

**Tuneflua: masseforekomst, eggoverlevelse og regulering
av vannstanden i Glomma ovenfor Ågårdselva, Østfold.**



**Åge Brabrand, Trond Bremnes, Andreas Georg Koestler,
Jan Emil Raastad og Svein Jakob Saltveit**



**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.

**Tuneflua: masseforekomst, eggoverlevelse og regulering av
vannstanden i Glomma ovenfor Ågårdselva, Østfold.**

**Åge Brabrand, Trond Bremnes, Andreas Georg Koestler,
Jan Emil Raastad og Svein Jakob Saltveit**

**Naturhistorisk musèum,
Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske,
Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern,
0318 Oslo**

Forord

Sarpsborg, Fredrikstad, Rakkestad, Skiptvet og Våler kommuner ønsker å redusere plagene som skyldes tune-flua. I denne forbindelse ble Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk musèum, Universitetet i Oslo, kontaktet vinteren 2001. Det er opprettet en styringsgruppe for arbeidet, det såkalte tune-flueutvalget, 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 Gutulsrud 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.

Det er i tidligere undersøkelser dokumentert at tune-flua har spesielt stor bestand i Ågårdselva nedenfor Sølvstufoss, og området er uten tvil et helt sentralt område for klekking av tune-flua. Raastad (1975) foretok en geografisk kartlegging av knott i Østfold for spesielt å finne klekkesteder for tune-flue.

LFI har ovenfor tune-flueutvalget presisert behovet for å kartlegge de områdene der eggene til tune-flua ligger, for om mulig å relatere dette til bestemte økologiske forhold, herunder også vannstand og regulering. Det er i foreliggende rapport foretatt kartlegging av områder med tune-flueegg ovenfor Sølvstufoss, og det er gjennomført detaljerte laboratorieforsøk for å kartlegge under hvilke forhold eggene klekker. Undersøkelsene er gjennomført i 2004 og 2005, med enkelte tilleggsundersøkelser i april 2006. Professor Odd Halvorsen, Naturhistorisk museum, har bidratt med konstruktive diskusjoner om undersøkelsene på egg både i felt og i laboratoriet.

Den historiske oversikten over kotehøyder er gitt av Hafslund og Borregaard, og begge bedrifter takkes for velvillig å ha gitt data om reguleringsforholdene i Vestvannet og nedre Glomma. Glommen og Laagens brukeierforening (GLB) og NVE takkes for gamle og nye vannstandsmål for målestasjoner i nedre Glomma og Vestvannet.

Oslo 10. mai 2006

Åge Brabrand

Innhold

SAMMENDRAG	6
INNLEDNING	9
LIVSSYKLUS	10
Det voksne insekt	10
Stadier i vann	10
FELT- OG LABORATORIESTUDIER av EGG	11
Innsamling og metode for klekking	11
RESULTATER	12
Hvor finnes tune-fluelarver i nedre Glomma?	12
Vertikalfordeling av egg i Grøtet, Vestvannet	14
Klekkekurver	16
Minimumstemperaturer	18
Vanndekning, fuktighet og tørke	19
Drift av nyklekkete larver ovenfor Sølvstufoss	21
KAN MASSEFOREKOMST AV TUNEFLUE FORKLARES?	22
Eggbeltet og vannstand	22
Horisontal fordeling av egg	26
Hvilke kvaliteter ved lokalitetene er avgjørende for masseforekomst?	26
Krav til lokalitet	29
Naturtilstanden og regulering	32
Er det mer tune-flue nå enn før?	40
LITTERATUR	42

SAMMENDRAG

Det er i perioden 2003-2006 gjennomført feltstudier på egg og larver og laboratoriestudier på egg hos tune-flue, knottarten *Simulium truncatum*. Følgende er gjennomført:

- Gjennom feltstudier er den geografiske forekomsten av egg og larver i Glommavassdraget undersøkt mellom Vamma og Ågårdselva/Sarpsfossen, og i Isåa, utløpet av Isesjø.
- Det foretatt kvantitativ kartlegging av egg i forhold til reguleringshøyder der Ågårdselva renner ut av Vestvannet.
- Det er foretatt en vurdering av habitatkriterier som gir vellykket eggutvikling og klekking av tune-flueegg.

Tune-flue har én generasjon i året. Den klekker til voksent insekt rundt St. Hans, og sverming og egglegging skjer i siste del av juni og første del av juli. Eggene utvikler seg utover høsten og gjennom vinteren og klekker til små larver i første del av mai året etter. Nyklekkete larver driver passivt med vannstrømmen og etablerer seg på egnet område (fast underlag og strømhastighet 0,4-1,2 ms⁻¹). Larvene vokser raskt og forpupper seg i første del av juni. Etter 4-10 dager som puppe er en ny generasjon voksne tune-fluer på vingene.

I den undersøkte delen av Glommavassdraget ble det i 2004 funnet larver av tune-flue i:

- Ågårdselva nedenfor Vestvannet (andel av total mengde knott: 60-90 %),
- Trøsken (90 %)
- Isåa nedenfor Isesjø (5 %)
- Nipa øst før samløp med Glomma (5 %)

Fordeling av larver i nedre Glomma indikerer at det ikke er klekking av egg av tune-flue i Glomma nord for Furuholmen, da det ellers skulle forventes å finne tune-fluelarver på strømutsatte områder mellom Furuholmen og Sarpsfossen, områder som hadde andre arter knott. Rett ovenfor Trøsken er det funnet *ett* eggområde som kan tilføre Trøsken med larver, og i Grøtet er det funnet egg i et større område som forsyner Ågårdselva med tune-fluelarver.

Det er utviklet en teknikk for klekking av egg i laboratoriet. Teknikken kan brukes til å bestemme hvor mange egg som klekker i en gitt mengde slam som er samlet inn i felt. Klekkforsøk viste at egg av tune-flue etter egglegging og fram til neste vår ligger på land i strandsonen, men alltid i fuktig slam. Noen egg var klekkeklare i desember-januar, men en økende andel egg ble klekkeklare utover våren. Når eggene var klekkeklare (med synlig utviklet klekketann) medførte vanndekning og vannbevegelse at eggene klekket. I mars/april startet klekkingen bare få timer etter at eggene ble utsatt for vann og vannbevegelse, men stadig nye egg klekket over en periode på ca 30 døgn. Dette var hovedmønsteret både ved 2 °C og 12 °C.

Hvor og hvordan tune-flue legger eggene er ikke godt dokumentert, men det er sannsynlig at tune-flue legger egg på vegetasjon (blader) som er like over eller på vannoverflaten. Eggene faller av etter få dager og synker. Dette kan forklare at egg blir liggende i et belte langs land, der vertikal utstrekning er avhengig av tilgjengelig vannvegetasjon. Ytterst få egg klekket i slam samlet inn fra Grøtet **under kotehøyde 24,4**, som er laveste vannstand sommer, høst og vinter. Denne kotehøyden faller også sammen med endring i vegetasjonsbeltet. Sammenheng mellom regulering, strandvegetasjon og egglegging bør derfor dokumenteres bedre. Høyeste kotehøyde for egg er

bestemt av vannstanden under egglegging i begynnelsen av juli (**kote 25-27**). Mellom disse to kotehøydene ble det funnet eggtettheter i mars/april fra under 10 egg dm⁻² til 3000-5000 egg dm⁻².

Det faktum at egg klekker i store mengder i slam fra fuktig strandsone, kan indikere at egg av denne knottarten *ikke kan* utvikle seg ved å ligge i vann. Denne indikasjonen forsterkes ved:

- At vannstandsheving uten temperaturheving i slutten av april i 2005 øyeblikkelig (døgn) ga larver av tunefluer i Ågårdselva.
- Fravær av tuneflue på en rekke lokaliteter (både i nedre Glomma og i Østfold generelt) der tuneflue burde forekomme hvis egg kunne utvikle seg ved å ligge i permanent vann.

Lavvannstanden på kote 24,4 og nivået på flomtoppen under egglegging vil derfor avgjøre bredden på ”eggbeltet”. Dette kan være et mål for mengde egg av tuneflue som klekker året etter.

Laboratorieforsøk viste at egg samlet inn i februar tålte (minst) 9 døgn ved -16 °C, og det var ingen signifikant forskjell i klekkesuksess mellom egg som var holdt i laboratoriet ved -3 °C og +5 °C. Temperaturmålinger vinteren 2005 viste vanligvis temperaturer mellom -2 °C og +4 °C, men at det i korte perioder uten snø ble observert temperaturer ned mot -11 °C der eggene lå. Det konkluderes med at egg tåler de vintertemperaturer som forekommer i området.

Laboratorieforsøk viste at egg var følsomme for uttørking. Det ble funnet 100 % dødelighet etter 3-4 døgn hos egg i øyestadiet som ble oppbevart ved 8 °C i petriskål uten tilførsel av fuktighet. Klekkeklare egg med klekkeskall var spesielt følsomme. Her var det 50 % dødelighet etter 8 timer. Det konkluderes med at egg må ligge i fuktig slam gjennom hele eggutviklingsperioden.

I felt ble det påvist betydelig grunnvannssig i morenemasser over et tett sjikt av leire nøyaktig der klekkeklare tuneflueegg ble observert i Grøtet ovenfor Ågårdselva. Dette kan gi en konstant tilførsel av fuktighet som gir høy eggoverlevelse i nettopp dette området. Tilsvarende grunnvannssig og egg av tuneflue ble funnet i et mindre område ovenfor Trøsken.

Lokalisering av egg i forhold til kotehøyde, observasjon av grunnvannssig og laboratorieforsøk viser at en bestemt type **vannstandsvariasjon** sammen med tilstedeværelse av **konstant fuktig slam** kan være to nøkkelfaktorer for eggoverlevelse hos tuneflue. Forsommerflom under egglegging (ca 20. juni-15.juli) og deretter lavvannstand, sikrer at egg blir liggende på stranda over lavvannstanden. Dette gir et potensiale for tuneflueegg i store deler av den nedre delen av Glomma. Krav om konstant fuktighet kan forklare at bare enkelte områder gir overlevelse av egg fram til klekking.

Undersøkelsen viser at utløpsområdet fra Vestvannet til Ågårdselva er et svært viktig område for egg av tuneflue. Det er sannsynlig at forekomsten av tuneflue i Ågårdselva og Trøsken, med de tilhørende eggområder i et definert koteintervall, på en eller annen måte er knyttet til vannstanden. Deler av vannstandsregimet i nedre Glomma er forårsaket av menneskestyrt regulering, mens andre deler er klimastyrt. Det antas at tre elementer ved selve vannstanden (sammen med fuktighet) er avgjørende for tuneflueegg:

Vårflommen: Tidspunktet for denne styres av klima og er ikke menneskestyrt, selv om fylling av magasiner kan gi en forsinkelse (dager). Flomtidspunktet varierer lite i tid, og flommen er

langvarig (3-4 uker, dvs. gjennom hele larveutviklingen). Faste flomperioder og flommens varighet er to forhold som er forårsaket av at vassdragsavsnittet ligger langt nede i et stort vassdrag, der flomutviklingen styres av den klimatiske utviklingen over store deler av Østlandet med snøsmelting både fra lavland og høyfjell. Det viktige for klekkingen av eggene er at vårfloppen dekker hele eggbeltet med vann, hvilket betyr at flommen i mai må være like stor eller større enn vannstanden under egglegging året før. Vannstandsdata viser at det alltid er tilfelle.

Forsommer flom i slutten av juni–begynnelsen av juli er forårsaket av snøsmelting i høyfjellet både i Gudbrandsdalen og Østerdalen. Tidspunktet styres av temperaturutviklingen, og er ikke menneskestyrt. Nivået bestemmes bl.a. av temperaturutviklingen, sammen med eventuell nedbør. Regulering vil imidlertid senke flomnivået i enkelte år, og på den måten gjøre eggbeltet med tuneflueegg mindre.

Lavvannstand sommer, høst og vinter mellom Vamma og Sarpsfossen, og derved også i Minge-vannet med Trøsken og Vestvannet med Grøtet er styrt av regulering, vesentlig i Sarpsfossen. I Trøsken og Grøtet er lavvannstanden vanligvis på ca kote 24,4, selv om lavvannstanden ikke kan betraktes som en fast regulerings høyde (LRV). Det er imidlertid lavvannstanden som definerer eggbeltets nedre kotehøyde. Det er sannsynlig at den mer konstante lavvannstanden er en viktig faktor ved reguleringen som gir eggoverlevelse hos egg av tuneflue. Hvor lenge eller ved hvilke utviklingsstadier egg av tuneflue må ligge på land er ikke dokumentert i denne undersøkelsen.

Når først vannstand og fuktighet gir eggoverlevelse fram til klekking, vil strandsonens utforming og substrat være abiotiske faktorer som avgjør arealet med egg. Lav helningsvinkel på stranda i nedre Glomma gjør at selv en beskjeden vannstandsvariasjon vil berøre store strandflater. Vegetasjon i strandsonen vil gi lavere vannhastighet og derved øke sedimenteringen av egg, og mudder vil gi jevnere fuktighet, uten at dette er godt dokumentert. **Strandvegetasjon** langs land og sannsynligvis tilgjengelig **næring** for larvene har økt som følge av den generelle eutrofi-utviklingen i vassdraget. Dette alene kan imidlertid ikke forklare dagens regelmessige og årvisse masseforekomst, og det er sannsynlig at dette er knyttet til dagens regulering av nedre Glomma.

Dagens dam i Sarpsfossen er fra 1954 og i Sølvstufoss fra 1936. Mens det før 1936 var en lavvannstand i Vestvannet på kote ca 23,30, ble lavvannstanden etter 1954 hevet til kote 24,36. I 1906 ble en naturlig terskel som hindret vann å renne gjennom Trøsken når vannstanden i Glomma var mindre enn 500 m³/s sprengt bort. Basert på vannstandsmålinger i Sarpsfossen i perioden 1851-1905 ser det ut til at det den gang var **i)** større variasjon i hvor lenge areal med egg ble liggende over vannlinjen og **ii)** at eggleggingsarealene ble liggende på en høyere kotehøyde sammenliknet med vintervannstanden.

Dette medførte **i)** at vannstanden påfølgende vår seinere nådde opp til eggene og **ii)** at det var mindre fuktighet i substratet fordi høydeforskjellen mellom eggarealet og vannspeil i elva vinter og vår var større. Det er derfor sannsynlig at bestanden dengang på langt nær var så tallrik. Vannstand den gang medførte **i)** større variasjon i kotehøyde ved egglegging, **ii)** færre måneder med tørrlagt strand, **iii)** mindre fuktighet i substratet og **iv)** større variasjon i tidspunkt for klekking. Dette er alle faktorer som trekker i retning av mindre totalbestand og større variasjon i klekkesuksess hos tuneflue sammenliknet med nåtilstanden.

INNLEDNING

I undersøkelse gjennomført av Raastad (1975) ble det i Østfold påvist til sammen 28 arter knott. Tuneflua, *Simulium truncatum* (Lundström, 1911), var den mest tallrike arten. Det ble 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 5 knottarter: *Simulium truncatum* (tuneflua), *Simulium rostratum* (Lundström, 1911) (tidligere kalt *sublacustre* Davies), *Simulium equinum* (Linné, 1758), *Simulium noelleri* Friederichs, 1920 og *Simulium tumulosum* Rubzov, 1956 (Raastad 1975, Brabrand m. medarb. 2003). Av disse er det bare *S. truncatum* som i særlig grad biter på mennesker. Mens tuneflua har én generasjon i året, har *S. tumulosum*, *S. noelleri* og *S. rostratum* to årlige generasjoner, mens *S. equinum* kan ha tre. Det er sannsynlig at det foreligger konkurranse mellom de fire artene, der fysisk plass antas å være den begrensende ressurs hos larvene. Men det understrekes at tuneflua er den totalt mest tallrike art, og at området nedenfor Sølvstufoss periodevis nærmest er å betrakte som en monokultur for tuneflua.

Den foreliggende undersøkelsen har følgende målsettinger:

- Hvor i vassdraget finnes det larver av tuneflue?
 - Finnes det larver av tuneflue på andre lokaliteter i nærområdene til Ågårdselva, spesielt i Glomma opp til Vamma?
- Årsak til masseforekomst
 - Vannstandsregime og regulering
 - Kreves og/eller tåles frysing og/eller tørke?
 - Tiden – programmert hvileperiode?
- Larveutvikling i Ågårdselva
 - Forklare langtidstrender
 - Virkning av sedimentering, eutrofi, vegetasjonsutvikling

Hovedspørsmålet i undersøkelsen er knyttet til årsaken til masseforekomsten av tunefluelarver i nettopp i Ågårdselva. Det er et tankekors at larver av tuneflue har så liten geografisk utbredelse i nedre Glomma, og nesten utelukkende å ha masseforekomst i Ågårdselva. Vi vurderer masseforekomsten å ikke være forårsaket av en bestemt vannkvalitet i Ågårdelva eller bare til vannstanden, vannføringen eller bunnforholdene, siden disse er tilnærmet like på en rekke lokaliteter i Glomma nedenfor Vamma. Videre er det ikke grunnlag for å anta at selve eggleggingen hos tuneflue er begrenset til Ågårdelva og området ved Sølvstufoss. Det er ikke funnet vandring tilbake til klekkestedet ("homing") hos tuneflue eller andre knottarter (Hunter & Jain 2000). Vannhastighet kan forklare forekomsten i Ågårdselva, men ikke hvorfor tunefluelarver ikke forekommer andre steder i Glomma nedenfor Vamma med tilsvarende vannhastighet.

Vi vurderer masseforekomsten av tunefluelarver i Ågårdselva å være knyttet til en eller flere nøkkelfaktorer som gir stor eggoverlevelse. Innledende undersøkelser våren 2003 viste stor forekomst av egg av tuneflue i strandområdene i Vestvannet. Det er derfor foretatt kartlegging av egg i dette området og utført eksperimentelle studier i laboratoriet for å kartlegge faktorer som gir klekking. Det er vurdert at eggoverlevelse er livssyklusens "svake punkt", og at det her ligger muligheter for tiltak.

LIVSSYKLUS

Det voksne insekt

Tuneflua, *Simulium truncatum*, er som larve fullstendig avhengig av rennende vann for å fullføre sin utvikling. Livssyklus omfatter egg, larve, puppe og voksent insekt (Fig. 1). For en mer omfattende beskrivelse, se Raastad (2002).

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.

Stadier i vann

Tuneflua overvintrer som egg. Eggene er uregelmessig triangulære og i størrelse 0,15 x 0,30 mm (Fig. 3). 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 (Usova 1961). Eggene er først blekt hvitgule, og etter hvert mer oker-brune. Eggene er meget vanskelige å påvise i naturen. De blir lagt like etter hovedsvermingen midtsommers.

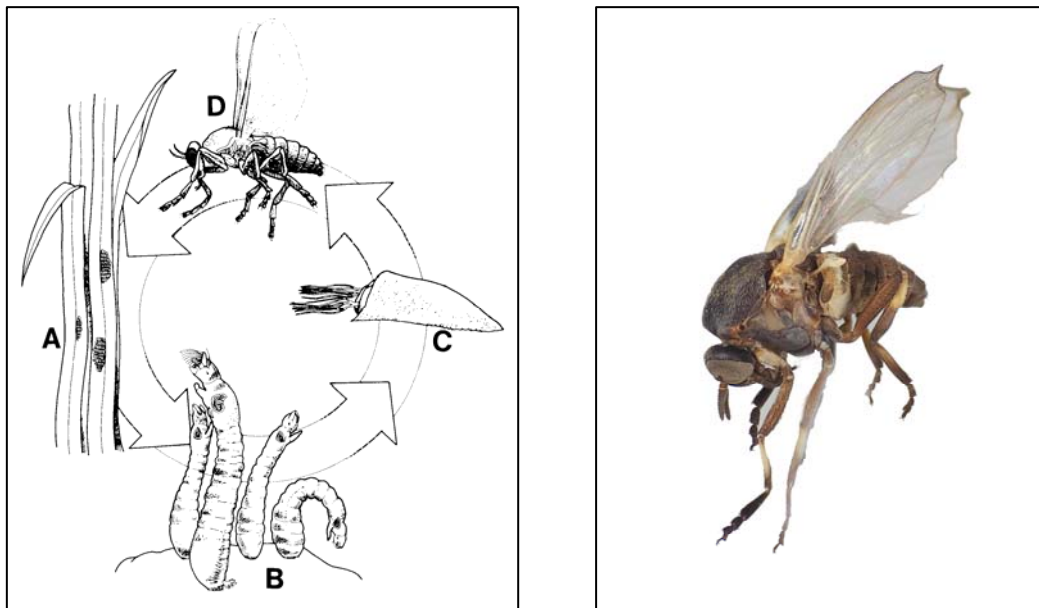


Fig. 1. Livssyklus hos tuneflue. A: Egg. B: Larve. C: Puppe. D: Voksent insekt (etter Raastad 1983).
Foto: Karsten Sund.

Eggene klekker i slutten av april og begynnelsen av mai, en periode som sammenfaller med endring i vannstand/vannføring, og til en viss grad også med vanntemperaturen. De nyklekkete larvene er ute av stand til å svømme, men kan bevege seg på underlag (stein, gress, kvist) omtrent

som målerlarver. Men passiv drift må ha stor betydning for hvor de nyklekkete larvene havner og utvikler seg videre til puppe og imago.

Etter hvert som de blir eldre vil larvene trekke seg utover mot større steiner i strykpartiene. 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 (40-120 cm sek⁻¹.) med steinbunn eller rotfast vegetasjon.

Larven skifter hud flere ganger under veksten, og oppnår en lengde på 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.

FELT- OG LABORATORIESTUDIER AV EGG

Innsamling og metode for klekking

Det er utviklet metodikk for å klekke egg av knott som ligger i slam. Larver av knott krever rennende vann, og for å skape rennende vann uten bruk av pumpe og slanger er det benyttet magnetrører i 5 liters plastkar (Fig. 2). Magnet (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. Magnetens vannbevegelse i karet, og nyklekka knottlarver kunne drive passivt gjennom spaltene og feste seg på magneten for å oppnå rennende vann. Magnetten ble tatt opp daglig, lagt i etanol i petriskål slik at knottlarvene kunne telles. Antall knottlarver fra en gitt mengde slam kunne derved beregnes.

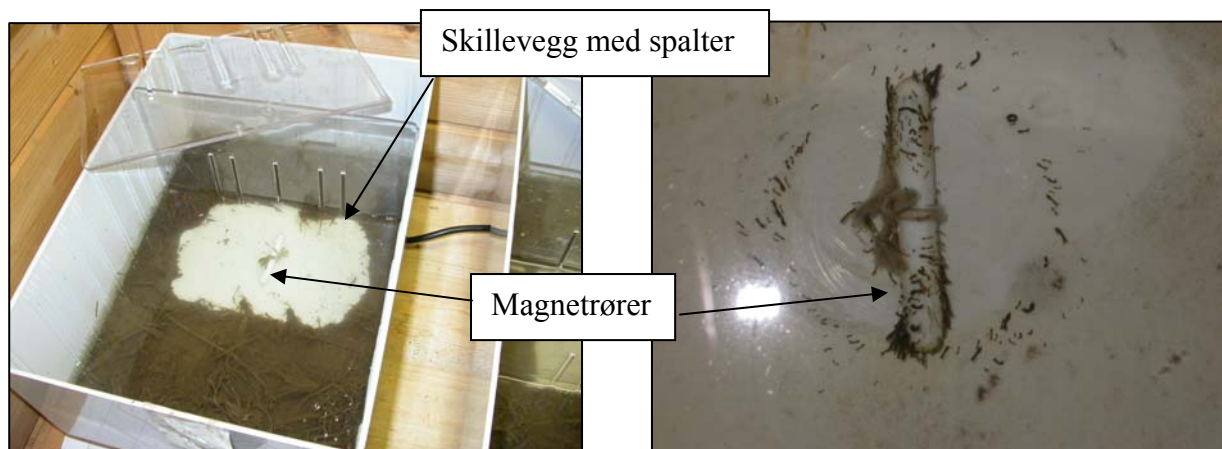


Fig. 2. Knottegg i slam klekkes i kar med magnetrører. Nyklekka larver fester seg på magneten og oppnår derved å oppholde seg i rennende vann. Større larver fester seg også på bunnen i nærheten av magneten (høyre). Magnetten kan tas opp, skyldes for larver og legges tilbake.

Det ble gjennomført forsøk for å kartlegge:

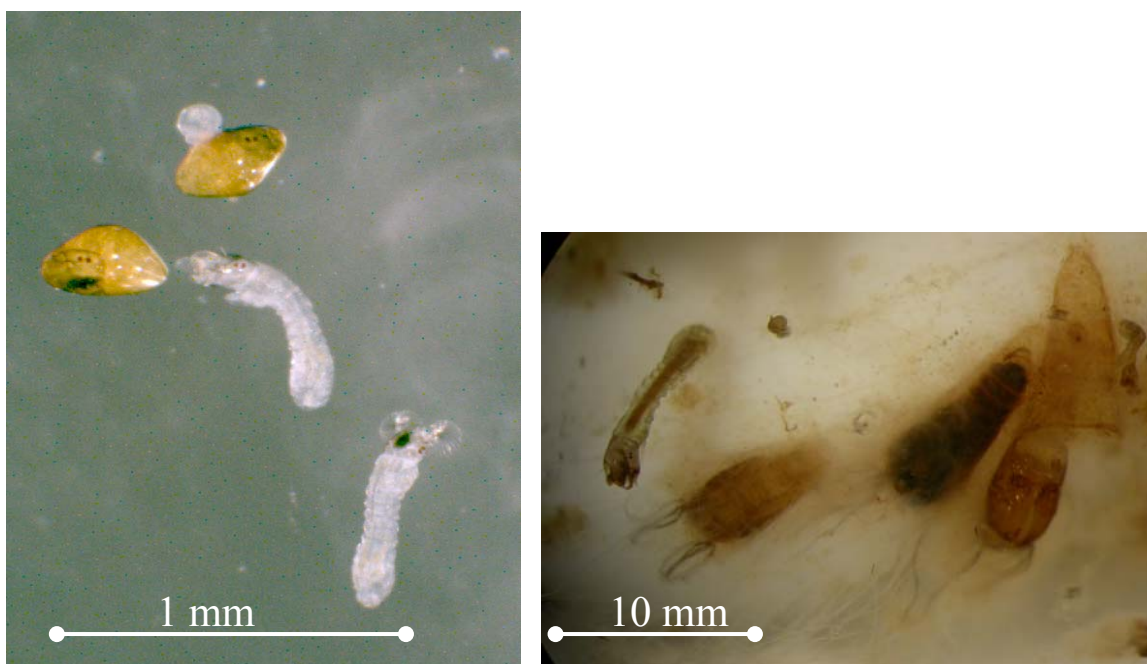
I felt:

- Fastslå lokaliseringen av egg i forhold til vannstand
- Fastslå eggutviklingsforløpet i felt

Ekperimentelt:

- Overlevelse av egg utsatt for ulike temperaturer
- Overlevelse av egg utsatt for ulik grad av fuktighet

Egg og små larver av knott lar seg ikke artsbestemme på vanlig måte. En del larver ble derfor holdt i kultur fram til store larver og voksent insekt for sikker artsbestemmelse. Egg som ble tatt fra strandsonen i Grøtet (ovenfor Ågårdselva) viste seg å bare være tunefflue. Denne måten å artsbestemme på er tidkrevende og ikke helt enkel å gjennomføre. Det bør her utvikles genetiske teknikker for rask og sikker artsbestemmelse av egg og små larver.



*Fig. 3. **Venstre:** Klekkeklare egg og nyklekkete larver av tunefflue (*Simulium truncatum*) innsamlet i slam fra Grøtet (Vestvannet) i april 2004. Fra tidlig høst (august) kan tydelige øyne ses på embryoet inne i egget. Like før eggene klekker (dager) utvikles en tydelig klekkeskott på baksiden av hodet. Denne var også tydelig på nyklekkete larver. Øyne og sort klekkeskott kan ses både på larve både før (i egg) og etter klekking. **Høyre:** Stor larve og 3 pupper av tunefflue på magnet.*

RESULTATER

Hvor finnes tuneffluelarver i nedre Glomma?

Våren 2004 ble det samlet inn egg og knottlarver fra en rekke lokaliteter i nedre Glomma. Det ble foretatt innsamling av slam i april 2004 og larver i midten av mai 2004 på en tid da ble påvist store mengder larver av tunefflue i Ågårdselva. Den geografiske fordelingen er vist i Fig. 4. Larver av tunefflue ble påvist på følgende lokaliteter:

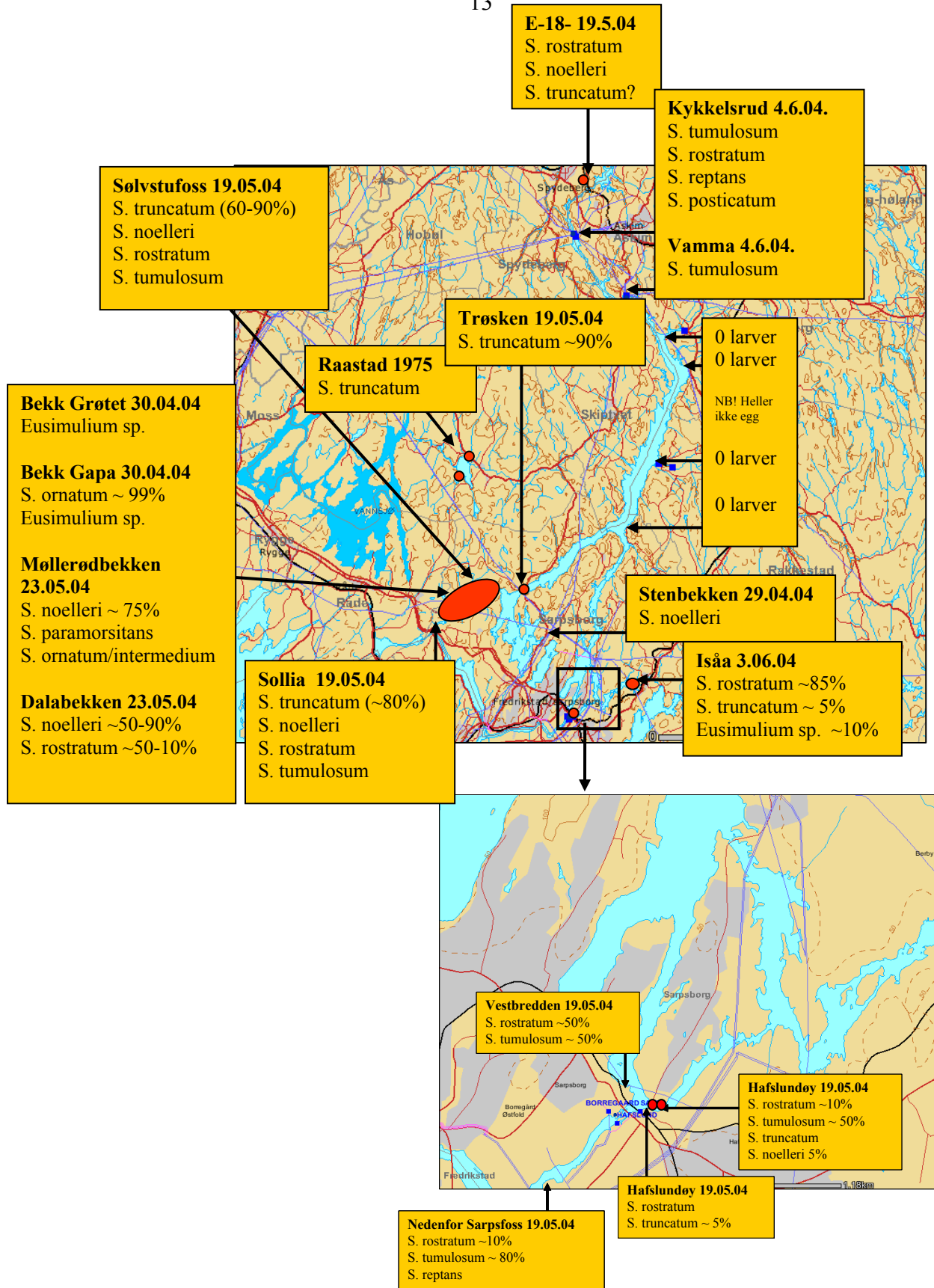


Fig. 4. Arter av knott funnet som larver i nedre Glomma i mai 2004 på en tid da tune flue forekommer som larver i Ågårdselva. Lokalteter med tune flue er merket rødt.

- Isåa, utløpselva fra Isesjø (små mengder)
- i et mindre sideløp øst for Hafslundøya (små mengder)
- Trøsken (dominerende)
- Ågårdselva (dominerende)

Av de øvrige artene var det *Simulium rostratum* (tidligere kalt *sublacustre*) og *Simulium tumulosum* som var til stede i store mengder på flere av lokalitetene i hovedvassdraget, mens *S. noelleri* fantes i flere av sidebekkene til Ågårdselva.

I tillegg finnes larver av tuneflue i utløpselva til Sæbyvann (Raastad 1975), en lokalitet som ble bekreftet våren 2005. Tettheten av larver er såpass stor at lokaliteten kan ha betydning for de plagene som påføres befolkningen i Skiptvet.

Vertikalfordeling av egg i Grøtet, Vestvannet

Antall larver av knott som er klekket eksperimentelt i slam innsamlet i april 2004 fra forskjellige kotehøyder langs 3 profiler viser stor romlig variasjon, fra mindre enn 5 larver langs profil 3 til 1000-3000 langs profil 2 (Fig. 5). Felles for de tre profilene er at det ikke ble funnet larver i slam samlet inn fra kotehøyde høyere enn 25,8 m o.h. Dette tilsvarer den høyeste vannstanden i den perioden tuneflue antas å legge egg, 20. juni-15. juli.

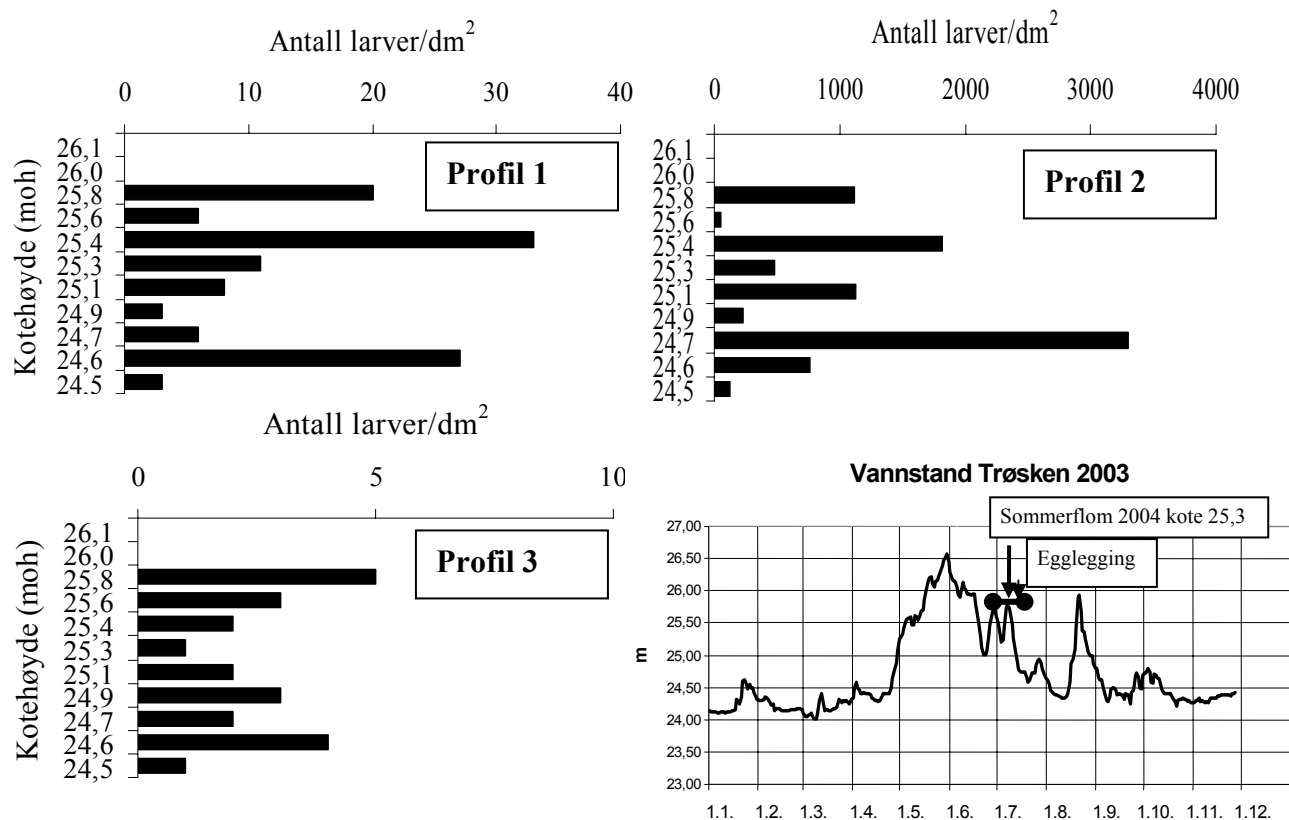


Fig. 5. Antall larver av knott klekket eksperimentelt i slam samlet inn fra 3 vertikallprofiler i Grøtet ovenfor Sølvstufoss, Vestvannet, i april 2004, og vannstanden i Vestvannet i 2003 da eggene ble lagt (juni/juli).

I 2005 ble det funnet et smalere belte med egg i strandsonen. Dette ble observert både i mars og april ved direkte telling av egg og ved telling av nyklekkete larver (Fig. 6).

Det ble ikke funnet egg som klekket høyere enn kote 24,9, som er en kotehøyde lavere enn sommerflommen sommeren 2004. Det ble også funnet svært få egg som klekket ved kote lavere enn 24,4-24,5.

Det ble funnet egg ved direkte telling mellom kote 24,6 og kote 24,8. Strandområdene dekkes imidlertid ganske ofte med vann i forbindelse med høstflommer og i sjeldnere tilfeller også om vinteren.

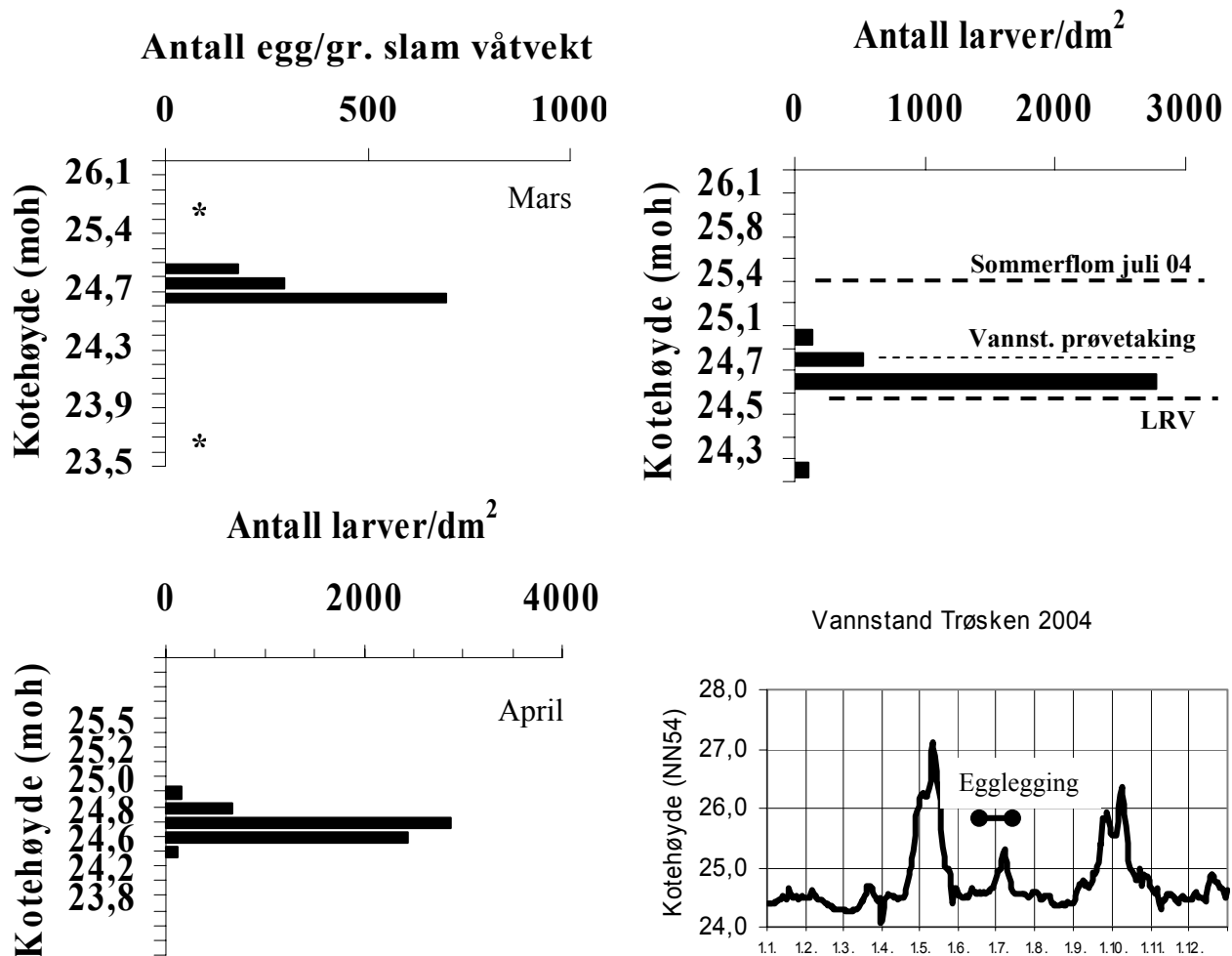


Fig. 6. Tetthet av egg (telling i slam) og larver av knott klekket eksperimentelt i slam samlet inn i mars og april 2005 fra samme vertikalprofil i Grøtet ovenfor Sølvstufoss, Vestvannet. Merk forskjellig skala for kotehøyde. Larver og voksne tunefluer i 2005 er lagt som egg sommeren 2004, anslagsvis i perioden 20. juni – 15. juli. *: Prøvetaking uten funn av egg.

Det er samlet inn slam med egg fra Grøtet på forskjellige tidspunkter fra 2004-2005 og som er forsøkt klekket eksperimentelt. Følgende observasjoner er gjort:

1. Egg samlet inn i august 2004 klekker ikke
2. En liten andel egg samlet inn i desember 2004 klekker
3. Fra desember 2004 til naturlig klekkeperiode i april/mai 2005 øker andelen egg som klekker eksperimentelt
4. Klekkeklare egg klekker ved den minste vannbevegelse, og mekanisk påvirkning er sannsynligvis en faktor som forserer klekkingen.
5. Klekketann utvikles uten at eggene er dekket med vann, men vanddekning forserer utvikling av klekketann
6. Nyklekket larve kan leve i laboratoriekolbe i stillestående vann i 12 dager ved 2,5 °C

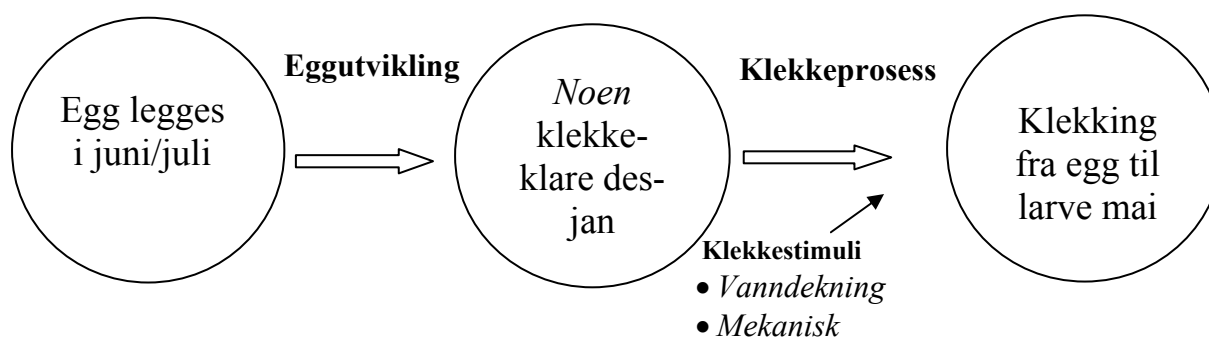


Fig. 7. Sjematisk fremstilling av eggutvikling fram til larve hos tuneflue. Egg legges i juni/juli i vann ved høy vannstand. Vannstanden synker og eggene blir liggende i strandsonen. Eggutviklingen skjer fram til vårflommen i slutten av april/begynnelsen av mai. Områdene der eggene ligger dekkes da med vann og eggene klekker. Det bør skilles mellom 1) eggutviklingsperioden fram til klekkeklare egg og 2) selve klekkeprosessen som utløses av klekkestimuli.

Klekkekurver

Slam med egg av tuneflue som er samlet inn i mars – april og som settes i klekkekar med magnetrører viser klekkekurver som vist i Fig. 8. Klekking av egg begynner nærmest umiddelbart (4-8 timer), og i løpet av 3-5 døgn er 60-90% klekket. Egg i slam samlet inn 19. januar 2005 hadde et tregere og jevnere klekkeforløp for egg som lå høyere enn vinterflommen 8-10. januar 2005. Egg som ble dekket av vann og senere ble liggende på land over vannlinjen hadde et klekkeforløp mer sammenliknbart med slam samlet inn i mars – april.

Slamprøve innsamlet i april 2005 viste betydelig raskere klekking ved 12 °C enn ved 2 °C, og 60 % hadde klekket etter 5 døgn ved 12 °C, mens dette tok 15 døgn ved 2 °C. Det er derfor tydelig at klekkeprosessen styres av bl.a. temperaturen. Selv om forsøkene ble kjørt med kun en parallell, er det ikke grunnlag for å si at det totale antall egg som klekket var forskjellig (12 °C: n = 4244, 2 °C: n = 5411). Dersom temperaturen omregnes til døgngradantall (ikke vist i fig.) er det tydelig at klekkingen ved 2 og 12 °C er direkte avhengig av tilført døgngradantall de første 10 døgn. Deretter er det sannsynlig at andre faktorer i tillegg styrer klekkeforløpet.

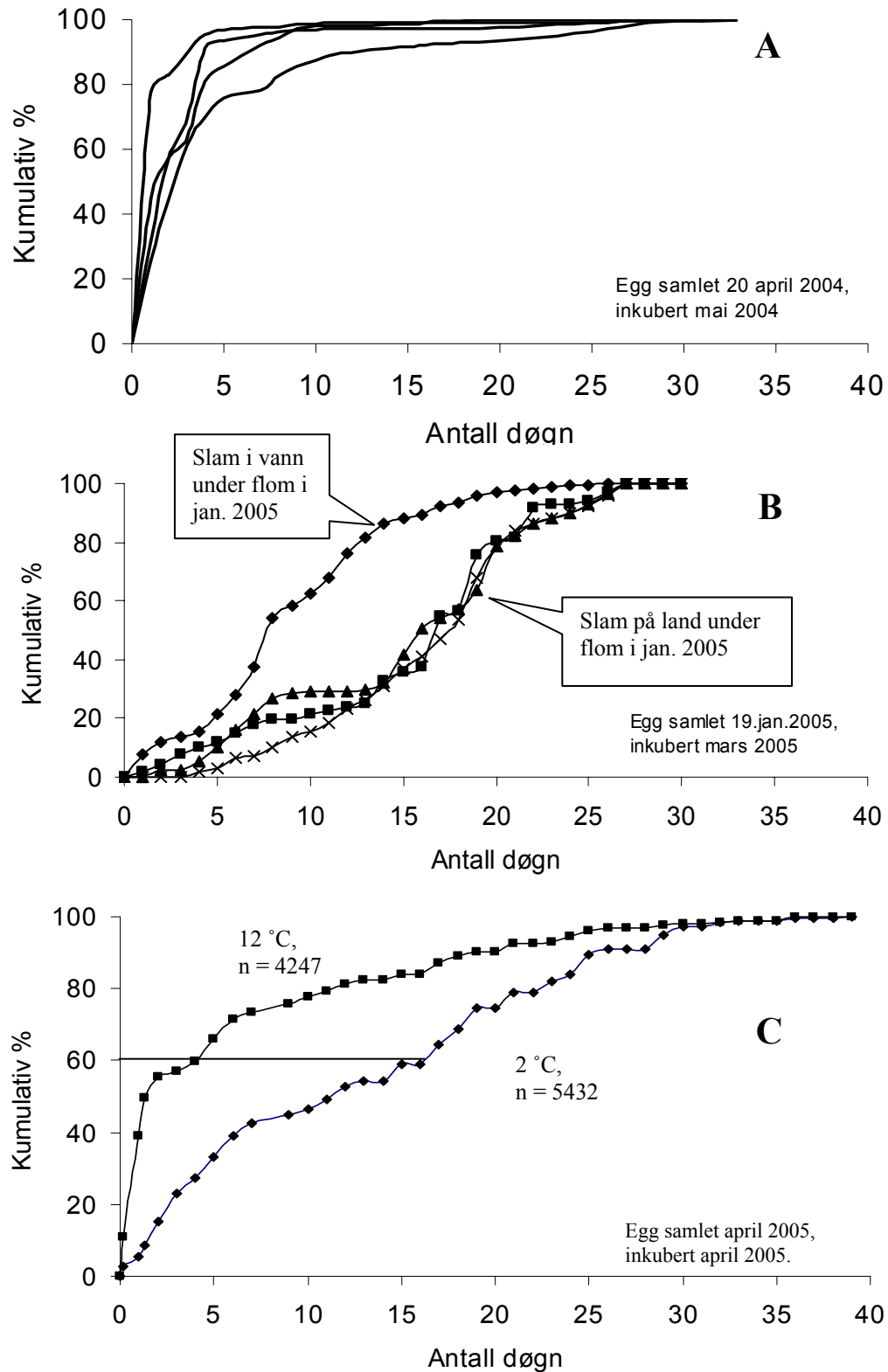


Fig. 8. Kumulative klekkekurver. Slam er samlet i felt ved Grøtet i april 2004, januar 2005 og i april 2005 og klekket eksperimentelt. Slam fra april 2005 er kjørt ved 2 °C og 12 °C, og linje viser 60% klekking etter 5 døgn ved 12 °C og etter 15 døgn ved 2 °C.

Eggene starter klekking allerede etter få timer også ved 2 °C. Sett i sammenheng med vårutviklingen kan derfor ikke heving av vanntemperaturen forklare at egg begynner å klekke. Vanntemperaturen i Vestvannet er lav i hele den aktuelle perioden klekkingen foregår, 4-6 °C. Siden klekking skjer allerede ved 2 °C konkluderes det med at klekketidspunktet er knyttet til vannstandsheving og ikke primært til heving av temperaturen. Når vannstanden stiger blir eggene dekket med vann. Når dette skjer i slutten av april løser også isen seg opp og eggene blir derved også utsatt for en viss mekanisk påvirkning (bølgeslag, strøm). Eggene begynner da klekkingen umiddelbart (Fig. 7). Det kan derfor tenkes at tilsvarende vannstandshevninger midtvinters ikke har samme virkning.

For alle eksperimentene ble det observert nyklekkete larver over en periode på ca 30 døgn. Dette ble observert ved både 2 °C og 12 °C. Dette er en viktig observasjon, fordi overført til felten betyr det at det ligger et reservoar av egg med potensiale for å klekke over en lengre tidsperiode. På den ene siden er det klekkeklare egg allerede i desember/januar, på den andre siden kan egg klekke over en periode på ca 30 døgn etter at de er dekket med vann.

Dette kan være noe av forklaringen på at det i midten av mai 2001 ble observert stor variasjon i størrelse på larver av tune flue i Sølvstufoss. I tillegg kommer det at hevingen faktisk skjer over en viss tid, avhengig av flomutviklingen. Den tilsynelatende synkrona larveetableringen kan derfor strekke seg over en lengre periode. Det betyr at det kan skje nyetablering etter uttørring.

Minimumstemperaturer

Slam ble samlet inn og eksponert for konstant lav temperatur i 9 døgn og deretter satt til klekking. Disse forsøkene ble utført på slam innsamlet tidlig i sesongen (5.des.2004), fordi eggene da har en forventet kaldværsperiode foran seg. Klekkeforsøk viste at egg av tune flue klekker til larver etter at de ble eksponert for temperaturer ned til -16 °C (Fig. 9). Det var ikke signifikante forskjeller mellom -3 °C og +5 °C. Temperturloggere (tiny-tag) viste at temperaturen vinteren 2005 ikke var lavere enn -10 °C på slamoverflaten, selv ved lavere lufttemperatur. Grunnvann, snødekke og dekke med fjorårsvegetasjon bidrar til mildere mikroklima der eggene ligger.

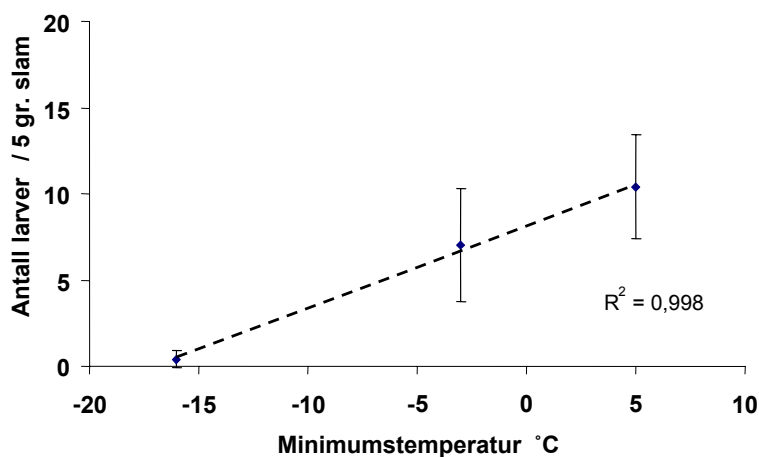


Fig. 9. Totalt antall larver klekket fra slam samlet inn fra Grøtet 5. des. 2004 og eksponert for -16 °C, -3 °C og +5 °C i 9 døgn før klekking i laboratoriet.

Det konkluderes med at lave vintertemperaturer i området ikke er begrensende for eggutviklingen. Forsøkene viser ikke hvorvidt lave temperaturer er en forutsetning for eggutviklingen.

Vanndekning, fuktighet og tørke

Enkle forsøk viste at øyegg av tune flue var følsomme for tørke. Tørke i denne sammenheng var oppbevaring av slam i åpen petriskål, sammenliknet med slam som var fuktig. Etter 7 døgn i åpen skål ble det funnet 100 % dødelighet. Overlevelseskurve viser at ved 8 °C er det nær 100 % dødelighet for egg i slam etter 3-4 døgn (Fig. 10).

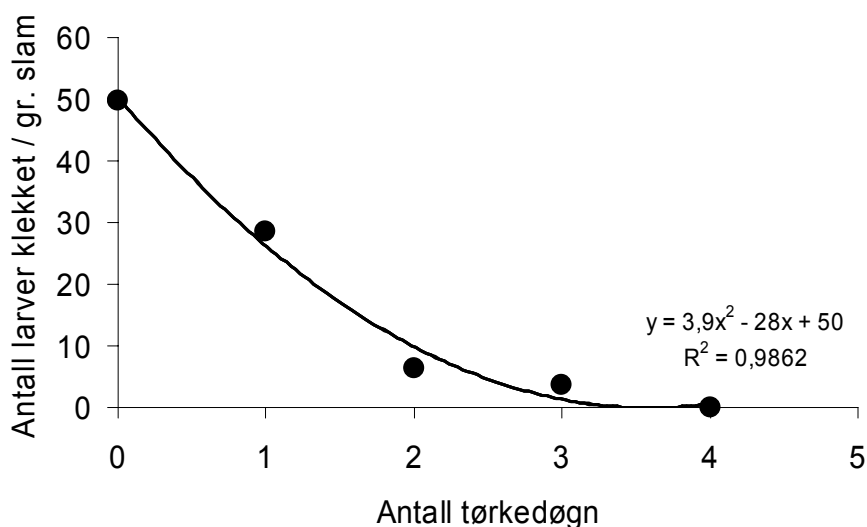


Fig. 10. Overlevelseskurve for egg av tune flue i slam utsatt for tørke (åpen petriskål ved 8 °C).

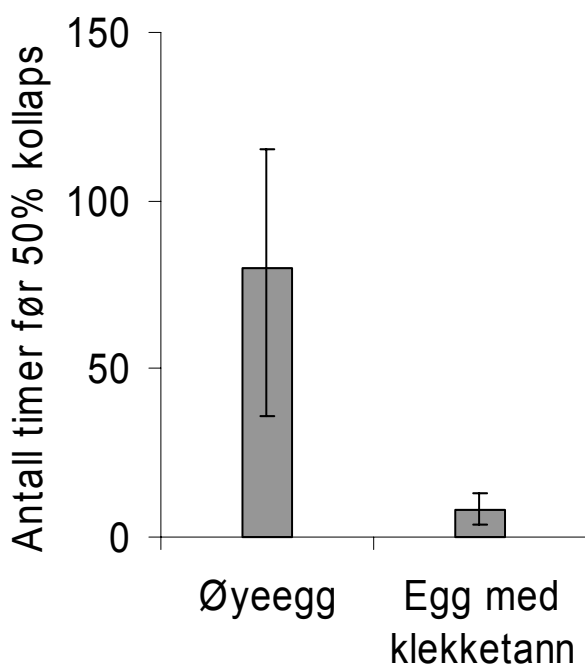


Fig. 11. Antall timer uten fuktighet før 50 % "kollaps" for øyegg og for egg med klekketann. Forsøkene ble gjennomført ved 8 °C.

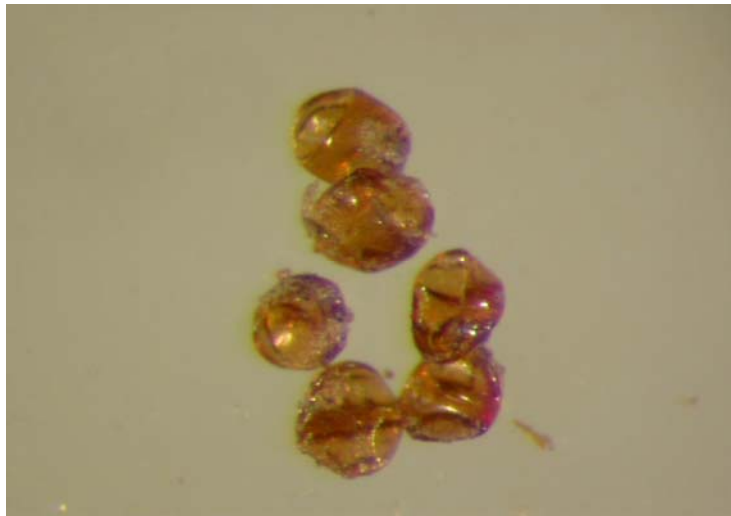
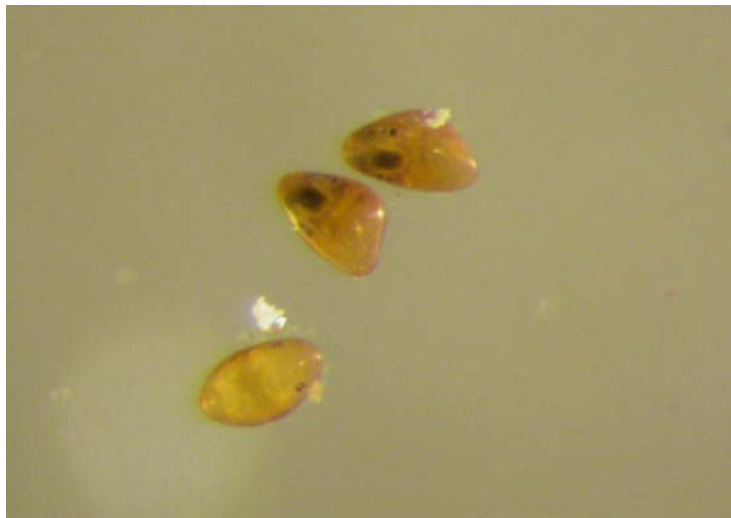
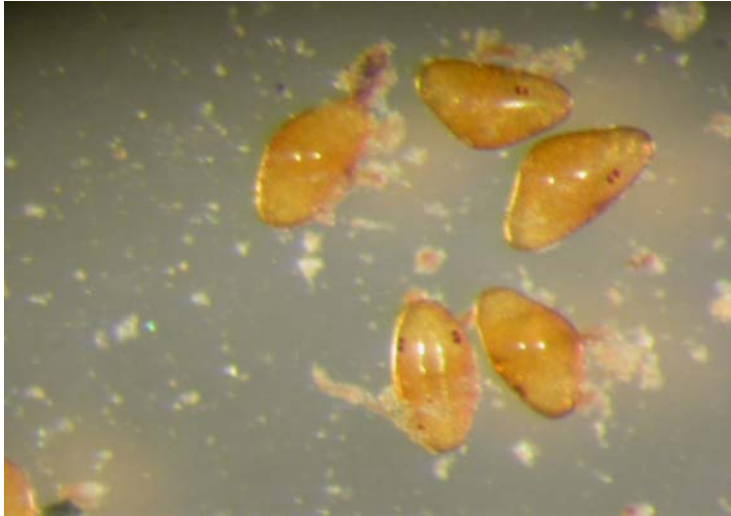


Fig. 12. Egg av tuneflye. Øverst: Egg med øyeflekker. Midten: Egg med øyeflekker og klekktann. Nederst: Egg som har kollapset etter oppbevaring uten fuktighet.

Egg er mer følsomme enn resultatene i Fig. 10 skulle tilsi, fordi egg som tas ut av slam og som deretter oppbevares uten tilførsel av fuktighet kollapser etter noen timer. Egg med klekkestann har 50 % kollaps etter ca 8 timer (Fig. 11). Eggene får samme form som en ball med hull som trykkes sammen (Fig. 12), en form som ikke endres når eggene blir lagt i vann. Kollaps i denne sammenheng er døde egg.

Drift av nyklekkete larver ovenfor Sølvstufoss

Det ble i slutten av april 2006 gjennomført innledende forsøk for å fange opp drivende larver i Grøtet. Enkle strømkonsentratorer i form av trakter ble plassert på bunnen langs to tverrsnitt over kanalen i Grøtet, henholdsvis H' og G'. Feller ble plassert med tre paralleller både nær land på begge sider av kanalen og midt i kanalen. Plasseringen hadde til hensikt å avklare om larver også kan komme fra Vestvannet, og ikke bare fra Grøtet. Det ble laget følgende forventninger:

- Larver som fanges opp i feller i tverrsnitt G' må ha kommet fra Vestvannet, mens larver over tverrsnittet H' må ha kommet til mellom G' og H'. Dersom det er like mye larver langs G' og H' vil det komme mye larver også fra Vestvannet. Dersom det er mye larver langs H', og lite langs G', vil Grøtet være området som bidrar med larver.
- Dersom det er mer larver på feller nær land sammenliknet med de fellene som ble plassert midt i kanalen må det konkluderes med at larvene kommer fra egg som ligger i strandsonen.

Fellene sto ute i perioden 25.4-3.5.2006 med vannstand stigende fra kote 24,65 til 25,20, og derved vanddekkning av den nedre del av strandsonen med klekkeklare egg.

Tabell 2. Gjennomsnittlig antall knottlarver (± 95 % konfidensintervall) med klekkestann funnet i feller i perioden 25.4-3.5.2006 i to transekter over utløpsområdet ved Grøtet, H' nedenfor tidligere påvist eggområde i kanal, G' i overgang Vestvannet-kanal mot Sølv, se Fig. 16.

Transekt	Antall larver
H': Nedenfor eggområdet i kanal	71 \pm 68
G': Overgang Vestvannet-kanal	0,2 \pm 0,4

Det var signifikant større antall larver funnet i transekt H' sammenliknet med G' (Tabell 2). En ikke kontrollerbar faktor er vannhastigheten, en tilsynelatende viktig faktor for større larver knott, men hvis betydning for nyklekkete larver utover drift er vanskelig å vurdere. Resultatene tolkes allikevel slik at det ikke kommer vesentlige mengder larver fra selve Vestvannet, og at larver tilføres vannmassene mellom G' og H', altså fra kanalen og nedover mot Sølvstufoss.

Langs transekt H' var det lite larver langs den nordlige bredden, men her sto fellene bare delvis under vann, og til dels i en bakevje. Fellene midt i kanalen og langs sydlig bredd sto relativt likt, og det var signifikant større antall larver langs sydlig bredd med et gjennomsnitt på 205 larver (± 56) og gjennomsnittlig 5,7 larver ($\pm 5,7$). Resultatene tolkes slik at bidraget av nyklekkete knottlarver kommer fra bredden og at bidraget ikke er jevnt fordelt over tverrsnittet.

KAN MASSEFOREKOMST AV TUNEFLUE FORKLARES?

Forekomst av egg av tune flue som bidrar med larver av tune flue til Ågårdselva ser ut til å være begrenset til strandsonen i Vestvannet der kanalen ned mot Sølvstufoss og Ågårdselva starter, i det såkalte Grøtet. Det vil her være en vertikal dimensjon knyttet til kote høyde, vannstand og regulering, og en horisontal dimensjon knyttet til avstand fra utløpet og inn i Vestvannet.

Eggbeltet og vannstand

Laboratorieeksperimenter på slam samlet inn i 2004 og 2005 viser at klekkeklare egg er lokalisert til bestemte kote høyder. Like før vannstandshevingen om våren finnes klekkeklare egg bare på den delen av stranda som har vært over vannlinjen store deler av ettersommer, høst og vinter, og som ligger over den normale lavvannstanden. Eggene legges i siste del av juni og første del av juli, og det er i perioden 2003-2005 ikke funnet egg høyere enn høyeste vannstand i denne perioden. Vertikalfordelingen av egg som klekker må derfor på en eller annen måte være knyttet til vannstanden i Vestvannet og nedre Glomma.

Lokaliseringen av egg viser at eggbeltets absolutte øvre grense er definert av høyeste vannstand i eggleggingsperioden. Den praktiske øvre grense kan være lavere, fordi f. eks. værforhold under selve eggleggingen sannsynligvis er en viktig faktor for selve svermingen.

Den nedre grensen for egg er vanskeligere å definere, men egg er nesten utelukkende funnet høyere enn kote 24,4. Denne kote høyden betraktes som normal lavvannstand, også om vinteren. Men denne kote høyden (24,4-24,6) er også en viktig nedre vegetasjonsgrense for langskuddplanter som bryter gjennom vannoverflaten. Under denne kote høyden er det derfor både permanent vannspeil og fravær av vegetasjon. I undersøkelsesperioden er det bare ytterst sjelden funnet egg under kote 24,4 som klekker, og da bare etter perioder med bølgeerosjon og/eller vinterflom som antas å kunne dra med seg egg under kote 24,4.

Våren 2006 (25. april) ble det samlet inn slam med grabb (10 klipp) fra bløtbunn på 3 m's dyp (kote 21,6) fra overgang mellom Vestvannet og kanal mot Sølvstufoss. Eventuelle egg ble forsøkt klekket eksperimentelt, men larver ble ikke påvist. Egg som samles inn i mars-april, må nødvendigvis være egg som har overlevd fra egglegging i juni-juli og fram til innsamlingstidspunktet i mars-april året etter. Fra de områder og kote høyder det ikke klekker egg, kan det derfor i utgangspunktet være lagt egg i juni-juli, men at disse ikke har overlevd.

Det konkluderes med at egg av tune flue må ligge over vannlinjen i en vesentlig del av eggutviklingsperioden for å utvikle seg. I motsatt fall skulle tune flue være tilstede i langt flere lokaliteter. Signifikant høyere antall larver i feller nær land sammenliknet med midt i kanalen mellom Vestvannet og Sølvstufoss indikerer også at bidraget av nyklekka larver tilføres vannmassene fra breddene.

Det er ikke godt dokumentert hvordan og hvor tune flue legger eggene, selv om det ble gjort enkle studier i Grøtet under svermingen sommeren 2005. Drivfeller i strømmende vann påviste ikke egg i perioden 3-5. juli 2005. Dette er forhold som bør dokumenteres fordi det berører tiltakssiden.

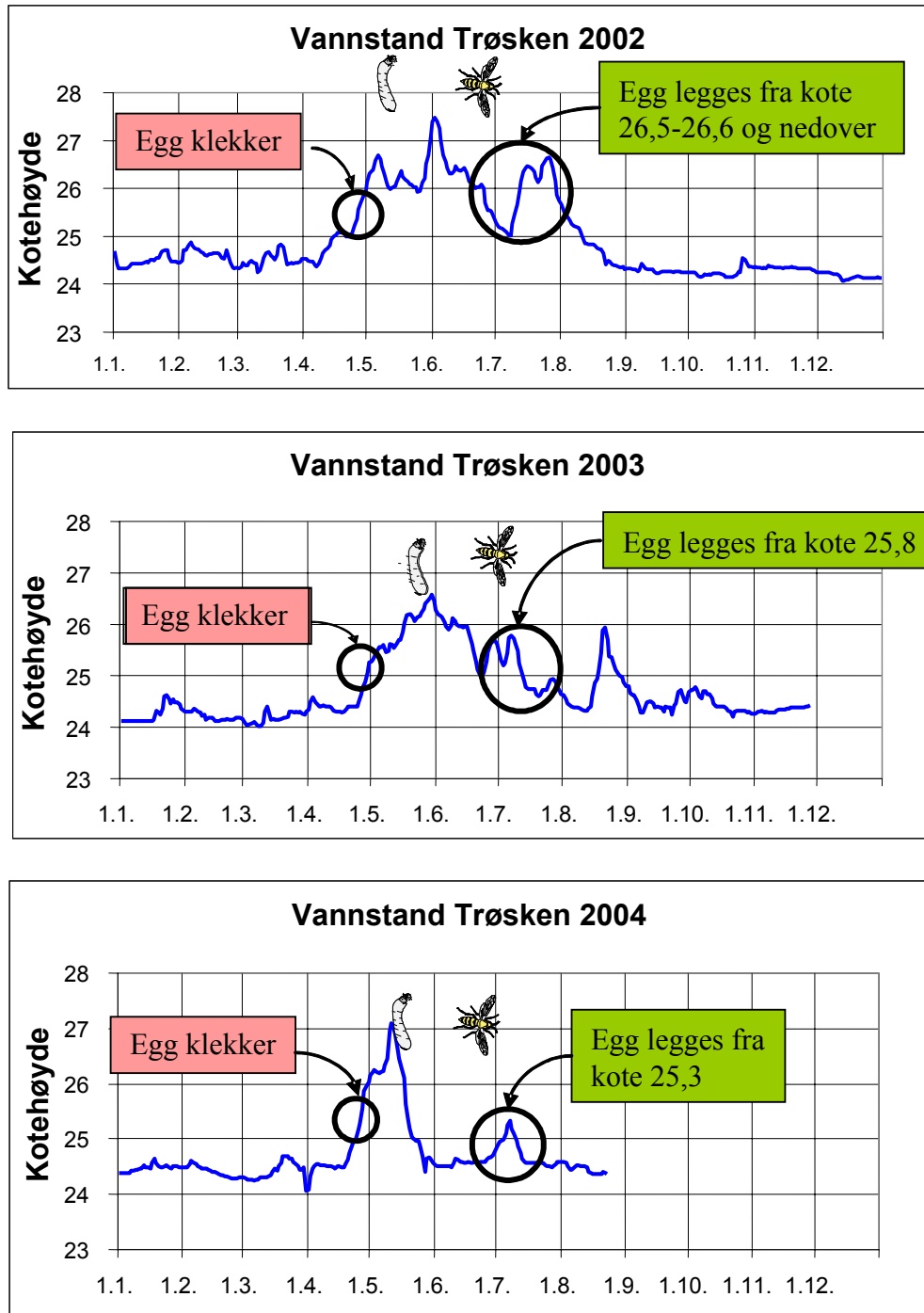


Fig. 13. Skjematisk fremstilling av livssyklus hos tune-flue, basert på observasjon av egg i strandsonen ved Grøtet i 2003, 2004 og 2005.

Tabell 1: Basert på differansen mellom høyeste vannstand under egglegging (kalt sommerflom) og lavvannstand om vinteren, kan det beregnes et belte langs land der egg av tune flue vil ligge gjennom eggutviklingstiden, fra juli til april/mai året etter. Under visse forutsetninger vil dette være et mål for hvor mye tune flueegg som klekker året etter. Beltet hadde sin høyeste vertikale utstrekning i 1999, hvilket skulle gi mye tune flue i 2000. Minste belte ble funnet i 2004, hvilket skulle gi lite tune flue i 2005.

År for egglegging	Eggbeltets vertikale bredde	År for tune flue
1997	2,5 m	1998
1998	2,4 m	1999
1999	3,0 m	2000
2000	2,8 m	2001
2001	1,8 m	2002
2002	2,2 m	2003
2003	1,4 m	2004
2004	0,9 m	2005
2005	1,9 m	2006

Tune flue (*Simulium truncatum*) er imidlertid beskrevet å legge egg på **vegetasjon** som er på eller like over vannoverflaten (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 eggenes 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. Dette begrenser sannsynligvis egglegging til vegetasjon som faktisk står i vann.

Svermingen og egglegging skjer i siste del av juni og første del av juli. Vannstanden er da fortsatt høy vannstand i form av en forsommerflom. Den vannvegetasjonen som da ”rekker” over vannoverflaten og som derved er tilgjengelig for eggleggende tune fluer, vil derfor være helt avhengig av vannstanden. Høy vannstand vil gi egg på høyere kote høyde enn når vannstanden er lav. Eggbeltets *bredde rett etter egglegging* vil da være avhengig av den variasjon i vannstand som inntreffer gjennom selve eggleggingsperioden, der helt jevn vannstand vil gi smalere belte enn dersom vannstanden varierer, men det er sannsynlig at vannbevegelse og bølgeslag bidrar til å endre dette. Dersom Usova (1961) legges til grunn vil derfor den vannvegetasjonen som er tilgjengelig i eggleggingsperioden ha avgjørende betydning for hvor eggene havner, og langt på vei kunne forklare den romlige fordelingen av overlevende egg som observeres den etterfølgende våren. Eggleggingsbeltet vil derfor ha en gitt utstrekning når eggleggingen er over, men dødelighet av egg gjennom høst, vinter og fram til klekking vil kunne modifisere dette.

På bakgrunn av lokalisering av egg i strandsonen, selve larveutviklingen og periode for sverming, er livssyklus hos tune flue, sammen med vannstanden (målestasjon Trøsken) illustrert i Fig. 13. Egg legges på høy forsommervannstand, sannsynligvis vanligvis i den første uka av juli. Høyeste vannstand i denne perioden avgjør hvor høyt det finnes egg dette året. I 2002 var dette på kote 26,5-26,6, i 2003 kote 25,8 og i 2004 kote 25,3. Egg som ligger høyere enn kote 24,4 overlever. Strandsonen i Grøtet i april før vårflom og i begynnelsen av juli 2005 er vist i Fig. 14.

Den etterfølgende vårflommen året etter vil alltid være større enn forsommerflommen under egglegging. Eggene er derfor nærmest garantert å bli dekket med vann den påfølgende vårflom.



Fig. 14. Egg av tune flue, Simulium truncatum, ligger i den delen av strandsonen som ligger over vannlinjen når forsommerflommene trekker seg tilbake, og som ligger over laveste regulerte vannstand (LRV). Bildene er tatt øverst i Ågårdselva inn mot Vestvannet (Grøtset) 25. april (før eggene klekkes) og 2. juli 2005 (under egglegging).

Eggbeltets bredde for overlevende egg er derfor definert av differansen mellom vannstanden under egglegging og normal lavvannstand. Hvorvidt denne fordelingen av overlevende egg krever lav

vannstand bare vinterstid eller sommer og vinter er ikke fastslått. Det er imidlertid klart at lavvannstanden ikke er en absolutt kotehøyde, idet eggene tydeligvis tåler tilfeldige flommer ettersommer, høst og vinter. Det er rimelig å anta at vinterflommer kan gi klekking av en del egg. Fortsatt nærvær av egg etter vinterflommen i januar 2005 henger derfor sannsynligvis sammen med at bare en del av eggene var klekkeklare: En stadig økende andel klekkeklare egg gjør at eventuelle flommer sannsynligvis gir økt klekking utover vinter og senvinter.

Vannstandsmålinger i Trøsken (startet 1997) gir grunnlag for å beregne eggbeltets bredde (vertikal kotehøyde), se Tabell 1. Under en del forutsetninger (se pkt.s. 20) som er nevnt tidligere vil dette være et mål for hvor mye egg som klekker til larver og derved tune flue året etter. Det vil selvsagt være ”støy” i denne typen prognoser.

Horisontal fordeling av egg

Mens forekomsten av klekkeklare egg i forhold til vannstand og reguleringshøyde er forholdsvis entydig, er det horisontale utbredelsesmønsteret langt mer uoversiktlig. Selv innenfor en strekning på noen hundre meter var det vanskelig å finne entydig mønster for utbredelsen av egg i forhold til **i)** kanalisering fra Vestvannet og ned mot Ågårdselva, **ii)** strømbildet ut av Vestvannet, **iii)** vegetasjonsdekke i strandsonen eller **iv)** substratets beskaffenhet. Forekomsten av levende egg må karakteriseres som flekkvis, og med høy tetthet når de først er tilstede. Området ser ut til å være begrenset til noen hundre kvadratmetere, (Fig. 15, område B) og på motsatt breidd, område F (påvist våren 2006). Både ovenfor (område C, D og E) og nedenfor (område A) ble det funnet områder uten levende egg, men med døde eller gamle egg i store mengder.

Det ble tatt bunnprøver i tilnærmet djupålen i april 2006 i området G (dyp 3 m, bløt bunn) og H (dyp 1 m, rullestein). Det ble ikke påvist larver i 10 slamprøver fra område G, og heller ikke i 6 slamprøver i området H.

Hvilke kvaliteter ved lokalitetene er avgjørende for masseforekomst?

Utover mikrofordelingen av egg i Grøtet er det et hovedspørsmål hvorfor egg av tune flue finnes nettopp her og ikke andre steder i nedre Glomma med stryk og velegnet habitat for larver nedenfor, og med **i)** samme reguleringsmønster av vannstanden, **ii)** samme vannkvalitet **iii)** samme vegetasjonsutvikling og **iv)** samme temperaturregime. Det konkluderes med at Grøtet må ha spesielle kvaliteter, som altså finnes her, og ellers ikke er mye utbredt andre steder i nedre Glomma.

Flekkvis fordeling i et tilsynelatende homogent område (Grøtet) og eggenes følsomhet ovenfor uttørking på den ene siden, og krav om å ikke ligge i permanent vann på den andre, har medført leting etter faktorer som sikrer jevn fuktighet. For flere andre arter knott er eggenes følsomhet for uttørking dokumentert (se Kim & Merritt 1986), og at dette kan gi stor dødelighet dersom vannstanden faller fort rett etter egglegging og før eggene klekker. Det er også påvist at knottegg (fortsatt andre arter enn tune flue) kan overleve i bekker som tørker ut, bare det er jevn fuktighet i slam i bunnen av bekkefare (Colbo & Moorhouse 1974).

Innledende kartlegging våren 2005 viste at Grøtet-området har betydelig forekomst av grunnvann. Dette renner i et morenelag med stor permeabilitet, som ligger over et leirelag som tett sjikt. Morenelaget på jordet på nordsiden av Vestvannet har en mektighet på 6-10 m, men blir et stadig

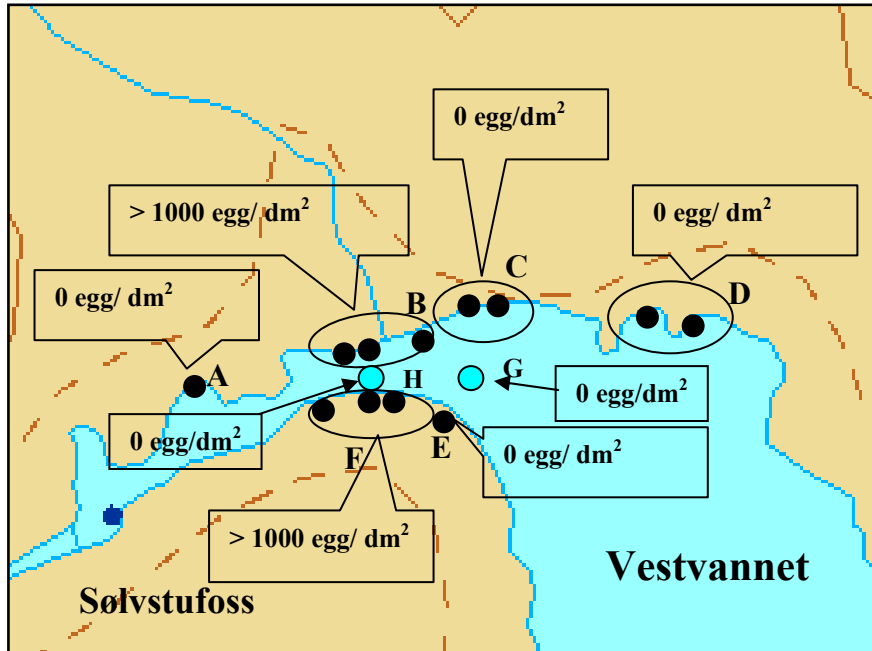


Fig. 15. Forekomst av klekkeklare egg av knott fra slam i april i strandsonen (kote 24,7) i 2005 (A-D) og 2006 (E, F) og i slam utenfor strandsonen på 1 m dyp (H, 2006) og 3 m dyp (G, 2006) ved Grøtet (utløpet fra Vestvannet). Innsamlingen er foretatt ved lav vintervannstand (kote 24,5).

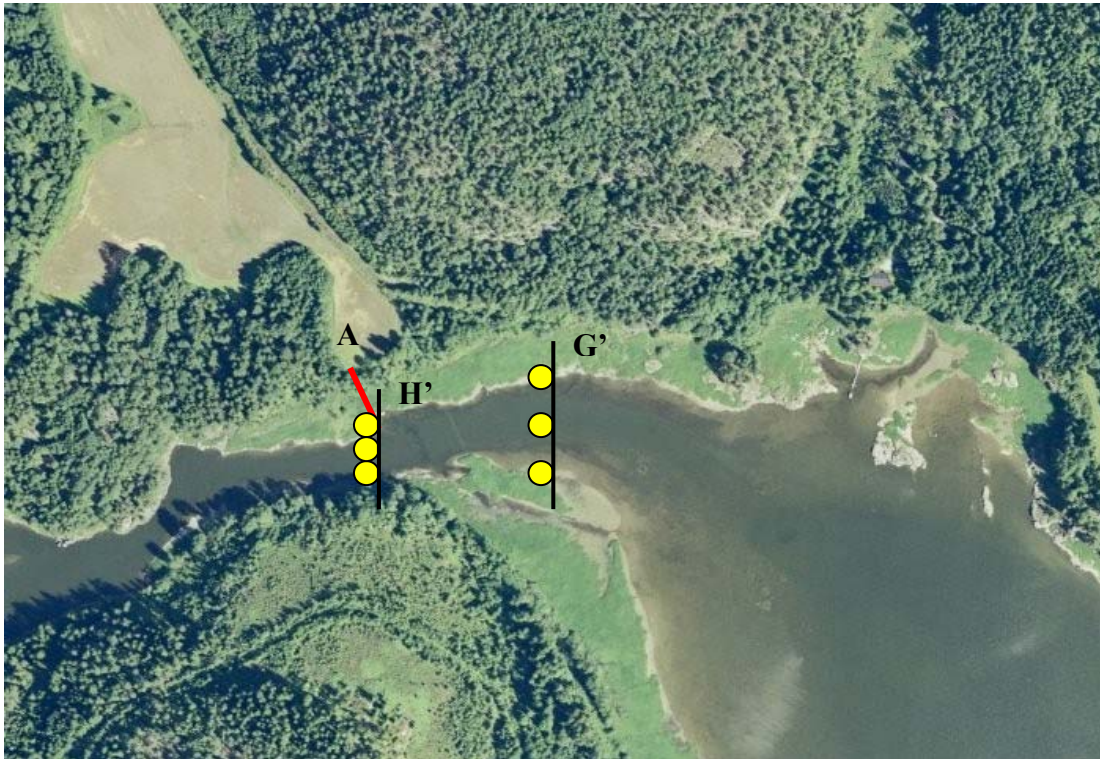


Fig. 16. Flyfoto over utløpsområdet av Vestvannet ned mot Sølvstufoss og Ågårdselva. Området har utstrømning av grunnvann som sikrer jevn fuktighet. Tverrsnitt langs rødmerket strek, se Fig. 17. Gule felt viser plassering av trakter i siste uke av april 2006, der drivende larver kunne etablere seg. Traktene er plassert langs tverrsnitt H' og G', dvs. på bredden på hver side og midt i kanalen.

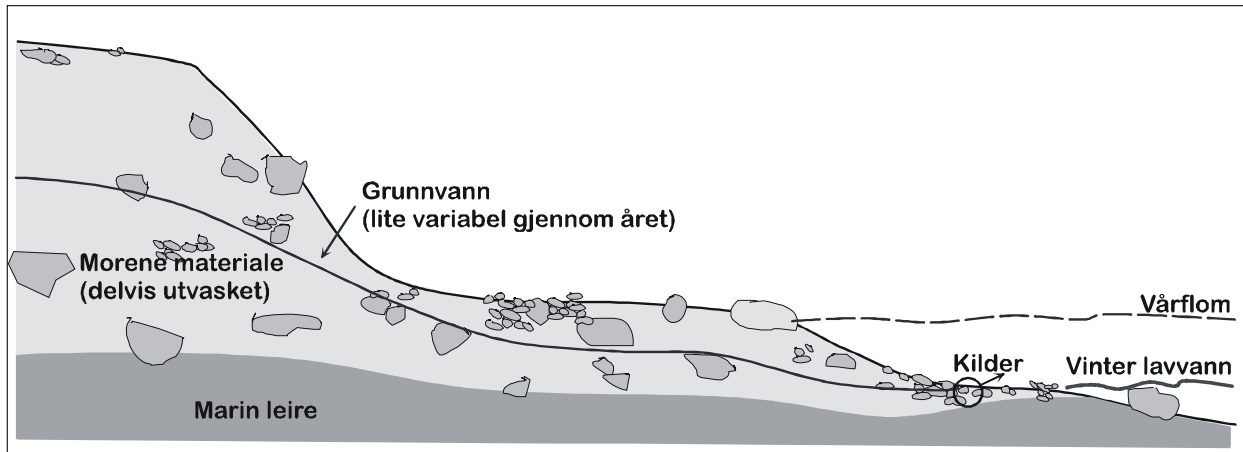


Fig. 17. Tverrsnitt av løsmasser i Grøtet (se rød strek Fig. 16) i hovedområdet for egg av tuneplue. Det er her permeable morenemasser over tett lag av marin leire. En betydelig grunnvannstransport i morenen sikrer jevn fuktighet i strandsområdene ned mot Vestvannet.

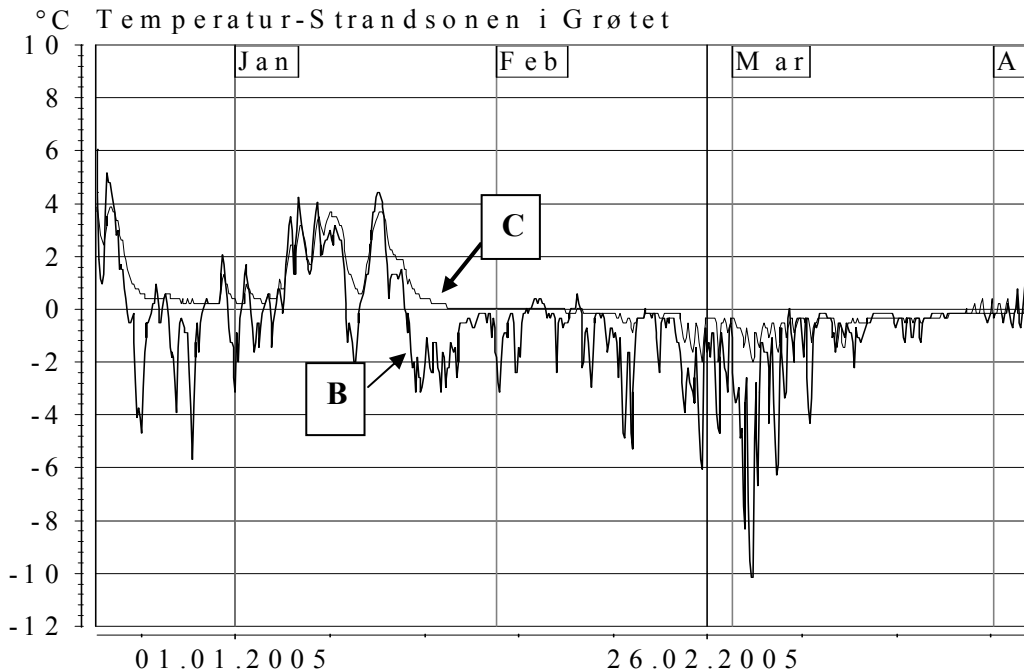


Fig. 18. Vanntemperatur i slam i strandsonen ved Grøtet på to målepunkter i Ågårdselva målt hver 4 time i perioden 7.12.2004 – 10.4 2005. B ligger ca 40 cm over lavvannstanden i morene, mens C ligger i grunnvannsmettet myrområde, se Fig. 15.

tynnere morenelag jo nærmere elva man kommer (se flyfoto Fig. 16, skisse for tverrsnitt Fig. 17). I standkanten består bunnen av leire som kommer fram i dagen. Dette betyr at grunnvannsmengden som drenerer de bakenforliggende områdene renner i et stadig tynnere morenelag, og følgelig oppstår det en gradient med økende fuktighet i bakken inn mot elvekanten. Dette er fraværende i område A (Fig. 15) pga. skjerming av grunnfjell, men utpreget i område B. Tilsvarende grunnvannsframbrudd finnes på motsatt bredd, og det ble funnet tilsvarende mengder egg i april 2006 som lot seg klekke til larver i laboratoriet i område F, men ikke i område E.

Krav til lokalitet

På bakgrunn av feltobservasjoner på forekomsten av overlevende egg og eksperimentelle klekkeforsøk kan de forhold som sannsynligvis være tilstede på egnete lokaliteter for egg av tune flue settes opp:

- *Sommervannstanden under eggleggingen (perioden ca 20.6-15.6) må være høyere enn høst- og vintervannstanden.* Dette må inntreffe regelmessig (årsvisst), og må ikke være styrt av tilfeldige flommer pga. nedbør. Høy vannstand i nedre Glomma ser ut til regelmessig å inntreffe i første uke av juli i forbindelse med ”høyfjellsflommen”. På denne tiden er magasinene fulle, og snøsmelting i høyfjellet vil gi høy vannføring i hele hovedvassdraget.
- *Eggleggingsarealet ligger over vannlinjen etter egglegging.* Etter ”høyfjellsflommen” senkes vannstanden i nedre Glomma til kote 24,4-24,5 (Trøsken målestasjon). Selv om tilfeldige flommer ettersommer, høst og vinter gir økt vannstand, er vannstanden vanligvis lav og eggleggingsarealene er ikke vanndekket.
- *Eggleggingsarealet må aldri bli helt tørt.* Forsøk i laboratoriet og grunnvannspåvirkning der klekkeklare egg observeres i felt viser at eggene på en eller annen måte må ha kontinuerlig tilførsel av fuktighet. Eggområdet i Grøtet på begge sider av elva og østsiden av Trøsken er grunnvannspåvirket, og i utløpet av Sæbyvann gir lav høydegradient og derved kapillærvann en sannsynlig tilførsel, Fig. 19.
- *Eggleggingsarealet må dekkes med vann på våren året etter.* Dette er sikret gjennom ordinær vårflom, og i nedre Glomma er den ordinære vårflommen større enn ”høyfjellsflommen”. Dette betyr at hele arealet med egg dekkes med vann. Nærmest idet vannstanden stiger over vinterens lavvannstand kan det observeres knottlarver i Ågårdselva, og i 2005 skjedde dette i slutten av april.
- *Eggleggingsarealet må ligge ovenfor egnet strykpart for larver.* Knottlarver er avhengig av rennende vann med vannhastigheter $0,4-1,2 \text{ ms}^{-1}$. Larvene driver fra eggområdene og ned til i et nedenforliggende strykparti hvor de fester seg og gjennomfører larver og puppestadiet. Det må derfor finnes egnete strykpartier for larver nedstrøms eggleggingsarealene. Hvor langt larvene kan drive er høyst usikkert. Sannsynligvis kan de i teorien overleve lange transporter, men knott legger egg primært i utløpsområder av innsjøer og i elver. Drift ned til strykområdene vil derfor være kort.

Nedre Glomma har store strandarealer som er utsatt for det samme vannstandsregime som det i Grøtet og Trøsken, og det er flere områder som har egnete strykområder, spesielt i Sarpsfossen og nedenfor denne. Krav til jevn tilførsel av fuktighet vil imidlertid begrense områdene med egg, der nettopp en flekkvis forekomst kan forklares gjennom utstrømningsområder av grunnvann.

Med de to faktorene: **vannstandsvariasjon** (høy vannstand under egglegging, deretter lav vannstand og påfølgende høyere vårflom) og **fuktighet** ble to nye lokaliteter med klekkeklare egg av tune flue funnet våren 2005. Den ene ovenfor Trøsken, på sydsiden av Mingevann, den andre i

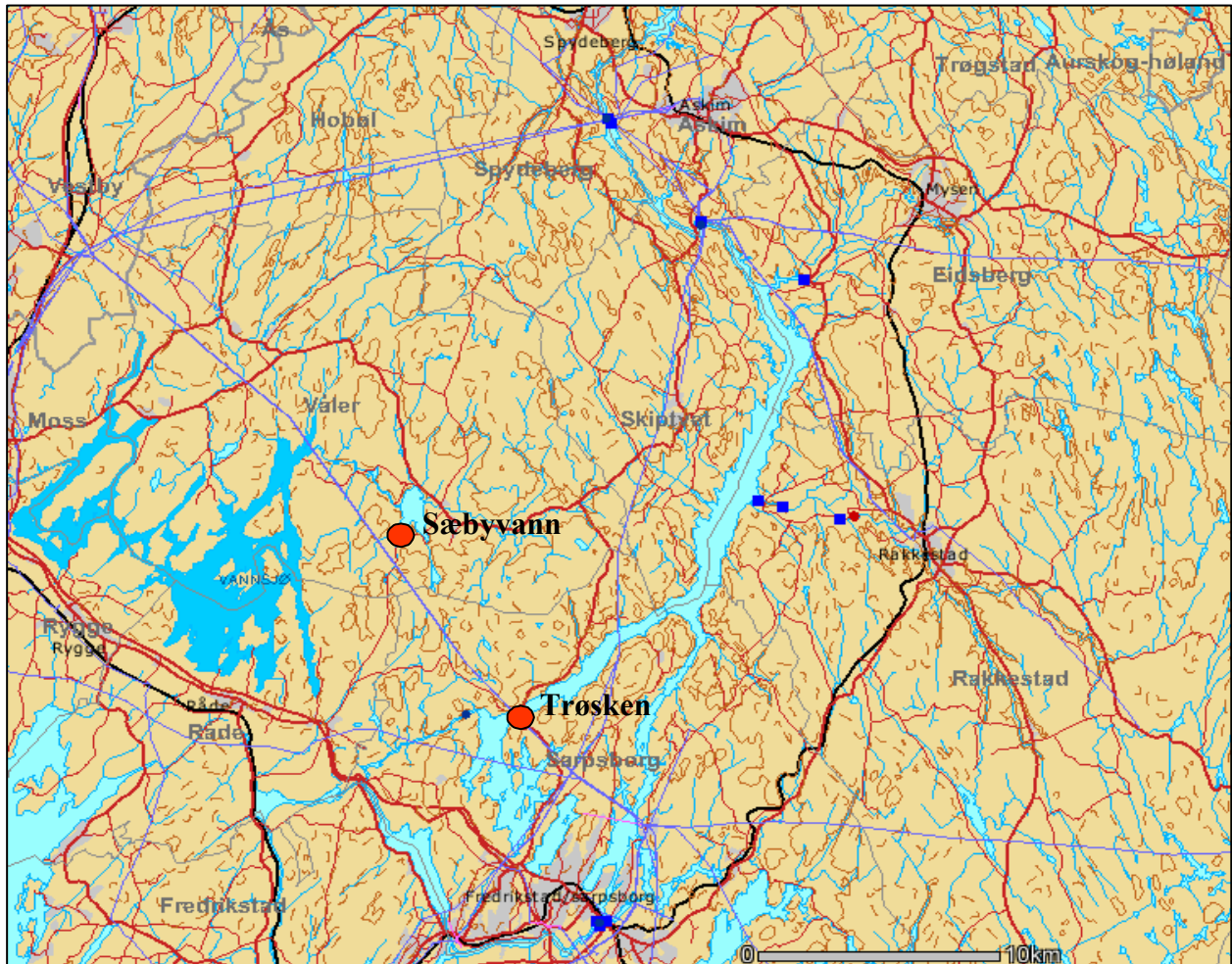


Fig. 19. **Øverst:** I Trøsken og utløpet av Sæbyvann ble det våren 2005 funnet egg av tune flue, basert på de to antatte nøkkelfaktorene: Vannstandsvariasjon og jevn fuktighet. **Venstre:** I Svinna, utløpselva fra Sæbyvann, er det en grunnfjellsterskel i elva som gir oppstuvning av vann på ca 1 m. **Høyre:** Terrenget i utløpsområdet er flatt og permanent fuktig, sannsynligvis pga. kapillærvann. I dette området ble det funnet egg av tune flue. Det er av Raastad (1975) funnet larver av tune flue i utløpselva Svinna.

utløpsområdet av Svinna fra Sæbyvannet. I sundet ved Trøsken er det tidligere (2003 og 2004) funnet larver av tune-flue, og i Svinna av Raastad (1975). Dette indikerer to nøkkelfaktorer:

- Vannstandsvariasjon på en bestemt måte gjennom regulering
- Jevn fuktighet sikret gjennom grunnvannsframbrudd eller kapillærvann

Hvorvidt det er andre faktorer i tillegg (substrat, avstand til stryk osv.) kan ikke utelukkes. Men fra et tiltaksrettet ståsted må det konkluderes med at egg hos tune-flue ser ut til å utvikle seg i stort antall på forholdsvis små arealer, der arealene kan tenkes å ha en flekkvis forekomst.

Det er som tidligere nevnt ikke godt dokumentert hvordan egg av tune-flue havner i strandsonen, men at eggene sannsynligvis legges på vannvegetasjon svært nær vannoverflaten og faller ned i vannet og synker etter kort tid.

Følgende observasjoner gir sterke indikasjoner på at egg av tune-flue ikke ligger under (permanent) vannlinjen, men er knyttet til strandområdene som ligger over vannlinjen gjennom vinteren:

- Feltinnsamling av egg i ulike kotehøyder viser egg av tune-flue over kote 24,4.
- Vannstandsheving uten temperaturheving i slutten av april gir øyeblikkelig (døgn) forekomst larver av tune-fluer i Ågårdselva
- Fravær av tune-flue på en rekke lokaliteter (både i nedre Glomma og i Østfold generelt) der tune-flue burde vært tilstede hvis egg kunne utvikle seg ved å ligge i vann.

Selv om undersøkelsene gir sterke indikasjoner på at det bare er egg i strandområdene som overlever, bør det ytterligere dokumenteres om egg overhode kan overleve i vann, eller om eggene bare trenger å ligge i strandkanten en viss tid. Det er en vanskelighet at egg og små larver ikke lar seg artsbestemme på vanlig måte. Der det lyktes å gjennomføre larveutviklingen fra egg til larve og videre til puppe og imago i laboratoriet, viste det seg at egg fra strandområdene i Grøtet utelukkende var tune-flue. Selv om det (nesten) ikke ble funnet egg av tune-flue under lavvannstanden, kan fravær av egg her teoretisk skyldes andre forhold som fravær av vannvegetasjon, egnet bunnssubstrat eller predasjon.

Fra et tiltaksrettet ståsted må det konkluderes med at egg hos tune-flue ser ut til å utvikle seg i stort antall på forholdsvis små arealer, der arealene har en flekkvis forekomst. Forekomsten av tune-fluelarver i mai må kunne forklares ut fra lokalisering av egg i mars/april og drift herfra, se Fig. 20. Når vi forutsetter at eggområdene må ligge høyere oppe i vassdraget enn der larvene observeres, indikerer forekomsten av larver i Trøsken og Ågårdselva at det øverste området med egg i dette vestre løpet av Glomma må ligge mellom Trøsken og Glenne/Furuholmen, og ikke ovenfor.

Dette har følgende begrunnelse: Dersom det er eggområder i Glomma ovenfor Glenne/-Furuholmen, skulle det forventes at larver av tune-flue etablerte seg på strømutsatte lokaliteter også i østre hovedløp ned mot Sarpsfossen. Det er imidlertid ikke tilfelle. Derimot viser forekomsten av andre arter knyttet at strømhastigheten og substratet burde være akseptable for tune-fluelarver, dersom det hadde ligget eggområder ovenfor.

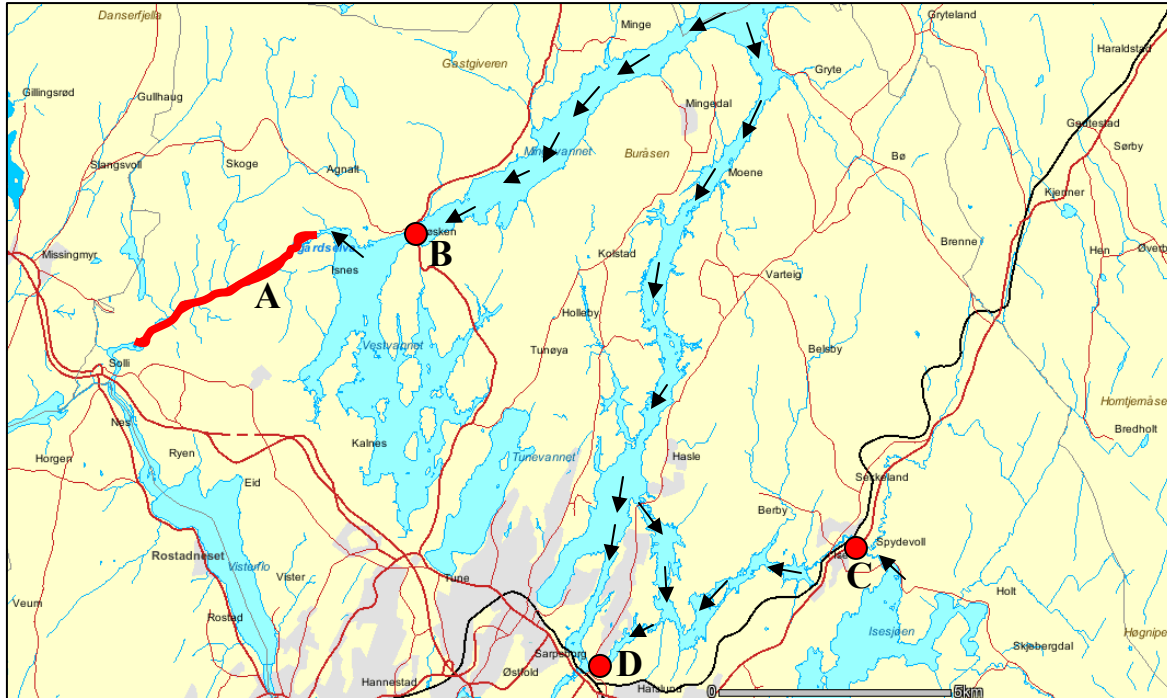


Fig. 20. Utbredelse og forekomst (rødt) av tune-fluelarver i Ågårdselva (A), Trøsken (B), utløpet av Isesjø (C) og Glommaløpet på østsiden av Hafslundøya, kalt Nipa (D).

Nedenfor Furuholmen er det funnet et lite antall tune-fluelarver i nedre del av Glommaløpet øst for Hafslundøya, men dette er en knottlokalitet der dominerende art er *S. rostratum*. Forekomsten av knott i nedre del av Nipa kan etablere seg ved drift fra områder med egg fra Nipa eller fra Isesjø-Isåa. Siden det, som nevnt, ikke er funnet tune-fluelarver på egnede lokaliteter på vestsiden av Glomma ned mot Sarpsfossen, er det sannsynlig at tune-fluelarver i Nipa ikke kommer fra hovedløpet i Glomma, verken ovenfor eller nedenfor Furuholmen. Det er den samme prosentandelen tune-flue og *S. rostratum* i Nipa og Isåa. Det er derfor grunn til å tro at tune-flue i nedre del av Nipa kommer fra Isesjø gjennom drift, og at det er små eggmengder eller arealer av tune-flue i dette utløpsområdet.

Naturtilstanden og regulering

Det har ikke vært mulig gjennom skriftlige kilder å dokumentere om tune-flue har vært tilstede i området fra "gammel tid". Det er imidlertid beskrevet store plager av det som sannsynligvis var tune-flue i 1916, 1938 og 1939 (dagbok, ukjent person, Per Erstad, personlig meddelelse). Disse årstallene ekskluderer selvsagt ikke tune-flue andre år, men sannsynliggjør at tune-flue kunne forekomme i store mengder også før i tida. Men masseforekomsten burde vært bedre kjent fra gamle dager, dersom den forekom jevnt hvert år. De årlige St. Hans festene for arbeidsfolkene på Solli bruk (skildret fra 1870 årene av Opstad 1943), og det faktum at mange mennesker hadde sitt arbeid utendørs, burde gitt store plager og vært bemerket dersom det årlig var store forekomster av tune-flue.

Forekomst av tune-flue i gamle dager kan også vurderes ut fra hvordan de økologiske forholdene har vært i tidligere tider. De eldste tilgjengelige vannstandsmålingene foreligger fra målepunkter

ovenfor Sarpsfossen og fra Furuholmen fra perioden 1851 -1905. Disse målingene vil reflektere hovedmønsteret for vannstanden i Glomma ovenfor Sarpsfossen og til dels også i Minge vannet og Vestvannet. Men det har også flere ganger vært inngrep som gjorde at Vestvannet periodevis hadde avvikende vannstandsforhold.

Vannbruken i området har fra gammel tid vært et stridstema mellom de som ville ha vannet i det østre hovedløpet over Sarpsfossen og de som ville ha mest mulig vann gjennom Minge vannet, Vestvannet og Ågårdselva. Sentralt her var driften ved Sanne og Solli bruk, Skandinavias største sagbruk (Opstad 1943). Sanne og Solli bruk hadde suverenitet over det vestre løpet til bruk gjennom Ågårdselva og til sagbruket. Vannmengden til sagbrukene var en begrenset ressurs. Borregård og Hafslund hadde enerett til vannet gjennom det østre løp og Sarpsfossen og tillot ingen minskning av vannmengden her.

Det ømme punkt var Trøsken. Det var her opprinnelig en naturlig terskel på kote 23,35 (Fredrikstad Tømmerdireksjon FT). På vannføringer lavere enn $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i Glomma stengte denne terskelen for vannet inn i Vestvannet, og derved til Ågårdselva. Det må bety at Vestvannet på grunn av terskelen i Trøsken ikke var utsatt for samme fylling- og senkingsmønster som Minge vann og Glomma for øvrig, så lenge vannføringen i Glomma var lavere enn $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Små endringer i dette trange og grunne sundet medførte en forskyvning i hvilken vannmengde som gikk i henholdsvis østre og vestre løp. Fra Sanne og Sollids side var det ønskelig å gjøre Trøsken mer åpen for å få mer vann til drift av sagbrukene, noe Borregård og Hafslund motsatte seg, fordi dette ga mindre vann i Sarpsfossen.

Fra 1898 og frem til 1954 så var det nåledammer i Sarpsfossen som holdt vannspeilet på 23,20 i periodene utenom flommen. Fom. 1954 er vannspeilet på 24,10. Vannivået i Trøsken/Vestvannet er en funksjon av nivået i Sarpsfossen og ikke minst vannføringen i Glomma. I tidligere tider var det mindre grad av utjevning av vannføringen vha. reguleringer oppover i vassdraget og dermed sank vannføringen relativt raskt etter at vårflommen var over. Dermed sank vannspeilet i Trøsken/Vestvannet raskere etter vårflommen i tidligere tider. Store deler av Minge vannet og Vestvannet lå derfor delvis tørt store deler av sommeren, høsten og vinteren før neste vårflom igjen øket vannspeilet.

I 1840 ble det inngått avtale som avgjorde alle stridspunkter for lang tid, der Sanne og Sollid forpliktet seg til at Trøsken ingen steder skulle være lavere enn 4 fot og $5 \frac{1}{4}$ tomme under to merker som ble satt i fjellet. I 1910 fant man ut at merkene og høydeforskjellen ikke stemte, og en ny overenskomst ble inngått. Nye merker i fjellet ble etablert, og det ble samtidig truffet avtale om å eliminere de uheldige følger Mjøsreguleringen hadde for Sanne og Solli ved at disse ble berøvet en stor del av vår- og høstflommene, mens Borregård og Hafslund oppnådde jevnere vannføring. Sanne og Solli kunne sprengte ut løpet i Trøsken og bygge en dam med sluse i Mingenoret (der Glomma deler seg i vestre løp til Minge vannet og et østre løp til Sarpsfossen), slik at vannet ble ledet inn mot Minge vann. Dette ville gitt store fordeler for Sanni og Solli. Dammen ble påbegynt, men aldri fullført.

I 1905 ble det vedtatt å sprengte en tunnel for tømmerfløtning fra Vestvannet til Eidet i Visterflo. Den nye tunnelen for tømmerfløtning ble åpnet i 1909. For å få tømmeret gjennom Trøsken ble det vinteren 1907-08 sprengt et 6 m bredt såkalt slusekammer. Dette besto i å hindre vannet å renne

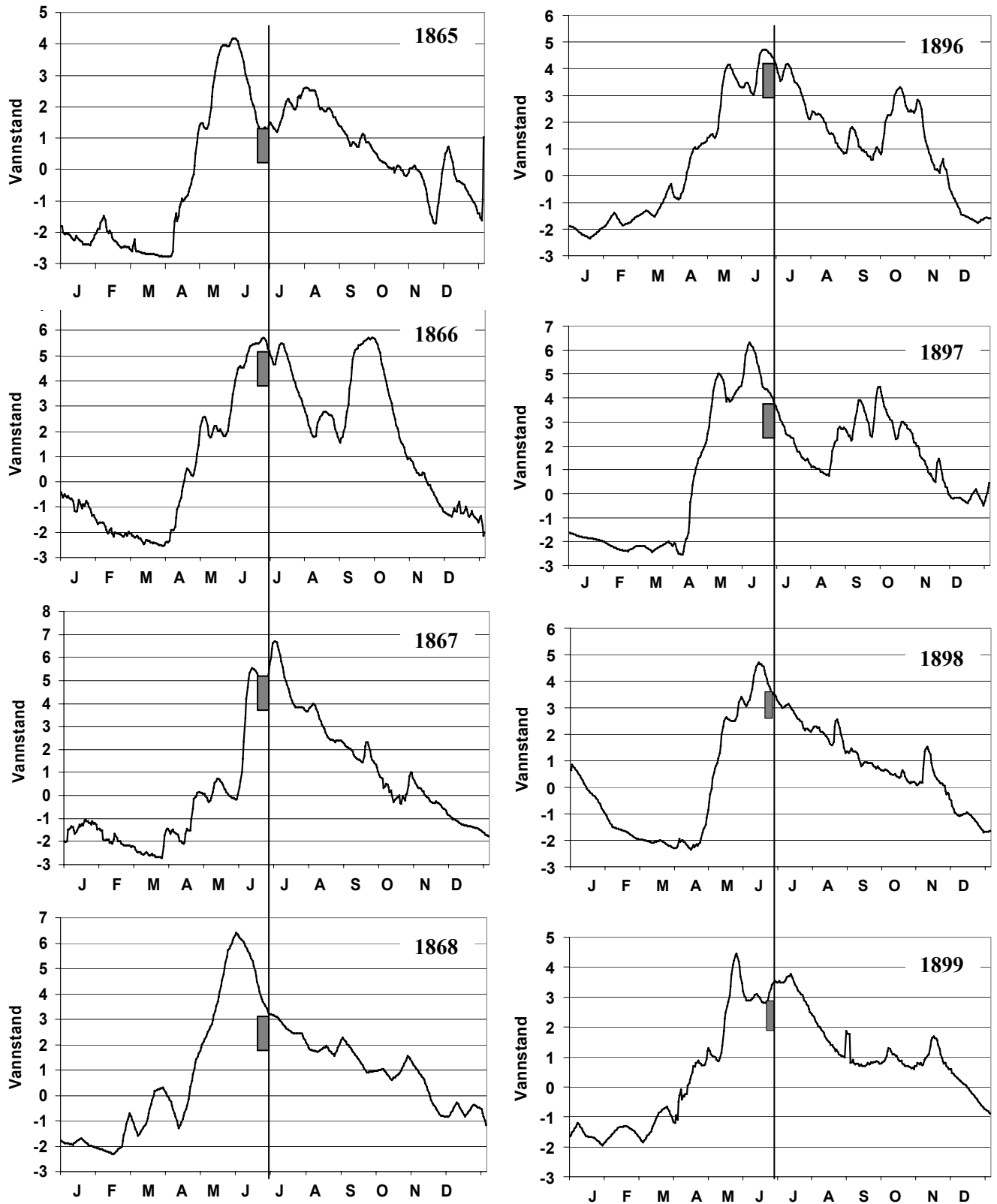


Fig. 21. Vannstand ovenfor Sarpsfossen (lokalt mål) i perioden 1865-68 og 1896-99. Vertikal linje viser månedskifte juni-juli og skravert boks viser eggleggingsperiode (14 dager) hos tune flue. Erfaring viser at egg ligger fra høyeste vannstands nivå under egglegging og nedover.

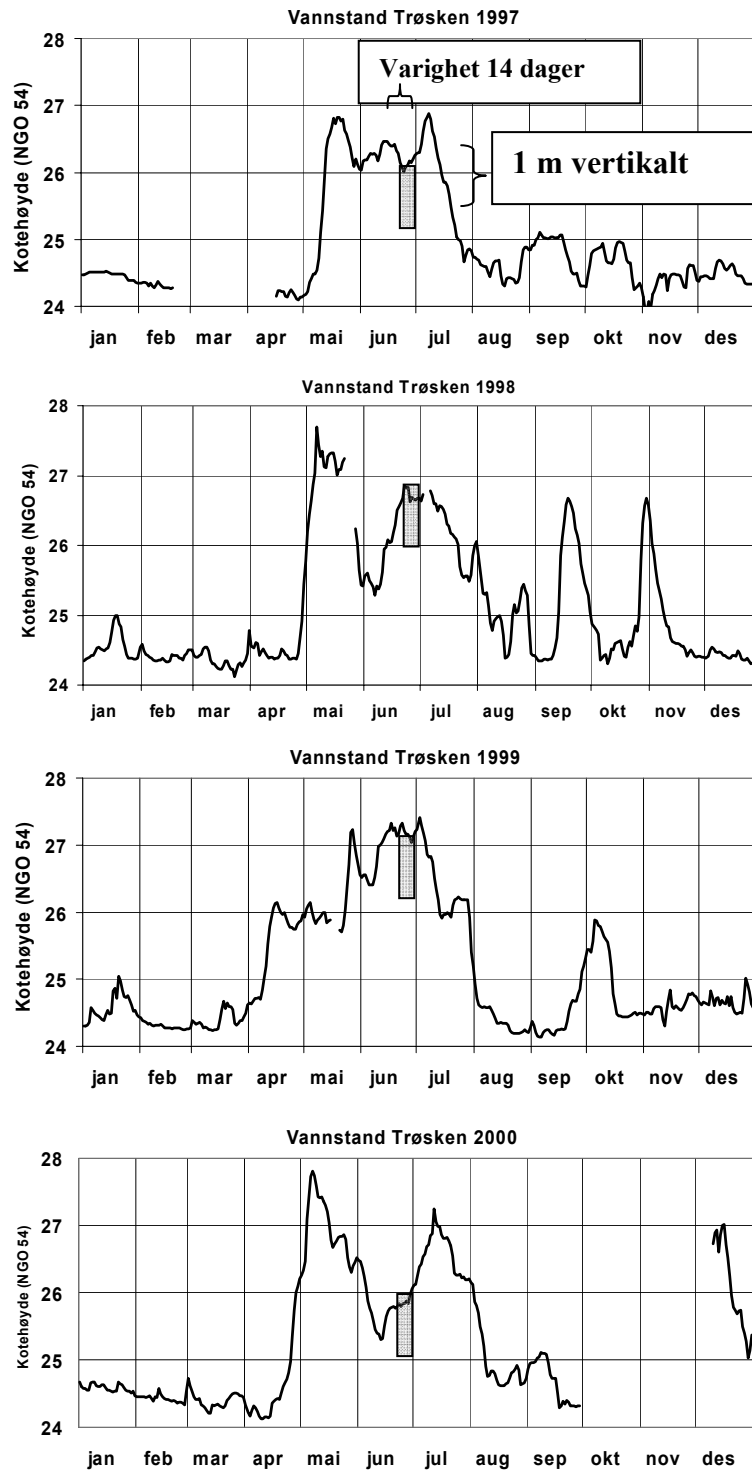


Fig. 22. Vannstand i Vestvannet (Trøsken) i perioden 1997-2000. skravert boks viser eggleggingsperiode (14 dager) hos tune-flue. Erfaring viser at egg ligger fra høyeste vannstands nivå under egglegging og ned til kote 24,5. Skravert boks viser en kotehøyde på 1 m.

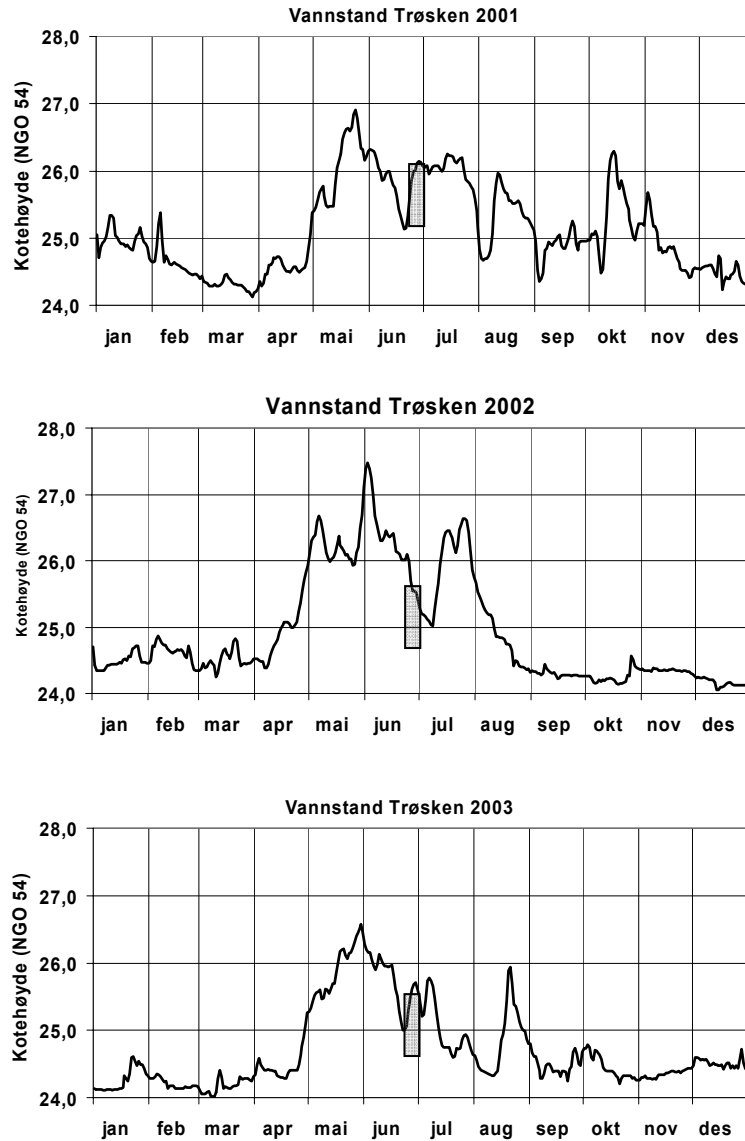


Fig. 23. Vannstand i Vestvannet (Trøsken) i perioden 2001-2003. Skravert boks viser eggleggingsperiode (14 dager) hos tune flue. Erfaring viser at egg ligger fra høyeste vannstands nivå under egglegging og ned til kote 24,5. Skravert boks viser en kotehøyde på 1 m.

tilbake fra Vestvannet, samtidig som tømmeret kunne fløtes igjennom. Men etter sprengningen sto kanalen åpen til 1917, og selve sluseportene ble ikke montert. Dammen ved Sølvestu som bare slapp vann gjennom til Sagbrukene forhindret derfor fritt avløp gjennom Ågårdselva.

På grunnlag av en del erfaringer fra den utsprengte Trøsken og tømmer tunnelen til Visterflo, fikk Fredrikstad Tømmerdireksjon i 1918 tillatelse til å sette opp en enveis klappedam i kanalen ved Trøsken i stedet for sluser. Den fungerte slik at vann rant inn i Vestvannet på flom, men forble i Vestvannet selv om Glomma og Minge vannet sank. Den ble åpnet når tømmerføringene ble slept igjennom. Klappedammen ble fra nå av manøvrert slik at den vannmengden ($3,15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) som tidligere gikk til en tømmerrenne i Sarpsfossen nå ble overført til vestre løp, altså over Trøsken og ut gjennom tømmer tunnelen med utløp ved Eid i Visterflo.

Denne ordningen medførte ulemper hvis vannet ikke nådde over Trøsken dam når det skulle fløtes tømmer pga. nivåforskjellene mellom Minge vann og Vestvannet. Det ble derfor gjort en avtale mellom Tømmerdireksjonen og Sanne og Solli bruk om at tappingsretten mot en årlig godtgjørelse ikke skulle benyttes.

I 1934 ble Trøskenproblemet løst, sett fra de to partenes side. Tømmerdireksjonen innløste da for evig og alltid Sanne og Sollis tappingsrett fra Vestvannet for kr. 100.000 og forpliktet seg til å sette opp en dam ved Sølvstua. Denne skulle ha nøyaktig samme høyde som den opprinnelige dammen i Trøsken. Kanalen i Trøsken kunne da stå åpen i hele fløtningsperioden samtidig som Sanni og Solli bruk fikk tilgjengelig vann til sagbrukene. Denne løsningen forutsatte imidlertid at vannstanden ovenfor Sarpsfossen ikke sank under et visst nivå, og det foregikk en stadig heving av laveste vannstand ovenfor Sarpsfossen som gjorde dette mulig fra 1936.

I 1933 fikk FT anledning til å fjerne dammen med klappeluke i Trøsken og samtidig utvide kanalen til 8,0 m. Dammen ved Sølvstua sto ferdig i 1936, en dam som i prinsippet er lik dagens dam. Opprinnelig fisketrapp ble bygd i 1958. Både dammen og fisketrappen i Sølvstufoss ble så fullstendig rehabilitert av Hafslund/Borregaard i 1991/92. Det var også tidligere en dam ved Sølvstufoss, en tømmerdam, som allerede på trettitallet var i dårlig forfatning og revet.

Felles dam for løpet i Sarpsfossen, slik den er i dag, ble satt i drift i 1954. Hafslund/Borregaard fikk tillatelse til å heve normalvannstanden til kote 23 (Lokal), 23,7 (NGO) allerede i 1913, men det var først i 1954 at dagens dam ble ferdigstilt og normalvannstanden hevet til kote 24,10. Dette ga en lavvannstand i Minge vann/Vestvannet på kote 23,20 + falltap* = ca kote 23,30 (ved ca 275 m³/sek) fra Furuholmen til Sarpsfossen før 1954 og en vannstand samme sted på 24,1 + falltap* = ca kote 24,36 (375 m³/sek) fra Furuholmen til Sarpsfossen etter 1954.

I denne historiske oversikten må det ha vært fem forhold som berører vannstand og manøvrering av Vestvannet/Ågårdselva med antatt betydning for tuneflue (, Tabell 3, se også Fig. 24):

1. Før 1907/08 må flomforløp og flomvannstand i Vestvannet vært omtrent den samme som i Minge vann/Glomma, men senking pga. tilbakestrømming av vann fra Vestvannet til Minge vannet må ha stoppet på kote 24 som var naturlig terskel i Trøsken. Senkning videre utover sommer/høst var definert av drift ved sagbruk ved Sanni og Solli. Store deler av Vestvannet lå tørt senhøstes og vinter (Opstad 1943), sannsynligvis til kote 23,35.
2. Utsprengning av Trøsken 1907/08 ga samme vannstand i Vestvannet som i Minge vann/Glomma også ved lavere vannstand i Minge vann enn kote 24 og < 500 m³s⁻¹ i Sarpsfossen. Senkning videre utover sommer/høst var definert av drift ved sagbruk ved Sanni og Solli.
3. Dam og klappeluke som var etablert i Trøsken i 1918 ga mulighet for vannstand i Vestvannet etter vårflommen uavhengig av senkingen i Minge vann/Glomma. Dette varte fram til 1933. Magasinering og driftsvann ga nedtapping etter flom fortsatt ned til kote 23,35.
4. Dam i Sølvstufoss etablert i 1936 (dam og klappeluke i Trøsken revet 1933) medførte på ny samme vannstand i Vestvannet, Minge vann og Glomma. Dette rekonstruerte på mange måter forholdene slik de var i perioden 1907/08-1918, men med lavere lavvannstanden pga. dam Sarpsfossen.

*) Falltap (ca) fra Furuholmen til Sarpsfossen = $0,0009 \times Q \text{ mVS}$ hvor Q = vannføring i m³/sek., altså en funksjon av vannføring.

5. Dam i Sarpsfossen fullført i 1954 ga heving av lavvannstand i Vestvannet på ca. 0,9 m ved helt minimale vannføringer og noe mer ved høyere vannføringer.

I alle disse periodene fram til 1936 var vannstanden i Vestvannet etter flommen til enhver tid bestemt av driften ved Sanni og Solli bruk og av driften av tømmerrenna, og absolutt laveste vannstand bestemt av kote 23,35 i utløpet av Ågårdselva. Tidspunktet når magasinet var helt nedtappet har variert men har sannsynligvis vært engang utpå høsten.

Tabell 3. Inngrep i Trøsken, utløp av Ågårdselva og Sarpsfossen som har endret vannstand og vannstandsforløp i Vestvannet, og antatt område for plassering av tuneflueegg.

	Inngrep av betydning for vannstand i Vestvannet	Bestemmende for lavvann i Vestvannet om sommeren	Kote på damkrone bestemmende for vannstand i Vestvannet
Fram til 1907/08	Naturlig terskel i Trøsken Dette isolerte Vestvannet ved $< 500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i Glomma fram til terskel ble sprengt i 1907/08	Naturlig terskel i Trøsken på kote ca 24.00 Utløpsdam eller terskel Ågårdselva kote ca 23.35	<i>Utløpsdam eller terskel Ågårdselva (Grøtet) kote ca 24.50</i>
Fram til 1918	Sluse/klappeluke i Trøsken ga magasinering av vann i Vestvannet etter vårflom	Utløpsdam i Ågårdselva kote ca 24.60 Tapping ned til kote 23,35	<i>Utløpsdam Ågårdselva kote ca 24.50 ? (Grøtet)</i>
Fram til 1933/36	Sluse/klappeluke i Trøsken revet, dam på samme nivå bygget i utløpet, Sølvstua	Dam Sølvstua: kote ca 24.60, med tapping ned til kote 23,35 Dam Sarpsfossen: kote 23.20	<i>Damhøyde Sarpsfossen, kote 23.20</i>
Fra ca 1907 til 1954	Heving av vannspeil Sarpsfossen til kote 23.20	Damhøyde Sarpsfossen kote 23.20	<i>Damhøyde Sarpsfossen, ga kote ca 23.30 i Vest-vannet, ved ca 275 m³/sek</i>
Fra 1954→	<i>Heving av vannspeil Sarpsfossen til kote 24.10</i>	<i>Damhøyde Sarpsfossen kote 24.20</i>	<i>Damhøyde Sarpsfossen ga kote ca 24.36 i Vest-vannet, ved ca 375 m³/sek</i>

Det må ha vært en betydelig vannstandsending som foregikk etter etablering av klappedammen i Trøsken i 1918 og fram til 1933. Forholdene må ha blitt fundamentalt forskjellig på to måter:

- Vannstanden ble holdt kunstig høyt etter flommen
- Absolutt laveste vannstand var bestemt av kotehøyde i utløpsdammen ved Ågårdselva, siden klappeluka i Trøsken hindret vann i å renne fra Vestvannet og tilbake til Mingevann.

Driften etter 1918 må da ha foregått ved at Vestvannet fulgte samme fyllingsforløp om våren som Glomma for øvrig, men at det forble høy vannstand i Vestvannet selv om vannstanden i Glomma gikk ned utover forsommer, ettersommer og høst. Driftsvann til sagbruk og tømmerrenne ble tappet etter behov, og tappinga foregikk helt til vannstanden nådde bunnen i utløpsområdet ved Grøtet. Dette er en vannstand som ligger på kote 23,35, altså betydelig lavere enn dagens

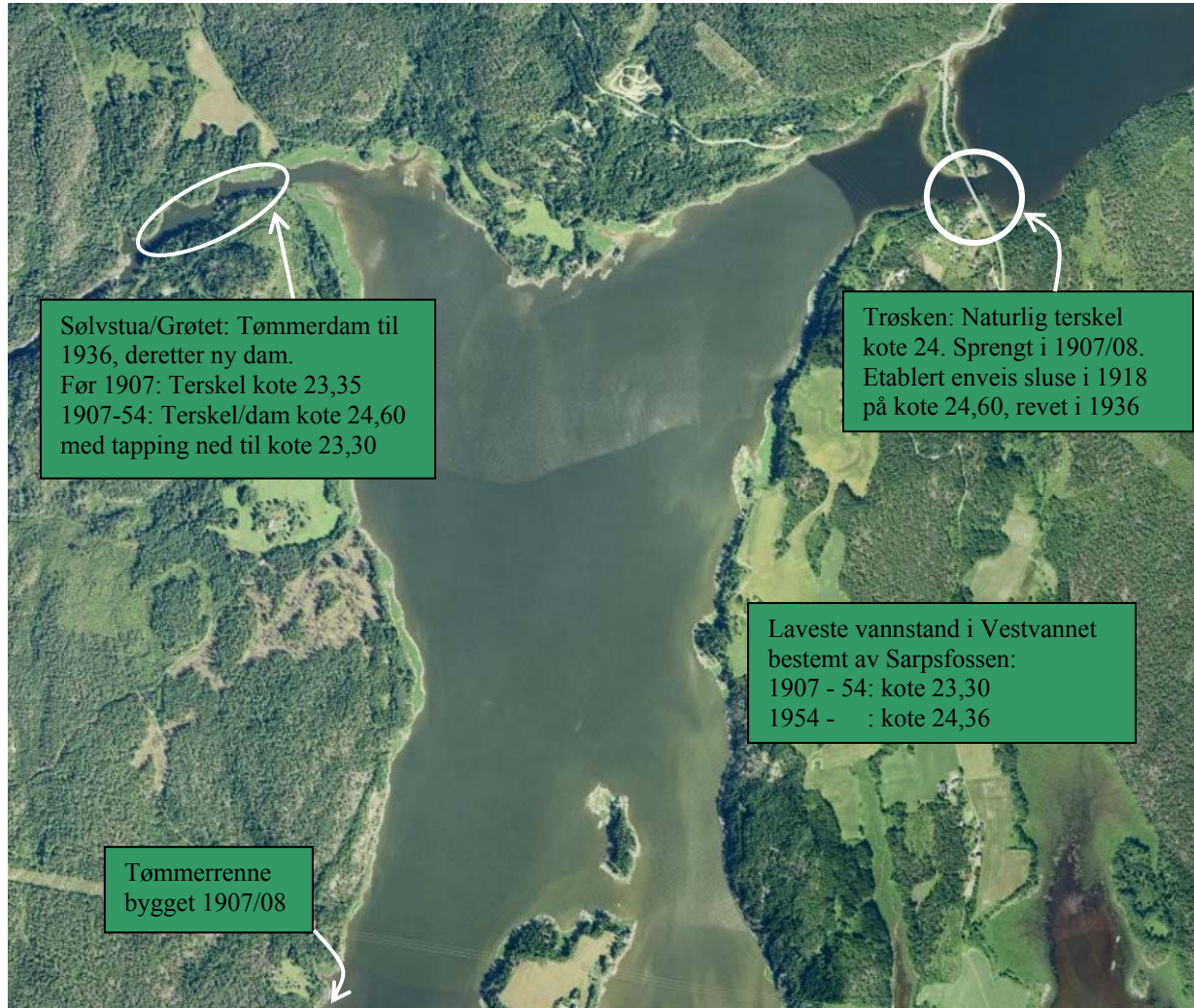


Fig. 24. Flyfoto over Vestvannet med Trøsken og Grøtet. Vannstanden i Vestvannet har alltid vært avhengig av hvilken tilførsel av vann det har vært fra Glomma gjennom Trøsken, og hvilken tapping det har vært gjennom utløpet av Ågårdselva ved Sølvstua/Grøtet og tømmerrenna. I tillegg har det periodevis vært avløp gjennom Trøsken når vannstanden i Glomma har vært lav.

lavvannstand. Denne senkinga har foregått fra 1918 og fram til 1933 da klappedammen i Trøsken ble revet og vannstanden bestemt av den nye dammen i Sølvstu fra og med 1936.

Disse usikkerhetene til tross, hovedtrekkene i vannstand (Fig. 21) ovenfor Sarpsfossen som fremkommer for perioden 1865-68 og 1896-99 er preget av en kraftig vårflom i mai, og en langsom reduksjon utover sommeren og høsten og der reduksjonen vedvarer gjennom vinteren. Disse hovedtrekkene må ha vært tilstede også i Vestvannet og tydeligere etter utspregning av Trøsken i 1907/08 fram til 1918, og også etter 1918 under flom så lenge vannstanden sto over klappeluka i Trøsken, men klappeventilen forhindret naturlig senking etter 1918.

Vannstanden som er typisk for dagens situasjon i nedre Glomma (vannstand Trøsken 1997-2003, se Fig. 22 og 23) viser en differanse mellom vårflom og laveste vintervannstand på 3-4 m, mens differansen den gang var på 6-9 m. Selv om reguleringene har medført visse endringer i nivåene på

flomtoppene, er det først og fremst senkingsmønsteret og laveste vannstand sommer, høst og vinter som har endret seg, og det til dels betydelig.

Er det mer tune flue nå enn før?

Med utgangspunkt i vannstandsforhold i tidligere tider og krav til habitat for eggoverlevelse kan det gis noen vurderinger på om det virkelig har skjedd endringer i bestanden av tune flue, og eventuelt hva ved habitatendringene som har hatt betydning.

Det er grunn til å mene at stabiliseringen av lavvannstanden i Vestvannet etter 1936, og kanskje spesielt etter 1954 har skapt økt bestand av tune flue, først og fremst fordi eggoverlevelsen har økt. Vi skal se nærmere på denne antagelsen.

Utvisomt har tune flue også i tidligere tider hatt egglegging i siste del av juni og begynnelsen av juli. Dersom det forutsettes at tune flue legger egg på vegetasjon og greiner som stikker opp over vannflaten, er det sannsynlig at egg alltid har blitt liggende fra høyeste vannstand i månedsskifte juni-juli og nedover så langt ut som det stakk opp ting det kunne legges egg på. Følgende er sannsynlig:

- At det før 1907/08 fram til 1918 og videre fram til 1954 var større variasjon mellom år når det gjaldt hvor *lenge* eggleggingsarealene ble liggende over vannlinjen, og ikke minst *når* vannstanden nådde opp til der eggene var lagt året før, se Fig.21, årene 1867 og 1868. Variasjon i dato når eggene ble dekket med vann må ha medført variasjon i når tune flue klekket. I for eksempel 1867 ble egg sannsynligvis dekket med vann så sent som i begynnelsen av juni, hvilket nødvendigvis må ha gitt klekking av tune flue i siste del av juli. Effekt av temperatur er ikke vurdert, men Glomma er forholdsvis kald på forsommeren.
- At eggleggingsarealene helt fram til 1954 ble liggende på en høyere kotehøyde sammenliknet med vintervannstanden. ”Naturtilstanden” før 1907 beskrevet av Opstad (1943) angir store deler av Vestvannet som tørt land senhøstes og vinter. Laveste vannstand definert av kote i utløpsdam øverst i Ågårdselva: kote 23,30 varte fra 1907 og fram til 1954. Dette har hatt minst tre implikasjoner:
 - Vannstanden den påfølgende vår nådde opp til eggleggingsarealene på et seinere og mer variabelt tidspunkt.
 - Vannstanden nådde mindre regelmessig opp til eggleggingsarealene
 - Fuktigheten i substratet ble mindre fordi det var større høydeforskjell mellom eggleggingsarealet og vannspeil etter at driften av sagbrukene hadde brukt opp magasinet ned til kote 23,30.

Det er derfor sannsynlig at bestanden den gang på langt nær var så tallrik, fordi det var mindre sannsynlighet for å kunne gjennomføre vellykket livssyklus hvert år. Det er usikkerhet knyttet til disse vurderingene, men det antas at vendepunktet i regulariteten skjedde etter 1933/36, en tendens som ytterligere ble forsterket etter 1954, fordi lavvannstanden da ble hevet ca 1 m og ble tilnærmet stabil.

Dersom det forutsettes at tune flue legger egg på vegetasjon som står i vann, må opplagt vannvegetasjon også være en viktig faktor, ikke minst for hvor eggene faktisk havner. Vannstandsvariasjon ("reguleringshøyde") og tilførsel av næringsalter har betydning for den økte vannvegetasjonen som sannsynligvis har skjedd i hele området over tid. Det kan spekuleres på hvor i strandprofilen vannvegetasjonen var i de ulike manøvreringsperiodene, men det er sannsynlig at det var et mindre utpreget vegetasjonsbelte, og at det spesielt var mindre innslag av langskuddplanter og sumpplanter (Fig. 25). Det må antas at det den gang var mindre vegetasjon som egnet seg for egglegging for tune flue.

Dagens vannstandsvariasjon, vannvegetasjon og næringsforhold (for knottlarver) er alle faktorer som trekker i retning av større totalbestand og mer regelmessig årlig klekkesuksess hos tune flue sammenliknet med "tidligere tider". Selve manøvreringen vil være en helt avgjørende ramme for den regelmessige klekkesuksessen, mens økt mengde strandvegetasjon og økt mengde næring vil være faktorer som øker selve tettheten.

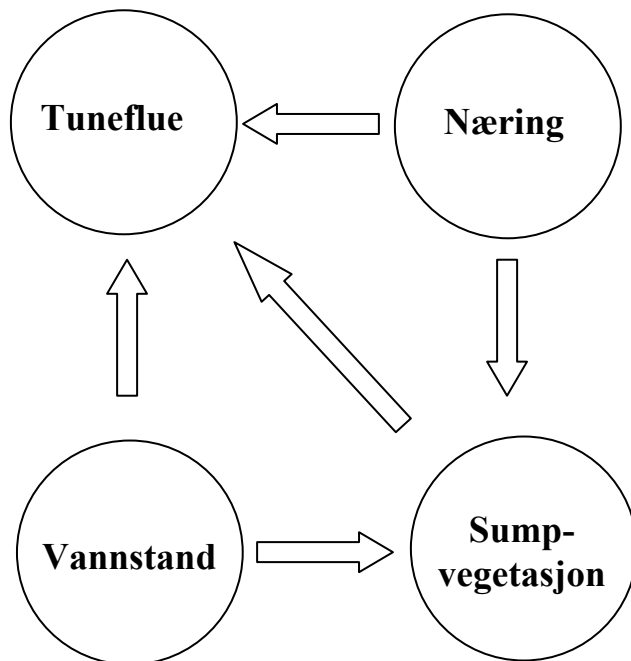


Fig. 25. Vannstand, sump-/vannvegetasjon og tilgjengelig næring er alle faktorer som anses å ha bedret forholdene for tune flue i Vestvannet og Ågårdselva sammenliknet med naturtilstanden.

Mens tune fluebestanden i tidligere tider sannsynligvis var begrenset av eggoverlevelse, er det trolig at det er blitt stabilt bedre forhold for egg i "seinere" år (etter 1936 og 1954). Dette kan ha ført til at bestanden av tune flue nå i hovedsak er begrenset av plass eller egnet substrat for larver, som nevnt av Raastad (1975).

I nyere tid må man imidlertid regne med at stor eggoverlevelse alltid "metter" Ågårdselva opp til maksimal tetthet av larver. Dersom begrenset plass er en avgjørende faktor vil vi forvente at den maksimale tetthet er forholdsvis konstant, så lenge det er eggoverlevelse som regulerer mulighet for "metning". Uten særlige tiltak vil man måtte regne med at det er dette som blir situasjonsbildet i årene som kommer.

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
- Brittain, J.E. og Saltveit, S.J. 1984. Bunndyr. I: Vennerød, K.E. (red.) *Vassdragsundersøkelser*. Universitetsforlaget, Oslo. (s. 191-200).
- 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.
- Fagermoen, Ø. og Høntorp, H.P. 2002. Feltundersøkelse ang. tuneflua og andre knottarter i Skiptvet Mai - Juni 2002. Intern rapport, Skiptvet kommune, 19 s.
- Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173
- Golini, V.I. and Davis, 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.
- Krebs, C.J. 1998. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, New York, 620 p.
- Opstad, L. 1943. Sanne og Soli: Skandinavias største sagbruk. Aschehoug & co. 163 s.
- 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. Tersklens innvirkning på bunndyr i regulerte vassdrag; med hovedvekt på insektgruppen knott (Diptera, Simuliidae). Informasjon fra Terskelprosjektet 23: 1-98.
- Raastad, J.E. 2002. Tuneflua - En utredning om tiltaksmuligheter. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Oslo, 217, 18 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).