

**Pajala kommun**  
*Projekt Laxmonitoring*  
984 85 Pajala.

2005-11-10

*Projektrapport*

*Projektrapport*  
**Utvärdering av ekolodsutrustning**  
*Simrad EY60*



*Martin Hjärtström*  
*Projektledare*  
CEITAt**ech**

## **Förord**

Denna studie är förhoppningsvis en början på en lång och lärorik resa som skall resultera i ett förbättrat underlag för framtida fiskevård av laxstammen i Torneälvens vattensystem samt bidra med tillväxt för regionen utmed älven. Arbetet med denna studie tog sin början under våren 2005, sedan dess har arbetet tagit många vändningar och perioder av tvivel har varvats med stunder av lycka och tillfredsställelse.

Jag vill rikta ett speciellt tack till min medarbetare under sommaren 2005 Tord Lehto som med sin erfarenhet, kunskap och arbetsinsats bidragit till att denna studie gick att genomföra. Simrad A/S, Frank Reier Knudsen och Oslo universitet, Helge Balk för deras insatser samt utlåning av materiel. Pajala Kommun Bengt Niska, Jan Tornberg och Pajala Utveckling AB Gunnar Karvonen utan erat stöd och ert förtroende för mig hade inte denna studie kunnat genomföras. Min familj som trots stunder av förtvivlan alltid givit mig stöd, haft förståelse och tålamod med mitt arbete under detta år. Jag vill även passa på att tacka samtliga övriga medaktörer, finansiärer m.fl. för deras bidrag ingen nämnd ingen glömd.

Till samtliga fiskare, fiskerättsägare, boende samt övriga berörda utmed älvdalen, så hoppas jag på samma trevliga bemötande under sommaren 2006 som under denna sommar, tack på förhand.

**Pajala 2005-12-31**

Martin Hjärtström  
Projektledare  
**CEITAtech**

## Abstrakt

Ett komplement till den monitoring som i dag utförs vore att under en längre tid med ekolodsutrustning (horisontellt riktad) kontinuerligt detektera fritt simmande lekvandrande lax när den passerar uppströms till sina lekområden. Syftet med denna studie är att testa ekolodsutrustningens kapacitet för att detektera den fritt simmande laxen och särskilja migrerande lax i den svenska delen av Torneälven, där lämplig lokal för detta ändamål finns.

Bästa förutsättningarna för att använda horisontellriktad ekolod finns där man hittar en bottenprofil av lera och sand med en konformad profil, utan några uppstickande föremål, som hindrar ekolodsstrålens utbredning. Bottenprofiler av lera och sand återfinns i selet vid Pajala centralort ca 5 km upp- och nedströms. Den utrustning som använts är en split beam, ekolod Simrad EY60, med en sändare på 120 KHz, öppningsvinkel  $2,5^\circ \times 10^\circ$  (elliptiskform), samt programvara Sonar 5 post processing tool för eftertolkning av data.

För att bedöma vilken typ av lokal som bäst lämpar sig för att detektera frisimmande lax testades utrustningen vid två olika positioner med skilda förutsättningar (position 1 och position 2). Utifrån resultaten av testen gjordes en bedömning av positionernas lämplighet och utrustningens förmåga att detektera frisimmande lax.

Denna studie visar på att en lokal för att använda horisontellt ekolod till att detektera frisimmande lax har hittats (position 2). Denna position uppvisar nästintill ideala förutsättningar för denna typ av monitoring; liknande lokaler med samma bottenkonfigurationer är mycket svåra att finna i detta älvsystem. Däremot återfinns flera lokaler liknande position 1. Det skulle därför vara av vikt att även i sådana lokaler kunna använda ekolodsutrustning liknande den som använts i denna studie.

Utrustningen har bedömts som hanterbar och kan detektera fritt simmande lax under de förutsättningar som angetts i denna studie. Trots att position 2 bedömts som den lokal som är mest lämpad för detta ändamål, kan man under vissa förutsättningar använda utrustningen även i lokaler liknande position 1.

<b>Bakgrund/Introduktion</b> .....	<b>5</b>
<b>Material och metod</b> .....	<b>7</b>
<b>Testlokaler</b> .....	<b>7</b>
<b>Material</b> .....	<b>9</b>
<b>Metod</b> .....	<b>10</b>
<b>Resultat</b> .....	<b>11</b>
<b>Diskussion</b> .....	<b>16</b>
<b>Slutsats</b> .....	<b>20</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>21</b>

## Bakgrund/Introduktion

Den monitoring som idag utförs på laxstammen i Torneälven består av kontinuerliga och årliga elfisken i olika delar av älven samt att den finska motsvarigheten till svenska fiskeriverket (RKTL) undersöker mängden smolt, som vandrar ut ur älven med hjälp av smoltfällor i älvsystemets mynning.

Ett komplement till den monitoring som i dag utförs vore att med ekolodsutrustning (horisontelltriktad) detektera frisimmmande lekvandrande lax när de passerar uppströms till sina lekrområden kontinuerligt och under en längre tid. En sådan utrustning kan idag levereras t.ex. av Simrad. Att utföra mätning med denna typ av utrustning är idag fortfarande under utveckling och är ännu ingen vedertagen vetenskaplig metod, men är en fungerande metod under vissa förutsättningar. Ransom et al. (1998) rapporterar att i 14 älvar har tester genomförts med avseende på migrerande lax och att det är möjligt att se och spåra laxar under vissa förutsättningar.

Tidigare undersökning av Torneälvens lekvandrande lax har gjorts av Lilja et al (2000) under åren 1997-99 i älvens mynning med påpekande om följande problem med denna typ av fiskräkning/mätning; dels svårigheter att artbestämma vandrade fisk i undersökningsområdet, då  $TS \geq -29$  inte kunnat användas som särskiljare av lax, då det även förekommit stora mängder av migrerande havssik, abborre och gädda i området, dels svårigheter att upptäcka fisk, då älvens genomskärningsyta inte täcktes av ekolodsstrålen på grund av rådande bottenstruktur och andra störningar. Därför har man endast via index kunnat uppskatta det totala antalet migrerande laxar.

Enligt författarna vore det lämpligare att placera utrustningen längre uppströms i älven för att undvika problem med artbestämningen, då andra havs invandrande arter som sik, abborre och gädda inte vandrar högt upp i älven. Här poängteras att lämpliga lokaler för registrering av antal passerande laxar var mycket viktigt att finna.

Balk et al. (2005, elektronisk) gjorde en liknande undersökning i Tanaälven åren 1998-99, som visade på samma typ av problem, som studien i Torneälven och att det var lättast att spåra fisk i ekolodstrålen i området mellan 18 till 30 m.

Balk (2002) beskriver även varför det är svårt att räkna fisk i en älv och problemen sammanfattas:

- *Att finna en lämplig lokal att mäta i så att fisken passerar inne i ekolodstrålen och inte utanför*
- *Lika stora föremåls TS blir större desto längre bort man kommer från sändaren och detta måste kompenseras för*
- *Då vattenståndet minskar så ökar förstärkningen av samma föremål i jämförelse med vattenståndet innan*
- *Bottenstrukturen kan förändras under mätningens gång*
- *Återsignalen nivå till ekolodsutrustningen varierar pga. vattenytans struktur*
- *I en älv förekommer det mer föremål än fisk att detektera ex luftbubblor, jord, smuts, dykande fåglar mm.*

Balk beskriver även hur man kan kompensera för dessa problem så att mätningarna blir korrekta:

- *Genom god kontroll på bottenstrukturen samt vattennivån kan man hålla god kontroll på hur stor del av älvens genomsnitts area som täcks av ekolodstrålen*
- *Utföra kontinuerliga mätningar av lika stora föremål på olika avstånd från sändaren för att avgöra TS i förhållande till avstånd från sändaren*
- *Att avgöra om det är fisk eller annat föremål avgörs genom att beräkna densiteten av det passerade föremålet*
- *Att fisk passerar utanför strålens täcknings område kompenseras genom att leda in fisk i strålens effektivaste del genom att lägga ut ledande nät, armar eller rep på botten*
- *När det gäller störningar så bör man vid längre mätningar finna en störningsnivå som får utgöra ett tröskelvärde. Vid störningar högre än detta tröskelvärde bör mätningar utföras med hög noggrannhet eller i värsta fall exkluderas. Sedan återkompenseras samplingsbortfallets tidsram med hjälp av tids-expandering*

Syftet med denna studie är att testa ekolodsutrustningens kapacitet att detektera frisimmande lax och särskilja migrerande lax i den svenska delen av Torneälven där lämplig lokal finns. Studien har inte gått in på en mer avancerad analys av data som samlats in, ex. frekvensdistribution mm. Utan detta kommer att utföras vid en eventuell vidare utveckling av projektet.

## Material och metod

### Testlokaler

Vid testperiodens inledning diskuterades vilken typ av testlokaler som lämpade sig för denna form av ekolodsmonitoring. Bra förutsättningar för användning av horisontellt riktad ekolod fås med en botten typ av lera, sand och en konformad profil, utan några uppstickande föremål, som hindrar ekolodsstrålens utbredning (Ransom et al. 1998). Bottentyper av lera och sand återfinns i selet vid Pajala centralort ca 5 km upp och nedströms. (fig. 1, 2).

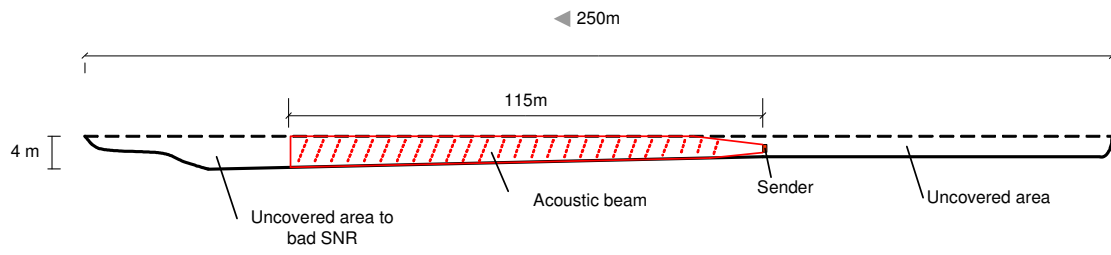


Figur 1. Karta

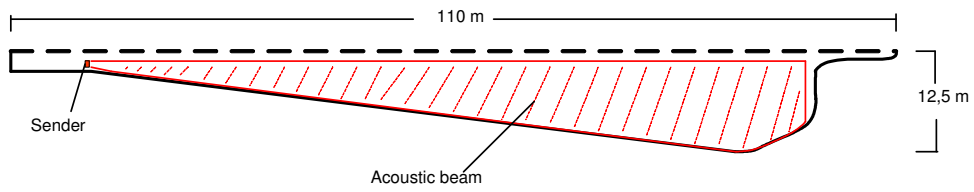
Efter samtal med lokala fiskare och åldermän så skulle en lämplig lokal finnas i höjd med ön Ylinensaari fig. 2 (position 1). Bottenprofilen undersöktes och kartlades med hjälp av portabelt ekolod Hummingbird. Efter uppmätning ansågs position 1 som lämplig, maximalt vattendjup ca 4 m och älvens bredd ca 250 m fig. 3. Övrig skanning av andra alternativa testpositioner resulterade i att det återfanns en lämplig lokal ca 1 km nedströms bron Pajala, där älven gör en kraftig krök fig. 2 (position 2), maximalt vattendjup ca 12 m och älvens bredd ca 110 m fig. 4. Vid båda positionerna fanns inget hinder för ekolodsstrålens utbredning. Då ekolodsändarens smala öppningsvinkel, i höjdlid, bäst passade in vid position 1 och då inte skulle lämna några luckor i vattenpelaren så inleddes testningen där. Vattenhastigheten var vid båda positionerna låga, ca 1,5 - 2,5 m/s, och bedömdes inte som någon avgörande faktor för försöken att sätta upp ledarmar.



Figur 2. Markerade fält-förslag på tänkbara uppställningsplatser med Position 1 och 2 markerade.



*Figur 3 Bottenprofil och strålens täckning, Position 1*



*Figur 4 Bottenprofil och strålens täckning, Position 2*



## Material

Split beam ekolod EY60 med sändare 120 KHz, öppningsvinkel  $2,5^\circ \times 10^\circ$  (elliptisk-form). Programvara Sonar 5 post processing tool. Portabelt ekolod Hummingbird för bottenkanning. 2 st. Portabla PC:n - en för post processing samt en för sampling av data. DVD skivor för lagring av insamlad data. UPS samt 12 v bilbatteri för backup, jordfelsbrytare, batteriladdare, kablar, fisknät (ledarlar) ca 110 m av grövre spunnen nylon med en maskstorlek från 30 mm till 60 mm, vikter, slanor, snören och flytbojar. Flotte för placering av ekoloden mitt i älven vid position 1. Vikt med trissa, snören och luftfylldboll för kartläggning av strålens täckningsgrad. Stativ för sändaren som är vinklingsbart i horisontalplanet vid vattenytan detta för att kunna reglera strålens riktning i höjddled *fig. 5, 6.*



*Figur 5. Närbild på stativ med sändare.*



*Figur 6. Helbild på stativ med sändare.*

Bedömningarna av handhavande, tidsåtgång och svårigheter har utgått från kunskapsnivån och erfarenheterna hos medverkande personer.

## Metod

För att bedöma vilken typ av lokal som bäst lämpar sig för att detektera frisimmande lax testades utrustningen vid två olika positioner med skilda förutsättningar (position 1 och position 2) *fig. 2*.

Testerna inleddes vid position 1, där ekolodsutrustningen testades i olika lägen och placeringar, för att få fram den bästa täckningen av älvens tvärsnittsytta. Detta utfördes med sändaren placerad på ett lätt stativ med strömförsörjning via bilbatteri och övrig utrustning placerad i båt. Vid position 2 var placeringen av utrustningen given utifrån bottenkonfigurationen.

När lämplig placering och läge för sändaren hittats installerades utrustningen där med den övriga utrustningen GPT, Pc samt UPS, placerad på en flotte i en låsbar box vid position 1 och på stranden vid position 2. Sändaren monterades på ett tyngre stativ. Strömförsörjningen till utrustningen löstes med en 4 ledad 3 kvadrats kabel samt en jordfelsbrytare ansluten till det fasta elnätet (230 v växelspanning).

Olika inställningar av utrustningen testades och utvärderades utifrån SNR nivåer. För kartläggning av strålens utbredning (beam mapping) användes en luftfylld plastboll och vikt med snöre. Vikten släpptes ner på botten från en båt och sedan flyttades båten ut ur strålen vartefter bollen drogs ner till botten. Samtidigt utvärderades om bollen syntes på dataskärmen (ekolodsbildens amplitudekogram) eller inte.

Beam mapping utfördes på följande avstånd från sändaren. Vid position 1 på 20-25 m, 55-65 m, 90-100 m och 115-125 m samt vid position 2 på 28-32 m, 66-70 m, och 84-92 m. Mapping utfördes vid olika tidpunkter och vattenstånd.

För att bedöma utrustningens förmåga att detektera frisimmande lax kördes sampling av data kontinuerligt från 2005-07-19 till 2005-08-29. Data ”tömdes” en gång per dygn (raw-filer), datafilerna konverterades och användes sedan i Sonar 5 Post processing tool. Där markerades fiskspår manuellt, fisk TS  $\geq -29$  dB (Target strength) bedömdes som lax. TS (Lilja, J. et al 2000b). TS för en fisk är den storlek av den returnerade energinivå som erhålls från fisken. TS för individuella returnerade ekon har beräknats enligt formen  $TS = 10 \log_{10}(\sigma_{bs})$  där  $\sigma_{bs}$  är mängden ljudenergi per areaenhet som reflekterats tillbaka.

De preliminära resultaten av detekterade fiskar (TS  $\geq -29$  dB) presenterades med ca 1-2 dygns fördröjning på Internet

Anordningen för uppsättning av nät som skulle utgöra ledarmar för att leda in Laxen in i ekolodsstrålen testades och dokumenterades utifrån olika mönster och förslag från lokala åldermän med tidigare erfarenheter av fiske med nät och ledarmar.

Handhavandet av utrustningen med tillhörande kringutrustning bedömdes och dokumenterades utifrån användarvänlighet, tidsåtgång och svårigheter.

## Resultat

Efter bedömning av de två olika positionernas förutsättningar, att med ekolodsutrustning Simrad EY60 detektera frisimmande lax, bedömdes position 2 har de bästa förutsättningarna (Tabell 1).

Kriterier	Position 1	Position 2
Älvens bredd	250 m	110 m
Älvens max djup	3,75 m	12 m
Älvens djup vid sändaren	2 m	2 m
Älvbotten konfiguration	Konformad	Konformad
Bottentyp	Sand	Sand/lera samt klippvägg
Erhållen max ping rate	0,22 s mellan varje ping	0,18 s mellan varje ping
Strålen längd bra SNR	98-115 m	86 m
Täckningsgrad	50 %	70 %
Tvårsnittsstruktur som ej täcks	50 % av tvårsnittets ytan	2 m ytvatten av tvårsnittets ytan
Täckningsgrad av sannolika fiskvägar	50 %	85 %
Förstärkningsgrad av lika stora föremål på olika avstånd	Hög	Låg
SNR	Mycket bra 0 - 20 m	Mycket bra 0 - 70 m
	Bra 20 - 115 m	Bra 70 - 86 m
Blindzoner SNR nivå omöjligt att detektera fisk	98 - 115 - 165 m	86 - 90 m
SNR beroende på vattenytans struktur	Stark påverkan	Ingen påverkan
Sannolikhet att få en ren sidoträff på stigande fisk	Hög	Hög
Lämplighet att begränsa fiskvägar	Ej lämplig	Lämplig
Förekomst av fåglar och andra djur i ekolodstrålen	Låg förekomst	Mycket låg Förekomst
Antal tal träffar på fisk uppströmsvandrande ca 30 m från sändaren	≈ 18 st.	≈ 25 st.

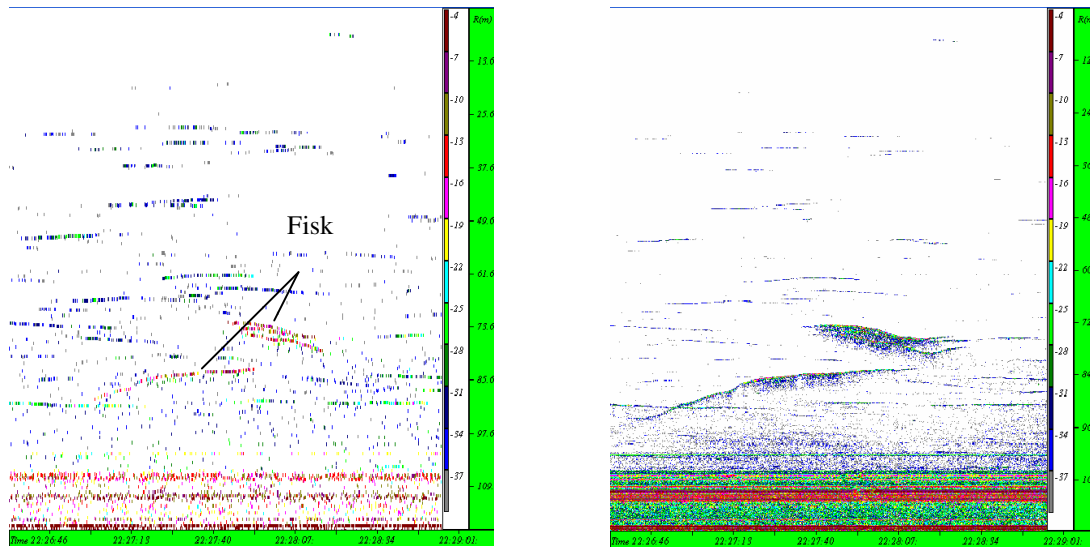
Tabell 1 Resultattabell bedömning av positionernas lämplighet

Älvens bredd, djup, konfiguration och typ av botten har stark påverkan på lokalens lämplighet att användas för monitoring av lax.

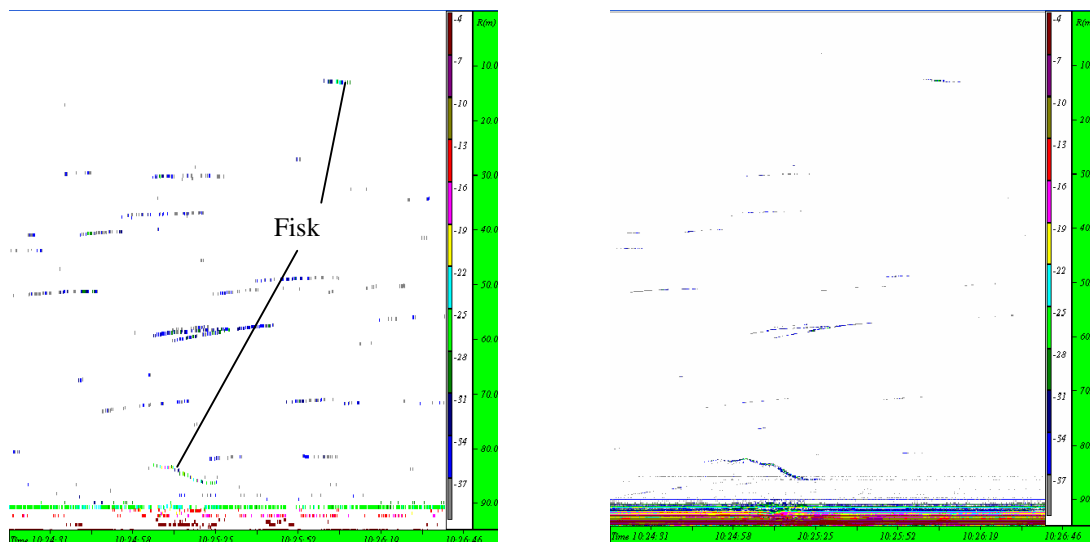
De flesta fiskar som passerade vid position 1 rörde sig efter botten och försök med att lyfta strålen ca 50 cm ovan botten resulterade i att ingen fisk kunde registreras av ekoloden vid position 1. Detta medförde att vid position 2 bedömdes täckningsgraden av sannolika fiskvägar som högre än den faktiska täckningsgraden. Detta eftersom ca 85 % av älvensbotten täcktes av ekolodstrålen *fig. 4*.

Att det förekommer en förstärkningsgrad av föremål vid användandet av ekolodsutrustning i grunt vatten är ett mindre känt problem (Frank, Reier Knudsen: Personlig kommunikation), Vid position 2 var detta fenomen mindre än vid position 1.

Att SNR förhållandet var mycket bättre vid position 2 än vid position 1 medförde bättre förhållanden att detektera frisimmande lax. (fig. 7-8).



Figur 7 position 1 SED diagram ofiltrerad och samma amplitudekogram 4 fiskar ( $TS \geq 29$  dB)



Figur 8 position 2 SED diagram ofiltrerad och samma amplitudekogram 2 fiskar ( $TS \geq 29$  dB)

Vid position 1 blir SNR nivån allt för hög för att kunna detektera fisk från 115 m fram till motsatta stranden ca 165 m, trots att det där inte förekommer några hinder för strålens utbredning. (fig. 3). Vad som orsakar detta fenomen har inte kunnat avgöras. Det framkommer en blindzon vid position 2's motsatta strand. (fig. 4).

Vattenytans struktur påverkas av regn och vind vilket medförde, att vid position 1, där hela vattenpelaren och då även ytan täcktes in av ekolodstrålen, hade vattenytans struktur en stark påverkan på SNR nivån. Vid kraftigt regn och stark vind blev SNR förhållandet så negativt påverkat, att det inte gick att spåra fisk. Detta var inget problem vid position 2, där ekolodstrålens överkant hamnade ca 2 m under vattenytan, då stålens underkant tangerade botten.

Sannolikheten att få en ren sidoträff på fisk som passerar uppströms har bedömts som hög. Detta eftersom utrustningen har riktats vinkelrät mot strömmen och den största andelen av fiskarna stiger mot strömmen samt rör sig lite i sidled, vilket resulterar i att man nästan alltid får någon eller några rena sidoträffar på fisken. Det har förekommit att fisk passerat utan att man fått någon ren sidoträff, vilket har lett till problem med att avgöra storleken på fisken. Riktning av ekolodstrålen 90 grader mot strömmen har en avgörande betydelse för att få så många rena sidoträffar på fisken som möjligt.

Ransom et al. (1998) påpekar att man bör välja lokal så att man inte har fisk ståendes i ekolodstrålen. Inför denna studie antogs att detta kunde utgöra ett problem eftersom vår mätningsslokal ligger ca 18 mil upp i älvsystemet. Detta har dock inte blivit ett problem, men har förekommit i mindre skala; dock utan någon påverkan på utrustningens förmåga, att detektera andra passerande fiskar.

För att begränsa fiskvägarna har olika metoder för detta studerats och några testats.

Vid position 1 var vattenhastigheten mycket låg intill stränderna, men något högre längre ut. Det gick inte att få näten stående så att de skulle utgöra en begränsning av fiskvägarna. Trots stora vikter och kraftiga flöten blev näten nedtyngda av skräp och la sig efter botten. Med lägre vikter och mindre flöten vred sig näten med strömmen. Genom att sänka ner vikter med enskilda snören och fastsatta plastremor gick det att tillverka ett hinder som stod sig i strömmen. Ovissheten om att fisk kunde passera genom detta hinder medförde att det inte med säkerhet gick att stänga av nödvändiga fiskvägar. Även dessa enheter fylldes av sjögräs och bedömdes då inte längre som något hinder för laxen. Då detta var ett mycket arbetskrävande moment så avslutades dessa tester utan någon framgång vid position 1.

Vid position 2 var förhållandena mycket bättre och där ställde sig näten såsom önskat. Vid motsatta stranden kan det finnas ett behov av begränsning av fiskvägarna, där djupet är mycket stort, men längden av begränsare dock är kort. Begränsning av dessa fiskvägar utfördes inte på grund av tidsbrist. Bedömningen av lokalernas lämplighet för att kunna begränsa fiskvägarna blev att position 2 var bättre än position 1. Vilket baserades på att vid position 2 var vattenhastigheten vid sändaren nära 0 m/s och att längdbehovet för fiskvägsbegränsning vid den motsatta stranden var kort.

Förekomsten av andra djur, som kan detekteras av ekoloden, är högre vid position 1 än 2, då sjöfåglar förekommer vid position 1, men ej vid position 2. Detta har dock inte utgjort något större problem vid någon av positionerna.

Utrustningens förmåga att få ett högt antal träffar per passerade fisk anses som hög vilket beror på det gått att hålla en hög ping rate utan att SNR nivån försämrats.

Sändare och mottagare är relativt enkla att handha i vad avser inkopplingar och uppställning. Föregångare har beskrivit strömförsörjningen som ett stort problem, då man använt sig av batterier för drift av anläggningen. I detta projekt har strömförsörjningen vid båda positionerna kunnat lösas med växelspanning 230 v från det fasta elnätet (Balk 2005, elektronisk). Vid driftstörningar på de fasta nätet har vi täckt upp med en UPS ca 8 min backup. Detta har inte varit tillräckligt för längre driftstörningar, vilket har resulterat i sampligsuppehåll.

För optimal placering, riktning och inställning av sändaren/mottagare (ekolodstrålen) används tillhörande mjukvara, som ger ett amplitudekogram för tolkning av inställningskvalitén. Att utföra detta har inte varit de enklaste, då möjligheterna till inställningar är många och svåra, trots att användargränssnittet upplevts som överskådligt. Tömning av data (raw-filer) har skett ca en gång varje dygn, vilket inte har upplevts som något betungande arbetsmoment, men skulle kunna förenklas. Konverteringen av samtliga raw-filer under ett dygn till filer som kan tolkas av programvaran Sonar 5 tar tid och kräver mycket kapacitet från datorn.

Användandet av programvaran Sonar 5 är svår, då inställningsmöjligheterna i filterna är många och svåra att använda. För att komma fram till optimala inställningar har leverantören av programvaran bistått med hjälp.

Tester av en redan inbyggd automatik för att skilja ut fiskspår tillsammans med tillverkaren har inte hunnits med. Genom att åstadkomma en fungerande automatiserad process så skulle arbetsinsatsen vid tolkningen av data minska.

Vid tolkning av data manuellt, urskiljning av fiskspår, förekommer vissa svårigheter, vilket man bör vara medveten om, för att resultaten skall bli korrekta. Förstärkningsgraden av lika stora föremål medför, att två lika stora fiskar på olika avstånd av utrustningen tolkas så, att den fisk som befinner sig längre bort får en högre TS än den som befinner sig närmare. Vilket måste kompenseras manuellt eller utföras av programvara.

Graden av förstärkning av lika stora föremål blir också högre vid lågvatten än högvatten (Frank, Reier Knudsen personlig kommunikation). Detta fenomen har registrerats, men inte varit något uttalat problem, då det under hela mätperioden endast förekom en maximal variation av vattenståndet på ca 40 cm.

I båda testlokalerna rörde sig en hel del fiskar nedströms och fiskespåret för dessa fiskar fick endast en liten sidledsrörelse; spåret blir rakt och svår att särskilja från deb-  
ris. Den fisk som rör sig uppströms har i regel en ganska uttalad rörelse i sidled, vil-  
ken är enkel att upptäcka i amplitudekogramet. (fig. 7, 8). Detta är en faktor som för-  
enklar tolkningen av data (Balk, H. & Lindem, T 2000).

Eftersom vi inte haft tillgång till kamera för undervattensfilmning har vi inte heller  
kunnat bedöma vilka fiskarter som vandrar i ekolodstrålen och på så sätt verifiera att  
 $TS \geq -29$  dB är en nivå som kan användas i våra testlokaler för att särskilja lax från  
andra arter.

När vattnet steg kraftigt vid testning av position 1 började sanden driva och flyttade  
på stativet med ett förändrat läge för sändaren som följd. Detta föranledde att data vid  
ett flertal tillfällen gick förlorad under dessa dygn. De stativ som användes under pro-  
jektet var svåra att ställa och krävde en hel del arbetsinsatser innan läget för sändaren  
blev optimalt.

Tidsåtgång vid handhavande av utrustning samt monitorering:

- *Översyn och kontroll av sändare och mottagare inställningar ca 2 tim/dygn*
- *Tömning av data ca 1 tim/dygn*
- *Konvertering filtrering ca 1 tim/dygn*
- *Tolkning av data ca 2 tim/dygn*
- *Lagring av data ca 1 tim/dygn*
- *Presentation av data Internet ca 0,5 tim/dygn.*

## Diskussion

Denna studie visar att en lämplig lokal har hittats för att använda horisontellt ekolod till att detektera frisimmade lax i Torneälven (position 2). Positionen uppvisar nästintill ideala förutsättningar för denna typ av monitoring. Däremot är liknande lokaler med samma bottenkonfigurationer mycket svåra att finna i detta älvsystem. Det finns många fler lokaler liknande position 1, varför det skulle vara av vikt, att även i sådana lokaler använda ekolodsutrustning liknande den som använts i denna studie. För att få bättre förutsättningar att använda split beam ekolod i liknande miljöer, som den som återfinns vid position 1, kan man anta, att det skulle behövas en sändare med en mindre öppningsvinkel i horisontalled än de som i dag finns på marknaden. Detta för att en ökad längd på strålen skall erhållas.

Utrustningen har bedömts som hanterbar och kan detektera fritt simmande lax under de förutsättningar som angetts i denna studie. Trots att position 2 bedömts som den lokal som är mest lämpad för detta ändamål, kan man under vissa förutsättningar använda utrustningen även i lokaler liknande position 1.

För att få en uppfattning om antalet migrerande laxar finns två vägar att lösa detta på. Det ena är att man söker 100 % täckning av älvens tvärsnittsytta, utan väderpåverkan och då få uppgifter om det totala antalet fiskar som passerar utan några uppräknings. Detta är möjligt att utföra om man hittar lokaler liknande position 2. Den andra vägen är att med ekolodstrålen täcka av en större del av älvens tvärsnittsytta och använda antalet passerande fiskar som ett indextal, som används för att beräkna den totala mängden fisk som passerar. Det är viktigt att även då försöka täcka av så stor del av älven som möjligt, för att på så sätt minimera antalet felkällor. Det senare alternativet bör då inkludera en möjlighet att kompensera för eventuell tid då mätningar kan omöjliggöras av negativ väderpåverkan. Denna metod är den som används i de flesta älvar i världen och är den som är enklare att utföra.

Det skulle även kunna gå att nå 100 % täckning vid en lokal liknade position 1 om möjlighet och förutsättningar föreligger, att stänga av fiskvägarna och därigenom styra in fisken i ekolodstrålen. Detta är ett svårt och resurskrävande arbetsmoment, som förutsätter tillräckliga resurser samt att lokalen tillåter uppsättning av hinder.

Om ekolodstrålens täckningsgrad är låg kan detta även kompenseras med en ytterligare sändare för att täcka av en större del av älvens tvärsnittsytta. Att ansluta en extra sändare till samma GPT är inte möjligt i EY60 utrustningen, utan då behövs även en extra GPT (Balk 2005 elektronisk). Dessa två GPT måste sedan synkroniseras mot varandra

Om man väljer att använda sig av indexerings och på så sätt utföra en beräkning av ett totalvärde rekommenderas en färdigt utformad plan för kompensering av samplingsuppehåll (väder och driftstörningar) samt täckningsgrad.



Vilken typ av inriktning som än väljs vid en eventuell fortsättning av liknande projekt bör kriterier sättas upp för att särskilja fisk ( $TS \geq 29$  dB) som rör sig upp- resp. nedströms. Det är även viktigt att säkerställa den nivå av TS som skall användas för att särskilja lax från övriga arter, vilket skulle kunna verifieras/utföras med hjälp av undervattens filmkamera.

Med utgångspunkt från dessa samt övriga viktiga kriterier bör ett protokoll skapas som kan användas som ett regelverk, för hur utrustningen skall ställas in och hur fiskspår skall artklassificeras.

Under årets testperiod har det observerats totalt 1690 st. fiskar, som passerat uppströms och 529 st. nedströms ( $TS \geq 29$  dB) *fig. 11, 12*. Genom att använda dessa värden som ett indextal och utföra beräkning med ett teoretiskt toppvärde (kompensation för missad täckning och samplingtid) visar detta för perioden 2005-07-19 --08-30 på 3368 st. fiskar som passerat uppströms (Sum =  $(554*1,18*1,11) + (1136*2*1,16)$ ) och 1009 st. som passerat nedströms ( $TS \geq 29$  dB) (Sum =  $(218*1,18*1,11) + (311*2*1,16)$ ).

Dag	Lax upp	Lax ned	Tidsprocent	Kommentar
2005-08-18	44	12	52 %	Ny position från kl. 10:30
2005-08-19	88	30	99 %	
2005-08-20	80	35	99 %	
2005-08-21	69	28	100 %	
2005-08-22	56	27	99 %	
2005-08-23	56	14	100 %	
2005-08-24	10	10	17 %	Strömavbrott
2005-08-25	26	24	99 %	
2005-08-26	33	8	100 %	
2005-08-27	40	11	100 %	
2005-08-28	25	8	99 %	
2005-08-29	18	8	100 %	
2005-08-30	9	3	62 %	Mätningarna avslutas 14:50
<b>Summa</b>	<b>554</b>	<b>218</b>	<b>87 %</b>	

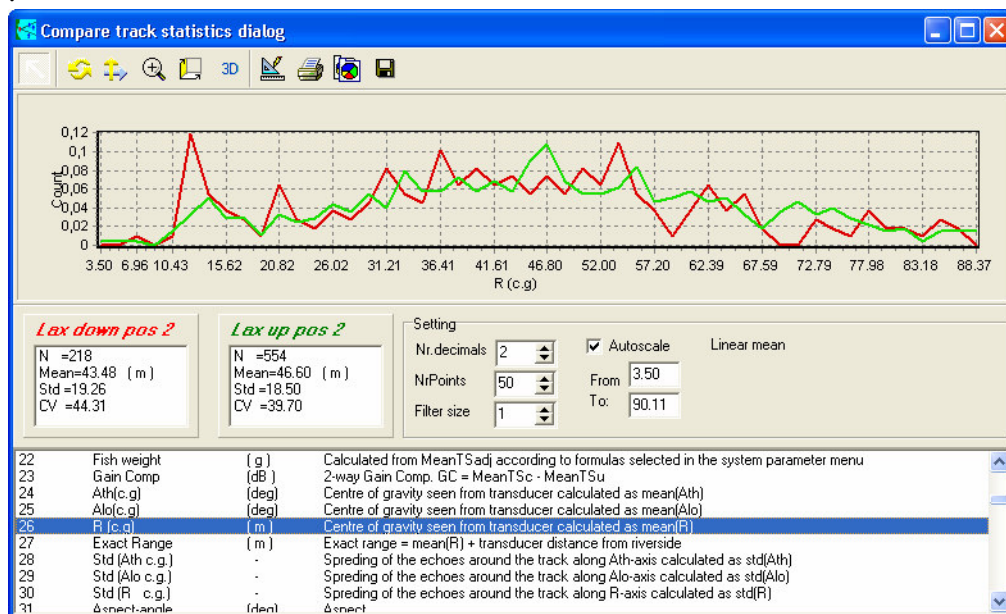
Tabell 2 Antal fisk som passerat,  $TS \geq 29$  dB Position 2

<u>Dag</u>	<u>Lax upp</u>	<u>Lax ned</u>	<u>Tidsprocent</u>	<u>Kommentar</u>
2005-07-19	134	36	57 %	Start
2005-07-20	71	16	43 %	Dataproblem
2005-07-21	15	6	11 %	Dataproblem
2005-07-22	53	12	100 %	Ändrad placering
2005-07-23	48	8	99 %	
2005-07-24	57	15	100 %	
2005-07-25	69	0	94 %	
2005-07-26	117	19	98 %	
2005-07-27	110	27	99 %	
2005-07-28	38	17	99 %	
2005-07-29	7	6	54 %	Sändaren i felaktigt läge
2005-07-30	4	1	25 %	Sändaren i felaktigt läge
2005-07-31	8	20	100 %	
2005-08-01	4	5	99 %	
2005-08-02	20	3	99 %	
2005-08-03	17	11	100 %	
2005-08-04	13	4	99 %	
2005-08-05	28	8	98 %	
2005-08-06	25	11	100 %	
2005-08-07	23	4	100 %	
2005-08-08	31	6	98 %	
2005-08-09	34	8	97 %	
2005-08-10	27	8	99 %	
2005-08-11	36	11	100 %	
2005-08-12	25	6	99 %	
2005-08-13	29	14	100 %	
2005-08-14	24	8	100 %	
2005-08-15	15	8	65 %	Dataproblem
2005-08-16	20	5	100 %	
2005-08-17	27	6	99 %	
2005-08-18	7	2	40 %	Fram till kl 09:45
<b>Summa</b>	<b>1136</b>	<b>311</b>	<b>86 %</b>	

Tabell 3 Antal fisk som passerat,  $TS \geq 29$  dB Position 1

Att årets mätningar påbörjades först 2005-07-19 påverkar antalet passerande fiskar, då de största mängderna lax passerat Pajala före testperiodens början, vilket också visuella observationer från bron i Anttis har bekräftat. Vid bron i Anttis kan man även observera att laxarna stiger i mindre grupper. Vid mätningstationerna har stim förekommit, men då i mindre mängd än vad som observerats vid Anttisbron. Detta trots att utrustningen har kunnat urskilja mindre fisk ( $TS < 29$  dB) i stim. Om det är utrustningens oförmåga att detektera större fisk i stim ( $TS \geq 29$  dB) eller om laxen i selen mer vandrar som enskilda individer bör undersökas vidare. För att undersöka detta skulle en undervattens filmkamera kunna vara till hjälp.

De fiskspår som bedömts som lax har lagrats i fiskkorgar som programvaran Sonar 5 tillhandahåller. Utifrån dessa undansparade fiskspår kan en mängd olika statistikuppgifter tas fram och jämföras mellan korgarna mot varandra, vilket underlättar eftertolkningen av data exempel *fig. 9*.



Figur 9 Exempel på Sonar 5 statistik (Position 2, fiskspårens avstånd till sändaren )

Att slippa bevista anläggningen enbart för att hämta data skulle kunna förenklas och utföras med lokala datanät och/eller trådlösa länkar. För att minska arbetsbördan vid en utveckling av projektet så rekommenderas att konverteringar av filer med rådata för eftertolkning av programvara skulle kunna ske automatiskt.

Vid position 1 blev strålens längd begränsad genom att störningsnivån steg med ökat avstånd från sändaren. Mellan ca 115 m från sändaren och fram till ca 165 m vid borte stranden var SNR förhållandet så dåligt, att det inte gick att avgöra om fisk passerade i området. Detta trots att det inte fanns något hinder för fortsatt utbredning av strålen. Tänkbara orsaker till detta fenomen skulle kunna vara att strålen samtidigt tar i botten och vattenytan och/eller att borte strandens form skapar sådana reflektioner av ljudvågorna, att strålens längd med bra SNR nivå begränsas.

Vad som orsakar denna stegring/begränsning i störningsnivån har studien inte haft för avsikt att besvara, men det kan konstateras, att strålens längd har begränsad räckvidd i grunt vatten (position 1). Med ökad störningsnivå på längre avstånd så skulle det i praktiken innebära, att det med ökat avstånd skulle bli svårare att avgöra om fisk passerar i strålen eller inte. Men eftersom det föreligger en ökad signalstyrka från lika stora objekt med ökat avstånd från sändaren, så blir inte SNR förhållandet sämre med ökat avstånd. Den förstärkning av lika stora föremål på ökat avstånd som föreligger är inte försämrade i detta fall. Strålens teoretiska utbredning i grunt vatten och horisontalt led är större än de som angivits vid användandet av utrustningen i vertikalt led.

## Slutsats

Då det är möjligt att använda denna utrustning och då lämpliga lokaler för detta har hittats i Pajala och gränsälven uppströms sammanflödet Muonio- och Torneälv blir slutsatsen, att projektet kan utvecklas och i ett längre perspektiv börja ge möjligheter till att besvara frågeställningar som t.ex.:

- *Hur stor är den migrerande lekmogna laxstammen?*
- *Vid vilka vattenstånd, temperaturer och tidpunkter sker större vandringar?*
- *Hur stor andel av den lekande fisken tas upp efter att den passerat räknaren? (Jämföra antal förbipasserade fiskar mot fångststatistik). Är älvfisket en försumbar fiskekvot att räkna med eller är den för stor i jämförelse med antalet migrerande laxar i älven?*
- *Kan man påvisa hur lyckad leken varit genom att jämföra räkningen med elfiskeresultaten under nästkommande år?*
- *Är det möjligt att med kamerasystem skapa en alternativ metod eller ett komplement till metoder att räkna fisk i älvsystem?*

Ett förbättrat underlag för framtida fiskevård av vildlaxstammen i älvsystemet skulle därigenom kunna erhållas.

## Referenser

Ransom, B. H., Johnston, S. V, Steig, T. W., (1998). Review on monitoring adult salmonid (*Oncorhynchus* and *Salmo* spp.) escapement using fixed-location split-beam hydroacoustic. *Fish. Res.* 35, 33-42.

Lilja, J. Marjornäki, T. J., Riikonen, R. Jurvelius, J., (2000a). Spawning run of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in the River Tornionjoki monitored by horizontal split-beam echosounding. *Aquat. Living Resour.* 13, 349-354.

Lilja, J., Marjomaäki, T. J., Riikonen, R. & Jurvelius, J. (2000b). Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*) and pike (*Esox lucius*). *Aquatic Living Resources* 5, 355-360.

Balk, H Development of hydroacoustic methods for fish detection in shallow water, Thesis for the degree of Doctor Scientiarum. (Elektronisk)

Tillgänglig: < <http://www.fys.uio.no> >

Tillgänglig: < [http://www.fys.uio.no/~hbalk/dr\\_scient\\_thesis/1\\_Content.htm](http://www.fys.uio.no/~hbalk/dr_scient_thesis/1_Content.htm) >

(2005-11-21)

Balk, H. & Lindem, T., (2002) Proceeding for the 25'th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics, Ustaoset 2002.

Balk, H. & Lindem, T., (2000) Improved fish detection in data from split-beam sonar. *Aquat. Living Resour.* 13, 297–303