



# Blodsugende knott og vassdragsreguleringer

*Kan masseforekomst predikeres?*

*Åge Brabrand, Universitetet i Oslo*

*Trond Bremnes, Universitetet i Oslo*

*Henning Pavels, Universitetet i Oslo*

2  
2011



RAPPORT MILJØBASERT VANNFØRING

### **FoU-programmet Miljøbasert vannføring**

Programmet Miljøbasert vannføring skal styrke det faglige grunnlaget for god forvaltning av regulerte vassdrag. Det skal bidra til at miljøhensyn blir ivaretatt på en balansert og åpen måte med spesiell fokus på fastsettelse av minstevannføring og andre avbøtende tiltak.

Miljøkunnskap er aktuelt i forbindelse med nye vassdragskonsesjoner, revisjon av vilkår i gamle konsesjoner, miljøtilsyn og oppfølging av vannressursloven og EUs vanndirektiv. Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet, og er forankret i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Programmets fase II har en tidsramme på fem år (2007-2011). Programmet er organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra NVE, Direktoratet for naturforvaltning og energibransjen. Ressurspersoner fra nasjonale og regionale myndigheter bistår med fagkompetanse. Den daglige ledelsen av programmet er knyttet til Skred- og vassdragsavdelingen i NVE.

**Blodsugende knott og  
vassdragsreguleringer:  
Kan masseforekomst predikeres?**

## Rapport nr. 2 – 2011

### Blodsugende knott og vassdragsreguleringer: Kan masseforekomst predikeres?

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Forfattere:** Åge Brabrand, Trond Bremnes og Henning Pavels,  
Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI),  
Universitetet i Oslo

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**ISSN:** 1502-234X

**ISBN:** 978-82-410-0772-9

**Forsidefoto:** Åkrestrømmen: Åge Brabrand

**Sammendrag:** Det er gjennomført studier på egg hos knott (Simuliidae) i Åkrestrømmen i Rendalen. Undersøkelser i 1967-1968 og i 1970 viste en relativt rik knottfauna med flere arter som kan opptre som aggressive blodsugere på mennesker og husdyr.

I 2009-11 ble det bare funnet lave tettheter av knottlarver i Åkrestrømmen, og ingen arter kan angis å ha masseforekomst. I elvebredden ble det funnet egg av *S. rostratum*, *S. tuberosum*, *S. morsitans* og *S. vernum*, mens det ikke ble funnet egg av *S. pusillum*. Det ble generelt sett påvist lave tettheter av egg ( $< 20.000 \text{ egg m}^{-2}$ ), men et lite område ( $< 5 \text{ dm}^{-2}$ ) med 3,2 millioner egg  $\text{m}^{-2}$  nær vannlinjen ble påvist.

Overføring av vann fra Glomma til Rendalen har gitt permanent høyere vannføring i Åkrestrømmen. Med grov morenegrus i elvebredden har dette redusert gunstig areal for egglegging hos arter som overvintrer som egg. Flere av disse artene er blodsugere på mennesker.

Erfaringer fra dette prosjektet og tune-flueprosjektet forsterker inntrykket av at masseforekomst av knott er knyttet til fuktige områder med høy eggoverlevelse, og at områdene langt på vei er forutsigbare ut fra løsmasser og forhold mellom grunnvann og kapillærvann i elvebredden, både i regulerte og uregulerte vassdrag.

**Emneord:** Blodsugende knott, vassdragsreguleringer, egglegging, DNA-barkoding.

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Postboks 5091 Majorstua, 0301 OSLO

Telefon: 09575, Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Desember 2011

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>8</b>
Pågående forskning på knott i Norge .....	8
Prosjektets mål og nytteverdi .....	9
<b>2. Livssyklus</b> .....	<b>9</b>
Egglegging .....	9
Stadier i vann .....	10
Voksen knott.....	11
<b>3. Hypoteser</b> .....	<b>12</b>
Vår arbeidshypotese .....	13
<b>4. Områdebeskrivelse</b> .....	<b>13</b>
Eggplassering hos utvalgte arter .....	15
<b>5. Artsbestemmelse og DNA-barkoding?</b> .....	<b>16</b>
DNA-barkoding .....	16
DNA-referansebibliotek .....	17
Kvantifisering av egg .....	19
<b>6. Resultater</b> .....	<b>20</b>
Forekomst av larver.....	20
Egg og små larver .....	21
Tetthet av egg .....	22
Høydegradient av egg i bredd .....	23
<b>7. Diskusjon</b> .....	<b>24</b>
Forekomst av larver i 1976 .....	24
Påviste arter 2009-2011 .....	25
Virkning av overføring fra Glomma.....	29
<b>8. Konklusjon</b> .....	<b>31</b>
<b>9. Litteratur</b> .....	<b>32</b>



# Forord

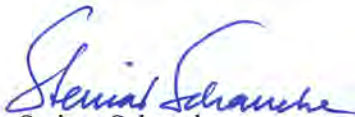
Larver av knott er uløselig knyttet til rennende vann. Siden larveutviklingen kan foregå på få uker, kan knott være tilstede i regulerte vassdrag der det periodevis er svært lav vannføring. Siden flere arter er blodsugere på pattedyr, inkludert mennesker og husdyr, kan dette utgjøre en betydelig plage.

Det foreliggende prosjektet under Miljøbasert vannføring, fase II "Blodsugende knott og vassdragsreguleringer" har som mål å angi om det er en årsakssammenheng mellom masseforekomst av blodsugende knott på mennesker og husdyr på den ene siden og manøvreringsregime og løsmasser i regulerte elver på den andre. Nytteverdien ligger i å kunne angi tiltak som kan dempe knottplagen for allmennhet og husdyr, der vannføringen i elv akkurat under egglegging er av stor betydning for hvor i elvebredden eggene blir lagt.

Prosjektet har konsentrert arbeidet til Åkrestrømmen i Rendalen mellom Lomnessjøen og Storsjøen og i utløpsområdet fra Storsjøen.

Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) har gitt verdifull informasjon om vannstanden og vannføringen i Lomnessjøen, Åkrestrømmen og Storsjøen.

Prosjektet er gjennomført av Universitetet i Oslo, Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI).



Steinar Schanche  
leder styringsgruppe



Anne Haugum  
programleder





# Sammendrag

Det er gjennomført studier på egglegging hos knott (Simuliidae) i Åkrestrømmen i Rendalen mellom Lomnessjøen og Storsjøen. Undersøkelser i 1976 i regi av terskelprosjektet viste den gang en relativt rik knottfauna, med store mengder av *Simulium pusillum*. Det ble også funnet flere andre arter som også kan opptre som aggressive blodsugere på mennesker og husdyr. Mange blodsugende arter legger egg i elvebredden og er avhengig av et fuktig belte over vannlinjen, men som må vandekkes når larvene skal klekke. Egg av knott er ekstremt følsomme for uttørking og må ha ca. 90 % relativ fuktighet fram til klekking.

Prosjektet har hatt som målsetting å undersøke sammenhengen mellom forekomst av knott og egg (arter/tetthet) i elvebredden, der manøvrering og elvebreddens beskaffenhet kan avgjøre klekkesuksess hos knott.

Artsbestemmelse av knott er vanskelig, og flere arter kan tradisjonelt bare bestemmes morfologisk på grunnlag av store larver, pupper og voksne hunner. Det er nå utviklet teknikker som benytter mitokondrielt DNA for artsbestemmelse, såkalt DNA-barkoding. Artsbestemmelse kan derfor nå gjøres på alle stadier, inkludert egg. Fra dette prosjektet i Rendalen og tune-flueprosjektet i Nedre Glomma er det nå etablert et knott-referansebibliotek for DNA på til sammen 12 arter knott, hvorav to utgjør såkalte artskomplekser. Profilene er lagt inn i NorBOL-database, som er en del av en internasjonal database for barkoding (COBOL), og der Norge er fullverdig medlem.

Det ble generelt sett bare funnet lave tettheter av knott i Åkrestrømmen, og ingen arter kan angis å ha masseforekomst. Det gjelder også *S. pusillum*. I elvebredden i Åkrestrømmen ble det funnet egg av *S. rostratum*, *S. tuberosum*, *S. morsitans* og *S. vernum*, mens det ikke ble funnet egg av *S. pusillum*. Alle disse artene med unntak av *S. vernum* biter mennesker. Det ble generelt sett påvist lave tettheter av egg ( $< 20\,000$  egg  $m^{-2}$ ), men et lite område med 3,2 millioner egg  $m^{-2}$  nær vannlinjen ble påvist. I utløpet av Storsjøen ble det funnet egg av *S. rostratum* og *S. morsitans*, også her svært nær vannlinjen og i små mengder.

Grov morenegrus som dominerende substrat i elvebredden i Åkrestrømmen og utløp av Storsjøen, gjør at områder rett ovenfor vannlinjen fort blir tørre og lite egnet for egglegging hos knott. Egg som legges i flomsone og som bare sjelden blir utsatt for vann, kan trolig ikke overleve. Egg ble bare funnet i mudder eller i mose som hang direkte ned i vann. I begge tilfeller vil kapillærvann sikre fuktighet.

Overføring av vann fra Glomma til Rendalen har gitt permanent høyere vannføring i Åkrestrømmen, noe som har gitt mindre gunstig areal for egglegging hos arter som overvintrer som egg. Det gjelder for flere arter som er blodsugere på mennesker.

Erfaring fra dette prosjektet og tune-flueprosjektet forsterker inntrykket av at masseforekomst av knott er knyttet til fuktige områder med høy eggoverlevelse, og at områdene langt på vei er forutsigbare ut fra forhold mellom grunnvann og kapillærvann i bredden både i regulerte og uregulerte vassdrag.

# 1. Innledning

Larver av knott er uløselig knyttet til rennende vann. De sitter på underlaget og lever av å filtrere næringspartikler. Siden larveutviklingen kan foregå raskt (4-6 uker), kan det være knott selv der vannføringen store deler av året er lav eller fraværende. Dette gjør at knottlarver kan opptre i store tettheter nærmest uten konkurranse og predasjon fra andre organismer. Der elvearealet er stort, kan dette gi opphav til betydelig knottplage langt utover klekkeområdet, fordi det voksne insektet kan spres med vind over store områder (flere mil).

Knott (Simuliidae) er en ensartet insektfamilie innen gruppen tovinger, som også innbefatter alle arter mygg, klegg og fluer. Knott er utbredt i alle verdensdeler, og mer enn 2000 arter er kjent (Adler & Crosskey 2011). Av disse er ca. 70 kjent fra Nord-Europa og de aller fleste av disse antas også å være utbredt i Norge.

Knott utgjør en betydelig plage for mennesker og dyr, inkludert husdyr, i Fennoskandia, store deler av Russland og Canada. Knottbittets giftvirkning skyldes en protease i knottspytten som sprøytes inn i såret (Krstitsch & Zivkovitch 1968), og spytten har en blodfortynnende virkning på linje med histamin. Typisk vevsreaksjon på knottbitt er vist i Fig. 2. Masseforekomst og masseangrep av knott kan imidlertid gi offeret et betydelig blodtap og føre til infiserte sår. Knott i tropene kan overføre blodparasitter hos mennesker (elveblindhet), og i Norge sprer knott encellede blodparasitter blant fugl.

I Norge er knottplagen velkjent i Østfold gjennom den årvisse forekomsten av tune-flue (*Simulium truncatum*). Forekomsten av knott i Østfold er godt dokumentert av Raastad (1975), der larveutvikling og klekkested er knyttet til den 4 km lange Ågårdselva ved Sarpsborg. Vinden i området sprer tune-flue over relativt store områder (flere mil) rundt klekkestedet. I Rendalen dominerer den såkalte rendalsflua, men det er her noe usikkert hvilken art dette dreier seg om. I urbane strøk i England er store plager godt beskrevet fra byen Blandford gjennom forekomst av den beryktede Blandford fly (*Simulium posticum*) i elva Stour (Ladle et al. 1985, Ladle & Welton 1996), der denne totalt dominerer. I Canada og Russland foregår større programmer med fokus på å bekjempe knott. Plage fra knott blir ofte omtalt som et økende problem både i byer og tettbygde strøk i flere europeiske og canadiske områder.

## Pågående forskning på knott i Norge

Det er både tidligere og i seinere år drevet forskning på tune-flue (*Simulium truncatum*) ved Naturhistorisk museum (NHM) ved Universitetet i Oslo. Målet de seinere år har vært å avdekke årsaker til masseforekomst og på grunnlag av dette bekjempe plagene for store deler av befolkningen i Østfold. Resultatene er rapportert i Brabrand et al. (2003, 2006, 2009). Prosjektet er inne i en 5 års fase med oppstart i 2007, der det er lagt vekt på forskning og tiltak.

Både i undersøkelsene på Blandford fly og tuneflue har strategien vært å finne fram til de områdene som benyttes til egglegging.

For tuneflue ble kjerneområdene for egglegging påvist i 2008. Kjerneområdet har en eggtetthet på 40 000-50 000 egg/cm<sup>2</sup>, noe som gir 500 millioner egg/m<sup>2</sup>. Kjerneområdet er karakterisert ved en spesiell type elvebredd med definert substrat, der grunnvann, dryppkant med mose og kapillærvann fra høy og jevn lavvannstand sikrer jevn fuktighet der eggene blir lagt, se Fig. 1. Vi anser det nå som klarlagt at det er en direkte årsakssammenheng mellom masseforekomst av tuneflue i dette området og de reguleringsinngrepene som ble foretatt i 1936 og 1954, og som ga området stabil fuktighet der eggene blir lagt. For Blandford fly legges eggene på en liknende måte, der de plasseres i fuktige sprekker i elvekanten og på røtter som henger ned mot vannoverflaten (Ladle et al. 1985, Ladle & Welton 1996).

Kjerneområdet for egglegging hos Blandford fly (*S. posticum*) og tuneflue (*S. truncatum*), som sammen med flere andre arter har et betydelig plagepotensiale, viser at forskning på masseforekomst hos knott i regulerte vassdrag bør konsentreres til kartlegging av egnet habitat for egglegging og koble dette til vannføringsregimer. Slik kunnskap gir betydelige muligheter for bekjempelse av menneskeskapt masseforekomst. Generelt vil tiltak være effektive dersom de rettes mot de områdene der eggene legges. Dette krever kunnskap om egglegging hos de enkelte artene man ønsker å redusere forekomsten av.

## Prosjektets mål og nytteverdi

Det er prosjektets mål å angi om det er en årsakssammenheng mellom masseforekomst av blodsugende knott på mennesker og husdyr på den ene siden og manøvreringsregime og løsmasser i regulerte elver på den andre. Nytteverdien ligger i å kunne angi tiltak som kan dempe knottplagen for mennesker og husdyr, der for eksempel vannføringen i elv akkurat under egglegging kan være av stor betydning for hvor i elvebredden eggene blir lagt.

## 2. Livssyklus

Livssyklus hos knott omfatter egg, larve, puppe og voksent insekt. Larvene er fullstendig avhengig av rennende vann for å fullføre sin utvikling. Noen arter knott kan ha én generasjon i året, mens andre kan ha to eller tre.

### Egglegging

Knott legger generelt eggene oppstrøms strykstrekninger, ofte i utløpsområder av innsjøer og magasiner. Det er ikke funnet vandring tilbake til klekkestedet ("homing") hos knott (Hunter & Jain 2000).

Det er generelt tre måter knott legger egg på (Kim & Merritt 1986, Crosskey 1990). Noen arter legger egg ved å fly over vannoverflaten og slippe egg i små porsjoner direkte på vannoverflaten mens de flyr. Noen få arter kryper ned under vann-

overflaten på stein eller vannplanter og plasserer eggene under vannlinjen. Mange blodsugende arter legger imidlertid egg i strandkanten, dvs. på land, og er avhengige av at vannstanden stiger og dekker eggene på riktig tidspunkt i forhold til klekketidspunktet. Eggene klekkes da umiddelbart og de små larvene føres med strømmen ned til nedenforliggende stryk der selve larveutviklingen foregår fram til puppe og imago.

Det er imidlertid også rapportert at egg som henger i mose rett over vannlinjen kan klekke der, og at regn fører larvene ned i elva (Welton et al. 1987, Zwick & Zwick 1990).

Eggene hos knott er uregelmessig triangulære og i størrelse ca. 0,15 x 0,30 mm. De første timene etter egglegging er de blekt gulhvite, mens de etter ca. ett døgn blir brungule, se Fig. 1. Det er gjennomført relativt få undersøkelser på økologi og egglegging hos knott, både fordi de er vanskelig å finne og fordi de inntil nylig har vært nærmest umulige å artsbestemme.



*Fig. 1. Eggklyser av knott (S. truncatum) på fuktig trebit ved elvebredd. Hvite egg er nylagte, mens de blir brungule etter ca. 1 døgn. Foto: Åge Brabrand.*

## Stadier i vann

De nyklekkete larvene er ute av stand til å svømme, men kan de første dagene bevege seg på underlag (stein, gress, kvist) omtrent som målerlarver. Larvene driver passivt med vannstrømmen fra klekkestedet og fester seg til stein, kvist og vegetasjon der det er passe stor vannhastighet (40-120 cm S<sup>-1</sup>).

Fastheftet til underlaget sitter knottlarvene med kroppen svaiende på skrå opp i strømmen. De filtrerer vannet for næringspartikler, som består av bakterier, alger og detritus (dødt organisk materiale). Knottlarvene har en tilbøyelighet til å klumpe seg sammen på spesielt gunstige steder. Slike konsentrasjoner av knottlarver finnes i bekker og elver der det er grunt, raskflytende vann med steinbunn eller rotfast vegetasjon. I tilsynelatende stilleflytende større elver kan det være stor nok strøm-

hastighet der greiner og døde trær ligger ute i vannet. Her kan det også sitte betydelige mengder larver av knott. I Ågårdselva nedenfor Sølvtufoss ble det av Raastad (1975) påvist tettheter av larver på 300 000-400 000/m<sup>2</sup>.

Hos mange arter som overvintrer som egg i elvebredden eller i flomsone klekker eggene til små larver i slutten av april og begynnelsen av mai og er direkte koblet til at vannstanden stiger og at eggene blir dekket med vann. For arter som utelukkende har én generasjon i året og som benytter vårflommen som klekketidspunkt, kan eggene legges relativt høyt opp i elvebredden. Andre arter med flere generasjoner i året (*S. rostratum*, *S. tumulosum*) klekker også i mai ved stigende vannstand, mens sommergenerasjonene legger eggene svært nær vannlinjen og klekker etter få uker når vannet stiger etter nedbør.

Larven skifter hud flere ganger under veksten og blir 6-10 mm (artsavhengig) før den forpupper seg. Ved gunstig temperatur og god næringstilgang varer larveutviklingen 3-6 uker.

Puppen er omkring 3,5 mm lang og er mer eller mindre dekket av en kokong som er festet til underlaget. Hodet og den fremre del av ryggen stikker ut av kokongåpningen og vender alltid fra strømrretningen.

## Voksen knott

De fleste ser ut som små (2-4 mm) svarte fluer med brede vinger, kort kropp og et velvet ryggparti (Fig. 2). Enkelte arter har hvite ringer rundt beina og kalles derfor fjellsokk eller kvitsokk, men dette er altså ikke et artskjennetegn.



Fig. 2. Venstre: Voksen knott ser ut som små svarte fluer. Det er bare hunner som biter og suger blod. Foto: Karsten Sund, NHM. Høyre: Bitemerker etter knott med typisk vevsreaksjon i form av hevelse og lokal blødning. Foto: Åge Brabrand, NHM.

Vanligvis krever eggutviklingen mer proteiner enn det som det voksne insektet har med seg fra larvestadiet, og det er hunnene som biter for å få tak i blod. Hunnene har en enorm gevinst ved å få tak i blod før egglegging. Uten blod legges 2-3 egg, mens de etter et blodmåltid vanligvis kan legge flere hundre egg.

### 3. Hypoteser

Masseforekomst av knott er knyttet til tre forhold som alle må være tilstede:

- Eggleggingsområder med lav dødelighet på egg
- Velegnet strykstrekning for utvikling av larver fram til voksent insekt
- Regularitet i vannstand over tid, dvs. et forutsigbart vannføringsregime som gjør at egg blir vanddekket når de skal klekke.

Forholdene må kobles til den enkelte arts livssyklus.

I motsetning til den generelle oppfatningen om at optimale strykstrekninger er den viktigste faktoren for masseforekomst, så vil vi fokusere på størrelsen på arealer for egglegging som gir lav eggdødelighet.

Et absolutt krav er at eggene ikke må utsettes for uttørking etter at de er lagt og fram til klekking til larve. Internasjonal forskning har vist at den relative fuktigheten ikke må være under 87 % (Ladle & Welton 1996).

Vår hypotese om masseforekomst og lav dødelighet på egg er knyttet til forekomst av områder med høy nok og ikke minst stabil fuktighet der eggene ligger. Tre faktorer avgjør fuktigheten (nivå og variasjon i relativ fuktighet) der eggene blir lagt:

- Substrat/utforming av elvebredd
  - Fine løsmasser, undergravd elvebredd, tett vegetasjon, kapillærkapasitet gir økt fuktighet.
- Grunnvannssig gjennom elvebredd
  - Terrestrer områder bak elvebredd, beskaffenhet av løsmasser, tettesjikt og høydegradient avgjør.
- Vannstand i elva
  - Tidsperiode for minstevannføring/lavvannstand i forhold til tidspunkt for egglegging avgjør tilgjengeligheten av områder for egglegging.

Dersom vannstanden i elva reduseres betydelig etter eggleggingen, vil det gi fare for uttørking av egg. Omvendt vil en liten reduksjon i vannføring/vannstand sikre økt eggoverlevelse. I Ågårdselva er det vist at arter som har flere generasjoner i året, legger eggene svært nær vannlinjen, noe som sikrer fuktighet og at bare en liten vannstandsheving vanddekker eggene og sikrer klekking (Brabrand et al. 2009). Tuneflue som bare har én generasjon i året, legger eggene betydelig høyere opp på elvebredden, noe som reduserer faren for utspyling under småflommer, men som

samtidig øker faren for uttørking. Disse er helt avhengig av en regulær vårflom for å klekke, men de er også avhengig av at elvebredden høyt oppe har jevn fuktighet.

De viktigste blodsugende knottartene på mennesker har bare én generasjon i året. De baserer seg på klekking under vårflommen. For å sikre riktig fuktighet for eggene stiller disse artene derfor helt bestemte krav til områder der eggene legges.

## Vår arbeidshypotese

Konkret har vi forsøkt å finne egg av forskjellige arter knott i elvebredd med forskjellig *substrat* og relatere dette til *manøvrering* og *høydeforskjell* mellom lavvannsspeil og flomvannstand. Vi har fremsatt følgende forventninger:

- Forhold som sikrer konstant fuktighet høyt opp i elvebredden (grunnvann, fint substrat, jevn lavvannstand), øker forekomsten av arter knott med én generasjon i året, dvs. flere blodsugende arter på mennesker. Mye tyder på at grunnvann og substrat er triggere for masseforekomst.
- Forhold som gir variabel fuktighet høyt opp i elvebredden (fravær av grunnvann, grovt substrat, variabel lavvannstand), øker forekomsten av arter knott som legger egg nær vannlinjen, og disse har ofte flere generasjoner i året.

## 4. Områdebeskrivelse

Prosjektet har konsentrert virksomheten til Rendalen, der flere lokaliteter er lagt til Åkrestrømmen mellom Lomnessjøen og Storsjøen (4,8 km), i Mistra og til utløpsområdet fra Storsjøen (4,1 km), se Fig. 3 og 4.

På lokalitetene er det foretatt innsamling av larver fra elva, men primært er det lett etter egg i elvebredden. Utover de angitte lokaliteter i Fig. 3 er det lett etter egg i bredden på kanal i utløpet fra Rendalen kraftstasjon og på strekningen i Rena elv fra samløp mellom utløpskanal og Rena elv og ned til Lomnessjøen (4 km).

Området har betydelige løsmasseforekomster og mye grunnvann. I Rendalen er det *Simulium pusillum* som er mest plagsom for mennesker (Golini, Davies & Raastad, 1986). Denne har bare én generasjon i året og er i litteraturen beskrevet å legge egg i strandsonen/bredden (Usova 1961). I 1976 ble *S. pusillum* funnet i store mengder som larve i Åkrestrømmens nedre del mot Storsjøen, og mengdene måtte den gang betegnes som betydelige (Raastad 1983). I 1968 og 1970 ble arten påvist, men i sparsomme mengder (Raastad 1983), og det ble antatt at overføring av vann fra Glomma hadde gitt gunstigere forhold nettopp for *S. pusillum*. Det er derfor lagt vekt på å belyse forekomsten av *S. pusillum*.

I 1971 ble utbyggingen med overføring av vann fra Glomma fra Høyegga ferdigstilt, og Rena elv fikk permanent større vannføring der vannet kommer inn i vassdraget noen kilometer ovenfor Lomnessjøen. Det betyr at oppholdstiden i Lomnessjøen er redusert, og at det er høyere og mer stabilt høy vannføring i Åkrestrømmen mellom Lomnessjøen og Storsjøen (se Fig. 9 og 10).

I utløpet av Storsjøen er det sakteflytende elv mellom det opprinnelige utløpet og dammen som ligger noen kilometer nedenfor. Vannstanden i denne delen av elva følger vannstanden i Storsjøen.

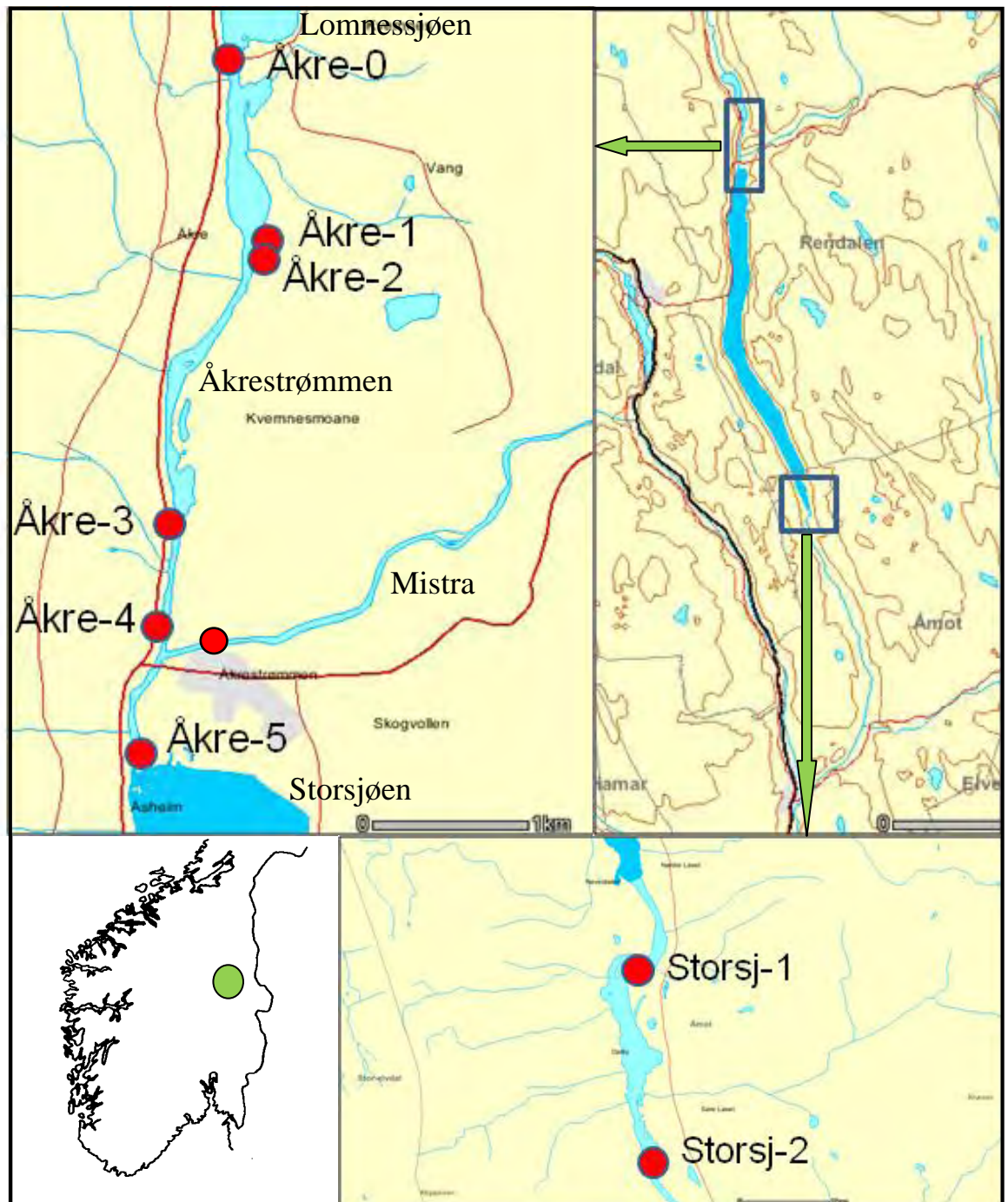


Fig. 3. Åkrestrømmen og utløpet av Storsjøen med stasjoner for innsamling av egg og larver av knott i 2009-2011.





Fig. 4. Over: Åkrestrømmen ved Åkre-1 i april (lavvannføring) og august 2010.  
 Under: Utløpskanal fra Storsjøen i april 2010 (lav vannstand). Høyre: Ved Storsj-1.  
 Venstre: Ved Storsj-2, utløpsdam. Foto: Åge Brabrand, NHM.

## Eggplassering hos utvalgte arter

Selve eggleggingen og plasseringen er i store trekk ukjent for de fleste arter knott. Det henger sammen med at eggene er små og artsbestemmelse ved tradisjonelle metoder nærmest er umulig. Det er imidlertid referert enkelte observasjoner som er oppsummert fra Usova (1961) og Raastad et al. (2009), og for de fleste artene som ikke legger eggene på selve vannoverflaten, legges eggene på substrat i elvebredden, mer eller mindre nær vannlinjen.

*Simulium pusillum* overvintrer som egg, og hunnen legger eggene på littoral vegetasjon, der de kan danne sammenhengende klyser av egg. Én generasjon i året.

*S. murmanum* overvintrer som egg. De legges på stein, trær og vegetasjon svært nær vannoverflaten (Rubtsov 1957a). Primært én generasjon i året, men kan ha to.

*S. ornatum* eggene klekker senhøstes, og arten overvintrer som larve. En del forfattere mener eggene legges i små bekker med sterk strøm på objekter som har direkte kontakt med vannet. To generasjoner i året.

*S. tuberosum* overvintrer som egg, men plasseringen er ukjent. Vanligvis med én generasjon i året.

*S. noelleri* overvintrer som egg. Plassering ukjent. To generasjoner i året.

*S. morsitans* overvintrer som egg. Plassering ukjent. Én eller to generasjoner i året.

*S. rostratum* overvintrer som egg. Eggene legges på vannplanter, og andre objekter svært nær vannoverflaten, der store mengder egg kan observeres (Brabrand et al. 2009). Én eller flere generasjoner i året.

*S. truncatum* overvintrer som egg. Eggene er tidligere angitt å bli lagt i avlange klyser på vannplanter (Usova 1961), men i Ågårdselva legges eggene i sprekker på bakken, i mose, på røtter og innunder stein i strandkanten (Brabrand et al. 2009). Én generasjon i året.

*S. reptans* overvintrer som egg som legges på flytende vannplanter. Kan legges i store klyser. To eller tre generasjoner i året.

*Prosimulium hirtipes* overvintrer som larver, med én generasjon i året. Egg legges nær vannlinjen i fuktig mose (Zwick & Zwick 1990).

## 5. Artsbestemmelse og DNA-barkoding?

Artsbestemmelse av knott er vanskelig, og for mange arter er det bare mulig med sikker artsbestemmelse på larver i siste stadium og på pupper og voksne (imago) hunner. Men også her er det problematisk å foreta sikker artsbestemmelse. *Simulium truncatum* (tuneflua), *S. rostratum*, *S. morsitans*, *S. paramorsitans* og *S. posticatum* omtales ofte som samlegruppen ”*S. venustum*”-gruppen. Det samme gjelder *S. pusillum* (Rendalsflua). Alle er funnet i Sør-Norge, og de er vanskelige å artsbestemme som larver. Dette gjør det vanskelig å knytte de ulike artene til bestemte habitater, og ikke minst hvilke larver og hvilke egg som ”tilhører” samme art.

Ved NMH er det utviklet teknikker for å klekke egg og holde larver av knott i kultur i laboratoriet fram til store larver og imago. Dette gjør det mulig å knytte enkeltegg til senere sikker artsbestemmelse av store larver og voksne individer. Sammen med DNA-barkoding av individer som er sikkert artsbestemt, har vi laget et DNA-referansebibliotek.

### DNA-barkoding

DNA-barkoding er en ny teknikk som bruker en kort DNA-sekvens fra en standardisert posisjon i genomet som en molekylær diagnostikk for artsnivå identifikasjon. Teknikken benytter korte mitokondrielt DNA-sekvenser som brukes til å identifisere arter. Innenfor konsortiet for barkoding av liv (CBOL), der Norge er fullt medlem, har Norge et prosjekt som heter Norwegian Barcode of Life (NorBOL) (<http://dnabarcoding.no/en/>). NorBOL er et nettverk av norske biodiversitets-

institusjoner og forskere som er engasjert i arbeidet med DNA-barkoding av arter i norsk natur. CBOL er et internasjonalt initiativ som utvikler DNA-barkoding som en global standard for identifikasjon av arter.

## DNA-referansebibliotek

Rent metodisk har vi samlet store larver og pupper i felt eller ”dyrket” fram individer i kultur som har latt seg artsbestemme sikkert ved morfologiske metoder. Deretter er disse individene DNA-barkodet, slik at vi har hatt et sikkert DNA-profil for disse. Dette utgjør et DNA-referansebibliotek for sikkert artsbestemte knottarter, og biblioteket er på til sammen 12 arter (og artskompleks), (Fig. 5).

Deretter kan vi DNA-barkode ukjente egg og små larver og artsbestemme disse vha. DNA-profilen på de kjente artene i referansebiblioteket.

Innsamling av store og identifiserbare knottlarver til referansebiblioteket er gjennomført både i Østfold i forbindelse med tuneflueprosjektet (2008/2009), og i Rendalen (Åkrestrømmen) og ved Isterfossen i regi av FoU-programmet Miljøbasert vannføring (2008/2009), se Tabell 1.

Tabell 1. Arter av knott, der larver både er artsbestemt morfologisk og DNA-barkodet. Artene utgjør referansebiblioteket for knott.

Art	Vassdrag	Sted	Biter på
<i>Simulium truncatum</i> (Lundström, 1911)	Glomma	Ågårdselva	Pattedyr/ mennesker*
<i>S. tuberosum</i> (Lundström, 1911)	Glomma	Åkrestrømmen	Pattedyr / mennesker
<i>S. pusillum</i> Fries, 1824	Glomma	Åkrestrømmen	Pattedyr/ mennesker*
<i>S. murmanum</i> Enderlein, 1935	Trysilelva	Isterfossen	Pattedyr/ mennesker*
<i>S. reptans</i> (Linnaeus, 1758)	Glomma	Åkre/Ågårdselva	Pattedyr/ mennesker*
<i>S. rostratum</i> (Lundström, 1911)	Glomma	Åkre/Ågårdselva	Pattedyr / mennesker
<i>S. noelleri</i> Friederichs, 1920	Glomma	Ågårdselva	Pattedyr/ mennesker
<i>S. morsitans</i> Edwards, 1915	Glomma	Åkrestrømmen	Pattedyr/ mennesker
<i>S. ornatum compl.</i> Meigen, 1818	Glomma	Åkrestrømmen	Pattedyr / mennesker
<i>S. vernum</i> Macquart 1826	Glomma	Ågårdselva	Fugl / mennesker
<i>S. angustipes</i> Edwards 1915	Glomma	Skiptvet	Fugl (rovfugl)
<i>Prosimulium hirtipes</i> (Fries, 1824)	Glomma	Ågårdselva	Pattedyr/ mennesker

\*aggressiv på mennesker

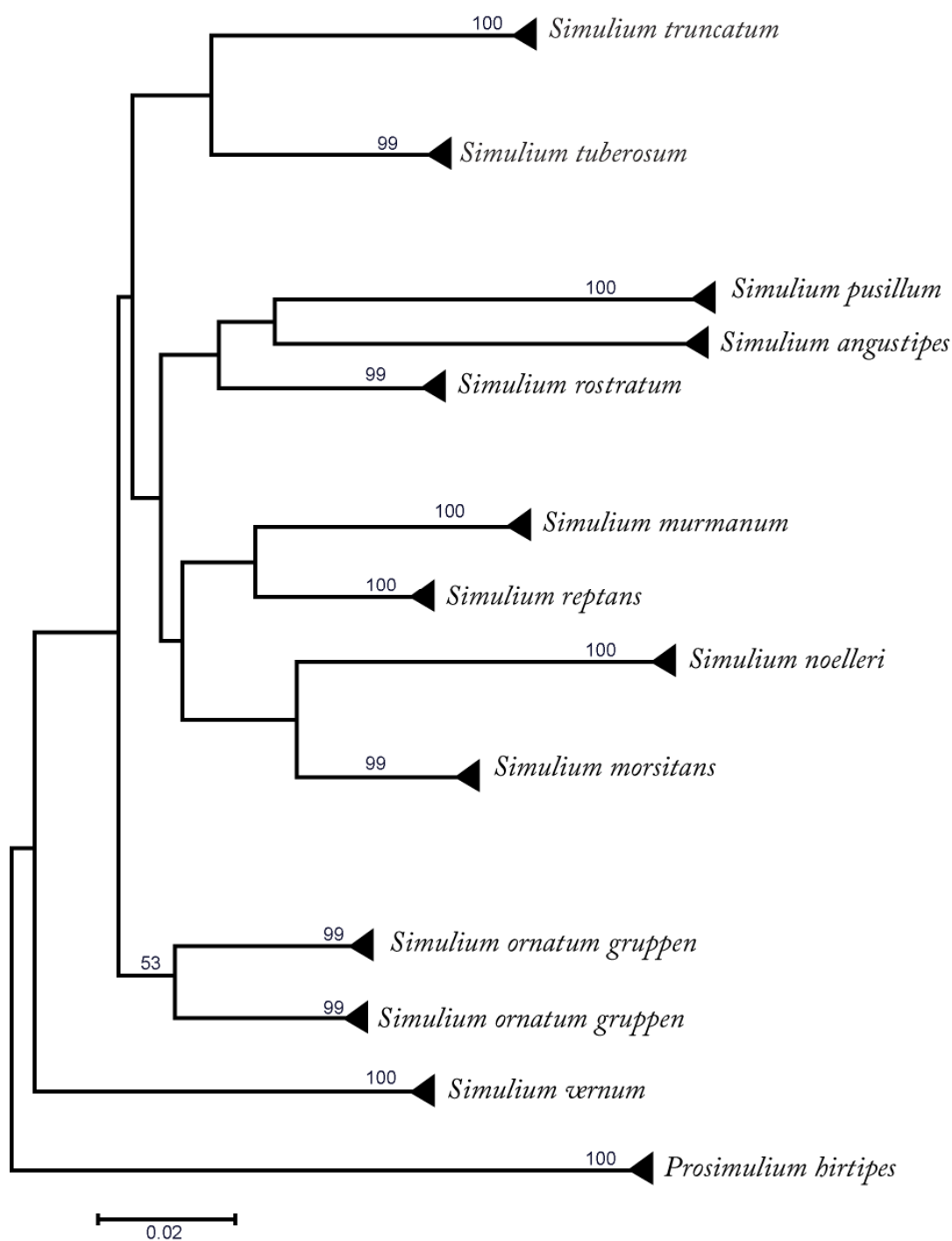


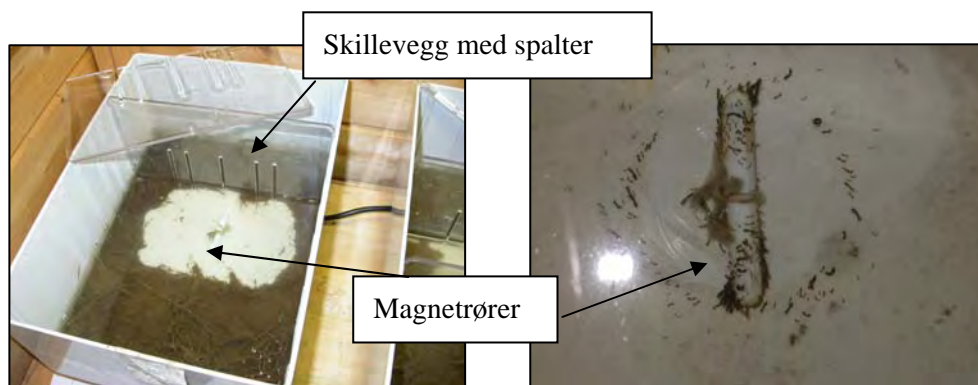
Fig. 5. Slektstre for 12 arter/artskompleks innen knott basert på både artsbestemmelse vha. DNA-barkoding og sikker artsbestemmelse ved morfologi. Slektstreet er basert på likhet mellom DNA-sekvenser: To sekvenser som er nær hverandre i treet er likere hverandre enn til sekvenser lengre unna. Lengden på grenene viser den prosentvise forskjellen mellom individene, angitt ved en skala nederst på figuren. Tallene på grenene viser statistisk sikkerhet/støtte for grupperingen. 100 betyr 100 % sikkerhet.

## Kvantifisering av egg

Det er utviklet metodikk for å klekke egg av knott som ligger i slam (Brabrand et al. 2006). For å skape rennende vann uten bruk av pumpe og slanger er det benyttet magnetrører i 5 l plastkar (Fig. 6). Magneten (50 x 8 mm) ble plassert i midten av karet, og slamprøve med egg lagt i karet utenfor to skillevegger med spalter. Rundt sentrum av magneten ble det bundet en hyssing slik at magneten ble løftet noe opp fra underlaget. Magneten ga vannbevegelse i karet, og nyklekka knottlarver driver passivt gjennom spaltene og fester seg på magneten for å oppnå rennende vann. Magneten ble tatt opp daglig og lagt i etanol i petriskål slik at knottlarvene kunne telles. Antall knottlarver fra en gitt mengde slam kan derved beregnes.

*Tabell 2. Antall egg og larver som er DNA-barkodet fra Rendalen (Åkrestrømmen, Mistra, utløp Storsjøen) i 2008-2009. I parentes vises antall DNA-barkodete prøver uten resultat.*

Antall egg og larver DNA-barkodet	2008	2009	2010
Ref. larver, også artsbestemt morfologisk	5	44	
Ukjent egg og små larver Åkrestrømmen + Mistra	-	-	115 (8)
Ukjent egg og små larver, utløp Storsjøen	-	-	21 (3)



*Fig. 6. Knottegg i slam klekkes i kar med magnetrører. Nyklekka larver fester seg på magneten og oppnår derved å oppholde seg i rennende vann. Større larver fester seg også på bunnen i nærheten av magneten (høyre). Foto: Åge Brabrand, NHM.*

Det ble tatt slam- og moseprøver fra elvebredd og høydeprofiler i Åkrestrømmen mellom Lomnessjøen og samløp med Mistra og utløp Storsjøen (se Fig. 3) før vannstandsheving i april 2010 og etter egglegging i september 2010. Innsamling ble foretatt ved å ta øvre 2 cm med mureskje av flater på 10 x 10 cm i området mellom vannlinjen før vårflom (nær laveste vannstand) og antatt vannstand under vårflommen, da egg som ligger i strandsonen nødvendigvis må være i dette koteintervallet.

Ved Åkre-2 og Åkre-3 ble det foretatt innsamling langs en høydegradient hver 20 cm fra vannlinjen og opp over flomvannstanden. Stedet ble valgt fordi det her visuelt ble funnet egg i felt.

Prøvene ble undersøkt for egg i binokular. Der det ble observert eggklyser, ble det tatt ut enkeltegg for DNA-barkoding. Det ble tatt ut enkeltegg fra forskjellige typer klyser (plassering, form på eggklysene), som da ble antatt å representere ulike arter.

Slamprøvene ble deretter plassert i klekkekasse med magnetrører for vannbevegelse og klekking i laboratoriet for å kvantifisere eggantallet. Små larver ble tatt ut etter klekking i laboratoriet for artsbestemmelse ved DNA-barkoding.

## 6. Resultater

### Forekomst av larver

I perioden 2009-2011 var andelen knott i forhold til øvrig bunnfauna generelt sett lav, og bunnfaunaen på tre stasjoner i Åkrestrømmen og én stasjon i Mistra viser generelt sett dominans av døgnfluer og fjærmygg i juli 2011, Tabell 3. Det ble kun funnet få enkeltindivider av *S. pusillum* (Tabell 4 og 5), som er den arten som ble funnet i store mengder i 1976.

Tabell 3. Antall bunndyr 1.7.2011 på tre stasjoner i Åkrestrømmen og én stasjon i nedre del av Mistra ved hjelp av sparkeprøver.

	Åkre-1	Åkre-2	Åkre-3	Mistra
Flatmark	4	0	0	0
Rundormer	0	60	0	0
Fåbørstemark	286	168	68	24
Igler	4	0	0	0
Ertemuslinger	16	12	0	0
Snegl	12	0	0	0
Vannmidd	16	8	16	40
Muslingkreps	850	8	0	0
Vannlopper	0	0	0	0
Hoppekreps	0	0	0	0
Døgnfluer	232	248	388	364
Steinfluer	84	96	64	16
Vårfluer	8	84	64	16
Biller	0	32	8	0
Fjærmygg	1 320	412	196	124
Sviknott	0	0	4	0
Knott	0	164	68	40
Dansefluer	0	0	8	0
Småstankelbein	0	0	4	0

Tabell 4. Artssammensetning og antall larver av knott artsbestemt ved morfologiske metoder fra fem stasjoner i Åkrestrømmen, én i Mistra og to i utløpet av Storsjøen. Basert på 1 min roteprøve 3.7.2009.

Art	Åkre-1	Åkre-2	Åkre-3	Åkre-4	Åkre-5	Storsj-1	Storsj-2	Mistra
<i>Simulium pusillum</i>	-	-	3	1	-	-	-	-
<i>S. morsitans</i>	-	-	-	-	15	23	14	1
<i>S. reptans</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>S. rostratum</i>	35	14	+	15	-	-	1	-
<i>S. truncatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. tuberosum</i>	-	1 (?)	-	-	-	-	-	-
<i>S. sp. (store)</i>	-	-	-	-	-	-	1	6
<i>S. sp. (små)</i>	-	-	+	2	+	-	-	-

Tabell 5. Artssammensetning og antall larver av knott artsbestemt ved morfologiske metoder fra tre stasjoner i Åkrestrømmen. Basert på 1 min roteprøve 30.6.2011.

Art	Åkre-1	Åkre-2	Åkre-3
<i>Simulium pusillum</i>	36	14	32
<i>S. morsitans</i>	-	-	-
<i>S. reptans</i>	4	-	20
<i>S. rostratum</i>	2 360	436	356
<i>S. truncatum</i>	-	?	-
<i>S. tuberosum</i>	-	-	68
<i>S. sp. (små)</i>	-	-	48

## Egg og små larver

I 2010 er det ved DNA-barkoding de arter knott som er funnet som små larver i en periode med antatt høy tetthet av larver hos arter som overvintret som egg vist i Tabell 6-8.

Tabell 6. Arter påvist som egg i elvebredden på stasjoner i Åkrestrømmen innsamlet i slutten av april 2010. Tallene oppgir antall som er artsbestemt ved DNA-barkoding.

	Åkre-0	Åkre-1	Åkre-2B	Åkre-3	Åkre-4	Åkre-5
<i>S. rostratum</i>	1	11	5	5	1	
<i>S. tuberosum</i>		1		6	2	
<i>S. morsitans</i>		2				
<i>S. pusillum</i>						
<i>S. vernalis</i>						

Tabell 7. Arter påvist som larver på stasjoner i Åkrestrømmen innsamlet i juli 2010. Tallene oppgir antall som er artsbestemt ved DNA-barkoding.

	Åkre-0	Åkre-1	Åkre-2	Åkre-3	Åkre-4	Åkre-5
<i>S. rostratum</i>	7	7	3	7	3	9
<i>S. tuberosum</i>		1	2	6	3	
<i>S. morsitans</i>	2	1	6	2	1	
<i>S. pusillum</i>	2	2		3	1	2
<i>S. vernalis</i>				1		

Tabell 8. Arter påvist som egg i elvebredden på stasjoner i utløpsområdet fra Storsjøen i slutten av april 2010. Tallene oppgir antall som er artsbestemt ved DNA-barkoding.

	Storsj-1	Storsj-2
<i>S. rostratum</i>	8	9
<i>S. morsitans</i>		1

## Tetthet av egg

Umiddelbart før vårflommen 2010 (april uke 17) ble det samlet inn substrat (sand, mudder, mose) fra stasjoner Åkre-0 – Åkre-5 og fra Storsj-1 og Storsj-2. Prøvene ble tatt i strandsonen/elvebredden, og et utvalg prøver av slam, mudder og mose ble plassert i klekkekamrer med rennende vann. Antall klekte larver ble talt etter 2 døgn, se kapittel 5: Kvantifisering av egg. Resultatet er gitt i Tabell 9.

Mengden larver viste betydelig flekkvis forekomst, men det ble funnet larver fra egg som lå på mudderflater, på gammel mose og mellom stor elvestein. Tettheten varierte fra null til i overkant av 3 millioner egg pr. m<sup>2</sup>.

Larvene som er samlet inn som egg og klekket i laboratoriet ble artsbestemt ved DNA-barkoding. Disse bekreftet dominans av *S. rostratum* og *S. tuberosum*.

*S. pusillum* ble ikke påvist som egg i elvebredden på noen av stasjonene, verken i Åkrestrømmen eller i utløpet av Storsjøen.

Det ble ikke påvist egg i bredden i utløpskanalen fra Rendalen kraftverk eller i Rena elv mellom samløp utløpskanal og Lomnessjøen. Rena elv er her en sakteflytende meandrerende elv, og fravær av strykpartier nedstrøms gjør at disse områdene vurderes som ikke egnet habitat for knott.



Tabell 9. Tetthet av knottegg (antall egg  $m^{-2}$  elvebredde), basert på innsamling av mudder i april 2010, klekking av egg i laboratoriet og telling av larver.

Sted	Lokalitet	Antall/ $m^2$
Sundstua, nedenfor gård, mudder	Åkre-1	6 500
Sundstua, nedenfor gård, beite	Åkre-1	0
Sundstua brattkant, sand	Åkre-2A	30 000
Sundstua brattkant, mudder	Åkre-2B	3 195 000
Nordenget, sand	Åkre-3A	0
Nordenget, mudder	Åkre-3B	9 500
Åkrestrømmen før Mistra, sand	Åkre-4	1 000
Storsjøen utløp ved bro, mose	Storsj-1	30 000
Storsjøen utløp ved dam, mose	Storsj-2	16 000

## Høydegradient av egg i bredde

Langs to høydeprofiler ble det tatt en serie prøver med 10 cm høydeintervaller fra 10 til 70 cm over vannlinjen 29.4.2010. Profilene ble lagt til Åkre-2 og Åkre-3, da det her ble gjort feltobservasjoner av knott nær vannlinjen.

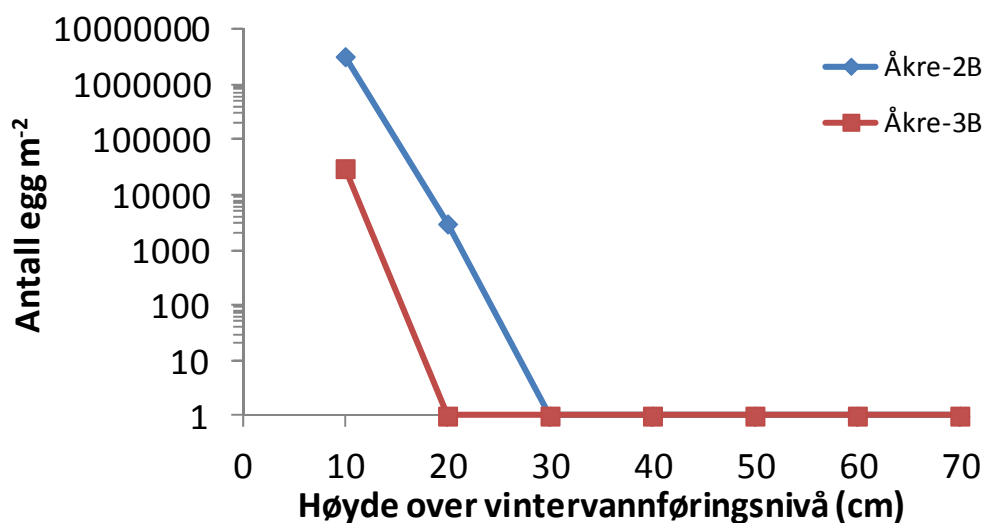


Fig. 7. Tetthet av knottegg (antall  $m^{-2}$ ) langs to høydegradienter ved Åkre-2 og Åkre-3. Høydene er definert som vertikal avstand fra vannlinjen 29.4.2010.

Egg i mudder fra profilene ble klekket iht. metode for klekking av egg, og antall larver talt daglig i en uke. Tettheten av larver langs profilet er gitt i Fig. 7 og viser at egg ikke ble funnet høyere enn 10 cm fra vannlinjen ved Åkre-3 og 20 cm ved Åkre-2. I begge tilfeller ligger dette i elvesengen med typisk bunnsstrat fra elva, dvs. mudder og sand mellom grov rullestein.

Klekte larver ble DNA-barkodet og viste *S. rostratum* ved Åkre-2B, og *S. rostratum* og *S. tuberosum* ved Åkre-3B.

Enkeltinnsamlinger av mudder, mose og fuktig sand fra Åkre-0, Åkre-1, Åkre-4 og Åkre- 5 høyere opp enn elvesengen viste ikke forekomst av knottegg.

Ved utløpet av Storsjøen ble knottegg kun påvist i fuktig mose og fuktig mudder i vegetasjonskanten som hang ned mot vannlinjen ved høyeste regulerte vannstand (HRV). Her ble *S. rostratum* og *S. morsitans* påvist som egg før vårflommen i april og i september. Mellom høyeste og laveste regulerte vannstand (LRV) ble det ikke påvist egg før flommen.

## 7. Diskusjon

I 1967-1968 ble det foretatt artsbestemmelse av voksen knott som ble fanget enten på husdyr (kyr) eller mennesker (Golvin et al. 1976). Dette er individer som er fanget bitende på verten som voksne insekter, men som kan ha hatt sin utvikling fra egg til voksen flere steder i området, bl.a. i Åkrestrømmen eller i småbekker som drenerer områder nord for Lomnessjøen. Det ble den gang funnet til sammen 13 arter knott. Enkelte av de artene som angis i Golvin et al. (1976), er også funnet i nåværende undersøkelse som egg/larver i små mengder i Åkrestrømmen, noe som indikerer at Åkrestrømmen ikke er kjerneområdet for disse artene. I tillegg ble altså flere andre arter påvist i Rendalen (Raastad 1983, Golvin et al. 1976), men disse er ikke påvist i Åkrestrømmen.

Det bør bemerkes at *S. truncatum* (tuneflue) ble påvist bitende både på husdyr og mennesker i Golvin et al. (1976) og dessuten som larver i Åkrestrømmen i 1968, men ved begge anledninger i små mengder. På både husdyr og mennesker var det i 1967 dominans av *S. rostratum* og *S. pusillum* (Golvin et al. 1976).

### Forekomst av larver i 1976

Knottfaunaen i Glomma ved Høyegga og i Åkrestrømmen i juli 1976 viste tilstedeværelse av 7 arter ved Høyegga og hele 11 arter i Åkrestrømmen (Raastad 1983), se Tabell 10. I 1976 var det total dominans av *S. pusillum*, og Raastad (1983) omtaler dette som rendalsflua, en art som er aggressiv på pattedyr, inklusiv mennesker. I 1976 ble den heller ikke funnet andre steder i Norge enn i Rendalen. Knott dominerte bunnfaunaen ved å utgjøre 53 % i forhold til andre bunndyrgupper.

*S. pusillum* ble også funnet i Åkrestrømmen i 1968 og 1970, dvs. før overføring av vann fra Glomma til Rendalen (Raastad 1974), men tettheten for disse to årene var lav.

Tabell 10. Tetthet (antall  $m^{-2}$ ) for arter av knott i Glomma ved Høyegga og i Rendalen ved Åkrestrømmen 8. juli 1976. Gjeldende navn i parentes.

Art	Glomma ved Høyegga	Åkrestrømmen i Rendalen
<i>Cnephia fuscipes</i> (= <i>Metacnephia bilineata</i> )	+	2 900
<i>C. lapponica</i> (= <i>Cnephia pallipes</i> )	-	2 200
<i>Eusimulium vernum</i> (= <i>Simulium vernum</i> )	-	50
<i>E. curvans</i> (= <i>Simulium curvans</i> )	680	120
<i>E. pusillum</i> (= <i>Simulium pusillum</i> )	-	28 000
<i>S. rostratum</i> (= <i>Simulium murmanum</i> )	160	280
<i>S. ornatum</i>	70	160
<i>S. tuberosum</i>	2 100	6 500
<i>S. reptans</i>	3 900	450
<i>S. sublacustre</i> (= <i>Simulium rostratum</i> )	-	3 900
<i>S. morsitans</i>	20	-
Ubestemt	-	1 800

## Påviste arter 2009-2011

I Åkrestrømmen ble det i alle årene 2009-2011 funnet til dels svært lave larvetettheter av knott. Det ble ikke funnet masseforekomst av *S. pusillum*.

I tillegg til nærmest fravær av *S. pusillum*, ble få andre arter påvist. Mens det i 1976 (Raastad 1983) ble påvist 11 arter knott i Åkrestrømmen, ble det i 2009-2011 påvist fem arter som larver, til tross for innsamling forsommer, midtsommer og høst.

Dominerende art var alltid *S. rostratum*, mens *S. morsitans*, *S. tuberosum*, *S. pusillum* og *S. vernum* ble påvist som subdominante. Med unntak av *S. pusillum* ble alle dessuten påvist som egg i strandkanten. Egg av en art som ikke er med i referansebiblioteket ble påvist i elvebredden av Mistra. Denne arten er fortsatt ikke mulig å artsbestemme på grunnlag av egg.

Sammenliknes knottfaunaen i 1968, 1970 og 1976 med funnet i 2009-2011 er det påvist følgende forskjeller:

- i) lavere tettheter av knottlarver
- ii) reduksjon i antall knottarter
- iii) endret artsdominans fra *Simulium pusillum* til *S. rostratum*/*S. tuberosum*
- iv) *S. truncatum* ikke påvist

Det er vanskelig å angi årsaken til dominans av *S. pusillum* i 1976, og om dette var et resultat av spesiell vannføring/vannstand dette året eller året forut. Lite tyder på at dominansen kan forklares med vannføring (Fig. 8). Mye tyder på at forekomsten av *S. pusillum* er ustabil. Det som kunne tyde på en økt mengde *S. pusillum* fra 1968, 1970 og fram til 1976 synes derfor ikke å være tilfelle, se under.

Det er imidlertid rimelig å sette forekomsten av få arter og den lave forekomsten av knott i Åkrestrømmen generelt i forbindelse med endret vannføringsregime etter overføring av vann fra Glomma. Det er tidligere angitt at egg av knott er svært følsomme for uttørking. Egg som legges i vannkanten eller i flomvannsonen tåler ikke relativ fuktighet som er lavere enn ca. 90 % (Ladle & Welton 1996), noe som kan være krevende for arter som overvintrer som egg.

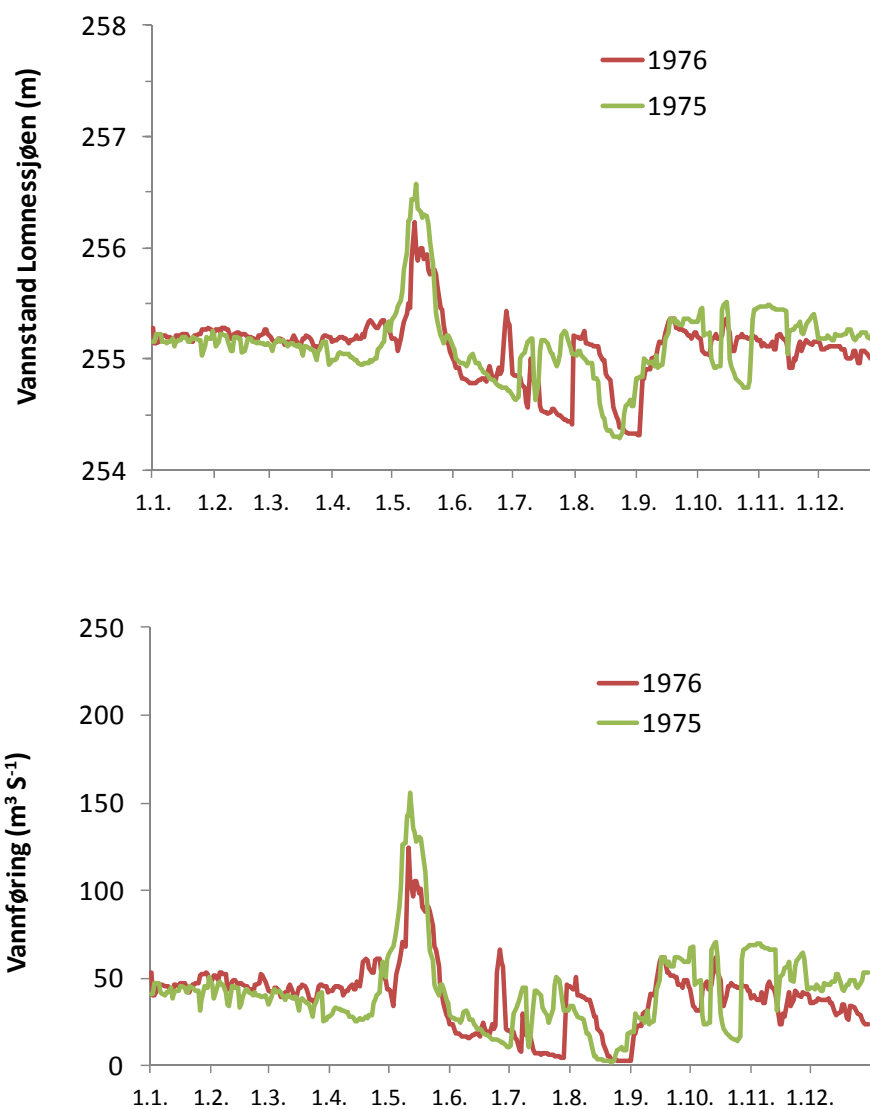


Fig. 8. **Over:** Vannstand i Lomnessjøen. **Under:** Vannføring i Åkrestrømmen i 1975 og 1976. Data fra GLB.

Fra undersøkelser på egg andre steder er det bekreftet at *S. rostratum* legger eggene få cm over vannlinjen, gjerne på stein på bølger og variabel vannstrøm gir fuktighet, eller på mose og vegetasjon som henger ned mot vannlinjen (Brabrand et al. 2009). For *S. posticatum* er fuktighet sikret gjennom kapillærvann i sprekker i fine løsmasser i elvebredden nær vannlinjen (Ladle et al. 1985, Ladle & Welton 1996), mens for

*Prosimulium hirtipes* og to andre *Simulium*-arter legges egg i fuktig mose på skyggefulle steder og 10-30 cm over vannlinjen (Zwick & Zwick 1990), der både skygge og kapillærvann hadde betydning for fuktigheten.

Undersøkelsene i Åkrestrømmen bekrefter denne eggleggingsstrategien for flere arter, deriblant *S. rostratum*. *S. rostratum* har to til tre generasjoner i løpet av sommeren, og eggene er klare til klekking etter kort tid og klekker ved bare en liten økning i vannføringen for eksempel i forbindelse med nedbør.

En liknende strategi for egglegging har også *S. tuberosum*, der egg legges blant mose, mudder og vegetasjon svært nær vannlinjen. Dette er bekreftet ved studier både i Ågårdselva (Brabrand et al. 2006) og i Rendalen (ref: DNA-barkoding).

For *S. morsitans* ble egg bare funnet svært nær vannlinjen (få cm) både på Åkre-2 og på Storsj-2, begge steder knyttet til mose som hang ned fra stein og ned i vannet, slik at kapillærvann sikret kontinuerlig fuktighet.

Fuktighet for egg kan sikres ved en eller flere av følgende kilder:

- Grunnvann, dvs. fuktighet og kilder med dryppkant i flomsone
- Kapillærvann, sikret der substratet består av fine løsmasser
- Overflatevann/grunnvannssig med underliggende sjikt av leirer eller fastfjell
- Foss- og hardstryktåke med kontinuerlig tilførsel av vanddråper

Nøkkelen til høy eggoverlevelse hos knott er jevn fuktighet. Grov morenegrus i bredd og flomsone langs elvebredden i Åkrestrømmen og utløpskanalen fra Storsjøen, gjør at substrat bare litt høyere (dm) enn vannspeilet er uegnet område for egglegging hos knott, pga. fare for uttørking. Den arten som nå dominerer i Åkrestrømmen, *S. rostratum*, legger eggene kun få cm høyere enn vannlinjen. Her legger også *S. morsitans*, *S. tuberosum* og *S. vernum* eggene. I følge litteratur skal også *S. pusillum* legge egg på en slik måte. Det som sikrer fuktighet for disse artene i Åkrestrømmen er først og fremst kapillærvann fra elva, enten der det er mudder og fin sand, eller der moser henger ned mot vannspeilet. Dette betyr at det sannsynligvis bare er en relativt smal stripe langs elvebredden, til dels flekkvis, som gir forhold for overlevelse av egg.

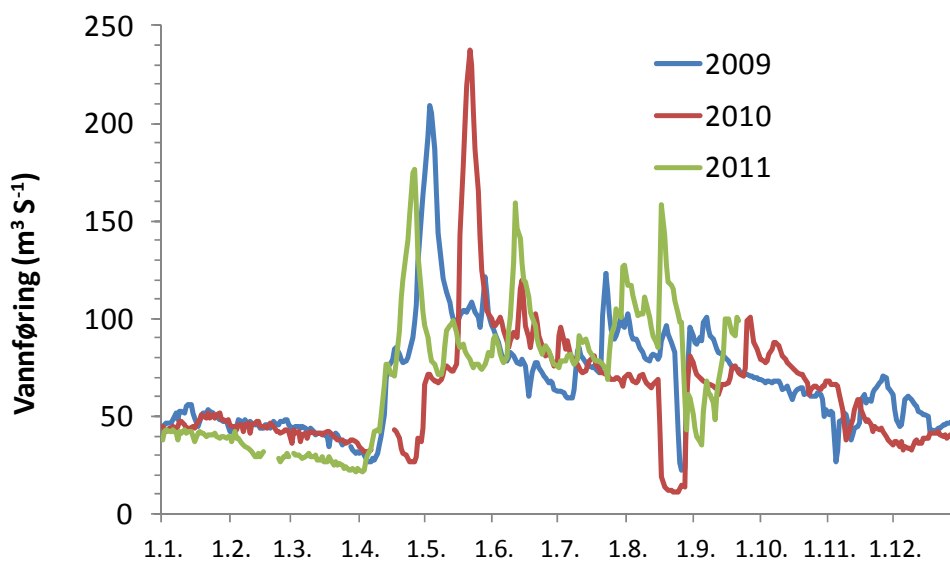
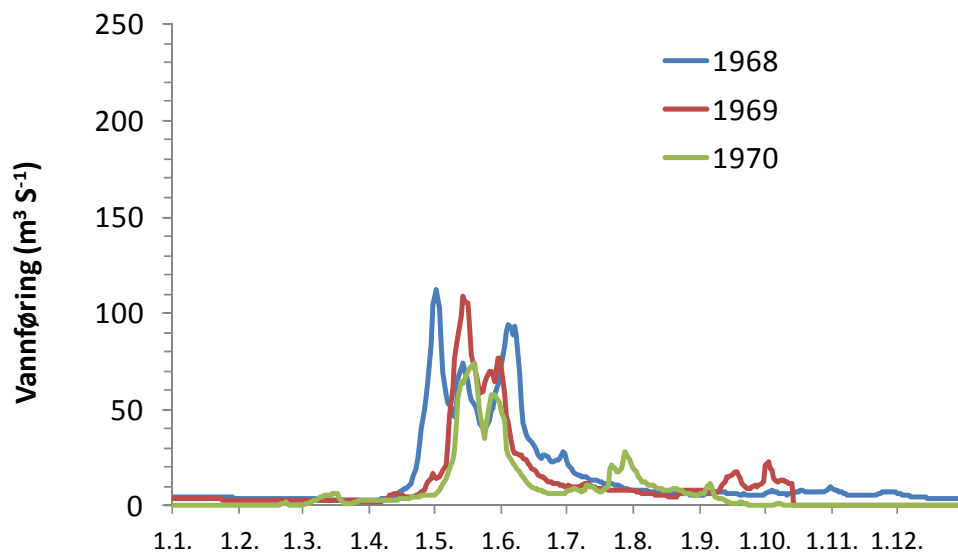


Fig. 9. Vannføring i Åkrestrømmen ut av Lomnessjøen før og etter overføring av vann fra Glomma til Rendalen. **Over:** 1968-1970. **Under:** 2009-2011. Data fra GLB.

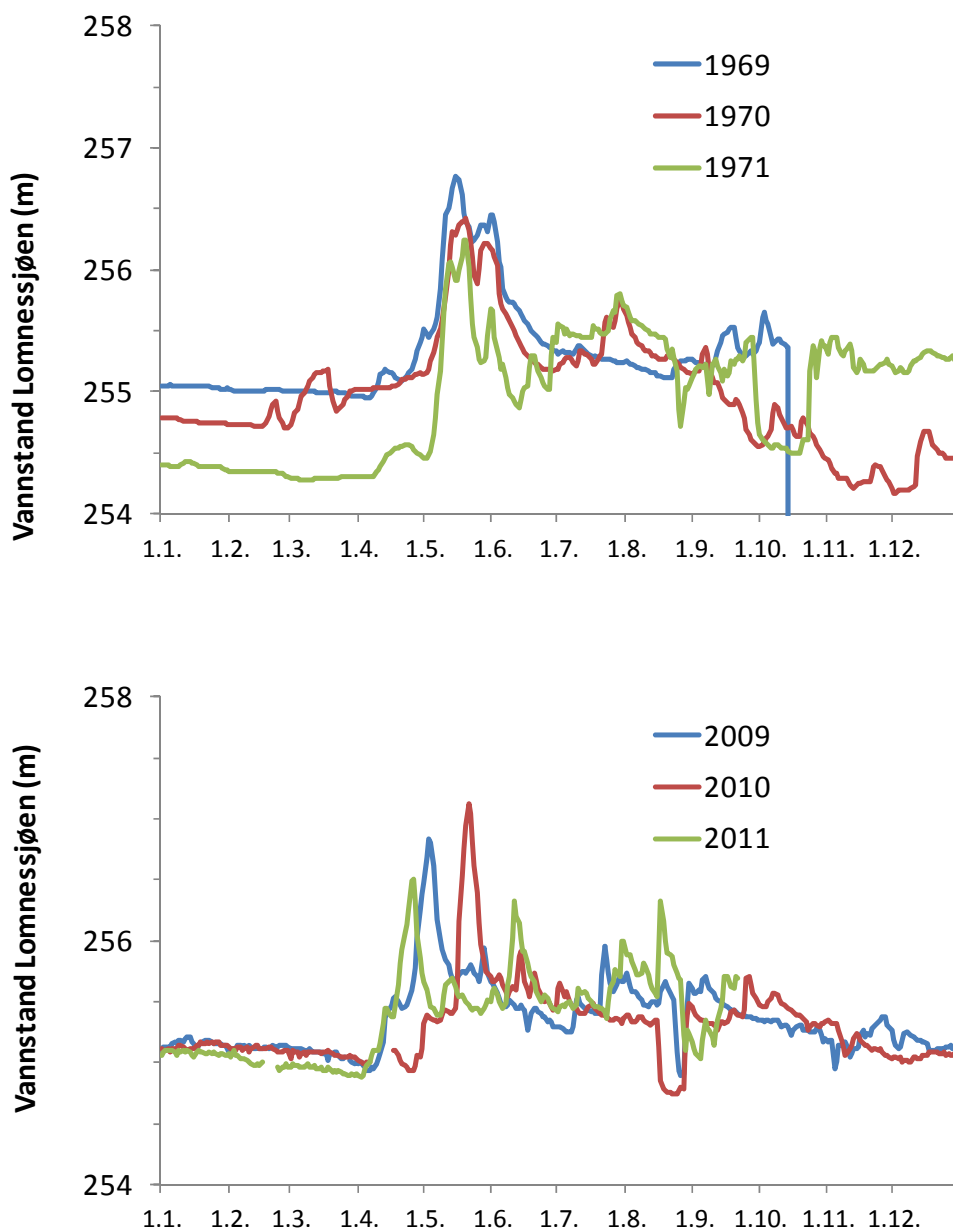


Fig. 10. Vannstand i Lomnessjøen i perioden 1969-71 og 2009-11. Data fra GLB.

## Virkning av overføring fra Glomma

Overføring av vann fra Glomma til Rendalen gjennom Rendalen kraftverk har ført til redusert oppholdsstid for Lomnessjøen og økt vannføring i Åkrestrømmen, se Fig. 9 og Fig. 10. Selve vannstanden i Lomnessjøen er i prinsippet ikke endret, men mye tyder på mer stabil vannstand etter overføring. Overføring av vann og høyere vannføring etter 1971 har gitt et betydelig mindre tilgjengelig areal for egglegging for de artene som legger egg i fuktige områder langs land. Mens vannføringen før overføring lå på  $3-6 \text{ m}^3 \text{ S}^{-1}$ , ligger den etter overføring på  $30-50 \text{ m}^3 \text{ S}^{-1}$ , og blottlagt elveareal langs land er nå redusert til 1-2 m elvebredd med helning, mens det før må ha vært

8-10 m med svært liten helning ned mot vannspeilet høst, vinter og vår før flom, se Fig. 11.

Endret vannføring har konsekvenser for knottfaunaen i Åkrestrømmen. I perioden 2009-2011 ble det funnet lave tettheter av egg, og de høyeste tetthetene ble beregnet til ca. 3 millioner egg  $m^{-2}$ , knyttet til ytterst små arealer (noen  $dm^2$ ). Dette rimer med de lave tetthetene av larver som ble funnet på selve elvebunnen, og plager fra knott for mennesker og husdyr kan vanskelig sees å komme fra Åkrestrømmen som klekkested.

Av de artene som biter mennesker og som ble registrert i Åkrestrømmen er det først og fremst *S. pusillum* som er til stede. Tetthetene av egg og larver er imidlertid i en helt annen størrelsesorden enn der knott har dannet masseforekomst, slik som *S. truncatum* i Ågårdselva, der tettheten av egg over relativt store områder i bredden er i størrelsesorden 500 millioner  $m^{-2}$  og med en tetthet av larver i elva nedenfor på  $\sim 350.000 m^{-2}$  (Brabrand et al. 2006, Raastad 1975).

Imidlertid er også *S. rostratum* kjent for å kunne bite mennesker, selv om denne arten primært går på husdyr. Plage av *S. rostratum* i Rendalen kan derfor ikke utelukkes.

Den endringen som ser ut til å ha skjedd fra tidlig 1970-tallet, settes i forbindelse med endret vannføringsregime etter overføring av vann fra Glomma. Overføringen har medført en betydelig økt vannføring i Åkrestrømmen gjennom det meste av året, og det meste av elvesengen med elvebunnssubstrat er nå dekket med vann hele året.

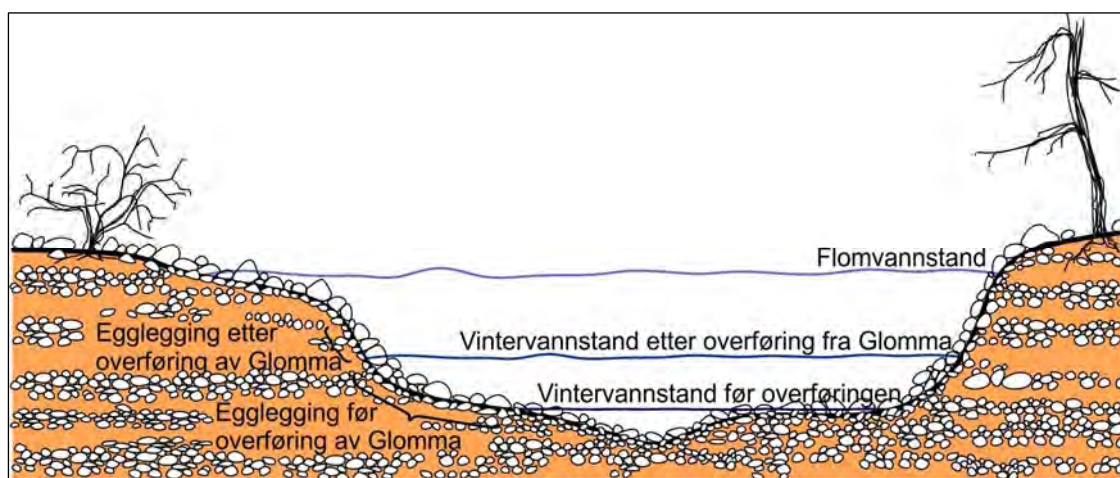


Fig. 11. Skisse av elvesengen (tverrsnitt) i Åkrestrømmen før og etter overføring av vann fra Glomma til Rendalen. Grov elvebredd gir rask uttørking og dårlige forhold for egg av knott i flomsone. Før overføring fra Glomma var det lav vintervannføring og stort og fuktig eggleggingsareal i elvesengen. Overføring har ført til høy vintervannføring og mindre areal for knottegg. Tegnet av Andreas Koestler, fontes as.

Prøvetaking av slam i forskjellige høyder fra vintervannføringsnivå til flomnivå viste forekomst av knottegg bare svært nær vintervannføringsnivået. Høyere opp i profilet ble egg ikke påvist, verken visuelt i lupe eller ved eksperimentell klekking av mulige



egg i prøver som ble tatt i elvebredden umiddelbart før vårflommen. Siden overføringen har ført til permanent høyere vannstand, også under egglegging, er knott nå henvist til et smalere belte langs land.

Det er derfor sannsynlig at et redusert tilgjengelig eggleggingsareal har redusert bestanden av flere arter knott, deriblant rendalsflua (*Simulium pusillum*), og at fravær av flere arter, deriblant *S. truncatum*, muligens kan tilskrives dette.

## 8. Konklusjon

Vi spekulerer på om dominans av grov morenegrus i elvebredden langs både uregulerte og regulerte elver gjør at bare arter med egglegging nær vannlinjen dominerer, og at løsmassene i elveseng, elvebredd og landskap i realiteten langt på vei avgjør hvilke arter knott som har mulighet for å være tilstede. Dette vil gjelde arter som legger egg på substrat i elvebredden. Der regulering kan gi et vannføringsregime som i utgangspunktet gir gunstige forhold for disse knottartene, kan derfor løsmassene fortsatt være den begrensende faktor for arter som plager mennesker og dyr (inkludert husdyr).

Dette antyder at selve elvesengen med fuktig sand og mudder mellom bollestein har vært og fortsatt er et viktig eggleggingsområde for de artene som legger egg på fast underlag og som overvintrer som egg.

I vassdrag generelt kan det derfor se ut til at forekomsten av knott bl.a. er avhengig av:

- Hvilke arter som er utbredt i området, dvs. biogeografisk forekomst.
- Eggleggingsareal i fuktige områder, definert av vannstand ved egglegging og substrat i elvebredd.
- Regularitet i vannstandsvariasjon, dvs. forutsigbart tidspunkt for vanndekking av egg og derved for gjennomføring av livssyklus.

Lavere vannstand utover sensommer og høst gir mulighet for egglegging nær naturlig lavvannføring. Dette er en tilnærmet naturtilstand for mange elver og bekker i Skandinavia og vil også være utgangspunktet for Vanddirektivet. Når en regulering fører til endret vanndekket areal i utløpsområde av innsjø eller i elv, vil dette gi avvik fra naturtilstanden for de artene av knott og andre insekter som legger egg sensommer og høst og som overvintrer som egg i fuktig substrat. For fisk og fugl som lever av bunndyr kan dette føre til endret næringstilbud.

For knottarter der eggene klekker under vårflommen, og som bare har én generasjon i året, vil de voksne legge egg om sommeren. Der regulering gir høyere sommervannstand (Åkrestrømmen), vil en smalere bredd langs land tilsi et mindre eggleggingsareal, eller at egglegging må skje høyere opp i elvebredden. Og det er denne situasjonen som kan skape ugunstige forhold for knottegg, fordi fuktigheten høyere opp i elvebredden kan være lavere eller mer variabel. Dette vil gjelde mange blod-sugende arter på pattedyr og mennesker. Ofte vil imidlertid en regulering føre til

lavere vannføring etter vårflommen, og det antas at for disse artene vil eggleggings-arealet øke.

Selve regulariteten i vannstandsvariasjonen ser ut til å være av stor betydning. I mange tilfeller vil regulering gi et mer forutsigbart hydrologisk regime, og når substrat og andre forhold ligger til rette, kan slike forhold gi menneskeskapt masseforekomst (ref. tuneflue og Blandford fly).

Det må antas at der grove løsmasser i elvebredden fører til variabel fuktighet fra grunnvann og derved rask uttørking når det ikke er nedbør, så er egg totalt avhengig av kapillærvann fra selve elvestrengen. Men også tilførselen gjennom kapillærvann vil svekkes betydelig når grove løsmasser dominerer, noe som vil gi smalt eggbelte og sannsynligvis flekkvis forekomst, da begrenset til områder med fin sand med en "viss" kapillærkapasitet.

I selve elvesengen vil både grunnvannssig fra terrestre nærområder og kapillærvann kunne spille en relativt større rolle for jevn fuktighet enn på flomområder ovenfor elvesengen. Dette vil være viktige eggområder der det er lav vintervannføring og en stor del av elvebunnen er tilgjengelig for egg, spesielt dersom lavvannsperioden starter tidlig på høsten.

## 9. Litteratur

- Adler, P. H. and Crosskey, R.W. 2011. World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory. <http://www.clemson.edu/cafls/departments/esps/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Koestler, A.G., Raastad, J. E. og Saltveit, S.J. 2006. Tuneflua: masseforekomst, eggoverlevelse og regulering av vannstanden i Glomma ovenfor Ågårdselva, Østfold. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Rapp. Lab. Fersv. Økol. Innlandsfiske, 243, 42 s.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Marthinsen, G., Rindal, R., Pavels, H., Saltveit, S.J., Raastad, J.E. Koestler, A.G. 2009. Masseforekomst av tuneflue og regulering av Ågårdselva og Glomma, Østfold. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Rapp. Lab. Fersv. Økol. Innlandsfiske, 268, 44 s.
- Brabrand, Å, Saltveit, S.J., Bremnes, T. og Raastad, J.E. 2003. Tuneflua: Larveutvikling og fordeling i Ågårdselva, Østfold. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo Rapp. Lab. Fersv. Økol. Innlandsfiske, 221, 22 s.
- Crosskey, R.W. (1990). The Natural History of Blackflies. John Wiley & Sons, Chichester.
- Golini, V.I. and Davies, D.M. 1986. Oviposition of black flies. pp. 261-275, In: Kim, K.C. and Merritt, R.W. (eds.): *Black flies. Ecology, Population Management, and An-notated World List*. The Pennsylvania State University, University Park and London, 528 p.

- Golini, V.I., Davies, D.M. and Raastad, J.E. 1986. Simuliidae (Diptera) of Rendalen, Norway. II. Adult females attacking cows and humans. *Norw. J. Ent.* 23, 79-86.
- Hunter, F.F. and Jain, H. 2000. Do gravid Black Flies (Diptera: Simuliidae) Oviposit at the Natal Site? *J. Insect Behavior*: 13, 585-595.
- Kim, K.C. and Merritt, R.W. 1986. Black flies. Ecology, Population Management, and An-notated World List. The Pennsylvania State University, University Park and London, 528 p.
- Krstitsch, A. & Zivkovitch, V. 1968. Dermatitis, verursacht durch das Insect *Simulium erythrocephalum*. XIII. Congr. Int. Dermatol., München 1967, 288-289.
- Ladle, M., Boss, J. B. & Cannicott, L.J. 1985. A unique strategy of blackfly oviposition (Diptera: Simuliidae). *Entomol. Gaz.* 36: 147-149.
- Ladle, M. and Welton, S. 1996. An historical perspective of the “Blandford Fly” (*Simulium posticatum* Meigen) problem and attempted control of the pest species using *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *Integrated Pest Management Reviews*, 1, 103-110.
- Raastad, J.E. 1975. Tuneflua. Registrering av blodsugende knott (Simuliidae) i Østfold. Rapport til Østfold fylkesadministrasjon. Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. 145 s.
- Raastad, J.E. 1983. Tersklenes innvirkning på biologiske forhold i regulerte vassdrag. NVE-Vassdragsdirektoratet, Terskelprosjektet. Informasjon nr. 23, 94 s. + vedlegg.
- Raastad, J. E., Z. V. Ussova og K. Kuusela 2009: Blackflies of Northern Europe (Diptera: Simuliidae). CD-rom.
- Ussova, Z.V. 1961. Flies of the Karelia and the Murmansk Region (Diptera: Simuliidae). Izdatel'stova Akad. Nauk SSSR. (In Russian; trans. by Israel Prog. for Scient. Transl., 1964).
- Zwick, H. & Zwick, P. 1990. Terrestrial Mass-Oviposition of *Prosimulium*- Species (Diptera: Simuliidae). *Aquatic Insects*, 12, 33-46.



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

## Utgitt i rapportserien **Miljøbasert vannføring, fase II**

- Nr. 1-09 Evaluering av ordningen med prøvereglement. Brian Glover, John Brittain, Svein Jakob Saltveit (49 s.)
- Nr. 2-09 Pilotstudie tilsigsstyrt minstevassføring. Knut Alfredsen, Tommi Linnansaari, Atle Harby, Ola Ugedal (41 s.)
- Nr. 3-09 Miljøvirkninger av vannkraft - forslag til undersøkelsesmetodikk. Lars Størset (51 s.)
- Nr. 4-09 Hvor viktig er vatn og vassføring for friluftsliv? Brukerstudier om aktiviteter, opplevelser, holdninger, kraftutbygging og konsesjonsvilkår. Odd Inge Vistad, Joar Vittersø, Oddgeir Andersen, Hogne Øian, Tore Bjerke (84 s.)
- Nr. 5-09 Modeller for simulering av miljøkonsekvenser av vannkraft. Atle Harby (red.) (51 s.)
- Nr. 1-10 Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging - en kunnskapsoppsummering. Eva B. Thorstad (red.) (135 s.)
- Nr. 2-10 Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap. Botaniske verdier og småkraft, Bunndyr og småkraft, Konsesjonsfrie mikro- og minikraftverk. Gunn E. Frilund (red.) (113 s.)
- Nr. 3-10 Temperaturforhold i elver og innsjøer. Tiltak for regulering av temperatur. Simuleringsmodeller. Kjetil Vaskinn (89 s.)
- Nr. 1-11 Vassdrag, vannføring og landskap. Trond Simensen, Priska Helene Hiller, Kjetil Vaskinn (55 s.)
- Nr. 2-11 Blodsugende knott og vassdragsreguleringer: Kan masseforekomst predikeres? Åge Brabrand, Trond Bremnes og Henning Pavels (33 s.)







Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen,  
0301 Oslo

Telefon: 09575  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

