

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo

Rapport nr. 268 – 2009

ISSN 0333-161x

**Masseforekomst av tuneflue og regulering
av Ågårdselva og Glomma, Østfold.**



**Åge Brabrand, Trond Bremnes, Gunnhild Marthinsen, Eirik Rindal, Henning
Pavels, Svein Jakob Saltveit, Jan Emil Raastad og Andreas Georg Koestler**



**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo**

Postadresse: Boks 1172, Blindern, 0318 Oslo
Besøksadresse: Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo.

Tlf. 22 85 17 60.

Telefax 22 85 18 37

<http://www.nhm.uio.no/zoomus/lfi/index.html>

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble opprettet i 1969. Laboratoriet skal drive oppdragsforskning på fagområdet ferskvannsekologi, og har spesiell kompetanse på bunndyr og fisk (laks, ørret, sik, abborfisk og karpefisk).

For tiden har laboratoriet oppdrag i forbindelse med:

- Vassdragsreguleringer
- Vassdragsskjønn
- Eutrofiering
- Vassdragsovervåking
- Biotopforbedring
- Fiskeforsterkning

Lønn og drift dekkes av de enkelte oppdragsgivere. Arbeidsgiver er Universitetet i Oslo. LFI-Oslo har idag følgende personale:

Forskere:	cand. real. Åge Brabrand dr. philos John E. Brittain cand. scient. Trond Bremnes Professor II dr. philos Jan Heggenes 1. amanuensis: cand. real. Svein Jakob Saltveit (leder)
Avdelingsingeniører:	Henning Pavels Finn Smedstad

Utover laboratoriets faste stab dekkes øvrige tjenester av engasjert personale, eller ved kontakt med annet personale ved Universitetet i Oslo.

Resultater fra undersøkelsene presenteres i egen rapportserie. Forespørsler om rapporter rettes direkte til laboratoriet. Sitat av resultater er ønskelig dersom rapporten refereres. Anvendelse av primærdata til videre publisering anses som begrenset, og kan eventuelt bare gjøres etter avtale med laboratoriet.

**Masseforekomst av tune flue og regulering
av Ågårdselva og Glomma, Østfold.**

**Åge Brabrand¹, Trond Bremnes¹, Gunnhild Marthinsen¹,
Eirik Rindal¹, Henning Pavels¹, Svein Jakob Saltveit¹, Jan Emil Raastad¹
og Andreas Georg Koestler²**

¹Naturhistorisk museum,
Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern,
0318 Oslo

² Fontes AS, Bernhard Herresvei 3,
0376 Oslo,

Forord

Sarpsborg, Fredrikstad, Rakkestad, Skiptvet og Våler kommuner ønsker å redusere plagene som skyldes tuneflua. I denne forbindelse ble Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, kontaktet vinteren 2001. Det er opprettet en styringsgruppe for arbeidet, det såkalte tuneflueutvalget, bestående av:

Sarpsborg kommune v/Jan Engsmyr, Hans Olav Rosten og Bernt Henrik Hansen
Skiptvet kommune v/Odd Ingar Widnes, Kjell Solberg og Vigdis Hilmo
Våler kommune v/Terje Gutulrud og Bernt Sannerød
Rakkestad kommune v/Bjørn Petter Løfall
Fredrikstad kommune v/Steinar Haugsten
Hafslund ASA v/Nils Inge Lundheim
GLB v/ Jon Arne Eie
Fylkesmannen i Østfold v/Leif Karlsen
NGOFA v/Per Erstad

Miljørådgiver Bernt Henrik Hansen har vært gruppas sekretær fram til 1.11.2005, deretter Unni Mathiesen og fra 1.6.2006 Charlotte Iversen.

Det er i tidligere undersøkelser dokumentert at tuneflua har spesielt stor bestand i Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss (Raastad 1975), og området er uten tvil et helt sentralt område for klekking av tuneflua.

LFI har påvist og dokumentert egg av tuneflue i det kanaliserte utløpsområdet fra Vestvannet mot Sølvstufoss, og har rapportert om tetthet av egg i strandsonen fra dette området (LFI rapport 243, 2006). Det har imidlertid vært nødvendig å fastslå mer nøyaktig hvor og hvordan eggene legges, spesielt i forhold til reguleringen av nedre Glomma.

Sommeren 2007 ble det igangsatt en fase 2 i tunefluearbeidet, der det skulle legges vekt på betingelser for egglegging og tiltak. Innledende artsbestemmelse av egg og nyklekkete larver ved hjelp av DNA-teknikker i 2006 medførte at dette er blitt en viktig del i fase 2.

Foreliggende rapport beskriver eggleggingsbiologien til tuneflue i det aktuelle området relatert til reguleringen av nedre Glomma ovenfor Sarpsfossen. Undersøkelsene er foretatt i 2007 og 2008.

Erosjonsprosesser langs Glomma er diskutert med seksjonssjef Jim Bogen, Norges Vassdrags- og Energidirektorat og professor Odd Halvorsen, Naturhistorisk museum (UiO), har bidratt med konstruktive diskusjoner om undersøkelsene på egg både i felt og i laboratoriet.

Oslo 24.04. 2009

Åge Brabrand

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	8
2	INNLEDNING	11
3	VASSDRAGSAVSNITTET	12
4	LIVSSYKLUS	13
4.1	Det voksne insekt	13
4.2	Stadier i vann	13
5	TAKSONOMI OG ARTSBESTEMMELSE	14
5.1	Hva er DNA barkoding?	14
5.2	Hva har vi gjort?	15
5.3	Hva finner vi?	15
5.4	Tolkning av resultatene	15
6	UNDERSØKELSER I 2006-2008	17
6.1	Perioden 2006-2007	17
6.2	Undersøkelser i 2008	21
6.2.1	Kanalside øst	21
6.2.2	Kanalside øst: arter knott og kotehøyde?	22
7	EGGLEGGING HOS TUNEFLUE	25
7.1	Substratforsøk	25
7.2	Observasjon av egglegging hos tuneflue	26
8	REGULERING OG DANNEELSE AV EROSJONSKANT	33
8.1	Reguleringsforhold	33
8.2	Regulering og dannelse av erosjonskant	35
9	FINNES TUNEFLUE-EGG ANDRE STEDER ENN UTLØP VESTVANNET?	37
9.1	Tidligere funn ovenfor Vestvannet	37
9.2	Funn ovenfor Vestvannet i 2008	37
10	DISKUSJON	39
10.1	Habitat for egglegging	39
10.2	Egglegging og regulering	41
10.3	Substratpreferanse	42
10.4	Andre eggområder enn utløp Vestvannet	42
11	LITTERATUR	43

1 SAMMENDRAG

Det er i perioden 2007-2008 gjennomført feltstudier på egglegging hos tune flue, *Simulium truncatum*, og gjennomført artsbestemmelse på knott vha. DNA-barkoding. Følgende er gjennomført:

- Direkte observasjon av eggleggingen hos tune flue i kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss
- Opparbeidet teknikker for artsbestemmelse av egg og små larver av knott, herunder tune flue, ved hjelp av DNA barkoding
- Kvantifisering av egg av tune flue ved ulike kote høyder og på forskjellig substrat
- Artsbestemt egg og imago fanget under egglegging ved DNA-barkoding
- Gjennomført feltforsøk ved utlegging av kunstig substrat for egglegging
- Artsbestemmelse av knottlarver i østre og vestre løp av Glomma mellom Furuholmen og Sølvstufoss/Sarpsfossen

Forsommer 2008 ble egglegging hos tune flue observert direkte for første gang. Intens egglegging hos tune flue ble observert 25.6.2008 på østre bredd i kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss. Bredden består her av fin morenesand fra kote 24,5 (sommervannstand) og opp til en markert erosjonskant som ligger fra ca kote 26-27, men mest på kote 26,6-26,8. Denne erosjonskanten utgjør et overheng på ca 30 cm, og ligger i litt variabel kote høyde avhengig av om det nylig har gått ras eller om større stein og røtter har redusert erosjonen. Mose og røtter henger delvis ned fra kanten, og innunder erosjonskanten var det betydelig grunnvannspåvirkning fra bakenforliggende bratt skråning. Dette gjør at erosjonskanten alltid er fuktig. På grunnlag av overgang fra hvit til gul farge ble eggleggingsperioden i 2008 angitt til 23. juni-5. juli.

Store mengder eggleggende hunner beveget seg inn i mosen og blant røtter innunder erosjonskanten. Egg ble lagt i klumper som besto av 50-150 egg. Disse ble lagt innunder stein, røtter, greiner eller mose, slik at klumpene lå noe skjult og alltid fuktig. Ved å brette opp mose og røtter som hang ned fra erosjonskanten var det stedvis sammenhengende lag av egg på leire og fin sand som underlag. Eggklumper var også festet inne i moseteppet i erosjonskanten og på røtter fra trær og undervegetasjon som sto ovenfor erosjonskanten, men der røttene hang innunder erosjonskanten.

I erosjonskanten (østre bredd) ble det funnet 50.000-60.000 egg/cm² (tilsvarende 500-600 millioner egg/m²), mens det i tidligere år (2004-2006) på *vestre bredd* er funnet egg av tune flue med tettheter på 30-50 egg/cm².

Erosjonskant med egg kunne følges på østre bredd fra utløpet av Vestvannet (10 m nedenfor stolpe) og ned til Sølvstufoss. De største mengdene ble funnet fra Vestvannet og ned til odde, ca 200 m ovenfor Sølvstufoss, men også videre ned mot Sølvstufoss ble det på egnede erosjonskant funnet egg. Med et eggleggingsareal på 200 m² med tetthet 50.000 egg cm⁻², vil dette utgjøre et totalt antall egg i størrelsesorden 100 milliarder (10¹¹). Mengdene kan fopklare den tettheten av larver som i tidligere år er funnet i den nedenforliggende Ågårdselva.

Eggklumper og eggleggende hunner som ble tatt fra erosjonskanten på kote 26,4-26,8 og innunder erosjonskanten under egglegging (25.6.08) og eggklumper i august (5.8.08) ble artsbestemt ved DNA-barkoding, og det ble utelukkende funnet tune-flue, *S. truncatum*.

På østbredden av kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss og spesielt på øvre del mot Vestvannet er det en morenerygg med en bratt skråning på ca 20 m ned mot elvekanten. Det er nettopp her de store mengdene med egg av tune-flue ble observert. Morenen består av fin sand, med innslag av leirer, samt noen grovere steiner som er typiske for morener. Brattkanten er ustabil og det går stadig ras i området. Brattkanten har tett skog og kratt, og mye trefall bekrefter stor bevegelse i løsmassene. Landområdene bak bidrar med grunnvann, og det er betydelig utstrømning av grunnvann som kommer til overflaten i brattkanten og i nedkant av erosjonskanten.

Habitatet har derfor karakteristika som må anses å være lite utbredt i området for øvrig. En svært viktig faktor er at egg av knott ikke tåler uttørking. For arter som tune-flue, som bare har en generasjon i året, er det helt avgjørende at habitatet er fuktig gjennom hele sommeren, høsten og vinteren fram til neste vårflom. Samtidig må eggene ligge høyt nok til at ikke stadig utsettes for småflommer gjennom sommer og høst.

Kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss med østre bredd anses å være kjerneområdet for egglegging hos tune-flue fordi:

- Bredden ligger skyggefullt til samtidig som grunnvann og høyt vannspeil i kanalen gir kontinuerlig tilførsel av fuktighet.
- Erosjonskanten dekkes hvert år med vann under første del av vårflommen, og blottlegges for ny egglegging på fallende vannstand i slutten av juni.
- Lavvannstanden i kanalen er hevet i forhold til naturtilstanden, og fører til vannmetning av den nedre delen av morenen. Dette fører til stadige utrasninger og at erosjonskanten opprettholdes.

Erosjonskanten langs kanalens østside er sannsynligvis av ny dato, og den er et resultat av erosjonsprosesser knyttet til regulering av Glomma ovenfor Sølvstufoss/Sarpsfossen. Vannspeilet i kanalen ble hevet i 1936 ifb. med bygging av Sølvstufoss. Før dammen i Sølvstufoss ble bygget var vannstanden i Vestvannet regulert av en jorddam som lå i utløpet av Vestvannet, altså ovenfor kanalen. I 1954 ble vannstanden hevet ytterligere 1 m ifb. med heving av damkrona i Sarpsfossen. Heving av vannspeilet i kanalen i 1936 og 1954 har medført at vannet nå permanent står inn mot de fine lagene i morenemassene og vannmetter de nedre delene av morenen (brattkanten). Før 1936 var vannspeilet lavere og sto da inn i en mindre bratt elvebredd med stein.

Vannmetning og vannstandsvariasjon gjør den nedre delen av brattkanten tung og ustabil, noe som fører til utrasninger. Periodevis er vannhastighetene høye nok til å frakte bort utraste løsmasser, slik at det stadig skjer undergraving av brattkantens nedre deler. Undergraving gjør at det stadig nydannes/vedlikeholdes en erosjonskant med overhengende vegetasjon og røtter. Samtidig strømmer det ut grunnvann i erosjonskanten, noe som ytterligere gjør den nedre delen av brattkanten ustabil. Slike erosjonskanter med overhengende vegetasjon er typiske langs elver hvor tidsvis erosjon kan undergrave den etablerte vegetasjonen som prøver å stabilisere brattkanten.

Erosjonskanten i kanalen ligger i dag mellom kote 26 og 27, og mest markert på kote 26,40-26,80. Det er ingen tvil om at den nåværende erosjonskanten er dannet etter 1936 i forbindelse med bygging av Sølvstufoss og at dette ble forsterket ytterligere etter 1954 da damkrona i Sarpsfossen hevet vannstanden i kanalen med 1 m.

Det ble i juni 2008 funnet larver av tuneflue også andre steder enn i Ågårdselva, både i løpet mot Ågårdselva og i hovedløpet ned mot Sarpsfossen. Larver bestemt til tuneflue (morfologisk og vha. DNA) ble funnet i temporært flomløp i Trøskensundet og på vestsiden av Hafslundøya. Rett på oversiden av Trøskensundet er det tidligere funnet et lite område med egg (Brabrand 2006), og det er nå bekreftet ved DNA-barkoding at dette er tuneflue.

Dette viser at tuneflue også legger egg andre steder enn i kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss, og at disse områdene må ligge ovenfor og ovenfor Hafslundøya i hovedløpet. Det er ikke kjent hvor disse områdene ligger, men jevnere og høyere lavvannstand preger selvsagt hele vannspeilet mellom Vamma og Sarpsfossen / Sølvstufoss og ikke bare kanalen. Det er et åpent spørsmål i hvilken grad eggområder langt unna kan forsyne Ågårdselva med larver. Det kan tenkes at bestanden av tuneflue som legger egg andre steder enn i kanalen, er avhengig av masseforekomsten i Ågårdselva for å opprettholde sine delbestander.

Det må understrekes at det i Ågårdselva og andre steder i nærområdene også finnes bestander av andre blodsugende arter knott som er kjent for angrep på mennesker/kveg. Spesielt har *Simulium rostratum* (primært blodsuger på kveg) tette bestander bl.a. både i Ågårdselva og Trøskensundet og i Glommas østre løp ned mot Sarpsfossen.

2 INNLEDNING

Tuneflua utgjør et betydelig problem for allmennheten i området Sarpsborg, Skiptvedt, Våler, Fredrikstad, Rakkestad og Tune i Østfold ved St. Hans tider. Det voksne insektet suger blod primært av mennesker, og bittet kan gi betydelig besvær.

Tuneflua tilhører gruppen knott og utgjør en av til sammen 28 arter knott som er påvist i Østfold (Raastad 1975). Det ble her konkludert med at hovedklekkestedet for tuneflua var i Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss, som er et sideløp i Glomma. Ellers ble tuneflua bare funnet på noen få andre lokaliteter i sparsomme mengder.

I Ågårdselva er det funnet 6 knottarter: *Simulium truncatum* (Lundström, 1911) = tuneflue, *Simulium rostratum* (Lundström, 1911) (tidligere kalt *sublacustre* Davies), *Simulium equinum* (Linné, 1758), *Simulium noelleri* Friederichs, 1920, *Simulium tumulosum* Rubzov, 1956 og *S. erythrocephalum* (Raastad 1975). Av disse er det bare tuneflue, *S. truncatum*, og *S. erythrocephalum* som i særlig grad biter på mennesker. Av disse to artene er tuneflue den helt dominerende i Ågårdselva, området nedenfor Sølvstufoss er periode-vis nærmest å betrakte som en monokultur for tuneflua. Mens tuneflua har én generasjon i året, har *S. tumulosum*, *S. noelleri* og *S. rostratum* to årlige generasjoner, mens *S. equinum* kan ha tre.

I Brabrand m.fl. (2006) ble det påvist egg av tuneflue i det kanaliserte området mellom Vestvannet og Sølvstufoss (se Fig. 1, området Grøtet på vestsiden av kanalen), der egg ble funnet i bestemte kotehøyder i strandsonen. Det ble påvist ytterst få egg fra Grøtet under kotehøyde 24,4, som er den vanlige lavvannstanden sommer, høst og vinter. Denne kotehøyden faller også sammen med endring i vegetasjonsbeltet. Høyeste kotehøyde for egg ble av Brabrand m.fl. (2006) antatt å være bestemt av vannstanden under egglegging i begynnelsen av juli (kote 25-27). Mellom kote 24,4 og kote 25/27 ble det funnet egg i mars/april i tettheter fra under 10 egg dm⁻² til 3000-5000 egg dm⁻².

Det ble imidlertid ikke påvist hvordan og hvorfor egg av tuneflue ligger fordelt i visse kotehøyder. Tuneflue er i litteraturen angitt å legge egg på vannvegetasjon (Golini and Davis 1986). Eggene er her beskrevet å bli lagt på tuppen eller i kanten av bladene, som etter hvert bøyer seg ned i vannet på grunn av eggens vekt og vanntiltrekkende hinne som dekker eggene. Eggene havner derfor i vann etter kort tid (dager) og synker. Usova (1961) angir at eggleggingen skjer på blader som er fuktige eller som har en tynn hinne med vann. Usova (1961), men artsbestemmelsen av larver og imago hunner er svært vanskelig. I Brabrand m.fl. (2006) er det angitt at sammenhengen mellom regulering, strandvegetasjon og egglegging derfor burde dokumenteres bedre.

Hovedspørsmålet i Brabrand m.fl. (2006) var knyttet til hvorfor det er masseforekomst av tunefluelarver nettopp i Ågårdselva. Det er et tankekors at larver av tuneflue har så liten geografisk utbredelse ellers i nedre Glomma, men har masseforekomst i Ågårdselva.

Masseforekomst begrenset til Ågårdselva er av Brabrand m.fl. (2006) knyttet til en eller flere nøkkelfaktorer som gir stor eggoverlevelse. Det er fortsatt vurdert at eggoverlevelse er livssyklusens ”svake punkt”, og at dette må ligge til grunn for tiltak.

Den foreliggende rapporten omfatter følgende:

- Artsbestemmelse av egg og nyklekka larver av knott ved hjelp av DNA-barkoding
- Observasjon av egglegging hos tune-flue våren 2008
- Beskrivelse av sammenhengen mellom tune-flue og regulering av Glomma.

3 VASSDRAGSAVSNITTET

Ved Furuholmen deler Glomma seg i et østre og i et vestre løp. Det østre løpet, hovedløpet, går over Sarpsfossen. Det vestre løpet går gjennom Minge vann, Trøskensundet, Vestvannet og med utløp til Ågårdselva over dammen ved Sølvstufoss. Damkrona i Sarpsfossen og damkrona i Sølvstufoss gjør at vannstanden fra det ovenforliggende Vamma kraftverk og i hele det østre og vestre løp i det store og hele er den samme. Disse to dammene gjør at vannstanden oppstrøms dammene aldri blir lavere enn kotehøyden på dammene. Mellom Vamma og ned til dammene er det bare fallhøydene som gir vannstandforskjeller.

Selve utløpet fra Vestvannet fra Grøtet og ned til dam Sølvstufoss har preg av en kanal, heretter kalt "kanalen". Dammen ved Sølvstufoss holder vannspeilet i kanalen oppe og på tilnærmet samme nivå som Vestvannet.

Nedenfor Sølvstufoss er Ågårdselva rasktstrømmende. Det er fra Sølvstufoss og ned til Solli bruk, en strekning på 4,3 km, som er angitt av Raastad (1975) å være hovedområdet for larver og klekking av tune-flue. Men også andre arter knott enn tune-flue er påvist i Ågårdselva, hvorav to i andre undersøkelser er rapportert å bite mennesker.

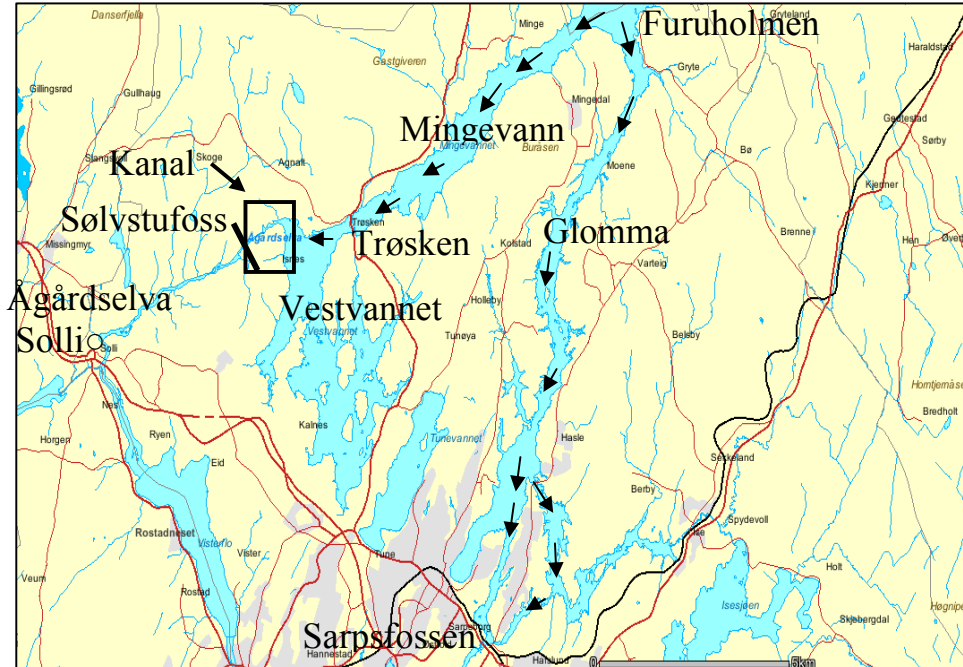


Fig. 1. Kart over vestre løp over Minge vann, Vestvannet og Ågårdselva, og østre løp over Sarpsfossen.

4 LIVSSYKLUS

4.1 Det voksne insekt

Livssyklus hos knott omfatter egg, larve, puppe og voksent insekt. Larvene er fullstendig avhengig av rennende vann for å fullføre sin utvikling.

Tuneflua er ettårig, og produserer bare én generasjon voksne i året. Som voksent insekt fremstår tuneflua som en liten sort flue, og det er denne som utgjør plagene. Den er omkring 3-4 mm lang, har korte ben, kort kropp og et kraftig, hvelvet ryggparti. Hunnen, som er brunlig sort, har forholdsvis små øyne. Det er hunnen som biter og er blodsugende. Hannen er mer fløyelssort, og har store øyne som støter sammen over hodet. Det er ikke funnet vandring tilbake til klekkestedet ("homing") hos tuneflue eller andre knottarter (Hunter & Jain 2000).

4.2 Stadier i vann

Tuneflua overvintrer som egg. Eggene er uregelmessig triangulære og i størrelse 0,15 x 0,30 mm. Hos noen arter knott blir eggene avsatt i større og mindre klumper eller bånd på vegetasjon nær vannoverflaten, mens andre arter slipper egg i små porsjoner mens de flyr like over vannoverflaten. Tuneflue er beskrevet å legge egg i sammenhengende formasjoner på tuppen av eller i kanten av vegetasjon som ligger helt i strandkanten og på blader som er fuktige eller som har en tynn hinne med vann (Usova 1961, Golini and Davis 1986). Men som det vil fremgå av foreliggende rapport viser resultatene at tuneflue legger egg på en annen måte. Eggene er først blekt hvitgule, og etter hvert mer oker-brune. De blir lagt like etter hovedsvermingen midtsommers.

Eggene klekker 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 (Brabrand m. fl. 2006). Noen av eggene klekker da i løpet av bare noe timer, og i laboratoriet har 60 % av eggene klekket i løpet av 4-5 dager.

De nyklekkete larvene er ute av stand til å svømme, men kan bevege seg på underlag (stein, gress, kvist) omtrent som målerlarver. Larvene driver passivt nedover fra klekkestedet og fester seg til stein, kvist og vegetasjon der det er passe stor vannhastighet (40-120 cm S⁻¹). I Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss ble det av Raastad (1975) påvist tettheter av larver på 300.000-400.000/m². Tilsvarende tettheter ble funnet av Brabrand m.fl. (2003). Strekningen med larver av tuneflue strekker seg ned til Solli brug. I den nedre delen er elva relativt bred, og med mye vannvegetasjon. Det er her betydelige tettheter av larver, og tett vannvegetasjon gjør at larvene ikke bare finnes på elvebunnen, men på vegetasjon i hele vannsøylen.

Fastheftet til underlaget sitter knottlarvene med kroppen svaiende på skrå opp i strømmen. De filtrerer vannet for næringspartikler, som består av bakterier, diatoméer, 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, rasktflytende vann med steinbunn eller rotfast vegetasjon. I tilsynelatende stilleflytende elver kan det være stor nok strømhastighet der greiner og døde trær ligger ute i vannet. Her kan det også sitte betydelige mengder larver av knott. Larven skifter hud flere ganger under veksten, og blir 6-7 mm før den forpupper seg i første del av juni.

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 strømretningen.

5 TAKSONOMI OG ARTSBESTEMMELSE

Artsbestemmelse av knott er vanskelig, og det sikreste er å foreta artsbestemmelse på voksne hanner ved å dissekere ut kjønnsorganene. Av larver er det er først og fremst siste stadium som lar seg artsbestemme. Men også her er det problematisk å foreta sikker artsbestemmelse. *Simulium truncatum* (tuneflue), *S. rostratum*, *S. morsitans*, *S. paramorsitans* og *S. posticum* omtales ofte som samlegruppen ”*S. venustum*” gruppen. Alle er funnet i Østfold, og de er svært vanskelig å artsbestemme som larver.

Rent metodisk har det derfor vært nesten umulig å vite helt sikkert hvilken art man finner egg av i felten. I Brabrand m. fl. (2006) ble egg samlet inn i felt og klekket fram til voksne knott (imago) i laboratoriet, for så å bli sikkert artsbestemt. Imago klekket fra egg funnet ved Grøtet på vårparten før vårflommen, ble på denne måten artsbestemt til tuneflue (*S. truncatum*). Klekking av egg og utvikling fram til voksen knott i laboratoriet er krevende, og det ble høsten 2006 foretatt forsøk på å artsbestemme egg og små larver av *S. truncatum* og *S. rostratum* ved hjelp av DNA-barkoding. Dette lot seg gjennomføre, og førte til et gjennombrudd i artsbestemmelse av egg. I 2007 og 2008 er artsbestemmelse ved DNA-barkoding gjennomført på egg og larver fra feltinnsamlinger flere steder i området (Grøtet). Prinsippet er å foreta DNA-barkoding på ukjent art (egg eller liten larve) og deretter sammenlikne resultatet fra DNA-barkoding foretatt på individer der det er foretatt sikker artsbestemmelse ved tradisjonelle metoder.

5.1 Hva er DNA barkoding?

En DNA barkode er en kort mitokondriell DNA sekvens som brukes til å identifisere arter (Fig. 2).

Konsortiet for barkoding av liv (CBOL) er et internasjonalt initiativ som utvikler DNA barkoding som en global standard for identifikasjon av biologiske arter. 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. DNA barkode sekvenser er korte, og enkle og raske å produsere. Norge er fullverdig medlem av CBOL, og vi har et prosjekt som heter Norwegian Barcode of Life (NorBOL) (<http://dnabarcoding.no/en/>). NorBOL er et nettverk av norske biodiversitetsinstitusjoner og forskere som er engasjert i arbeidet med DNA barkoding av arter i norsk natur.

DNA barkoding er et utmerket redskap for å identifisere arter. For eksempel har så langt alle fuglearter i Nord Amerika og Skandinavia blitt barkodet, og man har klart å identifisere 96 % av artene basert på denne korte DNA sekvensen. En av de store fordelene med denne metoden er at man kan artsbestemme individer i alle stadier i et dyrs liv. For insekter lar både egg, larver og adulte seg bestemme.

5.2 Hva har vi gjort?

For å kunne identifisere tuneflue i de stadiene som vanskelig lar seg bestemme morfologisk (dvs. larver og egg), har vi laget et referansebibliotek for knott med DNA sekvenser basert på sikkert bestemte voksne individer fra flere arter. Dette gjør oss i stand til å bestemme individene til riktig art. Referansebiblioteket består av til sammen 15 individer fra sju arter.

Vi har sekvensert 65 individer av tuneflue; 20 fra egg, 27 fra larver og 18 fra voksne.

5.3 Hva finner vi?

Vi finner at arten tuneflue viser relativt stor genetisk variasjon sammenlignet med andre grupper. Dette kan skyldes den store populasjonsstørrelsen. Videre finner vi helt klare forskjeller mellom tuneflua og nærstående arter (Fig. 3), hvilket viser at barkoding er et utmerket redskap for å identifisere knott. Forskjellen mellom tuneflua og dens nærmeste beslektede art *S. tumulosum* er på 11 %, og dette gjør det enkelt å skille disse.

5.4 Tolkning av resultatene

Barkodingdata blir ofte presentert i et "tre" (Fig. 3). Slike trær lages basert på likhet mellom DNA sekvenser: To sekvenser som er nær hverandre i treet er likere hverandre enn de er 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.

DNA barkoding har vist seg å gi sikker artsbestemmelse av enkeltegg og nyklekkete larver av *S. truncatum* og *S. rostratum*. Metoden skiller klart mellom disse 2 artene, og også mellom 5 andre arter som finnes i området (Fig. 3). De 5 artene er *S. angustipes*, *S. ornatum* (artskompleks), *Parasimulium hirtipes*, *S. verum* og *S. tumulosum*.

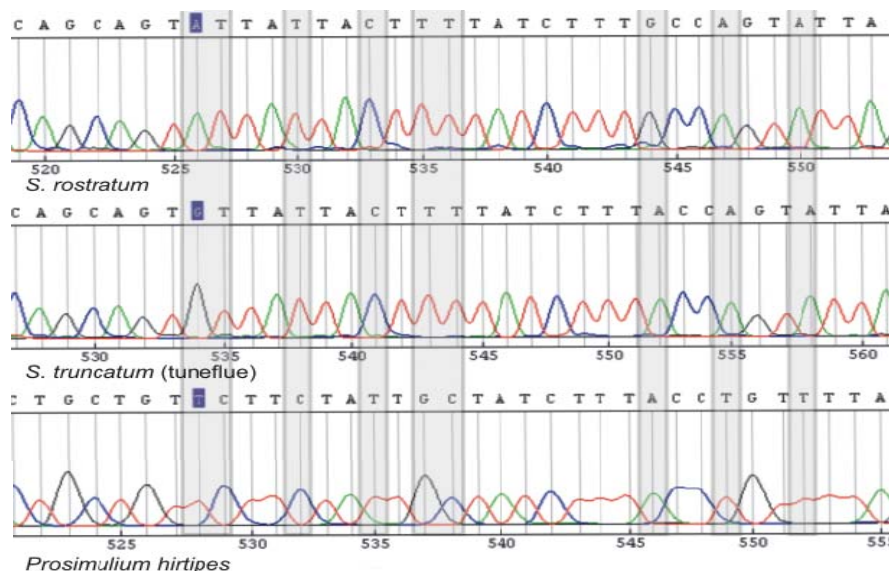


Fig. 2. Kromatogrammer for DNA sekvenser fra tre forskjellige arter. Grå bokser viser hvor det er forskjeller mellom sekvensene.

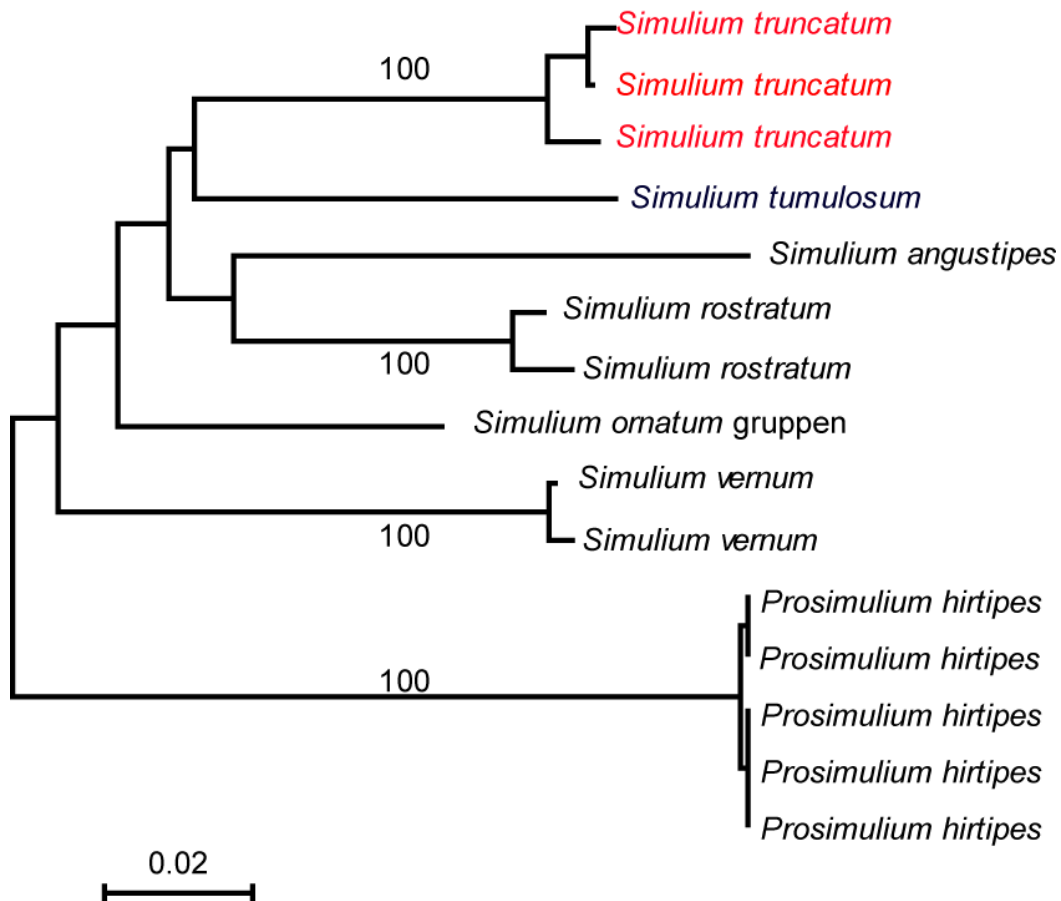


Fig. 3. Slektstre basert på 15 individer knott som er sikkert artsbestemt ved hjelp av tradisjonelle bestemmelsestabeller, og som senere er DNA-barkodet. Basert på DNA fordeler individene seg helt tydelig på 7 arter, der tuneflue (*Simulium truncatum*) er gitt rød skrift. Disse 15 individene utgjør referansebiblioteket som senere er brukt for identifisering av knott.

6 UNDERSØKELSER I 2006-2008

6.1 Perioden 2006-2007.

Med utgangspunkt i litteratur (Golini and Davis (1986) og Usova (1961)) ble det lagt opp til feltforsøk forsommer 2006 for å observere eggleggingen direkte.

7.-9.6.2006 ble begynnende klekking til voksne tuneflue (sikkert artsbestemt) påvist i Ågårdselva. Forut for ny egglegging ble det 12.-13.6.2006 spent en wire over kanalen ved Grøtet, ca 5 cm over vannoverflaten. På wiren ble med klesklype hver 2 m festet et plastfluepapir (5 x 20 cm) og på dette fluepapiret festet et grønt plastflak. Fluepapiret og grønt plastflak fløt på vannoverflaten (se Fig. 4).

Tanken var at knott skulle lande på kunstig vannvegetasjon (grønt plastflak) og legge egg, hvorav noen også skulle lande på fluepapiret og sitte fast. På denne måten skulle eggleggende knott bli fanget og senere artsbestemt.

Det ble observert egglegging av knott nærmest overalt, på wire, klesklyper, grønt plastflak og imago med egg på fluepapir 12.6.2006 i tidsrommet kl 2230-2330. Samtidig ble det fanget flygende imago knott.

Imago knott på fluepapir ble artsbestemt morfologisk til *Simulium rostratum*, og det ble konkludert med at egg var av samme art. Rask eggutvikling tilsa også at dette måtte være en art med flere generasjoner i året og derfor ikke kunne være *S. truncatum*. Flygende knott som ble fanget i området samtidig ble imidlertid artsbestemt til *Simulium truncatum*.

I begynnelsen av august 2006 ble funnet egg på odden ved Grøtet som ikke var klekket og som derfor ikke var *S. rostratum*). 06.08.2006 ble det tatt med strandprøver for nærmere undersøkelse i laboratoriet. Det ble her funnet klumper av egg et stykke ned i substratet. Klumpene besto av 50-150 egg og lå separat i sprekker i slammet eller festet til planterøtter innunder pinner og grassrøtter (se Fig. 5).

Eggene lå i klumper som var plassert der de lå og hadde ikke havnet der passivt gjennom sedimentasjon eller fall fra vegetasjon.



Fig. 4. Kunstig substrat (grønn plast) for egglegging hos knott og fluepapir for å samtidig kunne artsbestemme imago, som her ikke var tune flue (*S. truncatum*), men *S. rostratum*.



Fig. 5. Strandsone med vegetasjon på vestsiden av kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss (Grøtet). Nede i marksjiktet ble det i august 2006 funnet knottegg som senere (etter klekking til imago) ble bekreftet å være tuneflue (*S. truncatum*).

Eggene ble oppbevart fuktig og kaldt (6 °C) fram til 5.4.2007. De ble deretter klekket til larver i laboratoriet og utviklet fram til klekking av imago 1.5.2007. Tre hanner ble alle artsbestemt til tuneflue, *S. truncatum*.

Det ble konkludert med at tuneflue ikke legger egg på vegetasjon slik beskrevet av Ursova (1961) og Golini and Davies (1986), men plasserer eggklumper i skjul nede i sprekker og på mindre røtter i marksjiktet.

Enkeltegg samlet inn 6.08.06 (se Fig. 5) og holdt levende til 15.2.2007 og deretter fiksert, ble ved barkoding artsbestemt til tuneflue.

For å skaffe referansemateriale av *S. rostratum* ble store larver fra Ågårdselva 13.7.2006 sikkert artsbestemt morfologisk og deretter DNA barcodet. Disse var som forventet forskjellig fra tuneflue, men viste samme art som egg lagt på grønn plast (Fig. 6).

For materiale DNA-barcodet i 2007 fremkommer derfor følgende slektstre:

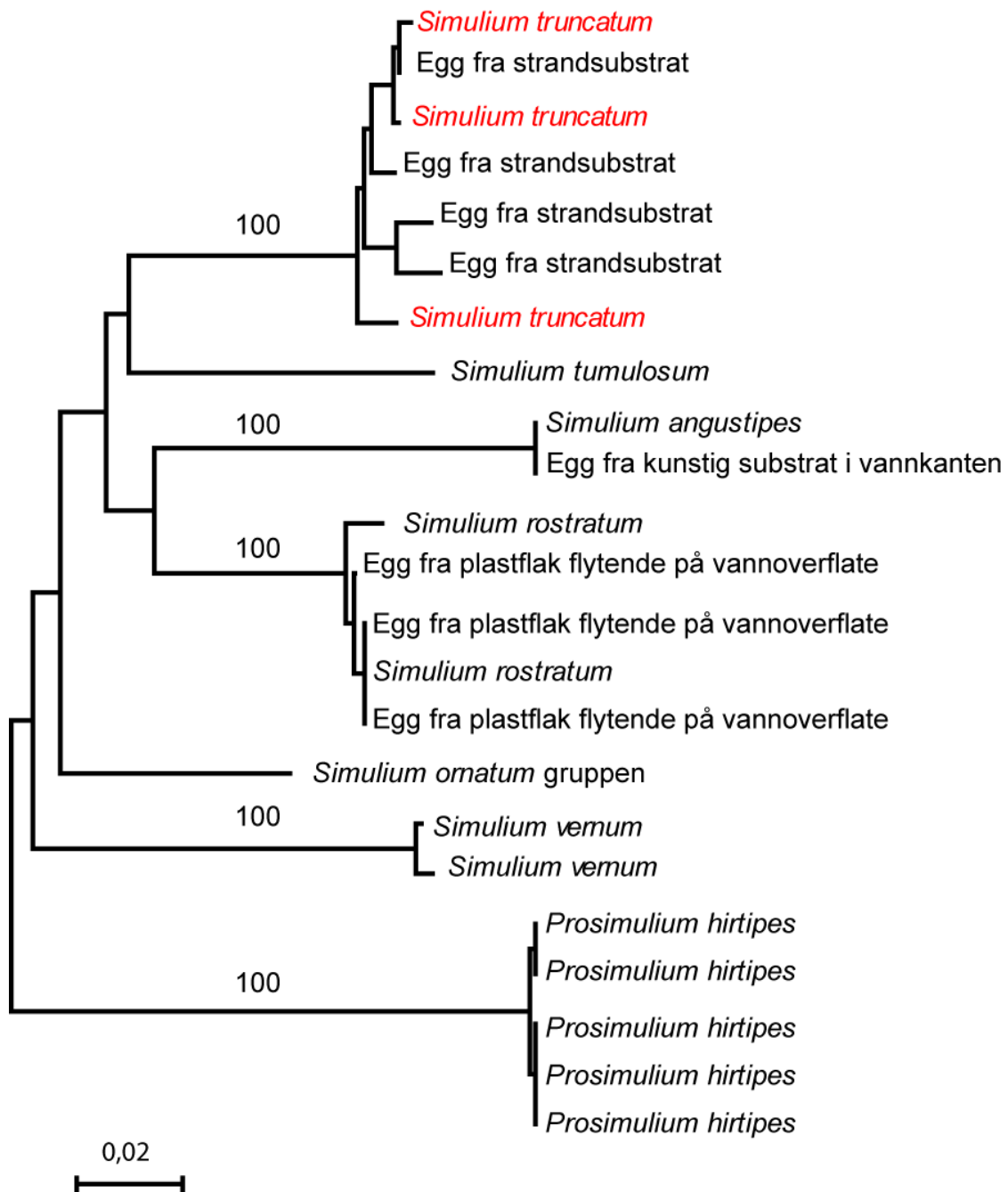


Fig. 6. Slektstre viser klare forskjeller mellom *S. truncatum* (tuneflue) og *S. rostratum* ved DNA-barkoding. Egg samlet inn fra marksjiktet er tuneflue (*S. truncatum*) og fra vannvegetasjon og grønn plast er *S. rostratum*.

6.2 Undersøkelser i 2008

Fordelingen av egg i strandområdene ved Grøtet (vestsiden) har i tidligere undersøkelser (Brabrand m. fl. 2006) vært nærmest flekkvis, med tettheter av egg i mars/april fra under 10 egg dm^{-2} til 3000-5000 egg dm^{-2} . Forholdet mellom egglegging og regulering, og om strandområdene ved Grøtet (vestsiden) kunne utgjøre kjerneområdene for egglegging ble undersøkt nærmere under feltregistreringene i 2008.

6.2.1 Kanalside øst

Det ble besluttet å intensivere undersøkelsene på østsiden av kanalen. Området er betydelig brattere enn på Grøtetsiden, med en brattkant ned mot elva med stadig ras av fin sand og til dels leire (Fig. 7). Det er betydelig erosjon pga. høy vannhastighet når vannstanden er høyere enn kote 26. Mellom kote 24,4 (normal sommervannstand) og ca kote 27,0 er det slak strand som består av fin sand med planterester, enkelte større steiner og med trær som har rast ut fra den ovenforliggende brattkanten. Landområdene bak avgir betydelig avrenning i form av grunnvann/overflate-avrenning. Området er beskrevet nærmere i kap. 8.2.



Fig. 7. Østsiden av kanal ut av Vestvannet består av en ustabil brattkant med stadig utrasninger og mye grunnvann. Området er et kjerneområde for egglegging hos tuneflue.

På overgangen mellom slak sandstrand og brattkant med trær og undervegetasjon (moser) har erodering og undergraving i finere masser utviklet en erosjonskant med et overheng av røtter og moser med enkelte større stein og døde trær. Erosjonskanten ligger i litt variabel kotehøyde, men mellom kote 26 og kote 27.

6.2.2 Kanalside øst: arter knott og kotehøyde?

Egg ble samlet inn 24.4.2008 på til sammen 7 stasjoner på strekningen 1-7 (Fig. 8). På hver stasjon ble det samlet inn en slamprøve nær vannlinjen på kote 24,90 og en slamprøve på kote 26,00, tilsammen 14 slamprøver.

Egg ble klekket til larver i laboratoriet fra st. 1-6, men fra st. 7 (nærmest Vestvannet) ble det ikke funnet larver. Fra hver av de 12 prøvene ble det tatt ut 3 larver for DNA-barkoding, til sammen 36 enkeltlarver.

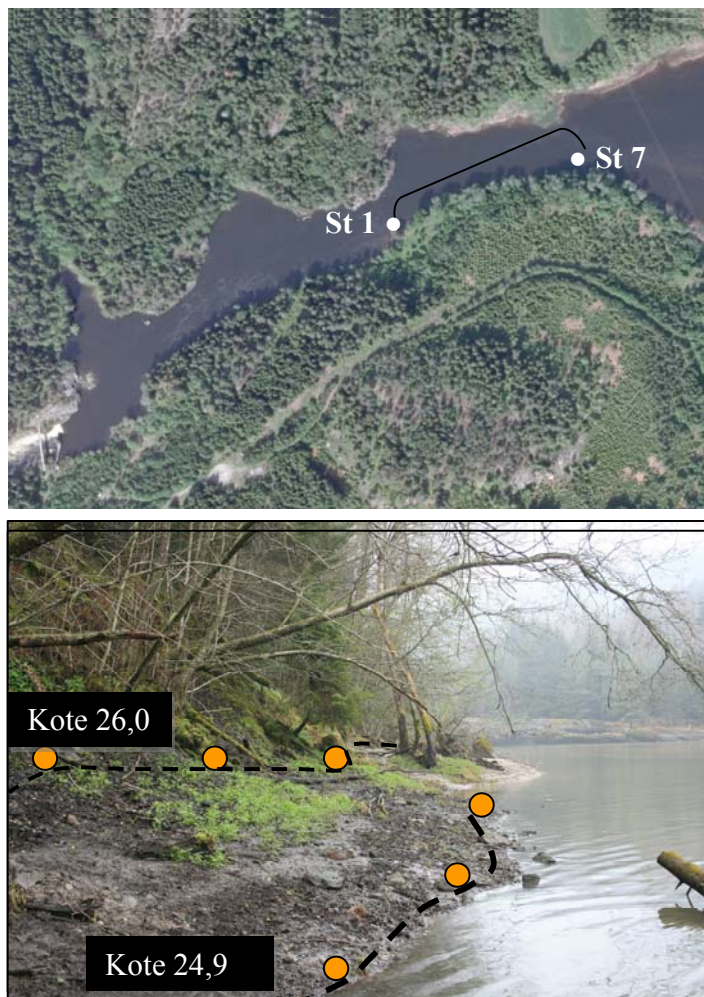


Fig. 8. Slamprøver tatt 27.4.2008 på st. 1- st. 7 på østsiden av kanal ut av Vestvannet, før vårflo og klekking av knottegg som ligger i slamm. Det ble tatt prøver nær vannlinjen (kote 24,9) og nær erosjonskant (kote 26,0).

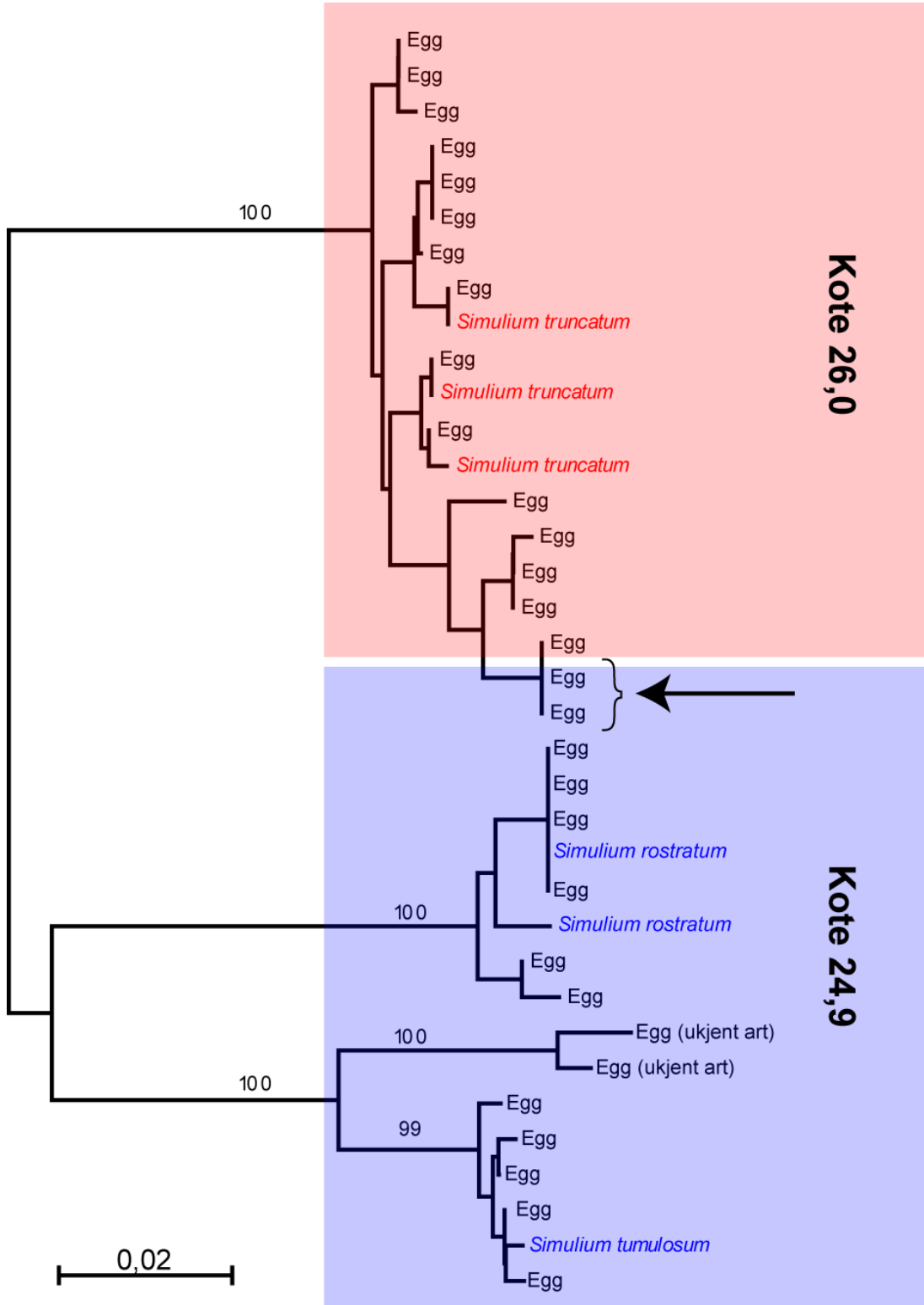


Fig. 9. Slektstre over egg samlet inn på 6 stasjoner 27.4.2008 på østsiden av kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss, fordelt på kote 24,90 og kote 26,0. Det ble bare funnet tune-flue, *S. truncatum*, på kote 26 nær erosjonskanten, mens det ble funnet 4 arter på kote 24,9, hvorav to individer var tune-flue (se pil).

På stasjonene 1-6 ble det til sammen påvist 4 arter knott (Fig. 9 og Fig. 10). På kote 26,00 ble det bare påvist tuneflue (*S. truncatum*), mens det ble påvist 4 arter på kote 24,90, deriblant *S. rostratum* og *S. tumulosum*, mens en art ikke er artsbestemt fordi det ennå ikke foreligger barkodet referansemateriale.

Innledende analyser av materiale innsamlet som egg 26.3.2008 fra flere kotehøyder mellom 24,6 og 25,8 (klekket i laboratoriet til larver 10.4.2008 og deretter barkodet) viste 3 arter i tillegg til *S. truncatum* og *S. rostratum*. Antall arter som er påvist ved barkoding ligger svært nær det som tidligere er påvist i Ågårdselva (ca 6 arter, Raastad 1975).

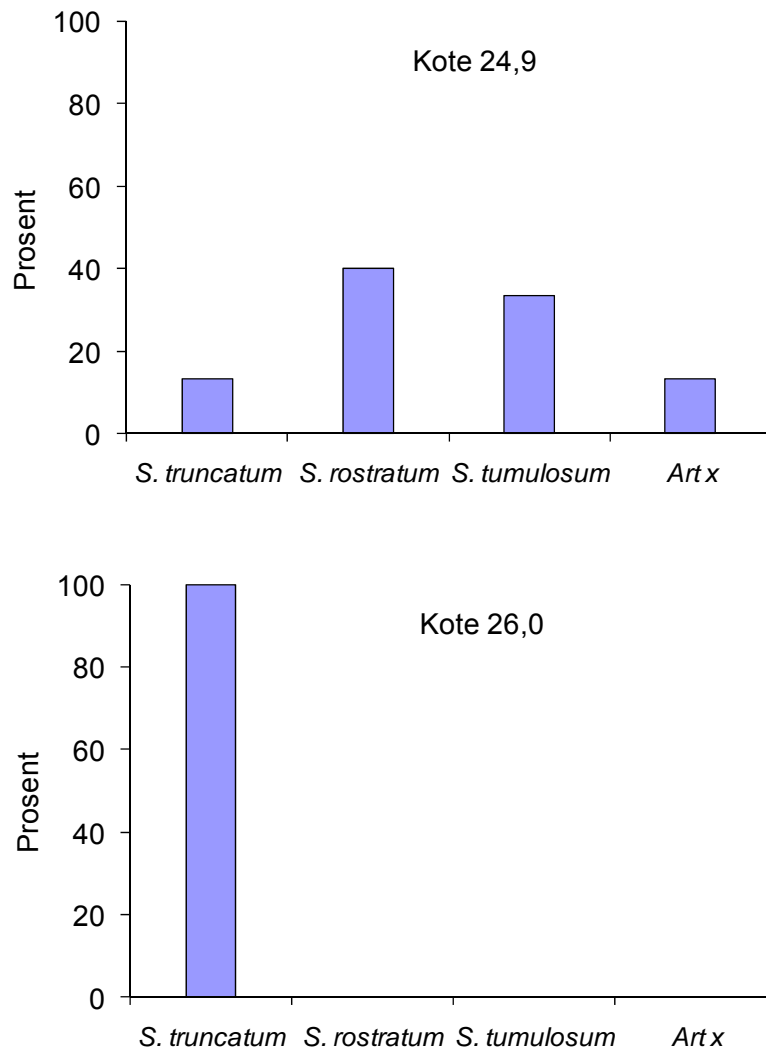


Fig. 10. Artsfordeling av knottegg på stranda på østsiden av kanal ut av Vestvannet ved kote 24,9 (n=15) og kote 26,0 (n=15) innsamlet på seks stasjoner 27.4.2008. Data basert på egg fra felt som er klekket til nyklekket larve i laboratoriet og artsbestemt ved DNA-barkoding.

7 EGGLEGGING HOS TUNEFLUE

Det ble gjennomført enkle feltforsøk med utlegging av ulike typer substrat. Hensikten var å undersøke om tune-flue hadde preferanse for å legge egg på bestemte typer substrat. Forsøkene ble utført på kanalside øst der det både i 2007 og 2008 (før flommen) ble påvist egg av tune-flue. Samtidig ble det lagt opp til direkte observasjon av selve eggleggingen umiddelbart etter St. Hans. 2008.

7.1 Substratforsøk

Det ble lagt ut substrat i plastbokser (B:10 cm, L:17 cm, D 4 cm) 21.6.2008 på fallende vannstand fra kote 25,50, med opptak og kontroll 5.08.2008. Substratet ble fylt til kanten av boksene, og boksene gravd ned i strandkanten på kote 25,70 slik at substratet i boksen og stranda gikk i ett (Fig. 11). Benyttet substrat og forekomst av egg er gitt i Tabell 1.

Siden fuktighet er dokumentert å være en viktig faktor for eggoverlevelse (Kim and Merritt 1986, Ladle and Welton 1996, Brabrand m.fl.2006) ble det arrangert drypp av ellevann fra tank via slange med slangeklemme. Det ble gitt drypp på ca 1 dråpe pr. 3 sek.

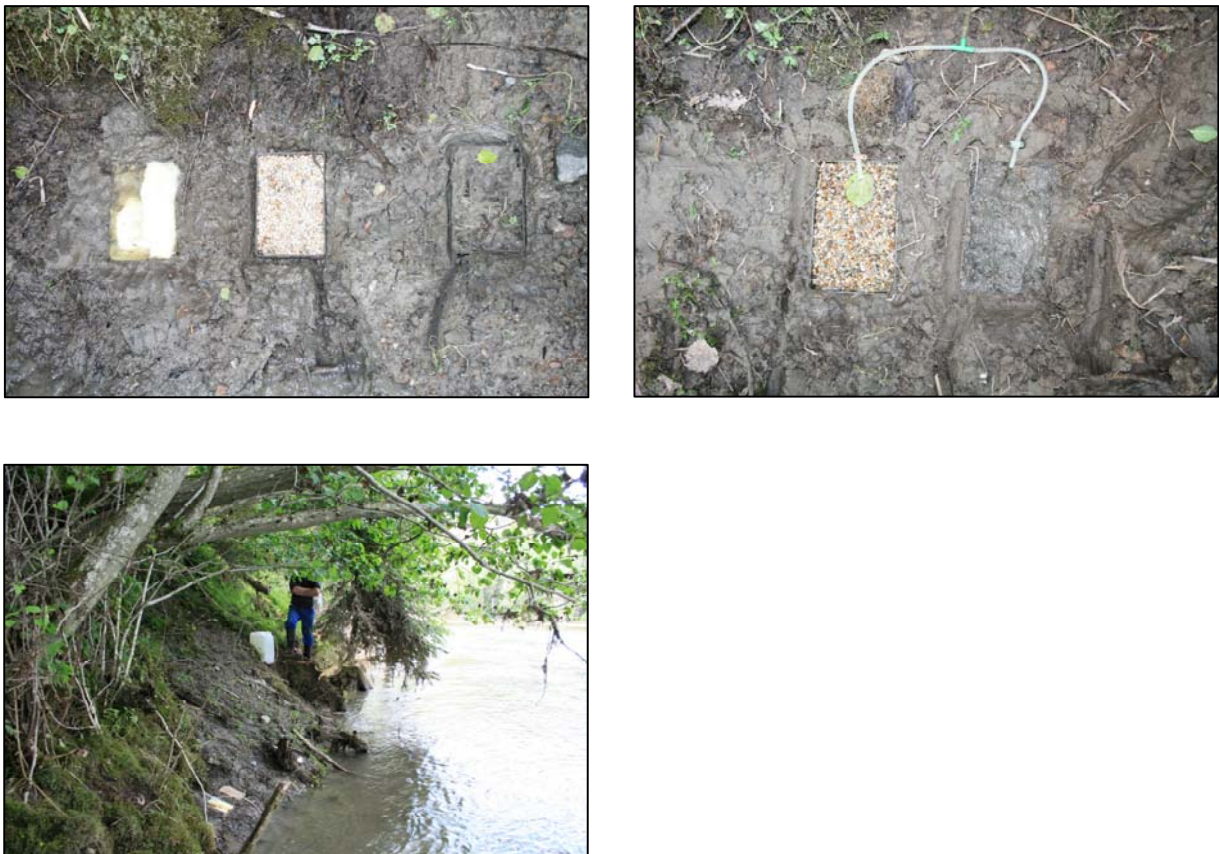


Fig. 11. Substrat i bokser på bredden av kanalside øst på kote 25,7 lagt ut 21.6. og tatt inn 5.08.2008.

Tabell 1. Fordeling av knottegg på ulike typer substrat i bokser plassert i bredden på kanalside øst 21.06.2008 og kontrollert for egg 25.6.2008.

Substrattype	Relativ eggmengde
Strandsubstrat (kontroll)	+ ¹⁾
Sand	-
Grov grus	+
Mose	+++
Glava	++ ²⁾
Filtmatte	++ ³⁾

¹⁾ Egg bare funnet under blader, pinner etc.

²⁾ Egg bare funnet i rifter og sprekker.

³⁾ Egg bare funnet i folder og på underside

Ved kontroll i felt 25.6.2008 og i laboratoriet ble det funnet knottegg på alle substrattyper med unntak av på sand. Det var lite som tydet på preferanse for et bestemt substrat, men egg ble lagt nede i substratet, under pinner, blader, i mosedotter, under glavadotter og i folder i filt mattene. Forutsetningen så ut til å være knyttet til fuktighet.

7.2 Observasjon av egglegging hos tuneflue

Under gunstige værforhold (varmt og fuktig) ble det foretatt observasjon på kanalside øst 25. juni 2008. Det foregikk da omfattende sverming og egglegging av knott (senere artsbestemt til tuneflue), og det ble funnet store mengder egg i området, der ca 50 % var hvite og derfor mindre enn 1 døgn gamle og 50 % dels lys gule og derfor lagt minst 1-2 døgn tidligere.

Eggleggingen foregikk på dagtid.

Egg ble lagt i klumper som besto av 50-150 egg. Disse ble ikke lagt tilfeldig på bredden, men alltid innunder stein, røtter, greiner eller mose, slik at klumpene lå noe skjult, og alltid an mot fuktig underlag.

De desidert største mengdene ble funnet innunder erosjonskant (se Fig. 16), spesielt der mose og røtter hang som dryppkant ned fra overhenget. Denne erosjonskanten utgjør et overheng på ca 30 cm, og ligger i litt variabel kotehøyde avhengig av om det nylig har gått ras eller om større stein og røtter har redusert erosjonen. Laveste kotehøyde var kote 26,04 (med og uten egg) og høyeste kotehøyde med egg var på kote 27,03.

Ved å brette mosen opp var det stedvis sammenhengende klumper av egg på underlag av fin sand/leire, se Fig. 12-14. Eggklumper var også festet inne i moseteppet og på røtter fra trær og undervegetasjon som sto ovenfor erosjonskanten, men der røttene hang ned fordi løsmasser var rast ut eller fjernet av elva. Utoverhengende mose og røtter som substrat og dryppkant som sikret fuktighet, dels innunder, dels i kanten så ut til å være helt sentralt habitat. Det ble ikke funnet preferanse for spesiell vegetasjon (moseart/annen vegetasjon). Det var betydelige mengder egg, som stedvis utgjorde et sammenhengende dekke på sand/leire, eller lå i selve "moserommet".

Under egglegging 25. juni 2008 ble det observert betydelige mengder imago inne i selve mosen der denne hang utover erosjonskanten. Samme art mose med tilsvarende fuktighet bare 20-30 cm høyere opp hadde ikke knott og egg ble ikke observert.

DNA-barkoding av tilfeldige 15 eggklumper og 15 imago knott viste utelukkende *S. truncatum* (tuneflue), se Fig. 15.

Det ble foretatt ny befaring 4.7.2008, og det ble bare så vidt funnet hvite eggklumper, og bare enkelte imago med egg. Dette viser at eggleggingen var i slutfasen. Egglegging i 2008 for tuneflue blir derfor anslått å foregå i perioden fra ca 23. juni til ca 5. juli. Gjennomsnittlig bredde på erosjonskant med betydelig egg tetthet ble målt til ca 0,5 m.

Egg ble funnet i erosjonskant fra Vestvannet (ca 10 m nedenfor stolpe som står på mudderbanke) og helt ned til Sølvstufoss. Erosjonskanten skifter karakter ca 270 m nedenfor Vestvannet (ved "beverbukt"), og bredden består videre nedover av mye fastfjell. Videre ned mot Sølvstufoss ble det funnet egg der substratet (fuktig overheng) var til stede.

Stranda i kanalen fra erosjonskanten og ned til vannkanten ved normal sommervannføring (kote 24,50) består av svært fin sand som lett fraktes bort ved høy vannstand og vannføring. Noen uker med samme vannstand gir ny erosjonskant inn i strandkanten. Ved befaring 5. aug. 2008 ble det observert begynnende erosjonskanter ved kote 25,43 og kote 26,04.



*Fig. 12. Egg av tune flue (*S. truncatum*) legges i store mengder i mose, røtter og på fast underlag i og innunder erosjonskant på østsiden i kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss. Bildet viser egg som nærmest sammenhengende orange lag på fast underlag tatt etter egglekking forsommer 2008. Foto: Naturhistorisk museum, Karsten Sund.*



Fig. 13. Egg av tuneflue (S. truncatum) legges i store mengder i mose, røtter og på fast underlag i og innunder erosjonskant på østsiden i kanal mellom Vestvannet og Sølvstufoss. Bildene viser egg lagt i fuktig mose i erosjonskanten etter egglegging i juni 2008. Foto: Naturhistorisk museum, Karsten Sund.



*Fig. 14. Egg av tuneflue (S. truncatum) legges i klumper på 50-150 egg. Når det legges store mengder utgjør klumpene flere lag med egg. Bildet tatt etter egglegging forsommer 2008.
Foto: Naturhistorisk museum, Karsten Sund.*

For å kvantifisere tettheten av egg ble det tatt 5 slamprøver pr. 10 cm kotehøyde fra kote 24,6 til kote 27,0. Disse ble tatt ved å dytte et 13,5 mm utstansingsrør ned i substratet. Prøven ble ikke fiksert, og egg ble holdt levende i dramsglass for senere fiksering og telling. Langs profilet lå erosjonskanten mellom kote 26,4 og 26,7, og det var her nærmest heldekke av røtter og mose.

Siden erosjonskanten lå i variabel kotehøyde mellom kote 26 og 27, ble det også tatt prøver fra enkelte steder som var både med og uten mosedekke i samme kotehøyde, for å kunne angi om egg ble lagt på grunnlag av substrat eller kotehøyde.

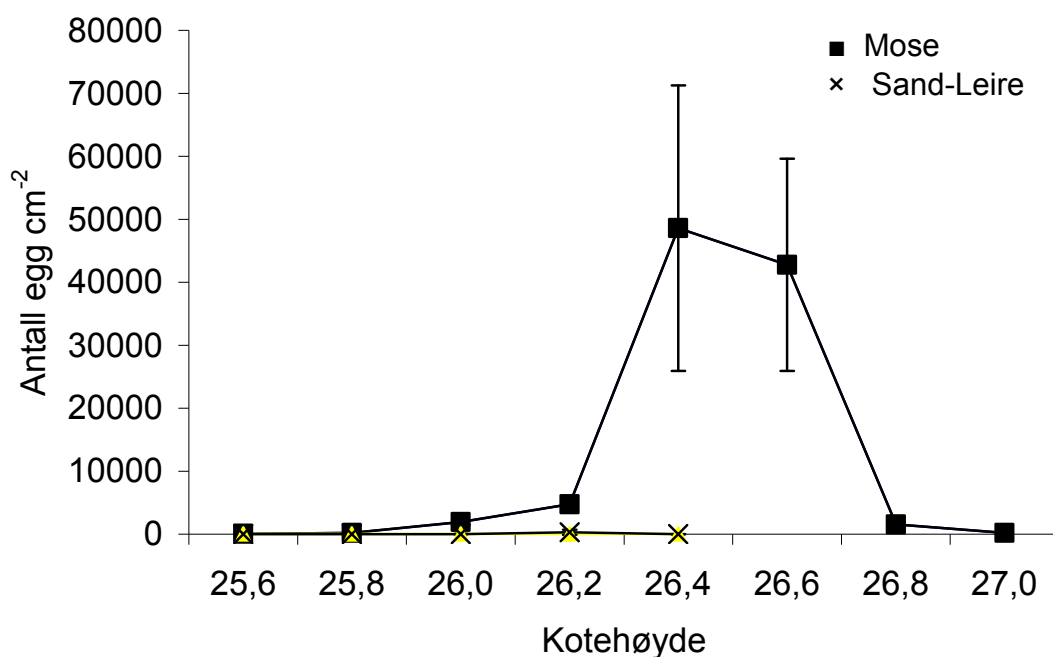


Fig. 16. Tetthet (egg/cm² ± 95% K.L.) av knottegg ved ulike kotehøyder på kanalside øst på to typer substrat 5.08.2008. Erosjonskanten langs profilet lå på kote 26,4-26,7, vannlinjen lå på kote 25,2.

Tettheten av egg fra kote 25,6 – 27,0 er vist i Fig. 16. På substrat med forekomst av mose og røtter var det jevn økning i tetthet av egg fra nær vannlinjen og opp mot erosjonskanten, men tettheten var i en helt annen størrelsesorden i selve erosjonskanten. Tettheten er klart høyest på kote 26,4 og 26,6 med henholdsvis 48 587 (95 % K.L. = 22 677) egg/cm² og 42 773 (95 % K.L.=16 851) egg/cm². Sammenliknet med kote 26,4 i erosjonskant hadde samme kotehøyde uten mose bare spredt forekomst av egg, maksimalt 300 egg/cm², men med flere prøverflater uten egg.

Det må presiseres at det ved DNA barkoding av egg i erosjonskanten etter eggleggingen i 2008 bare ble påvist tuneflue (*S. truncatum*), mens barkoding av egg samlet inn nærmere vannlinjen i april 2008 viste forekomst av 4 arter, hvorav en var tuneflue. Det konkluderes med at egg i erosjonskanten utelukkende er tuneflue, mens det er flere arter som legger egg nærmere vannlinjen.

8 REGULERING OG DANNEELSE AV EROSJONSKANT

8.1 Reguleringsforhold

Vannet i det Vestre løpet av Glomma, dvs. fra Furuholmen gjennom Minge vann, gjennom sundet i Trøsken og videre til Vestvannet og Ågårdselva har vært gjenstand for flere reguleringer. Helt fra gammel tid i forbindelse med tømmerfløtning og drift av sagbruk, i nyere tid for produksjon av elektrisk kraft. I naturtilstanden må Ågårdselva nærmest bare ha fungert som et flomløp. Etter flommen var det den gangen et dramatisk fall i vannstanden i Vestvannet og Minge vannet. Vannstanden ble ikke holdt oppe av damkrona i Sarpsfossen og Sølvstufoss. Vannet som fylte Vestvannet og Minge vannet under flommen strømmet derfor tilbake til hovedløpet i Glomma når vannstanden falt i Glomma. Store deler av Vestvannet lå da nærmest tørt. Den gang (før 1918) hadde Ågårdselva bare vannføring en kort periode i flomperioden.

Utsprengning i Trøsken (1907/08) og senere sluser (1918) samme sted gjorde at flomvannet fram til 1934 kunne tappes kontrollert gjennom Trøsken og videre gjennom en jorddam i utløpet av Vestvannet til Ågårdselva og sagbruket på Solli. Denne jorddammen lå fram til midten på 1930 tallet ved utløpet av Vestvannet, altså ovenfor kanalen ned mot Sølvstufoss. Tappingen fra Vestvannet skjedde kontrollert, og alt tyder på at strekningen mellom Vestvannet og nåværende Sølvstufoss den gang hadde karakter av elvestrekning med vannspeil betydelig lavere enn dagens kanal, og som hadde typisk erosjon, avleiringer og sterke strømninger rundt fjellknauser.

Restene av jorddammen kan i dag ses når det er lav vannstand i Vestvannet, og bredden på tappeluka må ha vært ca 1-2 m (Fig. 17). Dette tyder på at elvestrengen den gang var betydelig smalere enn dagens kanal. Rester av opprinnelig elvebredd med grov stein kan fremdeles observeres på dypt vann i dagens kanal. Substratet og dybdeprofil i opprinnelig elvebredd bør kartlegges fordi det angir hvordan det opprinnelige elveleiet har vært, og hvordan et eventuelt restaurert elveleie som likner på naturtilstanden vil bli.

Vannstanden og vannføringen mellom Vestvannet og Sølvstufoss ble dramatisk endret i perioden 1934-1936. Dette skjedde ved at jorddammen ble satt ut av drift omtrent midt på 1930-tallet, og at Sølvstufoss ble ferdigstilt i 1936. Sølvstufoss har en damkrona på kote 23,35 m, men med mulighet for heving til kote 24,60. Strekningen mellom Vestvannet og Sølvstufoss ble derfor omdannet fra elv til kanal i 1936. Men vannstanden i Vestvannet var fremdeles lavere enn dagens nivå fordi Sarpsfossen fram til 1954 hadde en damhøyde på bare kote 23,20. Dette ga en lavvannstand i Vestvannet på kote 23,30 som var nærmest identisk med damkrona på den opprinnelige jorddammen i utløpet av Vestvannet og på damkrona i Sølvstufoss. I 1954 ble damhøyden i Sarpsfossen hevet ytterligere 1 m til kote 24,36, og vannspeilet ble derfor også i kanalen hevet med ca 1 m. Etter 1954 har det vært tilnærmet samme vannspeil i Glomma ovenfor Sarpsfossen og i Minge vann, Vestvannet og kanal fram til dammen i Sølvstufoss.

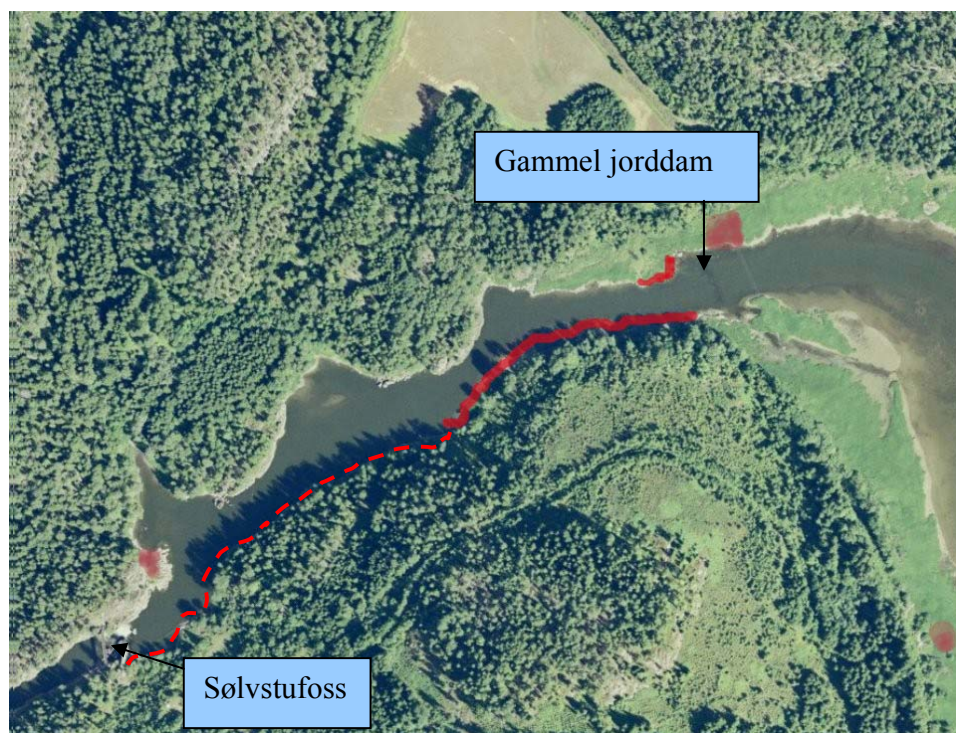
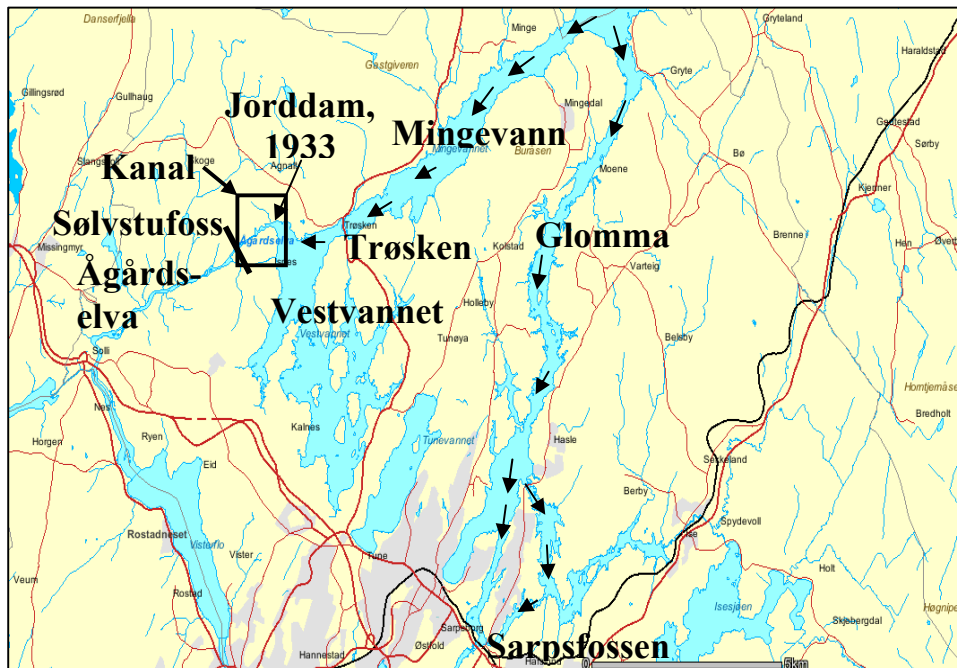


Fig. 17. *Over:* Kart over Glomma oppstrøms Sarpfossen (østre løp) og Sølvestufoss (vestre løp). *Under:* Flyfoto over kanal mellom utløpet av Vestvannet og Sølvestufoss. Heltrukken rød linje viser sammenhengende erosjonskant med betydelige mengder egg av tuneflue, stiplet linje viser strandlinje med mye fastfjell, ikke sammenhengende erosjonskant og lavere egg tetthet (Foto: Norgebilder).

I denne forholdsvis kompliserte historikken over vannstand og regulering er det to faktorer som er relevant for utvikling av kanalen til dagens habitat for egglegging og eggutvikling hos tune flue:

- Strekningen mellom Vestvannet og dagens Sølvstufoss endret karakter i 1936 fra elv til kanal. Dette var en direkte konsekvens av dammen i Sølvstufoss.
- Laveste vannspeil i kanalen ble permanent hevet fra kote 23,35 til kote 24,36 i 1954. Dette var en konsekvens av heving av damkrona i Sarpsfossen.

Tapping over Sølvstufoss gjør at det alltid er strømmende vann i kanalen. Ved lave vannstander i Vestvannet (kote 24,5-25,0) er det liten tapping og vannhastigheter på 30-70 cm/s, mens det ved vannstand mot kote 26-28 stedvis er vannhastigheter på mer enn 100 cm/s. Når det tappes minstevannføring på 1 m³/s til Ågårdselva er det betydelig lavere vannhastigheter i kanalen.

8.2 Regulering og dannelse av erosjonskant

I kanalens østbreidd og spesielt i den delen der det er funnet mye egg av tune flue, er det en morenerygg med en brattkant på ca 20 m ned mot elvekanten. En prinsippsskisse av brattkanten og erosjonskanten er vist i Fig. 18. Morenen består av fin sand, med innslag av leirer, samt noen grovere steiner som er typiske for morener. Brattkanten er ustabil og det går stadig ras i området. Brattkanten har tett skog og kratt, og mye trefall bekrefter bevegelse i løsmassene. Landområdene bak bidrar med grunnvann, og det er betydelig grunnvannsstrømning som kommer til overflaten i brattkanten og i nedkant av erosjonskanten.

Heving av vannspeilet i kanalen i 1936 og 1954 har medført at vannet nå permanent står inn mot de fine lagene i den nedre delen av morenemassene. Vannspeilet før 1936 var lavere og sto da inn i en slakere elvebreidd med stein. Dagens vannspeil vannmetter de nedre delene av brattkanten. Vannmetning og stadig vannstandsvariasjon gjør den nedre delen av brattkanten tung og ustabil, noe som fører til utrasninger. Periodevis er vannhastighetene høye nok til å frakte en del av de fine løsmassene bort, slik at det stadig skjer undergraving av brattkantens nedre deler. Undergraving gjør at det dannes en erosjonskant med overhengende vegetasjon og røtter. Samtidig strømmer det ut grunnvann i erosjonskanten, noe som ytterligere gjør den nedre delen av brattkanten ustabil, mens den samtidig holdes kontinuerlig fuktig. Slike erosjonskanter med overhengende vegetasjon er typiske langs elver der tidsvis erosjon kan undergrave den etablerte vegetasjonen som virker stabiliserende på brattkanten.

Erosjonskanten i kanalen ligger fra kote 26 til kote 27, vanligvis på kote 26,60-26,80. Selve vegetasjons-overhenget har en høyde på ca 30-50 cm og vegetasjon ("moserommet") og røtter hadde en dybde på ca 15 cm. Der det nylig (siste 2-3 år) har gått ras ligger overgangen mellom løsmasser og vegetasjon høyere i terrenget, og da i form av en ras-kant. Dette gjelder på strekningen mellom den gamle jorddammen i utløpet av Vestvannet og ned til den nåværende demningen i Sølvstua, ca 600 m, men de nederste 330 m har delvis fastfjell som breidd.

Det er ingen tvil om at den nåværende erosjonskanten er dannet etter 1936 etter bygging av Sølvstufoss. Dette førte til overgang fra liten elv med variabel vannføring til en kanal med et

permanent høyere vannspeil som står inn i morenen. Dette ble forsterket etter 1954 da damkrona i Sarpsfossen hevet vannstanden i kanalen med ytterligere 1 m.

Dersom vannspeilet heves ytterligere vil en tilsvarende erosjons-kant dannes på en høyere kotehøyde og ustabiliteten i brattkanten vil opprettholdes eller øke.

Dersom vannspeilet senkes permanent vil erosjonskanten flytte seg nedover til den mer flatereliggende delen av elveleiet, og stabiliteten vil øke. Dersom lavvannstanden senkes ned til opprinnelig elvebredd vil stabiliteten øke betydelig, og det vil sannsynligvis utvikle seg et elveleie som likner på det som enkelte steder i dag kan ses nedover i Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss.

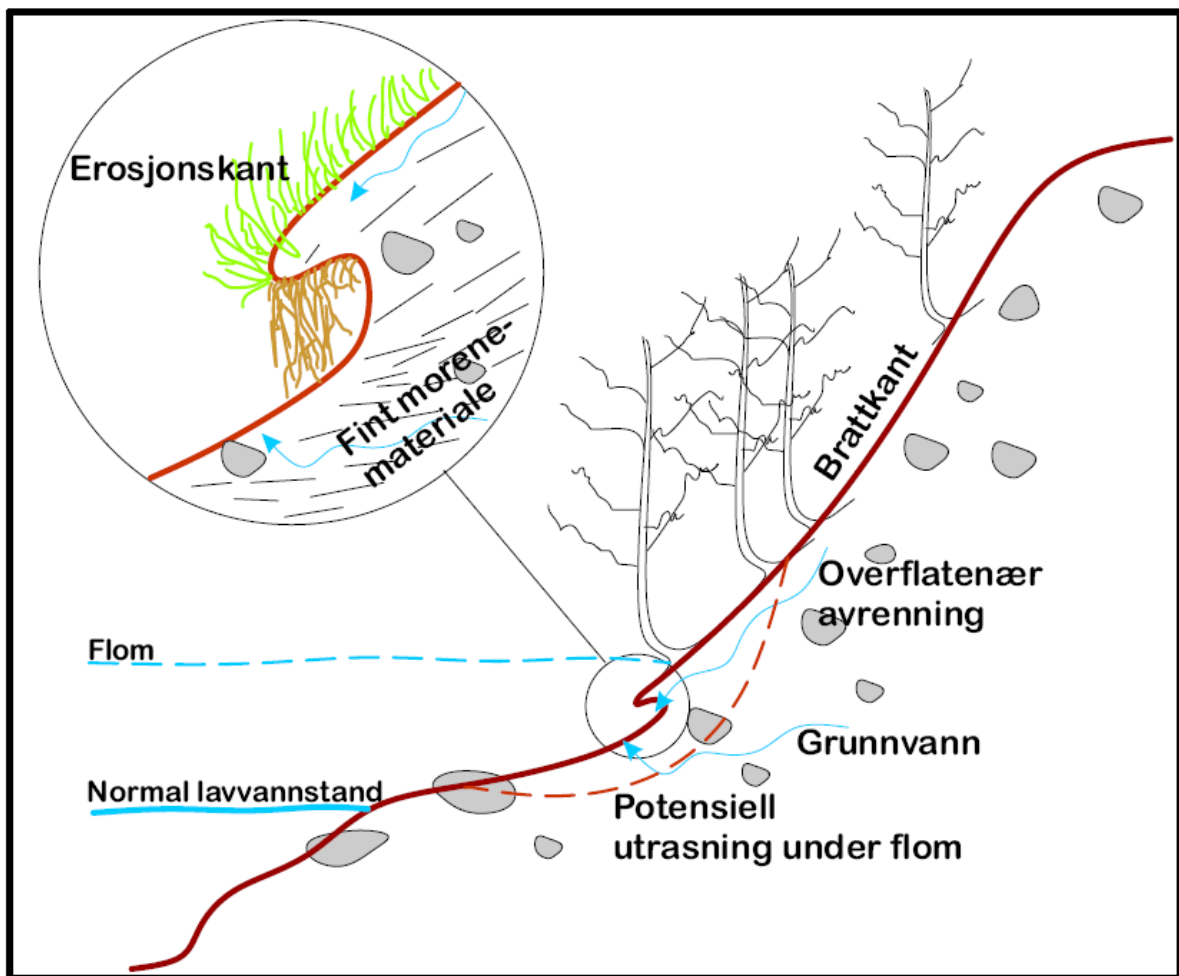


Fig. 18. Skisse av brattkanten langs østsiden av kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss, med detaljtegning av erosjonskant med overhengende vegetasjon. Tegning: Andreas G. Koestler.

Det er tydelig at vegetasjonen i brattkanten har stor betydning både for stabiliteten i brattkanten og for utviklingen av selve erosjonskanten. Nedenfor erosjonskanten er det en slakere sandstrand (svært fine sandpartikler) med innslag av leire uten vegetasjon. Enkelte våtmarkplanter utvikler seg utover sommeren og høsten fram til ny vårflom, men den typiske soneringen av strandvegetasjonen med takrør, starr og elvesnelle er helt fraværende. Først inn mot Vestvannet er det velutviklet strandvegetasjon. Her er det langgrunt fordi lavere vannhastighet ikke frakter bort løsmassene, og hele strandprofilen her er derfor mer stabilt.

Det er et spørsmål hvilken virkning flomperioder har hatt før 1936, dvs. før kanalen ble dannet og strekningen mellom Vestvannet og nåværende demning i Sølvstua var en elv. Det er sannsynlig at vegetasjonen den gang var velutviklet med skog og undervegetasjon helt ned til daværende elvebredd, og at elvebredden besto av grovere stein, slik det stedvis kan observeres idag utover i kanalen når vannstanden er lav. Selve erosjonskanten (der vegetasjonen opphører) lå da ikke i nedre del av brattkanten som i dag, men lå da et eller annet sted i mindre hellende terreng nærmere elva. Det må antas at fuktigheten i form av grunnvann i erosjonskanten da må ha vært betydelig mindre eller fraværende, og at soleksponeringen nærmere elvebredden også ga mer uttørring i et flatere landskapsbilde.

9 FINNES TUNEFLUE-EGG ANDRE STEDER ENN UTLØP VESTVANNET?

Det er et stort behov for å fastslå om tuneflue legger egg andre steder enn i utløpet av Vestvannet, mao. om koloniseringen av tunefluelarver i Ågårdselva fullt ut bare skjer fra egg som er lagt på stranda i utløpskanalen. At utløpsområdet er vesentlig for tunefluebestanden i Ågårdselva er udiskutabelt, men flekkvis forekomst av egg på små arealer andre steder kan ikke utelukkes. Siden det også er ukjent fra litteraturen hvor langt nyklekkete larver faktisk kan drive, så er dette et usikkerhetsmoment mht. tiltak.

9.1 Tidligere funn ovenfor Vestvannet

Ved de tidligere undersøkelsene er larver av tuneflue funnet i hovedløpet i Trøsken (Trøsken 1, se Brabrand m. fl. 2006). Videre er egg av *knott* (antatt tuneflue) funnet vårflommen i 2005 på østre bredd ovenfor Trøskensundet i samme habitat som tuneflueegg på vestre bredd i kanalen ut av Vestvannet. Larver av tuneflue er imidlertid tidligere ikke funnet høyere oppe langs Minge vannet eller videre oppover i Glomma mot Kykkelsrud (Raastad 1975, Brabrand 2006), heller ikke egg på østsiden mellom Hafslundøya og Kykkelsrud og mellom Trøsken og Furuholmen.

I Østre løp av Glomma er det ikke funnet larver eller egg av tuneflue ved feltundersøkelsen i 2004. I utløpet av Isåa fra Isesjø og der Isåa munner ut i hovedløpet i Glomma er det funnet små mengde tunefluelarver. Dette er larver som antas å komme fra Isesjø/Isåa.

9.2 Funn ovenfor Vestvannet i 2008

Funn av egg i 2008 lokalisert til erosjonskant i kanalen har ført til spørsmålet om erosjonskanter av samme type er utviklet ovenfor Vestvannet. Den vannstandshevingen som har skjedd i kanalen etter 1936/54 gjelder også for hele området opp til undervann Vamma, og på kvartærgeologisk

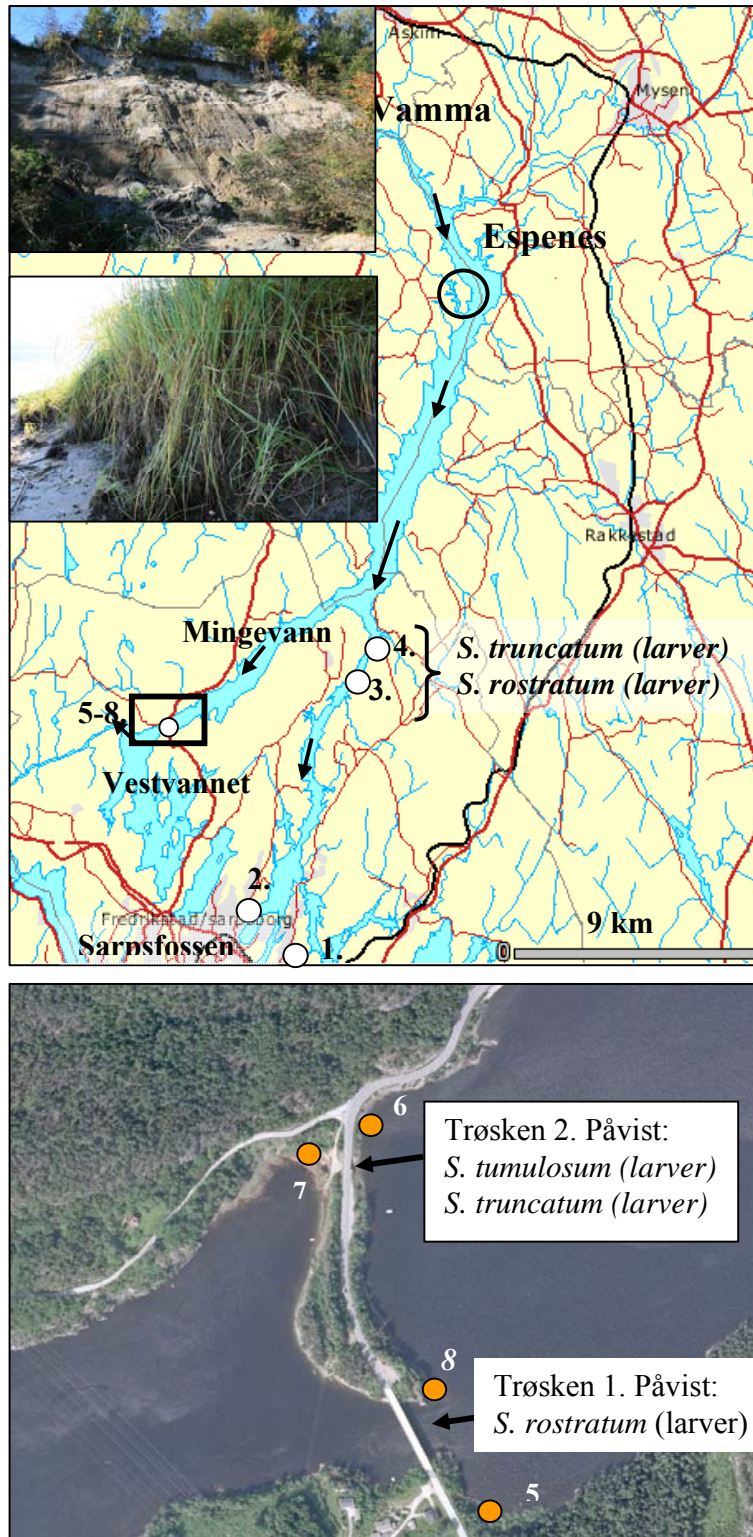


Fig. 19. Lokalteter (1-8) for undersøkelse av larver 4. juni 2008 og egg 25. juni, 4. juli og 15. aug. 2008. **Over:** Kart over Glomma fra Vamma og med vestre og østre løp fra Furuholmen og bilder av raskant ved Espenes. **Under:** Flyblide av Trøskensundet med hovedløp (Trøskens 1) og flomløp (Trøskens 2).

kart er det angitt ras-kanter. Et område som peker seg ut er en raskant på vestsiden av Glomma ved Espenes (Fig. 19, øverst), men egg er ikke funnet ved observasjon høsten 2008.

Det ble samlet inn store larver (i størrelser som var mulig å artsbestemme) av knott 4. juni 2008 fra stasjoner angitt i Fig. 19, og det ble lett etter egg 25. juni, 4. juli og 15. aug. 2008 i erosjonskanter tilsvarende den funnet ved kanalen ut av Vestvannet. Resultatene er gitt i Tabell 2 for egg og i Tabell 3 for larver.

Tabell 2. Observasjon av knottegg i erosjonskant på kote ca 26 på flere stasjoner i vestre og østre løp av Glomma 25. juni 4. juli og 15. august 2008. Artsbestemt ved DNA barkoding.

Stasjon	Egg
St. 1	Ikke funnet
St. 2	Ikke funnet
St. 3	Ikke funnet
St. 4	Ikke funnet
St. 5	<i>S. truncatum</i>
St. 6	Ikke funnet
St. 7	Ikke funnet
St. 8	Ikke funnet

Tabell 3. Observasjon av larver av knott på lokaliteter 1-4 i Østre løp (hovedløp) og Trøsken 1 og Trøsken 2 i vestre løp 4. juni 2008. Artsbestemt ved DNA barkoding og morfologisk.

Stasjon	Larver
St. 1	Larver ikke funnet
St. 2	Larver ikke funnet
St. 3	<i>S. truncatum</i> , <i>S. rostratum</i> (DNA og morfologisk)
St. 4	<i>S. truncatum</i> , <i>S. rostratum</i> (DNA og morfologisk)
Trøsken 2	<i>S. truncatum</i> , <i>S. tumulosum</i>
Trøsken 1	<i>S. rostratum</i>

10 DISKUSJON

10.1 Habitat for egglegging

Egglegging hos tuneflue ble for første gang gjenstand for direkte observasjon rett etter St. Hans 2008. Betydelige mengder nylagte klumper av egg og imago hunner av knott ble observert 25.6.2008 i høye tettheter i erosjonskanten på østre elvebredd i elvekanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss. Fargen på eggene endrer seg etter ca 1 døgn, og på dette grunnlaget kunne perioden med egglegging i 2008 angis til perioden 23. juni-5. juli. Egg og imago knott ble artsbestemt ved hjelp av DNA-barkoding til utelukkende å være tuneflue, *S. truncatum*.

I erosjonskanten ble det etter egglegging i 2008 funnet i størrelsesorden 50.000 egg cm^{-2} , noe som tilsvarer 500 mill. egg m^{-2} . Selve beltet med disse tetthetene er forholdsvis smalt, ca 50 cm bredt, og det strekker seg fra utløpet av Vestvannet og ca 270 m ned til en bukt som ligger ca 330 m ovenfor Sølvstufoss. Siden erosjonskanten ikke er rettlinjert, antas lengden å være ca 300 m, noe som gir et areal på ca 150 m^2 . Fra bukt og videre ned til Sølvstufoss er erosjonskanten ikke fullstendig pga. stedvis fastfjell, og totalarealet på denne strekningen settes til 50 m^2 , slik at samlet areal av erosjonskanthabitat anslås til 200 m^2 .

Med en totalflate på ca 200 m^2 blir dette i størrelsesorden 100 milliarder egg (10^{11}). Øvrige strandarealer (mellom erosjonskant og vannlinje) på østsiden med areal på tilsammen ca 1000 m^2 med ca 1 mill. egg/ m^2 vil bidra med størrelsesorden 1 milliard egg (10^9). I tillegg vil vestsiden av kanalen bidra med ytterligere 10 mill. egg (10^6) (Brabrand m.fl. 2006).

Disse beregningene viser at det legges i størrelsesorden 100 milliarder egg av tune flue i utløpsområdet, hvorav egg i erosjonskanten bidrar med den totalt dominerende andel (~ 99%).

De tetthetene av larver som er funnet Ågårdselva er i størrelsesorden 350.000 larver/ m^2 . Dersom total elvelengde med høy nok strømhastighet settes til 3 km og bredden på elva til 20 m, blir det totale larveantallet i elva i størrelsesorden 20 milliarder ($2,1 * 10^{10}$). Dette er vel å merke den mengde larver som er observert i elva, og som opplagt omfatter flere arter enn bare tune flue.

Uansett riktigheten av slike beregninger, vil det fremgå at selv små arealer kan bidra med enorme mengder egg dersom bare forholdene er stabilt optimale. Og mens det legges i størrelsesorden 100 milliarder egg av tune flue, er mengden larver som er funnet i siste del av mai i størrelsesorden 20 milliarder. Mengden egg i kanalen kan derfor forklare den mengden larver som observeres i Ågårdselva. Dersom det årlig er

- i) stor eggoverlevelse
- ii) høy klekkesuksess
- iii) velegnet knotthabitat for larver i elva nedenfor

kan dette alene forklare den årlige masseforekomsten av tune flue. Fra et tiltakssynspunkt må disse funnene karakteriseres som lovende, men det forutsetter at viktige arealer ikke overses høyere opp i vassdraget (se senere).

Ut fra de eggmengdene som er funnet i 2008 tyder alt på at erosjonskanten langs østbredden av kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss er et kjerneområde for egglegging hos tune flue. Habitatet har karakteristika som må anses å være lite utbredt i området for øvrig. En svært viktig faktor er at egg av knott ikke tåler uttørking. For arter som har en generasjon i året er det helt avgjørende at habitatet er fuktig gjennom hele sommer, høst og vinter fram til neste vårflom (Ladle and Welton 1996, Brabrand m.fl. 2006). Samtidig må eggene ligge høyt nok til at ikke stadig utsettes for småflommer gjennom sommer og høst. Den stabile fuktigheten som er i og innunder erosjonskanten er sannsynligvis den helt sentrale miljøparameteren.

Det eggleggingshabitatet som er funnet i kanalen for tune flue er svært likt det funnet for *Simulium posticatum* i sør-England, også denne arten er svært plagsom og har en generasjon i året (Ladle et al. 1985). Selv etter flere års leting ble det også her bare funnet mindre mengder egg som på ingen

måte kunne forklare tettheten av larver og voksne i elva Stour i Dorset. I 1984 ble det sentrale egg habitatet funnet, der eggene ble lagt på nærmest loddrett elvekant som besto av fine partikler. Eggene var festet til nedre del av rotsystemet på vegetasjon som sto på elvekanten ovenfor og som var synlig i sprekker i selve elvekanten ca 0,5 m over lavvannstanden der det var skygge og fuktig. Mens Ladle et al. (1985) spekulerte på om *S. posticatum* var mindre følsom for tørre perioder enn andre arter, ble det av Ladle & Welton (1996) konkludert med at egg verken av *S. posticatum* eller andre arter tåler en relative fuktighet på under 87%. Også i andre undersøkelser er det påpekt fuktighet for at egg skal overleve (Colbo & Moorhouse 1974, Kim & Merritt 1986).

Følgende hovedpunkter ifb. med egglegging hos tune flue nevnes:

- Eggene i erosjonskanten ligger noe høyere enn den delen av stranda som stadig utsettes for småflommer. Egg som ligger i erosjonskanten er derfor beskyttet fra erosjon og utspyling. For tune flue som bare har en generasjon i året er dette sannsynligvis viktig, mens arter med rask eggutvikling og flere generasjoner legger egg nær vannlinjen for å bli dekket med vann kort tid etter egglegging (bl.a. *S. rostratum*).
- Egg i erosjonskanten vil pr. definisjon alltid dekkes med vann i første del av vårflommen, fordi erosjonskanten nettopp er dannet ved at flomvannet når oppunder erosjonskanten.
- Den nederste delen av erosjonskanten utgjør nærmest en dryppkant, der grunnvann og overflateavrenning fra den bakenforliggende morenen gjør at området alltid er fuktig. I tillegg ligger brattkanten og erosjonskanten på skyggesiden. Dette er viktig fordi eggene ikke tåler lav luftfuktighet.
- Erosjonskanten opprettholdes og nydannes pga. manøvrering i Glomma ovenfor Sarpsfossen/Sølvstufoss.

10.2 Egglegging og regulering

Det er ingen tvil om at den nåværende erosjonskanten er dannet etter 1936 i forbindelse med bygging av Sølvstufoss og at dette ble forsterket ytterligere etter 1954 da damkrona i Sarpsfossen hevet vannstanden i kanalen med 1 m. "Masseforekomst av tune flue" er derfor høyst sannsynlig et menneskeskapt fenomen, der grunnlaget ble skapt i 1936 og forsterket i 1954. At det lokalt angis at tune flue ble en plage etter krigen er derfor sannsynligvis riktig observert.

Samtidig er eggleggingsområdene i erosjonskanten på østsiden av kanalen et spesielt habitat som ikke er kjent fra andre steder i nedre Glomma. Dette kan forklare den svært lokale masseforekomsten av larver i Ågårdselva (Raastad 1975). Parallelt med dannelsen av erosjonskanten og gode forhold for egglegging hos tune flue, har det etter 1950 årene skjedd en generell økning i tilgjengelig næring i vassdraget (menneskeskapt eutrofi). Dette må forventes å øke den biologiske produksjonen, produksjon av knott inkludert. Men grunnlaget for tune flue ligger i de enorme mengdene av egg som årlig har stor klekkesuksess.

Det kan spekuleres på om en viss vannstandsvariasjon rundt en fast sommervannstand øker forekomsten av knottarter som har flere generasjoner i året. Disse legger eggene nær vannlinjen og må bli vanddekket i løpet av 2-3 uker. Dette sikres gjennom en uregelmessig vannstandsvariasjon (10-30 cm) rundt en stabil midlere sommervannstand. Dersom dette er tilfelle vil det forventes at forekomsten av *S. rostratum* (biter kveg/husdyr) og *S. tumulosum* (pattedyr, smågnagere) har økt i

vassdraget, både etter 1936/54 og pga. generell økt næringstilgang. I dag er *S. rostratum* utbredt i store deler av nedre Glomma og flere sidevassdrag, og er også påvist etter fangst på husdyr.

10.3 Substratpreferanse

Utlegging av bokser med forskjellig substrat viser at tune-flue er lite spesifikk i valg av mikrohabitatet, bare eggene kunne plasseres der det var sprekker, folder og hulrom og samtidig fuktig. På vestsiden (odde) av kanalen ble egg funnet i sprekker og hulrom innunder tuepreget vegetasjon der det ellers var vegetasjonsfri sand/leirepreget strand mellom tuene. På vestsiden finnes ikke den typiske erosjonskanten, og tettheten av egg er også betydelig lavere. Det antas nå at vestsiden på odde ikke representerer kjerneområde for tune-flue. Området her kan derfor være et mer marginalt område som brukes fordi mengden hunner som skal legge egg er så betydelig at også marginale områder benyttes.

10.4 Andre eggområder enn utløp Vestvannet

På tross av kjerneområdet på østsiden av kanalen, så er det fortsatt et åpent spørsmål om det finnes viktige eggområder høyere opp i vassdraget. Det faktum at det ble funnet larver av tune-flue i Trøsken 2 (se Fig. 19), et flomløp som ikke alltid har vannstrøm under egglegging, viser at det finnes eggområder for *S. truncatum* høyere opp. I tillegg er egg av tune-flue påvist ovenfor Trøsken 1 (Fig. 19 stasjon 5). Under flommen i 2008 ble det også for første gang påvist *S. truncatum* i Glomma's østre løp, dvs. på vestsiden av Hafslundøya ovenfor samløp med Isåa. Her er vannhastigheten noe lav for knottlarver ved lave vannstander, og det er ikke påvist larver av knott her tidligere, heller ikke av Raastad (1975).

Observasjonen i 2008 betyr imidlertid at det legges egg av *S. truncatum* et eller annet sted i Østre løp av Glomma, eller ovenfor Furuholmen før Glomma deler seg.

Dette reiser tre spørsmål:

- Hvor stort er bidraget til den voksne tune-fluebestanden fra områder utenom Ågårdselva? Vil mao. plagen opprettholdes selv med vellykket tiltak i Ågårdselva?
- Kan drift av tune-fluelarver fra eggområder høyere opp i vassdraget fortsatt "mette" Ågårdselva med larver? Vil mao. bestander av tune-flue opprettholdes selv med vellykket tiltak mot eggområdene i kanalen?
- I hvilken grad er de "perifere" deler av tune-fluebestanden avhengig av egg i kanalen og larver i Ågårdselva. Det kan tenkes at de "perifere" delene ikke har klekkesuksess hvert år, men derimot er avhengig av kjerneområdet, og at de "perifere" delene av bestanden kan betraktes som metapopulasjoner.

Raastad (1975) og senere observasjoner viser usedvanlig store tettheter av larver av tune-flue i Ågårdselva, og at det er betydelige elvearealer med egnet vannhastighet og bunn for knottlarver. Det er derfor sannsynlig at bidraget fra andre områder enn Ågårdselva er av mindre betydning, og at det uansett må rettes inn tiltak mot "det" som gir mye larver til Ågårdselva. Observasjoner av tune-fluelarver andre steder endrer ikke dette synspunktet.

Hvorvidt andre eggområder ved drift av små larver kan bidra med larver til Ågårdselva, og i hvilke mengder er vanskeligere å svare på. Det kan også tenkes at de øvrige områdene er avhengig av tuneflue som klekker i Ågårdselva og også av at det er egg på breddene i kanalen ovenfor Sølvstufoss. Mens Ågårdselva har årlig masseforekomst, vil andre områder kunne tenkes å fungere mer uregelmessig. Det vil her være et spørsmål om hvor ”åpent” et vassdragssystem fungerer mtp. transport av larver gjennom drift. Her er det ytterst lite å støtte seg på i litteraturen, bortsett fra at utløpsområder angis som områder for egg, med passiv drift ut i strømhårde habitater. I denne sammenheng passer kanalen inn i den generelle litteraturen.

Det er derfor vanskelig å tenke seg tiltak som ikke omfatter erosjonskanten i kanalen.

11 LITTERATUR

- 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
- 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
- Colbo, M.H. and Moorhouse, D.E. 1974. The survival of eggs of *Austrosimulium pestilens* Mack. and Mack. (Diptera: Simuliidae). Bull. Entomol. Res. 64: 629-632.
- 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.
- 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.
- Ladle, M., Bass, J.A.B. and Cannicott, L.J. 1985. A unique strategy of blackfly oviposition ((Diptera: Simuliidae). *Entomologist's Gazette*, 36, 147-149
- Ladle, M. and Welton, S. 1996. An historical perspective of the “Blandford Fly” (*Simulium posticum* 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.
- Usova, 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).