

Flyver vandløbets mod strømmen?

Når man en smuk sommeraften ved åen ser sværme af insekter flyve op mod strømmen, er det så en målrettet adfærd eller blot en tilfældig flyveretning den dag? Sagen er ikke så let at afgøre som man skulle tro.

Egentlig er det en gåde, at der stadig er døgnfluer, slørvinger og andre insekter i bække og åer. Hvorfor er vandløbenes smådyr ikke for længst endt i havet, ligesom landskaberne, som vandløbene uafbrudt, sandskorn for sandskorn, gnaver løs og fører til havs?

Et svar, men næppe det eneste, kan være, at de voksne hunner flyver op mod strømmen og lægger æggene i de øvre strækninger. En af de første, der skrev om og fortolkede denne "opstrømsflugt", var den tyske biolog Eduard Schoenemund, som i 1930 skrev: »9. juni 1929 så jeg ved en lille flod i Sauerland en sky af de bittesmå *Caenis*-døgnfluer bevæge sig i fodgængerfart op imod strømmen, alt mens flere og flere sluttede til skyen. En hær af ivrigt jagende svaler fulgte med.« Schoenemund tolkede denne adfærd som en kompensation for det tab, der sker, når strømmen driver *Caenis*-larver nedstrøms.

Denne fortolkning mødes ofte med skepsis og overbærenhed. Der stilles spørgsmål ved, om opstrømsflugt eksisterer, om den er et generelt fænomen, eller om den overhovedet betyder noget. Ser man insekter, der flyver mod strømmen, så lyder kritikken, at det kan være ganske tilfældigt, eller de flyver som vinden blæser. Og så opvejer de nok tabet ved at lægge æg nok.

Jeg må medgive, at mange artikler, der er skrevet om emnet, giver et broget billede. Nogle viser klar opstrømsflugt, andre ikke, eller tværtimod. Snarere end at samle disse modstridende resultater i en pærevælling og afskrive teorien bør man fortolke flugtmønstrene ud fra de undersøgte arters biologi. Vandløbsinsekter ser ikke kun forskellige ud. De tilpasser sig livet i det strømmende vand på forskellig

vis. Det, man overfladisk kan opfatte som et forvirrende flugtmønster, kan afspejle en alsidig virkelighed: Nogle arter kan have brug for opstrømsflugt, andre ikke eller i mindre grad. Kun i meget få publikationer er sådan viden inddraget.

Jeg synes, fænomenet er en naturhistorie, der fortjener at blive kendt. Den er ganske godt dokumenteret, også i Danmark. Jeg vil lade en af vore mest almindelige døgnfluer, *Baetis rhodani*, fortælle sin version af historien.

Insektfælder

Alle, der færdes ved åen om sommeren, kan med egne øjne af og til se sværme af insekter flyve op mod strømmen. Sådanne iagttagelser er dog anekdotiske og tæller ikke som "rigtig" videnskab. I morgen kan de måske flyve den modsatte vej. Derfor prøvede jeg sammen med to kolleger for over 40 år siden at gå mere systematisk til værks. Vi lavede insektfælder ved at smøre plastfolie ind i den slags lim, som man smører på frugttræers stammer for at hindre sommerfuglelarver i at kravle op og spise bladene. Små fælder ($<1 \text{ m}^2$) blev spændt tværs over forskellige små bække, og en stor ($0,6 \times 4 \text{ m}^2$) blev spændt tværs over Sønderup å i Himmerland. Vi håbede, at når døgnfluerne fløj af sted med æggene over vandløbet, ville nogle af dem støde ind i fælden og blive hængende på den side, de ramte. Så kunne vi tælle, hvor mange der var fløjet op eller ned ad åen. Vi var helt klar over, at et flugtmønster kunne sløres af, om vinden blæste dyrene den ene vej eller den anden.

Vi valgte døgnfluerne som de mest lovende. De lever, som navnet siger, kort tid. Der er ikke så mange andre flyveaktiviteter, der kan distrahere dem end "en date, og så af sted med afkommet".

Forfatteren
Bent Lauge Madsen
er mag. scient. i ferskvandsbiologi (1968), pensioneret (2001) fra Miljøministeriet. Han fik i år Wessenberg-Lund prisen for "en mere end hæderlig indsats for dansk ferskvandsbiologi". bent@laugemadsen.dk

insekter

Til sammenligning har fx slørvinger et langt, aktivt voksenliv (ca. 1 måned), hvor de udvikler og lægger æg i flere omgange. Deres flugtmønster bliver derfor – ja, mere sløret.

Opstrømsflugt

Døgnfluerne i Sønderup å gav os en unik mulighed for at vurdere vindretningens indflydelse. Når larverne forlader vandet, bliver de kortvarigt til såkaldte subimagoer eller “dun”, som fluefiskerne kalder dem. De er ikke kønsmodne, og de flyver dårligt med deres dunede vinger. Vi kan forvente, at disse halv voksne døgnfluer fordeles tilfældigt og som vinden blæser på fældens to sider. Har de ægbærende hunner en opstrømsrettet flugt, kan vi derimod forvente, at fordelingen på fælden er usymmetrisk med flest på den side, der fanger dem, der flyver opstrøms. Da de to stadier optræder samtidigt, vil en evt. indflydelse fra vinden kunne vurderes ud fra fordelingen af subimagoer.

Der blev fanget 6.921 *Baetis* på fælden i Sønderup å, heraf 97,1 % ægbærende hunner (Se boks). I alle prøver var der flest *Baetis*-hunner (4.910) på den side, der fangede dem, der fløj i opstrøms retning. Derimod var der ingen forskel på fordelingen af subimagoer på de to sider.

4.815 hunner af en anden døgnflueart, *Ephemerella ignita*, viste det samme mønster med 3.868 på den side, der fangede dem, der fløj opstrøms. Fordelingen af subimagoer (550) i samme periode var tilfældigt fordelt på de to sider.

Nu er statistisk signifikans ikke det samme som et endegyldigt bevis, men det synes nærliggende at fortolke disse observationer som at ægbærende hun-



De ca. 1 cm store døgnfluelarver, *Baetis* sp. (øverst) og *Ephemerella ignita* (broget døgnflue), lever på vandløbets sten og planter. Her er en så stor risiko for at blive revet med af strømmen, at de kan tænkes at have udviklet en opstrømsflugt, som sammen med andre tilpasninger sikrer dem en varig plads i vandløbenes øvre dele. Begge arters opstrømsflugt er undersøgt i Sønderup Å.



Voksen *Baetis*. Vi har 9 arter af slægten. Arten *rhodani* er mest almindelig. Den var enerådende i bækkene og dominerede i Sønderup å. Men her var også en del *B. vernus* og *B. macani*. *B. rhodani* havde i bækkene en kort sommergeneration og en lang vintergeneration. Antal generationer i Sønderup å var ukendt.



Her er æggene fra tre *Baetis*-hunner. De lander på sten, pæle eller planter, der rager op over vandet. Herfra kravler de ned i vandet og klæber æggene, fast til stenen et for et, så de ikke rives løs.

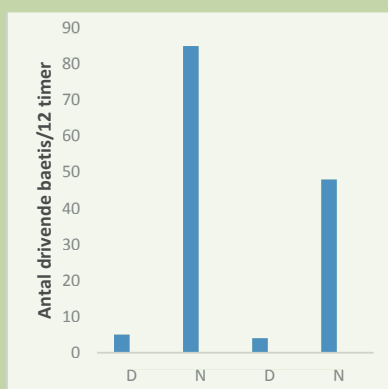
Døgnfluelarven i strømmen

Baetis-larven udnytter fordelene ved at leve i strømmen på oversiden af sten, hvor strømmen sørger for friskt, iltrigt vand, og hvor der fra det tidlige forår er en frisk "græsmark" af kiselalger at leve af. Til trods for, at larven er strømlinjet, og at den kan holde godt fast med klørne, river strømmen den alligevel løs. Det giver sig udslag i en "nedstrømsdrift" af larverne. Når larverne rives løs får de fleste fodfæste igen inden for 1 til 3 sekunder. Med en strømhastighed i det frie vand på 20 til 40 cm/s når de derfor næppe at drive langt, hver gang de slipper. Men slipper de ofte, kan den samlede drift over tid selvfølgelig blive stor.

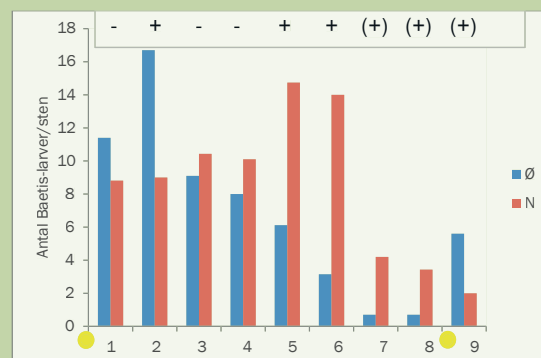
Som så mange andre af vandløbets smådyr kravler *Baetis*-larverne imod strømmen. Et godt spørgsmål er derfor, om denne opstrømsvandring kan kompensere for nedstrømsdriften. For at få svar på det må man tælle antallet af larver opstrøms og nedstrøms gennem året for at se, om bestanden

forskydes i nedstrøms retning. Det er næppe muligt at måle i større vandløb: Hvor begynder bestanden, hvor ender den, hvor overlapper de hinanden?

Vi forsøgte derfor i sin tid at undersøge sagen i den kun ca. ½ km lange Skovkilde ved Granslev å, hvor *Baetis* lever på stenene. En for intensiv indsamling kan forstyrre den begrænsede bestand, så vi lagde alle stenene omhyggeligt på plads igen og satte de fleste af larverne tilbage i vandet efter de var talt. Med 4 til 6 ugers mellemrum, fra æggene klækkede i september (1968) til de voksne kom frem april 1969, talte vi larver (2.633) på i alt 346 sten 100 m fra udspringet og 300 m længere nedstrøms. Som figuren herunder viser, tyder det på, at bestanden i denne lille bækstrækning forskydes i nedstrøms retning i løbet af sæsonen. 40 år senere viste stikprøver taget i forår og efterår samme tendens.



Ved at lede lidt (her ca. 10%) af bækkens vand gennem et net eller en sigte kan vi måle, hvor mange *Baetis*-larver, der rives væk af strømmen (nedstrømsdriften). Her er målt dag og nat over to døgn i Sugebæk ved Silkeborg i juni 1970. Den store forskel på dag- og natdriften hænger nok sammen med, at larverne om dagen søger ned i skjul på stenenes kanter og frie undersider.



Gennemsnitligt antal larver af *Baetis (rhodani)* pr. sten målt øverst (Ø) og nederst (N) i Skovkilden fra september 1968 til april 1969 (1-6), samt marts (7), april (8) og november (9), 2009. Gul kugle viser sensommer-æg. + og - viser sandsynligheden for, om forskellene mellem de to stationer er signifikant forskellige eller ej ifølge en Wilcoxon rank test.

ner foretrækker at flyve mod strømmen.

Vi fandt det samme *Baetis*-mønster på de små limfælder, vi havde spændt over de små bække, om end i meget mindre målestok. Den store forskel mellem antallet af begge arters ægbærende hunner og subimagoer (ca. 9:1) på Sønderup-fælden kan støtte, at der er en opstrømsflugt: Subimago er fra lokale bestande, de ægbærende hunner er også kommet langvejs fra.

Undersøgelser i udlandet har siden støttet, at opstrømsflugten for *Baetis* er en realitet: Ved en lille flod i Alaska dryppede Anne E. Hershey og kolleger i 1993 kontinuert ^{15}N -isotoper i vandet, som *Baetis*-larverne indtog med føden. Isotopen fortyndes på vej væk fra strækningen, så ^{15}N -signalet i larverne og i de voksne, der klækkes, bliver svagere og svagere nedstrøms. De fandt, at mange af de voksne *Baetis*, der blev fundet, havde svagere ^{15}N -signal end larverne samme sted. De voksne må altså stamme fra larver længere nedstrøms. Mellem en og to tredjedele var fløjet 1,6-1,9 km opstrøms. Og det svarede til de ca. 2 km, man med anden metode havde vurderet, at ca. samme andel larver var drevet nedstrøms.

Naturen har mange løsninger

Naturen er "omkostningsbevidst". På langt sigt vinder de smarte løsninger over de mindre smarte. Er det mere økonomisk, at en *Baetis*-hun frakter tusinde æg nogle hundrede meter op mod strømmen, end at en passende andel af larverne kravler derop (se boks). Er det en bedre løsning, at de hunner, som strømmen ikke har drevet nedad, klarer bestandens tab ved at producere flere æg, end at hunner, der er drevet nedad, bærer æggene opad? Eller er det nok, at hunnerne bare spreder sig tilfældigt op og ned og på kryds og på tværs?

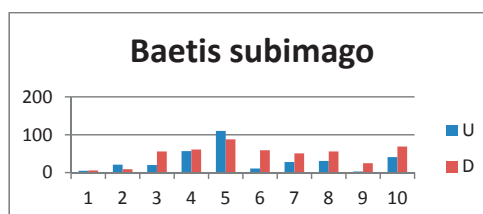
Hvad der er en god løsning for en art er ikke nødvendigvis en god løsning for en anden art. En art kan også have flere løsningsbidrag på samme problem. Larverne kan vandre imod strømmen, mens tilbageværende hunner kan producere ekstra mange æg. Men de voksne hunner, som også har udviklet en tendens til at forskyde sig opstrøms med æggene, har taget et evolutionært skridt, der kan give disse individer en selektiv fordel. De kan med tiden komme til at dominere populationen. Sådan fungerer naturen, formodentlig også i vandløb.

Vi kan kun forvente et klart opstrøms-signal i flyvemønsteret hos arter, hvis larver er udsat for en betydelig risiko for at drive med strømmen og som har et flyvemønster uden for megen støj.

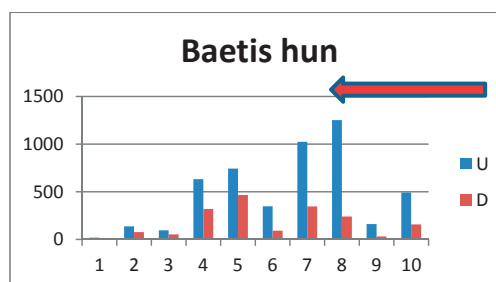
Den danske kritik af undersøgelser, der handler om opstrømsflugt, refererer især til data fra en konference-rapport af Irene Petersen og kolleger



Skovkilden ved Granslev å, hvor *Baetis* lever på stenene.



Figur 4: Figuren viser fordelingen af 818 subimagoer af *Baetis* (ca. lige dele hanner og hunner) over 10 prøveperioder ved Sønderup å (12. juni til 17. september 1972). De er tilfældigt fordelt statistisk på fældens to sider.



Figur 5: *Baetis*-hunner med æg på henholdsvis opstrøms- og nedstrøms side af fælden ved Sønderup å. Der er signifikant flest *Baetis*-hunner på den side af fælden, der fanger dem, som flyver op mod strømmen (U). Rød pil er strømretning.



Simested å. Ådalens plantevækst er levested for vårfluer og mange andre voksne vandløbsinsekter. Her spiser de, danser og parrer sig. Og herfra kan de sprede sig både langs vandløbet og på tværs til andre.

Mere at læse.

Hershey AE, Pastor J, Peterson BJ & Kling GW 1993: Stable isotopes resolve the drift paradox for *Baetis* mayflies in an arctic river. *Ecology* 74: 2315-2325
Kopp M, Jeschke JM & Gabriel W 2001: Exact compensation of stream drift as an evolutionarily stable strategy. *Oikos* 92, p. 522-530
Macneale KH, Peckarsky BL & Likens GE 2005: Stable isotopes identify patterns of stonefly populations living along stream corridors. *Freshwater Biology* 50: 1117-1130.
Madsen BL, Bengtson J & Butz I 1977: Upstream movement by some Ephemeroptera species. *Archiv für Hydrobiologie*, 81: 119-127.
Petersen I, Winterbottom JH, and Orton S & Hildrew AG.: Does the colonization cycle exist? Biodiversity in benthic ecology. Proceedings from Nordic Benthological Meeting in Silkeborg, Denmark 13-14 November 1997. Neri Technical report no 266.
Vance S A 1996: Morphological and behavioural sex reversal in mermithid-infected mayflies. *Proc. R. Soc. London*. 263:907-912

fra 1997, der bygger på undersøgelser af tre sløvvinge-arter (2 arter af *Leuctra* og 1 art *Nemourella*). Der blev fanget ca. 7.000 individer i tre retningsbestemte fælder ved en engelsk bæk, og de viste intet spor, der kunne fortolkes som opstrømsflugt. Men det er i mine øjne heller ikke at forvente. Alle tre arters larver bor i revner og sprækker i bunden og mellem døde blade, hvor vandstrømmen måles i mm/s eller mindre. Hos ca. 11.000 sløvvinger med tilsvarende levevis (*Nemoura*) fanget på tre limfælder ved en skovbæk ved Silkeborg, kunne vi heller ikke se noget spor af en opstrømsflugt. Og dog har selv *Leuctra*, trods sin beskyttede tilværelse, nok alligevel en flig af opstrømsflugt: Det har Macneale og kolleger vist i 2005 med ¹⁵N-mærkede *Leuctra* ved Nordamerikanske skovbække.

Tag ud til åen...

Mit mål med denne naturhistorie er at fortælle, at man nøje må gennemtænke fortolkningen af opstrømsflugt-undersøgelser. Det kræver et kendskab til den del af forsøgsdyrenes levevis, der er relevant for problemstillingen. I dette tilfælde især deres forskellige reaktioner over for strøm. Mit håb er, at artiklen kan inspirere til at tage ud til åen en lun, stille sommeraften og se, om det virkelig er rigtigt, at døgnfluerne flyver op mod strømmen. Og måske se efter på de limfælder, edderkopperne spinder på broens gelænder: På hvilken side sidder døgnfluerne? Sådan fandt jeg ud af, hvilken vej nattens døgnflue, den lille *Brachycercus*, åbenbart flyver. De fleste var i den side af spindene, der vendte nedstrøms. Og det havde edderkopperne jo fundet ud af før mig. Nå ja, det er jo kun en anekdote. ■

Blinde passagerer

En interessant detalje i vore undersøgelser af *Baetis* i Sønderup å for over 40 år siden var, at ca. 3 % af de *Baetis*, der blev fanget på fælden, lignede hanner. I den gamle protokol fra 1972 havde vi noteret, at disse var "mærkværdige hunner uden æg", og at de havde en parasitisk nematod (rundorm). Det tænkte vi ikke nærmere over dengang. Men nu er de interessante. Man har nemlig vist, at parasitten, som hedder *Gasteromermis*, får hanner til at ligne og til at opføre sig som en drægtig hun.

Parasitten skal tilbage til vandet, og det kommer den jo kun, når den er i en hun. Men hannerne bliver på land, undtagen dem, der har parasitten: Disse transseksuelle hanner følger med hunnerne på opstrømsflugten, og de følger med ned i vandet i den "tro", at de skal lægge æg! I stedet lægger de en nematod. Den inficerer en ny *Baetis*-larve. I øvrigt påvirker nematoden også *Baetis*-larven til ikke at drive så hyppigt som dem uden parasitten. Så er risikoen for at ende i en ørredmave mindre.