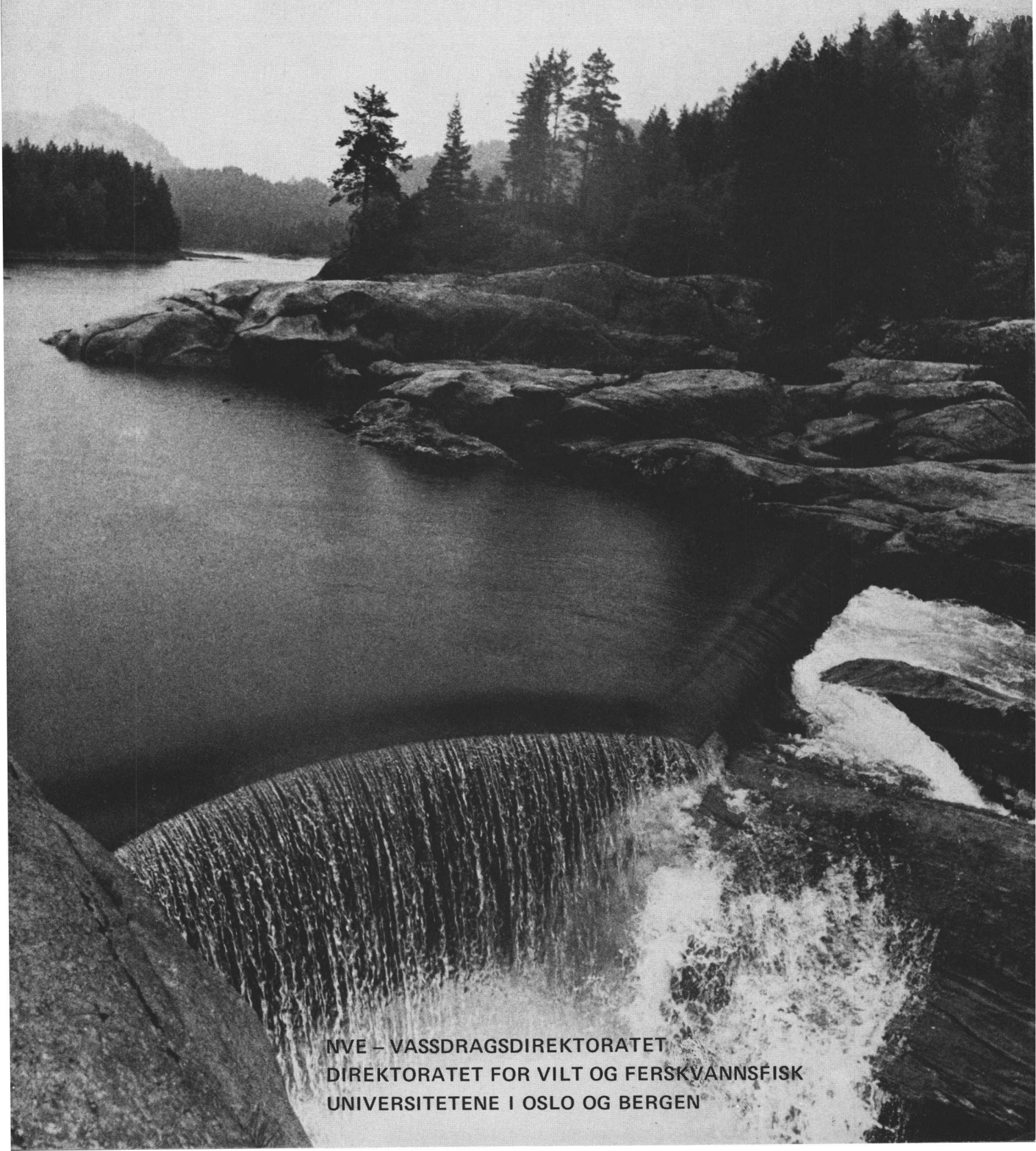


TERSKELPROSJEKTET 10

INFORMASJON NR.



NVE – VASSDRAGSDIREKTORATET
DIREKTORATET FOR VILT OG FERSKVANNSFISK
UNIVERSITETENE I OSLO OG BERGEN

OM TERSKELPROSJEKTET

Prosjektet, hvis fulle navn er "Undersøkelse av tersklenes innvirkning på biologiske forhold i regulerte vassdrag" ble startet i 1975. Terskelprosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen - Vassdragsdirektoratet, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk - DVF (Trondheim-Ås), Universitetet i Oslo og Universitetet i Bergen. Prosjektet finansieres med midler fra Konsesjonsavgiftsfondet og ved egeninnsats fra de deltagende institusjoner.

Målsettingen for Terskelprosjektet er:

- å klarlegge økologiske endringer som finner sted i rennende vann ved reguleringer og terskelbygging.
- på grunnlag av de observasjoner som gjøres å komme med synspunkter på hvorledes fremtidige tiltak bør være for å styre utviklingen i de regulerte vassdrag i en ønsket retning.

Den ansvarlige ledelse er lagt til Vassdragsdirektoratet ved Natur- og landskapsavdelingen med cand. real Pål Mellquist som prosjektleder.

I tillegg til prosjektlederen har Terskelprosjektet et faglig styringsutvalg som består av for tiden 8 personer fra følgende institusjoner/avdelinger:

Forsøksleder Tor B. Gunnerød Ph.D., DVF, Reguleringsundersøkelsene.

Vitenskapelig konsulent, Fil.dr. Per Aass, DVF, Fiskeforskningen.

*Overingeniør Øystein Aars, NVE-Vassdragsdirektoratet,
Hydrologisk avdeling.*

*Fagsjef Knut Ove Hillestad
NVE-Vassdragsdirektoratet, Natur- og landskapsavdelingen.*

Amanuensis Roald Larsen, Universitetet i Bergen, Zoologisk museum.

Amanuensis Reidar Borgstrøm, NLH, Institutt for naturforvaltning.

*Dr.philos. Albert Lillehammer og Dr.philos. Petter Larsson,
Universitetet i Oslo, Zoologisk museum.*

I den utstrekning det kan forenes med målsettingen for de forskjellige hovedfagsstudier vil studenter kunne ta hovedfagsoppgaver i tilknytning til Terskelprosjektet. Forskningsresultatene vil bli presentert i "Informasjon fra Terskelprosjektet" og/eller i nasjonale og internasjonale fagtidsskrifter. Data fra Terskelprosjektets rapporter kan publiseres videre under forutsetning av at kildene oppgis. Det gjøres oppmerksom på at mange av rapportene i denne serien vil være delrapporter og tildels av foreløpig karakter.

Forespørsler om Terskelprosjektet kan rettes til:

Terskelprosjektet v/prosjektleder P. Mellquist
NVE-Vassdragsdirektoratet, Middelthunsgt. 29, OSLO 3
Tlf.: (02) 46 98 00

H. Sperstad

K. O. Hillestad

TERSKLENES INNVIRKNING PÅ BIOLOGISKE FORHOLD
I REGULERTE VASSDRAG - (TERSKELPROSJEKTET)

INN- OG UTFØRSEL AV ORGANISK MATERIALE TIL
TERSKELBASSENGET VED EKSE, EKSINGEDALEN

Input and output of organic materials
to the weir basin at Ekse, Eksingedalen

Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. og Otto, C.

Avd. for zoologisk økologi, Zool. Mus.,

Universitetet i Bergen

NVE-Vassdragsdirektoratet

1979

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	5
INNLEDNING	6
LOKALITETSBESKRIVELSE	7
METODIKK	10
Energimåling	13
Vannføring og temperatur	13
RESULTATER	14
Moser og alger i bassenget	14
Tilført organisk materiale	14
Grovdelt partikulært organisk materiale	14
Findelt partikulært organisk materiale	15
Løst organisk materiale	15
FISK	19
DISKUSJON	23
SAMMENDRAG	30
SUMMARY	31
LITTERATUR	32
VEDLEGG	35

FORORD

Omfattende analyser av energi- og materialtransport gjennom økosystemer i rennende vann er mangelvare både i Norge og internasjonalt. Dette har mange årsaker, men vesentlig fordi det er betydelige metodikk- og erkjennelsesproblemer på dette felt. I denne rapporten legger vi frem data som utgjør en del av fundamentet for de vurderinger som Terskelprosjektet senere skal gjøre mht. virkningene av reguleringsinngrep og terskelbygging. Vi tror imidlertid at materialet, slik det er presentert, vil ha betydning også for andre og er derfor glade for å kunne yte vårt bidrag til "det vi vet" i denne sammenheng.

Amanuensis Roald Larsen har stått ansvarlig for undersøkelsene i Eksingedalen hvor disse data skriver seg fra. Undersøkelsene er i sin helhet finansiert over Terskelprosjektets budsjett.

P. Mellquist

I N N L E D N I N G

I løpet av de siste 70-80 år har et stort antall elver her i landet blitt regulert. Et skadedempende tiltak man har anvendt i forbindelse med disse reguleringene har vært terskelbygging. I 1975 ble Terskelprosjektet startet for å undersøke hvilke virkninger tersklene har på fiskepopulasjonene og andre biologiske forhold (Mellquist 1976).

Som hovedområde for undersøkelsene ble valgt Eksingedalselva i Eksingedalen, Hordaland. Undersøkelsene her er lagt opp som et økosystemprosjekt hvor det bl.a. legges vekt på å finne ut hvordan energien, i form av organisk materiale, transporteres gjennom de forskjellige plante- og dyregrupper. Man vil også forsøke å finne ut hvilke energigiver som har størst betydning for fiskeproduksjonen. En rekke utenlandske undersøkelser (Hynes 1975, Malmqvist et al. (in press) og Karlstrøm 1978 m.fl.) har vist at det organiske materialet som tilføres en elv fra omgivelsene har stor betydning for produksjonen av fiskeføde og fisk.

Det var i denne sammenheng nødvendig å få en oversikt over kildene til disse energigiverne. Basisåret for måling av energi- og materialtransporten i systemet er 1976. I denne rapporten legges det fram data for inn- og utførselen av organisk materiale for terskelbassenget på Ekse.

Det vil i senere rapporter bli lagt fram data fra 1977 og 1978, men disse dekker bare visse deler av året. 1976-dataene vil også i andre sammenhenger gi grunnlaget for vurdering av energistrømmene i terskelbassenget.

Energi i form av organisk materiale er i prinsippet solenergi som bindes i grønne planter ved fotosyntese. Plantene blir spist av dyr (konsumenter) og disse blir på sin side igjen spist av andre dyr og det hele utgjør et komplisert nett hvor den opprinnelige solenergien "flyter" i form av organisk materiale som bygges opp og forbrennes i organismene.

I det terskelbasseng som her betraktes blir energien tilført fra tre ulike kilder:

1. Fra land (det terrestriske system) i form av levende og dødt organisk materiale (blader, kvister, frø, insekter, bakterier o.l.).
2. Fra elva ovenfor terskelbassenget (det akvatiske system) i form av alger, moser, insekter o.l.
3. Fra moser, alger og dyr som er produsert i terskelbassenget.

Materiale som produseres utenfor terskelbassenget, og som føres med vann og vind inn i bassenget, kaller vi alloktont materiale. Det som produseres i selve bassenget kaller vi autoktont materiale.

LOKALITETSBESKRIVELSE

Undersøkellesområdet ligger ved Ekse, i den øvre delen av Eksingedalen (Fig. 1). Feltstasjonen og terskelbassenget med terskelen er vist på Fig. 2.

Området ligger i den subalpine regionen, ca. 560 m.o.h. Landvegetasjonen består av vier (Salix spp.), bjørk (Betula pubescens Ehrh.) og endel lyng og urter. Fyldigere beskrivelse er gitt av Mellquist (1976) og Fredriksen (1978).

Det er få høyere planteslag i elva, og bare enkelte mosebevokste steder. Algefloraen domineres av kiselalger (diatomeer), men det er også perioder med store innslag av andre algetyper.

Størst middelvannføring ble registrert i sommermånedene. Vannføringen varierte fra oktober 1975 til desember 1976 mellom 0.1 og 31.2 m³ s⁻¹ (fig 3). Vanntemperaturen nådde et maksimum på 17°C i august. Fra november til mai var elva islagt og vanntemperaturen 0°C (fig. 4). Ledningsevnen (κ_{20}) varierte i undersøkelsesperioden mellom 10 og 49 $\mu\text{S cm}^{-1}$ og pH mellom 5.8 og 6.8.

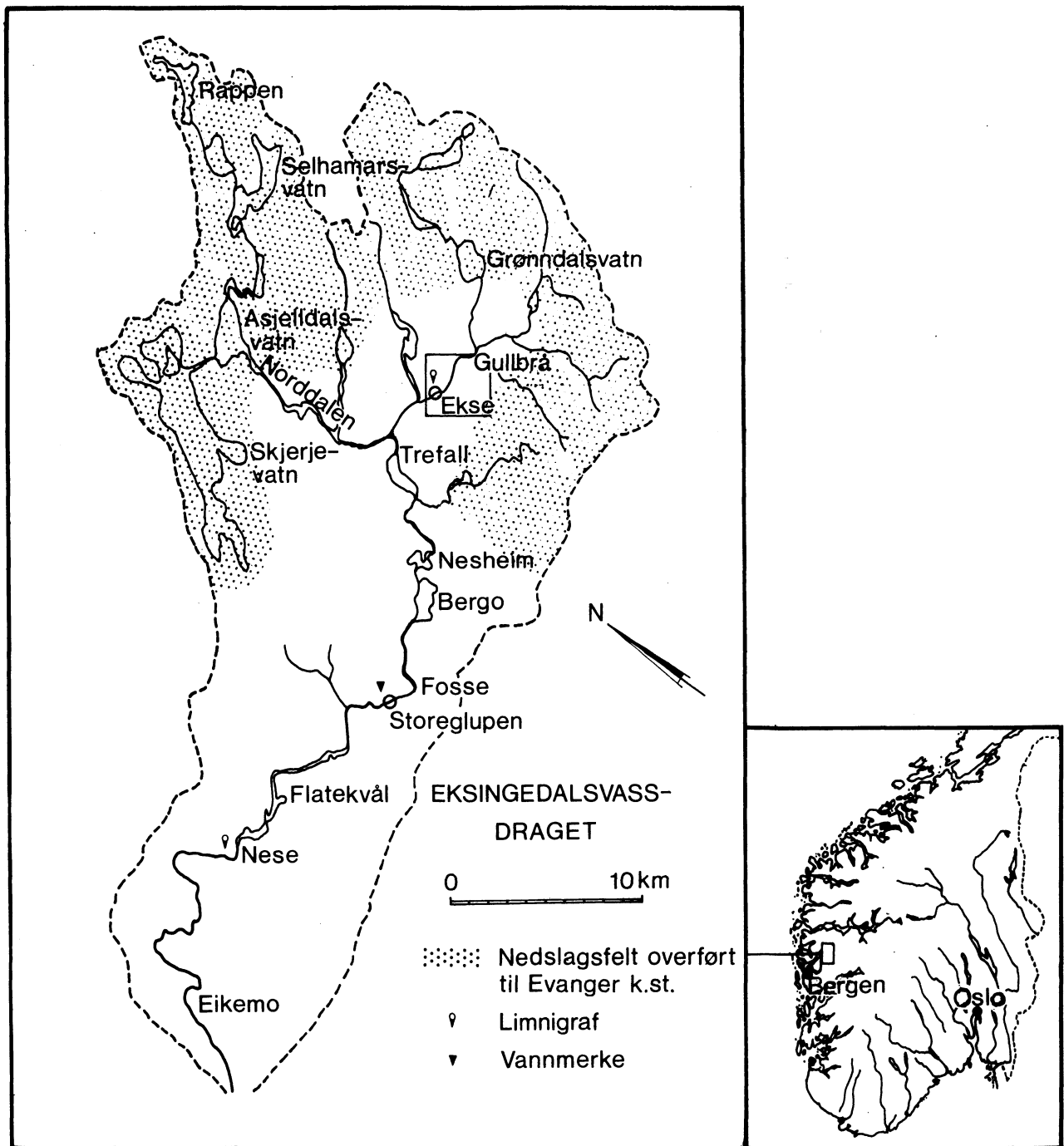


Fig. 1 Oversiktskart, Eksingedalen.

Location map, Eksingedalen.



Fig.2 Terskelbassenget ved Ekse. Terskelaksen er inntegnet. Til høyre på bildet sees feltstasjonen.

The weir basin at Ekse. The weir axis is indicated. The field station is situated to the right.

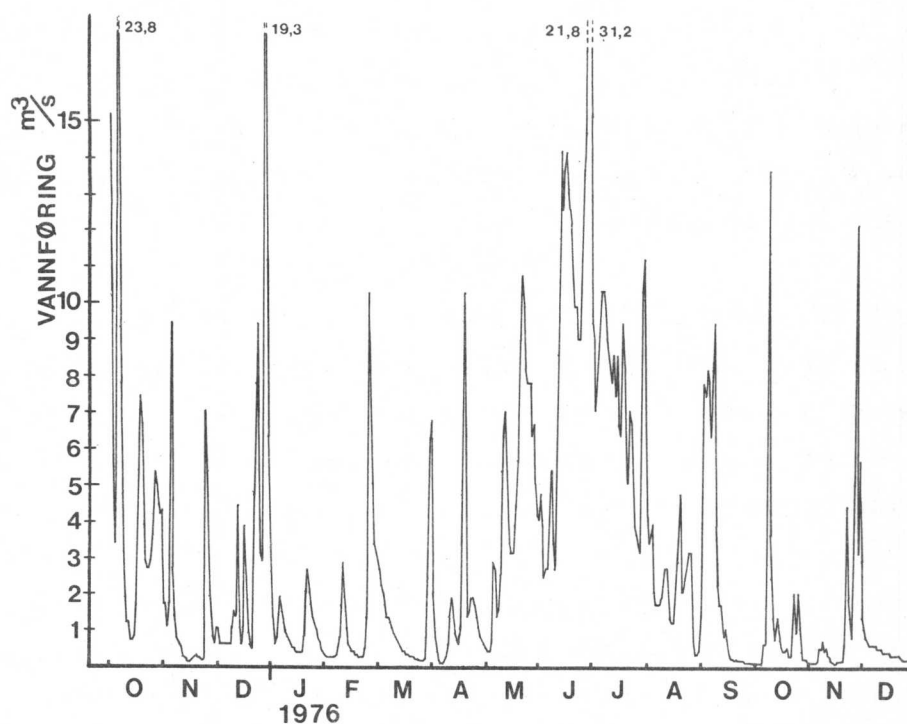


Fig. 3 Middelvannføring pr. døgn ved Ekse fra oktober 1975 til januar 1977.

Mean water discharge (24 hour) at Ekse October 1975 - January 1977.

METODIKK

Som nevnt i innledningen produserer alger, moser og høyere planter organisk materiale ut fra næringssalter, CO_2 og solenergi. Ved denne prosessen (fotosyntesen) dannes det også oksygen som til en viss grad forbrukes av plantene selv og dyrene til ånding (respirasjon). For å få et mål på hvor mye organisk materiale som dannes kan man derfor måle forskjellen i oksygenmengde i vannet som går inn i- og kommer ut av terskelbassenget. Målingene pågår sammenhengende over et døgn og kalles gjerne "Diurnal-curve metoden" (Odum 1956, Owens 1974, Simonsen 1974, Dahl-Madsen & Simonsen 1974). De to sistnevnte tar hensyn til alle vesentlige prosesser som påvirker oksygeninnholdet i vannet. Samtidig gir metoden til Dahl-Madsen & Simonsen muligheter for å simulere ikke-stasjonære tilstander i elva. Oksygenprøvene ble tatt ved bassengets inn- og utløp hver 3. time i døgnet to ganger i måneden. Oksygenmengden ble bestemt ved Winklertitrering (Goltermann 1971).

Som nevnt, kan det organiske materialet deles opp i ulike fraksjoner, alt etter opphavet. Dette forutsetter at materialet ikke er alt for oppstykket slik at de forskjellige komponentene kan identifiseres. En annen måte å inndeles materialet på, er å sortere det i størrelsesgrupper. Denne oppdelingen er uavhengig av materialets opphav og er av stor betydning for vurderingene, da ulike dyregrupper utnytter ulike størrelsesgrupper av det organiske materialet.

Fordi det er viktig å vite hva de ulike kilder på land og i vann betyr for sekundær-produksjonen, og hvilke organismer som favoriseres m.h.t. fødens størrelse, ble det foretatt en inndeling etter både størrelse og opphav. De forskjellige størrelsesgruppene er som følger:

- 1) Oppløst organisk materiale og små organiske partikler som går igjennom et filter med maskevidde $0,45 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 0,001\text{mm}$). Denne fraksjonen betegnes ofte DOM (Dissolved Organic Matter).
- 2) Organiske partikler som er større eller lik $0,45 \mu\text{m}$ og mindre enn $250 \mu\text{m}$. Fraksjonen betegnes FPOM (Fine Particulate Organic Matter).

- 3) Organiske partikler større eller lik 250 μm . Fraksjonen betegnes CPOM (Coarse Particulate Organic Matter).

I tillegg er det i mange sammenhenger fruktbart å betrakte de organiske partiklene samlet. Dette blir da summen av FPOM og CPOM og kalles ofte POM (Particulate Organic Matter).

Den grovdelte fraksjonen (CPOM) kan deles inn etter opphav:

- 1) Deler av høyere vegetasjon som løv, greiner, barnåler og annet plantemateriale fra land.
- 2) Moser (fra elva)
- 3) Alger (fra elva)
- 4) Dyr (fra elva og fra land)

Prøver til måling og bestemmelse av inn- og utført organisk materiale i terskelbassenget er tatt to ganger i måneden.

Driv av grovt partikulært organisk materiale (CPOM) i de frie vannmasser, er målt året rundt med drivfeller modifisert etter Mossestad (1972). Modifiseringen består i at festeanordningen for drivfellene er endret slik at de lett kan plasseres på det sted og på den dybde i elva som er ønsket (Fig. 5). I den isfrie delen av året ble det også målt det som kom drivende på overflaten med samme type utstyr. Det ble hver gang kjørt en serie med 7 prøvetagere ved inn- og utløp, og prøvetagerne sto ute i 24 timer. Ved å la prøvesamlerne stå ute i så lange tidsrom har det tidligere vært et problem at dyr har krabbet ut av posen før denne ble tømt og derved ført til for lave tall. Denne spesielle prøvetageren har imidlertid posen festet til et PVC-rør som er så glatt at dette problem er eliminert. Prøvetageren er testet ved Vassdrags- og havnelaboratoriet bl.a. med henblikk på dette (Mossestad 1972).

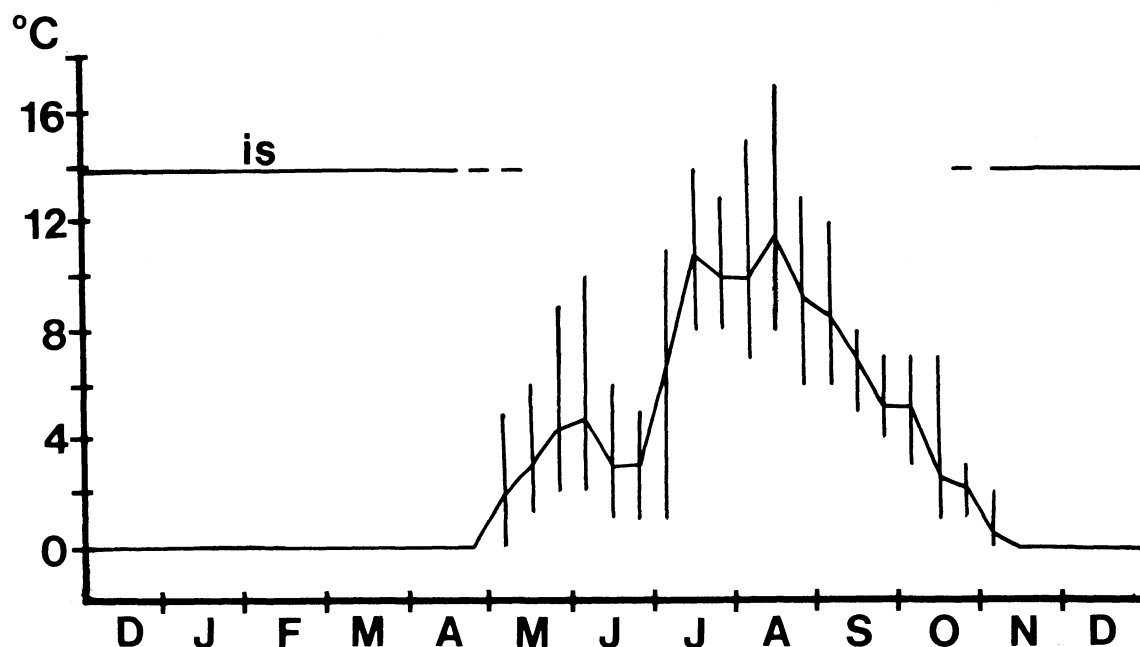


Fig. 4 Vanntemperatur. 10 døgns middel med maksimums- og minimumsverdier fra desember 1975 til januar 1977.

Mean water temperatures at Ekse December 1975 - January 1977.

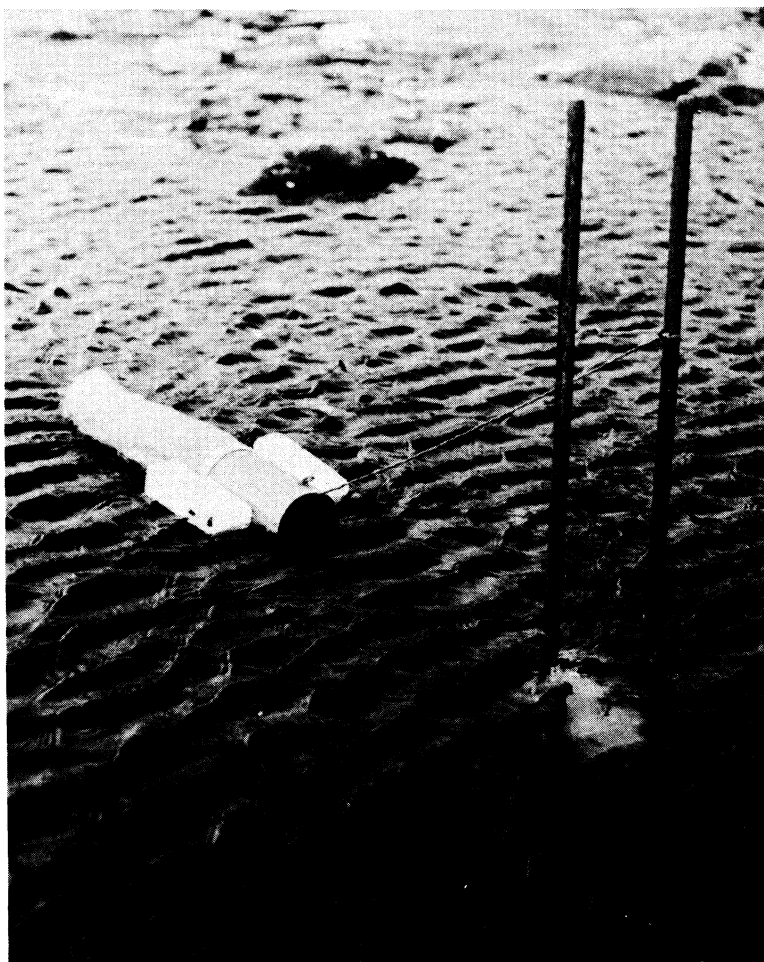


Fig.5 Drivprøvetaking ved terskelkronen på Ekse.

River drift sampling at Ekse.

For måling av inn- og utført fint partikulært organisk materiale, FPOM ble vannprøver fra inn- og utløp av bassenget først filtrert gjennom et 250 μm -filter og deretter gjennom et glødet 0,45 μm -filter.

Etter å ha passert gjennom dette siste filteret inneholder vannet bare oppløst organisk materiale og partikler som er mindre enn 0,45 μm . Mengden av løst organisk karbon ble analysert og omregnet til KJ energienheter.

Organisk materiale tilført terskelbassenget direkte fra bredene ble målt på to måter:

1. Lufttransportert materiale ble fanget opp av 3 - 9 rammer (1m x 1m) med nylonduk (250 μm maskevidde) som bunn. Rammene fløt på overflaten og var plassert tvers over elven på tre steder.
2. Materiale som falt fra kantene ut i bassenget ble samlet opp ved hjelp av 9 - 20 åpne esker (57cm x 11cm x 11cm) som var nedgravd langs bassengkanten.

Energimåling

Energimålingene ble utført etter flere forskjellige metoder, men med stikkprøver og kryssjekking ble det kontrollert at det var samsvar mellom de verdier som fremkom ved de forskjellige metodene. Plantematerialet i drivet ble kaloribestemt ved våtoksydasjon (Golterman 1971), bunndyrene ved bruk av bombe-kalorimeter (Phillipson 1964). Oppløst organisk materiale (DOM) ved omregning fra carbondata og fisk ved omregning fra protein- og fettdata (Allen et al. 1975). Materialet til kaloribestemmelse ble tørket ved 60°C i 24 timer.

Vannføring og temperatur

Vannstanden ble målt kontinuerlig med en limnigraf i øvre ende av terskelbassenget og omregnet til vannføring av Hydrologisk avdeling i NVE. Vannhastighetene er målt med en strøm-måler (Ott-Kleinflügel) og temperaturen registrert kontinuerlig med en termograf. (Fig 3 og 4).

RESULTATER

Moser og alger i bassenget

Produksjon av organisk materiale i form av moser og alger (brutto primærproduksjon) og åndingen (respirasjonen) i terskelbassenget er vist i vedlegg 1 og figur 6. Brutto primærproduksjonen utgjør 1.5% av totaltilførselen av energi og 24,8% av tilførselen om den løste fraksjonen (DOM) holdes utenfor. I 11 av årets 12 måneder var respirasjonen større enn primærproduksjonen. Bare i mai var forholdet omvendt. På årsbasis var forskjellen mellom respirasjonen og primærproduisert materiale $6,84 \cdot 10^7$ KJ. Dette tilsvarer 16 340 000 kcal eller energimengden i ca. 4 tonn olje.

Tilført organisk materiale, (alloktont).

Det tilførte (alloktone) materiale bestod av 4,5% partikulært og 94,1% løst materiale og utgjorde 98,6% av tilført energi (Tab. 2). Holdes den oppløste fraksjonen utenfor, utgjorde det alloktone materiale 75,2% av tilført energi til terskelbassenget. (Tab.3).

Den partikulære fraksjonen bestod av 34% grovdelt- og 65,5% findelt organisk materiale.

Grovdelt partikulært organisk materiale. (CPOM).

Grovdelt partikulært organisk materiale transporteres inn til terskelbassenget dels som driv med ellevannet (frie vannmasser og overflatedriv) og dels som direkte tilskudd fra terrenget omkring (luft-transportert materiale og nedfall fra kantene)

Vedlegg 2 og 3 viser driv i de frie vannmasser og overflatedriv inn i og ut av terskelbassenget. Nettotilførselen via de samme transportveier er vist på fig. 7 og 8. Nettotilførselen var positiv alle månedene i 1976.

Sammenlignet med hva som transporteres med vannet var tilførselen av grovdelt materiale til terskelbassenget fra omgivelsene via luft og som nedfall fra kantene forsvinnende liten. (Vedlegg 4-5 og fig. 9-10). De to sistnevnte fraksjonene utgjorde samlet mindre enn 2 o/oo av den totale CPOM nettotilførsel pr. år.

Vedlegg 6 viser fordelingen av ulike komponenter i CPOM-drivet inn til bassenget. Blad, kvister, gress etc. dominerte med 43,1% i månedsmiddel. Fraksjonen "annet" som vesentlig bestod av dyr og uidentifisert materiale, utgjorde 31,8%. Denne delen vil bli spaltet opp i en senere rapport om driv. Moser utgjorde 21,4% og alger bare 3,7% av CPOM.

Gjennom året var det store variasjoner i sammensetningen av de ulike fraksjonene av CPOM. Blader etc. varierte fra 15% i april til 98% i september. Fraksjonen "annet" viste høyest verdier i april (73%) og lavest i august-september (1%), altså det motsatte av det vi fant for blader etc. (Vedlegg 6). Mosene dominerte i november og desember (74 og 43%). I tillegg var verdiene for perioden mai-august høye.

Findelt partikulært organisk materiale. (FPOM)

Transporten av fint partikulært materiale inn i og ut av terskelbassenget er vist i vedlegg 7. Fig. 11 viser at det på årsbasis var en netto utførsel av FPOM fra terskelbassenget ($15,4 \cdot 10^6$ KJ). Bare i månedene februar, mars, juli og oktober er innførselen større enn utførselen. Den største netto utførselen var i mai, juni og september.

Løst organisk materiale. (DOM)

Transporten av oppløst organisk materiale, inn i og ut av terskelbassenget gjennom året er vist i vedlegg 8. Totalt ble ca. $6,2 \cdot 10^9$ KJ i form av DOM transportert gjennom terskelbassenget på et år. Om all denne energi kunne utnyttes ville det tilsvare ca. 360 tonn olje eller ca. 600 tonn steinkull. Innførselen kan på årsbasis settes tilnærmet lik utførselen, da nettoeksporten bare er 0,2 o/oo av tilført DOM.

I månedene april og mai var det en netto tilførsel av løst organisk materiale til terskelbassenget på h.h.v. 3% og 14% totalt av tilført DOM. (fig. 12). Det samme forholdet ble funnet i 1977 og 1978. Resten av året var det en nettotransport av DOM ut av systemet. Inn- og utførselen av DOM var høyest i juni og juli da $1-2 \cdot 10^9$ KJ ble transportert gjennom bassenget. Om vinteren lå transporten på et minimum i desember med $0,045 - 0,048 \cdot 10^9$ KJ.

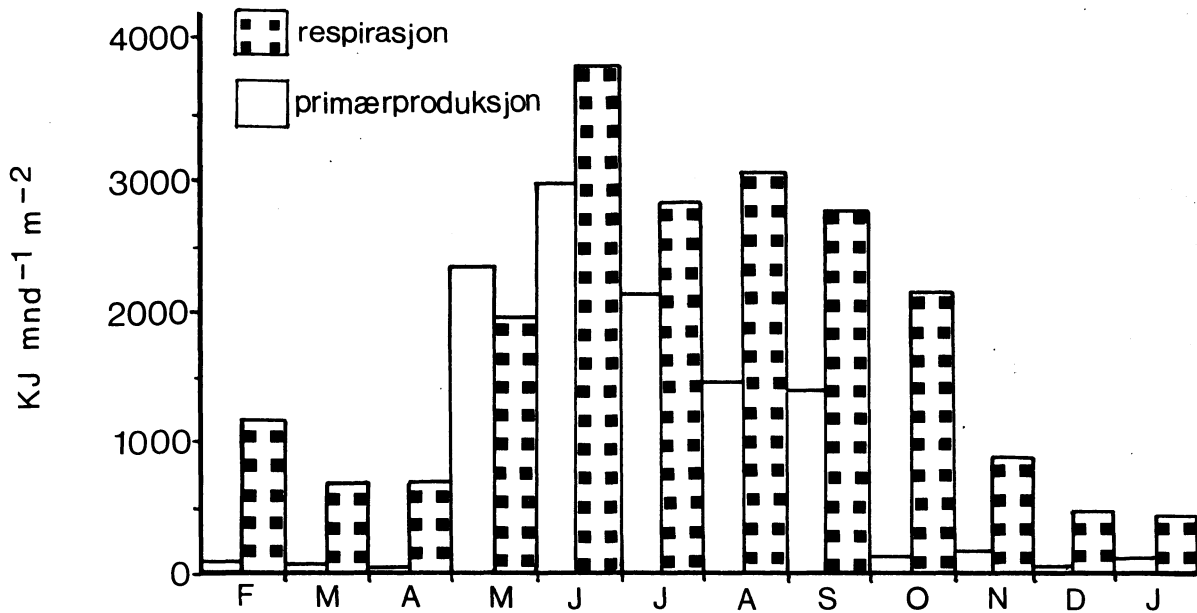


Fig. 6 Brutto primærproduksjon og respirasjon i terskelbassenget på Ekse 1976.

Gross primary production and respiration in the weir basin at Ekse 1976.

10³ KJ mnd⁻¹

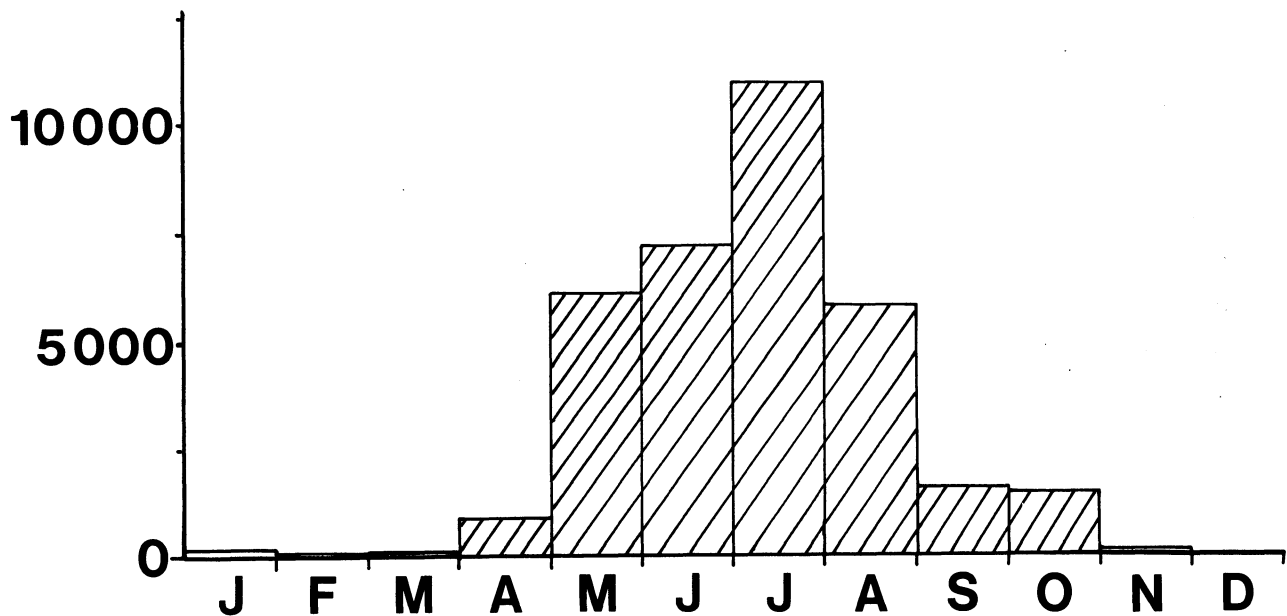


Fig. 7 Nettotilførsel til terskelbassenget av grovdelt organisk materiale (CPOM) som driv i vannmassene (-overflatedriv).

Net input to the weir basin of CPOM drifting in the water body 1976.

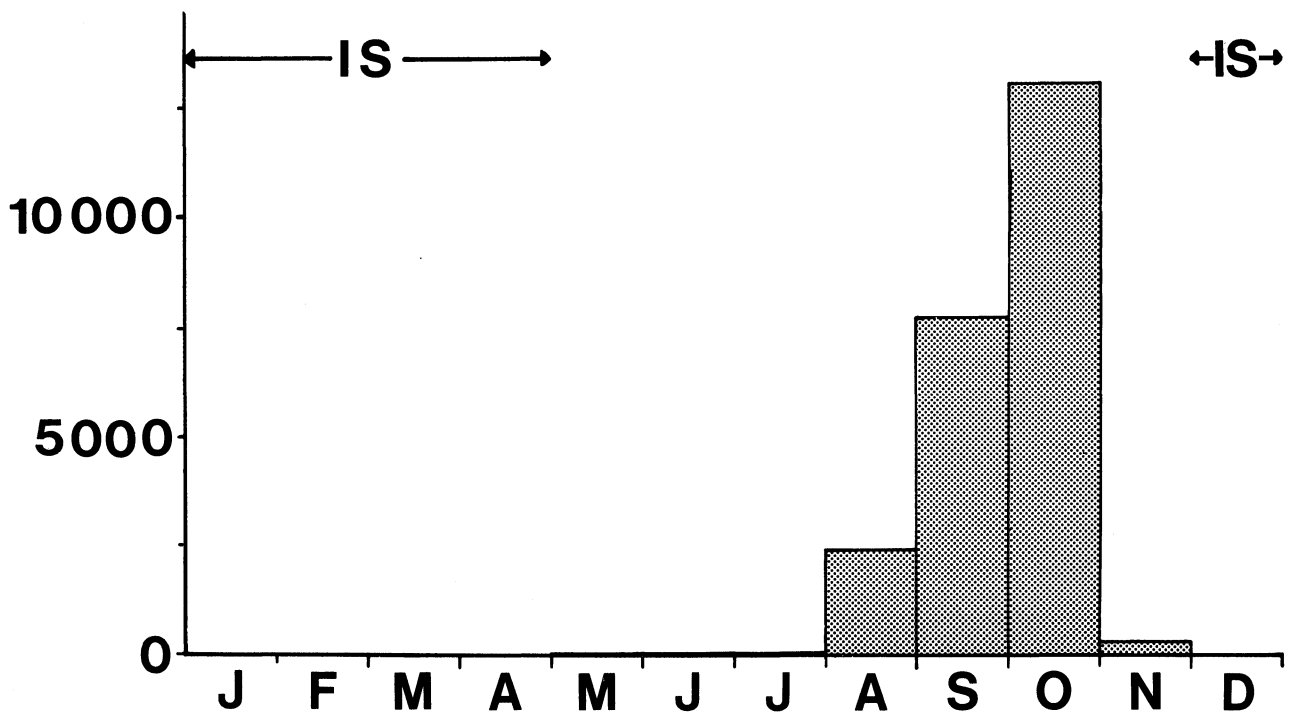
10^3 KJ mnd^{-1}


Fig. 8 Nettotilførsel til terskelbassenget av grovdelt organisk materiale (CPOM) som overflatedriv.

Net input to the weir basin of surface drifting CPOM 1976.

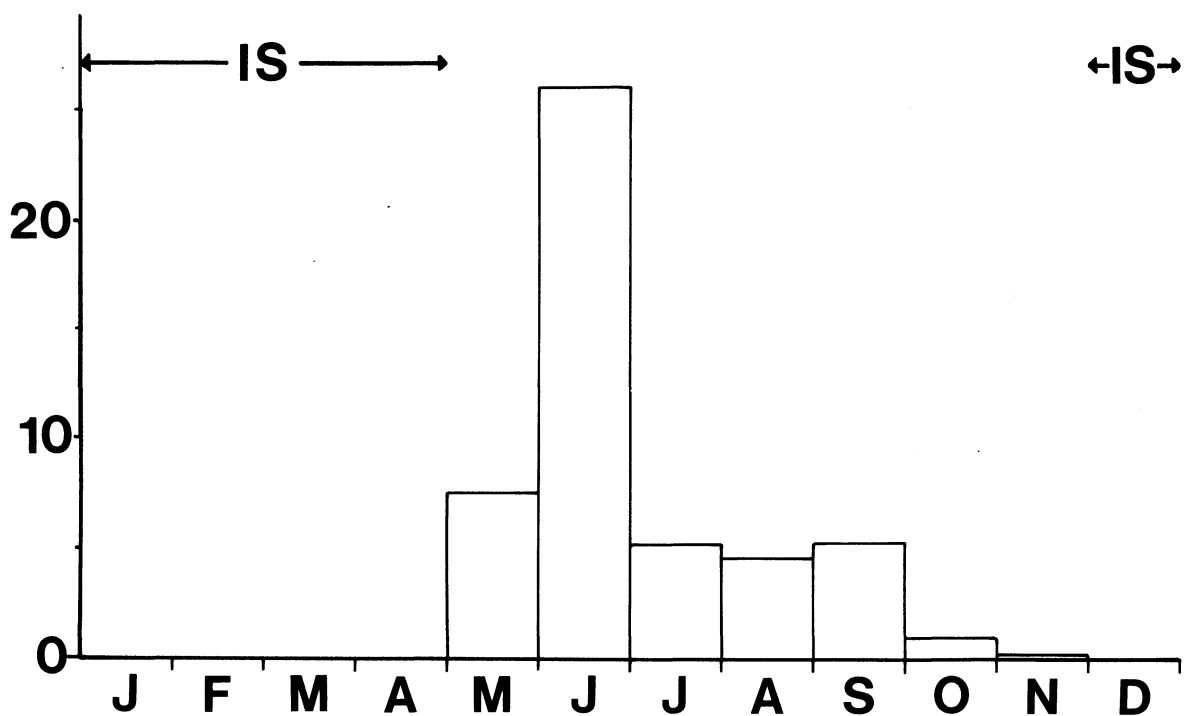
 10^3 KJ mnd^{-1}


Fig. 9 Tilførsel av lufttransport grovdelt organisk materiale (CPOM) til terskelbassenget i 1976.

Input of air transported CPOM to the weir basin 1976.

Tabell 1. Fiskens netto inn- og utførsel av energi i terskelbassenget.

Input and output of fish-transported energy at the weir basin at Ekse.

	Inn 10^3 KJ år^{-1} $10^3 \text{ KJ year}^{-1}$	Ut 10^3 KJ år^{-1} $10^3 \text{ KJ year}^{-1}$
Små fisk ($\leq 13 \text{ cm}$) <i>Small fishes</i>	108	
Stor fisk (ikke gytere) <i>Large fishes (non-spawning)</i>	210	
Stor fisk (gytere) <i>Large fishes (spawning)</i>		90
Σ	318	90
Netttilførsel 10^3 KJ år^{-1} <i>Net input $10^3 \text{ KJ year}^{-1}$</i>	228	

10^3 KJ mnd^{-1}

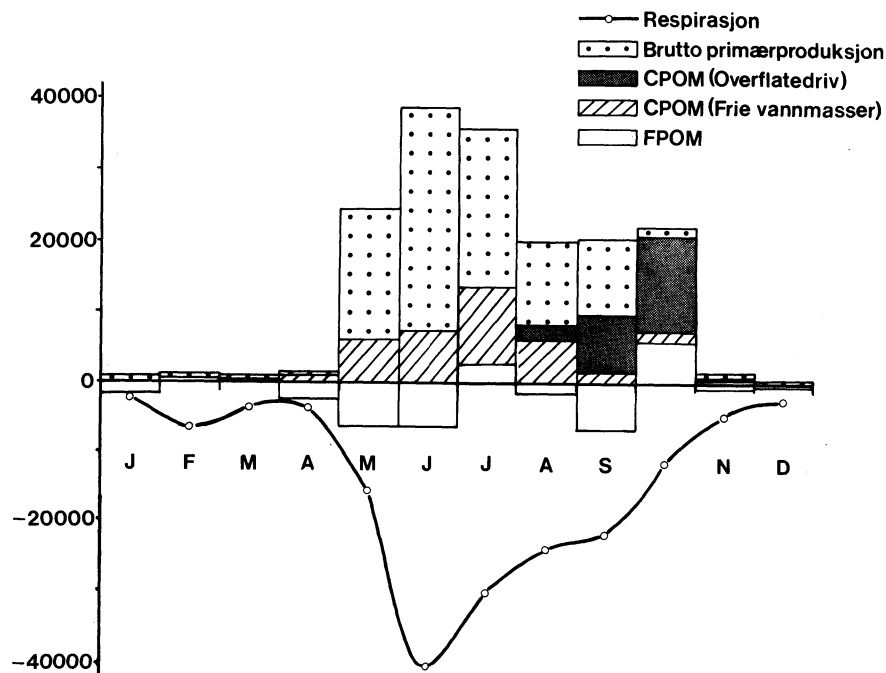


Fig 13

Grafisk sammenstilling av respirasjon, primærproduksjon og netttilførsel av de forskjellige organiske fraksjoner til terskelbassenget i 1976.

Respiration, production (BPP), and net input of organic matter to the weir basin in 1976.

Tabell 2 Inn- og utførsel av ulike slag organisk materiale i terskelbassenget på Ekse.

Input and output of different fractions of organic materiale at the weir basin at Ekse.

1976	10 ³ KJ år ⁻¹ 10 ³ KJ year ⁻¹		% av total mengde innført % of total input	% utført av innført % output of input
Type Fraction	INN	UT		
BPP Gross primary production	97 448		1,5	
Respirasjon Respiration		165 798		
CPOM (vann) CPOM (water body)	67 907	33 520	1,0	49,4
CPOM (overfl.) CPOM (water surface)	31 225	7 544	0,47	24,2
CPOM (luft) CPOM (air)	50		-	
CPOM (kant) CPOM (banks)	56		-	
FPOM	189 399	204 794	2,9	108,1
DOM	6 218 561	6 219 893	94,1	100,0
FISK Fish	318	90	-	28,3
BUNNDYR Benthic animals	5 735	3 539	0,09	61,7
	6 610 699	6 635 178		
		6 610 699		
	Differanse	24 479		

Tabell 3: Innførsel- og utførsel av ulike slag organisk materiale i terskel bassenget på Ekse. DOM er ikke tatt med.

Input and output of different fractions of organic materials (DOM excluded) at the weir basin.

1976	$10^3 \text{ KJ } \text{år}^{-1}$ $10^3 \text{ KJ } \text{year}^{-1}$		% av total mengde innført % of total input	% utført av innført % output of input
Type Fraction	INN	UT		
BPP <i>Gross primary production</i>	97 448		24,9	
Respirasjon <i>Respiration</i>		165 798		
CPOM (vann) <i>CPOM (water body)</i>	67 907	33 520	17,3	49,4
CPOM (overfl.) <i>CPOM (water surface)</i>	31 225	7 544	8,0	24,2
CPOM (luft) <i>CPOM (air)</i>	50		0,01	
CPOM (kant) <i>CPOM (banks)</i>	56		0,01	
FPOM	189 399	204 794	48,3	108,1
FISK <i>Fish</i>	318	90	0,08	28,3
BUNNDYR <i>Benthic animals</i>	5 735	3 539	1,5	61,7
	392 138	415 285		
		392 138		
	Differanse	23 147		

DISKUSJON

For terskelbassenget på Ekse fant vi at 75% av det partikulære materialet var av allokton og 25% av autokton opprinnelse (tabell 2). Larsson & Tangen (1975) undersøkte mengden av alloktont materiale som ble ført inn i og ut av Heimdalsvatnet i Jotunheimen. Larsson et al. (1978) undersøkte betydningen av alloktont og autoktont organisk materiale i utløpselva fra Heimdalsvatnet. Begge disse undersøkelsene viste at 50% av det partikulære organiske materialet er av allokton opprinnelse. Videre har de beregnet at ca 33% av føden til dyr, bakterier og sopp var alloktont. Undersøkelsen av utløpselva er bare foretatt i august. Resultatene er derfor vanskelig å sammenlikne med resultatene fra Eksingedalen.

Alloktont materiale har altså mengdemessig større betydning i dette terskelbassenget enn i Heimdalsvatnet. Mengden alloktont materiale til terskelbassenget var relativt mindre enn hva Fisher & Likens (1973) fant for en liten bekk i U.S.A., hvor 99,7% av totalrespirasjonen ble opprettholdt av tilført materiale. Derimot var alloktont materiale viktigere for sekundærproduksjonen i Eksingedalselva (terskelbassenget) enn i Rickleån (Karlstrøm 1978), hvor det alloktone materialet utgjorde under 50% av respirasjonen. I nedre del av Themsen tilsvarte det alloktone organiske materiale bare 1 - 2% av totalrespirasjonen (Mathews & Kowalszewski 1969).

Data fra våre egne undersøkelser og fra litteraturen bekrefter at det er sammenheng mellom det alloktone materialets betydning for totalrespirasjonen og størrelsen på elva/sjøen (Rich et al. 1971, Larsson & Tangen 1975 og Karlstrøm 1978).

Stampenbekken (Malmqvist et al. in press) og Bear Brook (Fisher & Likens 1973) er små bekker med gjennomsnittlig vannføring mindre enn $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Rickleån ved Robertsfors og Eksingedalselva ved Ekse er noe større ($6-7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Themsen har en gjennomsnitts vannføring på $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ved målestedet. (Mathews & Kowalszewski 1969).

Forskjellen mellom tilført alloktont POM i Eksingedalselva og

i Rickleån kan skyldes ulik landvegetasjon. På Ekse dominerer løvfellende busker og trær samt gras (Fredriksen 1978). Ved Robertsfors dominerer furu og lyng. Furu og lyng gir lite strøfall som kan transporteres til en elv (Bray & Gorham 1964). På Ekse utgjorde løst organisk materiale (DOM) hele 94% av det alloktone materialet som kommer inn i bassenget (vedlegg 8). Sammenlignet med totaltransporten var forskjellen mellom inn- og utførsel av DOM svært liten. Det eneste unntak var i mai da innførselen var 14% større enn utførselen. På årsbasis var imidlertid inn- og utførsel lik. Dette er også funnet i andre undersøkelser (Fisher & Likens 1973, Hynes 1975, Karlstrøm 1978 og Malmqvist et al. in press) og synes å være et generelt prinsipp for rennende vann.

Det grove partikulære materialet (CPOM) viste i motsetning til DOM en meget høy "akkumulering" i systemet (se vedlegg). CPOM ble hovedsakelig tilført systemet i månedene fra april til november. Mens driv av CPOM i de frie vannmassene dominerte fra april til og med august, dominerte overflatedrivet fra og med september til november. Denne vekslingen henger nøye sammen med årstidene. Løv, gras og urter blir blåst og ført med regnvann inn til elva om høsten samtidig som marka fryser til i de høyereliggende deler av nedslagsfeltet. Dette gjør at vi får en topp av nyfallent løv o.l. i overflatedrivet om høsten og en topp på forsommeren av løv og gras som har ligget på land fra foregående høst. Dette materialet er tyngre enn det som kommer inn til elva om høsten og vil derfor bli transportert som CPOM i vannmassene og ikke på overflaten (vedlegg 3). Mengden av CPOM (vedlegg 3 og 4) var størst om sommeren. Totalmengden av CPOM i vannet, derimot, hadde to klare topper, en i mai og en i august-september. Tilførselen av grovdelt organisk materiale fra kantene i terskelbassenget og fra luften utgjorde bare 0,26 o/oo av totalen og var derfor av underordnet betydning. Sesongvariasjonen av tilført CPOM tilsvarte det Karlstrøm (1978) fant i Rickleån.

Tabell 2 viser fordelingen av alloktont materiale når DOM ikke er tatt med. CPOM utgjorde 25% av tilført partikulært organisk materiale. Ca. 60% av totalmengde CPOM ble avsatt eller

omdannet i bassenget. Dette utgjør nesten 60 millioner KJ pr. år og var ca. 70% av differansen mellom autoktont primærproduert materiale og totalrespirasjonen. CPOM er derfor, biologisk sett, en svært viktig fraksjon av det partikulære materialet. Det samme har en funnet i Heimdalsvatnet (Larsson et al. 1978).

Total nettoeksport var lav, ca. 0,4% av tilført mengde inklusiv DOM og ca. 5% eksklusiv DOM. Dette lå innenfor rammen av den statistiske variasjonen i tallene ($\pm 5,1 - \pm 33,9\%$). Det betyr at importen av energi er tilnærmet lik eksporten.

Findelt partikulært materiale utgjorde 48% av inn- og hele 80% av utført partikulært materiale. Dette betyr at de grovere partiklene (CPOM) blir oppdelt i finere (FPOM) i bassenget.

Findelte partikler kan også dannes fra den løste fraksjonen (DOM) enten ved at det dannes fnokker (Gjessing 1976) eller at bakterier og sopp utnytter DOM som energikilde direkte. Prosessen fra CPOM til FPOM er relativt godt kjent gjennom arbeidet til Petersen og Cummins (1974) og kan ifølge Petersen (pers.medd.) skjematiseres som på fig. 14. Løselige stoffer i partiklene vaskes ut i vannet og bidrar til DOM-fraksjonen. Resten brytes opp i mindre partikkelstørrelser enten rent mekanisk eller ved en kjemisk/mekanisk kombinasjon i organismens fordøyelsessystem. Ved prosessen dannes det etterhvert FPOM som på denne måten øker i mengde. FPOM kan brytes videre ned, hele tiden med en stadig utvasking av løst organisk materiale til alt, teoretisk sett har gått over i denne form. Parallelt med dette har energien som trekkes ut av materialet gått med til å bygge opp nytt organisk vev i form av bakterier, sopp og dyr (bunndyr og fisk f.eks) som hører inn under hver sine størrelseskategorier (FPOM, CPOM). Energistrømmen kan derfor i dette tilfellet betraktes som en elv som strømmer i en retning, men med mange "bakevjer" som fører energien i en sirkel og tilbake igjen. Hele tiden forsvinner det imidlertid energi ut av systemet i form av respirasjon.

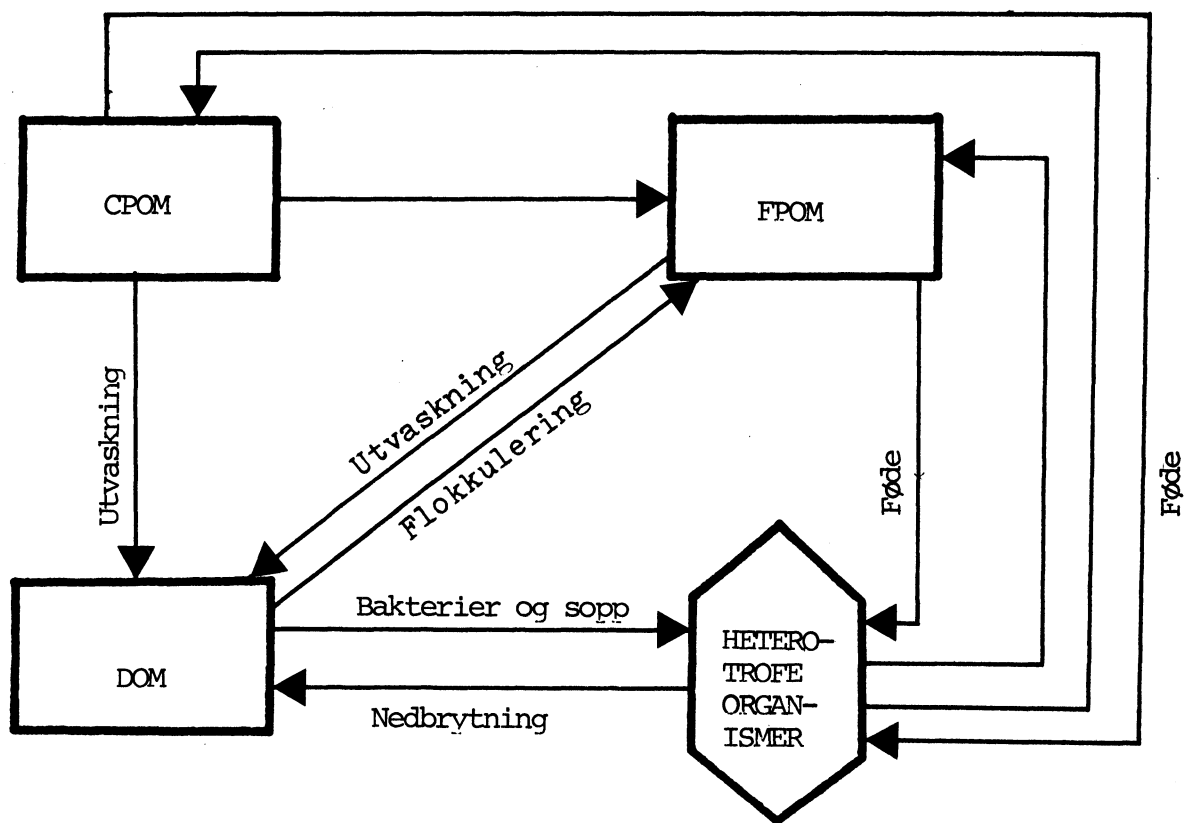


Fig. 14 En skjematisk framstilling av samspillet mellom partikulært og løst organisk materiale og heterotrofe organismer (dyr, bakterier og sopp).

The interaction between particulate and dissolved organic materials, and heterotrophic organisms.

Om høsten, samtidig med løvfallet, er konsentrasjonen av FPOM meget høy (vedlegg 7). I denne tiden har vi også en "akkumulering" i terskelbassenget.

I Stampenbekken (Malmqvist et al. in press), i Silver Spring (Odum 1957) og i Rickleån (Karlstrøm 1978) er det funnet en liknende årssyklus for FPOM. I samtlige av disse undersøkelsene fant man som for terskelbassenget ved Ekse en nettoeksport av FPOM på årsbasis.

I Eksingedalen har vi også tatt med import og eksport av organisk materiale i form av fisk og bunnlevende dyr (tabell 2 og 3). En del av den fisken som oppholder seg i terskelbassenget om vinteren vandrer ut om sommeren, og tar opp næringen utenfor bassenget.

Om vinteren bruker fisken energi til respirasjon i bassenget. Respirasjonen ble målt ved våre undersøkelser, men ikke transporten av partikulært materiale i form av fiskekjøtt til bassenget. Fiskens transport av POM er derfor regnet fra vandringsdata, vekstdata og vekttapet om vinteren.

Partikulært organisk materiale transporteres også inn i bassenget i form av yngel som vokser opp utenfor bassenget og først ved 2-års alderen vandrer inn i det. Også denne fisken går ned i vekt om vinteren og forbruker POM som den selv har transportert til bassenget. Både yngel og voksen fisk bidrar altså med en transport av energi til bassenget. Gytingen foregår utenfor bassenget. Rogn og melke regnes derfor som energiekspert.

Netto tilført energi av fiskepopulasjonen er $227\,485\text{ KJ år}^{-1}$ og utgjør bare 0,8 o/oo av den totale energitilførselen til bassenget. Det betyr likevel mye for fiskens energisituasjon, siden dette er energi som fisken kan bruke (tære på) om vinteren når energitilførselen er lav.

Energibetraktningene i tabell 2 og 3 viser at det driver mer bunndyr inn til bassenget enn ut. Nettotilførsel av bunndyr var $2\,186\,000\text{ KJ år}^{-1}$. Bunndyrene utgjorde lite av totaldrivet, men overskuddet var viktig som fiskeføde. Den netto-tilførte energien er nesten 20 ganger så høy som det tapet fisken har ved gyting. Det vil si at fisken i terskelbassenget teoretisk kan få nok energi fra bunndriv til å kompensere for energitapet ved reproduksjon (Larsen et al. in prep.).

Det er ikke observert fiskeetende fulglearter i området. Fossekallen, som i hovedsak lever av vann-innsekter, er iaktatt, men det har vært streifindivider. I 1976 ble det sett spor etter mink ved terskelbassenget. En ble imidlertid rapportert skutt våren 1977. Da det ikke er observert mink i

området siden, var dette dyret antakelig et streifindivid. Hverken fugl eller mink har derfor noen særlig innflytelse på de beregninger som her er foretatt.

På fig. 15 er forholdet mellom nettotilførselen av POM og totalrespirasjonen gjennom året summert opp. Figuren viser et system bestående av flere energikilder med ulik betydning gjennom året. Tidligere ble forholdet mellom bruttoprimærproduksjonen (BPP) og totalrespirasjonen (R) brukt til å beskrive økosystem (Odum 1956). En slik beskrivelse kan ikke brukes på terskelbassenget. Fisher & Likens (1973) beskriver imidlertid en modell der energitransporten gjennom systemet er tatt med:

$$I + P = R + E + \Delta S$$

hvor I = importert organisk materiale

E = eksportert materiale

ΔS = akkumulert organisk materiale

P = brutto primærproduksjon (BPP)

R = respirasjon

I vårt tilfelle er $\Delta S \approx 0$. Det vil si $(I + P)/(R + E) \approx 1$. Denne modellen passer bedre for vårt system enn Odums modell.

Ifølge Margalef (1975) har et økosystem nådd et stabilt nivå når forholdet mellom tilført og utført organisk materiale er lik 1. Økosystemet i Eksingedalen skulle da etter dette være i likevekt etter denne betraktningsmåten. Det kan kanskje synes noe uvant å beskrive situasjonen som i likevekt når man vet at det har skjedd store forandringer med økosystemet etter at tersklene ble bygget. Dette har imidlertid sin bakgrunn i at det her beskrives en "flytende" likevekt (ikke-stasjonær tilstand) hvor økosystemets respons på endrede miljøfaktorer er å oppfatte som en likevekt.

Vanngjennomstrømmingen i terskelbassenget påvirker ikke denne likevekten i særlig grad siden akkumuleringen av POM i prosent av tilført er like stor ved høye vannføringer som ved lave.

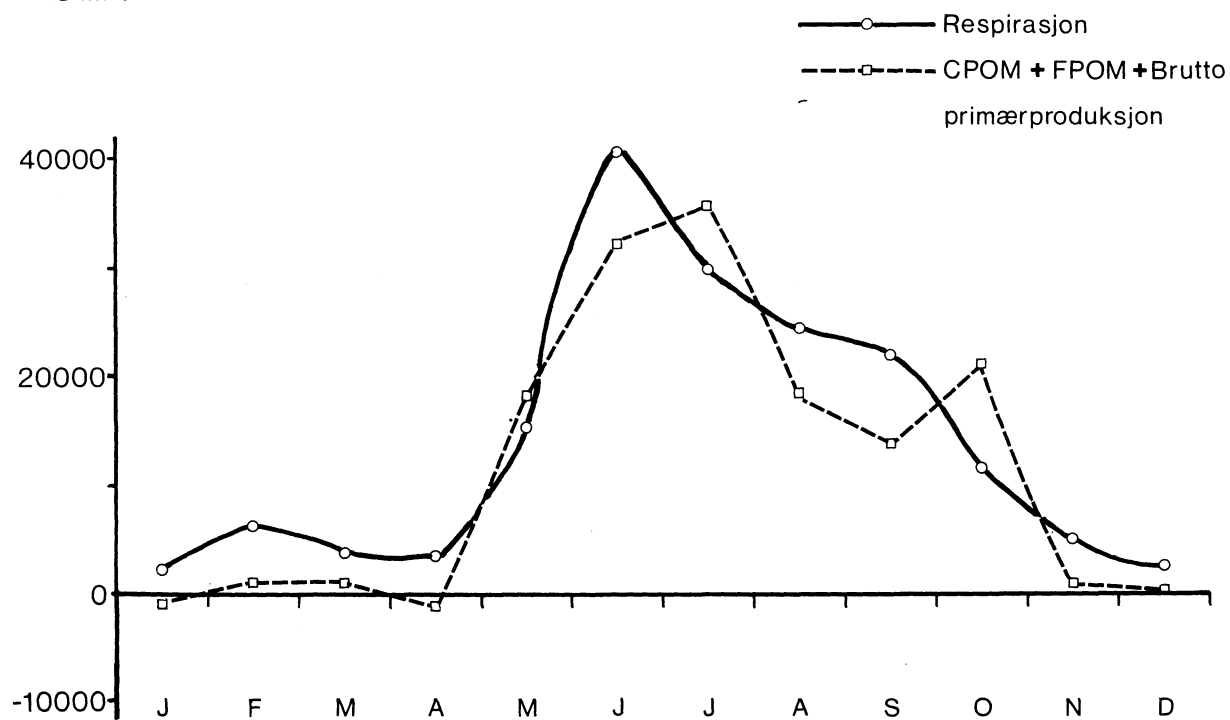
10^3 KJ mnd^{-1} 

Fig. 15 Sammenligning av respirasjon med summen av netto tilført partikulært organisk materiale og brutto primærproduksjon.

Comparison between respiration and the sum of net input of particulate organic matter and gross primary production.

SAMMENDRAG

1. Bruttoprimærproduksjonen i terskelbassenget (moser og alger) utgjør ca 25% og tilført energi utenifra (alloktert materiale) utgjør ca. 75% av tilført energi til terskelbassenget på Ekse.
2. Løst organisk materiale, DOM, utgjør 94% av energistrømmen gjennom terskelbassenget, men akkumuleringen i systemet er 0.
3. Det grovdelte organiske materialet, CPOM, utgjør 25% av den partikulære tilførselen (POM) og hele 58% av CPOM akkumuleres/omdannes i systemet. CPOM er derfor en meget viktig energikilde for de heterotrofe organismene i terskelbassenget.
4. CPOM fraksjonen blir hovedsakelig tilført bassenget i form av overflatedriv om høsten og driv i vannmassene om våren og sommeren.
5. Blader, kvister og gras etc. dominerer i CPOM-drivet inn til terskelbassenget (43,1% i månedsmiddel), moser utgjorde 21,4%, alger 3,7% mens 31,8% var uidentifisert materiale. På månedsbasis dominerte blader etc. om høsten, moser i november - desember og alger hadde sin høyeste verdi i august.
6. Findelt organisk materiale, FPOM utgjør hele 48% av inn- og 50% av utført partikulært materiale POM. Det er altså en nettoutførsel av FPOM som skyldes organismenes oppdeling av større partikler til finere. FPOM har en høy nettoakkumulering i bassenget om høsten samtidig med løvfallet. FPOM blir hovedsakelig omdannet fra CPOM i denne tiden.
7. Fisk og bunndyr bidrar også med en nettoimport av partikulært materiale til terskelbassenget. Andelen av den totale POM tilførselen er liten, henholdsvis 0,8 o/oo for fisk og 15 o/oo for bunndyr. Bunndyrtransporten har stor næringsmessig betydning for fisken.
8. Terskelbassengets inn- og utførsel av organisk materiale passer godt til den modellen som Fisher & Likens laget i 1973.
Forholdet $(I + P)/(R + E) \approx 1$ og systemet kan betraktes som stabilt med hensyn til import og eksport av organisk materiale.
9. Siden akkumuleringen av CPOM, relativt sett, er like stor ved høy som ved lav vannføring, har vanngjennomstrømmingen lite å si for denne akkumuleringsprosessen. Terskelbassenget gjør at utvaskingen av organisk materiale er liten.

Forfatterens adresse:

Zoologisk Museum,
Musé plass 3,
5014 Bergen Universitet

SUMMARY.

1. About 25% of the energy input to the weir basin at Ekse is accounted for by primary production within the weir basin (moss and algae), and about 75% by energy from external sources (allochthonous material).
2. Dissolved organic material, DOM, constitutes 94% of the energy flow through the basin, but there is no accumulation in the system.
3. Coarse particulate organic matter, CPOM, makes up 25% of the particulate input (POM), and 58% of CPOM is accumulated or transformed in the system. CPOM is therefore a very important energy source for the heterotrophs in the weir basin.
4. The CPOM fraction enters the basin mainly as surface drift in autumn and as drift in the water masses in spring and summer.
5. Leaves, twigs, grass etc. dominate in the CPOM drift into the weir basin (monthly mean 43,1%) : moss made up 21,4% algae 3,7%, and 31,8% was unidentified material.
6. Fine particulate organic material, FPOM, constitutes as much as 48% of input and 50% of output of particulate organic matter, POM. There is thus a net output of FPOM, due to transformation of coarse particles to finer by organisms in the weir basin. There is a large net accumulation of FPOM in the basin in autumn, at the same time as the leaf-fall, and CPOM is mainly transformed to FPOM at this time of year.
7. Fish and benthos also contribute to the net import of particulate matter to the weir basin. This only constitutes a small part of the total input of POM, 0,8 o/oo for fish and 15 o/oo for benthos. The transport of benthos is nutritionally important for the fish.
8. The flow of organic material into and out of the weir basin fits well with the model developed by Fisher and Likens in 1973. The equation $(I+P)/(R+E) \approx 1$, and the system can be regarded as stable with regard to import and export of organic matter.
9. There is relatively as much accumulation of CPOM at high as at low water-level. The waterflow is not an important factor for the accumulation because the weir basin prevents too much washing away of organic matter.

Authors address: Zoologisk Museum
 Musée plass 3
 5014 Bergen Universitet
 NORWAY

LITTERATUR

- Allen, S., Grimshaw, M., Parkinson, J. & Quarmby, C. 1975. Chemical analysis of ecological materials. - Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Andersen, T. F. 1979. Populasjonstetthet hos ørret (*Salmo trutta* L.) i øvre del av Eksingedalselva etter reguleringen. - Hovedfagsoppgave i zoologisk økologi, Universitetet i Bergen.
- Bray, J.R. & Gorham, E. 1964. Litter production of forests of the world. - Adv. Ecol. Res., 2:101-157.
- Dahl-Madsen, K.I. & Simonsen, J. 1974. Vandløbssimulering. - Lab. for Teknisk Hygiene, DTH, Danmark.
- Evensen, T. H. 1978. Vandring hos ørret (*Salmo trutta* L.) i øvre del av Eksingedalselva etter reguleringen. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Universitetet i Bergen.
- Fisher, S.G. & Likens, G.E. 1973. Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: An integrative approach to stream ecosystem metabolism. - Ecol. Monogr. 43:421-239.
- Fredriksen, K.S. 1978. Vegetasjonsundersøkelse omkring øvre del av Eksingedalsvassdraget. - Hovedfagsoppgave i økologisk botanikk, Universitetet i Bergen.
- Gjessing, E.T. 1976. Physical and chemical characteristics of aquatic humus. - Ann Arbor sci. publ. Ann Arbor.
- Goltermann, H.L. 1971. Methods for chemical analysis of fresh waters. - IBP Handbook no. 8. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hynes, H.B.N. 1975. The stream and its valley. Edgardo Baldi memorial lecture. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1-15.

- Karlström, U. 1978. Environmental factors, detritus and bottom fauna in the Rickleån - a North Swedish forest river. - Thesis, Uppsala Universitet.
- Larsson, P. & Tangen, K. 1975. The input and significance of particulate terrestrial organic carbon in a subalpine freshwater ecosystem. - In Wielgolaski, F.E. (ed.): Ecological Studies. Analysis and synthesis, vol. 16. Fennoscandian Tundra Ecosystems, part 1, pp 351-359.
- Larsson, P., Brittain, J.E., Lien, L., Lillehammer, A. & Tangen, K. 1978. The lake ecosystem of Øvre Heimdalsvatn. - Holarctic Ecology 1:304-320.
- Malmqvist, B., Nilsson, L.M. & Svensson, B.S. Dynamics of detritus in a small stream in Southern Sweden and its influence on the distribution of the bottom animal communities. - Oikos (in press).
- Margalef, R. 1975. External factors and ecosystem stability. - Schw. Z. Hydrol. 37:102-117.
- Mathews, C.P. & Kowalszewski, A. 1969. The disappearance of leaf litter and its contribution in the river Thames. - J. Ecol. 57:543-552.
- Mellquist, P. 1976. Informasjon om terskelprosjektet. - Informasjon nr. 1 fra Terskelprosjektet. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
- Mossestad, H. 1972. Kvantitativ måling av driftfauna. - I: Kauri, H. (ed.), Aurlandselven. Et symposium angående rennende vanns økologi. J. Grieg, Bergen, pp 54-61.
- Odum, H.T. 1956. Primary production in flowing waters. - Limnol. Oceanogr. 1:102-115.

Vedlegg 3: Inn- og utførsel av (CPOM), og nettotilførsel til terskelbassenget som overflatedriv.

Input and output of surface drifting (CPOM) at the weir basin.

Mnd. Month 1976	areal m ² area m ²	KJ m ⁻²		10 ³ KJ mnd ⁻¹		
		inn	ut	inn	ut	netto
J						
F						
M						
A						
M	8 000	26	23	208	184	24
J	10 600	8	8	85	85	0
J	10 600	17	15	180	159	21
A	8 000	427	121	3 416	968	2 448
S	8 000	1 297	326	10 376	2 608	7 768
O	8 000	2 076	439	16 608	3 512	13 096
N	5 500	64	5	352	28	324
D						
		10 ³ KJ år ⁻¹ 10 ³ KJ year ⁻¹		31 225	7 544	23 681

Vedlegg 4: Innførsel av CPOM fra "luften" til terskelbassenget (lufttransportert).

CPOM transported to the weir basin by air.

Mnd. Month 1976	areal m ² area m ²	KJ m ⁻²	KJ mnd ⁻¹
		inn	netto
J			
F			
M			
A			
M	8 000	0,96	7 700
J	10 600	2,47	26 180
J	10 600	0,50	5 320
A	8 000	0,59	4 690
S	8 000	0,67	5 360
O	8 000	0,13	1 010
N	5 500	0,04	230
D			
		KJ år ⁻¹ KJ year ⁻¹	50 490

Vedlegg 5: Innførsel av CPOM til terskelbassenget fra kantene.
 CPOM transported to the weir basin as downfall from the banks.

		KJ m ⁻²	KJ mmd ⁻¹
Mnd. Month 1976	areal m ² area m ²	inn	inn
J			
F			
M			
A			
M	9 000	0,48	4 350
J	10 600	1,09	11 540
J	10 600	0,08	890
A	8 000	0,04	340
S	8 000	2,34	18 750
O	8 000	2,18	17 410
N	5 500	0,42	2 300
D			
		Σ KJ år ⁻¹ KJ year ⁻¹	55 580

Vedlegg 6: %-vis innhold av akvatiske moser, alger, blad
 etc. og "annet" i CPOM som driv inn til terskelbassenget.
 Relative composition of CPOM drifting into the weir basin.

Mnd. Month 1976	% av CPOM inn til terskelbassenget % of CPOM drifting into the weir basin			
	Moser Mosses	Alger Algae	Blad etc. Leaves, stems	Annet Other
J	17	-	41	42
F	7	-	42	51
M	5	-	55	40
A	11	1	15	73
M	21	1	36	42
J	23	2	35	40
J	38	2	30	30
A	25	16	58	1
S	0,5	0,5	98	1
O	19	9	54	18
N	47	4	28	21
D	43	9	25	23
$\bar{X} \%$	21,4	3,7	43,1	31,8

Vedlegg 7: Inn- og utførsel av FPOM og nettotilførsel til terskelbassenget.

Input and output of FPOM at the weir basin.

Mnd. Month	Vann- føring Water discharge $10^3 \text{ m}^3 \text{ mnd}^{-1}$	J m^{-3}		10^3 KJ mnd^{-1}		
		inn	ut	inn	ut	netto
1976						
J	3 384	3 370	4 190	12 758	14 179	- 1 421
F	3 423	2 260	2 090	7 736	7 154	+ 582
M	2 884	1 420	1 260	4 095	3 634	+ 461
A	5 153	1 340	1 760	6 905	9 069	- 2 164
M	12 165	3 010	3 520	36 617	42 821	- 6 204
J	24 655	84	335	2 071	8 259	- 6 188
J	20 125	2 510	2 390	50 514	48 099	+ 2 415
A	7 532	2 340	2 510	17 625	18 905	- 1 280
S	6 402	2 510	3 520	16 069	22 535	- 6 466
O	3 116	5 110	3 260	15 923	10 158	+ 5 765
N	4 274	3 850	4 020	16 455	17 181	- 726
D	807	3 260	3 470	2 631	2 800	- 169
		$\Sigma \text{ KJ } \text{år}^{-1}$ KJ year^{-1}		189 399	204 794	-15 395

Vedlegg 8: Inn- og utførsel av DOM og nettotilførsel til terskelbassenget.

Input and output of DOM at the weir basin.

Mnd. Month	Vann- føring Water discharge $10^3 \text{ m}^3 \text{ mnd}^{-1}$	J m^{-3}		10^3 KJ mnd^{-1}		
		inn	ut	inn	ut	netto
1976						
J	3 384	50 220	53 570	169 944	181 281	- 11 337
F	3 423	49 380	49 380	169 028	169 028	0
M	2 884	49 380	49 380	142 412	142 412	0
A	5 153	51 890	50 220	267 389	258 733	+ 8 656
M	12 165	62 360	53 570	758 609	651 679	+106 930
J	24 655	83 700	83 370	2 063 624	2 104 797	- 41 173
J	20 125	64 450	64 870	1 297 056	1 305 509	- 8 453
A	7 532	66 960	70 730	504 343	532 738	- 28 395
S	6 402	60 260	61 100	385 785	391 162	- 5 377
O	3 116	58 590	60 260	182 566	187 770	- 5 204
N	4 274	54 410	57 750	232 548	246 824	- 14 276
D	807	56 080	59 430	45 257	47 960	- 2 703
		$\Sigma \text{ KJ } \text{år}^{-1}$ KJ year^{-1}		6 218 561	6 219 893	- 1 332

PUBLISERTE ARBEIDER MED TILKNYTNING TIL TERSKELPROSJEKTET:

Andersen, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1978.

Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera,
and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. Norw. J. Ent.
Vol. 25, pp 139 - 144. Oslo ISSN 0029 - 1897.

UTKOMMET I SAMME SERIE:

- 1) INFORMASJON OM TERSKELPROSJEKTET (*Pål Mellquist*).
- 2) RAPPORT OM TAKSERINGER AV FUGLEFAUNAEN LANGS DELER AV HALLINGDALSELVA I PERIODEN 1. MAI - 1. AUGUST 1975.
(*Jan Michaelsen og Viggo Ree*).
- 3) OM FUGLEFAUNAEN I EN DEL TERSKELBASSENGER LANGS EKSINGEDALSELVA, SOMMEREN 1975.
(*Olav Råd og Bjørn Angell-Jacobsen*).
- 4) ØRRETBESTANDEN I MØRKEDØLA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(*Reidar Borgstrøm*).
- 5) BESTANDEN AV UNGFISK I DEN LAKSEFØRENDE DEL AV SKJOMA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(*Tor G. Heggberget*).
- 6) ØRRETENS VANDRINGER, BESTANDSSTØRRELSE, VEKST OG FØDE I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVEN FØR REGULERINGEN.
(*Roald Larsen*).
- 7) ØRRET OG ØRRETFISKE I HALLINGDALSELVA VED GOL.
(*Per Aass*).
- 8) BUNNDYRUNDERØKELSER I REGULERTE ELVER MED HOVEDVEKT PÅ INSEKTGRUPPEN KNOTT (Diptera, Simuliidae).
(*Jan E. Raastad*).
- 9) ØRRET, LAKE OG BUNNDYR I NEA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(*Arnfinn Langeland og Trond Haukebø*).
- 10) INN- OG UTFØRSEL AV ORGANISK MATERIALE TIL TERSKELBASSENGET VED EKSE, EKSINGEDALEN.
(*Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen og Christian Otto*).