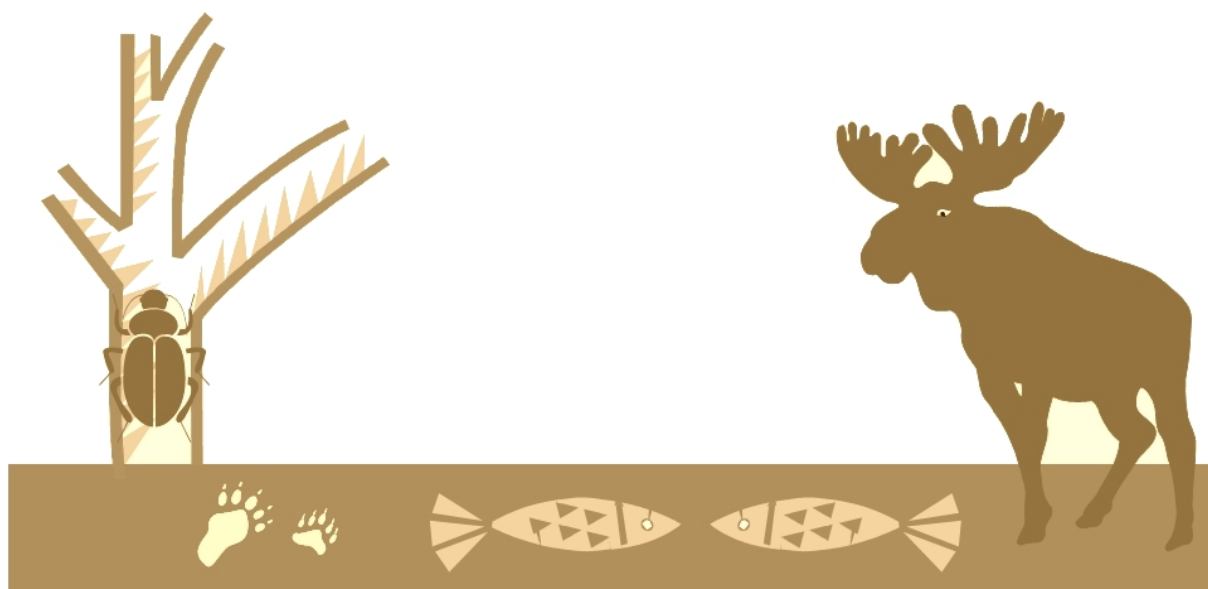




# Effekt av åtgärder i Umeälvens nedre del på leklaxens vandring från älvmyningen till passage av Stornorrfors fisktrappa 2014

Kjell Leonardsson, Hans Lundqvist och Jan Nilsson



---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö

Rapport 1

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies

---

Umeå 2021

Denna serie rapporter utges av Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå med början 2011.

This series of Reports is published by the Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, starting in 2011.

E-post till ansvarig författare  
*E-mail to responsible author* kjell.leonardsson@slu.se

Nyckelord  
*Key words* Anlockning, fiskvandring, lax, fisktrappa,  
konnektivitet, passageeffektivitet,  
Umeälven, uppströmsvandring

Ansvarig utgivare  
*Legally responsible* Göran Ericsson

Adress  
*Address* Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö  
Sveriges lantbruksuniversitet  
901 83 Umeå  
  
*Department of Wildlife, Fish, and  
Environmental Studies  
Swedish University of Agricultural Sciences  
SE-901 83 Umeå  
Sweden*

# Effekt av åtgärder i Umeälvens nedre del på leklaxens vandring från älvmynnningen till passage av Stornorrforfs fisktrappa 2014.

---

Leonardsson, K., Lundqvist, H., Nilsson, J.

Institutionen för vilt, fisk och miljö

Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1. Introduktion .....	6
2. Material och metoder .....	7
Märkning av lax .....	8
Passiva märken .....	8
Aktiva sändare.....	8
Logger- och antennpositioner.....	8
3. Resultat och diskussion.....	10
3.1 Vandrings säsongen 2014 .....	10
3.2 Utvärdering märkgrupper 2014 .....	16
3.3 Utvärdering av kortare men mer frekventa 50 m <sup>3</sup> /s spill .....	17
3.3.1 Anlockning från sammanflödet till Baggböle .....	17
3.3.2 Uppehållstid i Baggböleområdet.....	18
3.3.3 Vandrigen från Baggböleområdet till fisktrappans område.....	20
3.3.4 Uppehållstid i området vid fisktrappan.....	22
3.3.5 Uppvandringstid i kammarrappan .....	23
3.4 Fiskens benägenhet att passera Baggböleforsen .....	24
3.5 Det nya utskovsgolvets inverkan på laxens vandring till och genom fisktrappan .....	25
3.6 Anlockning till kammarrappan.....	26
Laxar med aktiva sändare .....	26
Laxar med passiva sändare .....	26
Slutsatser från experimentet .....	28
4 Erkännande .....	29
5 Referenser.....	29
6 Bilagor .....	30
Bilaga 1.....	31
Bilaga 2.....	33
Bilaga 3.....	34
Bilaga 4.....	36
Bilaga 5.....	38
Bilaga 6.....	45

## Sammanfattning

Syftet med studien 2014 var att utvärdera effekten på uppströmsvandringen av de åtgärder som gjorts i Umeälvens nedre del sedan 2013. Totalt märktes 94 laxar med aktiva radiosändare och 159 med passiva sändare (PIT) fördelat över fem märkomgångar mellan 11 juni och 16 juli. Nio loggrar med antenner placerades ut på nio strategiskt utvalda ställen längs älven, från Gimonäs till Ekorrsele, för registrering av laxarna med aktiva sändare. Läsare för de passiva märkena fanns i Baggböle (ej fullständig täckning) samt i fisktrappan (sju antennpar).

Vandringssäsongen 2014 karaktäriserades av höga flöden från månadsskiftet maj-juni och några veckor in i juni. Efter mitten av juni följde spillflödena utan undantag den planerade spillflödesregimen för säsongen 2014 samtidigt som flödet via kraftverket var betydligt lägre än veckorna innan. Vattentemperaturen var hög från mitten av juli till mitten av augusti, med temperaturer över 24 °C när det var som varmast. I början av säsongen och fram till 20 juli noterades förekomst av sjuka och svampangripna laxar i samband med märkning och uppe i älven. Uppvandringsframgången (Obbola till passage av fisktrappan) var låg om man ser till alla märkgrupper, ca 20 %. Endast några få procent av den första märkgruppen passerade fisktrappan, vilket drog ner den totala vandringsframgången. Om man exkluderar den första märkgruppen vid beräkning av vandringsframgången blev resultatet ca 35 %. Syftet med undersökningen var inte att fastställa vandringsframgången för hela säsongen, men bortfallet ur den första märkgruppen antyder att framgången var mycket låg för den stora mängd vilda laxar som anlände tidigt under säsongen. De specifika frågeställningarna med årets undersökningar och de svar som erhöles på dessa frågor var:

1. Hur påverkas uppvandringen av fisk från sammanflödesområdet till passage av fisktrappan (gamla älvfåran) av kortare men mer frekventa 50 m<sup>3</sup>/s spill än de traditionella 50 m<sup>3</sup>/s spillen? Mer specifika frågeställningar har varit:
  - a. Hur påverkas anlockningen från sammanflödet till Baggböle?  
82 % av laxarna registrerades i sammanflödesområdet och hälften av dessa kom till Baggböleområdet inom 1.8 dygn efter ankomst till sammanflödet. För 25 % av laxarna tog det mer än 4.4 dygn att ta sig till Baggböle. Liksom tidigare år anlockades laxarna på en hög andel spillflöde, främst på spillflöden som utgjorde mer än 10 % av totalflödet. Tiden från märkning till Baggböle var för merparten av laxarna mer än tre dygn kortare än under 2013. Däremot var andelen som kom till Baggböle betydligt lägre, 65 %, under 2014 jämfört med 2013 (88 %).
  - b. Hur påverkas uppehållstiden i Baggböleområdet?  
Upphållstiderna i Baggböleområdet innan uppströmspassage var betydligt längre än under 2013, 28.8 jämfört med 6.8 dygn (medianer), troligen pga en kombination av dålig kondition hos laxen och hög vattentemperatur.
  - c. Hur påverkas vandrigen från Baggböleområdet till fisktrappans område?  
Passagen av forsén var överrepresenterad vid 23 m<sup>3</sup>/s spill i och med att 87.5 % av individerna passerade Baggböleforsén på 23 m<sup>3</sup>/s medan detta spill förekom 73 % av tiden när laxarna befann sig i området. 35-45 % av laxarna i Baggböle registrerades även i fisktrappan, vilket var drygt 20 procentenheter sämre jämfört med 2013 då andelen som tog

sig vidare till fisktrappan var ca 65 %. Tänkbara förklaringar till den sämre framgången 2014 torde vara sjukdom och hög vattentemperatur snarare än den ändrade flödesregimen.

d. Hur påverkas uppehållstiden i området vid fisktrappan?

Mediantiden från första registrering på undervattensantennen inne i diffusorn till första registreringen i kammartrappan var 1.6 dygn, vilket var två dygn snabbare än 2013. 75 % av de radiomärkta laxarna registrerades i fisktrappan inom 4.1 dygn vilket var 10 dygn snabbare än föregående år. Den betydligt kortare anlockningstiden under 2014 kan förklaras av förbättrad anlockningsströmning från kammartrappan, kortare 50 m<sup>3</sup>/s spill, samt svårare för laxarna att simma upp mot utskovet med det nya utskovsgolvet. Det går inte att avgöra vilken av dessa faktorer som varit mest bidragande, men experimentet med anlockningsströmningen visade att laxarna anlockades bättre när anlockningsströmmen var som högst. Upphållstiden räknat från första registrering på antennpar 1 i kammartrappan till passage av fisktrappan var ca 10.5 timmar vilket var ca 1 timme längre än under 2013.

e. Hur påverkas uppvandringstiden i kammartrappan?

Passagetiden genom hela fisktrappan var ca 8 timmar (median), vilket var 0.5 timmar snabbare än under 2013. De laxar som påbörjar uppvandringen i trappan sent under dagen hinner inte passera innan mörkrets inbrott och "övernattning" i fisktrappan bidrar till att den beräknade passagetiden blir längre än för de som vandrar upp under dagtid.

2. Går det att få en mer detaljerad bild av vandringsproblemen i Baggböle som kan vara till hjälp för att fatta beslut om eventuella åtgärder i området?

Registreringarna på undervattensantennen i poolen uppströms den nedre forsen på södra sidan tyder på att merparten av laxarna passerar nära det området i forsen. När laxarna väl lyckats ta sig upp i forsen tycks det vara få som faller tillbaka nedströms till poolen. Däremot är det oklart hur stor andel av laxarna som försöker ta sig upp i den norra delen av den nedre forsen. Det faktum att merparten av laxarna passerar forsen på 23 m<sup>3</sup>/s antyder att "avvattning" av forsen (till ett omlöp) vid 50 m<sup>3</sup>/s spill förväntas ge snabbare uppvandring från området. Laxarna tycks tillbringa relativt kort tid för passage av den övre forsen.

3. Vilken betydelse har nytt utskovsgolv på laxens vandring till och genom fisktrappan?

De enda konkreta bevis för att det nya utskovsgolvet hindrade laxarna från att simma upp mot utskovet när det spilldes från B-luckan var observationer av stora mängder lax som positionerade sig i bakvattnet strax uppströms ingången till diffusorn. Den något snabbare uppvandringen från ankomst till området till uppvandring i fisktrappan liksom den något snabbare uppvandringen i själva fisktrappan kan tyda på en positiv effekt av det nya utskovsgolvet. Uppvandringstiderna mellan olika grupper var dock inte helt samstämmig vilket försvårar tolkningarna.

4. Går det att förbättra anlockningen av fisk från diffusorn till kammartrappan genom att ändra anlockningsströmmen?

Experimentet med olika anlockningsströmningar från kammartrappan till diffusorn antyder att anlockningen av lax förbättras med högre strömhastighet. Däremot tycks försöken med att skapa vorticitet för att anlocka fisken snarare ge försämrade anlockning, troligen på grund

av att halvcylindern som användes för att skapa vorticiteten var ett hinder för fisken när den skulle ta sig vidare upp i kammartappen.

## 1. Introduktion

År 2010 färdigställdes Vattenfall AB's nya fisktrappa i Norrfors (Umeälven) så att lax och havsöring kan nå sina lekområden i den oreglerade Vindelälven. Miljödomstolens beslut om en prøvotid för att undersöka den nya fisktrappans funktion medförde att SLU 2012 i samarbete med Vattenfall AB och Länsstyrelsen i Norrbotten (Luleå) och Västerbotten (Umeå) lämnade ett förslag till kontrollprogram under två år, med start 2012. Utvärderingen för vandringsäsongen (2013) för lax och havsöring i Umeälvens nedre finns i rapportform (<http://pub.epsilon.slu.se/id/eprint/10934>). Denna funktionskontroll fortsatte även 2014 i samband med behov av ytterligare underlag inför beslut om förbättring av vandringsleden specifikt kopplad till förhållandet i Baggböleforsen (Umeälven nedre del). 2014 års verksamhet fokuserades därutöver på uppföljning av de åtgärder som vidtagits inför vandringsäsongen 2014. Dessa åtgärder omfattas av modifierad spillflödesregim med syfte att bättre kunna dra nytta av 50 m<sup>3</sup>/s spillen genom att förlägga merparten av dessa spill under tider på dygnet när laxen är aktiv. Utskovsgolvet nedanför spilllucka B hade jämnats ut genom att fylla betong i håligheter för att skapa högre hastighet i spillet från dammen och därmed minska möjligheten för laxarna att simma upp mot utskovet i samband med 50 m<sup>3</sup>/s spill. Dessutom hade en konstruktion installerats som möjliggör modifiering av vattenströmningen från kammartrappan till diffusorn. Denna konstruktion testades genom att tillämpa fyra olika strömningssituationer för att undersöka möjligheten att förbättra anlockning av fisk från diffusorn till kammartrappan och därmed korta ned uppehållstiderna i området uppströms Laxhoppet. De frågeställningar som var i fokus för vandringsäsongen 2014 var därför:

1. Hur påverkas uppvandringen av fisk från sammanflödesområdet till passage av fisktrappan (gamla älvfåran) av kortare men mer frekventa 50 m<sup>3</sup>/s spill än de traditionella 50 m<sup>3</sup>/s spillen? Mer specifika frågeställningar har varit:

- a. Hur påverkas anlockningen från sammanflödet till Baggböle?
- b. Hur påverkas uppehållstiden i Baggböleområdet?
- c. Hur påverkas vandringen från Baggböleområdet till Fisktrappans område?
- d. Hur påverkas uppehållstiden i området vid fisktrappan?
- e. Hur påverkas uppvandringstiden i kammartrappan?

2. Går det att få en mer detaljerad bild av vandringsproblemen i Baggböle som kan vara till hjälp för att fatta beslut om eventuella åtgärder i området?

- a. Hur har den märkta fiskens benägenhet varit att passera Baggböleforsens restaurerade nedre del?
- b. I hur stor utsträckning har laxar valt den södra delen av forsens i samband med passage eller försök att passera?

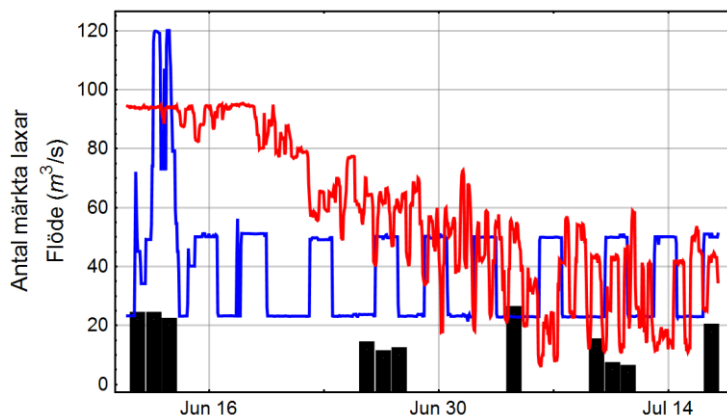
3. Vilken betydelse har nytt utskovsgolv på laxens vandring till och genom fisktrappan?

4. Går det att förbättra anlockningen av fisk från diffusorn till kammartrappan genom att ändra anlockningsströmmen?



## 2. Material och metoder

Lax fångades, märktes och frisläpptes vid 11 tillfällen 2014 (11 juni - 16 juli) vid Långhalsudden i Södra Obbola. Total märktes 159 vilda laxar med PIT-märken varav 94 med aktiva radiosändare (Figur 1).



Figur 1. Fördelning av antal märkta laxar över säsongen i relation till spillflöde och turbinflöde. Flödet via turbinerna har dividerats med 10 för att underlätta den visuella jämförelsen.

Vid Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö genomfördes en genetisk analys av den rådande stamsammansättningen hos den lax som märktes med aktiva radiosändare från Umeälvens mynningsområde under uppvandningsperioden 2014. I samband med att laxarna förseddes med radiosändare togs vävnadsprov för DNA analys. Avsikten med de nu genomförda DNA analyserna har varit att undersöka om de radiomärkta laxarna tillhörde Ume/Vindelälvens laxstam eller om det funnits ett inslag av älvsfrämmande lax. DNA extraherades från vävnadsproven av 94 radiomärkta laxar. För samtliga individer analyserades variation i 8 DNA mikrosatellitmarkörer med PCR och en Beckman Coulter sekvenseringsutrustning. Denna variation användes tillsammans med variationen i samma markörer för ett känt material bestående av 11 olika laxstammar (Torneälv, Kalixälv, Luleälv, Byskeälv, Skellefteälv, Sävarå, Vindelälv, Lögdeälv, Ångermanälv, Indalsälv, Ljusnan) i en stamsammansättningsanalys med programmet MSABayes. Analysen ger dels stamproportioner men beräknar även individuella sannolikheter för stamtillhörighet. Analysen visade att materialet avseende stamproportion hade endast en signifikant komponent: Vindelälvslox med 95.3 (s.d = 0.042) %. Laxindividernas sannolikheter visar att 82st hade en sannolikhet på 95% eller högre att tillhöra Vindelälvsstammen medan 14st individer hade sannolikheter mellan 48 - 94% att tillhöra Vindelälven. Ingen individ uppvisade en högre sannolikhet för någon annan stam än Vindelälven. Den dominerande alternativa stammen var Ångermanälvslox. Dessa resultat ger ingen indikation på att någon av laxarna har haft en annan härkomst än Vindelälven.

En besvärande problematik att hantera vid analysen av 2014 år telemetriundersökning var betydelsen av den dödlighet som noterades av fiskodlingspersonalen i fisktrappan med start den 2:a juli. Denna sjukdomsproblematik hos nyanländ och senare märkt lax till Umeälvens mynning kan ha startat betydligt tidigare med påverkad fisk som följd (Åke Forssen, pers komm, Norrfors Fiskodling). Det noterades totalt ett hundratal döda laxar i fisktrappans gallerstrukturer. Dödligheten höll i sig under ca två veckor och upphörde tvärt därefter.

## Märkning av lax

### Passiva märken

Märkningen av lax som skedde vid 11 tillfällen under perioden 11 juni till 16 juli 2014 innebar att det totalt märktes 159 vilda laxar med PIT-märken varav 94 med aktiva radiosändare (Tabell 1, Tabell 2). En av laxarna som märktes den 9 juli återfångades två dagar senare i ryssjan vid Långhalsudden. Utöver de 159 laxar som märktes fångades 5 laxar som hade märkts tidigare år, varav fyra som hade märkts i Spöland 2011 (1 st) respektive 2012 (3 st). Dessa individer inkluderas inte i studien eftersom minst en av dem avlivades och det är oklart om även de resterande avlivades eller återutsattes.

Tabell 1. Beskrivning av de laxar som märktes med passiva märken, dvs samtliga märkta laxar.

Kön	Antal	Längd (cm)			
		Min	Max	Medel	SD
Honor	73	54	104	91.1	10.6
Hanar	72	51	116	80.7	18.4
OID	14	75	102	92.3	9.6
Alla	159	51	116	86.5	15.4

### Aktiva sändare

Totalt märktes 95 individer med aktiva sändare (43 honor, 43 hanar och 9 vars kön ej kunde bestämmas) (Tabell 2). Dock återfångades en av dessa och sändaren återanvändes på en ny individ. Totalt ingick således 94 laxar med aktiva sändare i undersökningen.

Tabell 2. Beskrivning av de laxar som märktes med aktiva sändare.

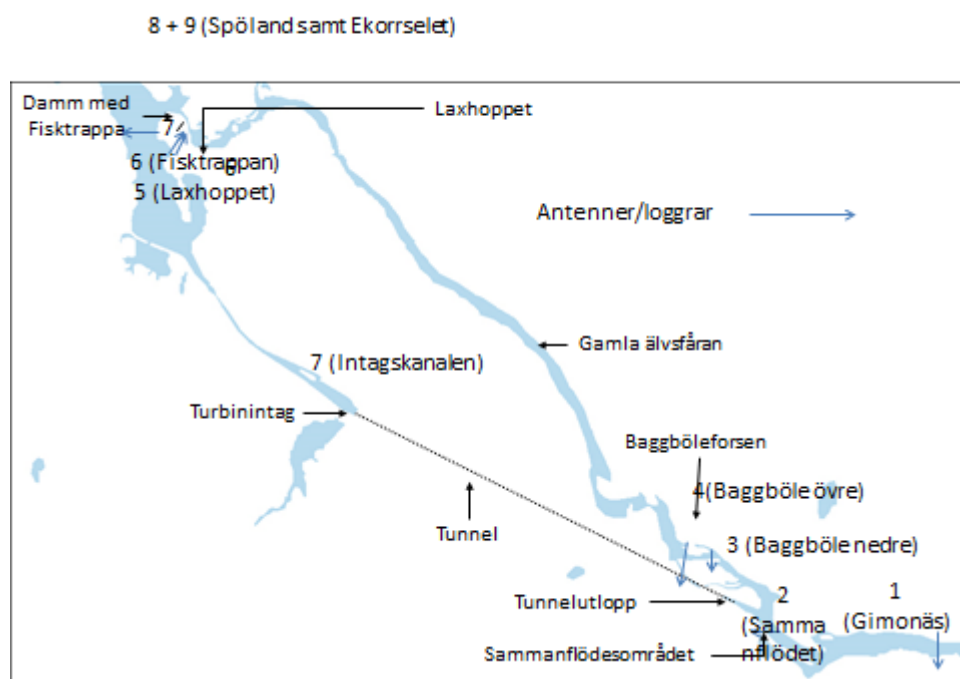
Kön	Antal	Längd (cm)			
		Min	Max	Medel	SD
Honor	43	68	104	91.8	9.3
Hanar	43	57	116	83.9	15.0
OID	9	79	102	92.3	9.7
Alla	95	57	116	88.3	12.8

## Logger- och antenpositioner

De radiomärkta fiskarnas vandring studerades främst med hjälp av registreringar på fasta automatiska telemetriologgrar (NOAA samt ATS-4100). Loggrarna placerades strategiskt i älven från mynningen och uppströms med start i Gimonäs småbåtshamn i Umeälven upp till Slöjdarnas hus (Spöland, Vindelälven) utanför Vännäsby samt i Ekorrsele ca 70 km uppströms Norrfors. Varje logger var försedd med 1-2 stycken luft- eller undervattensantennerna för att optimera läsningen av märkta individer. Totalt placerades 9 loggrar längs älvssträckan. Huvuddelen av antennerna installerades vid de primära problemområdena i sammanflödet, torrfåran, samt vid fisktrappans närområde (Figur 2, Tabell 3). Luftantennerna jämfört med undervattensantennerna har använts för att ge en övergripande bild av var fisken befinner sig. Undantaget var dock sammanflödet där 2 luftantennerna användes på en liten yta. Undervattensantennerna användes vid sammanflödet (udden), Baggbölepoolen,

Kungsmofallen, Laxhoppet, och i fisktrappan för att erhålla och högupplösta data av fiskens närvaro och simbeteende vid dessa platser. Loggerpositionerna Gimonäs båthamn och Slöjdarnas hus bedömdes som viktiga i 2014 års funktionskontroll av vandringsleden. Dessa data ger ett bra referensmaterial vid jämförelse med studier gjorda tidigare år. Driftkontroll och tömning av de aktiva loggrarna gjordes 1-3 gånger i veckan. Registreringen av signaler på loggrarna visar att funktionaliteten varit genomgående hög med undantag av loggern vid Laxhoppet, vars undervattensantenn flera gånger skavts av mot klipporna på grund av den turbulenta strömningen i området ([Bilaga 1](#)).

Dubbla loggar och antenner användes för att maximera detekteringen av märkt fisk i Baggböleområdet. Täckningsområdet för antennerna vid diffusorn undersöktes med ett sk rangetest (redovisas i Leonardsson *et al* 2013) för att avgöra om antennerna registrerade signaler från sändare inom just de områden som var tänkt.



Figur 2. Figuren visar positionerna med aktiva antenn- och loggerlokaler som användes för att följa den radiomärkta laxens uppvandring i Umeälven sommaren 2014.

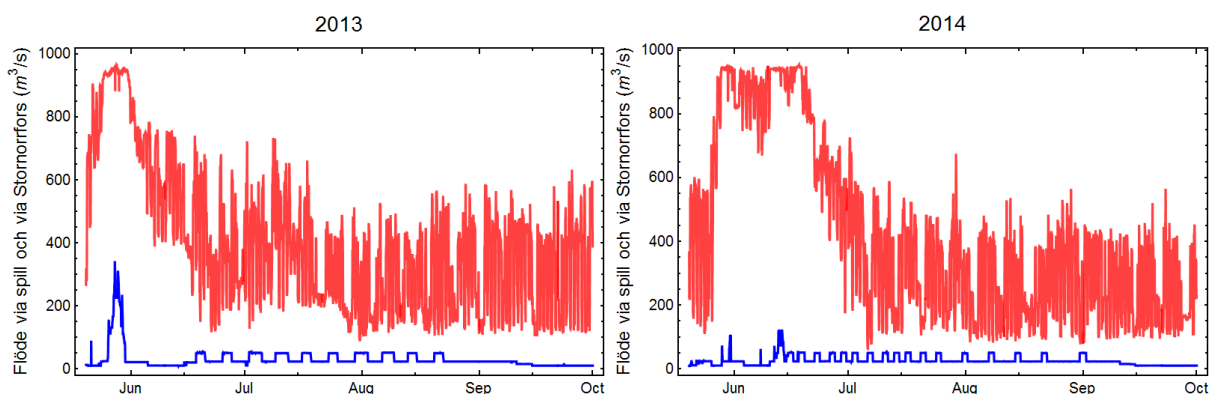
Tabell 3. Beskrivning av antenner, luft respektive vatten, för var och en av de loggrar som användes under fältsäsongen.

Lokal	Antenn nr luft	Antenn nr vatten
Gimonäs	1	
Sammanflödet	2	
Baggböle nedre	1	1
Baggböle övre		2
Laxhoppet	1	
Diffusor	1	1
Kammartrappan nedre		2
Fisktrappan övre	1	1
Intagskanal	1	
Spöland	1	
Ekorrsele	1	

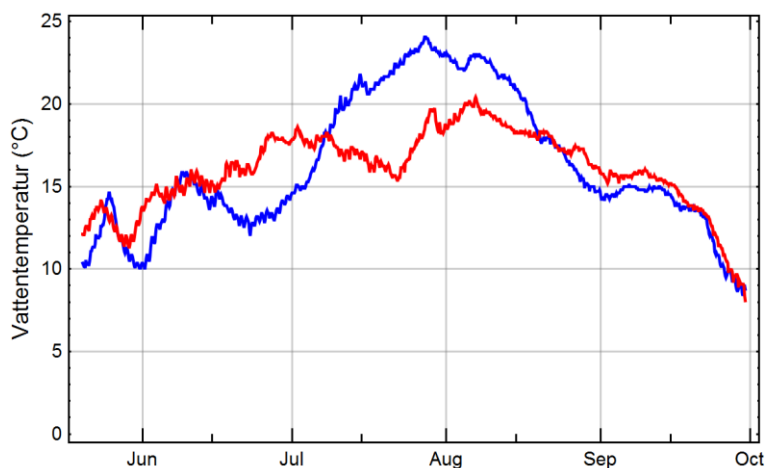
### 3. Resultat och diskussion

#### 3.1 Vandringsäsongen 2014

Vandringsäsongen 2014 karaktäriserades av höga flöden från månadsskiftet maj-juni och några veckor in i juni. Höglödet sträckte sig några veckor längre in på vandringsäsongen under 2014 jämfört med 2013 (Figur 3). Under den perioden spilldes upp till 120 m<sup>3</sup>/s från dammen. Efter mitten av juni följde spillflödena utan undantag den planerade spillflödesregimen för säsongen 2014. Vattentemperaturen fluktuerade mellan 10 och 16 °C fram till början av juli (Figur 4). I genomsnitt var vattentemperaturen 2 grader lägre under denna period 2014 jämfört med 2013. Därefter steg temperaturen upp över 24 °C. Medeltemperaturen för juli och augusti blev 2.2 grader varmare jämfört med under motsvarande period 2013.

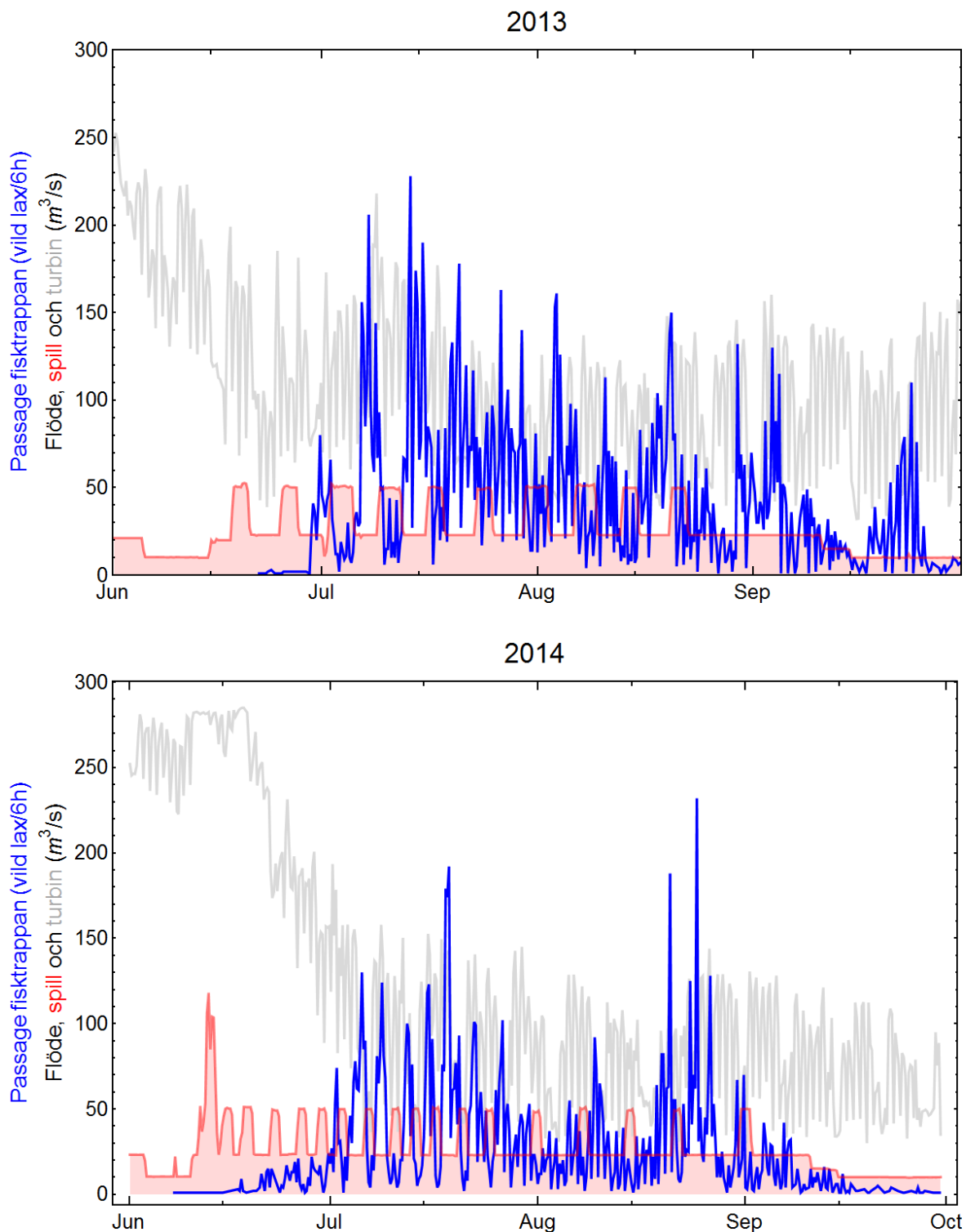


Figur 3. Vårfloden kom huvudsakligen i juni vilket ledde till höga flöden via kraftverket och även en del extra spill i den gamla älvfåran. Efter mitten av juni förekom inget extra spill utöver den spillregim som hade planerats för sommaren 2014. Denna säsong testades kortare 50 m<sup>3</sup>/s spill för att möjliggöra flera tillfällen med den storleksordningen på spillflödet över säsongen. Höglödet 2013 avtog ca två veckor tidigare under säsongen jämfört med under 2014.



Figur 4. Vattentemperaturen i sammanflödesområdet var mycket hög i mitten av vandringsäsongen 2014 (blå). Som jämförelse visas även 2013 års vattentemperatur (röd). Temperaturskillnaderna är små i olika delar av nedre Umeälven eftersom vattnet rör sig fort, ca 1.5 timme från dammen via den gamla älvfåran ned till sammanflödesområdet.

Generellt började uppvandringen av lax tidigt i de flesta norrlandsälvarna och den första laxen passerade fisktrappan i Norrfors den 7 juni vilket betyder att de första laxarna varit åtminstone en vecka i älven innan dess. Tillgången på lax i Umeälvens mynning var god i samband med den första märkomgången den 11-13 juni. Ett flertal av laxarna var dock i dålig kondition trots att värmen inte var påtaglig vid den tidpunkten. Fångsterna var inte lika bra vid de efterföljande märktillfällena och konditionen förblev låg överlag. Sjukdoms- och svampangreppen blev påtagliga i fisktrappan, speciellt under de tre första veckorna i juli då totalt 105 döda laxar plockades ur fisktrappan. Därefter försvann svampproblemen men i gengäld tycks den höga vattentemperaturen ha bromsat uppvandringen från senare halvan av juli till mitten av augusti (Figur 4, Figur 5). Någon motsvarighet i minskad uppvandring senare delen av juli till mitten av augusti observerades ej under 2013 (Figur 5).

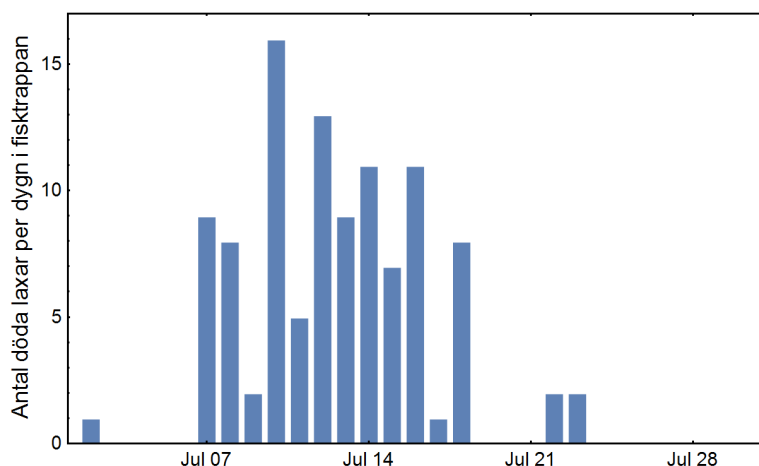


Figur 5. Uppvandringen av vild lax i fisktrappan ( $N= 10525$ ) i Norrfors 2014 (blå linje, antal per 6-timmarsintervall) kom av sig under juli-augusti när vattentemperaturen översteg 20-21 grader. Även uppvandringen i mitten av juli torde vara lägre än förväntat på grund av sjukdomsproblemen. Uppvandringsmönstret styrs i hög utsträckning av alterneringen mellan 50 och 23  $m^3/s$  spill (röd linje), med mycket lägre uppvandring i samband med 50  $m^3/s$  spill. Höga flöden via kraftverket (grå linje, multiplicerat med 0.3) i början av säsongen ger en fördröjning av uppvandringen i och med att den låga andelen spill gör det svårare för laxarna att hitta vandringvägen, den gamla älvfåran, till fisktrappan. Uppvandringsmönstret för 2013 visas som jämförelse.

Det är svårt att från årets resultat göra en rättvis bedömning av den totala vandringsframgången för märkt lax från mynningsområdet till fisktrappan då de olika märkgrupperna uppvisade stor variation i förmåga att passera uppströms till fisktrappan. Total passerade 20.1 % av de PIT-märkta laxarna fisktrappan under säsongen (Tabell 4), vilket är betydligt lägre än föregående år då vandringsframgången var ca 52 %. Den undre respektive övre gränsen för ett 95 % konfidensintervall för uppvandningsframgången beräknat på samtliga märkta 2014 var 12.5 % respektive 25 %. Om man beräknar vandringsframgången för de som registrerades uppe i älven blev vandringsframgången något högre, 27 %. Bortfallet var speciellt stort ur den första märkgruppen som märktes 11 till 13 juni. Om man räknar bort den gruppen och fokuserar på de som registrerades uppe älven blev vandringsframgången ca 38 %. Det bör dock noteras att den låga vandringsframgången speciellt för den första märkgruppen inte enbart beror på vandringsproblemen i älven utan förklaras delvis av den dödlighet som observerades bland uppvandrande laxar (Figur 6). Den genomsnittliga dödligheten var ca 2.4 % per dag under perioden med flest döda laxar, 7 juli till 23 juli. Den nivån på dödligheten per dag kan dock inte gälla för hela populationen vid den perioden eftersom det skulle ha slagit ut 40 % av beståndet. Även om död lax observerades i den gamla älvfåran och nedströms sammanflödet i juli månad är det orimligt att det skulle varit 10 000-tals döda laxar i och med att endast 13 % av årets uppvandring hade nåtts när dödligheten var som mest påtaglig.

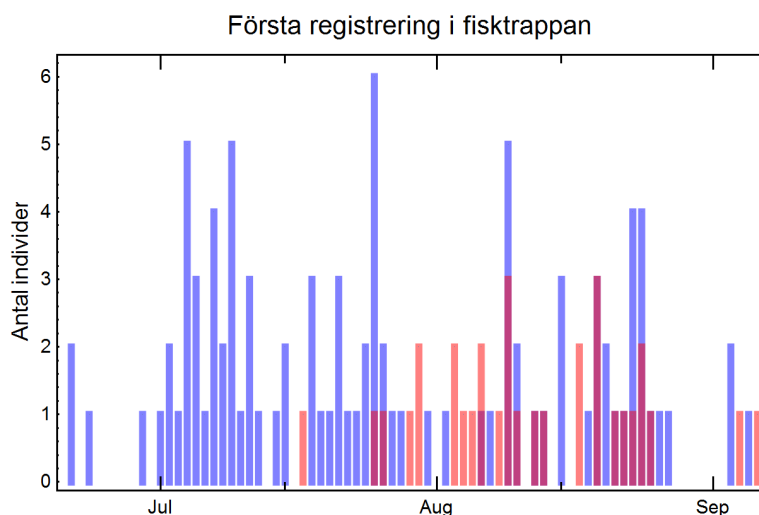
Tabell 4. Andel av märkta laxar från olika projekt som passerade Stornorrfor's fisktrappa under 2014.

Projekt	Märkt år	Antal reg	Antal märkta	% passerat
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2011	11	9109	0.12
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2012	68	14238	0.48
ELFORSK, Norrfors fiskodling, uts. i trappan	2012	1	361	0.28
ELFORSK, Poolförsök Norrfors	2012	4	1087	0.37
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2013	55	11910	0.46
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2011	11	2158	0.51
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2012	53	2625	2.02
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2013	18	1734	1.04
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2014	14	2461	0.57
Norrfors fiskodling	2014	1	2000	0.05
Utvärdering av fisktrappan i Norrfors	2012	1	382	0.26
Utvärdering uppvandring 2014	2014	32	159	20.12
Utvärdering selektivt fiske 2014 (skonsam vittjning)	2014	7	27	25.93



Figur 6. Dödligheten hos den uppströmsvandrande laxen var mest påtaglig under två veckor från och med den 7 juli.

Ankomsten till fisktrappan i Norrfors var betydligt tidigare för den vilda laxen märkt som smolt i Spöland jämfört med de som märktes i Obbola (Fiskeplats Långhalsudden) 2014 (Figur 7). Mediandatum för ankomst var 24 juli för Spölandslaxarna och 10 augusti för Obbolalaxarna, dvs 17 dagar senare. När den första Obbolamärkta laxen registrerades, 17 juli, hade ca 38 % av de återvändande Spölandsmärkta laxarna redan registrerats i fisktrappan. 25 % av de återvändande Spölandsmärkta laxarna hade registerats i fisktrappan fram till den 9 juli medan motsvarande datum för de Obbolamärkta laxarna var den 4 augusti.



Figur 7. Första registrering i fisktrappan för laxar som tidigare märkts i Spöland (blå staplar) respektive de som märktes i Obbola 2014 (röda staplar). Överlappande staplar har mörkare färg.

Av de återvändande laxar som tidigare år märktes i Spöland som smolt registrerades 98 individer i fisktrappan och av dessa passerade 86.7 % (95 % CI: 80-93 %). Motsvarande andel som

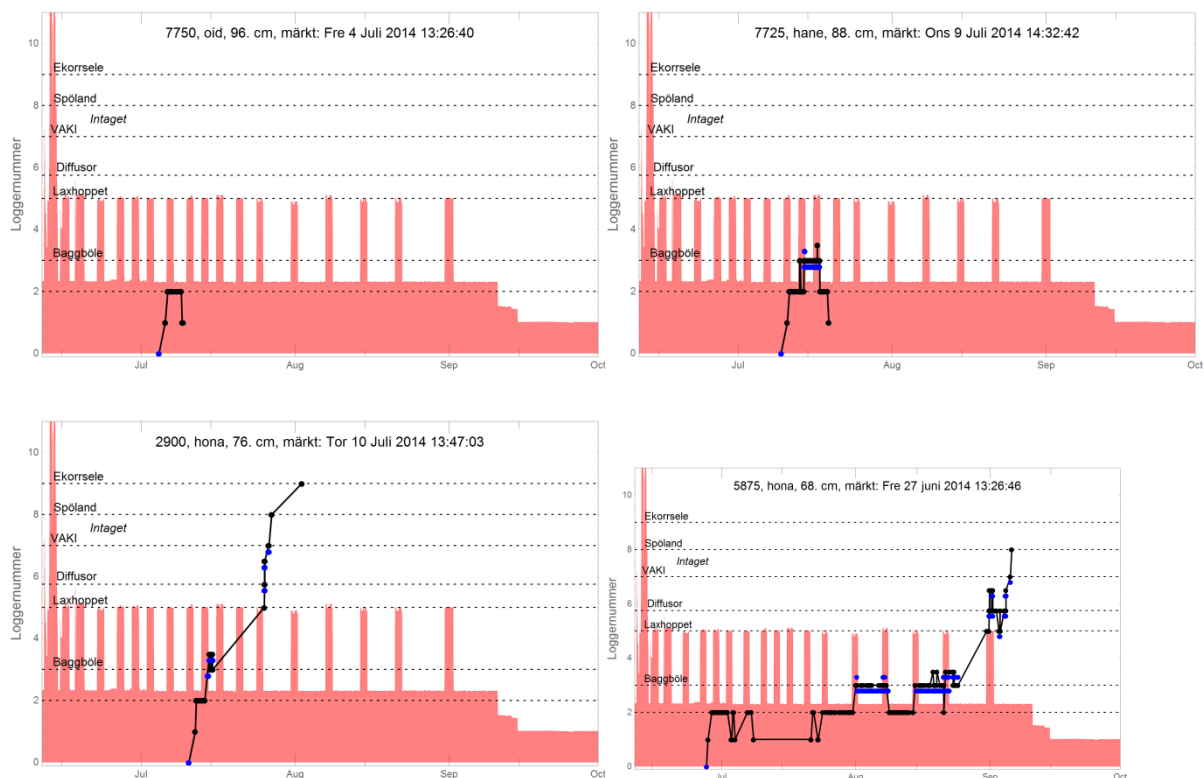


passerade trappan av de laxar som märktes i Obbola var 94 % (95 % konfidensintervall: 85-97 %, n=34) (Tabell 5). Vid närmare analys av vilka av Spölandslaxarna som misslyckades framkom att merparten, 13 av 16, kom till fisktrappan i början av juli när sjukdomsproblemen var som störst. Om man utvärderar vandringsframgången i fisktrappan för de Spölandslaxar som anlände efter den 11 juli blir resultatet 95.5 %, vilket är i nivå med utfallet föregående år. Utifrån det stora bortfallet av Spölandsmärkta laxar skulle man kunna dra slutsatsen att ca 10 % av de som tog sig till fisktrappan hade nedsatt kondition bland annat på grund av sjukdom och svampangrepp.

Tabell 5. Andel av märkta laxar från olika projekt som registrerades minst en gång i Stornorrfor's fisktrappa under 2014.

Projekt	Märkt år	Antal reg	Antal märkta	% åter
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2011	14	9109	0.15
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2012	93	14238	0.65
ELFORSK, Poolförsök Norrfors	2012	4	1087	0.37
ELFORSK, Norrfors fiskodling, uts. i trappan	2012	1	361	0.28
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2013	70	11910	0.59
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2011	14	2158	0.65
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2012	64	2625	2.44
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2013	18	1734	1.04
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2014	80	2461	3.25
Norrfors fiskodling	2014	3	2000	0.15
Utvärdering av fisktrappan i Norrfors	2012	1	382	0.26
Utvärdering av fisktrappan i Norrfors	2013	2	363	0.55
Utvärdering uppvandring 2014	2014	34	159	21.25
Utvärdering selektivt fiske 2014 (skonsam vittjning)	2014	10	27	37.04

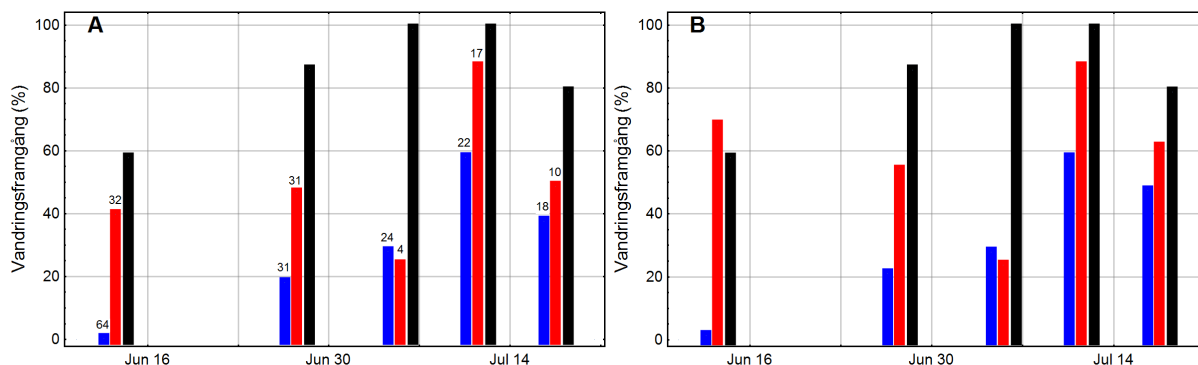
De radiomärkta laxarna uppvisade i huvudsak fyra olika karaktäristiska vandringsmönster (Figur 7). Det vanligaste mönstret var att laxarna simmade upp till sammanflödesområdet och uppehöll sig nedströms Baggböle ett antal dagar innan de återvände till havet, se övre vänstra figuren (n=29). Den näst vanligaste gruppen utgjordes av de som vandrade upp till Baggbölepoolen och tillbringade ett antal dagar-veckor där innan de vände nedströms (n=23). En del av dessa individer vände periodvis nedströms för att återvända till Baggbölepoolen innan de återvände till havet. Den tredje gruppen uppvisade ett beteende som observerats under flera av de tidigare telemetristudierna, där laxarna vandrar upp- och nedströms ett flertal gånger i olika områden innan de slutligen passerade fisktrappan, alternativt att de inte passerade fisktrappan (n=21, nedre högra figuren). Ett fåtal individer simmade uppströms och passerade fisktrappan utan nämnvärd fördröjning i något av områdena (n=2).



Figur 8. Vandringsmönster för fyra av de dominerande typerna. Övre vänstra figuren beskriver fiskar som simmade upp till sammanflödesområdet och vände ( $n=29$ ), övre högra figuren beskriver fiskar som simmade upp till Baggböleområdet och vände relativt omgående ( $n=23$ ), nedre vänstra figuren beskriver individer som passerade genom systemet utan längre uppehåll i något av områdena med loggrar ( $n=2$ ), nedre högra figuren beskriver fiskar som ägnade lång tid i ett eller flera av "problemområdena" utan att nödvändigtvis lyckas passera fisktrappan ( $n=21$ ).

### 3.2 Utvärdering märkgrupper 2014

Det är anmärkningsvärt att av alla PIT-märkta fiskar ( $n=64$ ) i början av juni passerade mindre än 2 % fisktrappan medan senare PIT-märkt fisk (sent i juni- mitten juli) visade betydligt högre vandringsframgång (22-60 %) (Figur 8). Vandringsframgången upp till Baggböle området var betydligt högre då mellan 25-85 % ( $n=93$ ) av alla de radiomärkta fiskarna från olika märkomgångar passerade sammanflödesområdet och registrerades på loggrarna i Baggböleområdet. Sammantaget, och en genomgående trend, var att en majoritet (65 %) av de radiomärkta fiskarna hittade Baggböleforsen men merparten tog sig inte vidare upp till och passerade fisktrappan. I det mest extrema fallet, första märktillfället andra veckan i juni, då 64 fiskar märkts kunde vi konstatera att 1 fisk passerade fisktrappan medan 13 fiskar varit i Baggböleområdet. 51 radiomärkta laxar tog sig alltså inte upp till Baggböle överhuvudtaget. Av den här gruppen radiomärkta laxar ( $n=32$ ) från de tre första märkdagarna i juni registrerades endast 59 % ( $n=19$ ) på någon av loggrarna i älven. Från den andra märkomgången tog sig 87 % av de märkta laxarna upp i älven medan 100 %, 100 % samt 80 % simmade uppströms vid det tredje, fjärde respektive femte märktillfället.



Figur 9. Vandringsframgång för de fem märkgrupperna från Obbola (Långhalsudden) till passage av fisktrappan (blå staplar, PIT-märken) och andelen som vid något tillfälle befann sig i Baggböle (röda staplar, telemetri), samt andel som registrerades uppe i älven (svarta staplar, telemetri). Siffrorna ovanför staplarna anger hur många individer som ingick i respektive märkgrupp. A) vandringsframgång utan justering för andel som vandrade upp i älven och B) vandringsframgång för de som vandrade upp i älven.

### 3.3 Utvärdering av kortare men mer frekventa 50 m<sup>3</sup>/s spill

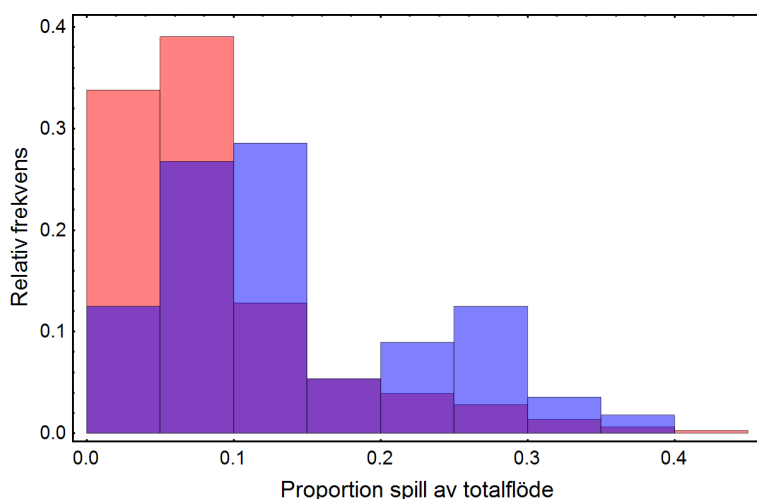
#### 3.3.1 Anlockning från sammanflödet till Baggböle

Av de 94 laxar som märktes med aktiva radiosändare registrerades 77 st (82 %) uppe i älven förbi Gimonäs och upp till sammanflödesområdet. Vandringstiderna varierade mellan 1.2 och 3.0 dagar för hälften av laxarna, median=1.8 dagar ([Bilaga 2](#)). Notera att antalet individer som ingår i olika beräkningar kan skilja sig för olika loggrar beroende på vilken frågeställning som analyseras. Vid analys av antal laxar som nått ett visst område i älven kontrolleras även registreringar på samtliga uppströmsloggrar som en säkerhetsåtgärd ifall någon av laxarna inte registrerades på en specifik logger. Vid analys av vandringstider måste dock registreringar finnas på de loggrar mellan vilka vandringstiden beräknas. Om registrering saknas på en eller båda loggrarna i det fallet utgår individen ur beräkningen. Däremot kan den komma med i beräkningen mellan andra loggrar om registreringarna var starkare där.

Uppehållstiden i älven från dess att laxarna registrerades på loggern i sammanflödesområdet tills de vandrade upp till Baggböle varierade mellan 0.8-4.4 dygn (Q1-Q3) för hälften av laxarna, median=1.8 dygn (n=45) ([Bilaga 3](#)). Med tanke på att laxarna kan undgå att registreras på loggern i sammanflödesområdet första gången de kommer dit har utvärderingen även gjorts genom att inkludera data från Gimonäsloggern i analysen. Uppehållstiden i området blir därför beroende av vilken logger laxarna först registrerades på. Uppehållstiderna blir då något längre men ger ändå en uppfattning om vilken tid laxarna tillbringat i älven innan de vandrar vidare upp mot Baggböle. Mediantiden i denna analys var 3.25 dygn (Q1=1.4, Q3=8.1 dygn, n=45). Föregående år var uppehållstiden nedströms Baggböleområdet 0.2-2.4 dygn (median=1.0, n=108) innan uppvandringen till Baggböleområdet. För merparten av laxarna var uppehållstiden därför ca 1-2 dygn längre under 2014 än under 2013. Förhoppningen var att uppehållstiden i sammanflödet skulle kortas ned med de mer frekventa men kortare 50 m<sup>3</sup>/s spillen. Med tanke på omständigheterna som rådde under säsongen 2014 bör resultaten inte tolkas som att den nya spillregimen varit verkningslös. Faktum är

att de höga flödena via kraftverket motverkade de första veckornas 50 m<sup>3</sup>/s spill under 2014. Under 2013 var det genomgående låga flöden via kraftverket. Dessutom hade man ytterligare ett mål med den nya spillregimen, att minska laxarnas uppehållstid i Baggböle, samt att minska tiden för distraktion i anslutning till diffusorn för att snabbare kunna få laxarna att vandra upp i fisktrappan. Utvärderingen av dessa aspekter presenteras längre fram i rapporten.

Mer än 87 % av laxarna vandrade upp från sammanflödet till Baggböle på mer än 5 % spill av totalflödet medan andelen av tiden med spill över 5 % var ca 75 %. Drygt 60 % av laxarna vandrade upp från sammanflödet till Baggböle på mer än 10 % spill samtidigt som andelen av tiden med spill över 10 % var 32 %. Verkningsgraden i spillflödet ökar därför markant när andelen spillflöde uppgår till minst 10 %, vilket även framgår i Figur 10. Om man använder anlockningseffektiviteten vid olika andelar spill som redovisas i Figur 10 blir den förväntade andelen lax som tog sig till Baggböle vara ca 65-70 %. Den observerade andelen av de radiomärkta laxar som registrerades uppe i älven och som tog sig till Baggböle var ca 65.4 %. Den andelen var betydligt lägre än den andel som observerats (drygt 90 %) i de flesta av de tidigare telemetristudierna i området. Liksom föregående år tycks laxarna reagerat på de flödesförhållanden som rådde i sammanflödesområdet ca 4-5 timmar innan de registrerades första gången i Baggböleområdet ([Bilaga 4](#)).



Figur 10. De flesta radiomärkta laxarna anlände till Baggböle från sammanflödet när andelen spill var högre än den normala andelen spill mellan klockan 2 och klockan 22 under perioden 12 juni till 20 juli. Röda staplar visar den totala fördelningen av andelen spillflöden under perioden och blå staplar visar andelen spillflöde 4 timmar innan laxarna kom till Baggböle. Mörka partier i figuren visar överlapp mellan blåa och röda staplar.

### 3.3.2 Upphållstid i Baggböleområdet

14 individer registrerades på PIT-läsaren i Baggböle och mediantiden från märkning till första registrering i Baggböle var 4.3 dygn (Q1=4.0, Q3=4.8, min=2.7, max=21.8). Motsvarande tid från märkning till första registrering i Baggböle var föregående år 7.8 dygn (median) (Q1=4.2, Q3=12). Merparten av laxarna som märktes 2014 var således flera dygn snabbare än de som märktes 2013. Det är oklart om den snabbare uppvandringen är en konsekvens av 2014 års spillregim med mer

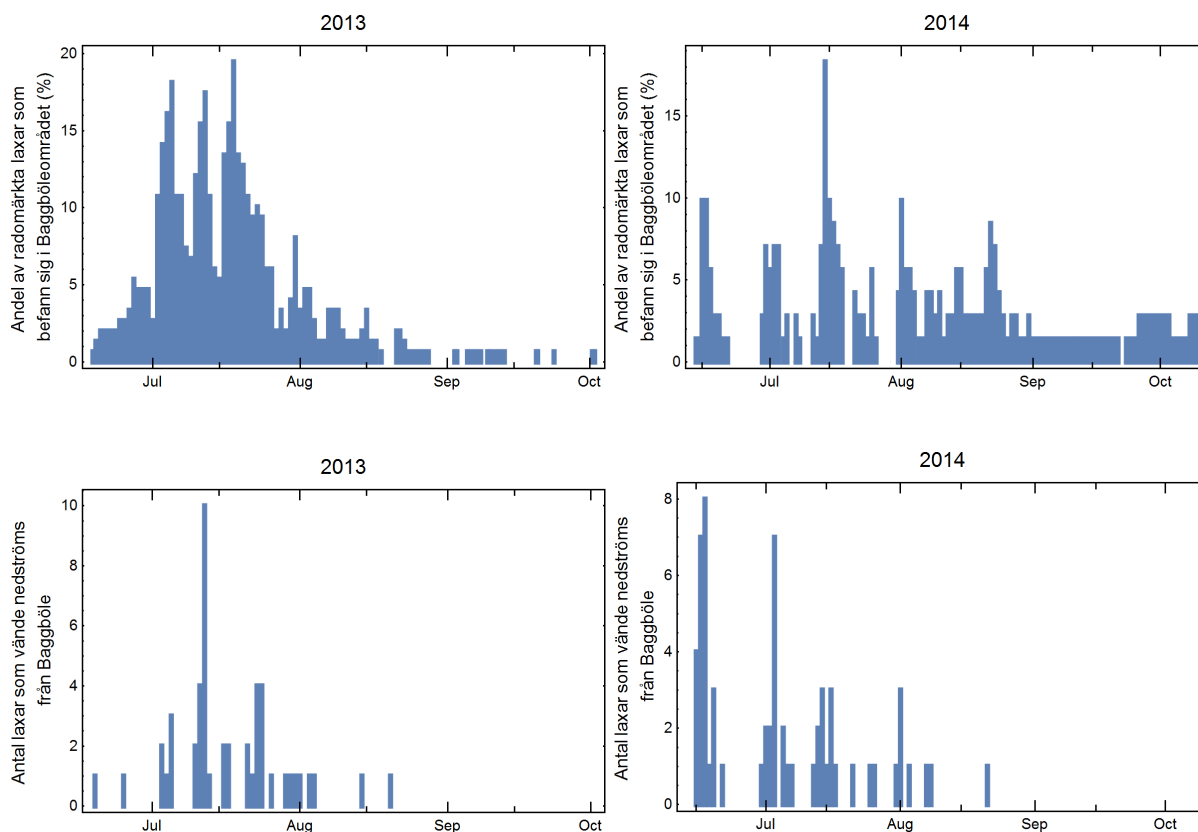
frekventa men kortare 50 m<sup>3</sup>/s spill eller om det är en följd av att de laxar från 2014 som motsvarar de långsamvandrande laxarna från 2013 inte tog sig till Baggböle överhuvudtaget.

Det tog mellan 3.7 och 21.6 dagar (Q1-Q3) för de radiomärkta laxarna att ta sig från Långhalsudden till Baggböle, median=4.8 dagar ([Bilaga 3](#)). 68 % (38 av 56) av de radiomärkta laxarna som registrerades i Baggböle anlände på mer än 45 m<sup>3</sup>/s spill.

Det finns en viss osäkerhet om hur många av de radiomärkta laxarna som kom till Baggböle. De osäkra observationerna gäller tre individer. Det innebär att den genomsnittliga vandringsframgången från Obbola till Baggböle var minst 48 % och som mest 51 %. Med konfidensintervall blir intervallet betydligt större (95 % konfidensintervall: 37-61 %). Vandringsframgången var något lägre för de Obbolamärkta laxarna från Baggböle till passage av fisktrappan, 31-33 %. Om de Spölandsmärkta laxarna hade samma vandringsframgång från Obbola till Baggböle som de Obbolamärkta skulle den sammanlagda vandringsframgången för Spölandslaxarna bli ca 18 %, vilket är i nivå med den framgång som de Obbolamärkta laxarna hade (20 %, Tabell 4).

De längsta sammanhållna uppehållstiderna i Baggböleområdet hade ett medianvärde på 2,1 dygn (Q1=1,0, Q3= 4,0). Däremot var uppehållstiderna betydligt längre om man räknar från första till sista registrering innan uppströmsvandringen. Mediantiden blev då 28.8 dagar (Q1=11.6, Q3=48.3), vilket är betydligt längre än föregående år. Förra året var medianvärdet 6.8 dygn.

Upphållstiderna i Baggböleområdet leder till en ansamling av vandringsfisk och periodvis kan stora mängder lax finnas i området. Under 2014 kom andelen upp i 18 % av de märkta som tog sig upp i älven (Figur 11). Motsvarande siffra för 2013 var nästan 20 %. Notera att märkningen inte gjordes dagligen vilket innebär att ansamlingarna framträder som spikar i tidsserierna i Figur 11. Om märkningen skulle gjorts dagligen skulle oregelbundenheterna utjämnas och nivån skulle bli högre eftersom de flesta laxar stannar mer än ett dygn i området. Utifrån resultaten från 2013 kan man därför dra slutsatsen att andelen lax, av totalt antal laxar som kommer till älven, som samtidigt kan befinna sig i Baggböleområdet kan uppgå till över 25 % under enstaka dagar. Ansamlingen tycks vara som störst de tre första veckorna i juli. Med 40 000 återvändande laxar kan man alltså förvänta sig upp mot 10 000 laxar samtidigt i Baggböleområdet. Mängden nedströmsvändande lax från Baggböleområdet under 2014 var som störst i början av säsongen. Under 2013 var mängden nedströmsvändande lax från Baggböle som störst när mängden lax var som störst, dvs i juli. Det går inte att dra några säkra slutsatser om täthetsberoende i nedströmsvandringen eftersom den totala mängden lax i området inte var känd.



Figur 11. Den förhållandevis långa uppehållstiden i Baggböleområdet leder periodvis till ansamling av stora mängder lax vilket återspeglas av den procentuella andelen radiomärkt lax (övre figurerna). Nedströmsvandringen av radiomärkt lax från Baggböleområdet var som störst under 2013 när flest laxar befann sig i området medan nedströmsvandringen var som störst i början av säsongen 2014 (nedre figurerna).

### 3.3.3 Vandringen från Baggböleområdet till fisktrappans område

87.5 % (14 av 16) av individerna passerade Baggböleforsen på 23 m<sup>3</sup>/s medan resterande två individer passerade på 50 m<sup>3</sup>/s. Dessa siffror skall ställas i relation till att 23 m<sup>3</sup>/s spill förekom ca 68 % av tiden under perioden 12 juni till 1 september. Om man istället beräknar andelen av tiden med upplevt flöde för den tid laxarna befann sig i Baggböle blev andelen med 23 m<sup>3</sup>/s ca 73 %. Oavsett beräkningssätt var passagera överrepresenterade vid 23 m<sup>3</sup>/s spill.

17 (45 %) av de 38 Spölandslaxar som registrerades i Baggböle registrerades även i fisktrappan. 14 av dessa passerade fisktrappan, vilket motsvarar 36.8 % passageeffektivitet (95 % konfidensintervall: 21-53 %) räknat från Baggböle (Tabell 6). 35 – 40 % av de radiomärkta laxarna som befunnit sig i Baggböle registrerades senare i fisktrappan. Motsvarande vandringsframgång under 2013 var 65 % (N=54).

Tabell 6. Andel av märkta laxar från olika projekt som registrerades på PIT-läsarna i Baggböle 2014.

Projekt	Märkt år	Antal reg	Antal märkta	% åter
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2011	17	9109	0.19
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2012	78	14238	0.55
ELFORSK, Norrfors fiskodling, uts. i trappan	2012	1	361	0.28
ELFORSK, Poolförsök Norrfors	2012	2	1087	0.18
ELFORSK, Norrfors fiskodling	2013	54	11910	0.45
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2011	11	2158	0.51
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2012	25	2625	0.95
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2013	3	1734	0.17
Indexvattendrag, Vindelälven, smolt	2014	2	2461	0.08
Norrfors fiskodling	2014	24	2000	1.20
Utvärdering av fisktrappan i Norrfors	2012	1	382	0.26
Utvärdering uppvandring 2014	2014	23	159	14.37

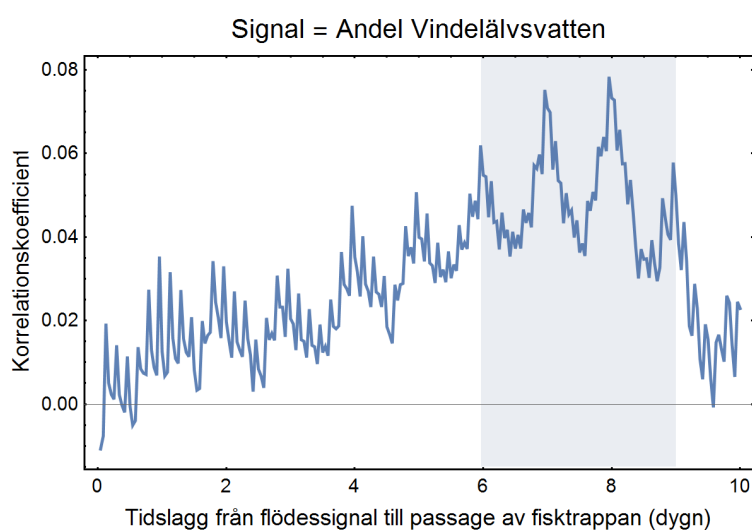
Av de Spölandsmärkta laxarna som registrerades i fisktrappan hade 17.3 % även registrerats i Baggböle. Motsvarande siffror för laxarna som märktes med PIT-märken i Obbola var 41 % (n=34, 43 % om man utesluter den första märkomgången) respektive 21 % (14). Effektiviteteten för läsaren i Baggböle tycks därför vara kring 17-21 % för de flödesförhållanden som rådde under sommarsäsongen 2014. Om bortfallet på ca 57 % gäller även de laxar som inte registrerades på läsaren i Baggböle innebär det att andelen återvandrare av de som tidigare märkts i Spöland borde ha uppgått till ca 2.9 % enbart under 2014. Dock var bortfallet större (65 %, n=52) för de radiomärkta laxarna som registrerades i Baggböle om man ser över hela säsongen. Om man utesluter den första märkgruppen blev vandringsframgången från Baggböle till fisktrappan 47 %, dvs 53 % bortfall. I denna analys framkom att en av de radiomärkta laxarna som nådde fisktrappan inte registrerades på någon av loggrarna längs älven. Den individen hade antingen tappat sändaren eller så hade sändaren slutat fungera innan laxen simmade upp i älven. Anledningen till att denna lax kunde identifieras var på grund av att individens PIT-märke registrerades i fisktrappan.

Tiden från den sista registreringen i Baggböle till den första registreringen i kammartrappan var 7.9 dygn (median) (N=16, Q1=3.8, Q3=14.1, min=1.68, max=35.0 dygn). Tiden från den sista registreringen i Baggböle till den första registreringen på antenn 7 överst i fisktrappan var 11.2 dygn (median) (Q1=4.4, Q3=14.5, min=1.96, max=38.4 dygn). Trots de höga vattentemperaturerna under säsongen 2014 var motsvarande vandringsstid föregående år endast marginellt kortare, 10 dygn (median) (Q1=5.8, Q3=30 dygn).

Laxarnas motivation till uppströmsvandring i Baggböleområdet har främst kopplats till flödesförhållandena. Det finns dock ytterligare en aspekt som inte analyserats tidigare och det är om andelen Vindelälsvatten kan ha betydelse. Om ökad andel Vindelälsvatten ökar vandringsviljan hos laxarna borde det gå att spåra i VAKI-data i och med att dessa data har realtidsupplösning. Genom att undersöka korrelationsstrukturen mellan antal uppvandrande vilda laxar och andelen Vindelälsvatten vid successivt ökande tidslaggar skulle man rent teoretiskt förvänta sig en topp i korrelationsmönstret för relevanta tidslaggar om laxarna reagerar på Vindelälvs lukten. Om lukten i

vattnet spelar någon roll för laxarna i Baggböleområdet borde man förvänta sig en tidslag på mindre än ca 10-11 dygn (median) utifrån årets och föregående års resultat, givet att laxarna reagerar snabbt på koncentrationsförändringarna. Faktum är att det är de snabbaste individerna som förväntas ge en signal i data som går att spåra eftersom korta vandringstider förblir sammanhängande medan laxar med utdragna vandringstider tenderar till att fördelas över en längre period vid passage av fisktrappan. Det korrelationsmönster som utkristalliserades vid analysen gav starkaste positiva signalerna för en tidslag mellan 6 och 9 dygn (Figur 12).

Korrelationskoefficienterna var låga, men toppen mellan 6-9 dygn ger ändå en antydning om att doftämnen kan ha påverkat laxarnas beteende. En intressant aspekt i detta sammanhang är att andelen Vindelälsvatten inte är generellt högre i samband med 50 jämfört med 25 m<sup>3</sup>/s spill. Även om det inte är enkelt att manipulera andelen Vindelälsvatten i Umeälvens nedre del kan den egenskapen potentiellt påverka laxarnas motivation till vandring under säsongen.



*Figur 12. Korrelationer mellan förändringen av antal vilda laxar som passerar fisktrappan dag X och förändringen av andelen Vindelälsvatten i älven det antal dagar före dag X som anges på x-axeln. Det blåmarkerade området visar förväntat antal dygn från att laxarna "utsattes" för ökande signaler från Vindelälven till dess att de passerade fisktrappan. Notera att korrelationskoefficienterna är låga, men toppen mellan 6-9 dygn ger ändå en antydning om att förändringen i doftämnenas koncentration påverkar laxarnas beteende.*

### 3.3.4 Uppehållstid i området vid fisktrappan

34 av de 159 PIT-märkta laxarna registrerades i fisktrappan och den snabbaste individen nådde trappan 5.7 dygn efter märkning. Mediantiden för laxarna att nå trappan var 35.1 dygn (Q1=23.1, Q3=51.2 dygn, max=71.1). 32 (94.1 %) av dessa 34 passerade fisktrappan. Mediantiden från märkning till passage var 39.0 dygn (Q1=24.0, Q3=52.2, min=5.9, max=77.2 dygn). Motsvarande tid för 2013 var 31.9 dygn (median). För hälften av individerna tog vandringen minst 7 dagar längre 2014 jämfört med 2013. En bidragande orsak till den långsammare uppvandringen torde vara de höga vattentemperaturerna som rådde under flera veckor under juli-augusti.

Utvärdering av tiden för ankomst till diffusorn kan endast göras med hjälp av data från de radiomärkta laxar som registrerades i fisktrappan. Det stora bortfallet i uppvandringen ledde till att endast data från 16 laxar fanns tillgängliga för denna typ av analys. Mediantiden från första registrering på undervattensantennen inne i diffusorn till första registreringen i kammarrappan var



1.6 dygn (Q1=0.14, Q3=4.1 dygn, min=0.043, max=31.1 dygn). Motsvarande tid föregående år var ca 3.5 dygn (median, n=84). Även variationen var påtagligt större föregående år med Q1=1.1 och Q3=14.7 dygn. Skillnaden i miljön mot föregående år, förutom den högre temperaturen 2014, var att utskovsgolvet åtgärdats, perioderna med 50 m<sup>3</sup>/s spill var kortare, samt tillkomsten av luckan mellan diffusor och kammarrappa. Samtliga dessa förändringar kan ha bidragit till att anlockningen från diffusorn till kammarrappan har förbättrats. Resultaten antyder även att uppehållstiden mellan anlockningsluckan och antennpar 1 var obetydlig.

Upphållstiden räknat från första registrering på antennpar 1 till passage av fisktrappan var ca 10.5 timmar (median, N=116, Obbolamärkta samt Spölandsmärkta laxar). Under 2013 var motsvarande tid ca 9.5 timmar (N=191, märkta i Obbola). Detta resultat är något motsägelsefullt eftersom anlockningen till fisktrappan under 2014 verkar varit bättre. En del av förklaringen skulle kunna ligga i att dygnsmönstret ändrats något pga ändrade tider för 50 m<sup>3</sup>/s spillet. Neddragningen från 50 till 23 m<sup>3</sup>/s spillet gjordes under eftermiddagarna och det kan ha lett till att flera av de laxar som påbörjade uppvandringen i fisktrappan någon timme efter neddragningen till 23 m<sup>3</sup>/s inte hann passera fisktrappan före mörkrets inbrott. Andelen fisk som vände i trappa under 2014 kan även ha varit större än 2013 på grund av sämre kondition hos laxarna samt högre vattentemperatur.

### 3.3.5 Uppvandringstid i kammarrappan

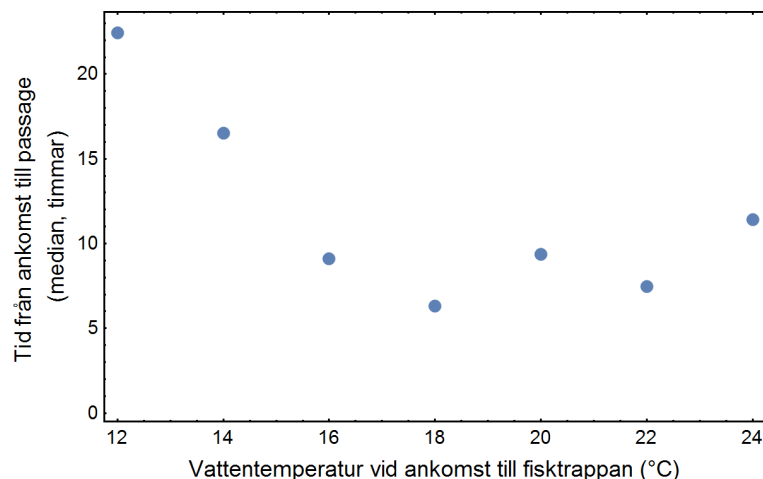
Vandringstiden från sista registreringen på antennpar 1 till antennpar 6 var 3.7 h (median, Q1=2.9 h, Q3=7.0 h), vilket var ca 0.5 h snabbare än föregående år. Även om vandringshastigheten var ca 30 minuter kortare än föregående år, median=4.1 h, kunde inte skillnaden beläggas statistiskt. Skillnaden i vandringshastighet skulle kunna bero på någon av de åtgärder som vidtagits inför vandringsäsongen 2014 (ändrad spillflödesregim, nytt utskovsgolv, ändrad anlockning till kammarrappan).

Från antennpar 6 är det ca 30 m till kammarrappans slut och därifrån finns en kanal med lugn och homogen strömning fram till VAKI-systemet och därefter antennpar 7, ca 50 m uppströms antennpar 6. Laxarna stannar upp när de når detta område och tiden det tog för laxarna att simma sträckan var 2.8 h (median, Q1=1.2 h, Q3=6.7 h). Föregående år var medianen för passertiden 0.8 h kortare men överlappet i variationen mellan individer var stor (median=2.1 h, Q1=1.3 h, Q3=6.2 h).

Mediantiden för laxarna att passera fisktrappan från sista registrering på antennpar 1 till antennpar 7 var 7.9 h (Q1=4.7, Q3=15.5 h, min=2.7, max=210 h (8.8 dygn)). Mediantiden var 8.5 h under 2013, vilket innebär att den något kortare vandringstiden 2014 från antennpar 1 till 6 höll i sig till antennpar 7. Det fanns en antydning till att tiden från ankomst till fisktrappan till passage var beroende av vattentemperaturen. Om man slår ihop data från 2013 och 2014 får man betydligt fler observationer vid låga temperaturer och gruppering av data i tvågradersintervall samt medelvärdesberäkning av vandringstiden antyder att det finns ett optimalt temperaturintervall mellan 16 och 22 grader (Figur 13).

I samband med årets analyser framkom att fyra av de passerande laxarna (1.5 %) med PIT-märken registrerades två gånger för uppströmspassage i fisktrappan. Detta antyder att "fall-backs" finns i systemet trots att laxarna vandrar ut direkt i huvudfåran uppströms fisktrappan. För flera av dessa laxar skilde det endast några dagar mellan uppvandringarna, vilket antyder att det är fallbacks via

spill snarare än via kraftverket. Motsvarande analyser gjordes inte i föregående års analys, vilket föranledde en analys av fall-backs även för 2012 och 2013. Under 2012 observerades fem individer med "dubbel" uppvandring i fisktrappan och under 2013 sex individer.

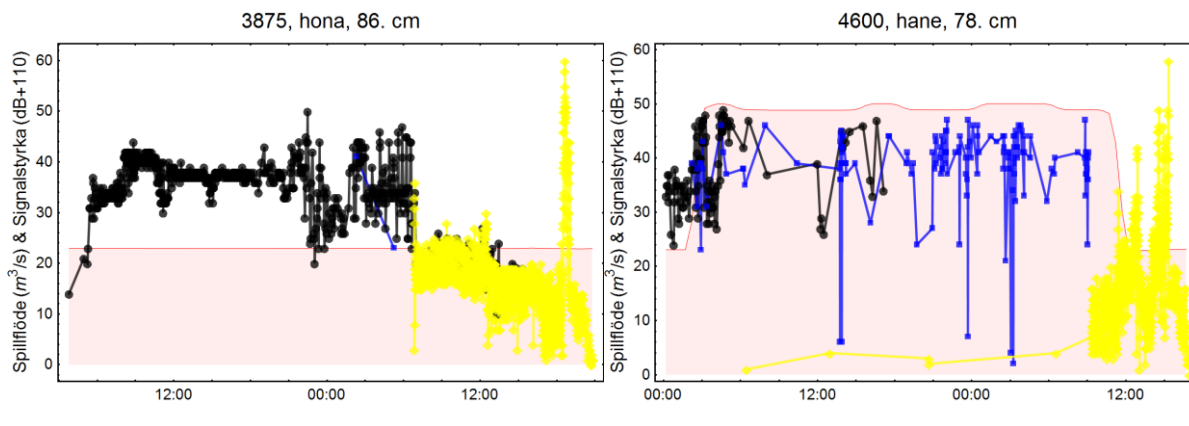


Figur 13. Den kortaste tiden från ankomst till passage av fisktrappan tycks förekomma vid temperaturer kring 18 °C. Data från registreringar av vild lax 2013 och 2014 har använts som underlag för analysen (n=398).

### 3.4 Fiskens benägenhet att passera Baggböleforsen

Majoriteten 87.5 % (14 av 16) av individerna som passerade Baggböleforsen gjorde det i samband med 23 m<sup>3</sup>/s spillflöde medan resterande två individer passerade på 50 m<sup>3</sup>/s. Dessa siffror skall ställas i relation till att 23 m<sup>3</sup>/s spill förekom ca 68 % av tiden under perioden 12 juni till 1 september.

61 % av de som hade registrerats på den övre antennen (undervattensantenn uppströms den nedre forsén, se figur i Bilaga 5) i Baggböle hade upplevt ett medelflöde (i samband med registreringarna) på mindre än 30 m<sup>3</sup>/s. 23 % av de som registrerades på den övre antennen befann sig uppe i forsén i samband med 50 m<sup>3</sup>/s. Genom att följa signalstyrkans förändring hos radiomärkt lax som passerar luft- och undervattensvattensantenn (u) i Baggböles nedre del (luftantenn pekar nedströms och u-antenn strax ovan betongvallen) samt u-antenn i Baggböleforsén övre del (södra sidan) verkar det som om merparten av den märkta fisken passerar den södra delen av partiet mellan den nedre och den övre forsén (Figur 14). Däremot går det inte entydigt att avgöra om laxarna vandrade upp längs den södra eller norra sidan av den nedre forsén. Resultaten tyder dock på att när laxarna väl lämnat den stora poolen och fått fäste i den nedre forsén så är det få som faller tillbaks nedströms i poolen, d.v.s. få fallbacks. Problemet i Baggböleforsén tycks därför vara svårigheterna för laxarna att initialt få fäste i den nedre forsén för att kunna ta sig vidare uppströms i forsén. Tolkningarna har gjorts utifrån signalmönstret för samtliga radiomärkta laxar som registrerades i Baggböle, se [Bilaga 5](#).



Figur 14. Radiosignaler från lax som kommer till Baggböleområdet. Svarta punkter och linjer visar när laxen registrerats på luftantennensamt hur starka signalerna var. Blå punkter och linjer visar registreringar på undervattensantennen i poolens nedre del, mot betongvallen. Gula punkter och linjer visar registreringar via den övre undervattensantennen i Baggböleforsen, uppströms poolen. Det ljusröda fältet visar det aktuella spillflödet. Individens kön, längd, och sändarkod anges ovanför grafen. Svart linje under figuren indikerar att laxen fortsatte uppströms.

Sammantaget var vandringsframgången från Baggböle till kammarrappan på nivåer mellan 41 % och 47 % (första märkgruppen utesluten). Föregående år var motsvarande siffror 63-70 %. Eftersom inga åtgärder vidtagits i Baggböleområdet och uppströms efter 2013 annat än i fisktrappans omedelbara närhet (utskovsgolvet och anlockningsluckan mellan kammarrappan och diffusorn) blir slutsatsen att de förhållandevis låga nivåerna på vandringsframgången på denna sträcka beror på de omständigheter, sjukdomar och hög vattentemperatur, som rådde under vandrings säsongen 2014. Höglödet under perioden 11-14 juni kan ha haft en viss negativ effekt på uppvandringen om höglödet fick laxar att ge upp försöken att passera Baggböle på upp mot 120 m<sup>3</sup>/s. Tidigare studier i området har visat att det är få laxar som klarar att passera forsen på sådana flöden. Om uttröttade laxar återvände till havet och hamnade i fällan vid Långhalsudden torde utvärdering av den första märkomgången leda till icke representativa resultat. Av den anledningen har utvärderingen ovan genomförts utan den första märkomgångens fiskar.

### 3.5 Det nya utskovsgolvets inverkan på laxens vandring till och genom fisktrappan

De enda konkreta bevis för att det nya utskovsgolvet hindrade laxarna från att simma upp mot utskovet när det spilldes från B-luckan var observationer av stora mängder lax som positionerade sig i bakvattnet strax uppströms ingången till diffusorn (Å. Forssén pers. komm.). Tidigare år har hoppande lax observerats i vitskummet långt upp mot utskovet. Några sådana observationer gjordes inte under 2014, vilket antyder att det var få laxar som lyckades simma någon längre sträcka mot den höga strömhastigheten. En tänkbar konsekvens av att färre laxar simmade upp mot utskovet är mindre mjölksyraproduktion och mer "utvilade" laxar som simmade upp i kammarrappan när anlockningen från utskovet upphörde vid övergången till 23 m<sup>3</sup>/s spill. Några konkreta belägg för det senare saknas, men den något snabbare uppvandringen från ankomst till området till uppvandring i fisktrappan liksom den något snabbare uppvandringen i själva fisktrappan kan vara indikationer på en positiv effekt av det nya utskovsgolvet.

### 3.6 Anlockning till kammartrappan

Denna del av studien bygger på utvärderingen av resultaten från ett experiment som utförts i fisktrappan med hjälp av en konstruktion som monterades nederst i kammartrappan, vid öppningen mot diffusorn. Experimentet utfördes i samarbete med en forskargrupp vid institutionen för teknikvetenskap och matematik, avdelningen för Strömningslära och experimentell mekanik, Luleå tekniska universitet. Gruppen består av Staffan Lundström, Gunnar Hellström och Anders, G. Andersson. Samarbetsprojektet gäller miljövänlig småskalig vattenkraft med bland annat frågeställningar kring anlockning och passage av vandringsfisk i fiskvägar. Nedan redovisas endast resultat från försöken. Försöksuppställningen och konstruktionen redovisas i sin helhet i en separat projektrapport.

#### Laxar med aktiva sändare

Endast 16 radiomärkta laxar registrerades både i diffusor (aktiva sändare) och i kammartrappan (passiva sändare). Den längsta sammanhängande tid någon av dessa laxar tillbringade i diffusorn var 26.7 timmar (median=1.7 timmar). Merparten, 75 %, av de sammanhängande uppehållstiderna i diffusorn var kortare än 4 timmar. Tiden från sista registrering på undervattensantennen i diffusorn och första registreringen på antennpar 1 och 2 var endast några få minuter vilket antyder att signalerna från undervattensantennen nådde ända upp till antennpar 1 och 2. Däremot nådde signalerna inte upp till antennpar 3. För 14 av de 16 laxarna tog det mindre än två timmar att ta sig från antennpar 1 till antennpar 3. Slutsatsen av detta blir att laxarna inte uppehöll sig mellan luckan och antennpar 1 någon längre tid.

Av dessa 16 laxar vandrade 14 upp i kammartrappan när luckan var i nerfällt läge, dvs med högsta möjliga strömhastighet (ca 2 m/s) i anlockningen ([Bilaga 6](#)). Tio av laxarna vandrade upp i kammartrappan när halvcylindern var i uppfällt läge. Hälften av laxarna vandrade upp i kammartrappan inom samma anlockningsförhållanden som rådde när de anlände till diffusorn och inom samma experimentella behandlingsperiod. Dessa laxar upplevde därför samma anlockningsförhållanden hela tiden. De resterande åtta laxarna upplevde minst två olika anlockningsförhållanden och sju av dessa vandrade upp i kammartrappan när luckan var i nerfällt läge och sex av dessa passerade när halvcylindern var i uppfällt läge. Fyra av de fem laxar som kom till diffusorn, första besöket, när luckan var uppe kom inte tillräckligt nära luckan eller uppströms luckan för att ge maximal signalstyrka på undervattensantennen som var placerad strax uppströms luckan. Sammantaget indikerar dessa resultat att laxarna attraherades mer effektivt till kammartrappan när luckan var nere, men antalet individer som anlände med olika inställning på lucka och halvcylindern var lågt vilket innebär att det inte går att dra några säkra slutsatser.

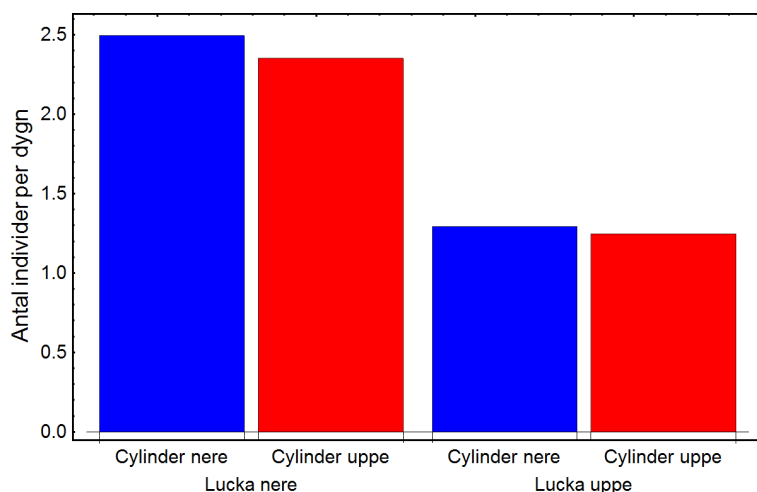
#### Laxar med passiva sändare

Det går att få information om luckans och halvcylinderns läge när de PIT-märkta fiskarna simmade in i kammartrappan genom att använda datum och tid för första registrering på antennpar 1, längst ned i kammartrappan. Försöket med anlockningen till kammartrappan startade den 3 juli på morgonen och var tänkt hålla på till den 12 september, men avvikelser i spillflödesregimen medförde ändringar från slutet av augusti vilket gjorde att resultaten fram till förmiddagen den 8 augusti kan utvärderas som det var tänkt. De fyra olika kombinationerna tillämpades två gånger vardera under den perioden, se Tabell 7.

Tabell 7. Schema för ändring av inställningar för lucka och halvcylinder. Notera avvikelserna från planerat i slutet av augusti.

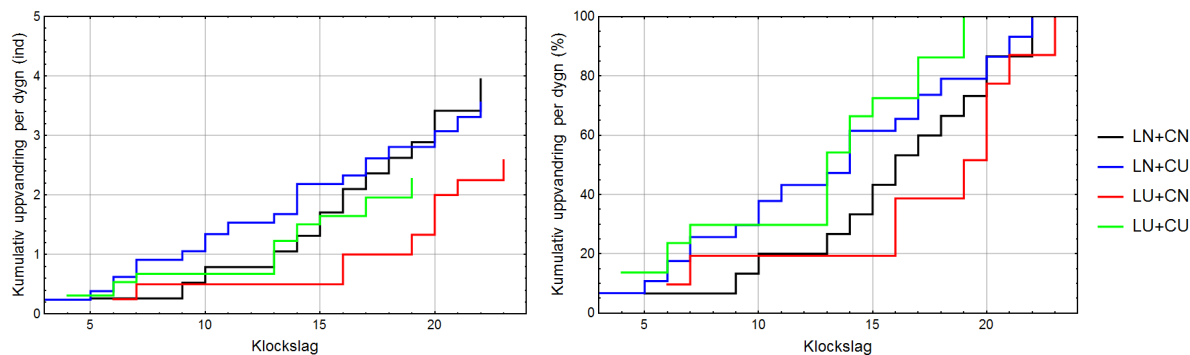
Ändringsdatum	Tid	Lucka	Halvcylinder	Kl.	Sign	Anm.
2014-07-03	morgon	Nere	Uppe	08:00	ÅF	
2014-07-07	morgon	Nere	Nere	12:00	EL	
2014-07-11	morgon	Uppe	Nere	07:00	EL	
2014-07-14	morgon	Uppe	Uppe	07:00	EL	
2014-07-17	morgon	Uppe	Nere	12:00	JM	
2014-07-21	morgon	Nere	Nere	12:00	JM	
2014-07-25	morgon	Nere	Uppe	08:00	SO	
2014-08-01	morgon	Uppe	Uppe	06:40	ON	
2014-08-08	morgon	Nere	Uppe	11:45	ÅF	
2014-08-15	morgon	Nere	Nere	07:30	EL	
2014-08-22	morgon	Uppe	Nere			Ingen ändring pga ändrat datum och tid för 50 m <sup>3</sup> /s spill, lucka halvcylinder nere
2014-08-29	morgon	Nere	Uppe	14:30	JM	Ändrat 2/9
2014-09-05	morgon	Nere	Uppe			
2014-09-12	Avslut	Nere	Uppe			

Nästan dubbelt så många PIT-märkta laxar kom in i kammarrappan per dygn när luckan var i nerfällt läge jämfört med när luckan var uppfälld (Figur 15). Enligt denna utvärdering fanns det ingen större effekt av om halvcylinder var uppe eller nere.



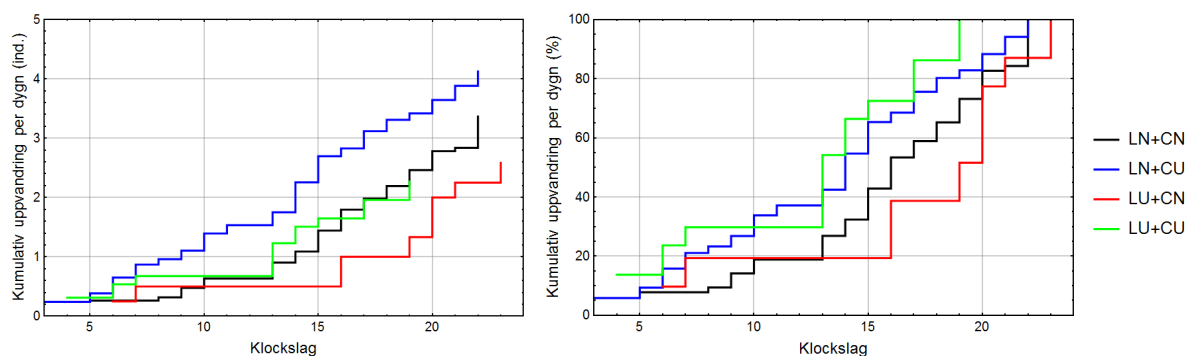
Figur 15. Genomsnittligt antal PIT-märkta vilda laxar som vandrade upp i kammarrappan i samband med olika kombinationer för luckan och halvcylindern.

En förbättrad anlockning borde också kunna påvisas genom att laxarna snabbare hittar in i kammarrappan och ger ett avtryck i uppvandringens dygnsmönster. När halvcylindern var nerfälld tycks uppvandringen i trappan kommit igång senare under dagen jämfört när den var uppfälld (Figur 16).



Figur 16. Kumulativ uppvandring av PIT-märkt lax i kammarrappan i relation till ankomst till antennpar 1 och inställningarna för lucka och halvcylinder ( $N=67$ ), vänster=antal per dygn och höger=procentuell fördelning. LN= lucka nere, LU=lucka uppe, CN= halvcylinder nere och CU=halvcylinder uppe.

Om man inkluderar alla märkta vilda laxar som registrerades fram till dess att  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  spillet avslutades fanns registreringar från 123 individer. Endast två olika inställningar för lucka och halvcylinder tillämpades under den utökade perioden, lucka nere och halvcylinder nere samt lucka nere och halvcylinder uppe. Eftersom detta leder till en viss obalans i designen är det främst de två sistnämnda kombinationerna som bör jämföras i Figur 17. Även med detta utökade dataset tycks det som att anlockningen till kammarrappan hämmades av att halvcylindern var nerfälld.



Figur 17. Kumulativ uppvandring av PIT-märkt lax i kammarrappan i relation till ankomst till antennpar 1 och inställningarna för lucka och halvcylinder med data fram till 10 september ( $n=123$ ), vänster=antal per dygn och höger=procentuell fördelning. LN= lucka nere, LU=lucka uppe, CN= halvcylinder nere och CU=halvcylinder uppe.

### Slutsatser från experimentet

Det finns en viss osäkerhet kring slutsatserna från detta försök eftersom det inte helt säkert går att veta om en "förbättrad" uppvandring i kammarrappan är en följd av god anlockning eller på grund

av att många laxar anlände i anslutning till någon särskild inställning av lucka och halvcyllinder. I den experimentella designen var tanken att replikeringen över tiden skulle minska risken att enskilda behandlingar skulle vara aktiva just när stora mängder lax anlände, alternativt när hög dödlighet inträffade. Analyser av förhållandena i samband med vattentemperatur och dödlighet visade att det inte var någon påtaglig skillnad i medeltemperatur för de olika behandlingarna. Dödligheten var snarast högst när luckan var nere. Det skulle i så fall innebära att luckan i nerfällt läge var mer effektiv än vad resultaten visar. Den förbättrade anlockningen till följd av ökad strömhastighet (jet) från kammarrappan till diffusorn är dessutom vad man skulle förvänta sig. Slutsatsen blir därför att anlockningen av lax till trappan kan förbättras med den här typen av konstruktion. Luckans rörlighet gör det också möjligt att finjustera inställningarna för maximal attraktion genom att tex skapa en betydligt starkare jet som når längre ut i diffusor under en kortare stund.

Halvcylinderns roll i sammanhanget var att skapa vorticitet i anlockningsvattnet, men det är i nuläget oklart om vorticiteten nådde ut någon längre sträcka i diffusorn för att kunna attrahera eller nyttjas av laxarna. Nuvarande resultat ger ingen antydning till förbättrad anlockning utan snarare att den verkar skrämt laxarna när de närmade sig öppningen till kammarrappan.

#### 4 Erkännande

Vi vill tacka Åke Forssén, Johan Molin och övrig personal på Vattenfalls fiskodling i Norrfors för hjälp med fältarbetet samt insamling och leverans av PIT-data och VAKI-data från fisktrappan samt PIT-data från Baggböle. Vi ägnar också ett stort tack till Robert Johansson, Anette Brändström och Bo-Sören Viklund från SLU för arbete med montering och underhåll av telemetriutrustning och övrig loggerutrustning, insamling av data samt märkning av fisk. Nils-Erik Sjöström tackas för att han medverkade i projektet och upplät sin laxryssja och båt för att möjliggöra fångst och märkning av lax i Umeälvens mynning.

#### 5 Referenser

Leonardsson, K., Karlsson, R., Nilsson, J., & Lundqvist, H. 2013. Uppströmsvandring i den restaurerade gamla älvfåran samt funktionskontroll av ny fisktrappa i Norrfors (Umeälven) under laxens vandringsäsong 2012-2013. Umeå. Rapport (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö) ; 2013:7

## 6 Bilagor

**Bilaga 1.** Figurer som visar när signaler registrerats på de olika loggrarna.

**Bilaga 2.** Tabell med tid från märkning till första registrering på loggrarna längs älven.

**Bilaga 3.** Tabell med sammanställning av vandringstider (dygn) för radiomärkt lax mellan telemetriloggrar i området från Gimonäs och upp till fisktrappan i Norrfors.

**Bilaga 4.** Figurer med flödesförhållanden i sammanflödesområdet när radiomärkt lax kom till Baggböleområdet första gången.

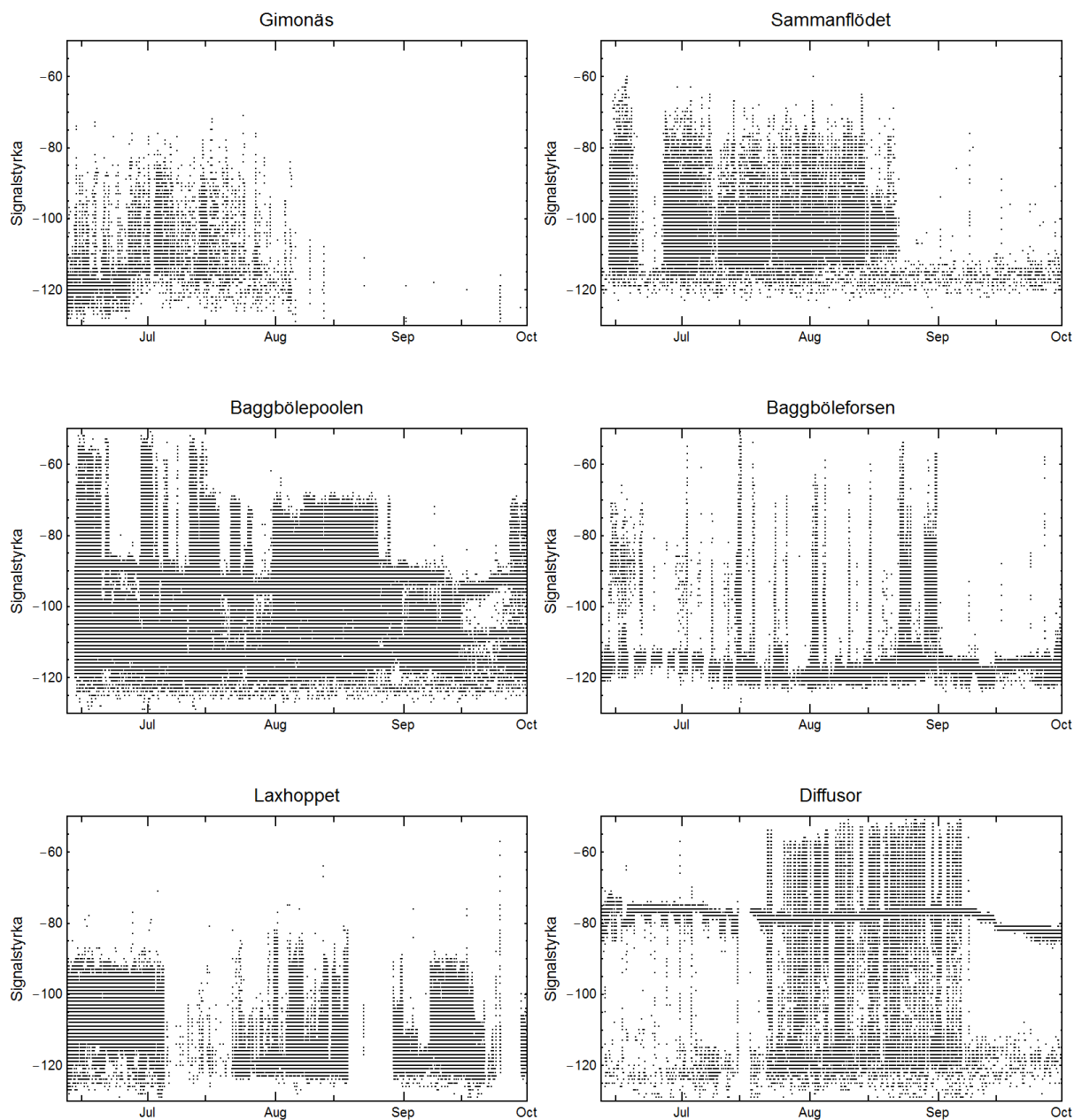
**Bilaga 5.** Figurer med radiosignaler från lax som uppehöll sig i Baggböleområdet.

**Bilaga 6.** Figurer med radiosignaler från de radiomärkta laxarnas vistelse i diffusorn innan uppvandring i kammarrappan i relation till luckans och halvcyklinderns läge.

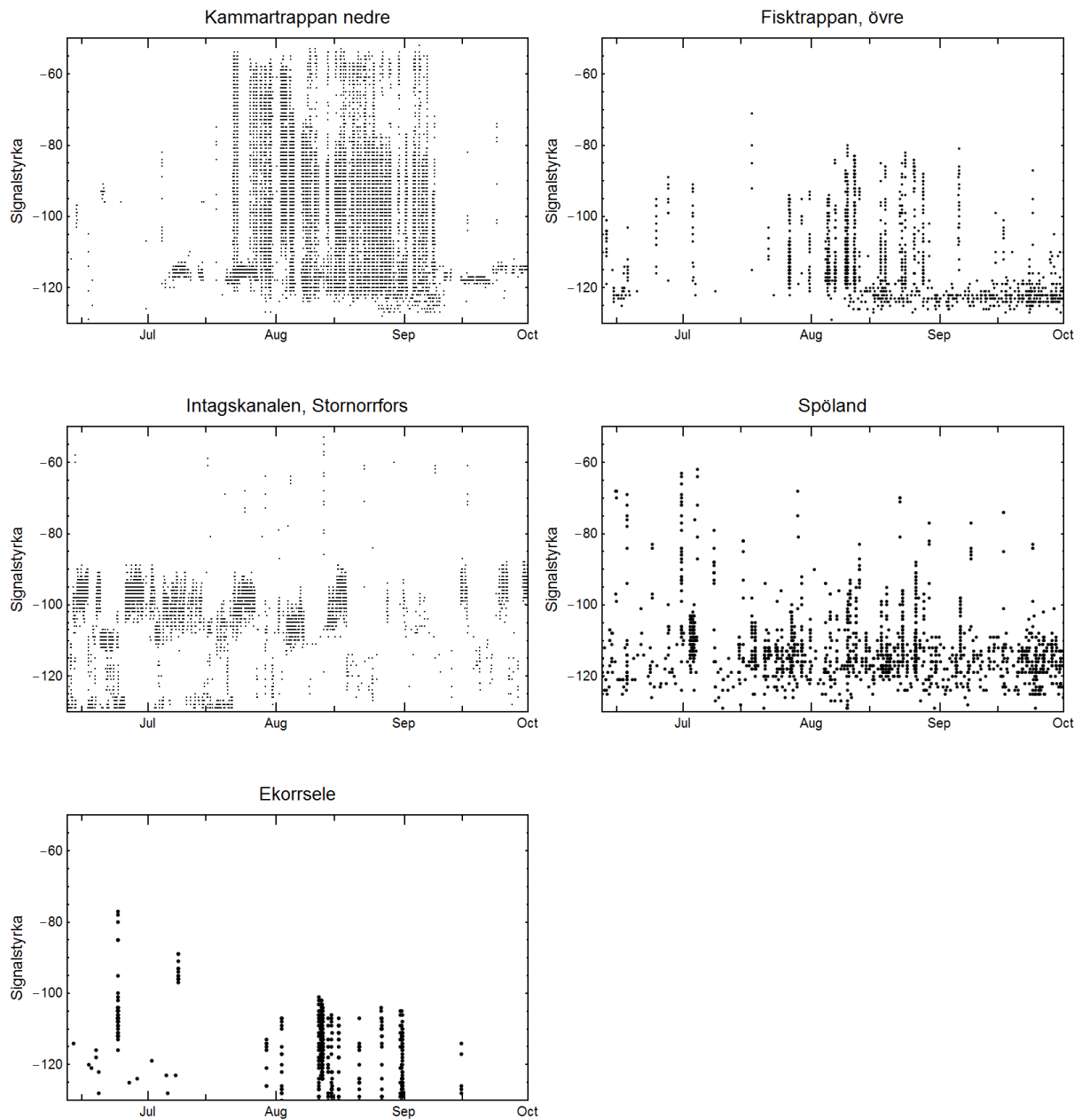


## Bilaga 1

Figurerna nedan visar signaler som registrerats på loggrarna som fanns utplacerade på olika ställen längs älven. Alla signaler finns med i figurerna vilket innebär att perioder helt utan registreringar, när det i övrigt varit stora mängder registreringar, indikerar att läsningen inte fungerat som den ska (Figur 18).



Figur 18. Signalstyrkor (dB) för de signaler som registrerats på loggrarna längs älven under 2014. Luckor i tidsserierna antyder problem med läsningen i de fall stora mängder registreringar noterades före och efter "avsaknad av registreringar.



Figur 18, forts. Signalstyrkor (dB) för de signaler som registrerats på loggrarna längs älven under 2014. Luckor i tidsserierna antyder problem med läsningen i de fall stora mängder registreringar noterades före och efter "avsaknad av registreringar".

## Bilaga 2

Tid från märkning till första registrering på loggrarna längs älven, minst 5 registreringar per minut.

<i>Loggerposition</i>	<i>Min</i>	<i>2.5P</i>	<i>25P</i>	<i>Median</i>	<i>75P</i>	<i>97.5P</i>	<i>Max</i>	<i>N</i>
<i>Gimonäs*</i>	0.3	0.3	0.6	1.2	2.4	31.2	34.8	49
<i>Sammanflödet</i>	0.6	0.7	1.2	1.8	3.0	30.0	35.7	73
<i>Baggböle</i>	1.6	2.0	3.7	4.8	21.6	51.6	56.0	47
<i>Laxhoppet</i>	4.4	4.4	18.3	29.2	39.6	88.4	88.4	20
<i>Diffusor</i>	10.2	10.2	25.8	35.7	42.4	65.7	65.7	19
<i>Kammartrappan</i>	10.3	10.3	25.7	35.5	41.2	65.3	65.3	18
<i>Fisktrappan, övre</i>	16.0	16.0	28.6	41.0	50.2	77.0	77.0	16
<i>Spöland</i>	16.0	16.0	28.4	37.2	48.3	77.0	77.0	15
<i>Ekorsele</i>	22.8	22.8	32.2	35.0	51.4	54.5	54.5	9

\*Gimonäsloggern hade en del problem i början av säsongen. Efter byte av antennanslutningar och kopplingar uppnåddes full funktionalitet.

### Bilaga 3

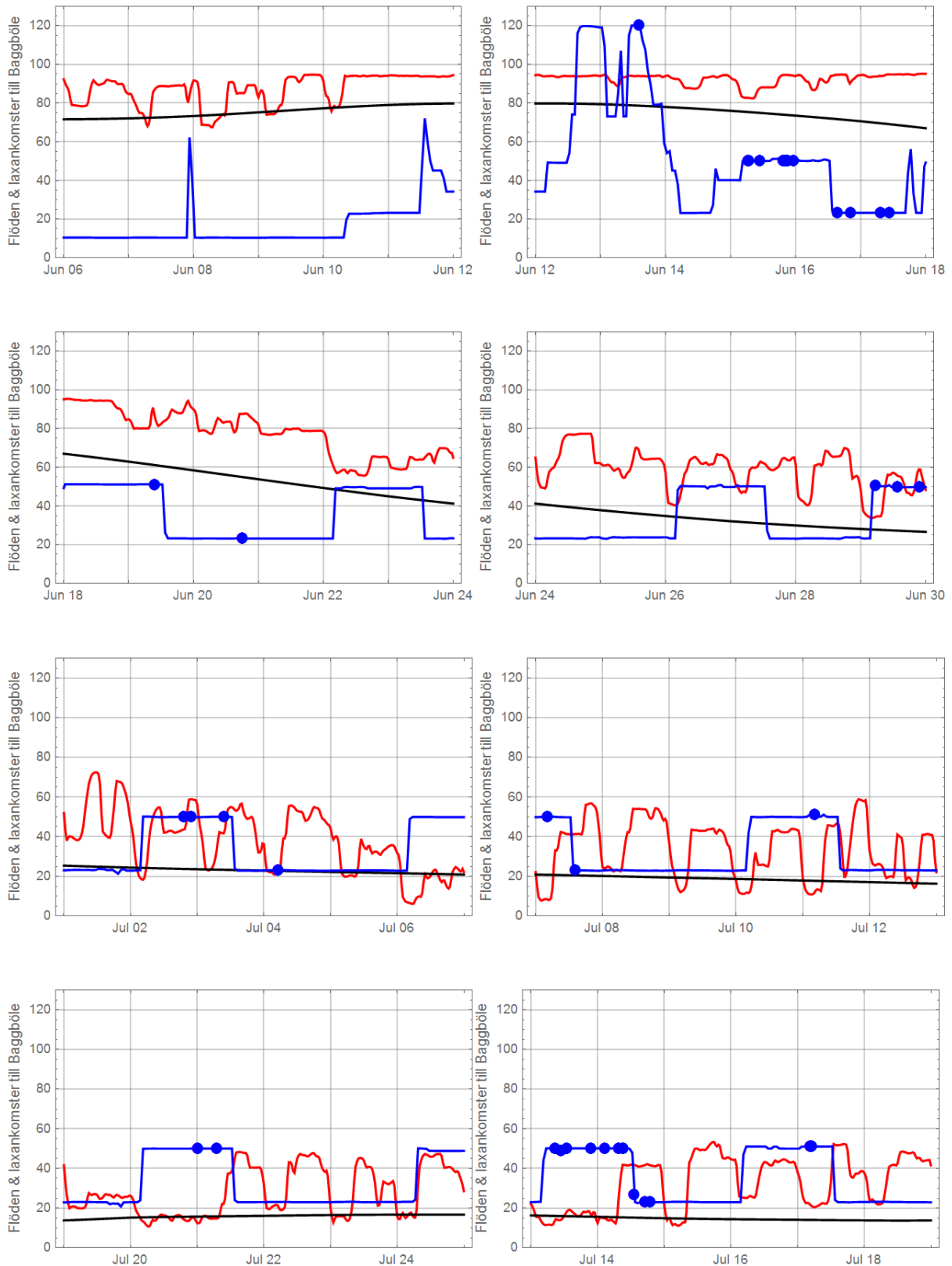
Sammanställning av vandringstider (dygn) för radiomärkt lax mellan telemetriologgrar i området från sammanflödet och upp till fisktrappan i Norrfors. Resultaten presenteras som percentiler och baseras på registreringar med minst fem signaler per minut. Notera att antalet individer som beräkningarna baseras på är relativt få, vilket ger en viss osäkerhet i resultaten.

Loggerposition 1	Första/sista registrering	Loggerposition 2	Första/sista registrering	2.5P	25P	Median	75P	97.5P	N
Gimonäs	Första	Sammanflödet	Första	0.2	0.27	0.4	0.5	1.4	49
Gimonäs	Första	Sammanflödet	Sista	0.3	1.63	2.8	4.4	12.5	49
Gimonäs	Sista	Sammanflödet	Första	0.2	0.26	0.3	0.5	0.9	49
Gimonäs	Sista	Sammanflödet	Sista	0.3	1.62	2.8	4.3	12.5	49
Sammanflödet	Första	Baggböle nedre	Första	0.2	0.8	1.8	4.4	43.7	45
Sammanflödet	Första	Baggböle nedre	Sista	0.4	1.76	3.4	10.3	44.1	45
Sammanflödet	Sista	Baggböle nedre	Första	0.0	0.11	0.2	0.4	17.9	45
Sammanflödet	Sista	Baggböle nedre	Sista	0.1	0.30	0.5	1.0	17.9	45
Baggböle nedre	Första	Baggböle övre	Första	0.0	0.16	0.5	1.4	28.9	42
Baggböle nedre	Första	Baggböle övre	Sista	0.0	0.16	0.5	1.4	29.2	42
Baggböle nedre	Sista	Baggböle övre	Första	0.0	0.00	0.0	0.0	0.2	42
Baggböle nedre	Sista	Baggböle övre	Sista	0.0	0.00	0.0	0.0	0.5	42
Baggböle nedre	Första	Laxhoppet	Första	0.8	6.06	11.3	28.5	45.4	19
Baggböle nedre	Första	Laxhoppet	Sista	1.8	7.41	11.4	29.1	54.1	19
Baggböle nedre	Sista	Laxhoppet	Första	0.8	3.63	5.8	15.3	35.5	19
Baggböle nedre	Sista	Laxhoppet	Sista	1.8	4.28	8.0	20.7	36.3	19
Baggböle övre	Första	Laxhoppet	Första	1.7	3.75	5.9	16.3	35.5	18
Baggböle övre	Första	Laxhoppet	Sista	1.8	3.99	8.3	21.8	36.3	18
Baggböle övre	Sista	Laxhoppet	Första	1.1	3.01	3.9	7.7	16.6	18
Baggböle övre	Sista	Laxhoppet	Sista	1.3	3.41	5.9	10.4	25.3	18
Laxhoppet	Första	Diffusor	Första	0.1	0.20	0.5	2.8	11.3	16
Laxhoppet	Första	Diffusor	Sista	0.1	0.25	0.6	2.8	11.3	16
Laxhoppet	Sista	Diffusor	Första	0.0	0.03	0.0	0.1	2.7	16
Laxhoppet	Sista	Diffusor	Sista	0.0	0.04	0.1	0.2	2.8	16
Laxhoppet	Första	Kammartrappan	Första	0.1	0.25	0.7	2.8	11.3	16
Laxhoppet	Första	Kammartrappan	Sista	0.1	0.25	0.7	2.8	11.3	16
Laxhoppet	Sista	Kammartrappan	Första	0.0	0.04	0.1	0.2	2.8	16
Laxhoppet	Sista	Kammartrappan	Sista	0.0	0.04	0.1	0.2	2.8	16
Laxhoppet	Första	Fisktrappan övre	Första	0.7	2.02	7.5	12.7	46.1	15
Laxhoppet	Första	Fisktrappan övre	Sista	0.9	2.18	7.5	12.8	47.0	15
Laxhoppet	Sista	Fisktrappan övre	Första	0.5	1.24	5.0	9.3	44.0	15
Laxhoppet	Sista	Fisktrappan övre	Sista	0.8	1.39	5.1	9.4	44.9	15
Diffusor	Första	Kammartrappan	Första	0.0	0.00	0.0	0.0	0.2	17
Diffusor	Första	Kammartrappan	Sista	0.0	0.01	0.0	0.0	0.2	17
Diffusor	Sista	Kammartrappan	Första	0.0	0.00	0.0	0.0	0.1	17
Diffusor	Sista	Kammartrappan	Sista	0.0	0.00	0.0	0.0	0.1	17
Diffusor	Första	Fisktrappan övre	Första	0.5	1.44	4.5	8.6	41.3	16
Diffusor	Första	Fisktrappan övre	Sista	0.7	1.57	4.5	8.7	42.2	16
Diffusor	Sista	Fisktrappan övre	Första	0.5	1.41	4.4	8.6	41.2	16
Diffusor	Sista	Fisktrappan övre	Sista	0.7	1.56	4.4	8.6	42.1	16
Kammartrappan	Första	Fisktrappan övre	Första	0.5	1.41	4.4	8.6	41.2	16
Kammartrappan	Första	Fisktrappan övre	Sista	0.7	1.56	4.4	8.6	42.1	16
Kammartrappan	Sista	Fisktrappan övre	Första	0.2	0.27	0.7	2.2	23.3	16
Kammartrappan	Sista	Fisktrappan övre	Sista	0.2	0.57	0.8	2.2	24.1	16
Fisktrappan övre	Första	Spöland	Första	0.2	0.23	0.3	0.7	1.2	13
Fisktrappan övre	Första	Spöland	Sista	0.2	0.24	0.4	0.7	2.8	13
Fisktrappan övre	Sista	Spöland	Första	0.2	0.20	0.3	0.3	0.5	13
Fisktrappan övre	Sista	Spöland	Sista	0.2	0.20	0.3	0.4	2.7	13

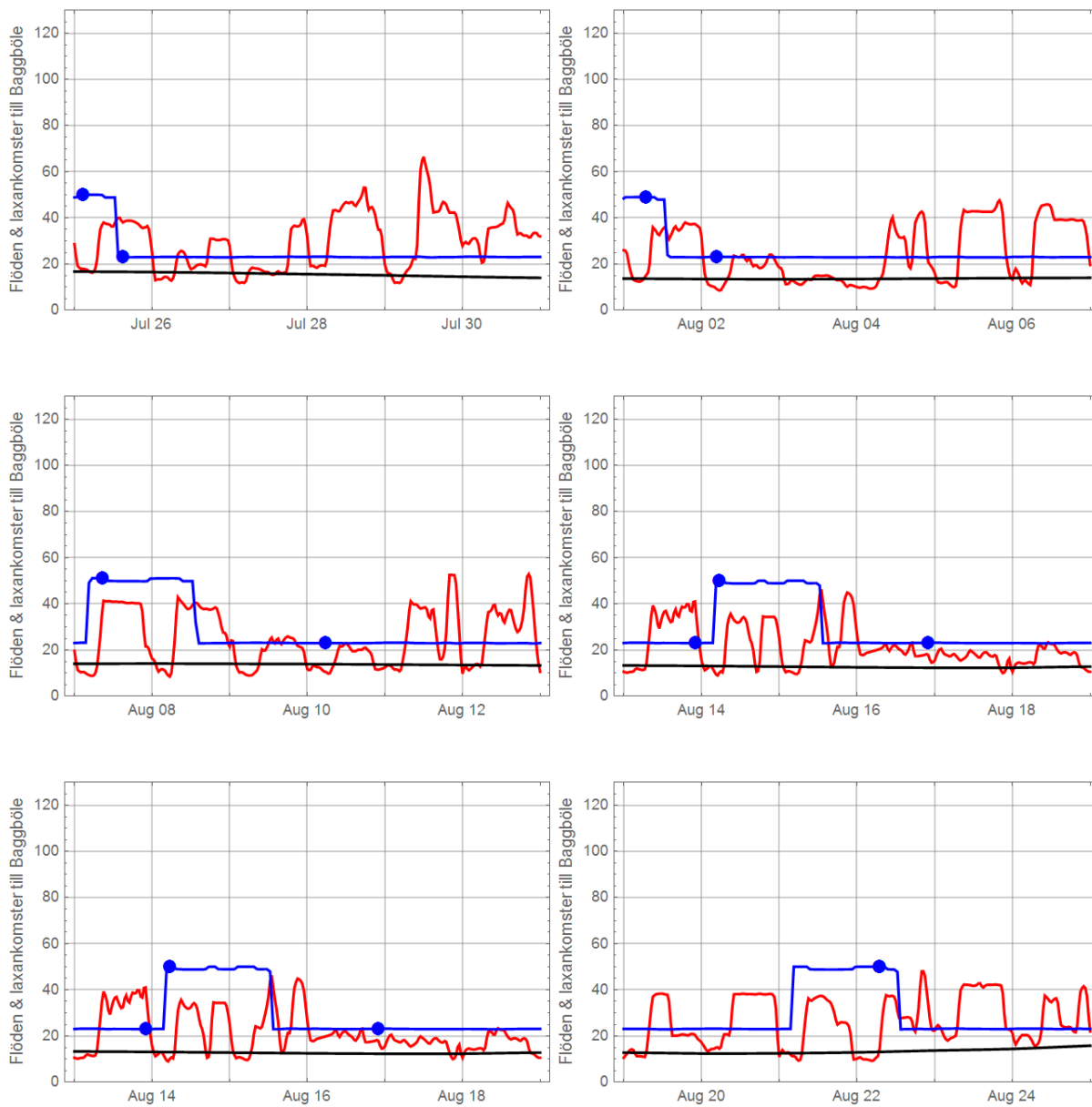
## Bilaga 4. forts.

<i>Loggerposition 1</i>	<i>Första/sista registrering</i>	<i>Loggerposition 2</i>	<i>Första/sista registrering</i>	<i>2.5P</i>	<i>25P</i>	<i>Median</i>	<i>75P</i>	<i>97.5P</i>	<i>N</i>
<i>Fisktrappan övre</i>	<i>Första</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Första</i>	3.5	4.49	6.5	6.9	9.7	9
<i>Fisktrappan övre</i>	<i>Första</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Sista</i>	3.6	4.57	6.7	7.6	26.3	9
<i>Fisktrappan övre</i>	<i>Sista</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Första</i>	3.5	4.48	5.9	6.7	9.6	9
<i>Fisktrappan övre</i>	<i>Sista</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Sista</i>	3.5	4.55	6.6	7.5	25.7	9
<i>Spöland</i>	<i>Första</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Första</i>	3.4	4.75	5.7	6.4	9.3	7
<i>Spöland</i>	<i>Första</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Sista</i>	3.4	4.82	6.1	8.6	25.5	7
<i>Spöland</i>	<i>Sista</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Första</i>	3.4	4.72	5.7	6.4	6.9	7
<i>Spöland</i>	<i>Sista</i>	<i>Ekorsele</i>	<i>Sista</i>	3.4	4.79	6.1	6.8	25.5	7

## Bilaga 4

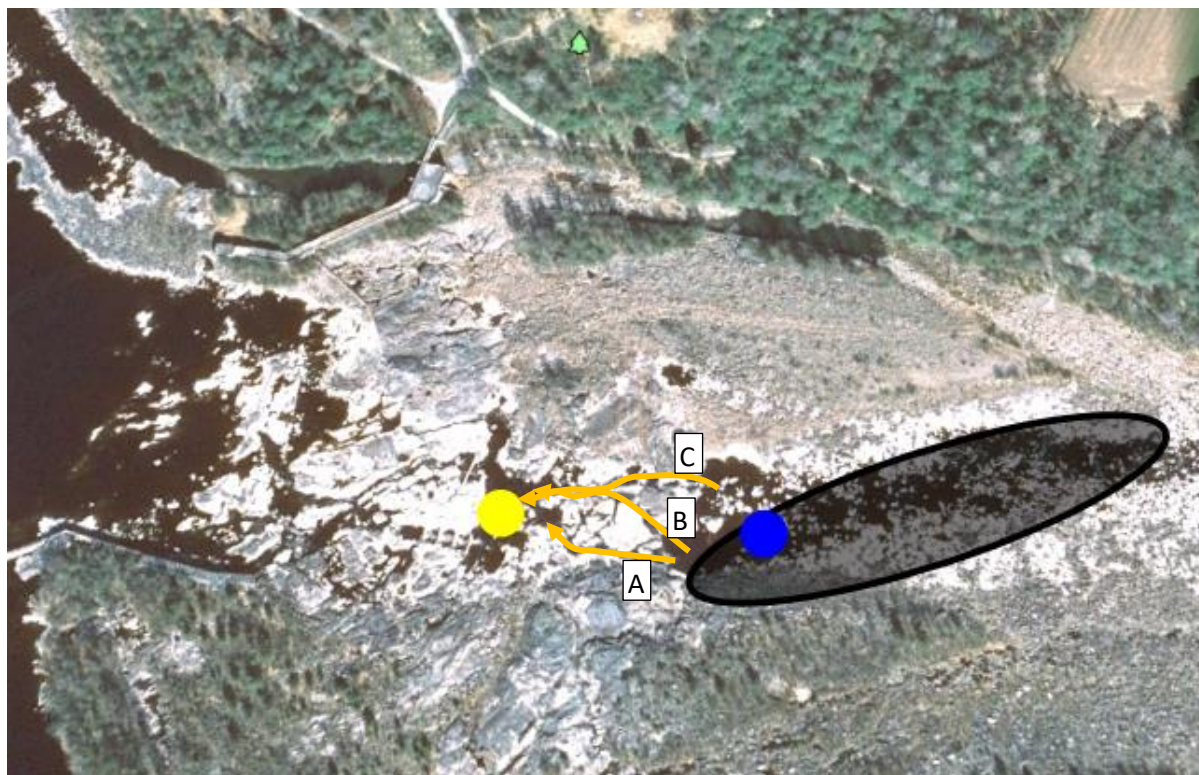


Figur 19. Flödesförhållanden i sammanflödesområdet sommaren 2014. Röd linje=flöde/10 via kraftverket, blå linje=spillflöde, svart linje=flöde/10 från Vindelälven, blå punkter=ankomsttider för radiomärkt lax till Baggböleområdet.

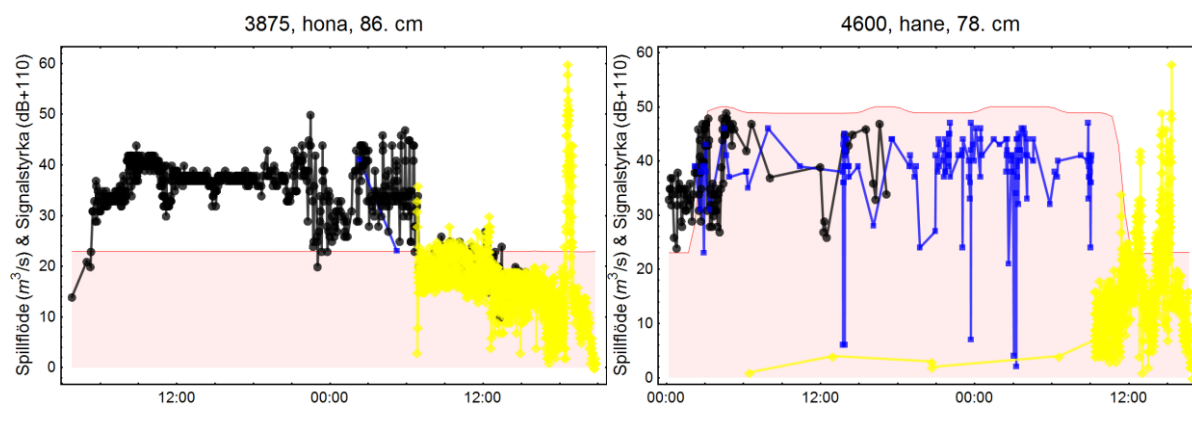


Figur 20. Flödesförhållanden i sammanflödesområdet sommaren 2014. Röd linje=flöde/10 via kraftverket, blå linje=spillflöde, svart linje=flöde/10 från Vindelälven, blå punkter=ankomsttider för radiomärkt lax till Baggböleområdet.

## Bilaga 5



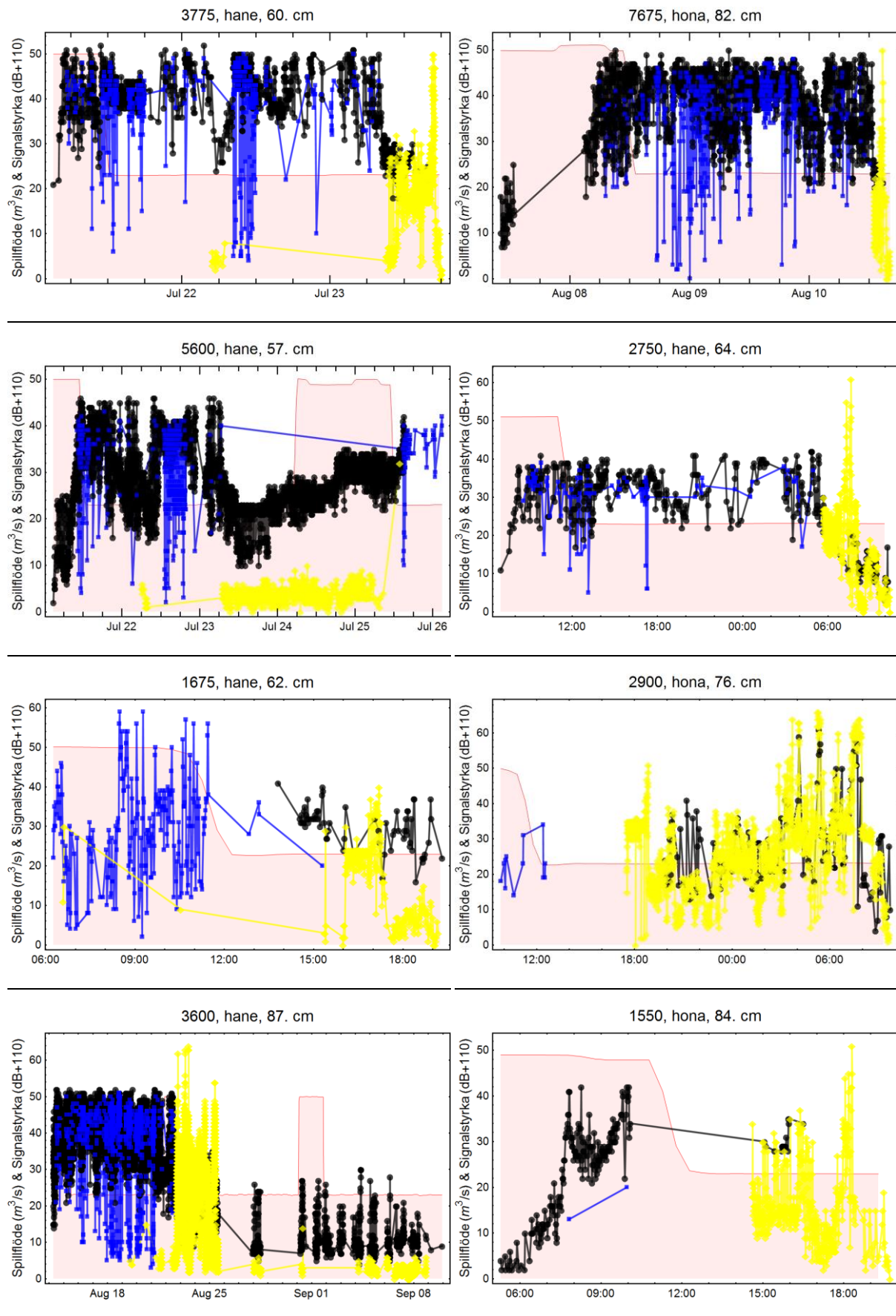
Figur 21. Antennplacering i Baggböleområdet. Luftantennen täcker det svarta området och ytterligare en del uppströms och ut i poolen via bakloben. En undervattensantenn monterades strax uppströms betongvallen (blå) och en undervattensantenn placerades mellan forsarna i det övre området (gul). Färgmarkeringarna är desamma som i nedanstående figurer. Det finns huvudsakligen tre möjliga vandringvägar i den nedre fors, A-C, och dessa har markerats med orange linjer. Passageväg A bedöms mycket svårpasserad utom på låga flöden, 10-15 m<sup>3</sup>/s.



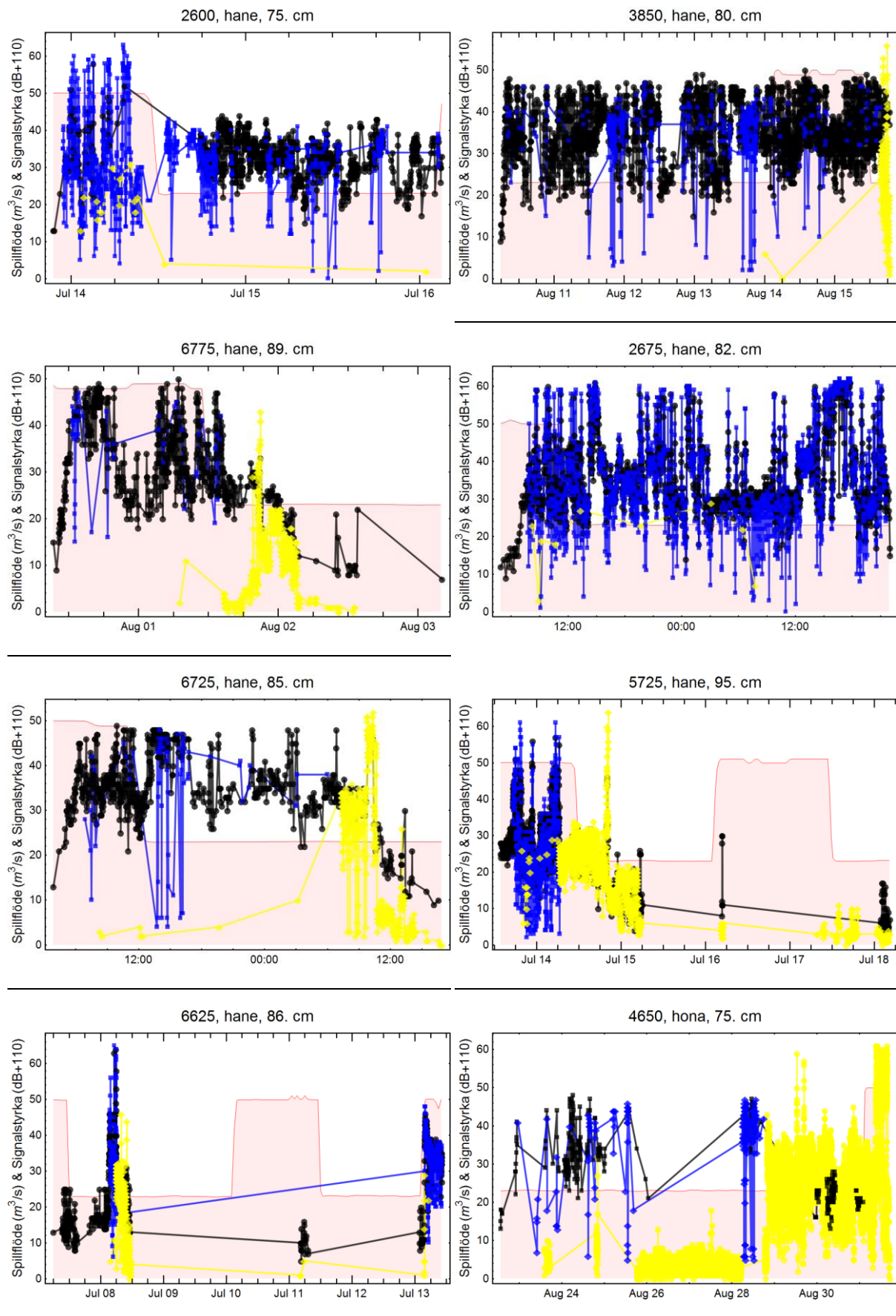
Figur 22. Radiosignaler från lax som kommer till Baggböleområdet. Svarta punkter och linjer visar när laxen registrerats på luftantennens samt hur starka signalerna var. Blå punkter och linjer visar registreringar på undervattensantennen i poolens nedre del, mot betongvallen. Gula punkter och linjer visar registreringar via den övre undervattensantennen i Baggböleforsen, uppströms poolen. Det ljusröda fältet visar det aktuella spillflödet. Individens kön, längd, och sändarkod anges ovanför grafen. Svart linje under figuren indikerar att laxen fortsatte uppströms.



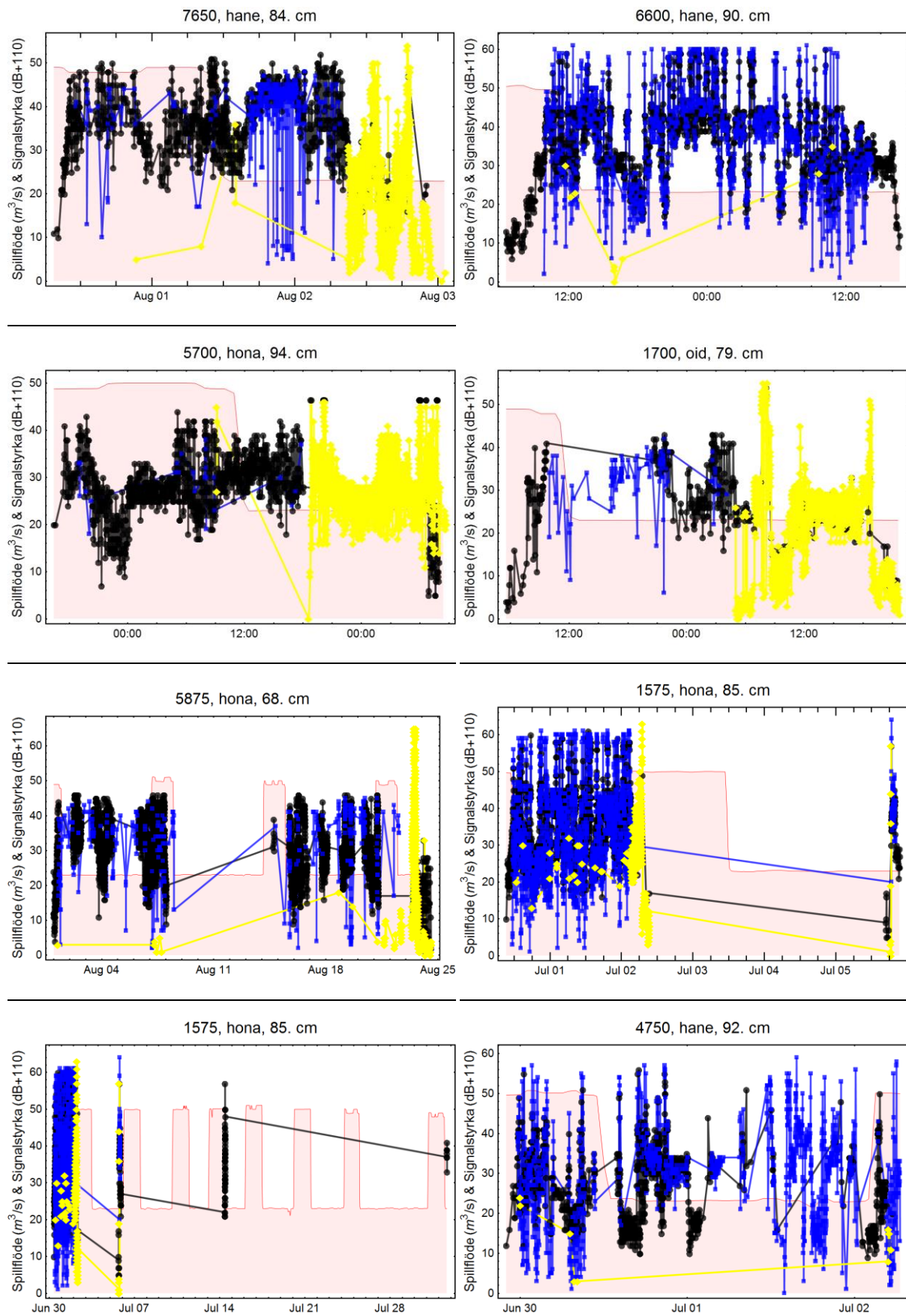
Figur 22. forts.



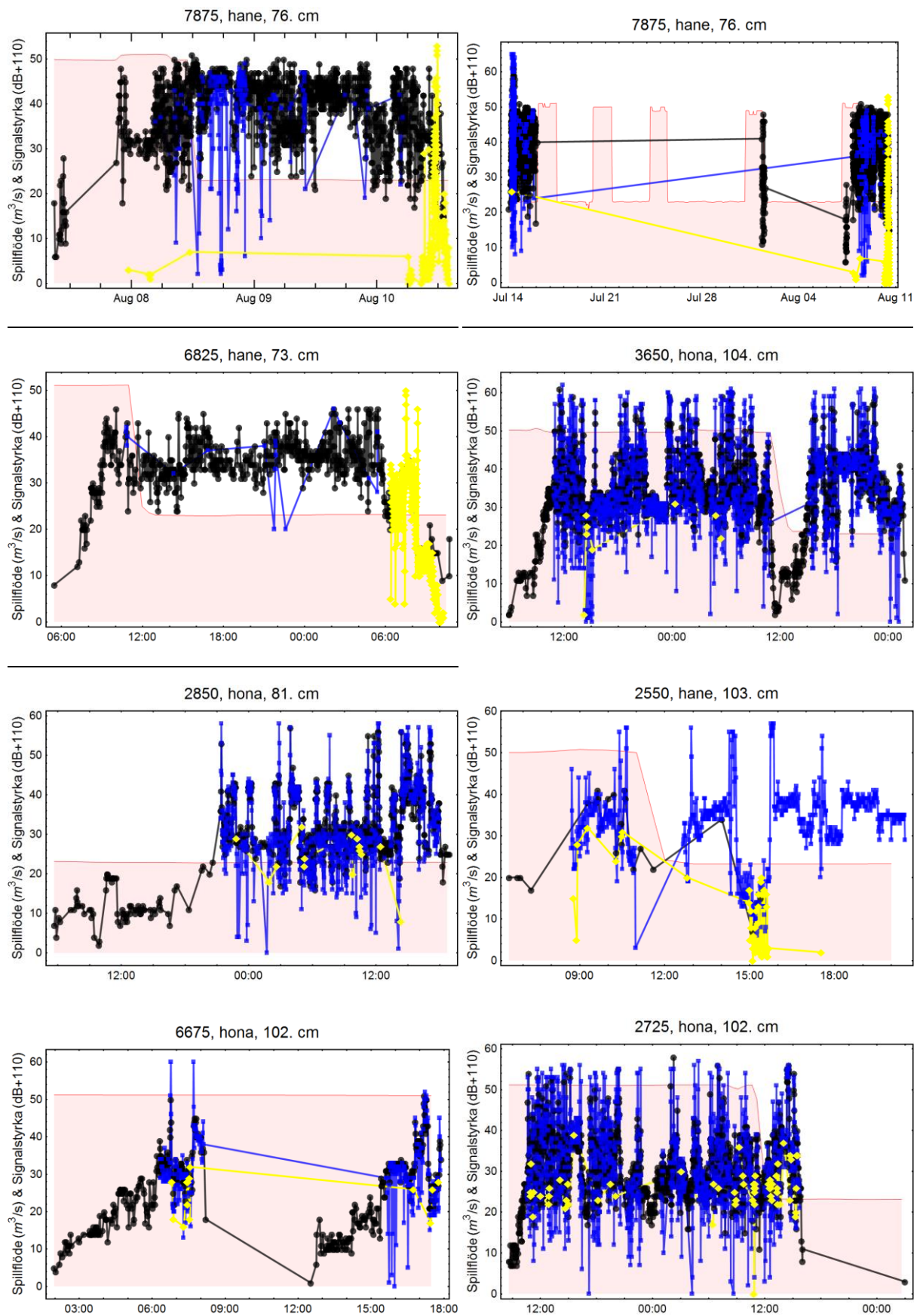
Figur 22. forts.



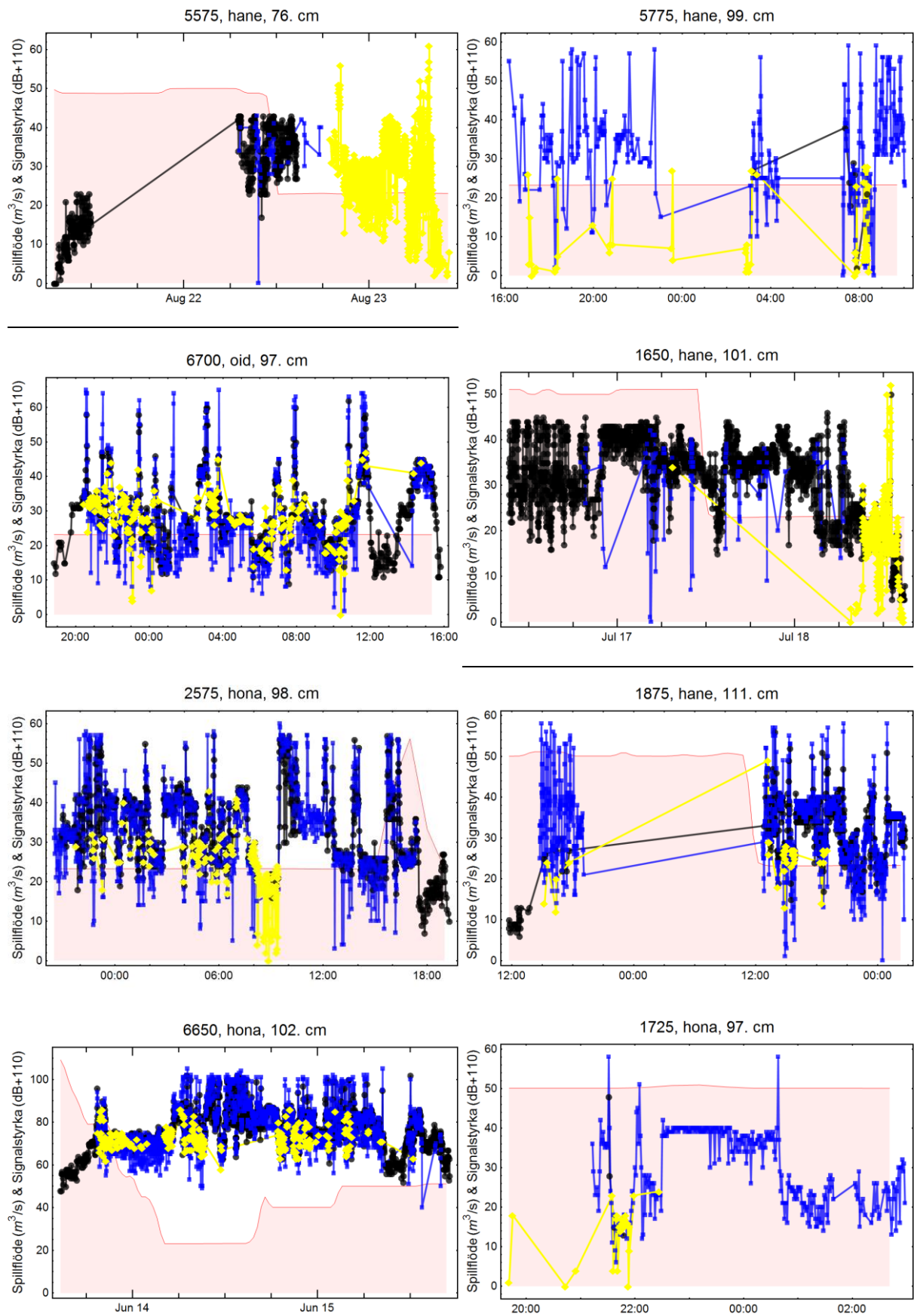
Figur 22. forts.



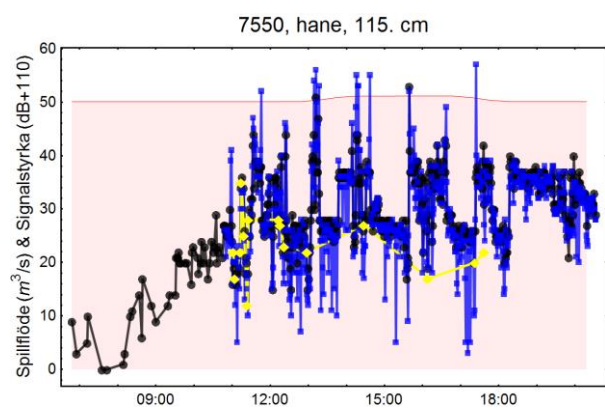
Figur 22. forts.



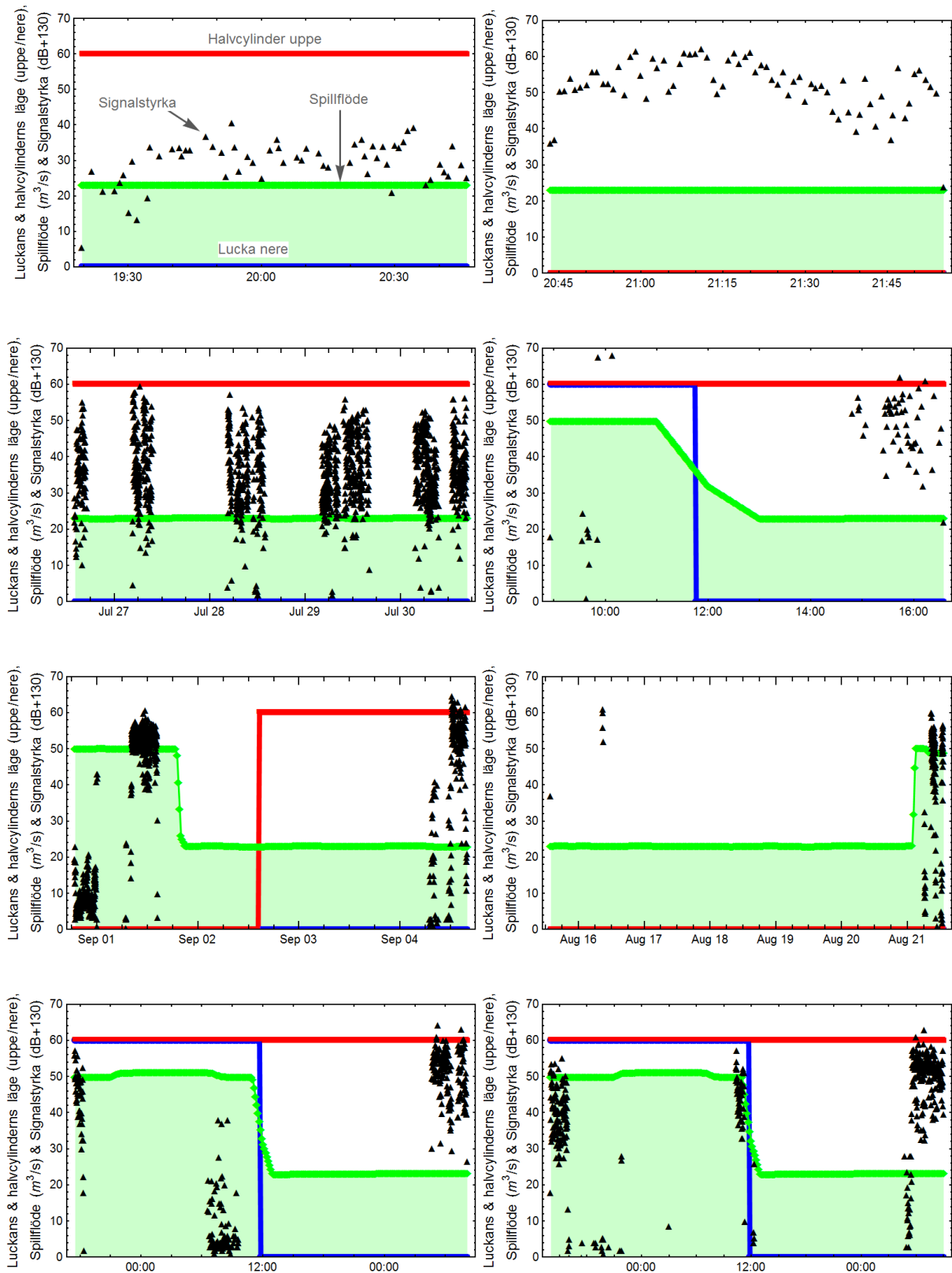
Figur 22. forts.



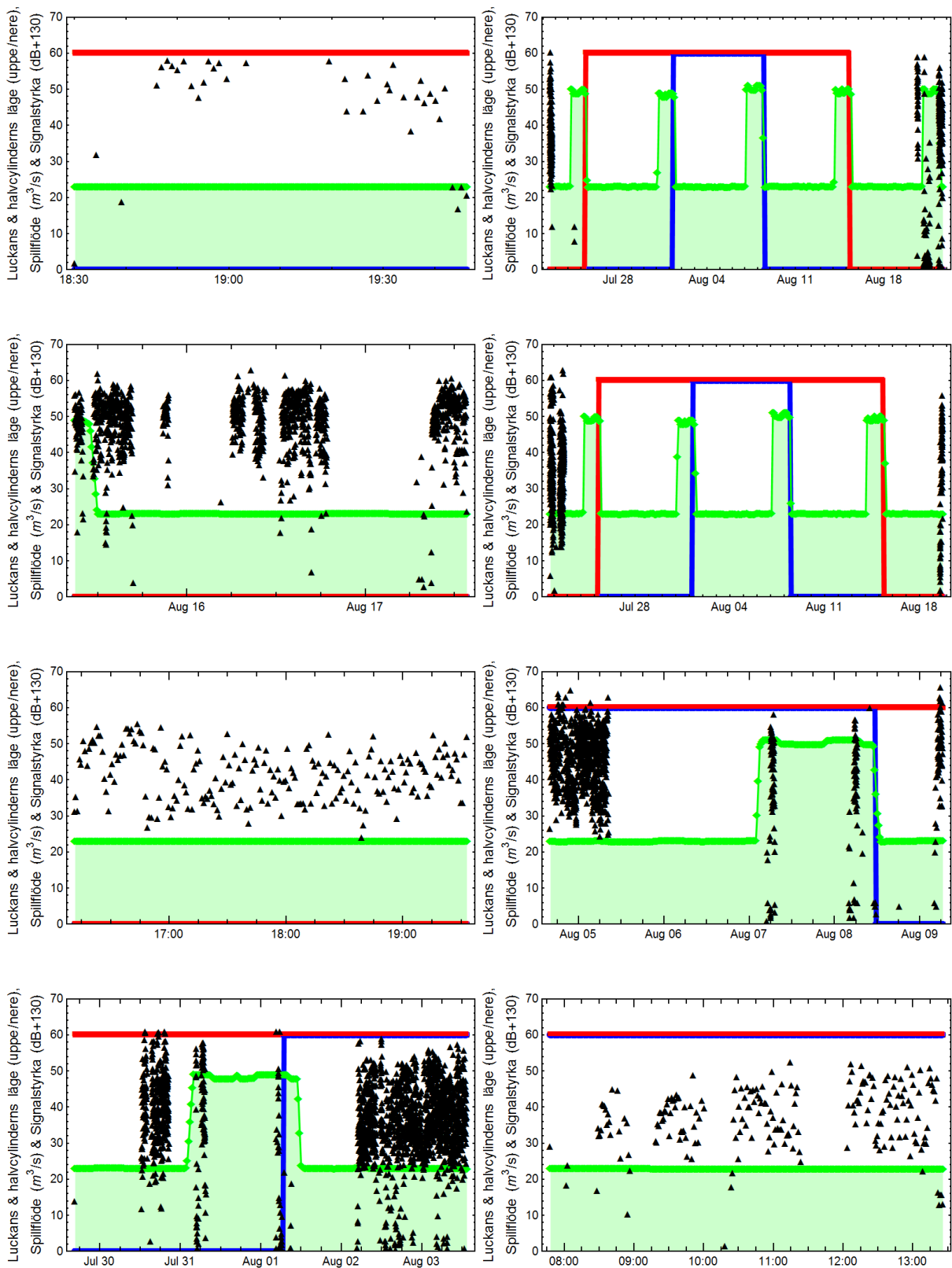
Figur 22. forts.



## Bilaga 6



Figur 23. De radiomärkta laxarnas vistelse i diffusorn innan uppvandring i kammarrappan (svarta symboler=signalstyrka + 130 dB). Blå linje visar luckans läge (0=nere, 60=uppe), röd linje visar halvcylinders läge (0=nere, 60=uppe) och grön linje skuggat fält under linjen visar spillflödet ( $m^3/s$ ).



Figur 23, forts. De radiomärkta laxarnas vistelse i diffusorn innan uppvandring i kammartrappan (svarta symboler=signalstyrka + 130 dB). Blå linje visar luckans läge (0=nere, 60=uppe), röd linje visar halvcylinders läge (0=nere, 60=uppe) och grön linje skuggat fält under linjen visar spillflödet ( $m^3/s$ ).