda fiskarna inte kan passera, dvs. i dagligt tal ett fiskgaller (bilaga 09; figur 23). För att utgöra ett skydd för mindre och smalare fiskar som smolt och silverål bör gallret ha en fri spaltvidd på högst 15 mm.

Fiskgallret måste kompletteras med en flyktöppning som leder till en säker vandringsväg. Genom att ställa gallret i sned vinkel mot strömriktningen, sett ovanifrån, kan både en effektiv avledning av fisk mot en flyktöppning och en gynnsamt stor gallerarea uppnås. För att fisk inte skall skada sig på själva gallret bör vattnets hastighet mot eller åtminstone genom gallret inte väsentligt överstiga 0,5 m/s.

Fiskgallret utgör ett önskvärt komplement till de i avsnitten 5.2 och 5.3 beskrivna fiskvägarna för uppströmsvandring.

Utformning

Fiskgallret utförs förslagsvis av horisontellt liggande plattjärn med en bredd av 50 mm och en tjocklek av 5 mm vilka placeras med kortsidan mot strömmen. Plattjärnen fogas samman till sektioner med distansklossar som anpassats för den valda spaltvidden.

Gallersektionerna monteras från strax nedströms befintligt isutskov upp mot det betongfundament där befintlig ytavledaren är placerad (bilaga 10). Utrymmet mellan inloppskanalens vänstra sida och befintligt betongfundamentet kan utgöras av en tvärställd tät vägg eller en planlucka. Inloppskanalen är drygt 4 m djup vid DG och med en total gallerlängd uppgående till ca 35 m fås en våt galleryta motsvarande ca 140 m². Gallret utformas så



Figur 23. Exempel på snedställt fiskgaller med horisontellt löpande grindrensare från Planena kraftverk vid floden Saale. En flyktöppning med tillhörande fallränna är placerad mitt i bilden.

att det är vinkelrätt mot horisontalplanet men med en vinkel på ca 20° mot vattnets flödesriktning sett ovanifrån (bilaga 10).

Gallerväggen kan med fördel stödjas på ett stativ av lodräta stålbalkar vilka fästs i en ny bottenplatta av betong på inloppskanalens botten. På nedströmssidan bör balkarna stödjas med snedställda strävor så att gallret vid händelse av total igensättning kan bära hela vattentrycket.

Fiskgallret måste förses med en ny effektiv automatisk grindrensare. Förslagsvis utformas denna som en hydraulisk arm som kan hantera en skrapa med hela gallrets höjd. Armen med skrapan fästs på en släde vilken kan löpa i sidled längs hela gallrets längd och föra skräp mot flyktöppningen.

Flyktöppning

För att erbjuda nedströms vandrande fisk en säker väg förbi kraftverket bör en lätt identifierad och attraktiv flyktöppning anordnas i omedelbar anslutning till gallerväggens nedströmsände. Förslagsvis utformas en flyktöppning i det befintliga isutskovet med ca 1,0 m bredd (figur 24).



Figur 24. Placering av flyktöppningen i rött och fallrännan i blått i befintligt isutskov.

Flyktöppningen har även en viktig funktion i det att den skall transportera bort avskilt skräp från fiskgallret.

Flyktöppningen utformas med mjukt svängda sidor som strävar efter att undvika snabbt accelererande och turbulenta vattenrörelser. I flyktöppningen bör en tröskel som kan justera flödet och vattenhastigheten i flyktöppningen anläggas (figur 25).

Fallränna

En fallränna kan iordningställas genom att montera en ränna som löper från tröskeln vid isutskovet till området omedelbart nedanför isutskovet. För att underlätta rensning och möjliggöra ev. kontroll av nedvandrande fisk, föreslås fallrännan utformas som en öppen ränna med sluttande golv och vertikala väggar. Rännan ansluts till flyktöppningen bakom tröskeln och bör ha en bredd på 1,0 m för att i möjligaste mån förhindra att skräp fastnar i rännan. Fallrännan utförs förslagsvis av rostfritt stål.

För kontroll av fallrännans funktion och vandrande fiskbestånd kan ev. ett gallergolv för avskiljning av nedvandrande fisk till en automatisk fiskräknare eller en fångstfälla monteras vid sidan om fallrännan.



Figur 25. Exempel på en i sidled justerbar regleringslucka i övergången mellan en flyktöppning och en fallränna för nedströms vandrande fisk vid Planena kraftverk i floden Saale.

En ny tröskel bör gutas upp i åfåran nedan isutskovet i syfte att skapa en bassäng med tillräckligt vattendjup för att fisk ej ska skada sig då de transporteras från fallrännan ner till kanalen som ansluter utskovet till torråfåran (bilaga 10). Eventuellt kan viss justering av botten i kanalen behöva göras för att tillräckligt djup finns för fisken att kunna ta sig ut till torråfåran.

Tappning

För att vägleda nedvandrande fisk till fiskgallerets flyktöppningar samt möjliggöra vandring förbi kraftverket bör ett inte alltför litet vattenflöde tappas genom fallrännan.

Ett förslag till tappningsschema har därför tagits fram med ett flöde på $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ genom fallrännan under perioden 1 april till 15 november.

Kostnader

Kostnaden för att anlägga ett fiskgaller enligt det ovan beskrivna förslaget har bedömts uppgå till i storleksordningen 4,1 Mkr (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för projektering, mark-, betong-, metall- och träarbeten samt byggkontroll.

Fallförlusten vid ett rensat fiskgaller med den föreslagna utformningen har beräknats uppgå till ca 3 mm. Då fallförlusten är så pass låg har ingen extra kostnad för fallförlust tagits upp.

De löpande kostnaderna har bedömts uppgå till i storleksordningen 206 kkr/år (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för tillsyn och underhåll, kapital samt förlust av produktionsbortfall motsvarande 93 MWh/år.

Egenskaper

Det föreslagna fiskgallret bedöms kunna utgöra ett mycket effektivt skydd för nedvandrande fisk av alla förekommande fiskarter. Fiskgallrets vinkel reducerar den vinkelräta hastigheten mot gallerväggen till mindre än 0,2 m/s och bedöms kunna leda nedvandrande fisk effektivt mot flyktöppningen. Den föreslagna flyktöppningen är placerad i slutet av gallrets längdriktning och bedöms kunna utgöra en attraktiv passage för alla fiskarter.

Stora lutande fiskgaller kan för närvarande sägas utgöra den bästa kända tekniken för att skydda nedvandrande fisk vid kraftverkspassager.

Fiskgaller och flyktöppningar med liknade utformning har testats med framgång på olika håll i världen (Adam *et al.* 2005). De mest närliggande exemplen är Skeens kraftverk i Bolmån och Planena kraftverk i floden Saale.

Till nackdelarna hör att drivande skräp måste passera genom flyktöppningen då denna är i bruk vilket kan leda till att skräp ansamlas där och behovet av manuell rensning ökar.

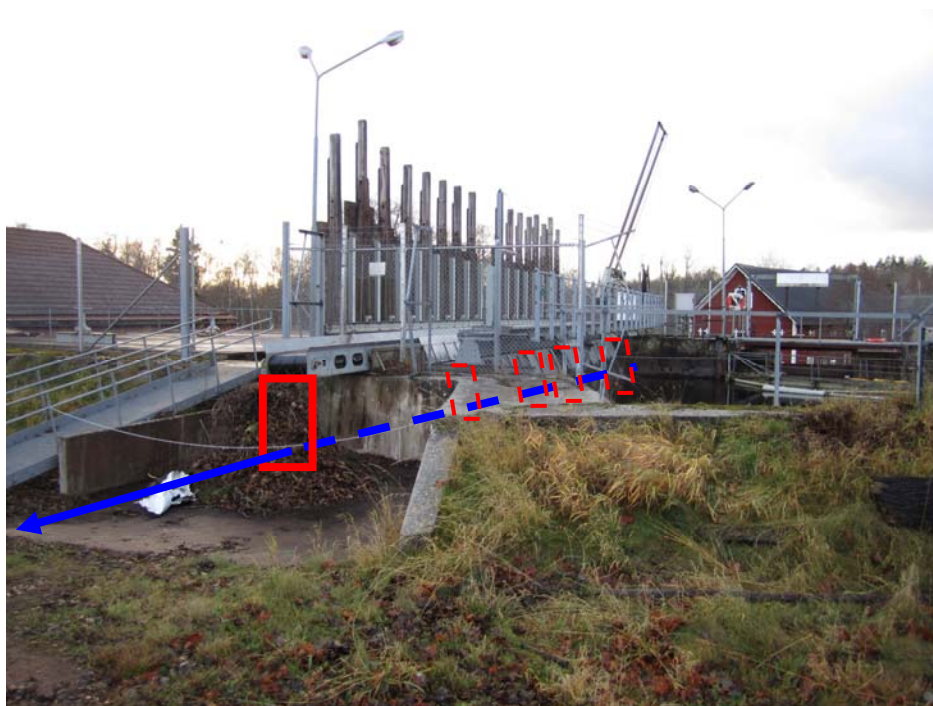
5.5 Tvärställt fiskgaller vid kraftstationen

Princip

Då det dominerande vattenflödet går genom kraftstationen under i princip hela den tid på året då fisk vandrar nedströms bör fisk skyddas från att komma in i turbinerna samt erbjudas en alternativ säker passageväg förbi kraftstationen.

Ett funktionellt skydd i form av en fysisk barriär framför kraftstationen kan iordningställas genom att byta ut det befintliga risgallret mot en ny heltäckande gallervägg med så täta spjälor att de mest skyddsvärda fiskarna inte kan passera, dvs. i dagligt tal ett fiskgaller (bilaga 11; figur 26). För att förhindra att smolt och silverål kan passera genom gallret bör gallerstålen ha en fri spaltvidd på högst 15 mm.

För att nedströms vandrande fisk skall kunna ta sig förbi kraftverket måste fiskgallret kompletteras med flyktöppningar som tillsammans med en förbindelse- och fallränna transporterar fisken förbi kraftverket.



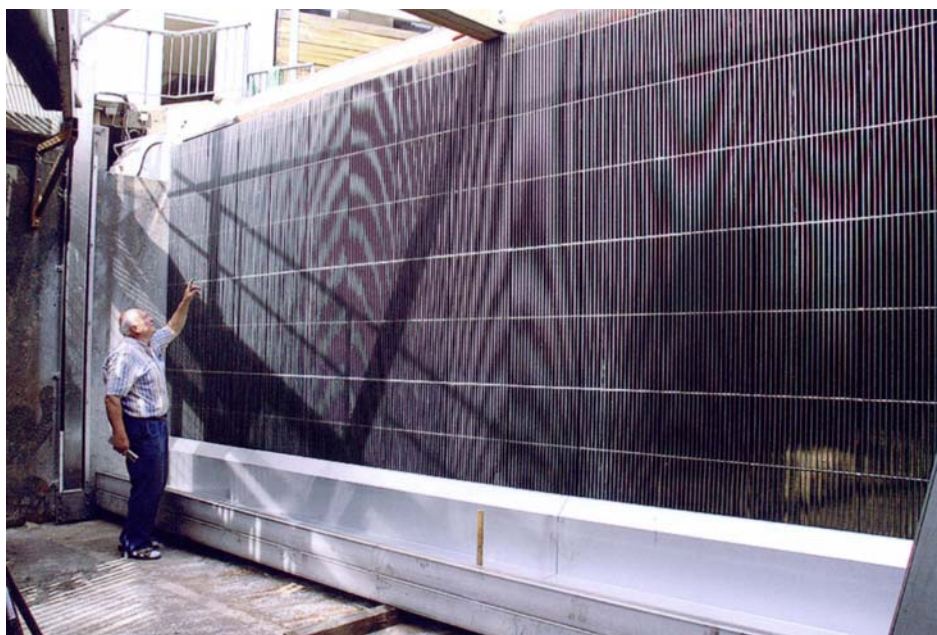
Figur 26. Föreslagen placering av flyktöppningar (röda streckade linjer), förbindelseränna (blå streckad linje), utskov (röd fyrkant) och fallränna (blå heldragen linje). Vy från vändplanen vid kraftstationen mot söder.

Då vattenhastigheten omedelbart framför gallret överstiger 0,5 m/s och gallrets vinkel i förhållande till vattnet flödesriktning är relativt stor, ca 60°, bör gallret kompletteras med två grindrensare vilka vardera kan skrapa längs med varje sektionens hela bredd (figur 27). Syftet med de större renskraporna är dels att effektivt och frekvent kunna rensa fiskgallret från skräp samt vägleda fisken mot flyktöppningarna i ytan.

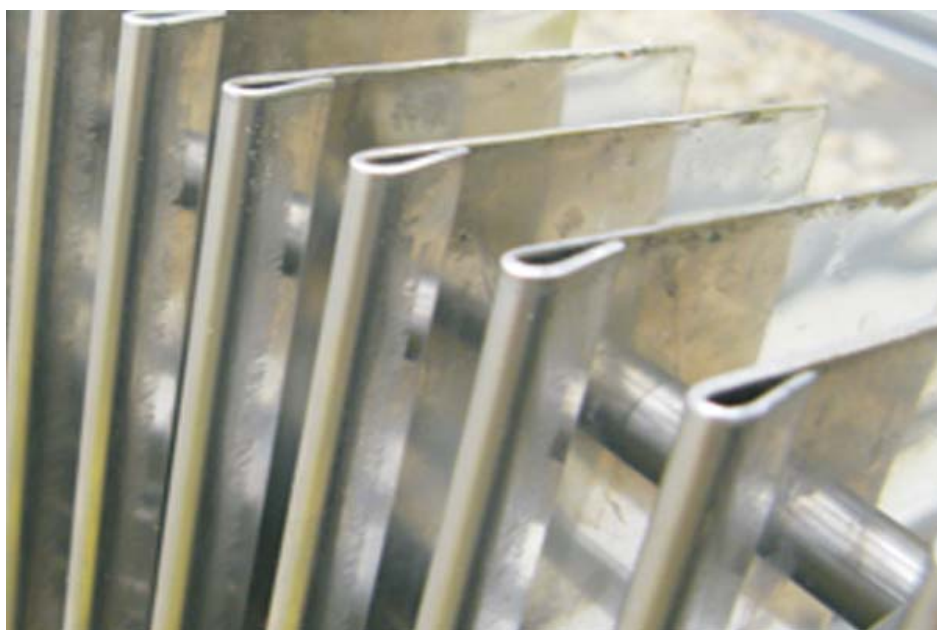
Fiskgallret utgör ett önskvärt komplement till de ovan i avsnitten 5.2 och 5.3 beskrivna fiskvägarna.

Utformning

Fiskgallret utförs med vertikalt stående stänger med kortsidan mot strömmen. Stängerna tillverkas förslagsvis av ca 150 mm breda remsor av rostfri stålplåt med en tjocklek av 2 mm där plåten bockas till en droppform i framkant och fogas samman till ca 1 m breda sektioner med tvärstag och distansklossar som anpassats för den valda spaltvidden (figur 28). Strömformerna på stängerna minskar friktionen genom gallret och minskar därmed fallförlusten väsentligt samt motverkar risken för fastklämning av drivskräp.



Figur 27. Exempel på fingsaller med kombinerad med en bred grindrensare som även har funktionen att vägleda fisk mot en flyktöppning.



Figur 28. Exempel på en ur hydraulisk och praktisk synvinkel gynnsam utformning av fiskgaller med täta vertikala spalter från Forst (Lausitz) kraftverk i floden Oder.

Gallersektionerna ersätter det nuvarande risgallret och monteras i befintligt gallerstativ (bilaga 11). Med ett vattendjup på ca 4 m och en lutning på 60° kommer gallret att få en våt längd av ca 7,6 m och en yta på ca 92 m².

Fiskgallret måste förses med en effektiv automatisk rensapparat. Förslagsvis två hydrauliska armar som vardera kan hantera en skrapa lika bred som varje sektionens hela bredd

Flyktöppningar

För att erbjuda en säker vandringsväg förbi kraftverket måste flyktöppningar anordnas i fiskgallret. Förslagsvis utförs fyra flyktöppningar i övre del av gallret, en på vardera sidan om inloppskanalen och en på varje sida om den mittpelare i betong som delar gallerytan i två sektioner (bilaga 11; figur 26; figur 29).

Flyktöppningarna bör vara rymliga i både djup och bredd och förses med mjuka sidor för att undvika turbulenta vattenrörelser. Flyktöppningarna kopplas ihop med en förbindelseränna bakom fiskgallret som leds ut genom ett nytt hål i betongväggen på inloppskanals vänstra sida mellan gallret och avstängningsluckorna (bilaga 11; figur 26). En justerbar tröskel bör installeras vid förbindelserännans slut i syfte att kunna styra vattenflödet och vattenhastigheten genom flyktöppningarna (figur 25).

Bakom tröskeln anläggs en fallränna som transporterar fisken förbi kraftverket och ner i torrfåran.

Fallränna

En fallränna kan iordningställas genom att anlägga en ränna som löper från förbindelserännan vid inloppskanals vänstra landfäste genom vändplanen och förbi kraftstationen för att mynna i utloppskanalen. Lutningen på fallrännan bör vara relativt låg den första biten då den passerar den befintliga vändplanen för att sedan öka till en tämligen kraftig lutning i slutningen jämsides kraftstationen. Fallrännan bör ha släta väggar och mynna i ett område med tillräckligt vattendjup för att fisk inte skall skadas vid passage och landning (figur 6).

För att underlätta rensning och möjliggöra ev. kontroll av nedvandrande fisk, föreslås fallrännan utformas som en öppen ränna med sluttande golv och vertikala väggar. Rännan bör ha en bredd och ett djup av ca 0,5 resp. 1,0 m och utförs förslagsvis av rostfritt stål alternativt som en gjuten betongränna den översta biten med lägre lutning.



Figur 29. Exempel på flyktöppningar i övre delen av ett tvärställt lutande fiskgaller från Finsjö övre kraftverk, Emån. Bakom flyktöppningarna löper en tvärgående förbindelseränna som ansluter till en fallränna på utsidan en öppning i inloppskanalens sidovägg.

För kontroll av fallrännans funktion och vandrande fiskbestånd kan ev. ett gallergolv för avskiljning av nedvandrande fisk till en automatisk fiskräknare eller en fångstfälla vid sidan om fallrännan monteras.

Tappning

För att vägleda nedvandrande fisk till fiskgallrets flyktöppningar samt möjliggöra vandring förbi kraftverket bör ett inte alltför litet vattenflöde tappas genom fallrännan.

Ett förslag till tappningsschema har därför tagits fram med ett flöde på $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ genom fallrännan under perioden 1 april till 15 november.

Kostnader

Kostnaden för att anlägga ett fiskgaller enligt det ovan beskrivna förslaget har bedömts uppgå till i storleksordningen 2,2 Mkr (bilaga 07). I denna summa ingår då kostnader för projektering, mark-, betong-, metall- och träarbeten samt byggkontroll.

Fallförlusten vid ett rensat fiskgaller med den föreslagna utformningen har beräknats uppgå till ca 4 mm. Då fallförlusten är så pass låg har ingen extra kostnad för fallförlust tagits upp.

De löpande kostnaderna har bedömts uppgå till i storleksordningen 131 kkr/år (bilaga 7). I denna summa ingår då kostnader för tillsyn och underhåll, kapital samt produktionsbortfall med 93 MWh/år.

Egenskaper

Det föreslagna fiskgallret bedöms kunna utgöra ett bra och kostnads-effektivt skydd för de flesta fiskarter. Den smala spaltvidden hindrar fisk från att passera genom gallret. Vattenhastigheten mot gallret vilken uppgår till ca 0,6 m/s är något högre än allmänna rekommendationer (Adam *et al* 2005) men bedöms utgöra ett bra skydd för och acceptabel avledning.

Fiskgallrets begränsade lutning i förhållande till vattnets flödesriktning medför att vägledning av fisk mot flyktöppningarna blir sämre än för det ovan beskrivna snedställda fiskgallret (avsnitt 5.4). Flyktöppningarna bedöms dock kunna få en bra funktion för ytorienterade fiskar som medan de bedöms ha en något sämre funktion för bottenorienterade fiskar som t.ex. ål. Den föreslagna grindrensarens konstruktion är tänkt att hjälpa mindre, svagsimmande och bottenorienterade fiskar att lokalisera flyktöppningarna.

6 Förslag till åtgärder

Med ledning av de i denna rapport presenterade förslagen bör fiskvägsfrågan först prövas på en mera principiell nivå. Frågor i likhet med: vilken ambitionssnivå bör väljas, hur höga kostnader kan tålas, vilken placering och teknisk princip bör väljas, vilka motstående intressen föreligger, vilka tillstånd och överenskommelser behövs, när och hur kan planerna realiseras m.fl. måste besvaras.

Vårt förslag är att i första hand undersöka möjligheterna att vi Högsby kraftverk anlägga ett omlöp vid dammen, ett snedställt fiskgaller med flyktöppning och fallränna vid kraftstationen.

Som ett nästa steg bör ett mera detaljerat förslag till utformning av en fiskväg tas fram. Förslaget bör utformas med tillräckligt stor detaljgrad för att kunna användas som underlag vid en upphandling av byggentreprenaden.

Under detta arbete bör provtappning och besiktning av torråran utföras vid olika karaktäristiska vattenföringar.

De föreslagna åtgärderna förutsätter att arbetena kan utföras i största möjliga torrhet. Detta innebär att berörda vattenflöden och vattenytor kan behöva styras undan respektive sänkas tillfälligt.

Anläggningsarbetena bör därför utföras under en period med varaktigt låg vattenföring i ån. I praktiken innebär detta att entreprenadarbetena företrädesvis bör utföras under perioden juli-september. Alla tekniska lösningar, tillstånd, finansieringar, upphandlingar och småfrågor bör därför vara avklarade i god tid före denna period.

7 Sammanfattning

I föreliggande rapport presenteras praktiska, biologiska, hydrologiska och anläggningstekniska förutsättningar i både regional och lokal skala, samt på dessa grundade förslag till anläggande av en ny fiskväg vid Högsbys kraftverk i Emån.

För uppströmsvandring av fisk föreslås i första hand att en ca 200 m lång ny åfåra, ett s.k. omlöp, anläggs från den indämda åfåran till torråran omedelbart nedanför regleringsdammen. För nedströmsvandrande fisk föreslås en att en total fysisk barriär i form av ett snedställt fiskgaller med en flyktöppning genom befintligt isutskov anläggs framför kraftstationen.

Den samlade kostnaden för ett omlöp vid dammen och ett snedställt fiskgaller framför kraftstationen enligt ovan har uppskattats till totalt ca 6,4 Mkr. Den bedömda kraftförlusten uppgår till ca 700 MWh/år eller 5 % av den möjliga energiproduktionen och inkluderar tappning i omlöp, klunkar och tappning i en flyktöppning. Det konstanta flödet i omlöpet skapar en mintappning i torrfåran vilket säkerställer lek- och uppväxtområden i densamme (tabell 2).

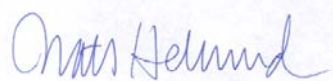
Som alternativ har en slitsränna och ett tvärställt fiskgaller värderats.

Tabell 2. Sammanfattning av föreslagna fiskvägsalternativ.

Åtg	Typ	Längd (m)	Höjd (m)	Invest (Mkr)	Drift (kkr/år)	Eförl (%)
1	Omlöp	200	4,0	2,3	330	4,3
2	Slitsränna	120	4,0	3,4	370	4,3
3	Snedställt fiskgaller	35	-	4,1	206	0,7
4	Tvärställt fiskgaller	20	-	2,2	130	0,7

De föreslagna åtgärderna har i kombination med en fiskväg vid Blankaströms kraftverk, bedömts kunna öka de tillgängliga lek- och uppväxtområdena för lax och havsöring i Emån med i storleksordningen ca 65.000 m².

Fiskevårdsteknik AB



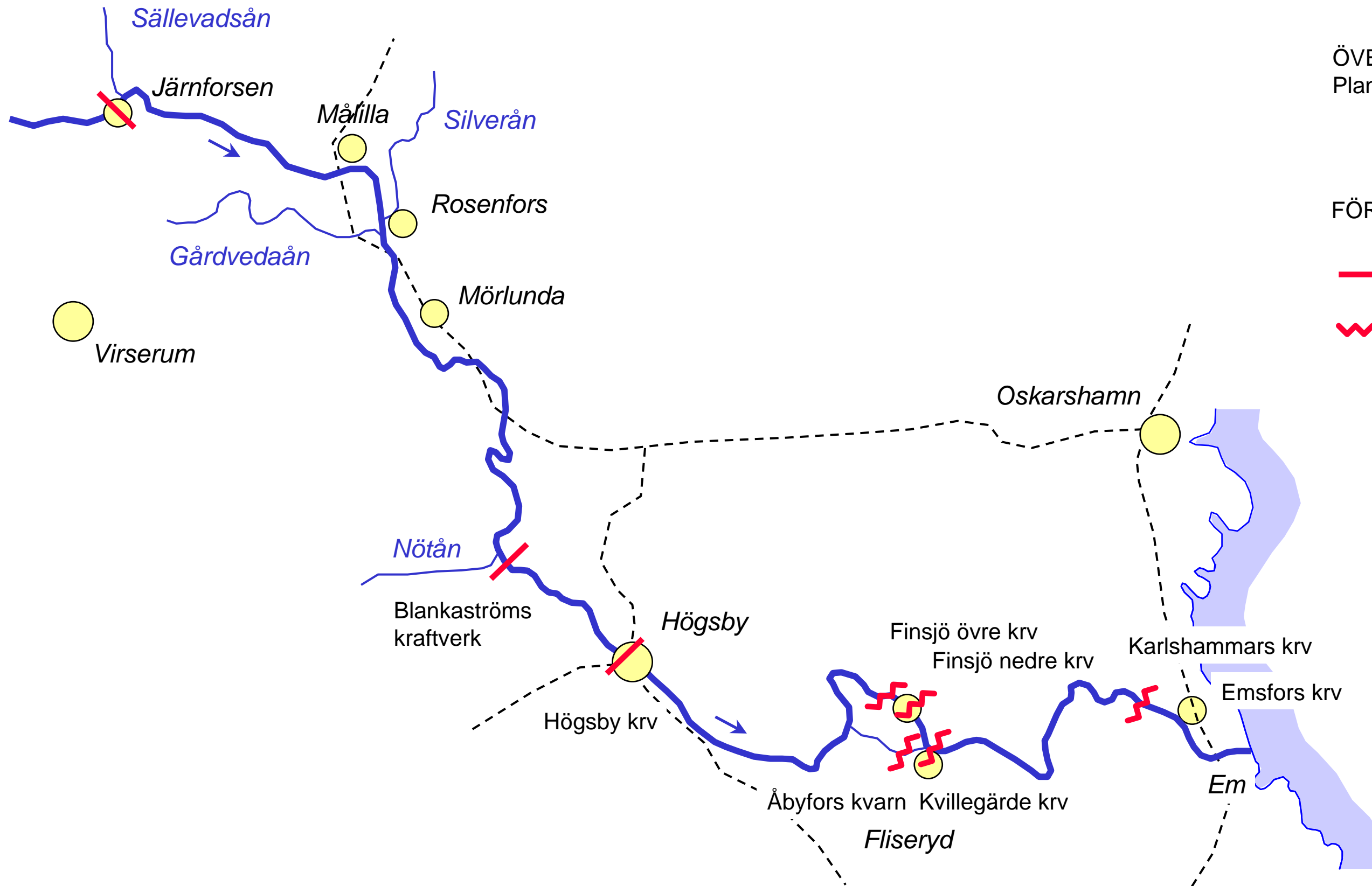
Mats Hebrand

Stefan Kläppe

Referenser

- Adam B, Bosse R, Dumont U, Haddingh R, Joergensen L, Kalusa B, Lehman G, Pischel R och Schwevers U, 2005: Fish Protection Technologies and Downstream Fishways. Dimensioning, Design, Effectiveness Inspection. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef, July 2005.
- Andersson K, 1993: Vattenförling i Sverige. Del 3. Vattendrag till egentliga Östersjön. Vattenförlingsserier t o m 1990. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Svenskt vattenarkiv, Hydrologi 42, Norrköping 160 s.
- Båkab Energi, 1998: Emån vattenkraft. Informationsbroschyr, 1998-10-09, 4 s.
- Corlin B & Reinius E, 1985: Vattenkraftverk. I Avé S, Grönwall B, Hawermann B & Helgesson A (ed): Handboken Bygg. Väg och vattenbyggnader. LiberFörlag., Stockholm, 592-614.
- Dedering C. 2001. Kulturhistoria ur dimma. Emåns avrinningsområde. Länsstyrelsen i Kalmar län/Länsstyrelsen i Jönköpings län. Kalmar.
- Ehlert K, 1994: Avrinningsområden i Sverige. Del 3. Vattendrag till egentliga Östersjön och Öresund. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Hydrologi 50, Version 1993, Svenskt Vattenarkiv, 137 s.
- Haldén A, Bäckstrand A, Lind B & Haag T, 1999: Biotopkartering Emån 1998. En kartering av biotoper i och i anslutning till vattendrag inom Emåns avrinningsområde. Länsstyrelsen i Jönköpings län Meddelande 99:20, Jönköping 1999-04-27, 231 s.
- Hebrand M, 1996: Hultsfreds kommun, Högsby kommun, Mönsterås kommun, Oskarshamns kommun, Vetlanda kommun. Projekt vandringsfisk i Emån. Fiskevårdsteknik AB 92092501, Dalby 1996-04-30, 102 s.
- Hebrand M, 2002: Mönsterås kommun. Finsjö övre fiskväg. Fiskräkning år 2001. Fiskevårdsteknik AB, rapport i koncept, Lund 2002-01-07, 28 s.

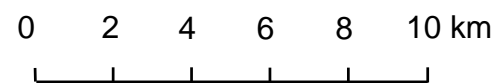
- Lind B, 1998: Provfiske i Emåns vattensystem 1998. Länsstyrelsen i Jönköpings län Meddelande 99:38, Jönköping 1999-09-27, 88 s.
- Lundberg S, Bergengren J, Proschwitz T von, 2007: Åtgärdsprogram för bevarande av tjockskalig målarmussla. Naturvårdsverket, Stockholm, 46 s.
- Reinius E, 1968: Vattenbyggnad del 1. Hydraulik. Föreläsningar av professor Erling Reinius. ACO-print, Stockholm 1968, 174 s.
- Sjöstrand P, 1996: Emåns g:a fåra vid Högsby. Biotopinventering. Fiskeriverket, rapport i koncept, Jönköping 1996-04-17, 3 s.
- Sjöstrand P, 2000: Sammanställning av befintligt material om havsöring och lax i Emån. Jönköpings fiskeribiologi, 80 s.
- Sveriges Lantbruksuniversitet, 2011: Artfakta. Sök rödlistade arter i Sverige 2011. Artdatabanken SLU, <http://snotra.artdata.slu.se/artfakta/GetSpecies.aspx?SearchType=Advanced>
- Tielman J, 2002: Blankaström och Högsby. Sydkraft Vattenkraft, Laholm, brev 2002-02-21.
- Wandin P, 2006: Bevarandeplan för Natura 2000-område Emån (västra). Länsstyrelsen i Jönköpings län, Bevarandeplan, Jönköping, 18 s.
- Wengström N, 2009: Samspelet mellan fiskar och stormusslor. Vilka värd fiskar utnyttjas av den tjockskaliga målarmusslan *Unio crassus*? Göteborgs universitet, Examensarbete, Göteborg 35 s.



ÖVERSIKT EMÅN
Plan A, skala 1 : 200.000

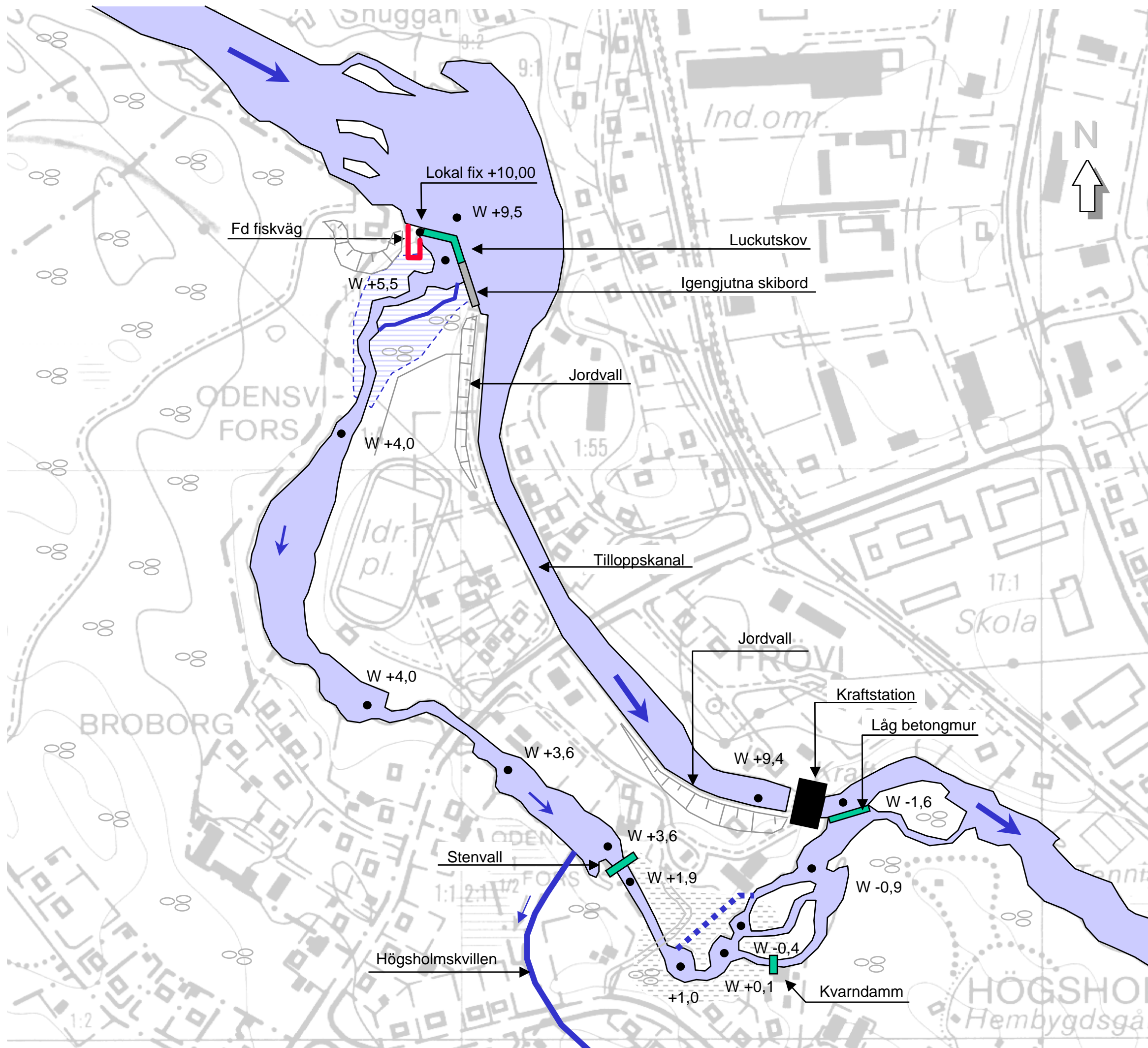
FÖRKLARINGAR

- Vandringshinder utan fiskväg
- ~ Vandringshinder med fiskväg



EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

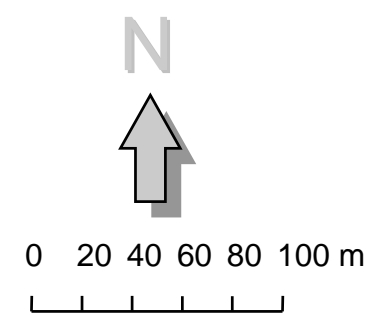
Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20



ÖVERSIKT
 NUV FÖRHÅLLANDE
 Plan B, skala 1 : 3000

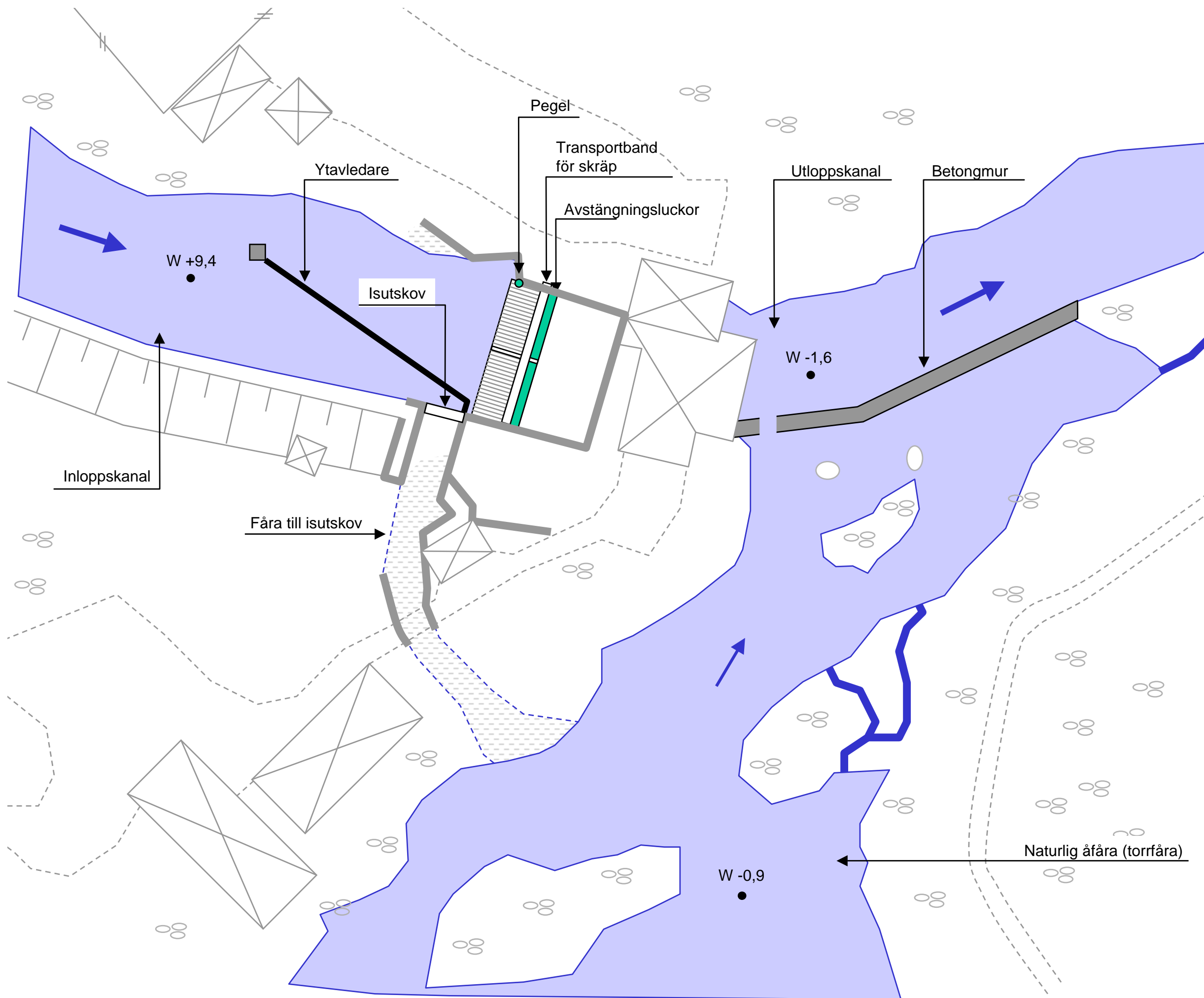
FÖRKLARINGAR

- W +9,5 Vattenyta 2002-10-09 vid 6,4 m3/s
-
- ▨ Hällmark (berg i dagen)
- Skogsmark
- ▬ Torrlagd kvarnränna








EMÅPROJEKTET
 HÖGSBY
 FÖRSLAG TILL FISKVÄG

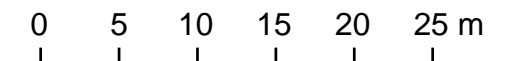
Fiskevårdsteknik AB
 Lund 2003-02-20



ÖVERSIKT
 NUV FÖRHÅLLANDE
 Plan C, skala 1 : 500

FÖRKLARINGAR

-  Berg i dagen
-  Avstängningsluckor
-  Pegel
-  Ytavledare
-  Risgaller



EMÅPROJEKTET
 HÖGSBY
 FÖRSLAG TILL FISKVÄG

Fiskevårdsteknik AB
 Lund 2003-02-20

Emåprojektet Högsby kraftverk

Flöden, kraft och tappning

**Tabell 1. Karaktäristiska vattenflöden i Emån vid mätstation
Blankaström¹) och vid Högsby kraftverk.**

Uppgift	Enhet	Blankan	Högsby
Avrinningsområde	(km ²)	3939	3997
Specifik avrinning	(dm ³ /s km ²)	6,2	6,2
Sjöandel	(%)	7	7
Högsta högvattenföring, HHQ	(m ³ /s)	222	225
Medelhögvattenföring, MHQ	(m ³ /s)	85	86
Medelvattenföring, MQ	(m ³ /s)	24	24
Medellågvattenföring, MLQ	(m ³ /s)	6,5	6,6
Lägsta lågvattenföring, LLQ	(m ³ /s)	2,0	2,0

¹) Uppmätta värden från SMHI stn 74-1806 för 1928-1990 (Andersson 1993)

²) Beräknade värden enl uppgift om avrinningsområdets storlek (Ehlert 1994)

**Tabell 2. Månadsmedelvattenföring i Emån vid mätstation
Blankaström¹) och vid Högsby kraftverk.**

Period	Blankan			Högsby		
	HHQmån (m ³ /s)	MQmån (m ³ /s)	LLQmån (m ³ /s)	HHQmån (m ³ /s)	MQmån (m ³ /s)	LLQmån (m ³ /s)
Jan	80	29	8,0	81	29	8,1
Feb	88	31	8,4	89	31	8,5
Mar	92	31	6,9	93	31	7,0
Apr	137	45	11,6	139	46	11,8
Maj	128	36	8,5	130	37	8,6
Jun	51	17,1	5,4	52	17,4	5,5
Jul	30	11,0	2,7	30	11,2	2,7
Aug	34	11,9	4,3	35	12,1	4,4
Sep	67	13,7	4,2	68	13,9	4,3
Okt	59	15,7	4,9	60	15,9	5,0
Nov	105	24	5,1	107	24	5,2
Dec	76	28	8,1	77	28	8,2

¹) Uppmätta värden från SMHI stn 74-1806 för 1928-1990 (Andersson 1993)

²) Beräknade värden enl uppgift om avrinningsområdets storlek (Ehlert 1994)

Tabell 3. Vattenkraft vid Högsby kraftverk.

	Sluk ¹⁾ (m ³ /s)	Utb flöde (m ³ /s)	Öskott (m ³ /s)	Fallhöjd ²⁾ (m)	Effekt ³⁾ (kW)	Energi ⁴⁾ (MWh)	Värde ⁵⁾ (kkr)
Jan	45	29	0,0	10,4	2289	1401	630
Feb	45	31	0,0	10,4	2447	1497	674
Mar	45	31	0,0	10,4	2447	1497	674
Apr	45	45	0,7	10,4	3500	2142	964
Maj	45	37	0,0	10,4	2841	1739	783
Jun	45	17,4	0,0	10,4	1350	826	372
Jul	45	11,2	0,0	10,4	868	531	239
Aug	45	12,1	0,0	10,4	939	575	259
Sep	45	13,9	0,0	10,4	1081	662	298
Okt	45	15,9	0,0	10,4	1239	758	341
Nov	45	24	0,0	10,4	1894	1159	522
Dec	45	28	0,0	10,4	2210	1353	609
Summa						14141	6363

¹⁾ Slukförmåga enl uppgift från Tielman (2002)

²⁾ Fallhöjd enl Båkab Energi 1998

³⁾ Beräknade värden baserade på en angiven effekt om 2,0 MW och en genomsnittlig årsproduktion på ca 9,4 GWh (Båkab Energi 1998)

⁴⁾ Uppskattat medelvärde om ca 45 öre/kWh

Tabell 4. Förslag till tappning vid Högsby kraftverk.

	Qfiskv ¹⁾ (m ³ /s)	Qåfåra ²⁾ (m ³ /s)	Qkstn ³⁾ (m ³ /s)	Förlust ⁴⁾ (m ³ /s)	Förlust ⁵⁾ (MWh)	Förlust ⁶⁾ (kkr)	Förlust ⁷⁾ (%)
Jan	0,30	0,00	29,1	0,30	14,3	6	1
Feb	0,30	0,00	31,2	0,30	14,3	6	1
Mar	0,30	0,00	31,2	0,30	14,3	6	1
Apr	1,10	0,00	44,6	1,10	52,4	24	2
Maj	1,6	0	34,9	1,60	76,2	34	4
Jun	1,6	0,0	15,8	1,60	76,2	34	9
Jul	1,6	0,0	9,6	1,60	76,2	34	14
Aug	1,6	0,34	10,1	1,94	92,3	42	16
Sep	1,6	0,8	11,5	2,42	115,2	52	17
Okt	1,6	0,9	13,4	2,52	120,2	54	16
Nov	0,95	0,00	23,4	0,95	45,2	20	4
Dec	0,30	0,00	28,1	0,30	14,3	6	1
Summa					711	320	5,0

¹⁾ Månadsmedelvärde av bas- och vandringsflöde i omlöp och flyktöppning.

²⁾ Månadsmedelvärde av minitappning och spillflöde i åfåra

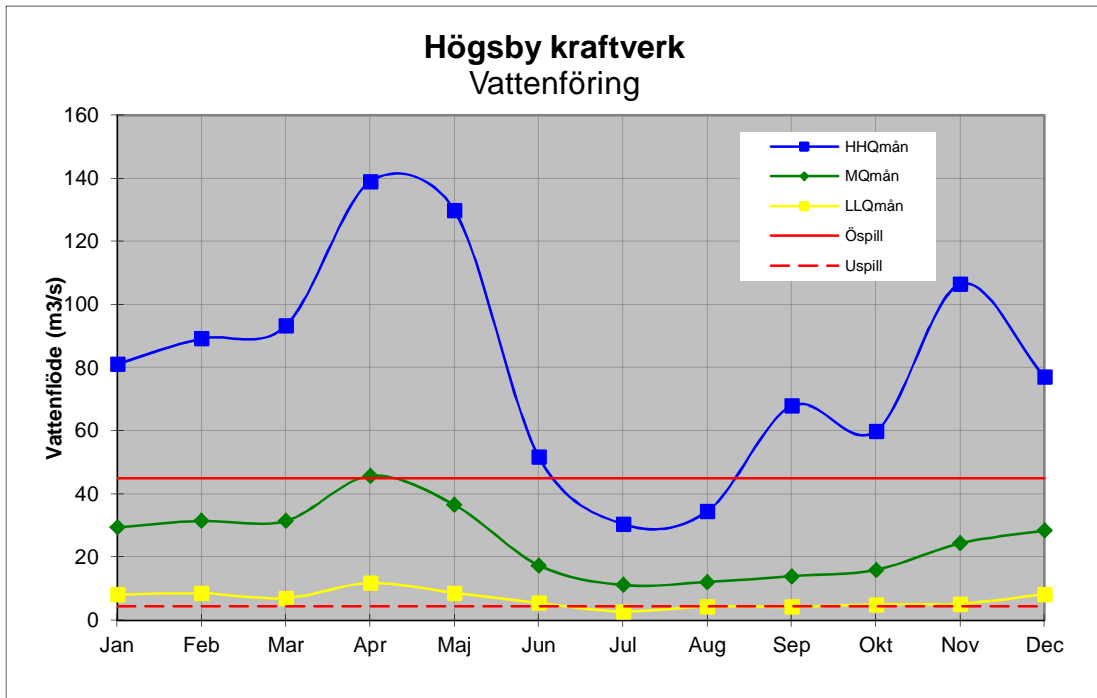
³⁾ Månadsmedelvärde av drivvattenflöde i kraftstationen

⁴⁾ Förlust av drivvattenflöde

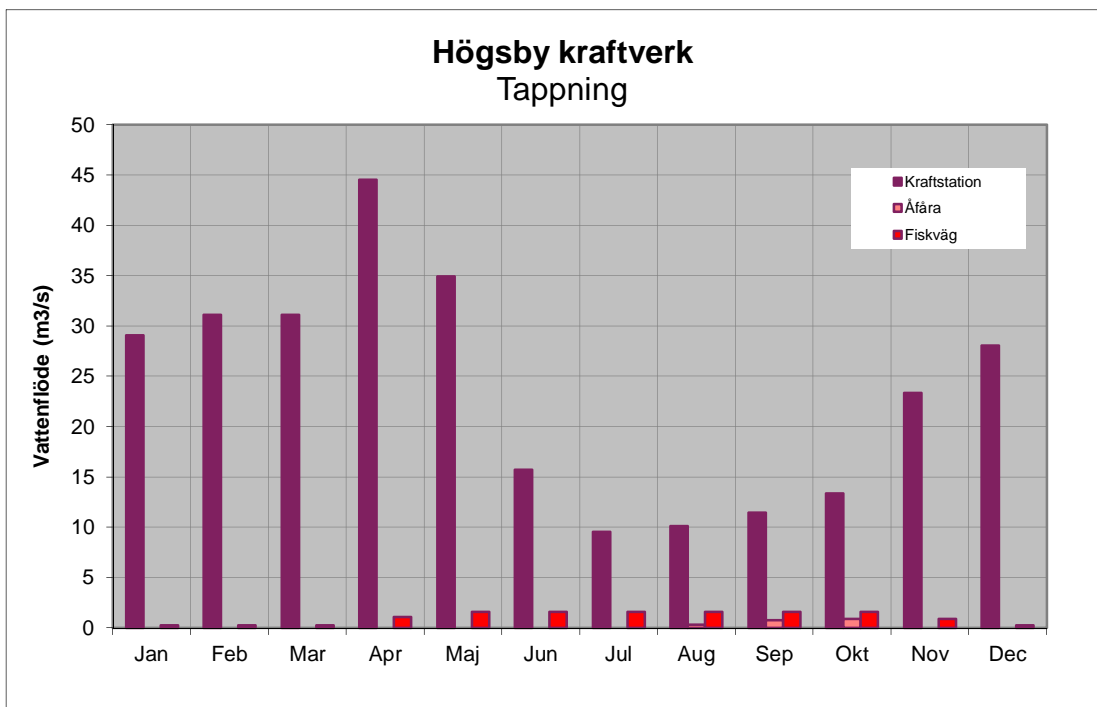
⁵⁾ Beräknad förlust av möjlig energiproduktion vid oförändrad verkningsrad och varaktighet

⁶⁾ Värdet av förlorad energi vid en medelförtjänst på 45 öre/kWh

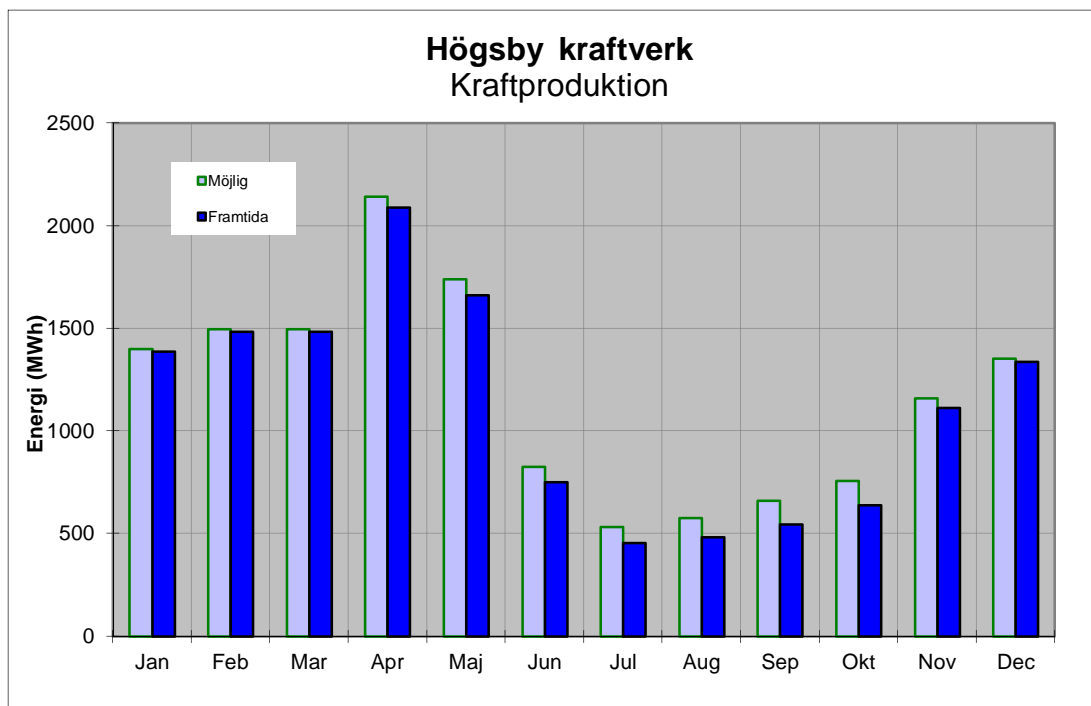
⁷⁾ Procentuell förlust i förhållande till möjlig energiproduktion vid nuvarande förhållanden.



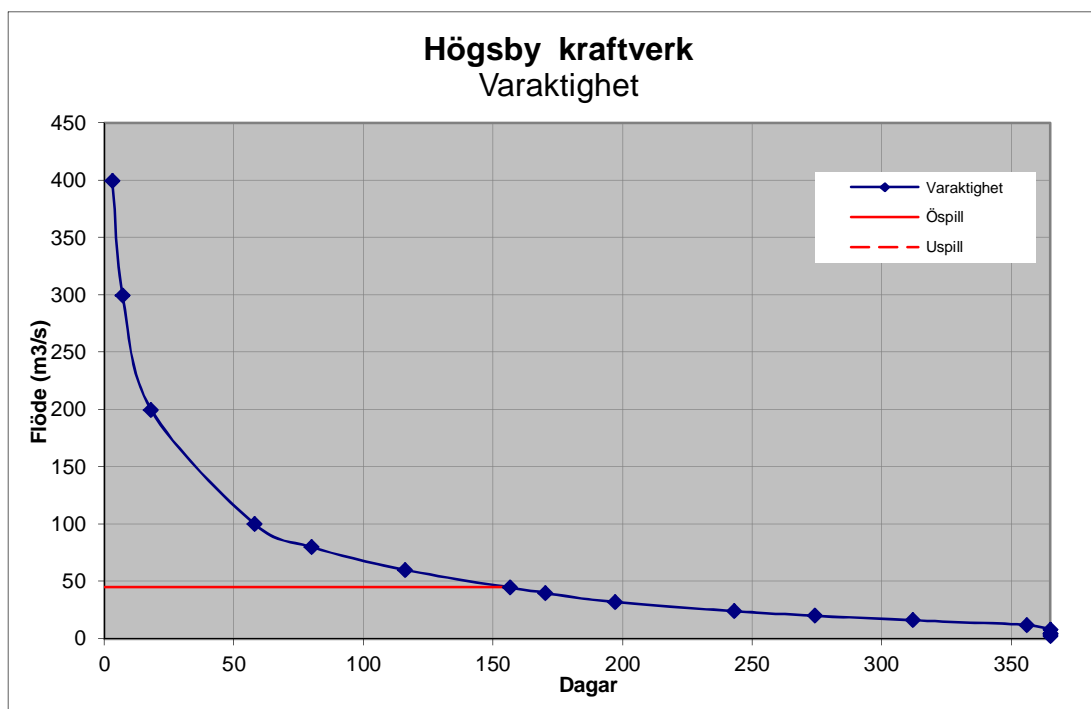
Figur 1. Vattenföring och utbyggnad vid Högsby kraftverk i Emån



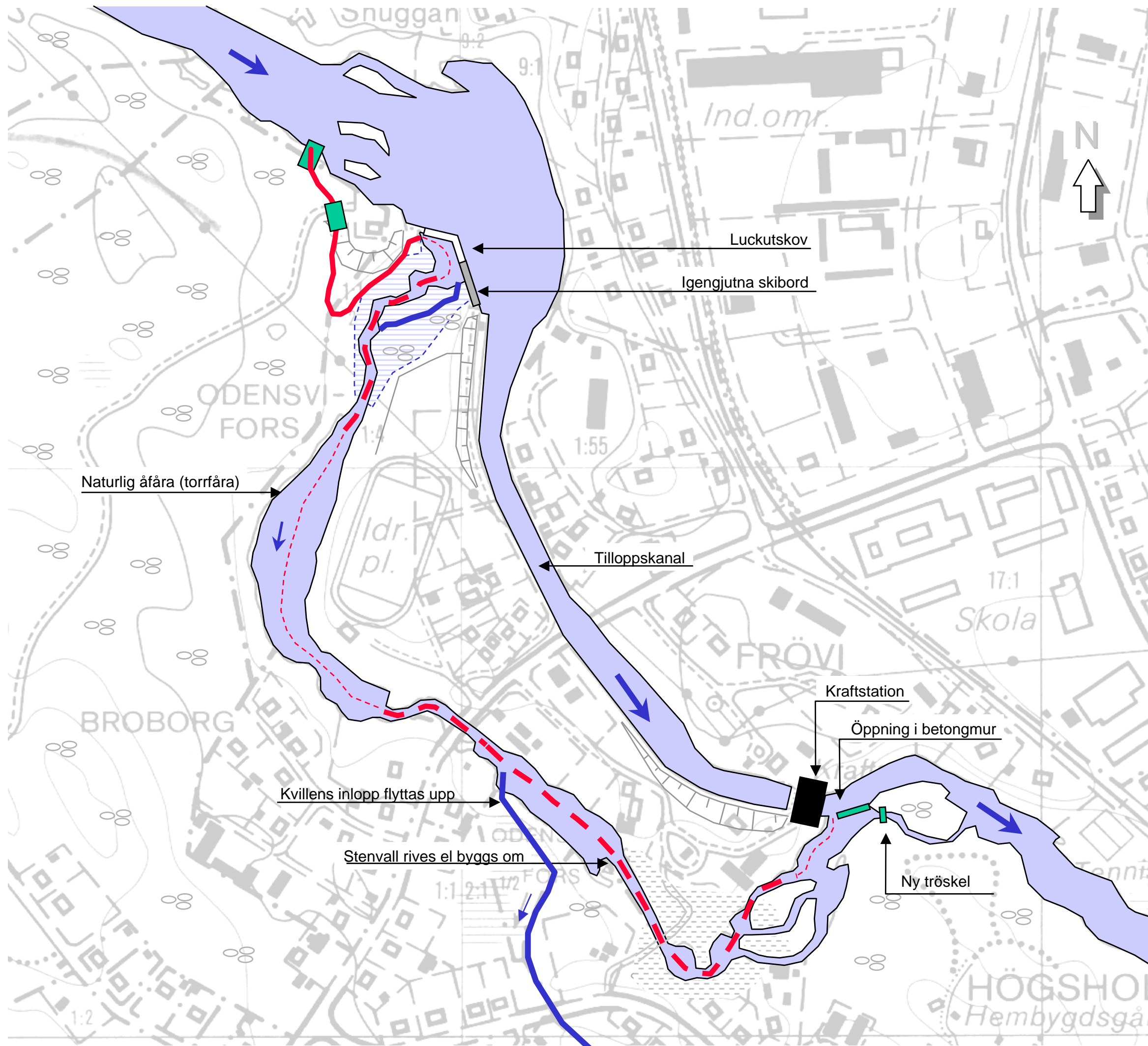
Figur 2. Föreslagen tappning vid Högsby kraftverk i Emån



Figur 3. Möjlig och föreslagen framtida kraftproduktion vid Högsby kraftverk i Emån



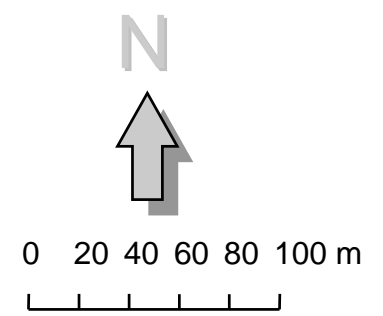
Figur 4. Flödets varaktighet vid Högsby kraftverk i Emån



ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan D, skala 1 : 3000

FÖRKLARINGAR

- Ny åfåra 200 m
- - - Tillrättalagd åfåra 600 m
- - - - - Bef åfåra 400 m
- Nytt utskov
- Ny vägbro






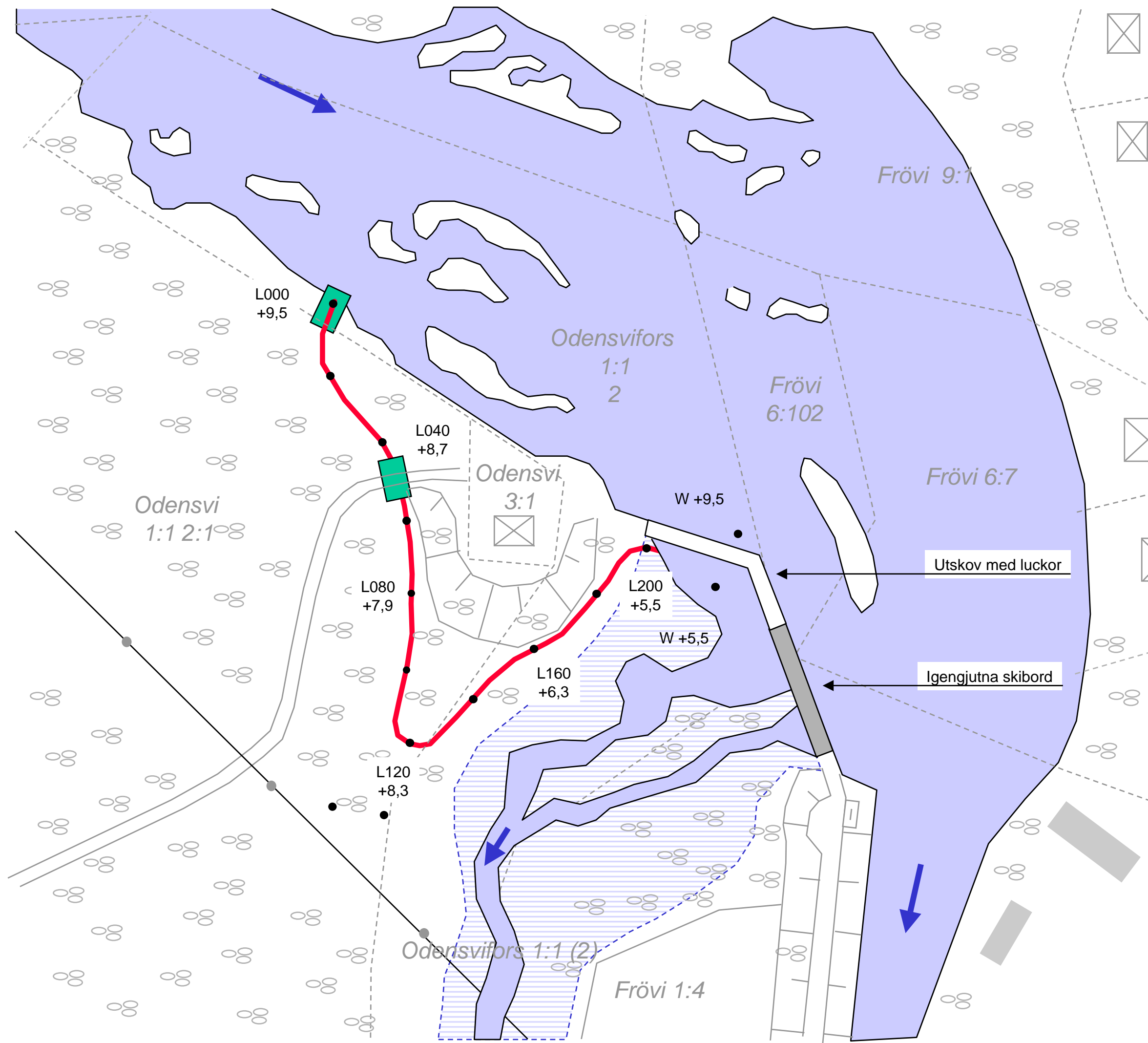
EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20

ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan E, skala 1 : 1000

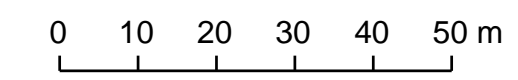
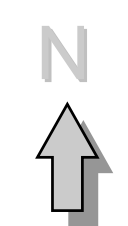
FÖRKLARINGAR

-  Ny åfåra 200 m
-  Nytt utskov
-  Ny vägbro



Utskov med luckor

Igengjutna skibord



EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20

Emåförbundet Högsby kraftverk, Emån

Översiktlig kostnadsuppskattning

Åtg 1 Omlöp vid damm

Post	Antal	Enh á	Kalkyl	Summa
<i>Anläggning</i>				
Fångvallar och länshållning	50 m3	200	10 000	
Utskov komplett	1 st	150 000	150 000	
Röjning o avverkning	5 d	8 000	40 000	
Stigränna schakt och sten	200 m	5 000	1 000 000	
Återställn mark, sådd mm	5 d	8 000	40 000	
Kulvertbro	1 st	75 000	75 000	
Ersättning markintring	1 st	50 000	50 000	
Tillrättaläggning åfåra	10 d	10 000	100 000	
Ny tröskel åfåra	1 st	50 000	50 000	
Ny öppning bef betongmur	1 st	50 000	50 000	
Rivning skibord åfåra	1 st	30 000	30 000	
Projektering & byggledning	1 st	400 000	400 000	
Oförutsett	15 %	1 995 000	299 250	
				2 294 250
<i>Drift</i>				
Tappning fiskväg	505 MWh	450	227 250	
Klunkning torrfåra	100 MWh	450	45 000	
Drift o underhåll	0,5 %	2 294 250	11 471	
Kapital	2,0 %	2 294 250	45 885	
				329 606

Åtg 2 Slitsränna vid damm

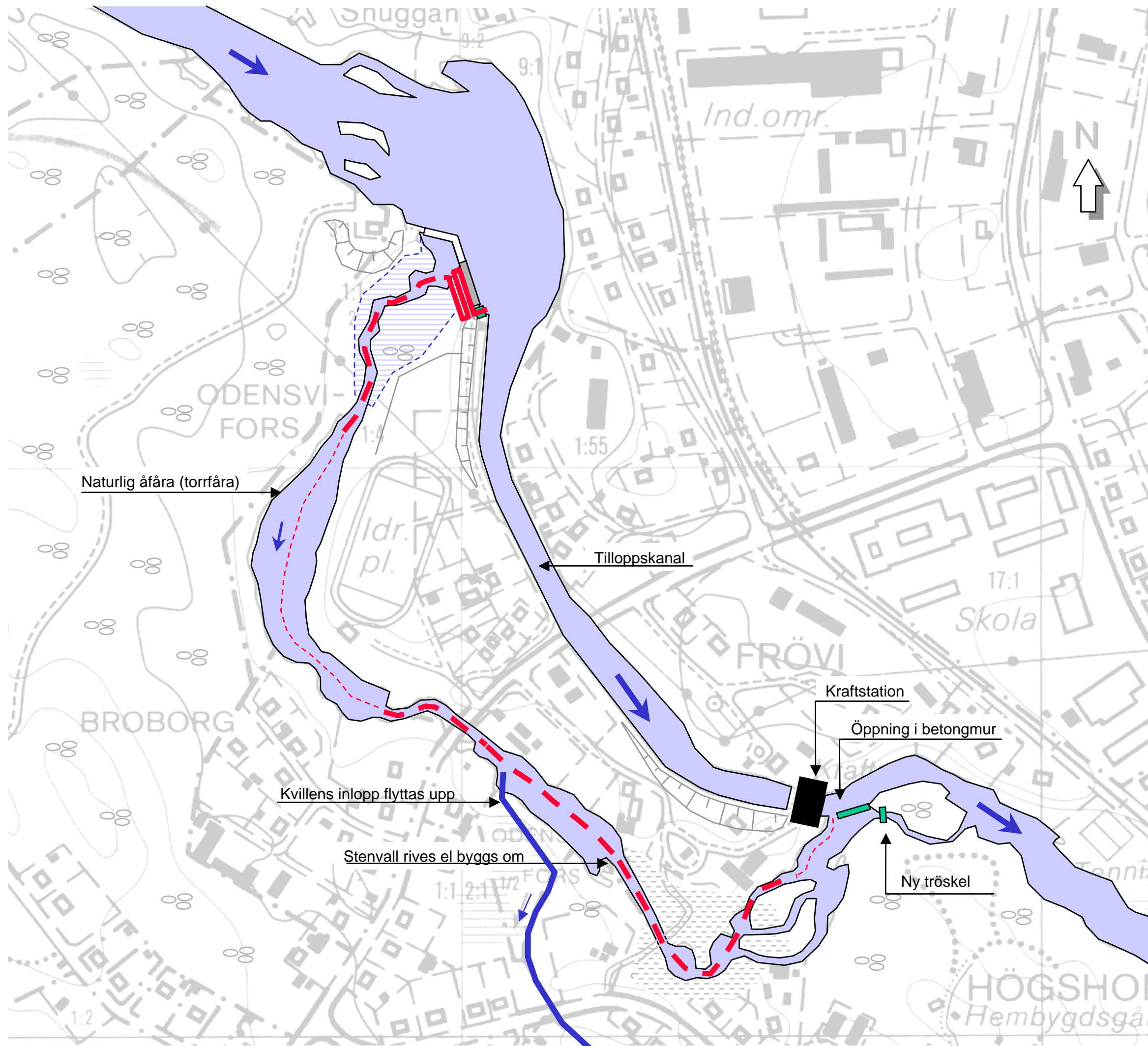
Post	Antal	Enh á	Kalkyl	Summa
<i>Anläggning</i>				
Fångvallar och länshållning	200 m3	200	40 000	
Utskov komplett m. vägbro	1 st	175 000	175 000	
Schakt	500 m3	50	25 000	
Formning o gjutning	275 m3	7 000	1 925 000	
Inredning ränna	100 m3	400	40 000	
Metallarbete ränna	1 st	100 000	100 000	
Återställn mark, sådd mm	2 d	8 000	16 000	
Tillrättaläggning åfåra	10 d	10 000	100 000	
Ny tröskel åfåra	1 st	50 000	50 000	
Ny öppning bef betongmur	1 st	50 000	50 000	
Rivning skibord åfåra	1 st	30 000	30 000	
Projektering & byggledning	1 st	400 000	400 000	
Oförutsett	15 %	2 951 000	442 650	
				3 393 650
<i>Drift</i>				
Tappning fiskväg	500 MWh	450	225 000	
Klunkning torrfåra	100 MWh	450	45 000	
Drift o underhåll	1,0 %	3 393 650	33 937	
Kapital	2,0 %	3 393 650	67 873	
				371 810

Åtg 3 Snedställt fiskgaller vid kstn

Post	Antal	Enh á	Kalkyl	Summa
<i>Anläggning</i>				
Fångvallar och länshållning	640 m3	200	128 000	
Betongfundament	70 m3	7 000	490 000	
Galler och stativ	30 ton	50 000	1 500 000	
Rensautomat	1 st	800 000	800 000	
Ombyggnad isutskov	1 st	200 000	200 000	
Flyktöppning m. reglerbar tröskel	1 st	50 000	50 000	
Fallränna inkl. stöd	5 m	5 000	25 000	
Ny tröskel landningsbassäng	1 st	10 000	10 000	
Tillrättaläggning utskovsfåra	1 st	20 000	20 000	
Projektering & byggledning	1 st	350 000	350 000	
Oförutsett	15 %	3 573 000	535 950	
				4 108 950
<i>Drift</i>				
Tappning fallränna	93 MWh	450	41 850	
Drift o underhåll	2,0 %	4 108 950	82 179	
Kapital	2,0 %	4 108 950	82 179	
				206 208

Åtg 4 Tvärställt fiskgaller vid kstn

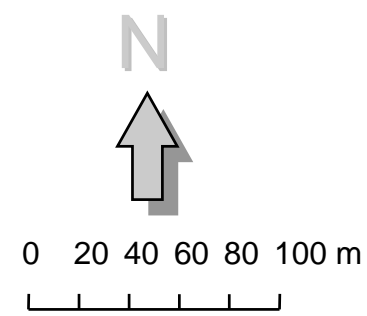
Post	Antal	Enh á	Kalkyl	Summa
<i>Anläggning</i>				
Fångvallar och länshållning	640 m3	200	128 000	
Galler	10 ton	50 000	500 000	
Rensautomat m. transportband	2 st	400 000	800 000	
Flyktöppn m förbindelseränna	1 st	150 000	150 000	
Utskov med reglerbar tröskel	1 st	100 000	100 000	
Transportränna i btg	20 m	5 000	100 000	
Fallränna inkl. stöd	20 m	5 000	100 000	
Projektering & byggledning	1 st	200 000	200 000	
Oförutsett	15 %	1 950 000	292 500	
				2 242 500
<i>Drift</i>				
Tappning fallränna	93 MWh	450	41 850	
Drift o underhåll	2,0 %	2 242 500	44 850	
Kapital	2,0 %	2 242 500	44 850	
				131 550



ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan F, skala 1 : 3000

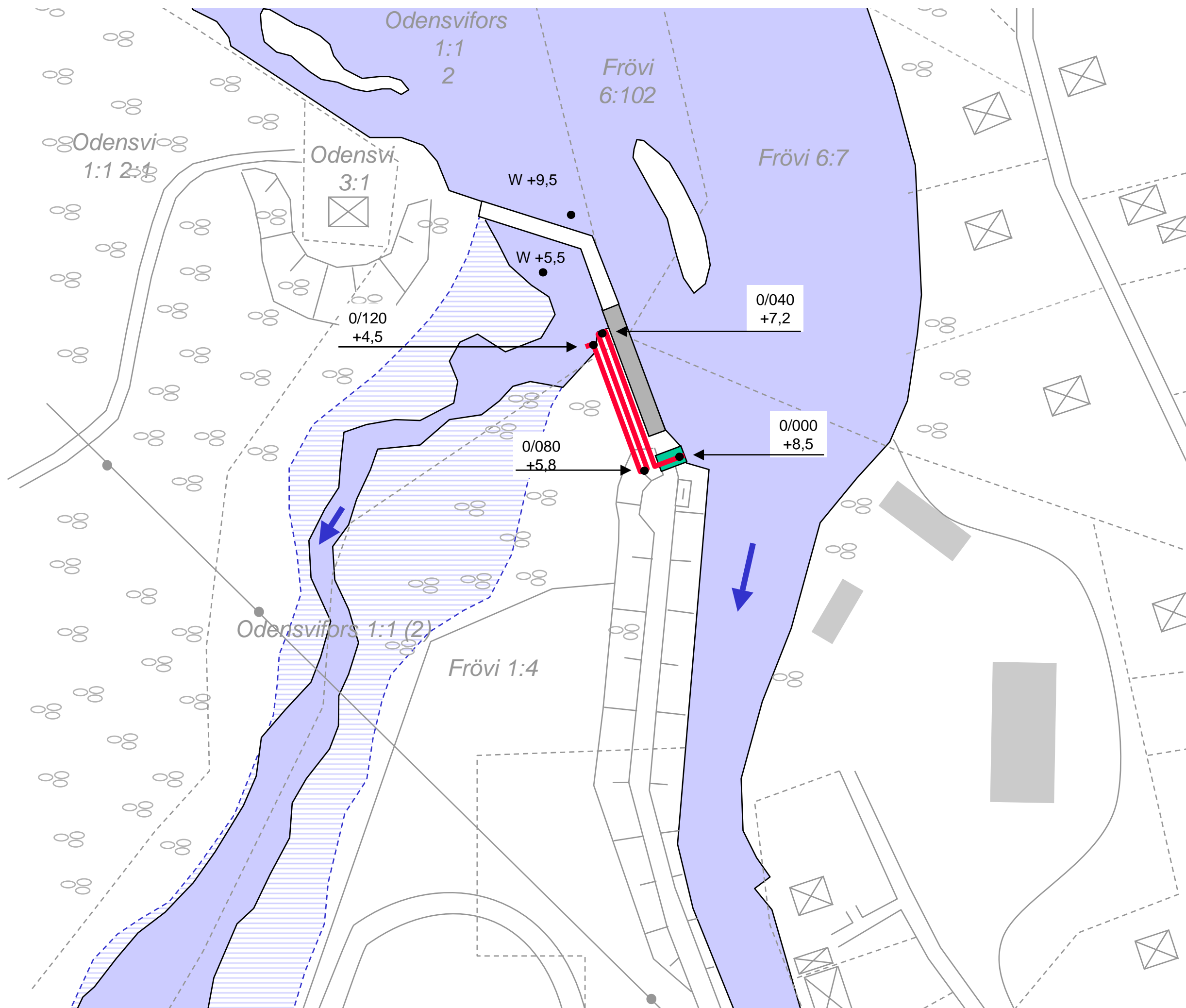
FÖRKLARINGAR

- Ny slitsränna 200 m
- - - Tillrättalagd åfåra 600 m
- - - - - Bef åfåra 400 m
- Nytt utskov m. vägbro



EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

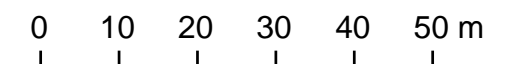
Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20



ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan G, skala 1 : 1000

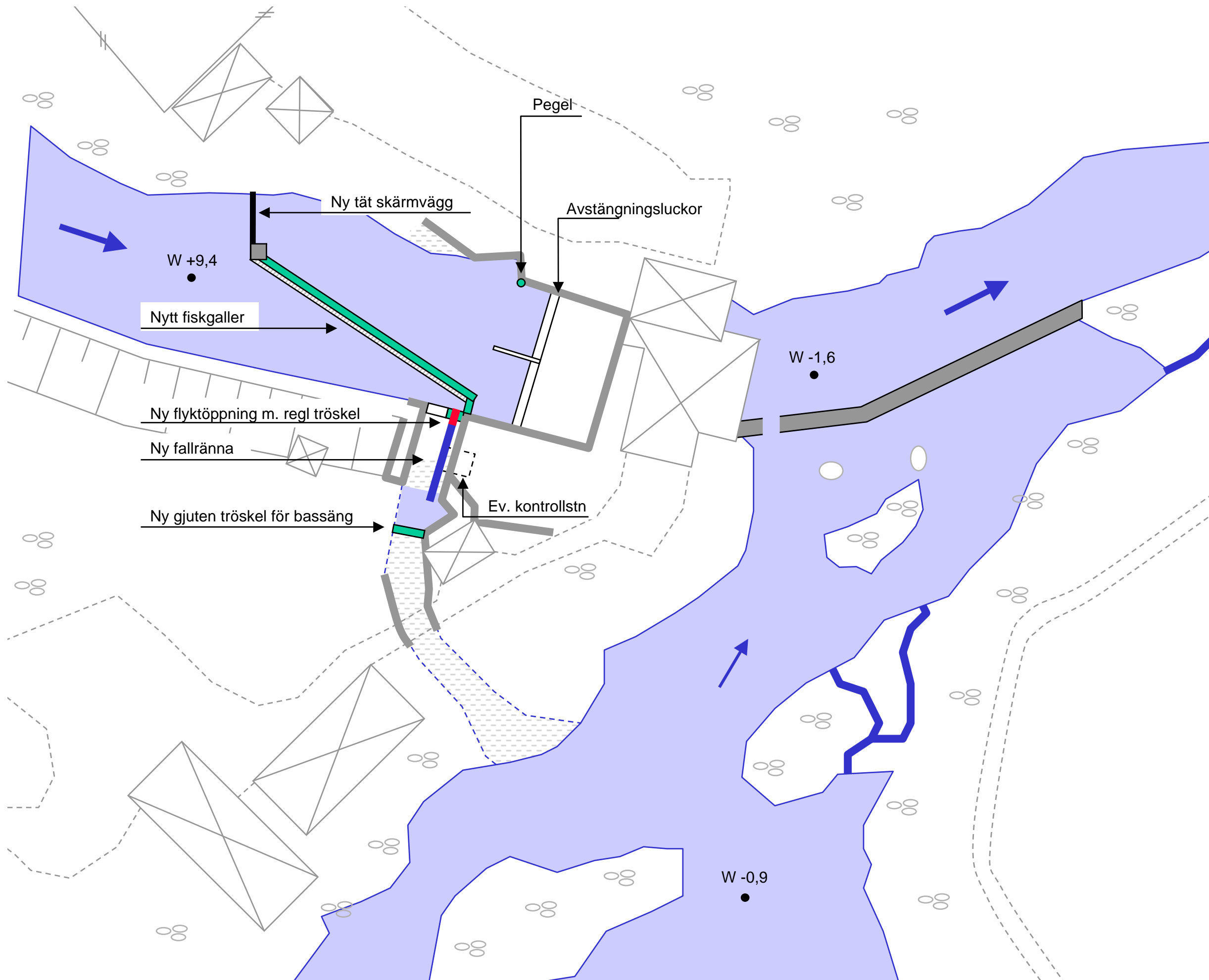
FÖRKLARINGAR

- Ny slitsränna
- Nytt utskov







EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

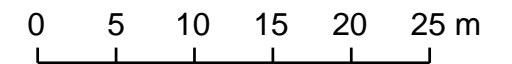
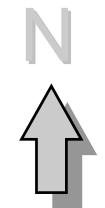
Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20



ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan H, skala 1 : 500

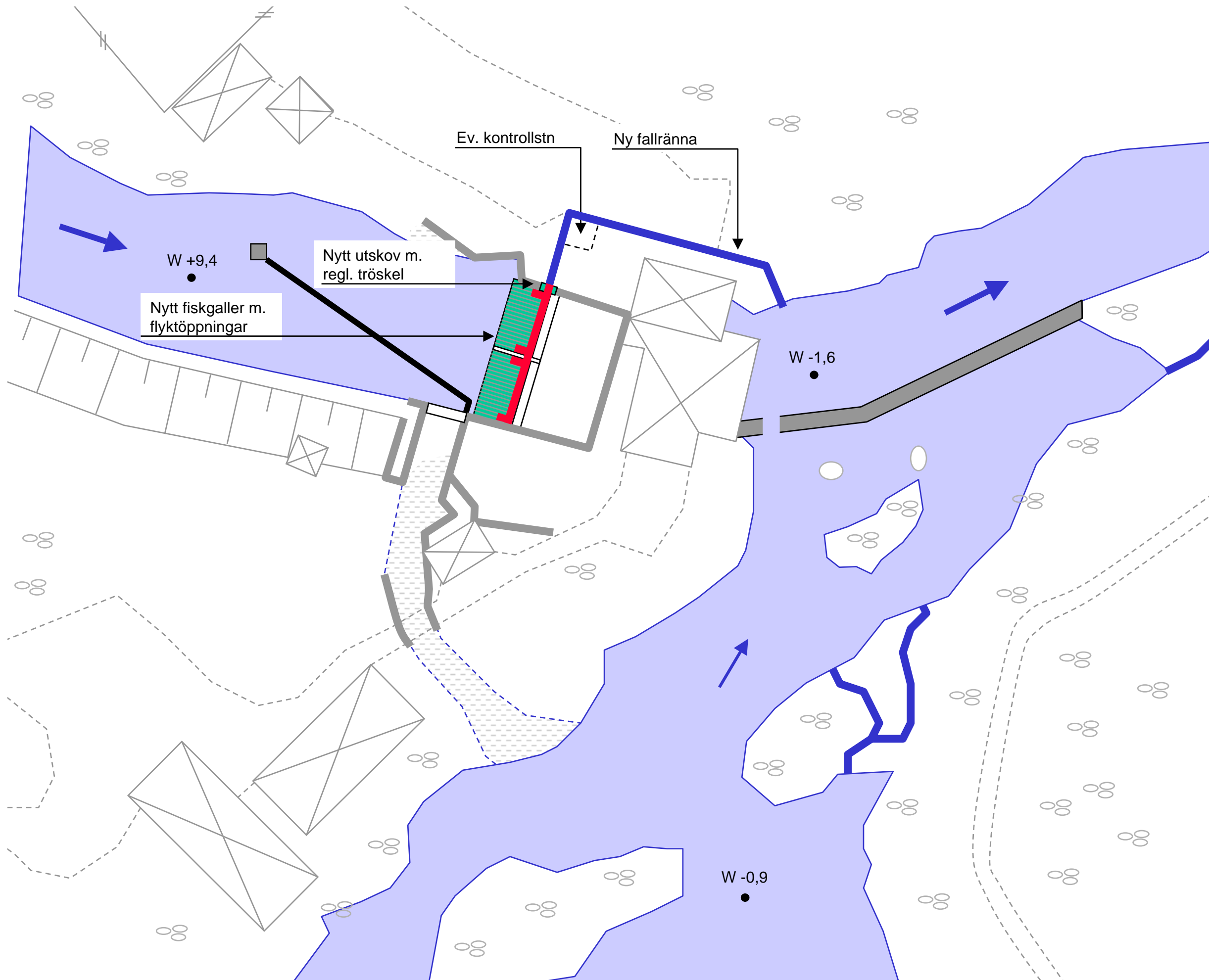
FÖRKLARINGAR

-  Fiskgaller
-  Flyktöppning
-  Ny fallränna
-  Skärmvägg el. planlucka







EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

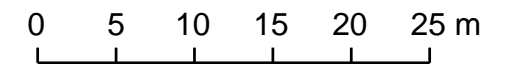
Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20



ÖVERSIKT
FRAMTIDA FÖRHÅLLANDE
Plan I, skala 1 : 500

FÖRKLARINGAR

-  Fiskgaller
-  Flyktöppningar m. förbindelseränna
-  Nytt utskov
-  Fallränna



EMÅPROJEKTET
HÖGSBY
FÖRSLAG TILL FISKVÄG

Fiskevårdsteknik AB
Lund 2003-02-20