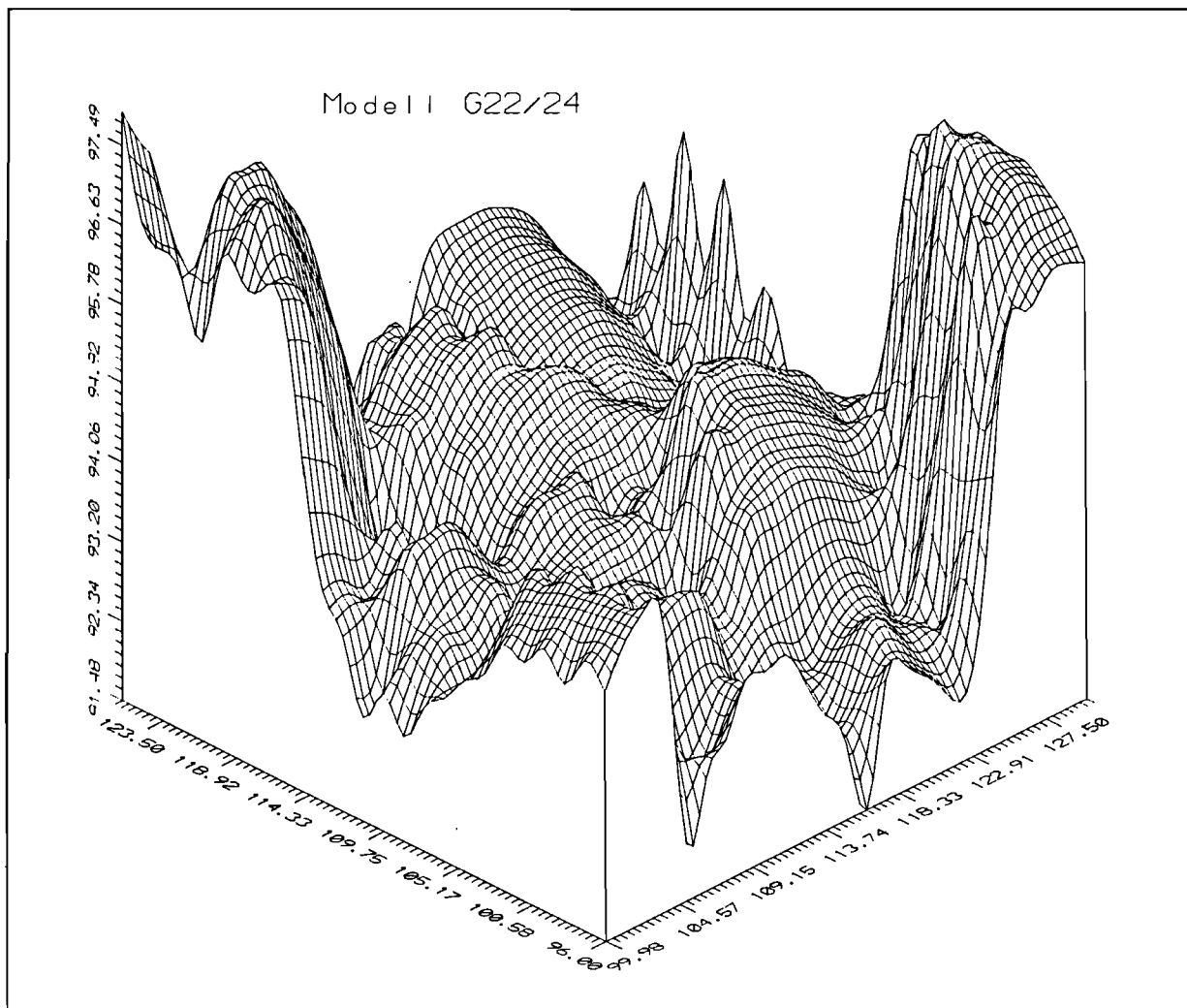


FLATE- OG VOLUMBeregninger av Elvebunn som  
metode for å beskrive bunndyrhabitat

Terje Bongard  
Lars Rønning



## ZOOLOGISK AVDELINGS OPPDRAGSTJENESTE

Utredning og forskning innen  
anvendt zoologisk miljøproblematikk

Helt siden 1969 har Zoologisk avdeling ved Vitenskapsmuseet, UNIT, påtatt seg oppdrag innen anvendt zoologisk miljøproblematikk. Et laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble da tilknyttet avdelingen. Siden har en også fått en terrestrisk oppdragsenhet.

Avdelingen har derfor i dag et utredningsorgan som blant annet tar sikte på å bistå forvaltningsmyndighetene innen stat, fylker, fylkeskommuner og kommuner med miljøutredninger. Vi påtar oss også oppgaver i forbindelse med utredninger av miljøkonsekvensene av planlagte naturinngrep fra interesserte bedrifter etc.

Avdelingen har i dag faglig kapasitet innenfor fagfeltene

- a) ferskvannsbiologi
- b) fiskeribiologi
- c) ornitologi
- d) småvilt

Avdelingen påtar seg

### I Utredning

- a) faunakartlegging
- b) for- og etterundersøkelser ved naturinngrep
- c) konsekvensanalyser av planlagte naturinngrep
- d) biologiske verdivurderinger av arealer

### II Ulike forskningsoppdrag

Zoologisk avdelings geografiske arbeidsfelt vil normalt være innenfor Vitenskapsmuseets ansvarsområde; det vil grovt sett si fylkene Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Nordland.

Vi ønsker å kunne tilby alle som benytter seg av våre tjenester et faglig arbeid av god standard og til avtalt tid. For å sikre dette, er det ønskelig at oppdrag blir bestilt i så god tid som mulig på forhånd. Spesielt er det viktig å få oversikt over arbeidsoppgaver som krever større feltinnsats så tidlig som mulig på året.

Notat fra Zoologisk avdeling 1993-9

FLATE- OG VOLUMBEREGNINGER AV ELVEBUNN SOM METODE  
FOR Å BESKRIVE BUNNDYRHABITAT

av

Terje Bongard og Lars Rønning

Forsidefoto:  
DTM av elvebunn

Universitetet i Trondheim  
Vitenskapsmuseet  
Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske  
(notat nr. 7)  
Trondheim, oktober 1993

ISSN 0803-0146

## INNHOLD

FORORD .....	5
INNLEDNING .....	6
METODER OG MATERIALE .....	7
RESULTATER .....	10
DISKUSJON .....	13
LITTERATUR .....	15



**FORORD**

Vassdragsregulantenenes forening bevilget i 1991 penger til prosjektet "Metodeutvikling for beskrivelse av substrat og mikrohabitatforhold i elv".

Prosjektet har vært administrert av Laboratoriet for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske, Vitenskapsmuséet, Trondheim, med Terje Bongard som prosjektansvarlig. Bildeanalysene er utført av Svein Tore Dahl, Institutt for Kart og Oppmåling, NTH. Fotoramma er laget av Kåre Sommervold, UNIT-AVH. En spesiell takk til Jo Vegar Arnekleiv, LFI Trondheim, Øystein Andersen og Ivar Maalen-Johansen, Institutt for Landmåling, Ås-NLH.

## INNLEDNING

Målet med denne undersøkelsen er å kunne teste en metode for å beskrive substratoverflater mer nøyaktig enn hittil. Metoden bør samtidig være anvendelig og gi sammenlignbare resultater. Metodene som hittil har vært anvendt for substratbeskrivelse har for det meste vært subjektive anslag for steinstørrelse, dominans av steinstørrelser basert på øyemål og målinger av enkeltsteiner. Dette har vært gradert etter ulike skalaer, bl.a. Wentworths skala og modifikasjoner av denne (Minshall 1984, Bain 1985). Pr. i dag finnes det ingen nøyaktig standardmetode som kan brukes for å sammenligne substrat fra forskjellige vassdrag.

Det er et stort behov for en metode som kan gi et nøyaktig mål på mikrohabitatforhold for både fisk og bunndyr, fordi substratets kvalitet er avgjørende for produksjonen. Et eksempel på dette gis i en undersøkelse av 88 elver fra New Zealand hvor det påvises en økende artsdiversitet og tetthet av bunndyr med økende steinstørrelse (Quinn & Hickey 1990). Strømhastighet og dyp har i denne undersøkelsen mindre innvirkning på bunndyrtettheter og artsdiversitet. Biotopjustering og overvåking av elver vil derfor kunne ha stor nytte av en metode for substratbeskrivelse, i og med at sammenhengen mellom substrat og biologisk produksjon er så signifikant. Målemetoden bør være standardisert og kunne relateres til andre biologiske forhold.

Vi vet også at graden av hulrom nedover i substratet, såkalt hyporheisk sone, er viktig både som sedimenteringsfelle for organisk materiale og som skjulplass og levested for limniske organismer (Richardson 1992). I en amerikansk undersøkelse ble det påvist at 2/3 av total biologisk produksjon foregikk fra 1 til 30 cm ned i substratet (Smock 1992). Tilførsel av sand og silt tetter igjen mikroporene (det interstitielle rommet) og gir dårligere vanngjennomstrømming og oksygennivå i forhold til et substrat bestående av grus og større stein (Bogen 1989). For å kunne beskrive også slike egenskaper ved substratet trengs nye metoder. Flere har forsøkt å lage kvantitative metoder til dette formål, bl.a. Parker (1989). Han pakket inn representative steinstørrelser i aluminiumsfolie og veide folien etterpå for deretter å beregne arealet av steinene. Volumet av det interstitielle rommet ble i denne undersøkelsen beregnet ved å fylle kasser med substrat og måle volumet av vannmengden som gikk med til å fylle kassene (se diskusjon).

Fordelene med en ujevn bunn kan altså oppsummeres i to punkter:

- Skjul og hvileplass for bunndyr og fisk.
- Steder hvor alloktont (tilført) og autoktont (produsert) organisk materiale kan samle seg og utgjøre næring for bunndyr og fisk.

Enhver endring av elvebunnens beskaffenhet vil derfor gripe drastisk inn i produksjon og livsmuligheter for elvelevende organismer. Dette kan være endringer som følge av ulike inngrep i elva, eksempelvis regulering, elveforbygging, grusuttak og gjenslamming av elvebunnen. Biotopjusterende tiltak slik som terskelbygging kan også føre til gjenslamming og en forringelse av substratet.

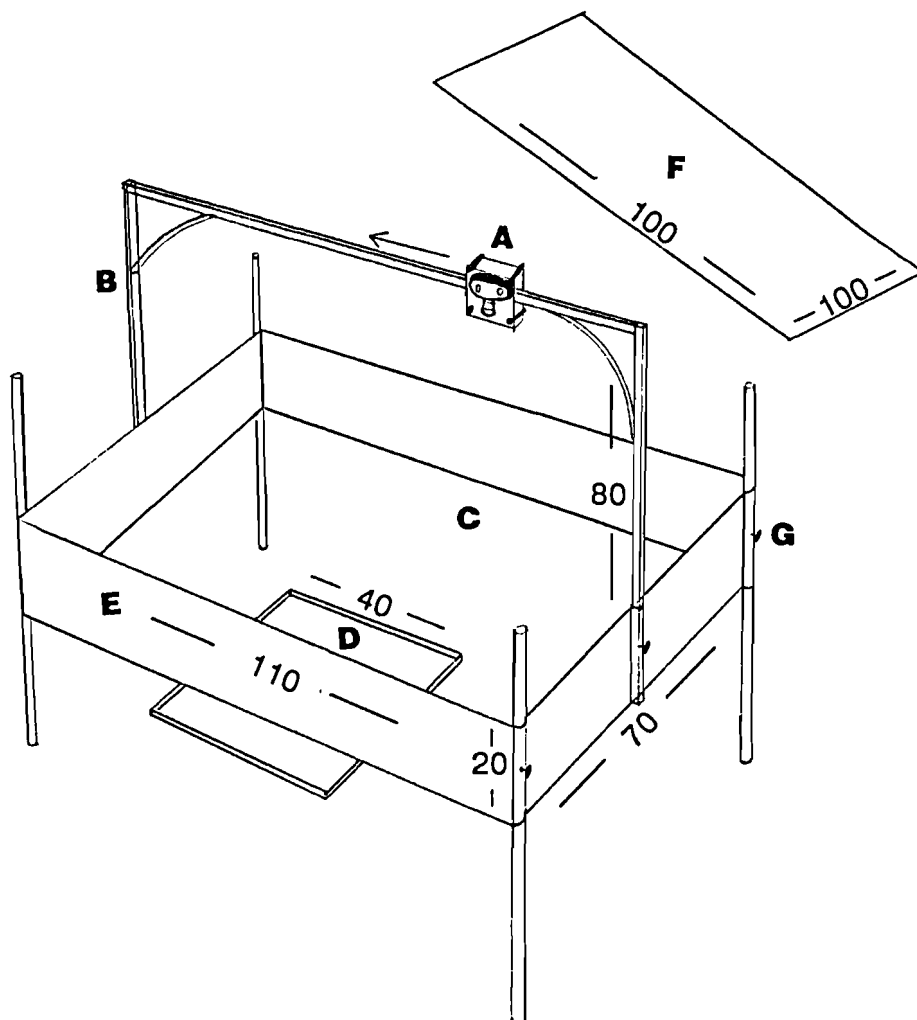
Det foregår imidlertid også en betydelig naturlig massetransport i ei elv. Den letteste massen, leirepartikler og sand, transporteres først. Større stein vil rulle på bunnen og anta en ellipsoid form, og bli liggende på tvers med den ene flate siden i vinkel mot strømmen. Dette kalles imbrikering, og kan tydelig sees i bl.a. Gaula, en av de undersøkte elvene. Denne elva er ei typisk flomelv hvor opp mot 95 % av total årlig transport av materiale foregår under flommer over en viss vannføring (Bulgurlu 1977). De fleste elver har skiftende vannføringer og større eller mindre vårflokker hvor



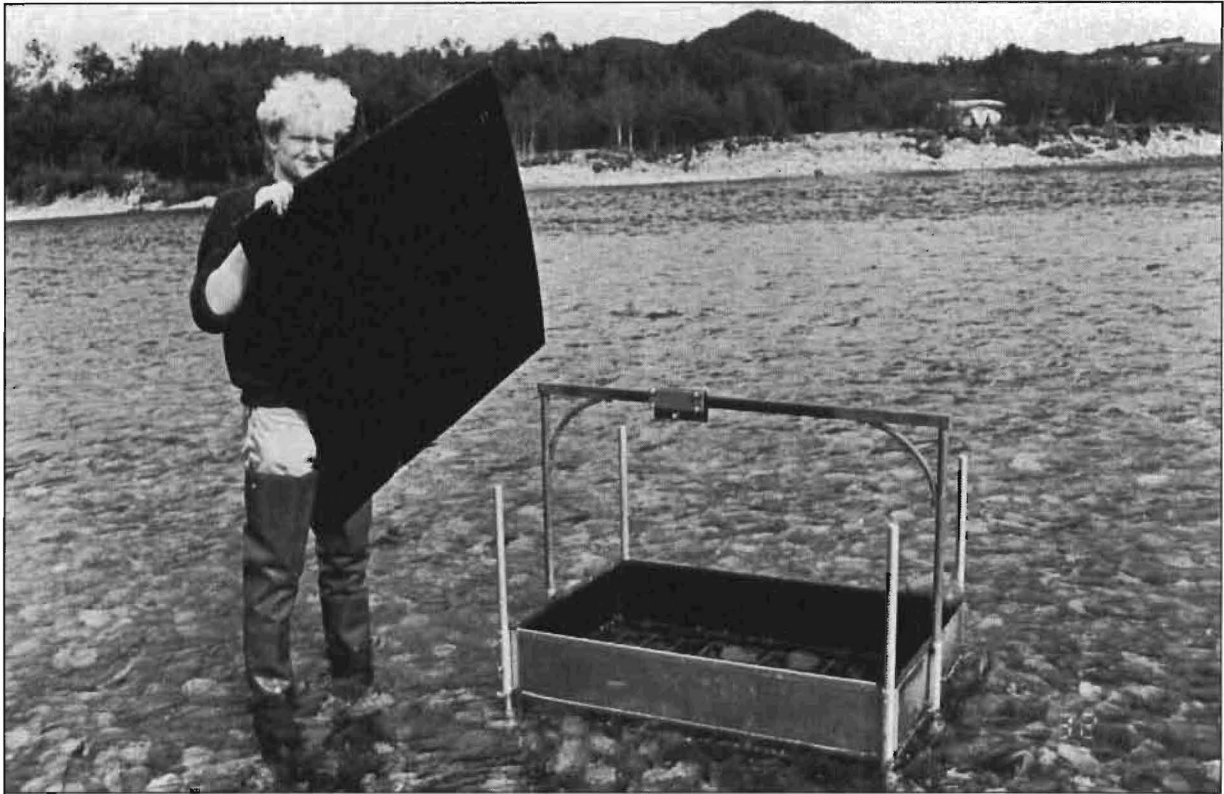
eluebunnen er i stadig bevegelse nedover (Kjeldsen 1983, Thorne et al 1987, Bogen 1988, Bogen 1992). Den beskrevne fotogrammetriske metoden må derfor bokstavelig talt bli et øyeblikksbilde av bunnssubstratet.

## METODER OG MATERIALE

Bildene av eluebunnen ble tatt med en kasse laget av aluminium og plexiglass (Fig. 1). Kassa har fire justerbare bein (25 mm rund aluminium) og en justerbar galge (25 mm firkant aluminium) til å feste kameraet på plassert over plexiglassbunnen. Kameraet skrues fast på en sleide på denne galgen og kan dermed skyves stabilt fram og tilbake for fotografering fra forskjellige posisjoner. En får da bilder som overlapper og gir et tredimensjonalt bilde i overlappingssonen, tilsvarende som for flyfotografering til kartproduksjon. Det ble lagt et armeringsnett på bunnen med kjent dimensjon for referansemål. Over kassa ble det holdt ei mattlakkert plate, 100 x 100 cm, for å eliminere reflekser i plexiglassoverflaten (Fig. 2).



Figur 1. A: Kamera montert på sleide, B: Galge, C: Plexiglassbunn, D: Referanseramme, E: Aluminiumsvegger, F: Aluminiumsplate, G: Regulerbare bein (Se tekst for nærmere forklaring).



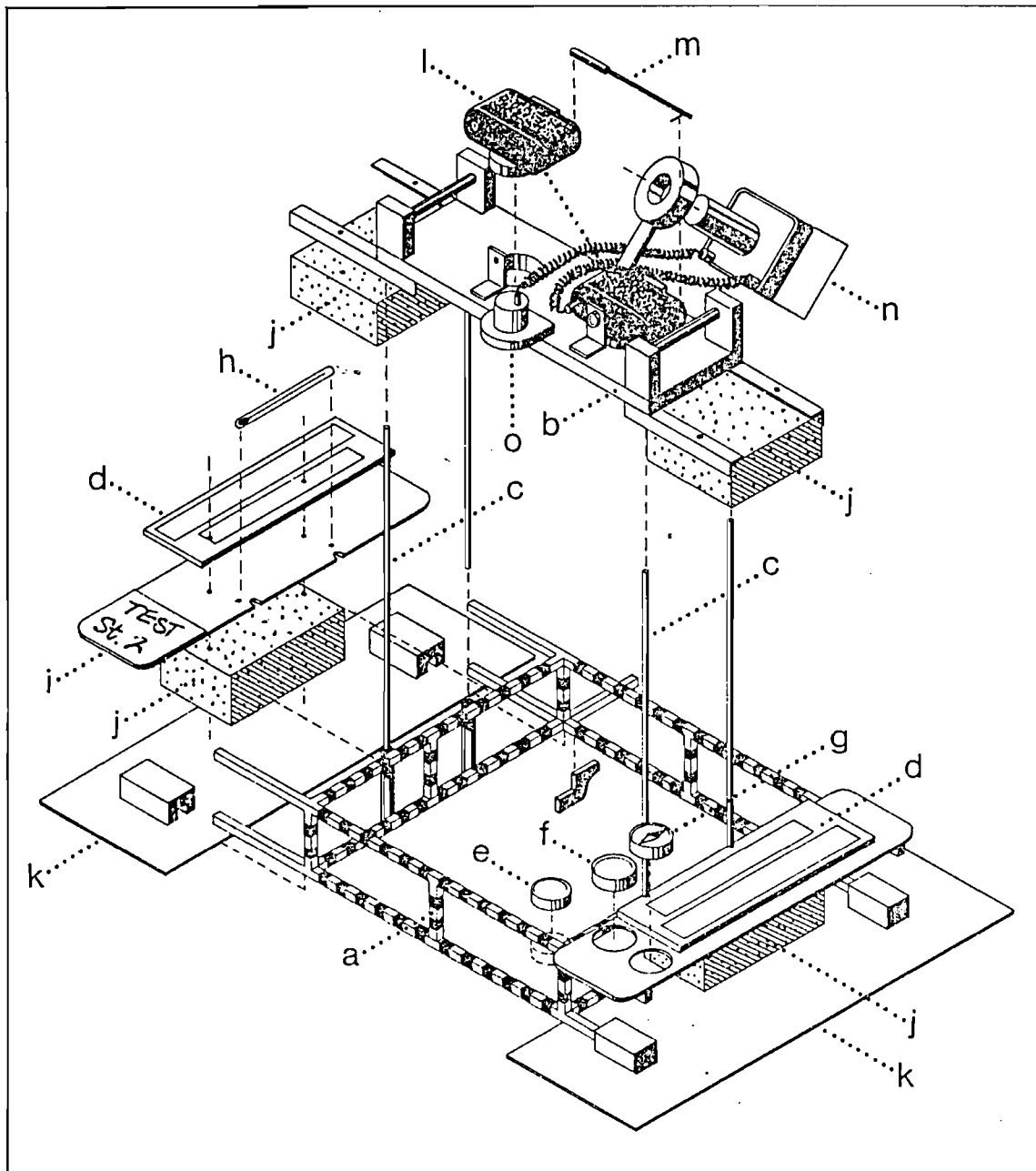
Figur 2. Fotoramma plassert i elva.

Forskjellig utstyr er brukt for å ta stereobilder (Fig. 3, NIVA, Rørslett et al 1978). Dette oppsettet brukes under vann for artsbestemmelse av fastsittende (sessile) organismer på havbunnen, og har to kameraer som tar bilde samtidig.

Til vårt formål ble det brukt et vanlig speilreflekskamera med autofokus og automatisk blender/lukker (Nikon F 801s, brennvidde 50 mm). Det ble anvendt et sirkulært polafilter for eliminering av gjenskinn. Vanlig 100 ASA diasfilm ble brukt. Det ble tatt bildeserier to steder, i Dalåa, Meråker kommune, UTM 32V PR 415 295 og i Gaula, Melhus kommune, UTM 32V NR 657 069, 15.-16.08.1991. Bunndyrprøver har blitt tatt på de samme stasjonene i forbindelse med andre prosjekter, men er ikke analysert.

Målingene er foretatt i et analytisk stereoinstrument, type Kern DSR 11. Beregningene er utført ved hjelp av programmet Surfer (Golden Software Inc., Colorado, USA). Bildene er konstruert ut fra profiler med 25 mm mellomrom og med 10 mm avstand mellom punktene på hvert enkelt profil. Det ble også forsøkt med tettere profilavstand for å se om det ble store avvik i areal og volum. Apparaturen settes i gang for hvert bildepar, men pr. i dag finnes det ikke teknologi for autofokusering av høydeinnstillingen. Analysen av en modell kostet kr 500,- til kr 1000,-, avhengig av tid som medgår til forarbeid, innstilling, avstand mellom profiler og målepunkter o.l. Programmet kan skrive ut digitale terrengmodeller (Digital Terrain Models, DTM) av bildeparene.

Det er beregnet tre variabler fra bildene: Gjennomsnittlig profilengde, areal og volum. Profilengdene, til sammen 13 stk legges sammen og deles på totalt antall. Området som ble målt ble satt til ca. 30 x 30 cm. Arealet beregnes direkte ut fra programmets tilnærming av overflaten. Volumet regnes som begrenset av overflaten av bunnen og ned til en flate definert av laveste punkt.



Figur 3. Stereofotografisk undervannsutstyr brukt til artsbestemmelse av marine bunndyr (Rørslett et al 1978). a) messing referanseramme, b) kameraplattform, c) messingstaver, d) fargereferanser, e) klokke, f) dybdemåler, g) kompass, h) termometer, i) notatplate, j) flyteelementer, k) myke bunnplater, l) kamera, m) synkroniseringsarm, n) blitz, o) lysmåler.

## RESULTATER

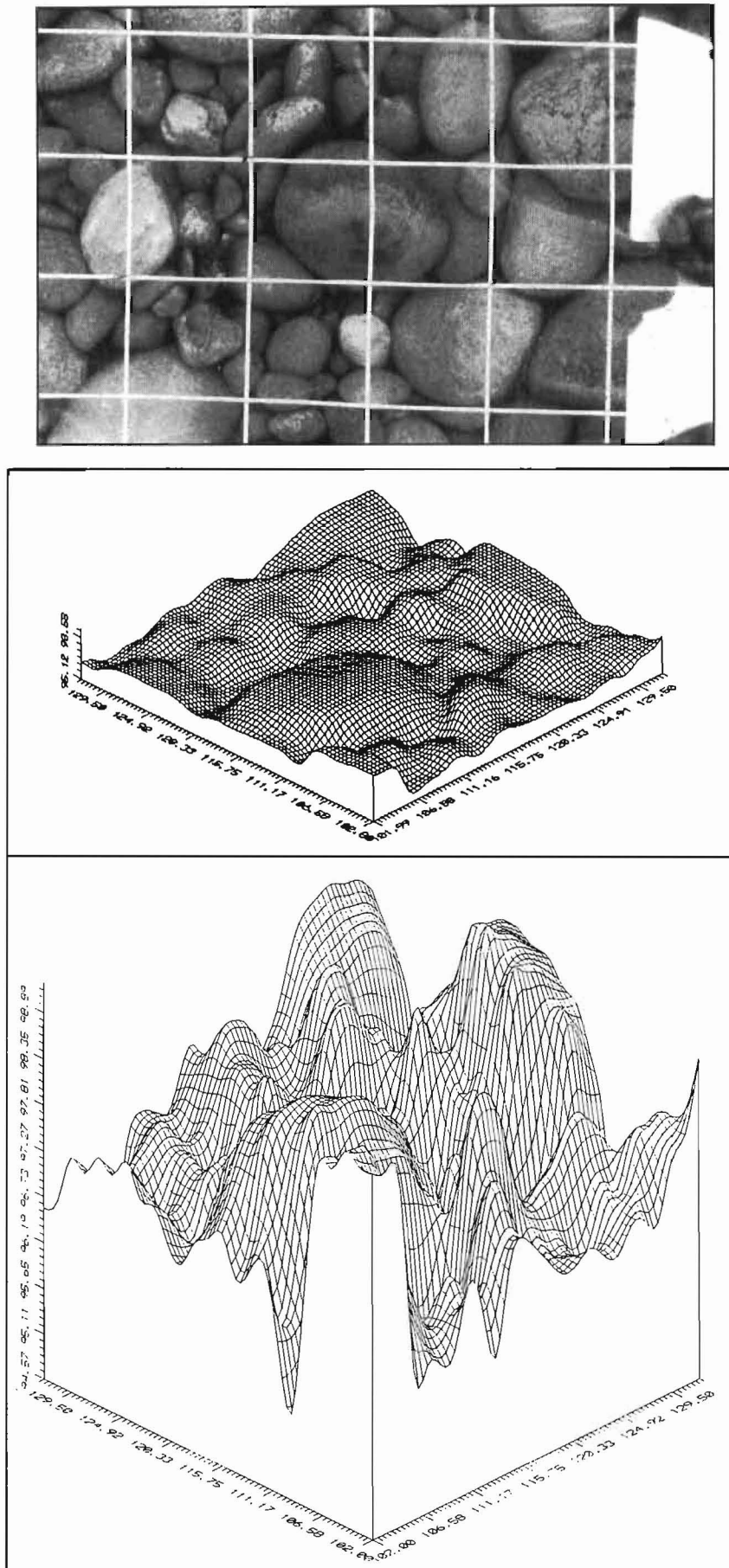
Eksempler på DTM's som er tegnet ut av dataprogrammet er vist i figur 4. Programmet har flere måter å skrive ut modellene på. Samme figur viser hvordan skaleringen på Z-aksen endrer inntrykket av bildene. DTM-utskriftene øker ikke kostnaden pr. analyse.

Resultatene av utregningene for gjennomsnittlig profillengde, areal og volum for de to prøvestedene Dalåa og Gaula er listet opp i tabell 1. På de analyserte modellene er profillengden dårlig egnet til å skille mellom substratene. Den gjennomsnittlige lengden er ganske lik den egentlige, men hvis elvebunnen er ekstremt kupert kan profillengdene gi et mer anvendelig mål.

Tabell 1. Måling av substratforhold i Gaula og Dalåa

Modell nr.	Gj.sn. profil (cm)	Areal (cm <sup>2</sup> )	Volum (cm <sup>3</sup> )
<b>GAULA</b>			
G1	30,1	906,1	1292,5
G2	34,9	1025,2	2389,6
G3	35,0	1036,6	2233,1
G4	33,3	1042,3	5808,8
G5	33,1	985,0	1912,2
G2.1	33,0	1014,9	1906,5
G2.2	33,1	1037,0	1828,7
G4.1	33,0	1051,4	6089,2
G4.2	32,9	1067,4	6312,5
<b>DALÅA</b>			
D1	32,0	946	1100,5
D2	31,9	952	1460,7
D3	32,3	952	1353,6
D4	33,2	988	833,3
D5	31,6	946	1008,4
D6	32,0	949	918,6
D7	30,3	904	780,2
D8	31,2	946	1364,1
D9	30,9	929	938,4
D10	31,0	928	1075,2
D11	30,2	904	215,4
D12	31,2	935	1037,6

Arealberegningene ser ut til å være bedre egnet til å klassifisere substratet. Arealene fra Dalåa skiller imidlertid modellene dårligere enn arealene fra Gaula, og dette avspeiler de faktiske forhold. Volumet av modellene er den målemetoden som skiller best. Avgjørende for å kunne sammenligne ulike modeller fra ulike elver er å velge lik og liten nok profilavstand og målepunktavstand. Figur 5 viser endringen i areal og volum ved endret profilavstand. En skulle her forvente en jevn økning både i areal og volum ved kortere avstand mellom profilene det måles på. Det ser imidlertid ut til at tilfeldighet spiller en stor rolle for resultatene.



Figur 4. a) Modell G2. Øverst: fotografi, midten: naturlig z-akse, nederst: utstrukket z-akse.

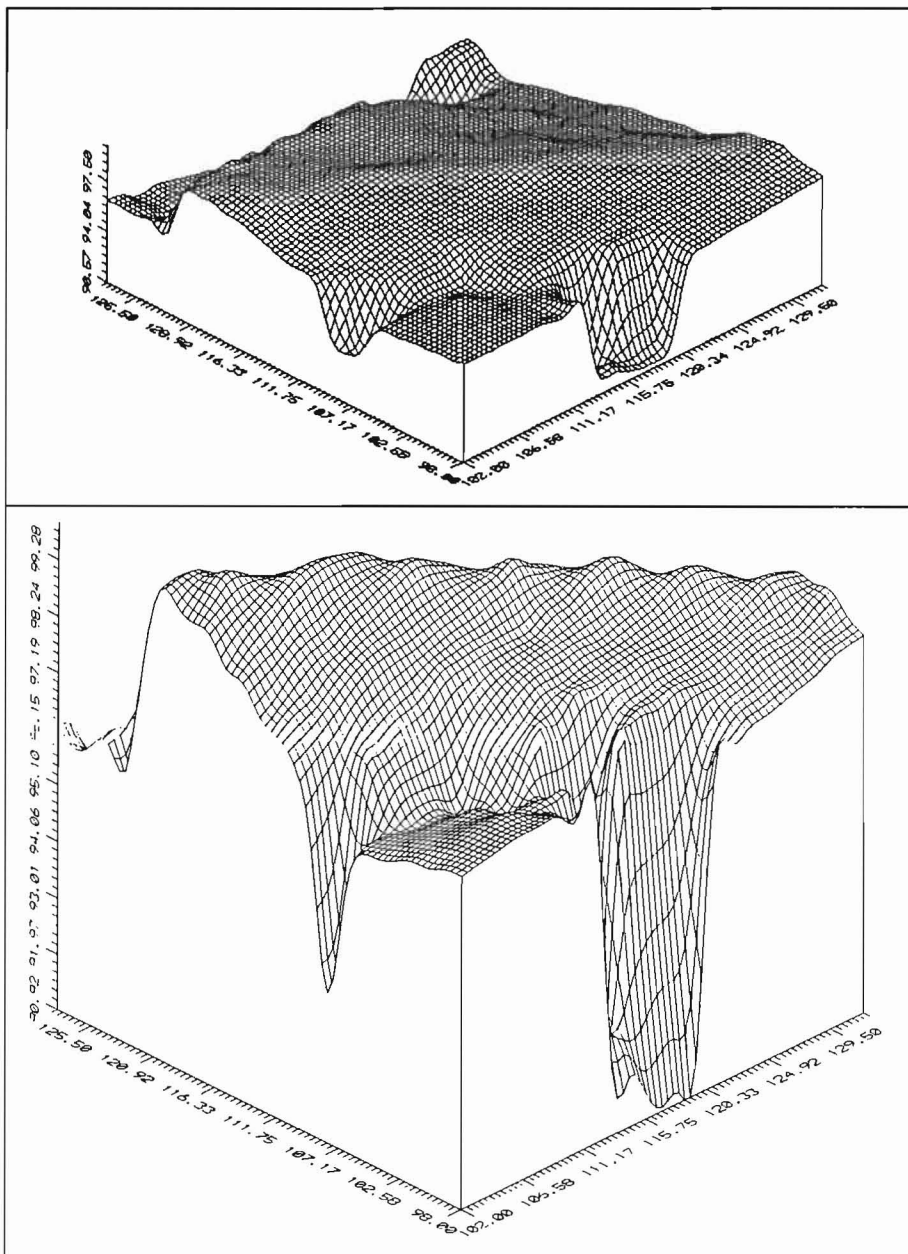
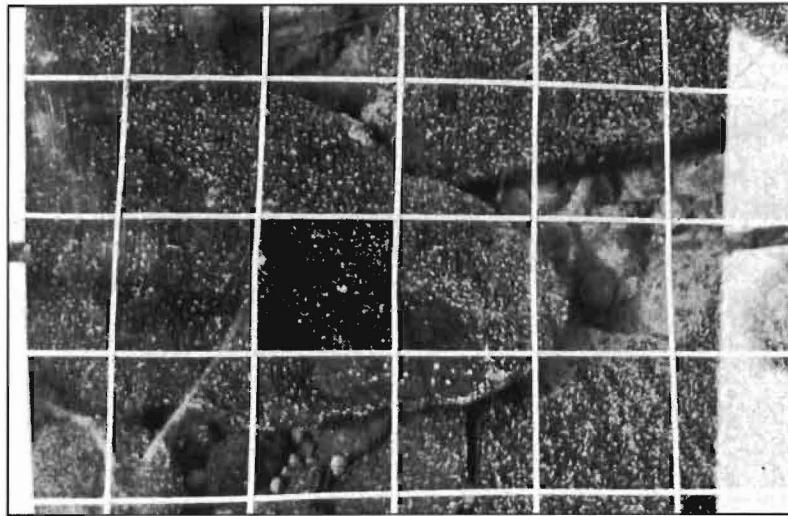
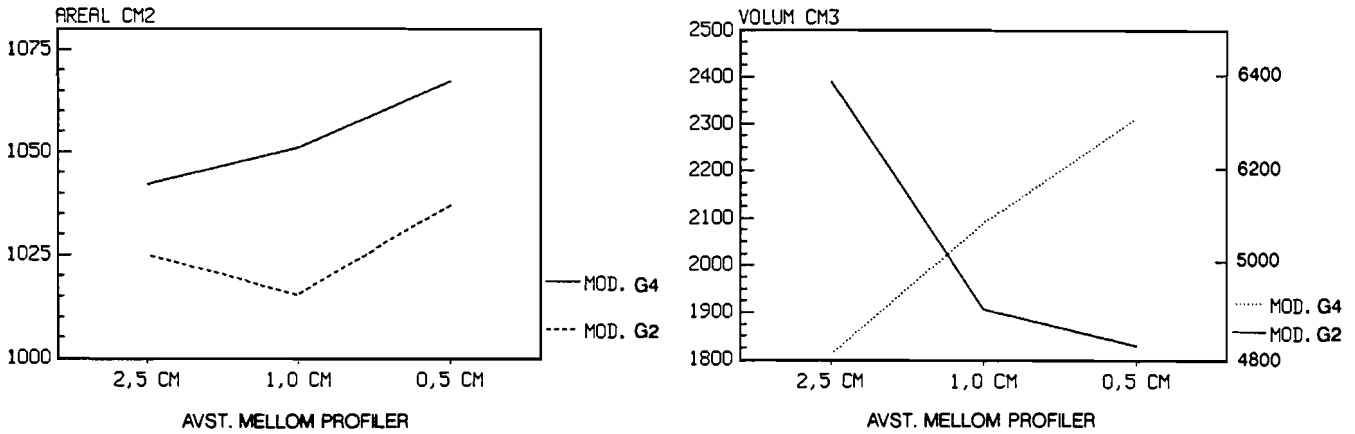


fig. 4, forts. b) Modell G4. Øverst: fotografi, midten: naturlig z-akse, nederst: utstruktet z-akse.



Figur 5. Endringer i areal og volum med kortere profilavstand.

## DISKUSJON

I stri elv kan det være en fordel å feste lodd på toppen av beina på fotokassa, slik at den står stabilt på bunnen. Dette var ikke noe problem under våre forhold.

Fotokassa kan gjøres en del mindre, særlig om bildestandarden settes til størrelsen på Surbersampleren som anvendes. Bildestørrelsen kan tilpasses behovet, om det er mikrohabitatstudier på artsnivå, større undersøkelser av biologisk produksjon eller undersøkelser av elvebunnens stabilitet.

Det ble lagt et armeringsnett på bunnen med kjent dimensjon for lengdereferanse, men dette viste seg å være unødvendig stort og kan utelates til fordel for en metallramme like stor som bildearealet som skal analyseres, f.eks. størrelsen av en Surbersamplere, 40 x 40 cm (Fig. 1 D). Dermed kan det tas Surberprøve på nøyaktig samme sted som substratbildene tas. Serier av slike bildepar og Surberprøver vil kunne gi gode svar på sammenhengen mellom substratets overflate og egnethet som habitat. En uforutsigbar feilkilde er at bunndyr ikke er jevnt utbredt, men tvert imot har en flekkvis fordeling på elvebunnen. Dette kan motvirkes ved å ta flere prøver og bilder, eventuelt bilder av et større areal.

Et annet problem er kraftig begroing, som vil vanskeliggjøre fotografering.

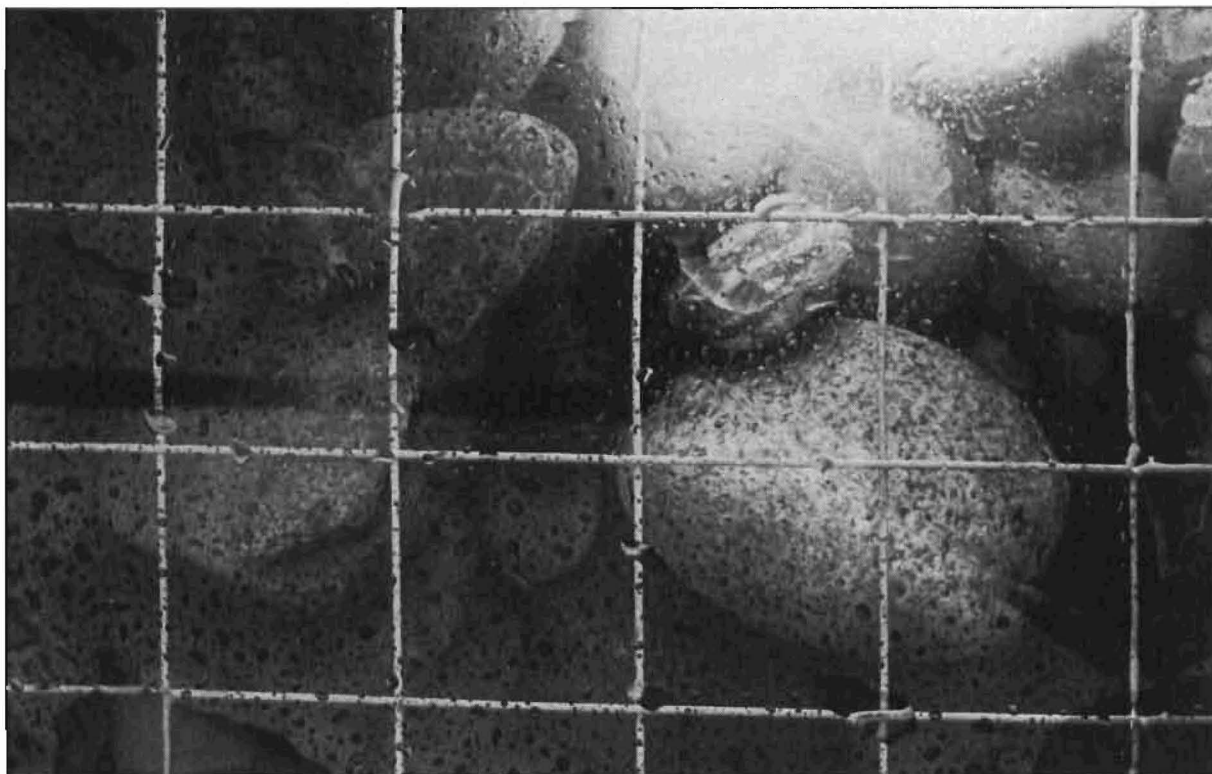
Blitz ble forsøkt, men problemet med at blitz lagde refleks på plexiglassplata ble ikke løst. Lengre eksponeringstid er en bedre løsning. Figur 6 illustrerer en del av de problemer som oppsto, med vann på plexiglasset og gjenskinn av blitz og himmel. Det ble ikke forsøkt å analysere bilder som ble tatt uten den skyggende platen over kameraet (Fig. 1 F). Kameraets autofokus ble ofte forstyrret av disse refleksene. Brukes billig optikk kan det oppstå fortegninger ved bruk av annen brennvidde enn 50 mm, og dette kan skape problemer for analyseinstrumentet.

Det største problemet er avstanden mellom profiler og målepunkter. For vårt formål viste det seg at en profilavstand på 25 mm, med punktavstand på 10 mm, ikke var tilstrekkelig til å gi et signifikant bilde av overflaten på substratet. Som det framgår av figur 5, er det tilfeldig om areal og volum øker

eller minker med endret avstand mellom profilene innen de samme modellene. Det vil dermed ikke være signifikans mellom målte og reelle verdier. Lignende undersøkelser er gjort før, med større avstand mellom målepunktene, men allikevel med et positivt resultat (Sneddon & Lutze 1989). Her ble nøyaktigheten målt til et standardavvik som lå under 0,2 ved vår avstand mellom målepunktene, og forfatterne konkluderer med at man ikke bør gå over 50 mm mellom hvert målepunkt for å få et akseptabelt resultat. Det påpekes samtidig at økende makrotopografisk variasjon (store steiner) vil senke nøyaktigheten på målingene. Tilfeldige utslag av hvor målepunktene havner er derfor trolig forklaringen på at modellene i figur 5 viser stikk motsatt tendens med økende måletetthet. Antagelig må tettheten av målepunktene ned på 1-2 mm avstand for å gi signifikante resultater, og dette vil foreløpig øke kostnadene ved bildeanalysene betraktelig, opp mot 5-10.000 kr pr. modell. Utviklingen av programvare og utstyr går imidlertid fort, og kan i framtida senke kostnadene til akseptabelt nivå.

Måling av naturlige overflater møter de samme problemene som Mandelbrot fikk da han skulle beregne lengden på kystlinjen rundt de britiske øyer. Han oppdaget at lengden var avhengig av hvilken målestokk som ble anvendt: Jo mindre målestokk, jo lengre kystlinje, og dette forholdet ser ut til å gå mot uendelig. Det ville derfor være mer hensiktsmessig å snakke om buktningsgraden i stedet for lengden av en kystlinje, selv om dette er praktisk mye vanskeligere og innbefatter fraktalgeometri (Mandelbrot 1983, Vetaas 1992). På samme måten ville det være naturlig å snakke om "graden av ujevnhet" når det gjelder elvebunn.

Mulighetene for å bruke georadar til å kvantifisere hulrommene nedover i bunnen er til stede. Dette er foreløpig mer ressurskrevende, samtidig som resultatet sannsynligvis blir et tall for hvor stor andel vann det er nedover i substratet, og dette tallet er noenlunde konstant mellom 30-40 % uansett substratets kornstørrelse (Ole Bernt Lile, Inst. for Petroleumsteknologi, NTH, pers. medd.). Det vil dermed ikke foreløpig være mulig å si noe om størrelsen på hvert hulrom, eventuelt totalt areal av overflater eller størrelsen på steinene. Disse parametrene ville vært meget nyttige å få kvantifisert. Eksisterende metoder er ikke i stand til å si noe om hva som befinner seg nede i elvebunnen.



Figur 6. Fototekniske problemer, vann og gjenskinn etter blitz på plexiglasset.



**LITTERATUR**

- Bain, M.B., Finn, J.F. and Booke, H.E. 1985. Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *Am. J. Fish. Management* 5: 499-506.
- Bogen, J. 1988. A monitoring programme of sediment transport in Norwegian rivers. in: *Proc. of the Porto Alegre Symp. IAHS Publ. no. 174.*
- Bogen, J. 1989. Transport av suspendert materiale og substratforhold i Atnavassdraget. MVU-rapport B52. 28 pp.
- Bogen, J. 1992.(ed.). *The Int. Symp. on Erosion and Sediment Transp. Monit. Prog. in River Basins, Poster contributions. IAHS. Oslo 1992. 160 pp.*
- Bulgurlu, Bülent. 1977. A study of sediment transport in river Gaula. Dr. ing. thesis. The Norwegian Institute of Technology, University of Trondheim, Norway. 160 pp.
- Kjeldsen, O. 1983. Materialtransportundersøkelser i norske breelver. NVE-Rapport nr. 1-83. 39 pp.
- Mandelbrot, B.B. 1983. *The Fractal geometry of nature.* Freeman, New York. 468 pp.
- Parker, M.S. 1989. Effect of substrate composition on detritus accumulation and macroinvertebrate distribution in a southern Nevada desert stream. *The Southwestern Naturalist* 34(2): 181-187.
- Richardson, J.S. 1992. Food, microhabitat, or both? Macroinvertebrate use of leaf accumulations in a montane stream. *Freshw. biol.* 27: 169-176.
- Rørslett, B., Green, N.W., Kvalvågnes, K. 1978. Stereophotography as a tool in aquatic biology. *Aquat. bot.* 4: 73-81.
- Smock, L.A., Gladden, J.E., Riekenberg, J.L., Smith, L.C., Black, C.R. 1992. Lotic macroinvertebrate production in three dimensions: Channel surface, hyporheic and floodplain environments. *Ecology* 73(3): 876-886.
- Sneddon, J., Lutze, T.A. 1989. Close-range photogrammetric measurement of erosion in coarse-grained soils. *Photogrammetric engineering and remote sensing* 55(5): 597-600.
- Thorne, C.R., Bathurst, J.C., Hey, R.D. 1987. *Sediment transport in gravel bed rivers.* Wiley & Sons. ISBN 0 471 90914 9.
- Vetaas, O.R. 1992. Fraktaler, en ny måte å se verden på. *Naturen* 6: 250-254.
- Quinn, J.M., Hickey, C.W. 1990. Magnitude of effects of substrate particle size, recent flooding and catchment development on benthic invertebrates in 88 New Zealand rivers. *New Zealand Journ. of Mar. and Freshw. res.* 24(3): 411-427.

Hittil utkommet i samme serie:

- 1989-1: Thingstad, P.G., Arnekleiv, J.V. & Jensen, J.W. Zoologiske befaringer av aktuelle ilandføringssteder for gass i Midt-Norge.
- 1989-2: Thingstad, P.G. Kraftledning/fugl-problematikk i Grunnfjorden naturreservat, Øksnes kommune, Nordland.
- 1989-3: Thingstad, P.G. Konsekvenser for marint tilknyttete fuglearter ved eventuell utfylling av Levangersundet.
- 1990-1: Thingstad, P.G. Oversikt over fuglefaunaen og de ornitologiske verneinteressene i trønderske Verneplan IV-vassdrag.
- 1990-2: Thingstad, P.G. & Dahl, E. Ornitologiske befaringer i aktuelle verneplan IV-vassdrag i Troms sommeren 1989.
- 1990-3: Thingstad, P.G. & Frengen, O. Kvalitative og kvantitative ornitologiske observasjoner fra Tautra.
- 1990-4: Bangjord, G. & Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer i aktuelle verneplan IV-vassdrag i Finnmark.
- 1991-1: Thingstad, P.G. Nerskogmagasinets effekter på tilgrensende fuglepopulasjoner. Sammendrag av prosjektarbeidet 1989-90.
- 1991-2: Thingstad, P.G. Konsekvenser for det nordboreale fuglesamfunnet av ulike driftsformer i skogbruket. Erfaringer fra et pilotprosjekt i Lierne 1989/91.
- 1992-1: Tømmeraas, P.J. Konsekvensundersøkelser på rovfugl og kråkefugl i Alta-Kautokeino- og Reisavassdragene. Årsrapport 1991.
- 1992-2: Berg, O.K. & Berg, M. Forsøk for å bedre oppgangen i fisketrappen ved Løpet kraftstasjon, Rena.
- 1992-3: Koksvik, J.I. Ørreten i Innerdalsvatnet i perioden 1982-1989.
- 1992-4: Winge, K. & Koksvik, J.I. Undersøkelser av bunnfauna og fisk i forbindelse med flytting av elveleiet i Gaula ved Støren i Sør-Trøndelag.
- 1992-5: Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske referanseundersøkelser i Stjørdalselva 1990-91 i forbindelse med bygging av Meråker kraftverk.
- 1992-6: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Gytevandring til Hunderørret. Status for prosjektarbeidet 1991.
- 1992-7: Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Verneplan IV. Ferskvannsbiologiske data fra et utvalg vassdrag i Troms og Finnmark.
- 1992-8: Thingstad, P.G. Ornitologiske konsekvensundersøkelser i Beiardalen i forbindelse med Stor-Glomfjordutbyggingen. Status etter to år med forundersøkelse.
- 1992-9: Dolmen, D. Herptilreservat Rindalsåsene. Forslag til verneområde for amfibier og reptiler.
- 1992-10: Thingstad, P.G. Konsekvenser for det nordboreale fuglesamfunnet av ulike driftsformer i skogbruket. Status etter ett års takseringer i Furudalsområdet, Nord-Fosen.
- 1993-1: Tømmeraas, P.J. Konsekvensundersøkelser på rovfugl og kråkefugl i Alta-Kautokeino- og Reisavassdragene. Årsrapport 1992.
- 1993-2: Bongard, T. & Arnekleiv, J.V. Bunndyrundersøkelser i Hotranvassdraget og Årgårdsvassdraget, Nord-Trøndelag.
- 1993-3: Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Hustadvassdraget, Møre og Romsdal 1992, med konsekvensvurdering av økt vannuttak.

- 1993-4: Dolmen, D. Herptilreservat Geitaknottheiane. Forslag til verneområde for amfibier og reptiler.
- 1993-5: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Telemetristudier over Gausaørretens vandringer i Lågen og Gausa. Status for prosjektarbeidet 1992.
- 1993-6: Winge, K. & Koksvik, J.I. Bestandsparametre hos ørret i et reguleringsmagasin og et tilknyttet terskelbasseng.
- 1993-7: Dahl, E., Hjelmseth, W. & Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer i verneplan I/II-vassdrag i Troms og Finnmark sommeren 1992.
- 1993-8: Dolmen, D. Herptilområde Kviteseidhøgden. En dokumentasjon av verneverdiene mht. amfibier og reptiler.
- 1993-9: Bongard, T. & Rønning, L. Flate- og volumberegninger av elvebunn som metode for å beskrive bunndyrhabitat.





