

Kala- ja riistaraportteja nro 35

Fiskrekrytering i Haapajärvi  
- förutsättningar för utnyttjande  
av ett kylvattenutsläpp

Peter Karas & Paula Böhling

Helsinki 1995



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Julkaisija

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

KUVAILULEHTI

Julkaisuaika

September 1995

Tekijä(t)

Peter Karås  
Fiskeriverket, Kustlaboratoriet  
Gamla Slipvägen 19, 74071 Öregrund, Sverige

Paula Böhling  
Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet  
PB 202, 00151 Helsingfors, Finland

Julkaisun nimi

Fiskrekrytering i Haapajärvi - förutsättningar för utnyttjande av ett kylvattenutsläpp

Julkasun laji

Forskningsrapport

Toimeksiantopäivämäärä

Projektin nimi ja numero

Tiivistelmä

Ett torveldat kraftverk togs på senhösten 1989 i drift vid Haapavesi i Österbotten. Kraftverket använder den näringsrika sjön Haapajärvi (375 ha, medeldjup 3 m) som kylvattenrecipient. I denna studie bedömdes möjligheterna att utnyttja eventuella positiva effekter av utsläppen på fiskrekrytering. Yngelstudier utfördes före kraftverkets start och därefter. Som insamlingsmetoder användes undervattensdetonation med små laddningar samt yngelnot. Eftersom de positiva effekterna framför allt berör varmvattenarter, inriktades arbetet på dessa. Tillväxtsimuleringar utfördes för att illustrera vilken potential den förhöjda temperaturen har på abborrens förstaårstillväxt. Enligt rekryteringsstudierna är effekterna på yngelsamhället små. Efter kraftverkets start var yngeltätheterna högre i utsläpps- och utloppsområdena, vilket kan vara en följd av förskjutning av leken till dessa varmare områden. Osäkerheten i tolkningen är stor, eftersom den är baserad på endast ett års material. De simuleringar som utfördes för abborre visade att en potential för ökad tillväxt finns i det mest kylvattenpåverkade området. En tänkbar väg att öka det positiva inflytandet på varmvattenarternas rekrytering är att förstora ytan med övertemperaturer i strandzonen genom att bättre styra kylvattnet dit. Predationen på karpfiskar borde samtidigt ökas genom att utsätta en ekonomiskt viktigare fiskart. Gös är i detta fall en lämplig predator som dessutom har förhållandevis hög temperaturpreferens. I viss utsträckning har gös redan utsatts i Haapajärvi.

Asiasanat

Fiskrekrytering, tillväxt, yngelstudie, varmvattenarter, kylvattenutsläpp, Haapajärvi

Sarjan nimi ja numero

Kala- ja riistaraportteja nro 35

ISBN

951-776-017-4

ISSN

1238-3325

Sivumäärä

15 s.

Kieli

Svenska

Hinta

Luottamuksellisuus

Offentlig

Jakelu

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet  
Forskning i fiskbestånd och fiskevatten/  
Maritta Luoma  
PB 202, 00151 HELSINGFORS  
tel. 90-228811

Kustantaja

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

KUVAILELEHTI

Julkaisu-aika

Syyskuu 1995

Tekijä(t)

Peter Karås  
Fiskeriverket, Kustlaboratoriet  
Gamla Slipvägen 19  
74071 Öregrund, Sverige

Paula Böhling  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
PL 202, 00151 Helsinki

Julkaisun nimi

Fiskrekrytering i Haapajärvi - förutsättningar för utnyttjande av ett kylvattenutsläpp

Julkasun laji

Tutkimusraportti

Toimeksiantopäivämäärä

Projektin nimi ja numero

Tiivistelmä

Haapavedellä Pohjanmaalla otettiin syksyllä 1989 käyttöön turvevoimala, jonka jäähdytysvedet johdetaan läheiseen runsasravinteiseen Haapajärveen (pinta-ala on 375 ha, keskisyvyys 3 m). Tässä tutkimuksessa arvioitiin, miten voitaisiin hyödyntää niitä myönteisiä vaikutuksia, joita jäähdytysvedellä mahdollisesti on kalojen lisääntymiseen.

Ennen ja jälkeen voimalan käynnistämisen tehtiin poikastutkimus. Poikasia pyydettiin pienin vedenalaisin rajäytsin ja nuotalla. Jäähdytys- ja lauhdevesien on todettu vaikuttavan myönteisesti lähinnä lämpimän veden lajeihin, minkä vuoksi vain ne olivat tutkimuksen kohteena. Kasvusimulaation avulla arvioitiin lämpötilan kohoamisen vaikutusta ahvenen ensimmäisen vuoden kasvuun.

Tutkimuksen mukaan jäähdytysveden vaikutus Haapajärven kalanpoikasyhteisöön on pieni. Poikastiheydet kasvoivat jonkin verran jäähdytysveden purkualueen läheisyydessä ja järven luusuassa. Tämä saattaa johtua siitä, että kalat suosivat kutuaikana näitä alueita niiden korkeamman lämpötilan vuoksi. Tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, koska aineisto on suppea. Kasvusimulaation mukaan lämpötilan nousu lisää hieman ahvenen ensimmäisen vuoden kasvua jäähdytysveden purkualueella.

Lämpimän veden lajien lisääntymistä voitaisiin mahdollisesti edistää ohjaamalla jäähdytysvedet nykyistä tehokkaammin ranta-alueelle. Särkikaloihin kohdistuvaa saalistusta kannattaisi samalla lisätä istuttamalla järveen jotakin taloudellisesti arvokasta petokalalajia. Haapajärven tapauksessa kyseeseen tulee lähinnä kuha, jota on istutettu kokeilumielessä jo muutamana vuonna.

Asiasanat

Kalojen lisääntyminen, kasvu, poikastutkimus, lämpimän veden lajit, jäähdytysvedet, Haapajärvi

Sarjan nimi ja numero

Kala- ja riistaraportteja nro 35

ISBN

951-776-017-4

ISSN

1238-3325

Sivumäärä

15 s.

Kieli

Ruotsi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakelu

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Kalakantojen ja kalavesien tutkimus/Maritta Luoma  
PL 202, 00151 HELSINKI  
puh. 90-228811

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

## Innehåll

	Sida
1. Inledning ..	1
2. Områdesbeskrivning ...	2
3. Material och metoder ..	4
4. Resultat .....	5
5. Diskussion .....	10
6. Åtgärder ...	12
Referenser .....	14
Erkännande	

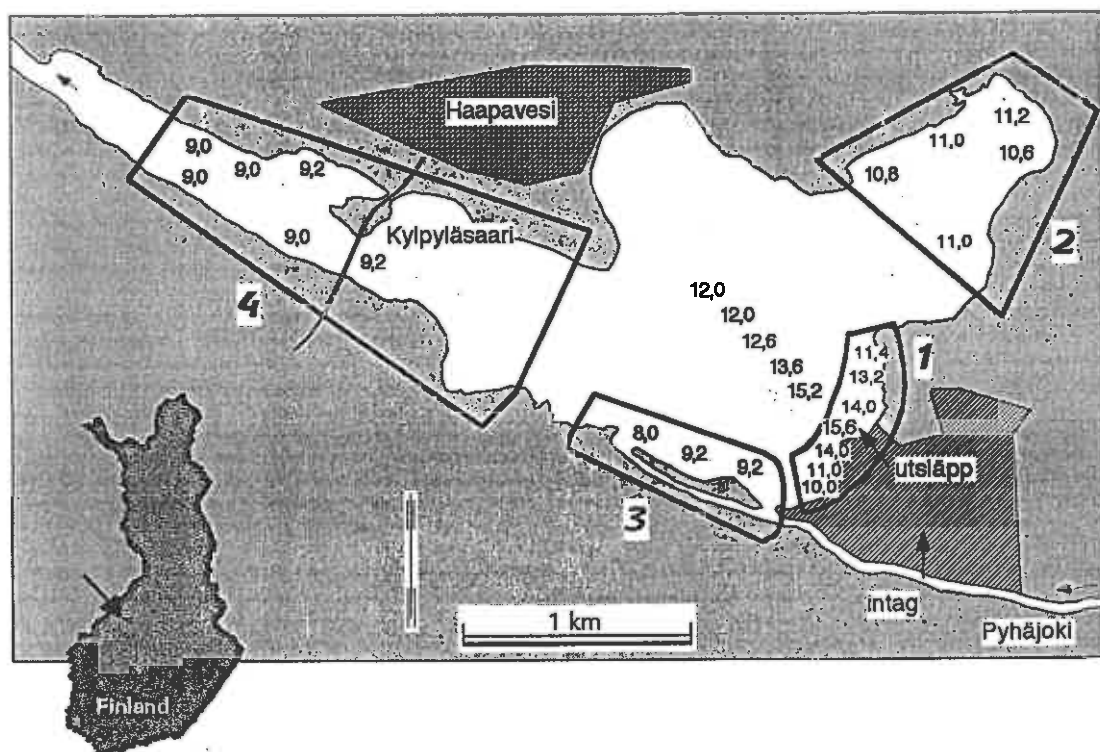
## 1. Inledning

Forskning kring kylvattnets effekter på fisksamhället har genomförts framförallt i Sverige inom ett samnordiskt projekt finansierat av kraftindustrin. Vad avser fältinsatserna har en stor del av forskningen varit förlagd till Biotestsjön vid Forsmarks kärnkraftverk. I denna kan man studera den maximala effekten av temperaturhöjningen på fisksamhället, eftersom fisken är förhindrad att förflytta sig från bassängen pga fasta galler vid utloppet ur anläggningen. Även effekterna av kylvattenutsläpp i ett öppet system, ett skärgårdsområde, kunde studeras några år genom att styra delar av utsläppen dit. I forskningen har även laborativa studier och litteratursammanställningar ingått. Såväl tidigare erfarenheter från kontrollprogrammen vid olika kärnkraftverk som denna forskning visade att den högre vattentemperaturen i huvudsak åstadkom positiva effekter på den del av fisksamhället som karaktäriseras som varmvattenarter (Karås & Neuman 1981, Neuman 1983, Neuman & Andersson 1990, Sandström 1990, Karås & Thoresson 1992, Svedäng & Karås 1993). Framförallt erhöles en förhöjd tillväxt och täthet av yngel. Den förbättrade rekryteringen har medfört starkare bestånd av t ex abborre. En av de generella slutsatserna från projektet var att man skulle kunna förstärka positiva effekter på fisksamhällen genom att bättre anpassa kylvattenutsläpp till rådande fysiska och biologiska förutsättningar. Eventuellt skulle man i recipienterna även kunna göra förstärkningsutsättningar eller introducera nya arter, som är bättre anpassade till de förändrade temperaturförhållandena.

Ett torveldat kraftverk togs på senhösten 1989 i drift vid Haapavesi i Österbotten. Kraftverket använder sjön Haapajärvi som kylvattenrecipient. För att undersöka möjligheterna att utnyttja eventuella positiva effekter av utsläppen, i linje med resultaten från den samnordiska kylvattenforskningen, har yngelstudier utförts före kraftverkets start i september 1989 och därefter 1993. Eftersom de positiva effekterna framförallt berör varmvattenarter hade arbetet en huvudinriktning mot dessa. Studien initierades av Imatran Voima OY och Nordiskt kontaktorgan för Åtgärder i Kylvattenrecipienter (KÅK). Planering och genomförande utfördes gemensamt av Fiskeriverkets Kustlaboratorium samt Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet (VFFI). I föreliggande rapport sammanfattas resultaten.

## 2. Områdesbeskrivning

Haapajärvi är en 375 ha stor och relativt grund sjö med ett medeldjup av 3 m samt största djup av 11 m (fig. 1). Vattennivån regleras och dess variationer uppgår inom år vanligen till 0,6-0,7 m. Sjön är näringsrik, framförallt på grund av inverkan från jordbruk, och dessutom humös. Detta medför höga fosforhalter sommartid och rikligt med vegetation, såväl över som under vatten inom sjöns stora grundområden. Syrebrist har förekommit i djupområdena under sensommar och vinter. På vintern har numera dessa förhållanden förbättrats, eftersom det uppvärmda och syrerika kylvattnet då sjunker och tränger undan bottenvatten (Kauppinen *et al.* 1992, Pohjonen 1992a, Taskila 1993). Det torveldade kraftverket använder den tillrinnande ån, Pyhäjoki, som kylvatten. Medeluttaget från ån är vid drift 6,3 m<sup>3</sup>/s och temperaturstegringen är mellan 3 och 7°C (månadsmedelvärden). Jämfört med Pyhäjoki åstadkommer kylvattenutsläppet och den naturliga temperaturstegringen i sjön tillsammans en förhöjning av temperaturen med 1-2°C i sjöns utlopp.



Figur 1. Provtagningsområden (1-4) och ytvattentemperaturer (°C) efter två dagars utsläpp i september 1993.

Kraftverkets huvudsakliga drift, och därmed utsläpp av varmt vatten, är förlagd till vinterhalvåret. Under vår och sommar reduceras vanligtvis driften och någon eller några månaders uppehåll görs under sommaren (Pohjonen

1992 a,b). Temperaturmätningarna i samband med yngelprovtagningen i september 1993 illustrerar hur det uppvärmda vattnet förändrar förhållandena, eftersom kylvatten började släppas ut efter första dagens studier. De ordinarie mätningarna vid rekryteringsstudien kompletterades den tredje dagen med en gradient från utsläppspunkten mot mitten av sjön. Inga skillnader förelåg mellan olika områden under den första dagen (tabell 1). Därefter var temperaturen i utsläppspunkten 15-16°C men avtog snabbt utmed med stränderna (fig. 1). Endast inom ett par hundra meter från utsläppspunkten förelåg någon nämnvärd övertemperatur. Kylvattenplymen tycktes ha sin största utbredning mot mitten av sjön.

Tabell 1. Vattentemperaturer olika provtagningsdagar inom delområden. Värden inom parentes anger det högsta uppmätta värdet inom respektive område.

dag	delområde, 1989				dag	delområde, 1993			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	13,2 (13,8)	12,7 (13,0)	12,2 (12,2)	11,5 (12,0)	1	10,6 (10,6)	11,0 (11,0)	20,2 (10,2)	10,5 (10,5)
2	12,0 (13,0)	13,0 (13,1)	11,3 (11,6)	11,8 (12,0)	2	12,9 (15,8)	10,8 (11,0)	8,8 (9,6)	10,3 (10,4)
3	11,2 (11,6)	11,7 (12,0)	11,1 (11,1)	11,3 (11,4)	3	11,4 (14,0)	11,0 (11,2)	9,0 (9,2)	9,1 (9,2)

Enligt tidigare simuleringar och mätningar utförda av kraftverket sprider sig det varmare vattnet i ett relativt tunt skikt i ytan och den huvudsakliga temperaturhöjningen ligger inom 1 m. Detta har åstadkommit genom en låg strömhastighet i utsläppspunkten. Vintertid sjunker det uppvärmda vattnet. Ett isfritt område skapas oftast närmast utsläppet men även vid sjöns utlopp. De isfria områdena åstadkommer en tidigarelagd planktonproduktion (Pohjonen 1992b). Att kylvattnet sjunker under vintern har medfört bättre syreförhållanden i djupområdena, vilket inneburit en förhöjd bottenfaunaproduktion (Kauppinen *et al.* 1992).

Fisket i Haapajärvi är ett utpräglat fritidsfiske med ryssjor, katsor och nät. Hundredskapsfiske är också vanligt. Fångsterna domineras av gädda, braxen, mört, abborre och lake. Inplanteringar har medfört att även lax, öring, regnbåge, sik och gös fångas i mindre omfattning. Under det fåtal år som kraftverket hitintills varit i drift kan man inte se att dess utsläpp medfört någon avgörande förändring i fångsterna. På grund av försämrade isförhållanden har dock vinterfisket i sjön nästan helt upphört medan vårfisket, å andra sidan, kunnat startas tidigare (Kauppinen *et al.* 1992, Taskila 1993).

### 3. Material och metoder

Som insamlingsmetoder användes undervattensdetonation med små laddningar (ca 20 g dynamit) samt en yngelnot, vars armar var ca 10 m och minsta maskvidd 2 mm. Metoderna används regelbundet vid motsvarande studier av Kustlaboratoriet (Karås & Neuman 1981, Sandström 1990, Svedäng & Karås 1993) respektive VFFI (Hudd *et al.* 1984). De kan ge både kvalitativa och kvantitativa mått. På grund av den ringa insatsen kan dock notningen i detta fall i huvudsak betraktas som ett komplement för framförallt mer bottenbundna arter. Provtagningen utförs på hösten, då årsklasstyrkan hos de aktuella arterna i huvudsak är dimensionerad.

De allra flesta insjöfiskars yngel uppehåller sig strandnära under den aktuella provtagningsperioden, varför endast dessa områden studerades. De arter som inte växer upp där är framförallt kallvattenarter som nors och andra laxfiskar samt lake. Haapajärvi indelades i fyra provtagningsområden (fig. 1). Områdesindelningen utfördes så att effekter inom det mest påverkade området (1) skulle kunna särskiljas från sjöns inlopp (3) och utlopp (4) samt ett från vattengenomströmning skyddat område (2). Målet var att inom varje område genomföra 10 sprängningar och tre notdrag vid tre skilda tillfällen. Studierna utfördes under september 1989 och 1993. År 1989 tilltog vinden kraftigt den tredje dagen (upp till 15 m/s), vilket innebar att notdragning inte kunde genomföras vid detta tillfälle. Ytvattentemperatur registrerades dagligen inom de olika delområdena. För att kunna jämföra tillväxt mellan år och områden mättes stickprov av årsynglet med en noggrannhet av 1 mm.

Täthetsskillnader mellan områden observerade med sprängmetodik har prövats statistiskt med ett ickeparametriskt teckentest (Conover 1971). För att minimera inflytande av mellandagsvariationer i vädersituationen på resultatet har vid jämförelser mellan delområden antalet fiskar per skott inom varje område rangordnats skilt för dag. Skillnaden mellan skott med olika ranger har angetts med +, - eller 0. Antalet differenser kan antagas vara binominalfördelat under nollhypotesen ( $p=0,5$ ), som innebär att antalet positiva och negativa skillnader är lika stort. Nollhypotesen förkastas, om antalet positiva eller negativa differenser är så stort att sannolikheten understiger 5% för att utfallet berott på enbart slumpmässiga faktorer. Resultatet av notningarna har inte testats statistiskt, eftersom antalet observationer är alltför litet.

För abborre finns en bioenergetisk modell tillgänglig (Karås & Thoreson 1992). Med detta instrument kan man utgående från temperaturförhållandena simulera maximal tillväxt för att jämföra tillväxtpotentialen mellan områden med olika temperaturregimer och, om möjligt, med det verkliga utfallet. Storleken på skillnaden skulle i det senare fallet kunna ge mått på eventuell födobegränsning och om denna förändrats sedan utsläppets tillkomst. Den



förra analysen har i några fall utförts på det tillgängliga materialet. Simuleringarna kräver egentligen dagliga temperaturmätningar i själva uppväxtområdena, d v s på grunt vatten. I detta fall fanns endast mätningar från djupare vatten tillgängliga och dessutom med fjorton dagars intervall. Vattentemperaturen däremellan har uppskattats som medeltemperaturen av begynnelse- och slutvärdena för perioden. Brister i temperaturdata gör att de simuleringar som utförts med hjälp av utsläppstemperatur och temperaturmätningar vid sjöns utlopp tyvärr inte direkt kan jämföras med det verkliga utfallet.

## 4. Resultat

De temperaturmätningar som genomfördes under opåverkade förhållanden visade att det i allmänhet var små naturliga skillnader mellan områden (tabell 1). Totalfångsterna av årsyngel i både sprängningar och notning domineras helt av karpfiskarna mört, löja och braxen (tabell 2). Abborre intar en mellanställning, medan nors och gädda är relativt ovanliga.

Tabell 2. Totalfångster och procentuell fördelning av årsyngel i sprängningar och notning.

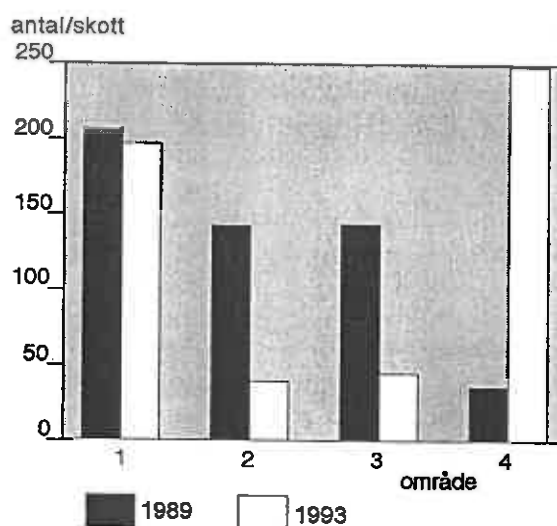
	sprängning				not			
	1989		1993		1989		1993	
	antal	%	antal	%	antal	%	antal	%
mört	10 533	67	11 519	67	66	23	362	37
löja	3 669	23	660	4	170	61	424	43
braxen	1 563	10	4 623	27	41	15	55	6
abborre	33	<1	285	2	0	0	139	14
nors	2	<1	0	0	0	0	0	0
gädda	1	<1	0	0	1	<1	3	<1
summa	15 801		17 087		278		983	

Fördelningen av de totala fångsterna av yngel mellan områden (tabell 3 och fig. 2) visar att denna var jämnare mellan områdena 1-3 1989 än 1993 och att tätheterna ökat starkt det senare året i område 4. Då fiskbestånden påverkats av kraftverkets drift, var tätheterna högst närmast utsläppet och vid sjöns utlopp. Det är framförallt hos mört och braxen som denna förskjutning inträffat (fig. 3). För braxen fanns inga statistiskt signifikanta skillnader 1989 (tabell 4). Annars är de flesta uppenbara skillnaderna signifikanta, förutom mellan

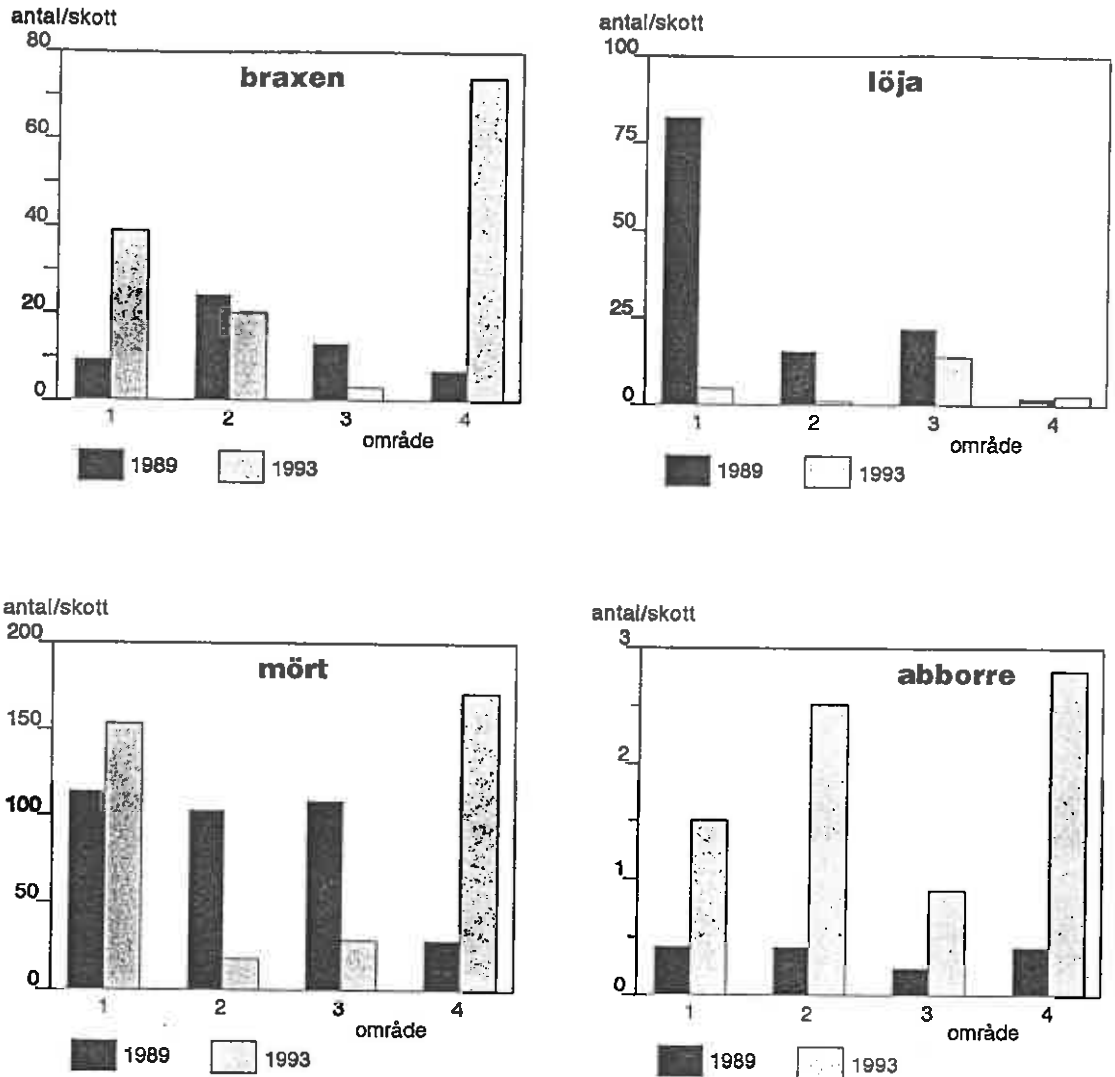
område 1 och 4 för mört 1989 samt områdena 1 och 2 för braxen 1993. Löja uppvisar i allmänhet stora variationer i fångst mellan stationer inom områden, vilket innebär att till synes uppenbara skillnader mellan områden ej blir statistiskt signifikanta. År 1993 förekom således inga signifikanta skillnader, medan området närmast de blivande utläppet 1989 skilde sig signifikant från område 3. Abborrens årsklass var svag 1989 och inga signifikanta täthetsskillnader förekom mellan områden. Årsklassen 1993 var dock starkare. Trots att områdena då vid de flesta jämförelser skilde sig åt signifikant är dessa så små att man egentligen inte kan tala om några skillnader.

Tabell 3. Totalt antal årsyngel i sprängning 1989 och 1993 fördelat på olika delområden (30 skott per område och år).

	delområde							
	1		2		3		4	
	1989	1993	1989	1993	1989	1993	1989	1993
mört	3 441	4 566	3 071	474	3 252	813	768	5 077
löja	2 489	123	469	10	654	131	56	85
braxen	268	1 158	721	594	385	75	191	2 226
abborre	12	45	13	74	3	26	5	83
totalt	6 210	5 892	4 274	1 152	4 294	914	1 020	7 471



Figur 2. Totalt antal årsyngel per skott inom delområden 1989 och 1993.



**Figur 3. Antal årsyngel per skott inom delområden hos olika arter 1989 och 1993.**

Värt att nämna i sammanhanget är den anlockning av äldre fisk till utsläppsområdet som kunde konstateras de två sista dagarna av provtagningen 1993, då uppvärmt kylvatten började släppas ut. Tätheten av framförallt löja, mört och braxen var avsevärt mycket högre dessa dagar inom ett mycket begränsat område i absolut närhet av utsläppet. Yngeltätheterna påverkades inte på ett liknande sätt.

Vattentemperaturen närmade sig vid provtagningstillfällena de båda åren 10°C. Under denna temperatur förekommer ingen tillväxt hos de studerade arterna (Karås & Thoresson 1992, Lessmark 1983). En jämförelse mellan år vad avser hela första årets tillväxt går således att göra. Denna visar att slutlängden de båda åren i stort sett var densamma för de betraktade arterna (tabell 5). En viss tendens till bättre tillväxt år 1989 finns dock. Näst gädda är abborre den art som blir störst efter första tillväxtsåongen och löja den som är minst.

Tabell 4. Statistiskt signifikanta skillnader i täthet mellan delområden (1-4) för olika arter. För abborre och braxen 1989 samt löja 1993 finns inga signifikanta skillnader mellan områden. + statistiskt signifikanta skillnader, - icke signifikanta skillnader.

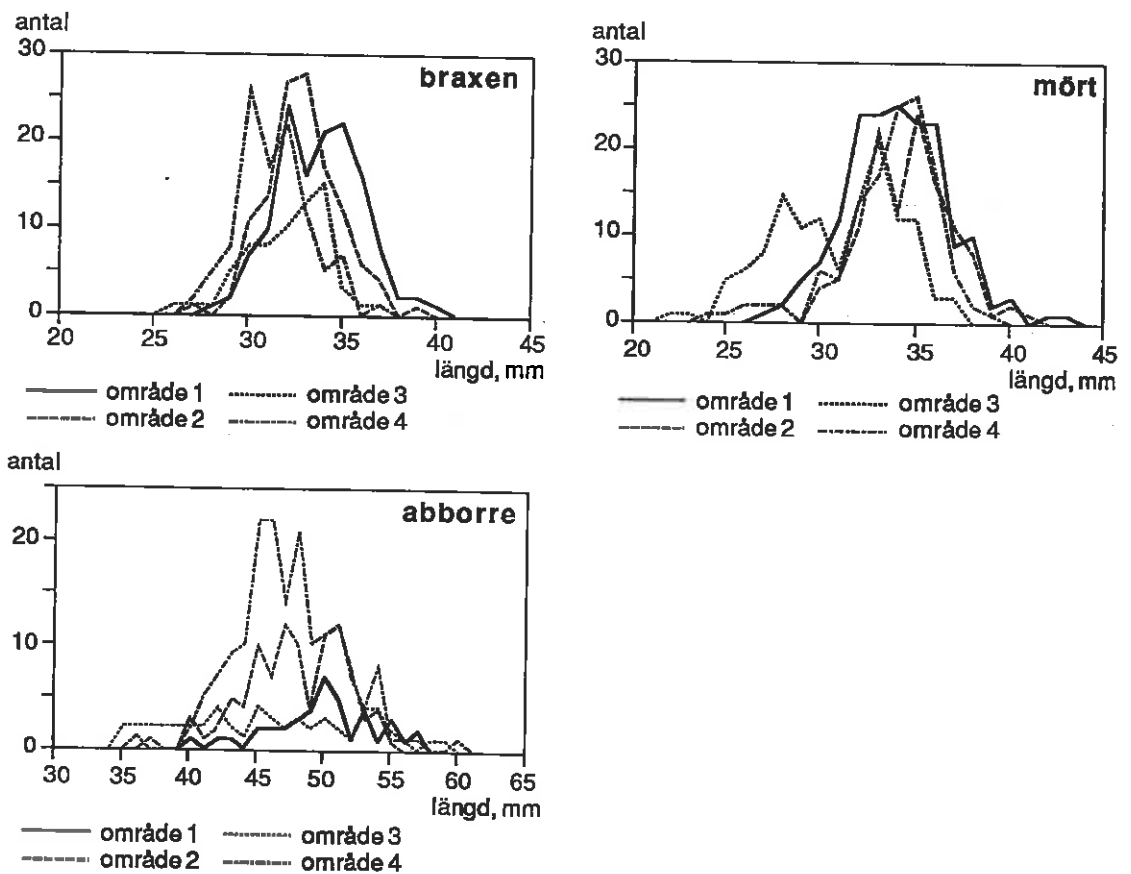
	mört, 1989				mört, 1993				abborre, 1993			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1												
2	-				+				+			
3	+	-			+	-			+	+		
4	-	+	+		-	+	+		+	-	+	
	braxen, 1993				löja, 1989							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
1												
2	+				+							
3	+	+			-	+						
4	+	+	+		+	-	+					

Tabell 5. Förstaårstillväxt (mm) hos olika arter inom skilda delområden. mv medelvärde, s standardavvikelse, n antal.

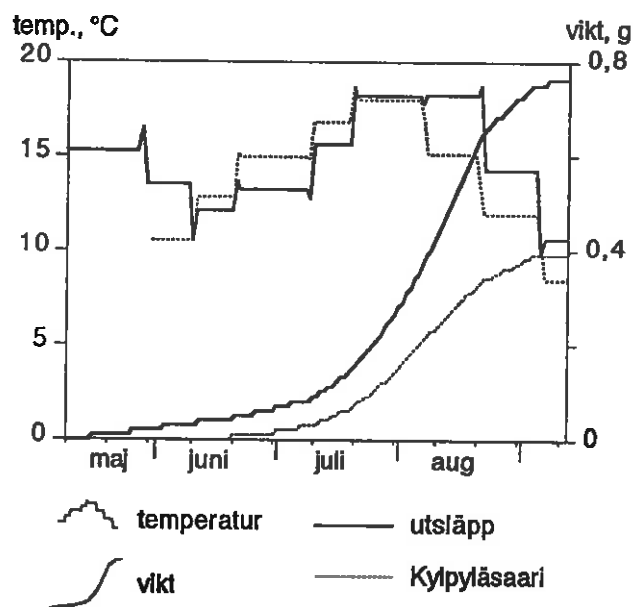
abborre	1989				1993			
	1-4				1	2	3	4
mv	49,5				49,2	48,0	46,8	47,3
s	6,7				3,7	3,9	6,2	3,8
n	26				45	99	51	169
mört	1989				1993			
	1	2	3	4	1	2	3	4
mv	34,0	-	34,6	39,2	34,0	34,4	30,9	33,6
s	3,0	-	2,9	2,9	2,7	2,5	3,3	2,6
n	35	-	88	49	172	120	130	127
braxen	1989				1993			
	1	2	3	4	1	2	3	4
mv	30,7	34,0	32,2	35,7	33,8	32,8	32,1	31,3
s	1,8	2,4	2,3	2,4	2,2	2,0	2,1	1,9
n	18	10	54	17	131	123	67	105
löja	1989				1993			
	1	2	3	4	1-4			
mv	29,4	-	30,7	-	21,9			
s	3,6	-	2,8	-	3,3			
n	36	-	77	-	97			
gädda	1989				1993			
	1-4				1-4			
mv	112				129,7			
s	-				20,3			
n	1				3			

Vad avser skillnader mellan områden kan man notera att abborre och braxen år 1993 har högst tillväxt i område 1 och att mört och abborre har sämst tillväxt inom område 3 vid sjöns tillopp (tabell 5 och fig. 4). Båda arterna har dessutom en större längdspridning i detta område, vilket är särskilt tydligt för mörten. I detta fall har längdfördelningen en tvåtoppighet, indikerande två lekgrupper. Möjligheten att de mindre individerna tillhör en annan art har följts upp genom att låta VFFI:s expert på området analysera konserverat material. Denne bestämde dock alla yngel såsom varande mört (Lauri Urho, pers. komm.)

Tillväxtsimuleringar utfördes för att illustrera vilken potential den förhöjda temperaturen har på förstaårstillväxten vid utsläppspunkten jämfört med de naturliga förhållandena i Haapajärvi. Simuleringar har utförts baserade på utsläppstemperaturer och temperaturförhållandena vid sjöns utlopp (Kylpyläsaari). Det senare området är i svagt påverkat av kylvattenutsläppet under den aktuella tillväxtperioden (Pohjonen 1992b). Simuleringen visar att den uppskattade utsläppstemperaturen skulle kunna åstadkomma en maximal tillväxt av 0,7-0,8 g eller ca 45 mm medan motsvarande värden för sjöns utlopp är 0,4 g och 40 mm (fig. 5). De verkliga värdena ligger något över dessa uppskattningar (jämför tabell 5 och fig. 4).



**Figur 4. Längdfördelningar hos årsyngel av braxen, mört och abborre inom olika delområden 1993.**



**Figur 5. Simulering av maximal tillväxt hos årsyngel av abborre baserat på vattentemperaturen i utsläppsvatten och vid sjöns utlopp.**

## 5. Diskussion

De största kylvattenutsläppen till Haapajärvi har hitintills skett under vinterhalvåret med reducerad drift i övrigt. Under sommaren görs åtminstone en månads uppehåll för bl a årsunderhåll. Kylvattnets övertemperatur i förhållande till omgivningen i sjön uppgick vid höstprovtagningen 1993 till ca 6.6 °C (fig. 1). Detta är i stort sett det normala förhållandet vid full drift 6°C (Pohjonen 1992 a,b). Temperaturöverskottet avtog snabbt från utsläppspunkten i de strandnära områden, där de dominerande varmvattenarterna i sjön har sina uppväxtområden. Huvudsakligen påverkades ett område inom ett par hundra meter från utsläppet vid detta tillfälle. Tidigare studier har visat, att en mycket svag temperaturhöjning även förekommer vid sjöns utlopp (Pohjonen 1992 a,b), varför det vintertid förekommer en isvak även i detta område.

I de fiskekologiska studier som genomförts vid andra kylvattenutsläpp med liknade fiskfauna har man kunnat konstatera att en anlockning av varmvattenarter sker under tidig vår till utsläppsområdet (Neuman & Andersson 1990), och att leken startar tidigare än i omgivningen (Karås 1987). Man kan förvänta sig en liknande situation i Haapajärvi. Förutom en viss koncentration till utsläppsområdet kan möjligen också en sådan ske till sjöns utloppsområde,

där den isfria ytan antyder högre temperaturer under våren. En viss förskjutning av lekområdena enligt detta scenario skulle kunna förklara högre tätheter av yngel i utsläpps- och utloppsområdena, vilket rekryteringsstudierna antyder (fig. 2-3 och tabell 3). Det måste dock betonas att osäkerheten i denna tolkning är stor, eftersom den är baserad på endast ett års material. I övrigt kan de skillnader mellan områden som konstaterats hänföras till naturliga biotopskillnader inom sjön.

Tillväxten hos årsynglet av varmvattenarter, såsom abborre och mört, har vid tidigare studier av kylvattenseffekter visat sig öka starkt och är kanske den känsligaste mätaren av effekter på fisksamhället. De simuleringar som utfördes för abborre, på det i detta sammanhang förhållandevis bristfälliga temperaturmaterialet, visade att en potential för ökad tillväxt finns i det mest kylvattenpåverkade området. Effekten är dock liten. I förhållande till sjöns utloppsområde skulle ökningen kunna vara 0,3 g (fig. 5) eller uttryckt som längd ca 5 mm. En förändring i denna riktning antyds också i verkligheten. Någon stor effekt är inte heller att förvänta mot bakgrund av det ringa strandområde som påverkas av temperaturhöjningen inom område 1 (fig. 1) och att produktionen av uppvärmt vatten är låg under sommarmånaderna.

Rekryteringsstudierna i Haapajärvi under 1989 och 1993 kan sammanfattningsvis sägas visa att mycket höga yngeltätheter förekom huvudsakligen av av mört, men även löja och braxen. Med tanke på att abborre och framförallt gädda är starkt företrädda i fritidsfiskets fångster, var de förhållandevis svagt representerade i rekryteringsstudierna. Vad avser gäddan kan det bero att årsynglet uppehöll sig på mycket grunt vatten i tät vegetation, som ej täcktes representativt av sprängningarna. Notningarna skulle kunnat täcka denna biotop, men de försvårades av den mycket starkt utvecklade vegetationen i sjön, vilket även fångsterna i förhållande till sprängtekniken visar (jämför tabell 6 och 3).

Tabell 6. Totalt antal årsyngel i notning 1989 och 1993 fördelat på olika delområden.

	delområde							
	1		2		3		4	
	1989	1993	1989	1993	1989	1993	1989	1993
mört	2	103	4	80	57	142	3	37
löja	0	139	68	5	81	24	21	256
braxen	0	15	0	20	37	1	4	19
abborre	0	16	0	28	0	32	0	63
totalt antal	2	273	72	133	175	199	28	375
antal notdrag	6	9	6	9	6	9	6	9

Ett års studier av kylvattnets effekter på fiskrekryteringen i Haapajärvi är naturligtvis ett litet underlag att basera säkra slutsatser på, vilket måste hållas i minnet. Effekterna på yngelsamhället av kylvattenutsläppet i Haapajärvi måste ändå anses vara små. Den tendens till ökad koncentration till utsläpp och sjöns utlopp som noterats är således svag, liksom den i något fall bättre förstaårstillväxten i utsläppsområdet. Detta förklaras av utsläppens ringa geografiska spridning, framförallt i strandzonen, och att de är reducerade under den huvudsakliga tillväxtsåongen.

## 6. Åtgärder

Området med tydliga övertemperaturer är starkt begränsat i Haapajärvi. I nuvarande situation påverkas de största ytorna i den öppna sjön. Utsläppen tycks dessutom komma att bli koncentrerade till vinter, vår och höst. Därmed begränsas de positiva effekterna på varmvattenarterna. En tänkbar väg att öka det positiva inflytandet på varmvattenarternas rekrytering är att förstora ytan med övertemperaturer i strandzonen genom att bättre styra kylvattnet dit.

Produktionen av yngel av karpfiskar (mört, braxen och löja) är förhållandevis hög. Predationen på denna resurs borde kunna öka. Samtidigt som bestånden av dessa relativt lågt utnyttjade arter reduceras, kan en ekonomiskt viktigare art gynnas. Gös är en sådan lämplig predator som dessutom har förhållandevis hög temperaturpreferens.

I Haapajärvi skulle en tänkbar åtgärd i framtiden vara att odla yngel av gös inom det mest uppvärmda området. Genom att utsätta avelsfisk för förhöjda temperaturer skulle de kunna förmås att leka tidigare än vanligt, vilket förlänger ynglets tillväxtsång. Plankton skulle kunna koncentreras och/eller avfiltreras från kylvattenströmmen såsom föda åt ynglet (Andersson 1993), vilket även kan utnyttja värmen för snabbare tillväxt (Andersson & Sandell 1993). En större utsättningsstorlek tidigare under första levnadsåret ökar dess överlevnadschanser. Odling av abborre med denna teknik har gett bra resultat, medan kannibalism hos gös över 15-20 mm utgjort ett problem. Dessa problem ansågs dock möjliga att lösa för utsättning av 30-35 mm stort yngel. Vid denna storlek är årsklassen i huvudsak dimensionerad (Lauri Urho pers. komm.). Vattenbruksinstitutionen vid Umeå universitet ansvarar för fortsatt utvecklingen av tekniken i Sverige. Det är emellertid mycket tveksamt om just Haapavesikraftverket är den lämpligaste platsen för sådan odling i Finland. De förhållandevis ringa övertemperaturerna, kraftverkets oregelbunda drift under vår och sommar samt en förmodat låg djurplanktonproduktion i ett rinnande vatten som Pyhäjoki utgör förmodligen alltför stora hinder för att genomföra denna åtgärd vid Haapajärvi.



I viss utsträckning har utsättning av gös redan genomförts i Haapajarvi. Således utsattes 5 000 ensamriga fiskar 1989 och 6 000 stycken 1992. Innan utsättningarnas lönsamhet kan fastställas bör dessa insatser följas med hjälp av fiskeristatistiken och med tillväxtprovtagning, eventuellt även genom provfiske. Denna insats är emellertid inte i huvudsak ett positivt utnyttjande av kylvatteneffekter, om inte kylvattnet kan sägas höja produktionen av bytesfiskar.

## Referenser

- Andersson, J. 1993. Insamling av zooplankton för uppfödning av fisklarver i kylvattenrecipienter. Kustrapport 1993:3. 18s.
- Andersson, J. & Sandell, G. 1993. Odling av fiskyngel i kylvattenrecipienter. Kustrapport 1993:2. 22s.
- Conover, W.J. 1971. Practical nonparametric statistics. John Wiley & sons. New York, Sidney och Toronto.
- Hudd, R., Hildén, H., Urho, L., Axell, M.-B. & Jåfs, L.-A. 1984. Fiskeriundersökning av Kyro älvs mynnings- och influensområde 1980-1982. Vesihallitus, Tiedotus 242B. 277s.
- Karås, P. 1987. Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L). Doktorsavhandling. Uppsala universitet. 129s.
- Karås, P. & Neuman, E. 1981. First-year growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* (L.) in a heated Baltic bay. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 59:48-63.
- Karås, P. & Thoresson, G. 1992. An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). J. Fish. Biol. 41:217-230.
- Kauppinen, V., Taskila, E. & Tervaniemi, O.-M. 1992. Fiskfaunan och fisket inom det område som påverkas av torvkraftverket vid Haapavesi (sammandrag 1986-1991). PSV. Stencil. (På finska). 33 s. + bilagor.
- Leppäjärvi, R. (red.). 1990. Hydrologisk årsbok 1984-1986. Vatten- och miljöstyrelsen. Helsingfors. (på finska).
- Lessmark, O. 1983. Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in south Swedish lakes. Doktorsavhandling. Lunds universitet. 172s.
- Neuman, E. 1983. Thermal discharge and fish fauna in Sweden. Wat. Sci. Tech. 15:67-87.
- Neuman, E. & Andersson, J. 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 80-talet. Statens naturvårdsverk. Rapport 3780. 38s.
- Pohjonen, M. 1992a. Plan för ledning av avkylnings- och avloppsvatten från Haapavesi kraftverk. IVO. Stencil. (På finska). 20s.

Pohjonen, M. 1992b. Kraftverket vid Haapajärvi. Utredning av kylvattnets effekter på vattentemperaturen, istäcke och uppkomst av dimma. IVO. Stencil. (På finska). 8s + bilagor.

Sandström, O. 1990. Vattenmiljön vid Forsmarks kraftstation. Statens naturvårdsverk. Rapport 3867. 37s.

Svedäng, H. & Karås, P. 1993. Utsläpp av kylvatten - en möjlighet att förbättra fiskrekrytering? Kustrapport 1993:5. 40s.

Taskila, E. 1993. Fiskeriövervakning i Haapajärvi, Haapavesi, år 1992. PSV. Stencil. (På finska). 13s. + bilagor.

## **Erkännande**

Fältinsatserna har genomförts i samarbete med Ari Leskelä och Karl Sundman vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet. Till dessa riktas ett varmt tack. Studien har finansierats av Imatran Voima OY. Mika Pohjonen och Risto Salmela vid nämnda företag har bidragit med värdefull bakgrundsinformation.