

Vågaåna kraftverk:  
Tilleggsundersøkelse av  
vannkvalitet og Hustoftvatnet



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**833**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Vågååna kraftverk: Tilleggsundersøkelse av vannkvalitet og Hustoftvatnet

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen & Steinar Kålås

**OPPDRAKSGIVER:**

BKK-Rådgiving AS, Postboks 7050, 5020 Bergen

**OPPDRAGET GITT:**

10.mai 2005

**ARBEIDET UTFØRT:**

2005

**RAPPORT DATO:**

8.august 2005

**RAPPORT NR:**

833

**ANTALL SIDER:**

20

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-432-2

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva  
[www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

[post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

**Forsidefoto:** Utløpet av Hustoftvatnet 1.juni 2005. Foto: Steinar Kålås.

## FORORD

Småkraft AS har 11.januar 2005 søkt konsesjon for Vågååna kraftverk i Vindafjord kommune. NVE har oppsummert høringsuttalelsene til denne konsesjonssøknaden 15.april 2005, og har bedt om at fire forhold undersøkes og vurderes nærmere. Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra BKK Rådgiving foretatt en tilleggsundersøkelse av vannkvalitet og fysiske forhold i vassdraget, som skal tilfredsstillende disse fire forholdene i NVEs brev, samt kravet fra Fylkesmannen datert 4.mars 2005 vedrørende vannkvalitetsvurdering knyttet til forsyningsproblematikk.

Aurebestanden i Hustoftvatnet skal være tynn, samtidig som innsjøen har en tett bestand av røye. Dette baserer seg på et prøvefiske fra 1973, og opplysningene om fiskestatus og vannkvalitet er hentet hos Fylkesmannen i Rogaland. For å vurdere dagens situasjon, har fylkesmannen foreslått at det må samles inn nye vannprøver i vassdraget.

Det foreslåtte undersøkelsesprogrammet er gjennomført med 14 dagers intervall istedenfor månedsintervall, og siden dette er en periode med annet sjiktningmønster i Hustoftvatnet enn vinterstid, er det gjennomført med noe færre prøver fra overflatevannet i innsjøen, for øvrig i tråd med SFTs anbefalinger for denne type prøvetaking i innsjøer. Videre er det foretatt fotografering og utført en enkel opplodding av utløpsområdet i Hustoftvatnet for å vurdere eventuelle strømningsforhold ved eventuell flytting av tilsiget til Vågååna inn i Hustoftvatnet. Vannprøvene fra øverst i Vågååna er samlet inn av Grete og Lars Steinar Våga, og resultater fra vannkvalitetsovervåking ved Vågafossen Settefisk er stilt til rådighet av Knut Hustoft.

Rådgivende Biologer AS takker alle som har bidratt, Vågafossen Settefisk ved Knut Hustoft for tilgang til vannkvalitetsdata og BKK-Rådgiving AS ved Sigve Næss, for oppdraget.

Bergen 8. august 2005

## INNHALDSFORTEGNELSE

Forord .....	side 2
Innholdsfortegnelse .....	side 2
Sammendrag .....	side 3
Innledning om forsuring og vannkvalitet.....	side 4
Områdebeskrivelse .....	side 8
Resultater .....	side 12
Vurdering og konklusjon .....	side 17
Referanser .....	side 20

## SAMMENDRAG

*JOHNSEN, G.H. & S.KÅLÅS 2005.*

*Vågaåna kraftverk: Tilleggsundersøkelse av vannkvalitet og Hustoftvatnet  
Rådgivende Biologer AS, rapport 833, 20 sider, ISBN 82-7658-432-2.*

Småkraft AS har 11.januar 2005 søkt konsesjon for Vågaåna kraftverk i Vindafjord kommune. NVE har oppsummert høringsuttalelsene til denne konsesjonssøknaden 15.april 2005, og har bedt om at fire forhold undersøkes og vurderes nærmere. Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra BKK Rådgiving foretatt en tilleggsundersøkelse av vannkvalitet og fysiske forhold i vassdraget, som skal tilfredsstillende disse fire forholdene i NVEs brev, samt kravet fra Fylkesmannen datert 4.mars 2005 vedrørende vannkvalitetsvurdering knyttet til forsuringproblematikk.

Vågaåna kraftverk vil hente vann fra 5,1 km<sup>2</sup> av det øvre feltet til Vågaåna. Det er planlagt med en slukevne på 0,74 m<sup>3</sup>/s, og vil kunne ta unna 75% av vannet fra nedbørfeltet. Kraftverket vil ha utslipp til hovedbassenget i Hustoftvatnet, og vil på årsbasis flytte omtrent 12 mill. m<sup>3</sup> av tilsiget fra Vågaåna til hovedbassenget i Hustoftvatnet. Vågaåna har renner i dag ut i Hustoftvatnet nær utløpet til det nedenforliggende Vågavatnet.

Det har ikke vært noe utløp fra Hustoftvatnet mot sør sørøst ved Vassosen. Terrenget her er to meter høyere på det laveste enn innsjøen, og utløpet fra Hustoftvatnet går til det nedenforliggende Vågavatnet. En regulering av tilsiget til innsjøen vil derfor ikke få noen betydning for vanntilførselen for Vågafossen Settefisk, som har sitt inntaksmagasin i Vågavatnet.

Det er ikke mulig å vurdere endringer i strømningsforhold i Hustoftvatnet, siden vannhastighetene i innsjøens vannmasser vanligvis er veldig små. Men oppholdstiden for vannet i Hustoftvatnets hovedbasseng vil bli redusert og vannutskiftingen vil øke tilsvarende ved overføring av vann fra Vågaåna. Dette vil kunne påvirke vannkvaliteten i hovedbassenget til det bedre.

Hustoftvatnet ligger 40 meter over havet og utløpet er uten fall ned til det nedenforliggende Vågavatnet. Forbindelsen mellom innsjøene er i underkant av en meter dyp på det grunneste, og har et begrensende tverrsnitt på under 3 m<sup>2</sup>. Siden det ikke er noe særlig fall på strekningen, vil det i perioder med høy tilrenning til Hustoftvannet kunne føre til kortvarig oppstuvning av vann i Hustoftvatnet. Da vil vannstanden derfor naturlig stige noe i hele innsjøen, hvilket betyr at tilførslene fra Vågaåna da også vil tilføres hovedbassenget til Hustoftvatnet, og så utjevnes med vannstanden i det nedenforliggende Vågavatnet etter hvert som tilsiget avtar i forhold til utløpets kapasitet. Dette naturlige mønsteret i vannstandsvariasjon i Hustoftvatnet eller Vågavatnet vil ikke endres ved den planlagte reguleringen, og vil derfor ikke medføre noen konsekvenser for bebyggelse rundt vannet.

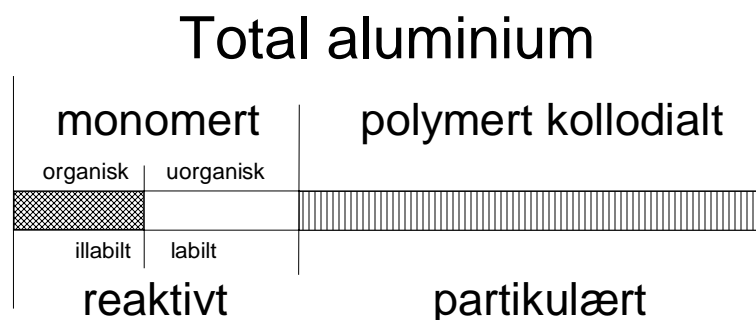
Målingene av vannkvalitet på forsommeren 2005 viste at Vågaåna var surere enn Hustoftvatnet, og måleseriene fra Vågafossen Settefisk viste at det tidvis har vært registrert svært varierende og lave pH-verdier ned mot pH 5,1. Det synes ikke å være noen sammenheng i utvikling i surhet over tid eller med hensyn på årstid. En flytting av vannmasser fra den noe surere Vågaåna til hovedbassenget i Hustoftvatnet vil føre til at de surere vannkvalitetene fra de høytliggende områdene vil bli blandet med vannmassene i innsjøen. Utløpet og vannkvaliteten i det nedenforliggende Vågavatnet vil derfor i mindre grad oppvise stor variasjon i surhet, og vannkvalitetene vil være generelt sett bedre egnet for produksjon av laksesmolt. Med hensyn på forsuring, vil en regulering derfor ansees å ha en positiv konsekvens for settefiskanlegget og en liten negativ til ingen konsekvens for fisken i Hustoftvatnet.

## INNLEDNING OM FORSURING OG VANNKVALITET

Som bakgrunn for vurderingene av vannkvalitet og sammenhengene mellom de ulike parametrene, er det på de følgende fire sidene gitt en enkel innføring i forsurings- og aluminiums vannkjemi.

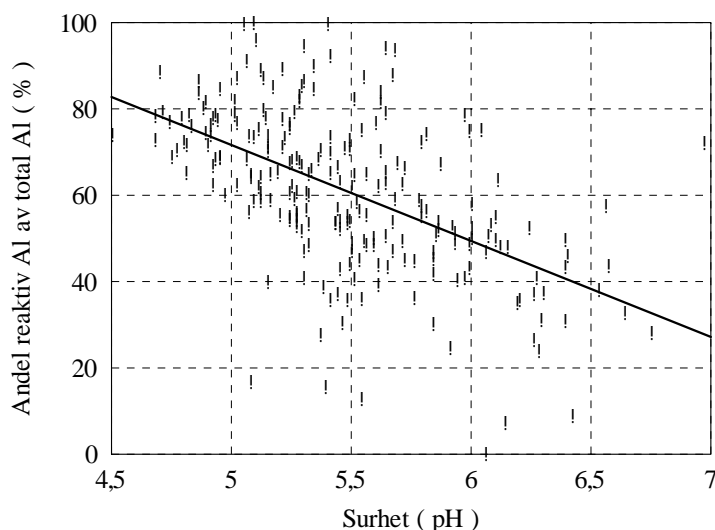
Total aluminium utgjør den samlede mengden aluminium i en vannprøve. Dette blir analysert på omtrent samme måten ved de ulike analyselaboratoriene, og kalles ofte "syreløst aluminium". Aluminium er ett av de vanligste grunnstoffene i berggrunnen, og forekommer derfor naturlig i varierende grad i vassdragene. Sur nedbør løser ut mer aluminium til vassdragene enn ikke sur nedbør.

**Figur 1.** En enkel skisse over sammenhengen mellom de ulike fraksjonene av aluminium i vann. Ulike analysemetoder gir ulike benevnelser på de samme forholdene, og i teksten er den nederste oppdelingen benyttet.



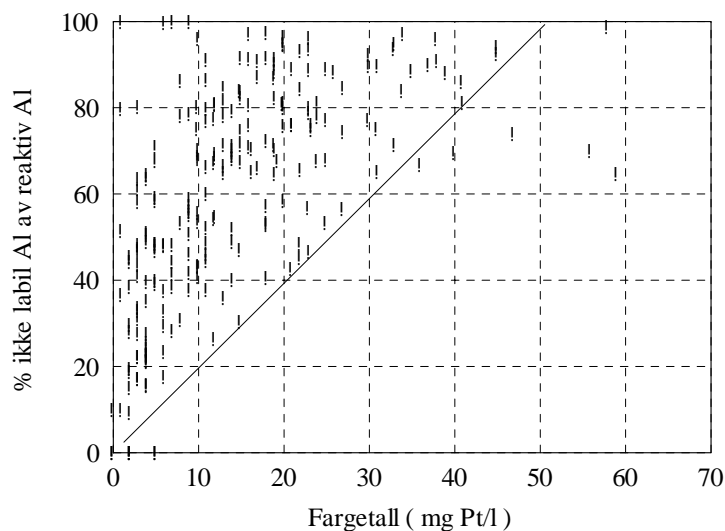
Den samlede mengden aluminium i en vannprøve, består av to hoveddeler,- enten av partikulært eller reaktivt (monomert) aluminium. Den reaktive aluminiumen er i hovedsak løst i vannet, mens den partikulære aluminiumen altså er bundet til partikler. Forholdet mellom disse to fraksjonene kan endres når surheten i vannet endres, slik at andelen av den totale aluminiumen som blir reaktiv øker jo lavere pH-verdi man har (**figur 2**).

**Figur 2.** Sammenheng mellom surhet og andelen av den totale aluminiumen som forekommer som reaktiv aluminium. Resultatene er hentet fra 237 målinger utført av NINA-laboratoriet for Fylkesmannen i Sogn og Fjordane.



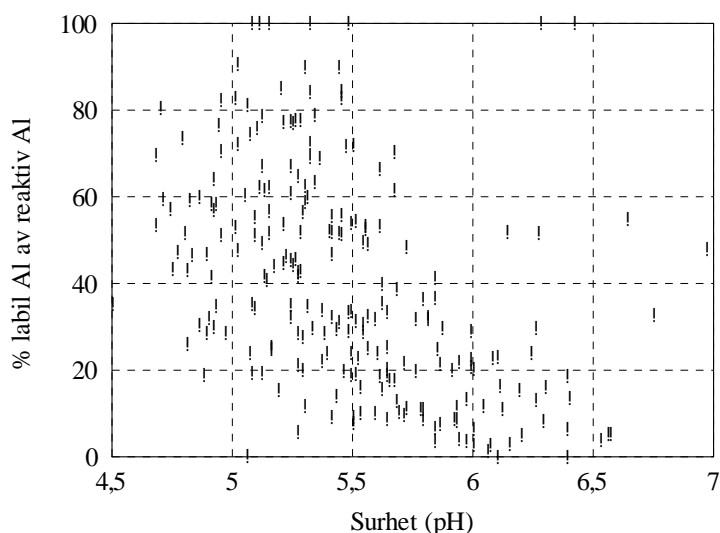
Den reaktive aluminiumen deles videre opp i ikke labilt (organisk monomert) aluminium og labil aluminium (uorganisk monomert). Den ikke labile delen er ofte bundet til humusstoff og andre organiske stoff som naturlig fins i vannet. Denne formen er ikke giftig for fisk, og i vassdrag med mye humusstoff (og derfor høyt fargetall), vil mye av denne reaktive aluminiumen dermed være bundet (**figur 3**).

**Figur 3.** Sammenheng mellom fargetall (som mål på organisk innhold i vannet) og andel av den reaktive aluminiumen som forekommer som organisk bundet ikke labilt aluminium. Resultatene er hentet fra 237 målinger utført av NINA-laboratoriet for Fylkesmannen i Sogn og Fjordane.



Når fargetallet i en vannprøve er høyt, vil en altså vente å finne at det meste av den reaktive aluminiumen er bundet til humusstoff. Samtidig vil surheten i vannet avgjøre hvilken form den reaktive aluminiumen forekommer på, og ved lavere pH-verdier vil en større andel av denne aluminiumen være labil (**figur 4**).

**Figur 4.** Sammenheng mellom surhet og andel av den reaktive aluminiumen som forekommer som labil aluminium. Resultatene er hentet fra 237 målinger utført av NINA-laboratoriet for Fylkesmannen i Sogn og Fjordane.



Kystnære områder på Vestlandet mottar ofte sjøsalter med nedbøren,- særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførslene fra den vanlige nedbøren skulle tilsi. I områder der sur nedbør over tid har vasket ut bufferkapasiteten i jordsmonnet, vil natriumioner fra sjøsaltene i nedbøren holdes igjen i nedbørfeltet for å erstatte tapet. Dette kan skje ved at det i jordsmonnet foregår en ionebytting mellom den tilførte natrium og hydrogen og aluminium.

Store tilførsler av sjøsalter til forsurete områder, vil derfor kunne gi surt og aluminiumsrikt avrenningsvann og altså surstøtepisoder i vassdrag. Slike surstøtepisoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan imidlertid oppholde seg lenge i innsjøer og dermed gi surt vann til vassdrag over et noe lengre tidsrom. På grunn av lav pH og mye aluminium, som i slike tilfeller foreligger i store mengder i den labile formen som er giftig for fisk og bunndyr, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet for vannlevende organismer.

En forutsetning for at dette skal skje er imidlertid at jordsmonnet allerede er helt eller delvis utarmet for basekationer på grunn av langvarig eksponering for sur nedbør. Surstøt vil derfor kun finne sted i områder der det allerede er moderat eller kraftig surt, men kan ventes å ha størst effekt der forholdene er moderate. Det var kraftige og hyppige sjøsaltepisoder på Vestlandet tidlig på 1990-tallet, men slike episoder har vært sjeldne de siste årene.

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene har en nærmest kontinuerlig tilførsel av salter. Sjøsaltepisoder defineres som når avrenningsvannet har mindre natrium enn det skulle ha hatt, altså når natrium tilbakeholdes. Dette kan regnes på og defineres som ”negativ” natriumkonsentrasjon.

## Aluminium og giftighet for fisk

Labile aluminium finnes som positivt ladde ioner, og er giftig for fisk. Årsaken til denne giftvirkningen ligger i at disse ionene kan polymerisere på fiskens gjeller der pH-verdien er betydelig høyere enn i vannet. Det er denne prosessen som kan gi problem med utfelling av aluminium på for eksempel fiskegjeller. Ved langt framskredet polymerisering av  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , vil polymerene etter hvert ha en størrelse som gjør at de er gått over til den partikulære (polymere kolloidale) fraksjonen av aluminiumen. Da har de ikke lenger noen giftvirkning, fordi de er for store til å kunne bindes effektivt til fiskegjellene.

Konsentrasjoner over 40 : g pr. liter med labilt aluminium kan under gitte forhold være giftig for aure (Rosseland mfl. 1992). For laksesmolt kan lavere konsentrasjoner medføre problemer i samband med smoltifisering og utvandring til sjø. I humusrike vannforekomster, spesielt langs kysten, kan imidlertid innholdet av aluminium være ekstremt høyt, uten å være et problem for fisken. I slike tilfeller er aluminiumet bundet til humuspartikler, og denne formen for organisk bundet aluminium er ikke giftig for fisk.

## Syrenøytraliserende kapasitet

Det er utarbeidet tålegrenser for mange ferskvannslevende organismer,- både for mange fiskearter og for evertebrater av forskjellig slag. Disse tålegrensene er basert på vannkvalitet, der de vannkjemiske målingene er sammenstilt i uttrykket **syrenøytraliserende kapasitet = ANC ( Acid Neutralizing Capacity)**. Dette er et begrep som sammenstiller balansen mellom basekationer og sterke syrs anioner, altså forskjellen mellom mengde tilførte forsurende stoffer og jordsmonnets mengde av tilgjengelige basekationer.

$$\text{ANC} = \text{basekationer} - \text{sterke syrs anioner} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-)$$

Selve beregningen av ANC inkluderer også en del omregninger, slik at en ikke uten videre kan foreta en summering av målte konsentrasjoner slik som vist over. Mange av stoffene angitt over stammer også fra sjøsaltilførsler til vassdragene, men disse tilførslene er kompensert for i beregningen av ANC, slik at det kun er tilførslene fra nedslagsfeltet og fra sur nedbør som inngår i beregningen.



Det er påvist betydelige forskjeller i tålegrenser for ulike fiskearter, der abbor er den fiskearten som tåler de laveste ANC-verdiene, mens laks synes å være mest følsom. Laks og ørret er derfor foreslått som indikatorarter for fisk på surt vann i Norge (Lien mfl. 1991). En ANC-verdi på 20 : ekv/l er foreslått som akseptabel tålegrense for fisk og evertebrater i Norge. Verdier under dette kan føre til skade på bestandene.

For laks skal ikke ANC-verdiene komme særlig under 0 før det er kritisk, mens ørret tåler lavere ANC-verdier. Allerede ved ANC=10 vil 25% av laksebestandene være redusert mens ved ANC=0 vil 50% være utdødd. Røye har omtrent tilsvarende toleranser som ørret (tabell 1)(Lien mfl. 1991).

**Tabell 1:** ANC-konsentrasjon (: ekv/l) for laks, ørret og røye hvor henholdsvis 25% og 50% av bestandene er redusert eller dødd ut. (fra Lien mfl. 1991).

ART	% REDUSERTE BESTANDER		% UTDØDDE BESTANDER		ANTALL BESTANDER
	25 %	50 %	25 %	50 %	
Laks	ANC = 10	ANC = 5	ANC = 5	ANC = 0	n = 30
Ørret	ANC = 10	ANC = 0	ANC = -10	ANC = -20	n = 827
Røye	ANC = 10	ANC = -5	ANC = -10	ANC = -15	n = 169

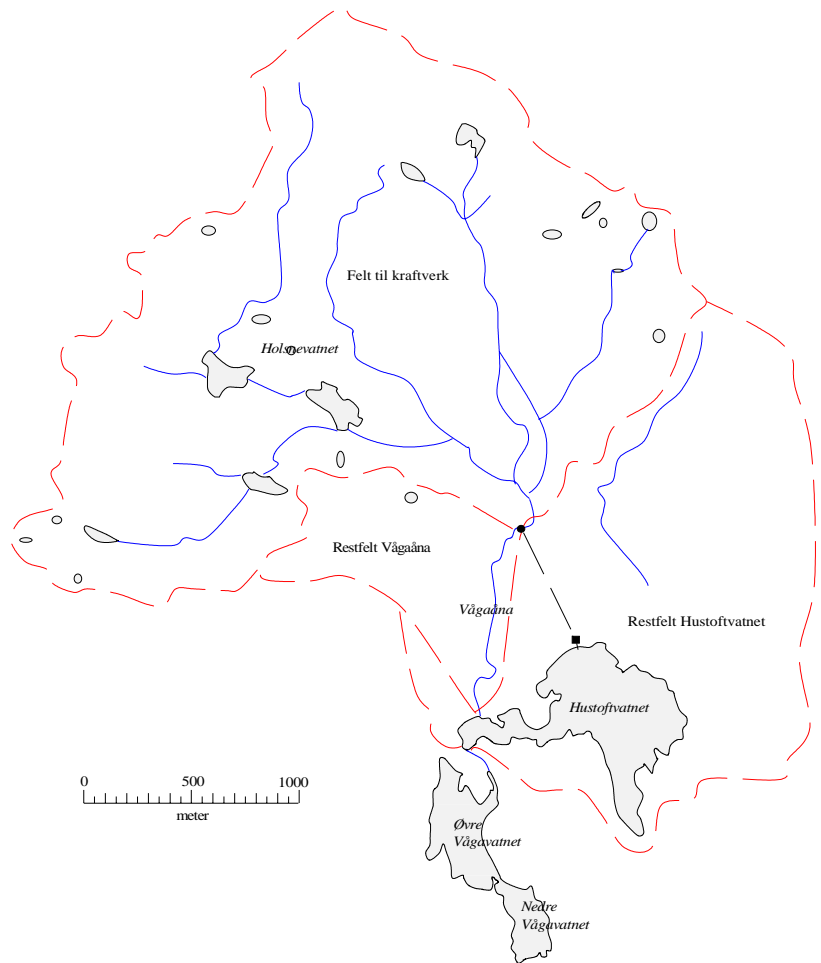
Årsaken til at laks og ørret er særlig sårbare arter, ligger i at de gyter i elver der yngelen og ungfisken også lever de første årene av livet sitt. Vannkvaliteten varierer mer og er periodevis mer ekstrem i elver enn i innsjøer. For innlandsørret er det derfor oftest rekrutteringen som først lider under forsurening, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er normalt innsjøgytende, og røye yngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørret yngelen.

## OMRÅDEBESKRIVELSE

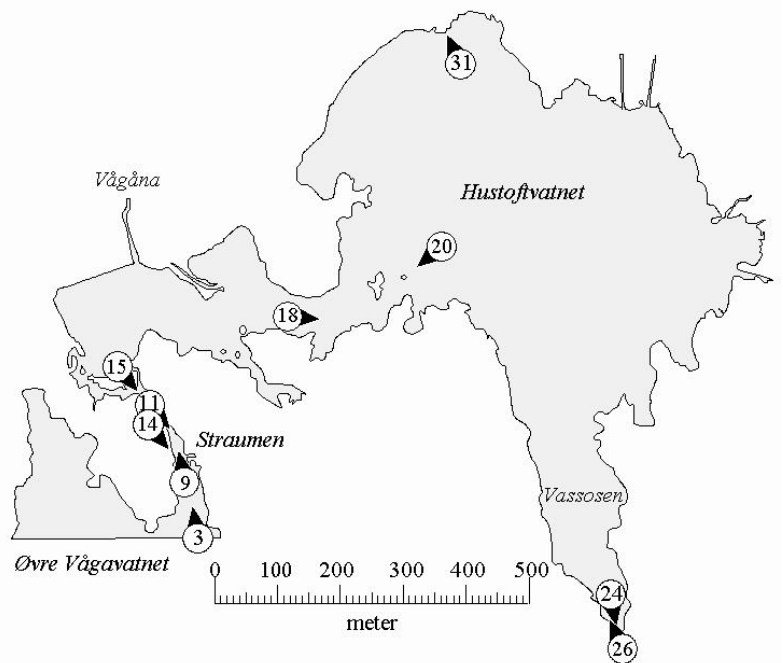
Hustoftvatnet (NVE nr 22638) ligger i Vågååna-vassdraget (NVE nr 038.21Z), som har et samlet nedbørfelt på 8,4 km<sup>2</sup>. Fra dette feltet kommer det en årlig tilrenning på omtrent 25 millioner m<sup>3</sup>. Av dette drenerer 5,1 km<sup>2</sup> med 15,5 millioner m<sup>3</sup> vann/år til det planlagte Vågååna kraftverk. Restfeltet til Vågååna er på 0,6 km<sup>2</sup> med en tilrenning på 1,2 millioner m<sup>3</sup>/år, mens det øvrige restfeltet til Hustoftvatnet er på 2,7 km<sup>2</sup> med omtrent 8 millioner m<sup>3</sup>/år tilrenning (**figur 5**).

En eventuell utbygging av et kraftverk med slukevne på 0,74 m<sup>3</sup>/s, vil kunne ta unna 75% av vannet fra nedbørfeltet til inntaket. Samlet sett vil en utbygging dermed flytte omtrent 12 mill. m<sup>3</sup> av det årlige tilsiget fra Vågååna til kraftstasjonen med utslipp til hovedbassenget i Hustoftvatnet.

**Figur 5:** Hustoftvatnet med planlagt utbygging, og tilhørende nedbørfelt fordelt på restfelt til Vågååna, restfelt til Hustoftvatnet og planlagt overført felt fra Vågååna til kraftverket.



**Figur 6:** Utgangspunktet for bildene tatt ved befaringen 1.juni 2005. Bildene er vist på de neste sidene





**Bilde 24:** Mot Vassosen fra Hustoftvatnet. Det er ingen tidligere eller nåværende utløp fra Hustoftvatnet denne veien



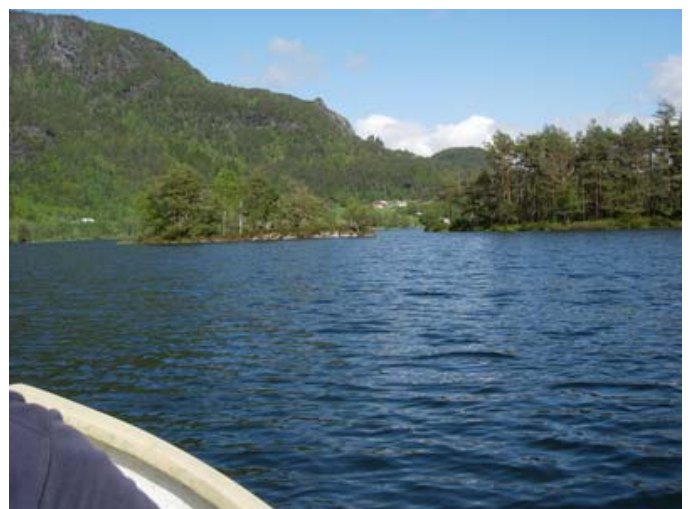
**Bilde 26:** Vassosen sett mot Hustoftvatnet. Ingen spor etter tidligere overløp. Terrenget er to meter høyere på det laveste.



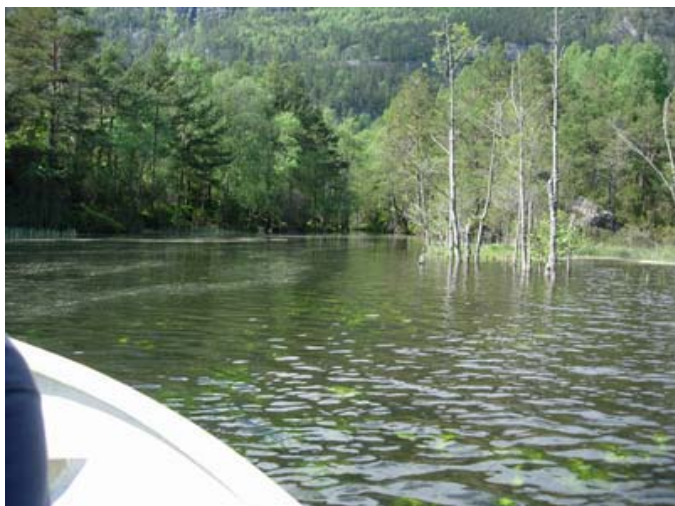
**Bilde 31 (over):**  
Vannmerke på stein 1.juni 2005.

**Bilde 20 (over til høyre):**  
Midt i Hustoftvatnet mot vest og utløp

**Bilde 18 (til høyre):**  
Utover i Hustoftvatnet mot bilde 20







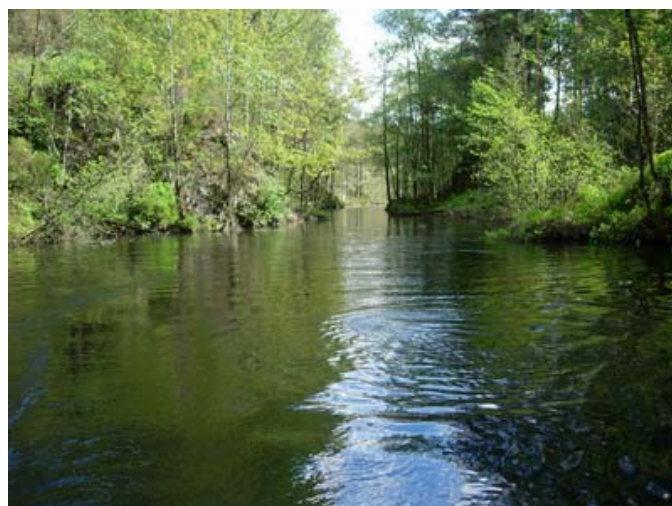
**Bilde 3:** Inn mot Straumen i enden av Øvre Vågavatnet



**Bilde 9:** Inn i Straumen fra Øvre Vågavatnet. Dette tverrsnittet er sannsynligvis begrensende for avløpet fra Hustoftvatnet.



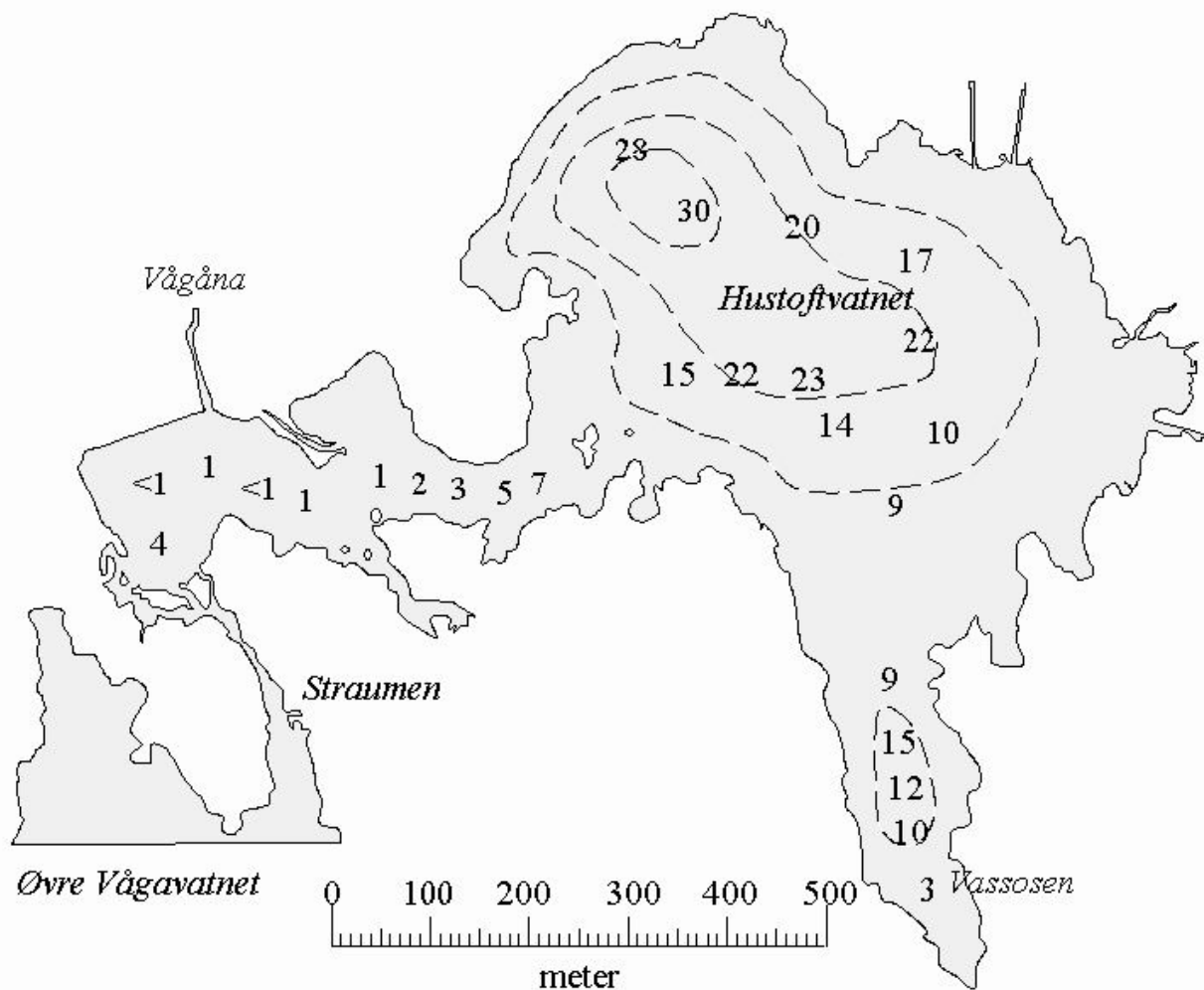
**Bilde 11 (over):**  
Nord i Straumen fra Hustoftvatnet og mot Øvre Vågavatnet.



**Bilde 14 (over til høyre):**  
Inne i Straumen fra Hustoftvatnet og mot Øvre Vågavatnet.

**Bilde 15 (til høyre):**  
Utløpet av Hustoftvatnet og inn i Straumen mot Øvre Vågavatnet.





**Figur 7:** Dybdekart med grove 10-meters koter over Hustoftvatnet. Tallene på kartet viser enkelt loddskudd utført ved befaringen 1.juni 2005, der en har forsøkt å følge djupålen i sundene og lett etter de dypeste områdene i innsjøen.

Hustoftvatnet (NVE nr 22638) ligger i henhold til NVEs Regine-database, 40 moh. Innsjøen har et overflateareal på 0,35 km<sup>2</sup>, og det er registret dybder på 30 meter ved en enkel opplodding utført 1.juni 2005 (**figur 7**). Hustoftvatnet har et middeldyp på 10 meter og volum på i størrelsesorden 3,7 millioner m<sup>3</sup> basert på det grove dybdekartet. Innsjøen har store grunnområder, og hele to tredeler av volumet er grunnere enn 10 meter, tilsvarende 2,5 millioner m<sup>3</sup>.

Hustoftvatnet har en årlig tilrenning på omtrent 25 millioner m<sup>3</sup>, hvorav 8 millioner m<sup>3</sup> renner til hovedbassenget og 16,7 millioner m<sup>3</sup> renner inn via Vågååna. Ved gjennomføring av den planlagte reguleringen, vil dette bildet snues og kun flomoverløp ved kraftverket (25%) og restfeltet vil utgjøre tilsiget til Vågååna. Omtrent 20 millioner m<sup>3</sup> vil da i gjennomsnitt renne til hovedbassenget årlig.

Utløpet av Hustoftvatnet faller nesten ikke ned til Vågavatnet, som ligger på samme høyde over havet (40 moh) som Hustoftvatnet. Vågavatnet er vannkilde for Vågafossen Settefisk, og kan i perioder med lite tilsig bli tappet noe ned. Da senkes også vannstanden i Hustoftvatnet, siden terskelen i forbindelsen mellom de to innsjøene er oppunder 1 meter dyp.

# RESULTATER

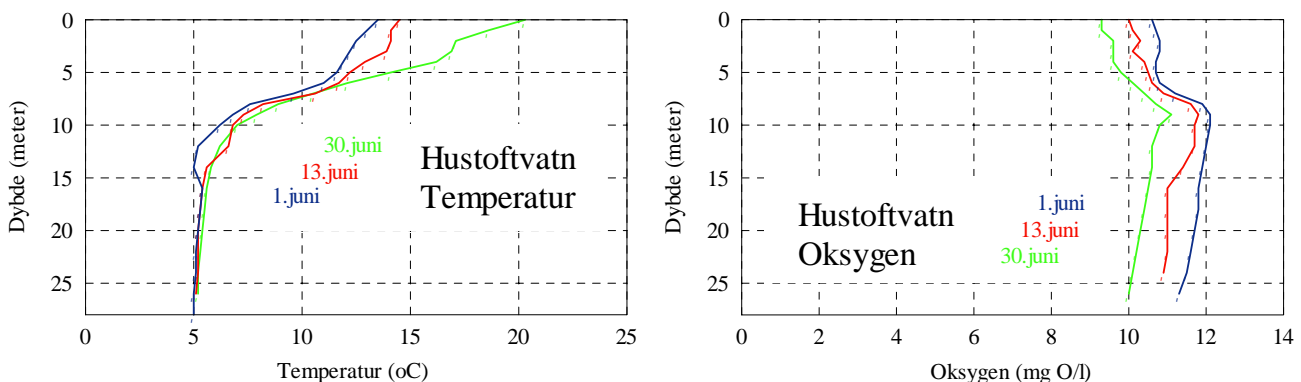
## Vannstand

Vannstand ble registrert ut fra et tydelig fastpunkt i fjell nord i innsjøen (se bilde 31 tre sider foran). Ved befaringen 1.juni var vannstand 85 cm under fastpunktet, 13.juni var det 91 cm under og 30.juni var det 97 cm under. Vannstanden i innsjøen sank således med 12 cm i løpet av juni måned. Det var lite nedbør utover i denne perioden, og det kan også tenkes at tapping ved settefiskanlegget kan ha bidratt til å senke vannstanden i de to sammenhengende innsjøene.

## Temperaturer og sjiktning

Det ble målt temperatur- og oksygenprofiler ved det dypeste i Hustoftvatnet ved de tre befaringene i juni 2005. I løpet av denne perioden økte overflatetemperaturen fra omtrent 13 °C til omtrent 20 °C, mens temperaturen under 15 meters dyp var konstant rundt 5 °C. Temperatursprangsjiktet lå i perioden mellom 7 og 10 meters dyp, og endret seg lite i prøvetaksperioden (**figur 8**).

Oksygeninnholdet i vannsøylen var generelt sett høyere i det kalde dypvannet, og avtok jevnt både i overflatevannet og i dypvannet utover i prøvetaksperioden (**figur 8**). Løselighet av oksygen er dårligere ved høye temperaturer, hvilket betyr at utviklingen i overflatevannet er en ren effekt av oppvarmingen. Forskjellen mellom overflatevannet og dypvannet har samme forklaring. Reduksjonen i dypvannet skyldes imidlertid et reelt forbruk av oksygen gjennom nedbryting av organisk materiale (respirasjon), og vil sannsynligvis kunne føre til at det vil kunne registreres et betydelig oksygensvikt i innsjøen mot bunnen på ettersommeren og utover høsten.



**Figur 8.** Temperatur- (til venstre) og oksygenprofiler (til høyre) ved det dypeste i Hustoftvatnet ved tre tidspunkt i juni 2005. Profilene er målt ned et YSI instrument med nedsenkbar sonde.

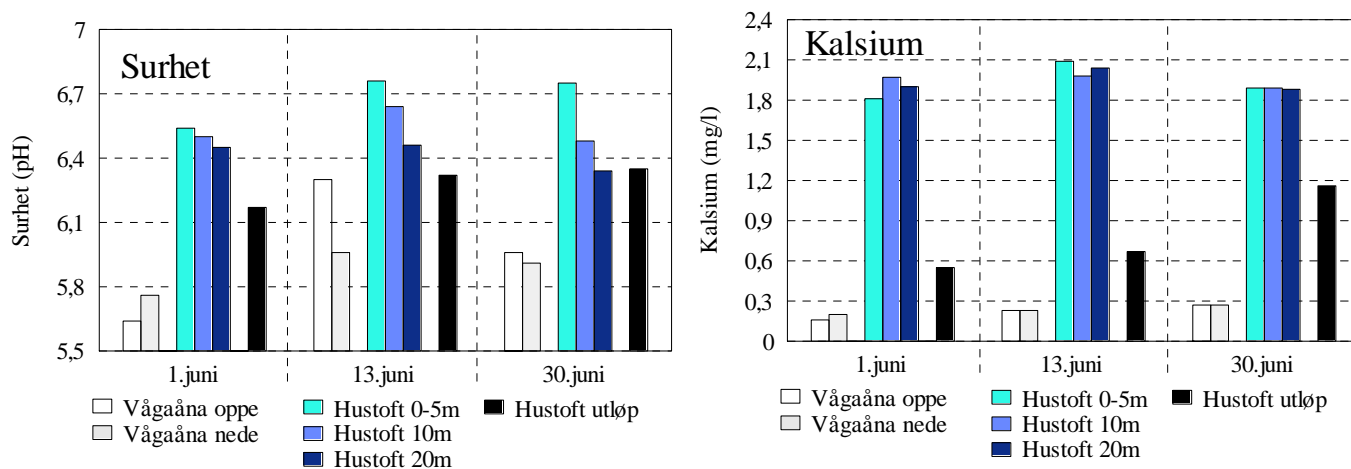
## Vannkvalitet

Det ble samlet inn vannprøver for analyse av enkle forsøringsparametre og næringsrikhet i Vågååna og i Hustoftvatnet ved de tre befaringene (**tabell 2**).

**Tabell 2.** Vannkvalitetsmålinger i Vågååna og Hustoftvatnet våren/sommeren 2005. Analysene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS.

Parameter	enhet	Vågååna øverst			Vågååna nede			Hustoft 0-5m			Hustoft 10m			Hustoft 20m			Hustoft utløp		
		1/6	13/6	30/6	1/6	13/6	30/6	1/6	13/6	30/6	1/6	13/6	30/6	1/6	13/6	30/6	1/6	13/6	30/6
Surhet	pH	5,64	6,30	5,96	5,76	5,96	5,91	6,54	6,76	6,75	6,50	6,64	6,48	6,45	6,46	6,34	6,17	6,32	6,35
Ledningsevne	mS/m	1,27	1,20	1,32	1,28	1,16	1,32	3,83	5,38	3,53	3,66	3,75	3,67	3,64	3,83	3,72	1,78	1,91	2,57
Kalsium	mg/l	0,16	0,23	0,27	0,20	0,23	0,27	1,81	2,09	1,89	1,97	1,98	1,89	1,90	2,04	1,88	0,55	0,67	1,16
Total fosfor	µg/l				5	3	4	34	26	19							8	18	16
Tot. nitrogen	µg/l				152	50	65	733	264	290							239	81	172
Total karbon	mg/l				2,6	1,4	2,1	3,8	2,4	2,1							2,7	1,5	1,8

Verken Vågååna eller Hustoftvatnet var preget av forsuring ved prøvetakingen i juni 2005. Vannet i Vågååna hadde lavere pH-verdier enn innsjøen, som er dominert av et lavtliggende nedbørfelt med betydelig landbruksaktivitet. I innsjøer vil det vanligvis være noe lavere pH-verdier i dypvannet der respirasjon dominerer, mens det i overflatevannet kan være svært så høye pH-verdier på solrike dager sommerstid da algeproduksjon driver pH-verdiene opp. Utløpet av Hustoftvatnet har pH-verdier som gjenspeiler en blanding av vann fra Vågååna og avrenning fra innsjøen (**figur 9**).



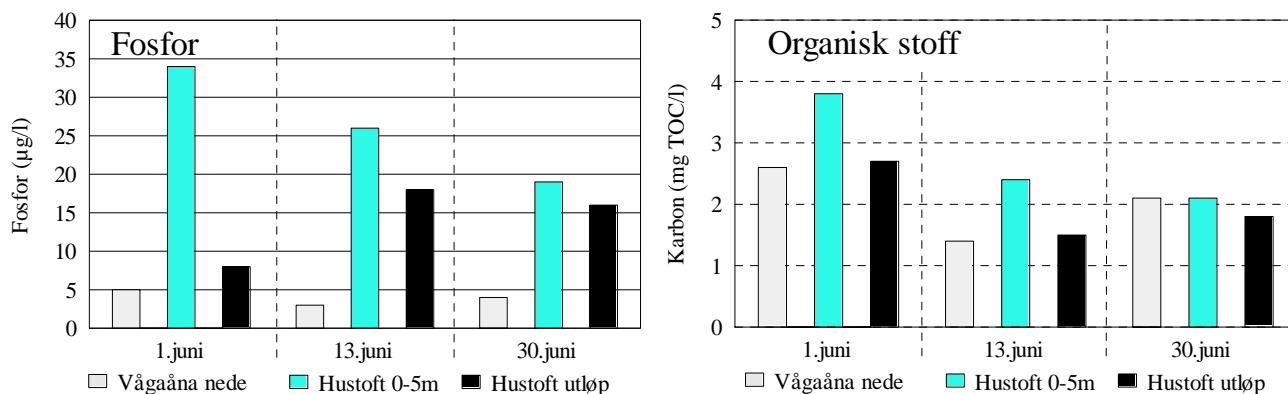
**Figur 9.** Vannkvalitet i Vågååna og Hustoftvatnet ved tre tidspunkt sommeren 2005. Surhet til venstre og kalsiuminnhold til høyre.

Hustoftvatnet hadde høye kalsiumverdier i forhold til Vågååna, og også i forhold til det som er vanlig på Vestlandet. Det er ikke usannsynlig at mye av dette kan skyldes tilrenning fra landbruksareal der det er benyttet kalk. Utløpet av Hustoftvatnet har kalsiuminnhold nærmere konsentrasjonen i Vågååna, noe som gjenspeiler en fullgod blanding av vannet fra Vågååna og avrenning fra innsjøen (**figur 9**).



Hustoftvatnet var ved prøvetakingen i juni 2005 meget næringsrik, med fosforverdier i gjennomsnitt rundt 26  $\mu\text{g/l}$  som tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV = ”dårlig”. Gjennomsnittlig innhold av totalnitrogen på rundt 430  $\mu\text{g/l}$  tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = ”mindre god” (**figur 10**). Det er således sannsynlig at innsjøen har tilførsler som er særlig rike på fosfor, der husdyrgjødsel eller kloakk er typiske kilder.

Vågååna var meget næringsfattig ved prøvetakingene i juni, med fosforkonsentrasjoner på 4  $\mu\text{g/l}$  i gjennomsnitt, som tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = ”meget god”. Det samme gjelder for innholdet av næringsstoffet nitrogen. Utløpet representerer en blanding av hovedbassenget og Vågååna, og hadde fosforkonsentrasjon på 16  $\mu\text{g/l}$  hvilket tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = ”mindre god” (**figur 10**).



**Figur 10.** Vannkvalitet i Vågååna og Hustoftvatnet ved tre tidspunkt sommeren 2005. Innhold av næringsstoffet fosfor til venstre og innhold av organisk stoff (TOC) til høyre.

## Vannkvalitetsmålinger fra Vågafossen settefisk

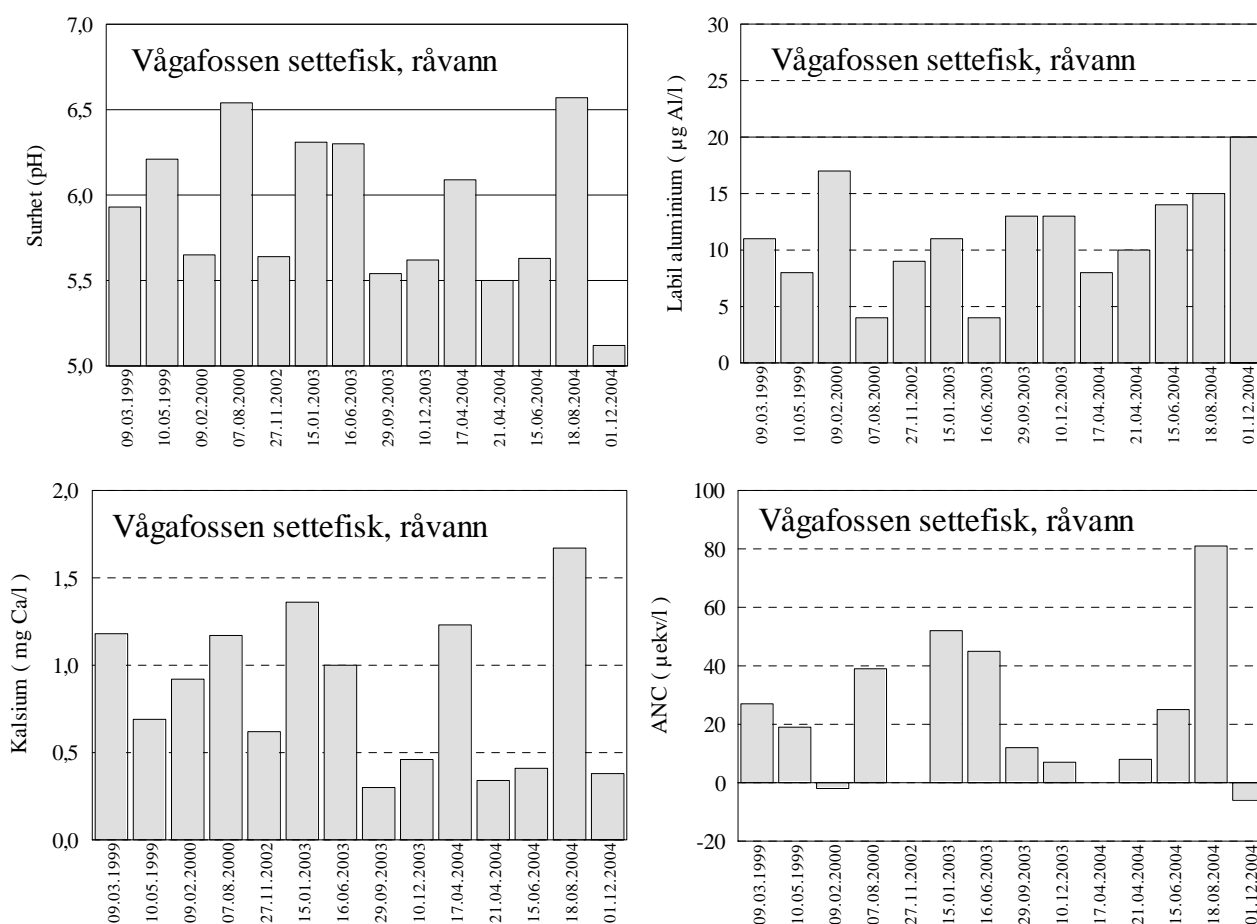
Det er også innhentet resultat fra vannkvalitetsmålinger utført ved Vågafossen settefisk, for det nedenforliggende Vågavatnet. Her er det foretatt innsamling av 14 vannprøver fra Vågavatnet siden 1999, og resultatene er stilt til rådighet for denne oppsummeringen (**tabell 3**). Vannet i Vågavatnet kommer i all hovedsak fra Hustoftvatnet, og representerer således vannkvaliteten i utløpet.

Det er målt svært varierende surhet i råvannet fra Vågavatnet i årene siden 1999, med høye verdier over pH 6,5 og også lave verdier ned mot pH 5,1. Innholdet av labilt aluminium, som er den giftige formen for aluminium for alle organismer som puster med gjeller, har også variert mye, fra 4  $\mu\text{g/l}$  til 20  $\mu\text{g/l}$  (**figur 11**). Dette samvarierer med surhet, slik at det vanligvis registreres høye verdier av aluminium ved lave pH-verdier (**figur 12** og se innledning). Det har imidlertid aldri vært registrert verdier over 20  $\mu\text{g/l}$ , hvilket ikke er å anse som skadelige for fisken i Hustoftvatnet, men kan være på kanten for laksesmolt (**figur 11**). Syrenøytraliserende kapasitet har stort sett vært positiv, men variert mellom -6  $\mu\text{ekv/l}$  og 81  $\mu\text{ekv/l}$ .

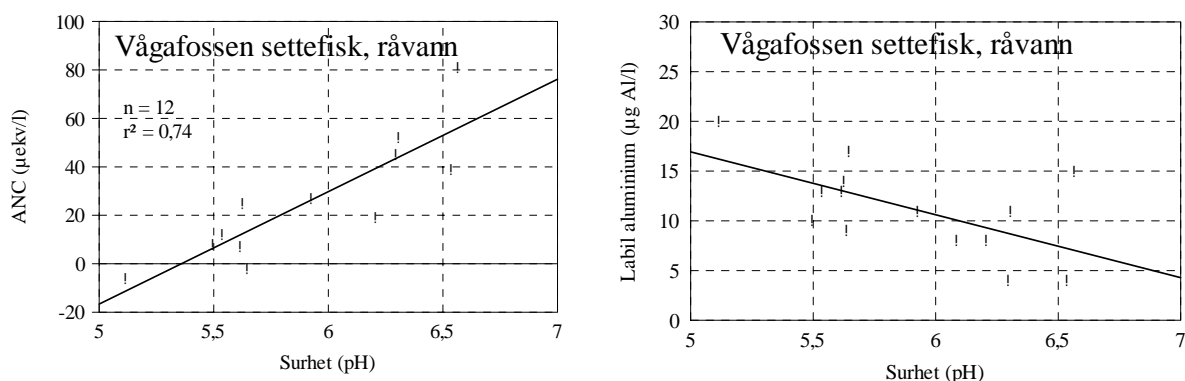


**Tabell 3.** Vannkvalitetsmålinger av råvannet til Vågafossen settefisk (Vågavatnet). Analysene er utført av NIVA, og stilt til rådighet for denne sammenstillingen av Knut Hustoft ved settefiskanlegget.

Dato	surhet	ledn	alkal	nitrogen	TOC	klorid	sulfat	tot-al	reakt-al	illabil-al	labil-al	kalsium	jern	kalium	magn	natrium	ANC
09.03.1999	5,93	2,77	0,048	265	1,4	5	2,3		52	41	11	1,18	36	0,27	0,5	2,77	27
10.05.1999	6,21	1,63	0,05	225	1,4	2,4	1,6		33	25	8	0,69	21	0,19	0,25	1,52	19
09.02.2000	5,65	3,18	0,038	245	1,2	6,5	2		49	32	17	0,92	31	0,26	0,49	3,24	-2
07.08.2000	6,54	2,22	0,057	175	1,9	3,6	2,1	42	19	15	4	1,17	74	0,25	0,36	2,09	39
27.11.2002	5,64	1,77	0,042		1,8			82	49	40	9	0,62					1,96
15.01.2003	6,31	2,53	0,06	350	2,5	3,89	2,03	95	54	43	11	1,36	83	0,34	0,46	2,37	52
16.06.2003	6,30	1,84	0,058	260	2,7	2,56	1,74	32	32	28	4	1	48	0,27	0,32	1,75	45
29.09.2003	5,54	1,15	0,034	108	2,2	1,37	1,23	86	51	38	13	0,3	22	0,08	0,17	1,26	12
10.12.2003	5,62	1,5	0,032	240	1,6	2,25	1,52	79	49	36	13	0,46	28	0,06	0,25	1,59	7
17.04.2004	6,09	2,92	0,045		1,8	5,97		92	33	25	8	1,23					3,16
21.04.2004	5,50	1,24	0,031	155	1,4	1,87	1,11	74	45	35	10	0,34	19	0,09	0,19	1,26	8
15.06.2004	5,63	1,12	0,034	137	3	1,72	1,01	120	83	69	14	0,41	33	0,04	0,2	1,31	25
18.08.2004	6,57	2,09	0,086	205	2,7	2,66	2,02	56	25	10	15	1,67	127	0,25	0,4	1,74	81
01.12.2004	5,12	1,72	0,024	385	1,7	2,39	1,37	100	61	41	20	0,38	40	0,08	0,24	1,64	-6

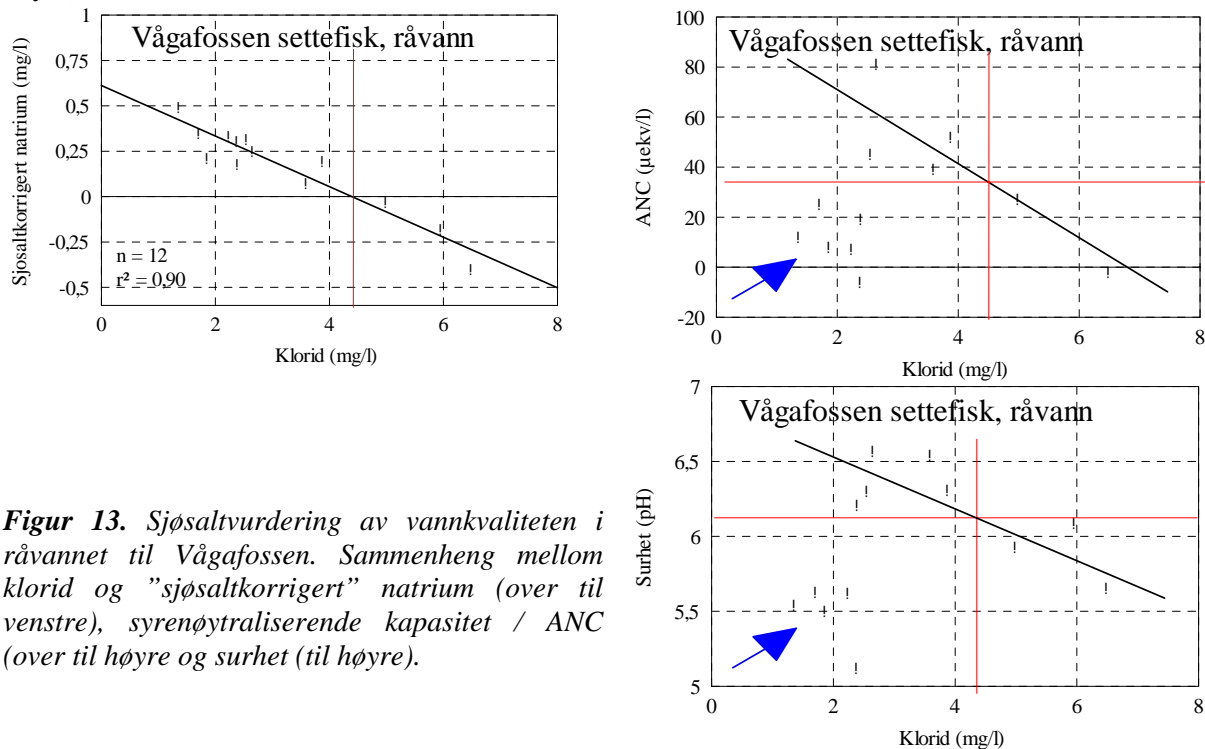


**Figur 11.** Vannkvalitetsmålinger av råvannet til Vågafossen settefisk (Vågavatnet), surhet (øverst til venstre), labilt aluminium (øverst til høyre), kalsium (nede til venstre) og syrenøytraliserende kapasitet/ANC (nede til høyre). Analysene er utført av NIVA, og stilt til rådighet for denne sammenstillingen av settefiskanlegget.



**Figur 12.** Sammenheng mellom surhet i råvannet til Vågafossen og syrenøytraliserende kapasitet / ANC (til venstre) og labilt aluminium (til høyre)

Sjøsaltepisoder er definert (se innledning om forsuringsskjemi) ved ”negativ” sjøsaltkorrigert natrium, noe som synes å skje i Vågavatnet når det er over 4,5 mg Cl/l (**figur 13** oppe til venstre). Ved å benytte denne grensen også i forhold til surhet og syrenøytraliserende kapasitet, kan en vurdere de ”naturlige” forholdene. Vanligvis vil en da finne at en utenom sjøsaltepisodene har pH-verdier over 6,1 og syrenøytraliserende kapasitet over 35 µekv/l. Dette framkommer ved å følge linjene i **figur 13** (de to til høyre).



**Figur 13.** Sjøsaltvurdering av vannkvaliteten i råvannet til Vågafossen. Sammenheng mellom klorid og ”sjøsalkorrigert” natrium (over til venstre), syrenøytraliserende kapasitet / ANC (over til høyre og surhet (til høyre)).

Men i **figur 13** dukker det også opp klart avvikende målinger (blå piler nede til venstre) som må forklares ved andre forhold. Disse målingene utgjør sure episoder utenom sjøsaltepisodene og forekommer i hovedsak vinterstid mellom desember og april, og må tilskrives snøsmeltingsepisoder. Nedbøren er vanligvis mye surere enn vannet i vassdragene, fordi avrenningsvannet blir bufret via jordsmonnet. Ved snøsmelting renner det sure smeltevannet i større grad direkte til vassdragene uten å bli bufret i samme grad som ellers på året.

## VURDERING OG KONKLUSJON

### Vannstrømming i vassdraget

Hustoftvatnet ligger 40 meter over havet og har en årlig tilrenning på omtrent 25 millioner m<sup>3</sup>, hvorav 8 millioner m<sup>3</sup> renner til hovedbassenget og omtrent 17 millioner m<sup>3</sup> renner inn via Vågaåna. Utløpet fra Hustoftvatnet er uten fall ned til det nedenforliggende Vågavatnet, som også ligger 40 moh. Når fiskeanlegget tapper mer enn tilsiget fra Vågavatnet, vil vannstanden senkes i begge innsjøene. Forbindelsen mellom innsjøene var i underkant av en meter dyp på det grunneste. Utløpet fra Hustoftvatnet har et begrensende tverrsnitt på under 3 kvadratmeter, og siden det ikke er noe særlig fall, vil det i perioder med høy tilrenning til Hustoftvatnet kunne føre til kortvarig oppstuvning av vann i Hustoftvatnet. Da vil vannstanden derfor stige noe i hele innsjøen, hvilket betyr at tilførslene fra Vågaåna da også vil tilføres hovedbassenget til Hustoftvatnet, og så utjevnes med vannstanden i det nedenforliggende Vågavatnet etter hvert som tilsiget avtar i forhold til utløpets kapasitet.

Ved de ulike befaringene ble vannstanden i hovedbassenget registrert, og vannstanden i innsjøen sank med 12 cm i løpet av juni måned. Det er sannsynlig å regne at vannstandsvariasjon i Hustoftvatnet kan variere med så mye som 25-30 cm, både fordi tilsiget varierer og også fordi det nedenforliggende Vågavatnet kan senkes litt i forbindelse med uttak av vann til settefiskanlegget. En tapping av Vågavatnet påvirker dermed også vannstanden i Hustoftvatnet ved at "motstanden" i utløpet varierer.

Ved en eventuell regulering, vil det 75% av det årlige tilsiget fra feltet til kraftverket gå gjennom kraftverket med planlagt avløp til hovedbassenget i Hustoftvatnet. Dette vil bli regulert ved at

- Ved tilsig større enn 0,74 m<sup>3</sup>/s vil kraftstasjonen gå for fullt og resterende tilsig vil gå i overløp på inntaksdammen. Flomoverløpet utgjør 25% av det årlige tilsiget.
- Ved tilsig mindre enn 0,74 m<sup>3</sup>/s og større enn 0,11 m<sup>3</sup>/s vil alt tilsig gå gjennom kraftverket, og Vågaåna vil ha vannføring kun fra sitt lokale restfelt.
- Ved tilsig under 0,11 m<sup>3</sup>/s vil alt tilsig gå i overløp på inntaksdammen og Vågaåna vil ha en vannføring som tidligere.

Alt i alt vil derfor både mye av flommene og lavvannføringene fortsatt gå i Vågaåna, men i gjennomsnitt vil omtrent 20 av de årlige 25 millioner m<sup>3</sup> renne til hovedbassenget etter en eventuell utbygging. Kraftverket er ikke planlagt med noe reguleringsmagasin, slik at variasjon i tilrenningen vil bli som før i vassdraget. Dette vil ikke få noen konsekvens for vannstand, som i dag reguleres av kapasitet i utløpskanalen og vannstanden i det tilstøtende like høytliggende Vågavatnet. Overføring av tilsig til hovedbassenget vil således ikke kunne medføre noen konsekvenser for bebyggelse rundt vannet.

I en innsjø av denne størrelsen er det ikke naturlig å diskutere endringer i strømningsforhold, siden vannhastighetene gjennom innsjøen vanligvis er veldig små. Alt tilsig vil fremdeles passere gjennom den grunne utløpsdelen uansett hvor det renner inn i innsjøen, og forbindelsen mellom hovedbassenget og denne grunne delen har ingen terskler eller begrensende tverrsnitt. Oppholdstiden på vannet i Hustoftvatnets hovedbasseng vil bli redusert og vannutskiftingen tilsvarende økt i og med at mer av tilsiget vil passere gjennom hovedbassenget. Dette vil påvirke vannkvaliteten i hovedbassenget i positiv retning (se nedenfor).

## Vannkvalitet i vassdraget, næringsrikhet

Hustoftvatnet er nå en næringsrik innsjø med betydelige tilførsler av gjødsel fra dyr og eller kloakk fra mennesker til selve hovedbassenget. Samtidig er Vågaåna meget næringsfattig og representerer upåvirkete vannmasser fra fjellområdene. Målingene viser at vannkvaliteten i utløpet representerer en blanding av de to ulike vannkvalitetene, og vil ved høye vannføringer sannsynligvis ligne mest på Vågaåna, mens det i perioder med liten tilrenning vil være en jevnere blanding av de to vannkvalitetene.

De tre prøvetidspunktene på forsommeren 2005 viser dette relativt tydelig. Første prøvetaking skjedde etter en periode med mye nedbør i slutten av mai, og hovedbassenget var meget næringsrikt mens utløpet var næringsfattig og mye likt vannkvaliteten i Vågaåna. Utover i juni var tilsiget mindre, mens den siste del av måneden hadde mer nedbør igjen. Vannmassene i Hustoftvatnet var da blitt blandet med mer næringsfattig vann, og konsentrasjonene i både innsjø og i utløpet var typisk for middels næringsrike forhold.

En overføring av vann fra Vågaåna til hovedbassenget i selve Hustoftvatnet, vil medføre at konsentrasjonene av næringsstoff til innsjøen blir betydelig fortynnet i forhold til dagens situasjon. Dette vil redusere næringsinnholdet i Hustoftvatnet til noe som er omtrent som det som ble observert i utløpet, hvilket er å beskrive som middels næringsrikt eller "mesotroft". Dette vil få liten betydning for den samlede produksjonen i innsjøen, men vil kunne redusere risiko for algeoppblomstringer. Det er også sannsynlig at en bedret utskifting av vannet i hovedbassenget vil føre til borttransport av noe av den organiske produksjon, og gi redusert belastning av organisk materiale på dypvannet. I dag er det risiko for oksygenvikt i dypvannet på ettersommeren, og en økt gjennomstrømming i overflatevannmassene i hovedbassenget vil redusere denne risikoen.

En overføring av mesteparten av tilsiget fra Vågaåna til hovedbassenget i Hustoftvatnet vil medføre en bedring i vannkvalitet i denne innsjøen, en konsekvens som må ansees som udelt positiv.

## Vannkvalitet i vassdraget, surhet

De nye målingene av surhet utført sommeren 2005 viste at Hustoftvatnet og Vågaåna i denne perioden ikke var preget av forsuring. Dette er heller ikke den tiden på året da pH-verdiene vanligvis er lavest, slik at representativiteten av disse målingene ikke er gode for eventuelle sure situasjoner.

Ved settefiskanlegget er det målt svært varierende surhet i Vågavatnet i årene siden 1999, med høye verdier over pH 6,5 og også lave verdier ned mot pH 5,1. Det synes ikke å være noen sammenheng i utvikling over tid eller med hensyn på årstid. Generelt er det imidlertid vanlig å registrere lave pH-verdier ved store nedbørmengder eller ved snøsmelting. Det er også vanlig å registrere høyere verdier på sommeren eller ved lav vannføring. Den kystnære plasseringen gjør at snøsmelting og mye regn kan forekomme gjennom hele perioden fra desember til april.

I disse periodene med høy tilrenning vil det dessuten være en dominans av vannkvalitetene fra Vågaåna direkte til utløpet av Hustoftvatnet. Vågaåna hadde lavere pH-verdier enn i innsjøen, og også lavere innhold av kalsium. Laks tåler surt vann med aluminium dårligere enn aure og røye. Forskjellen på de to siste artene skyldes at røye normalt er innsjøgytende, der vannkvaliteten er mer stabil enn i elvene, der auren normalt gyter.

En flytting av mesteparten av tilsiget til Vågaåna til hovedbassenget i Hustoftvatnet, vil føre til at de surere vannkvalitetene fra de høytliggende områdene vil bli blandet med vannmassene i innsjøen. Utløpet og vannkvaliteten i det nedenforliggende Vågavatnet vil derfor i mindre grad oppvise samme variasjon i surhet som tidligere, og vannkvalitetene vil være bedre egnet for produksjon av laksesmolt.

Vurderingen av hva som er "normal" vannkvalitet ut fra Hustoftvatnet representerer situasjonene der vannet er mer "blandet" og ikke preget av avvikende situasjoner med stor avrenning direkte fra Vågååna til utløpet eller av sjøsaltepisoder. Dette er da beskrevet ved pH-verdier over 6,1 og syrenøytraliserende kapasitet over 35  $\mu\text{ekv/l}$ . Selv med betydelig variasjon i forbindelse med høy tilrenning til Hustoftvatnet, er dette vannkvaliteter som ikke er skadelig for verken aure eller røye i Hustoftvatnet. Ved forrige undersøkelse ble det funnet aure-unger av de tre yngste aldersklassene i utløpet av Vågååna, der vannkvaliteten er dårligst.

En overføring av Vågååna til selve hovedbassenget i Hustoftvatnet vil altså medføre bedre og mer stabile vannkvaliteter til settefiskanlegget med vannkilde i det nedenforliggende Vågavatnet, samtidig som vannkvaliteten i Hustoftvatnet vil bli noe surere. Forholdene vil likevel ikke bli i nærheten av det som ansees skadelig for auren eller røyen i innsjøen. Det må i denne sammenheng også understrekes at vannkvalitetene på Vestlandet var mest preget av forsuring på slutten av 1970-tallet, og at fisken i innsjøen overlevde dette. Situasjonen i dag representerer det en hadde en gang på 1930-tallet fordi nedfall av forsurende stoffer er redusert med langt over 50% fra maksimum belastning på slutten av 1970-tallet. Viser for øvrig til pressemelding fra SFT juli 2005:

***Skadene på dyrelivet i norske ferskvann fortsetter å avta. Dette vises ved økt mangfold i dyrelivet og at vann som før har vært kronisk sure nå får innslag av dyr som er følsomme for forsuring.***

*Resultatene kommer fram i sammendragsrapporten om overvåkingen av langtransporterte luftforurensninger i 2004 som en rekke forskningsinstitutter har utarbeidet for Statlig program for forurensningsovervåking. Direktoratet for naturforvaltning og SFT har ansvaret for disse omfattende overvåkingsprogrammene av norsk natur.*

*Årsaken til at forsuringsskadene reduseres, er at utslippene til luft av svovel og nitrogen i Europa har avtatt med henholdsvis ca 60 prosent og ca. 25 prosent. Dette har igjen ført til at innsjøer og elver er blitt mindre sure. Nivåene av sulfat i vann er redusert med rundt 30 til 70 prosent. Nivåene var i fjor de laveste som er målt siden overvåkingen startet i 1980. Endringene er størst i de sørligste delene av landet, men også de regionene i Norge som har mottatt minst sur nedbør, viser bedring i vannkvaliteten.*

<http://www.sft.no/nyheter/dbafile13727.html>.

Med hensyn på forsuring, vil en regulering av Vågååna der en større del av tilsiget føres ut i hovedbassenget i Hustoftvatnet, derfor ansees som en positiv konsekvens for settefiskanlegget og en liten negativ til ingen konsekvens for fisken i Hustoftvatnet.

## REFERANSER

LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991.

Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II.  
NIVA-rapport nr O-89185-2

ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992.

Miljørelaterte tilstander.  
Side 279-287 i: T. T. Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging.  
John Grieg Forlag, 422 sider

SFT 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04.  
ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.

SMÅKRAFT AS 2005.

Vågååna kraftverk. Vågååna, vassdragsnummer 038.21Z, Vindafjord kommune i Rogaland.  
Søknad om konsesjon. 34 sider pluss vedlegg.