

0-9

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967

OR-0209-1

0-110/65

Rapport I

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 2.

SkienSVassdraget

Redigert

av

cand. real. Egil Gjessing

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

UTREDNINGEN BESTAR AV:

RAPPORT I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster.

Del 1. Generell oversikt over arbeidsopplegg og metodikk.

- » 2. Glåma.
- » » Gudbrandsdalslågen.
- » » Drammensvassdraget.
- « « Begnavassdraget.
- » » Hallingdalselva.
- » » Numedalslågen.
- » » Skiensvassdraget.
- » 3. Mjøsa, Hurdalsjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø.
- » » Hydrografiske tabeller.
- » 4. Andre vassdrag og innsjøer.
- » 5. Ferskvannsfisket og skadevirkninger av forurensning.

RAPPORT II. Tekniske og økonomiske vurderinger av vannforsynings- og avløpsforhold.

Del 1. Utredningsoppgave og arbeidsopplegg.

- » 2. Forutsetninger for beregninger og vurderinger.
- » 3. Generell vurdering av vannforsynings- og avløpsforhold i de enkelte fylker.
- » 4. Sammendrag. Eksisterende forhold — utbyggingsbehov og beregnede kostnader.

Bilag A Oslo og Akershus fylker.

- » B 1 — B 4. Buskerud fylke.
- » C 1 — C 5. Hedmark fylke.
- » D 1 — D 6. Oppland fylke.
- » E 1 — E 5. Telemark fylke.
- » F 1 — F 3. Vestfold fylke.
- » G 1 — G 4. Østfold fylke.

RAPPORT III. Hovedrapport.

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967 .

Rapport I

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 2.

Skiensvassdraget

Redigert

av

cand. real. Egil Gjessing

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet desember 1967

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
7.1 Innledning	5
7.2 Beskrivelse av vassdragets geografi og geologi	5
7.2.1 Generell beskrivelse av Skiensvassdraget	5
7.2.2 Geologiske forhold	13
7.2.3 Nedbørfeltet. Utnyttelse og virksomheter	15
7.3 Den utførte elveundersøkelse	18
7.3.1 Meteorologiske og hydrologiske forhold	19
7.3.2 Stasjoner og prøvetakingssteder	24
7.3.3 Kjemiske og fysiske forhold	24
a. Temperaturobservasjoner	24
b. Kjemiske undersøkelser	28
c. Diskusjon av kjemiske forhold	38
7.3.4 Biologiske forhold	40
a. Resultater	40
b. Diskusjon av biologiske forhold	50
7.4 Sammenfattende diskusjon	51

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1 Reguleringsmagasiner i Tokke- og Vinjevassdragene	11
2 Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri	16
3 Normaltemperaturer i perioden 1931 - 1960 og middeltemperaturer i perioden oktober 1966 - september 1967	22
4 Normal nedbørhøyde i perioden 1931 - 1960 og nedbørhøyde i perioden oktober 1966 - september 1967	24
5 Prøvetakingssteder og innsamlet materiale under feltarbeidet i Skiensvassdraget 4. - 11. september 1967	26
6 Møsvatn, Tinnsjø, Heddalsvatn og Norsjø. Temperaturforhold i °C	27
7 Totak, Bandak, Flåvatn og Seljordvatn. Temperaturforhold i °C	27
8 Fysisk-kjemiske analyseresultater 4. - 11. september 1967	29
9 Fysisk-kjemiske analyseresultater 4. - 11. september 1967	30
10 Middelerverdier og standardavvik for Skiensvassdraget 4. - 11. september 1967	31
11 Innsjøer i Skiensvassdraget. Fysisk-kjemiske analyseresultater 5. - 10. september 1967	32
12 Innsjøer i Skiensvassdraget. Prosent oksygenmetning 5. - 10. september 1967	34
13 Seston i Skiensvassdraget 4. - 10. september 1967	41
14 Benthos i Skiensvassdraget 4. - 10. september 1967	43

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1 Skiensvassdraget med sidevassdrag og nedbørfelt	6
2 Reguleringer i Skiensvassdraget	7
3 Fallforholdene i Skiensvassdraget	8
4 Geologisk oversiktskart	14
5 Klimatiske forhold i nedbørfeltet til Skiensvassdraget	20
6 Skiensvassdraget. Daglig nedbørmengde og middeltemperatur i tidsrommet 10. august - 10. september 1967	21
7 Daglige vannføringer i Skiensvassdraget i tidsrommet 25. august - 10. september 1967	23
8 Skiensvassdraget med prøvetakingssteder under feltarbeidet 4. september - 11. september 1967	25
9 Grafisk fremstilling av noen kjemiske komponenter i Skiensvassdraget 4. september - 11. september 1967	33
10 Sestonundersøkelser i Skiensvassdraget 4. september - 11. september 1967	45
11 Skiensvassdragets nedbørfelt. Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri	52

7.1 Innledning

Rapporten stiller sammen resultater av en undersøkelse av Skiensvassdraget i tidsrommet 4. september - 11. september 1967. Feltarbeidet ble utført av cand.mag. Lars Lillevold, cand.real. Magne Grande og cand.real. Egil Gjessing. Arbeidet ble gjort fra en laboratoriebil med muligheter for kjemiske og biologiske undersøkelser. Det ble dessuten sendt prøver til instituttets laboratorium i Oslo for detaljerte analyser.

Resultatene av observasjonene er stilt sammen og blir diskutert. Det er i rapporten gitt en generell beskrivelse av forholdene i nedbørfeltet som har betydning for vurdering av forurensningssituasjonen i vassdraget. Data for meteorologi og hydrologi er tatt med for å kunne gi bakgrunn til å forstå observasjonene av de kjemiske og biologiske forhold.

Det er et spinkelt materiale som foreligger for denne beskrivelse, men den kunnskap om vassdraget som er fremkommet, vil være av betydning for det videre arbeid med undersøkelser av forholdene i Skiensvassdraget.

7.2 Beskrivelse av vassdragets geografi og geologi

Opplysningene som er benyttet, er hentet fra oppslagsverk og bøker som belyser forholdene i Skiensvassdraget og Skiensvassdragets nedbørfelt. De viktigste kildene er referert i rapport I. Del 1. Her kan spesielt nevnes:

Holtedahl, O.: Norges geologi, Oslo 1953.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen: Hydrologiske undersøkelser i Norge, Oslo 1958.

Teknisk Ukeblad: Norske kraftverker, Oslo 1954.

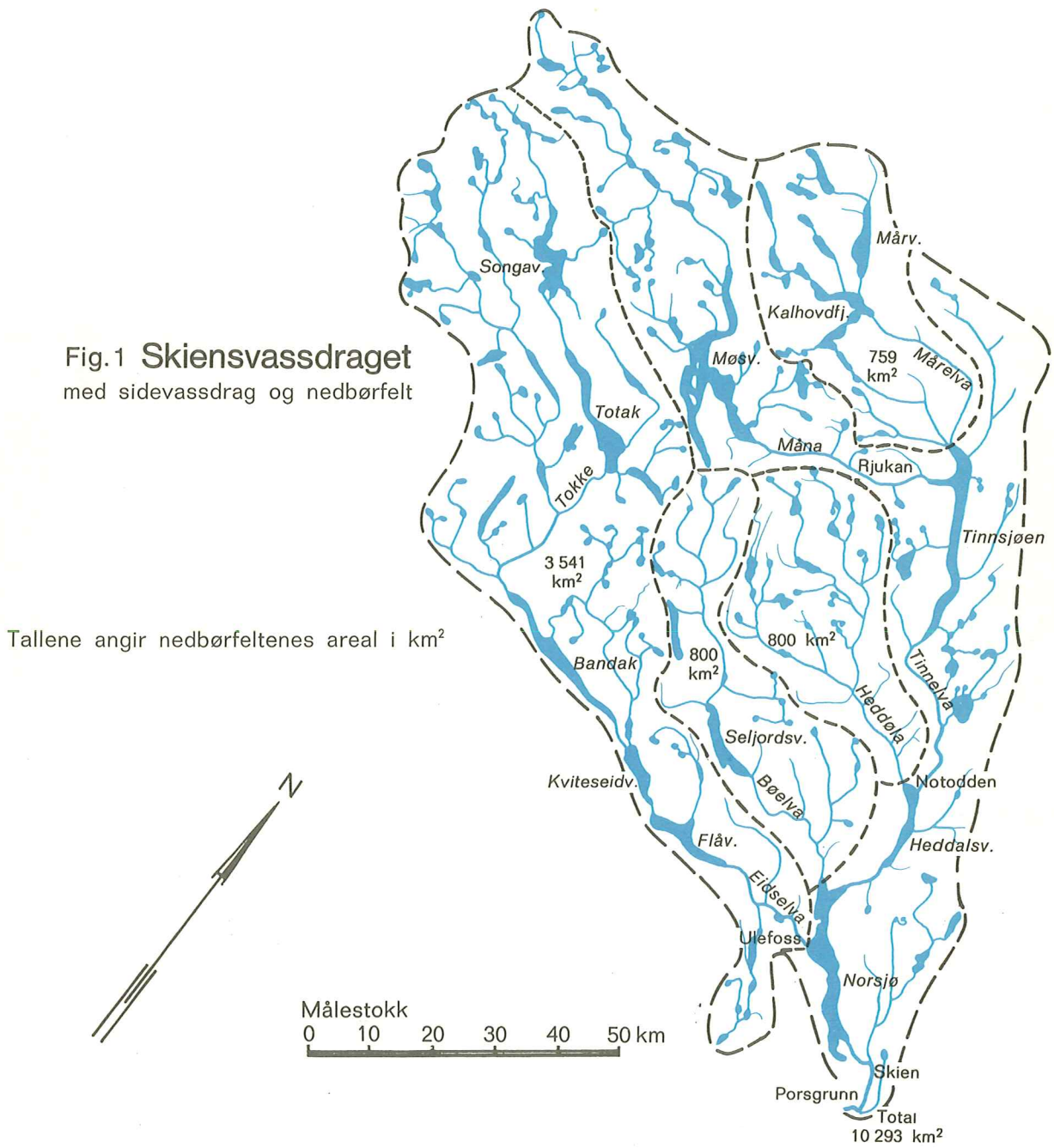
Teknisk Ukeblad: Norske kraftverker, Bind II, Oslo 1966.

J.W. Cappelens Forlag: Norge, Oslo 1953.

7.2.1 Generell beskrivelse av Skiensvassdraget

Et oversiktskart over vassdraget med nedbørfelt er gjengitt i fig. 1. Reguleringene i Skiensvassdraget går frem av fig. 2. Fallforholdene i Skiensvassdraget er fremstilt i fig. 3.

Fig.1 Skiensvassdraget med sidevassdrag og nedbørfelt



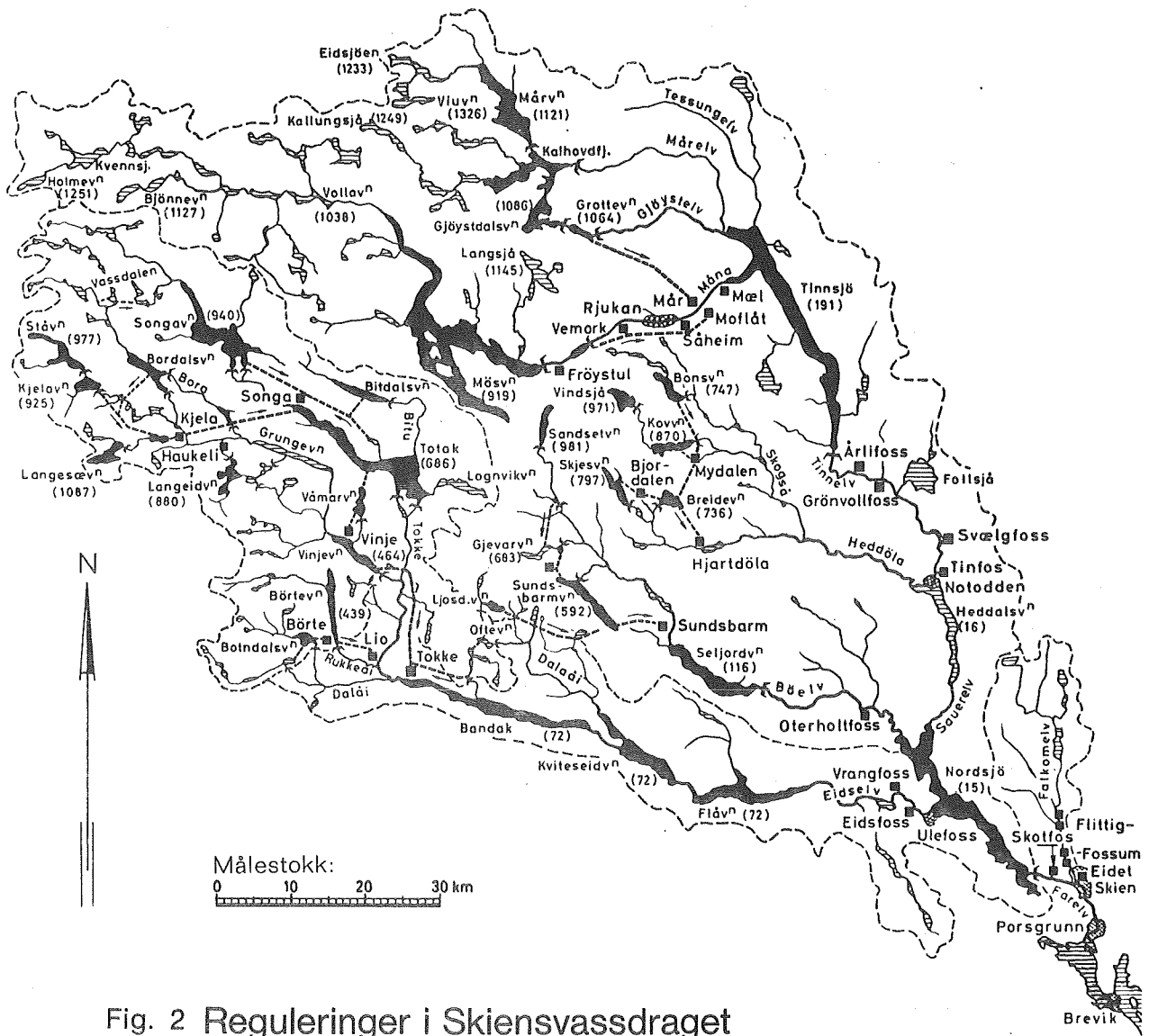
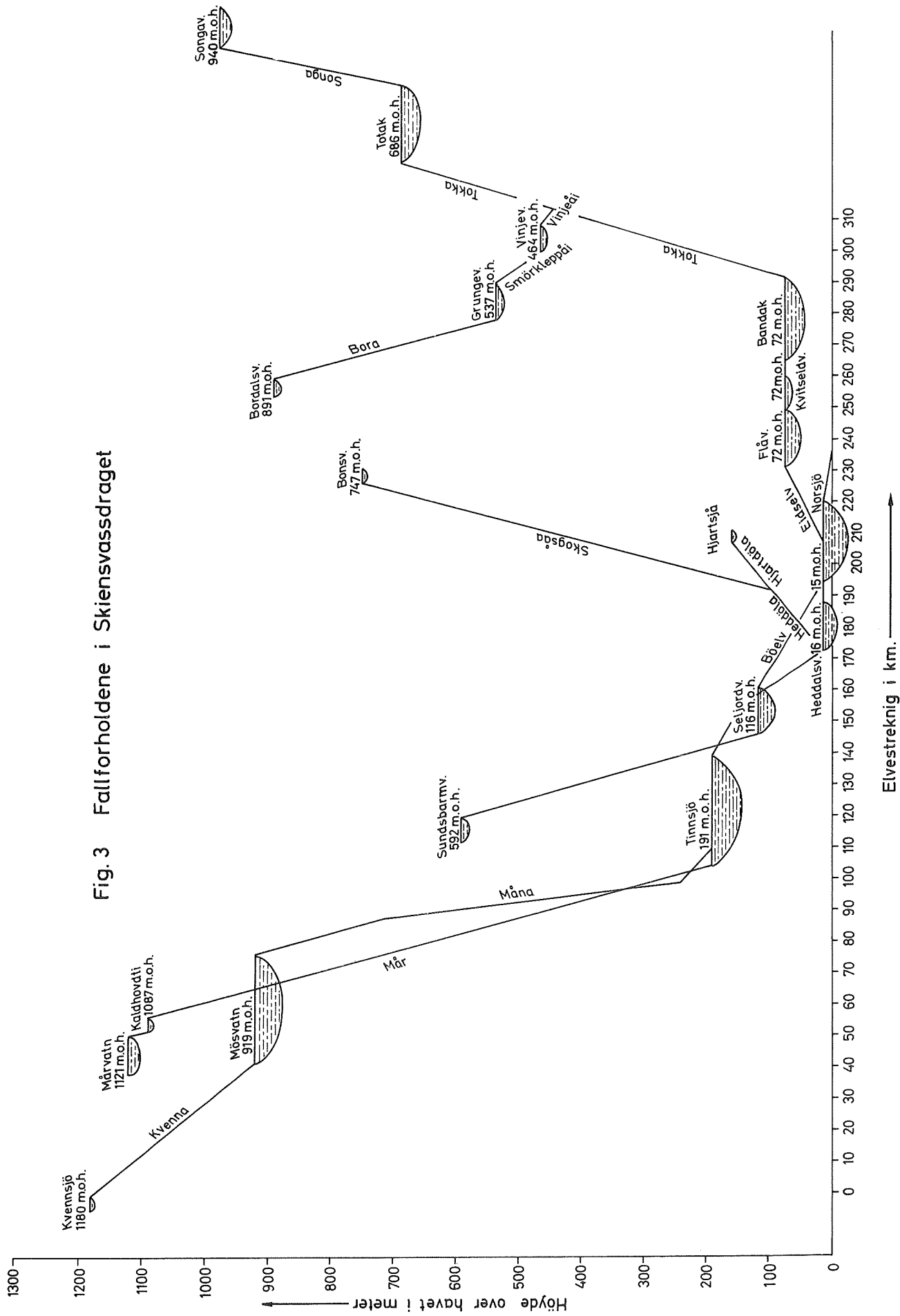


Fig. 3 Fallforholdene i Skiensvassdraget



Elvestrekning i km. →

Skienstvassdraget er det tredje største vassdrag i Norge og består av 4 hovedgrener: Tinnsjøvassdraget (Måna, Tinnelva, Sauerelva, Skienselva), Heddøla (Heddalsvassdraget), Bøelva (Seljordvassdraget) og Eidselva (Tokke - Bandakvassdraget). Vassdraget har et samlet nedbørfelt på 10293 km² hvorav mesteparten ligger i Telemark fylke. Et mindre område vest på Hardangervidda tilhører Hordaland fylke. Følgende kommuner i Telemark ligger helt eller delvis innenfor vassdragets nedbørfelt: Tinn, Vinje, Hjartdal, Notodden, Seljord, Tokke, Kviteseid, Bø, Sauherad, Nome og Skien.

Hovedåren i Skienstvassdraget er Tinnelva som ved Notodden har et samlet nedbørfelt på 4073 km² dvs. 40% av det totale nedbørfelt. Vassdraget har sine kilder inne på Hardangervidda syd for Hårteigen ved Litloset. Fra Kvennsjøen (1180 m.o.h.) renner Kvenna til Møsvatn, og på den ca. 42 km lange strekningen danner elven flere mindre innsjøer. Møsvatn er den største innsjøen på Hardangervidda. Den er regulert 18,5 m mellom 900 og 918,5 m.o.h. med et reguleringsmagasin på 1064 mill. m³. Arealet av Møsvatn ved laveste vannstand er 29,0 km² og ved øverste reguleringsgrense 77,8 km².

Fra Møsvatn rant elven Måna vel 700 m gjennom den ca. 30 km lange Vestfjorddalen ned til Tinnsjø. Ved Rjukan dannet elven den kjente Rjukanfossen. Elven er idag helt eller delvis tørrlagt store deler av året på grunn av den omfattende kraftverkutbyggingen her. Vannet ledes i tunnel og rør fra inntaksdammen ved Skarsfossen, først ned til Vemork kraftverk (fall 295 m), derfra til Såheim (brutto fallhøyde 273 m) og videre ned til Moflott kraftverk. Fra en inntaksdam nedenfor Moflott ledes vannet til Mæl kraftverk. Fra Mæl føres avløpsvannet via tunnel ut i Tinnsjø.

Tinnsjø har foruten hovedtilløpet Måna tre større tilløp i nord, nemlig Gøyst-, Mår- og Tessungelva (Austbygdåi). Av disse er Mårelva, som kommer fra Mårvatn (1120 m.o.h.) den største. Mår- og Gøystvassdragene har et samlet nedbørfelt på 759 km². Vassdragene er regulerte, og i reguleringen inngår flere innsjøer inne på Hardangervidda, bl.a. Mårvatn (nedre og øvre reg. grense: 1100,0 og 1121,3 m.o.h.), Kalhovdfjorden og Gøystvatn (nedre og øvre reg. grense: 1058,5 og 1064,0 m.o.h.). Vannet ledes fra Grottevatn gjennom en 17,3 km lang tunnel frem til Vestfjorddalen, hvor det utnyttes i Mår kraftverk, hvorpå det føres ut i Måna ved Dale. Tessungelva med et nedbørfelt på 283 km² er uregulert.

Tinnsjø har et største dyp på 460 m og er Norges nest dypeste innsjø. Overflatearealet er 51 km². Innsjøen reguleres idag 4 m mellom kotene 187,2 og 191,2 m.o.h. og har et reguleringsmagasin på 204 mill. m³. Herfra renner Tinnelva (Tinna) med forholdsvis sterkt fall, ca. 30 km ned i Heddalsvatn (16 m.o.h.). Fallet på strekningen er 175 m, hvorav 140 m er utnyttet i kraftverkene Årlifoss og Grønvollfoss, Svålgfoss I og II, Lienfoss og Tinnfoss I og II. Fra vest renner Heddøla, som har et nedbørfelt på 800 km², ut i nordenden av Heddalsvatn. Vassdraget er dannet av elvene Skogså med tilsig fra områdene på Gaustas vestsida og Hjarthøla med tilsig fra områdene ved Vindeggen. Elvene løper sammen ved Løvheim i Sauland, ca. 20 km fra Heddalsvatn, og danner Heddøla. Vassdragets øvre del er regulert og utnyttes av Hjarthøla kraftverk ved Hjartsjø. I reguleringen inngår følgende innsjøer: Bonsvatn (740 - 754 m.o.h.), Vindsjøen (956 - 971 m.o.h.) og Kovatn (859 - 875 m.o.h.). Disse tre innsjøer har naturlig avløp til Skogså, men overføres nå til Breidvatn, som er inntaksdam for Hjarthøla kraftverk. Dessuten blir Skjesvatn overført til Breidvatn. Skjesvatn og Breidvatn reguleres henholdsvis 14,5 og 26 m (791,0 - 805,5 m.o.h. og 723 - 749 m.o.h.).

Heddalsvatn er uregulert. Det er 16 km langt og har et areal på 12 km². Foruten Tinnelva og Heddøla mottar innsjøen tilløpselven Hjukseelva fra øst. Fra Heddalsvatn renner hovedelven, nå under navnet Sauereelva, med et ubetydelig fall til Norsjø (15,3 m.o.h.) ved Akkerhaugen, en elvestrekning på ca. 6 km. Norsjø mottar dessuten to store tilløp fra vest, nemlig Bøelva (Seljordvassdraget) ved Gvarv og Eidselva (Tokke - Bandakvassdraget) ved Ulefoss.

Seljordvassdraget har et nedbørfelt på 800 km². Vassdraget har hittil vært uregulert, men den øvre del reguleres nå ved utbygging av Sundsbarm kraftverk. Reguleringen består i at den nordlige del av vassdraget blir ledet til Sundsbarmvatn, som skal reguleres 38 m (574 - 612 m.o.h.). De øvre deler av Dalaåi og Morgedalsåi, som har naturlig avløp til Kviteseidvatn skal også overføres til Sundsbarmvatn. Fra Sundsbarmvatn skal vannet føres til kraftverket ved Seljord, en brutto fallhøyde på mellom 492 og 454 m avhengig av vannstanden i inntaksmagasinet.

Sundsbarmvatnets naturlige avløp er Mandalsåi, som løper sammen med Åmotsdalsåi og danner Flatdalsåi (Flatdøla). På sin vei nedover til Seljordvatn danner elven innsjøen Flatsjø (161 m.o.h.) og lengre nede Lakshølfossen. Nedenfor Seljordvatn heter elven Bøelva. På den 34 km lange strekningen Seljordvatn - Norsjø renner elven med et relativt slakt fall og i mange slynger.

Tokke - Bandakvassdraget renner ut i Norsjø ved Ulefoss. Vassdraget som har et nedbørfelt på 3541 km² har sine kilder på den sydlige del av Hardangervidda. Dreneringsvannet fra vidda samles i det 38 km² store Totakvatn (686 m.o.h.). Hovedtilløpet er Songa som kommer fra Songavatn (940 m.o.h.). Fra Totak renner Tokke (Tokkeelva) som har et fall på 614 m til Bandak (72 m.o.h.). På denne ca. 36 km lange elvestrekningen opptar den fra vest Vinjeåi ved Åmot, Rukkeåi ved Børtevatn (439 m.o.h.) og Dalaåi.

Vinjevassdraget kommer fra Haukelifjellene og renner nedover dalføret under forskjellige navn. Øverst heter elven Bora. Denne danner Bordalsvatn (862 m.o.h.) og renner videre under navnet Nedre Bora gjennom Bordalen til den ved Edland løper sammen med Kjela. Ca. 2 km lengre nede danner elven Grungevatn (537 m.o.h.). Herfra renner Smørkleppåi sydover gjennom Smørkleppdalen og løper ut i Vinjevatn ved Vinje. På den 5 km lange strekningen fra Vinjevatn til Åmot heter elven Vinjeåi.

Tokke- og Vinjevassdraget har på grunn av betydelige fall og reguleringsmuligheter stor interesse for kraftproduksjonen og er idag under full utbygging (se tabell 1).

Tabell 1 Reguleringsmagasiner i Tokke- og Vinjevassdragene

Reguleringsmagasin	Øvre / Nedre reg.-grenser m.o.h.	Reg.- høyde m	Magasin mill. m ³
<u>Tokke, øvre tilløp:</u>			
Bitdalsvatn	974 / 939	35	735
Songavatn	974 / 939	35	
<u>Vinjeelv, øvre tilløp overført til Totak:</u>			
Ståvatn	978,5 / 966	12,5	620
Kjelavatn	944 / 918	26	
Langesævatn	1103 / 1067	36	
Førsvatn	891 / 828,5	62,5	
Bordalsvatn	891 / 852	39	
Venemo (kunstig sjø)	703 / 680	23	
Totak	687,3 / 680	7,3	

Tabell 1 (forts.)

Reguleringsmagasin	Øvre / Nedre reg.-grenser m.o.h.	Reg.- høyde m	Magasin mill. m ³
<u>Vinjeelv, nedre del:</u>			
Våmarvatn	687,3 / 677	10,3	69
Langeidvatn	885,5 / 879	6,5	
Vinjevatn	465,5 / 462	3,5	
<u>Rukke:</u>			
Børtevatn	445,5 / 427,3	18	75
<u>Dalåi:</u>			
Poddevatn	1140 / 1126	14	52
Strandstøylvatn	780 / 752	28	
Botnedalsvatn	725 / 705	20	
Bandak-Kviteseid-Flåvatn	72 / 69,46	2,56	125

Fallet fra Songavatn til Totak, 287 m, utnyttet i Songa kraftverk (Tokke 3 ved Arabygda). Bitdalsvatn overføres også til dette kraftverk.

Vinjevassdragets øvre del samles i Førsvatn som er inntaksmagasin for Kjela kraftverk (Tokke 4 ved Haukeli). Avløpsvannet føres til Hyljelihylen i Flothyla, og herfra ledes vannet frem til Totak. I denne forbindelse er det bygd en dam, Venemodammen, som er et ledd i overføringen.

Det store magasinet i Totak er skaffet ved en senkning 6,1 m under alminnelig sommervannstand (686,1 m.o.h.) og ved en oppdemning på 1,2 m til vanlig flomvannstand. Vannet blir vanligvis tappet gjennom en 2 km lang tunnel over til Våmarvatn, og derfra gjennom Vinje kraftverk (Tokke 2) til Vinjevatn, hvor Tokke kraftverk (Tokke 1) har sitt hovedinntak. Driftstunnelen fra Vinjevatn tar på veien inn Tokkeelva ved Åmot. Dessuten skal Øyfjellåi og Lardalsåi overføres ved egen tunnel direkte til utjevningsbassenget. Det samlede regulerte nedbørfelt for Tokke 1 er 1963 km².

Rukkeåi og Dalaåi utbygges i Børte kraftverk (Tokke 5) som har inntak i Botnedalsvatn og avløp til Børtevatn. Denne innsjø er inntaksdam for Lio kraftverk (Tokke 6) som har avløp til Tokkeelva.

Fra Dalen og ca. 60 km nedover hoveddalføret danner elven de tre nesten sammenhengende sjøene Bandak, Kviteseid og Flåvatn. De ligger i samme nivå og ble i forbindelse med kanaliseringen av vassdraget regulert sammen. Innsjøene kan idag reguleres 2,56 m (69,46 og 72,00 m.o.h.) og har et magasin på 125 mill. m³.

Fra Flåvatn renner Eidselva ca. 23 km til Norsjø med et fall på 57 m, herav utgjør fallene Vrangfoss 23 m, Eidsfoss 10 m og Ulefoss 11 m, alle i nederste halvdel av elven. Disse fallene er utbygd for kraftforsyningsformål (henholdsvis kraftverkene Vrangfoss, Eidsfoss og Ulefoss). I forbindelse med Bandak - Norsjøkanalen, åpnet 1892, ble det i Eidselva bygd 18 sluser for båttrafikk.

Norsjø (beskrevet i rapport I. Del 3) reguleres mellom 15,06 og 15,30 m.o.h. og har et magasin på 14 mill. m³. Fra Norsjø renner Skienselva (Farelva) via Hjellevatn ved Skien ut i Frierfjorden ved Porsgrunn. Fallet på denne ca. 16 km lange strekningen er konsentrert på 2 steder, nemlig ved Skotfoss like etter utløpet og ved Damfoss og Klosterfoss i Skien.








Ved Skien renner Falkumelva, som har et nedbørfelt på 227 km², ut i Hjellevatn. Den nedre del av dette vassdraget er også regulert og har et samlet reguleringsmagasin på 32 mill. m³. Magasinene utnyttet i flere mindre elvekraftverk langs elven.

7.2.2 Geologiske forhold

De geologiske forhold i Skiensvassdragets nedbørfelt fremgår av fig. 4.

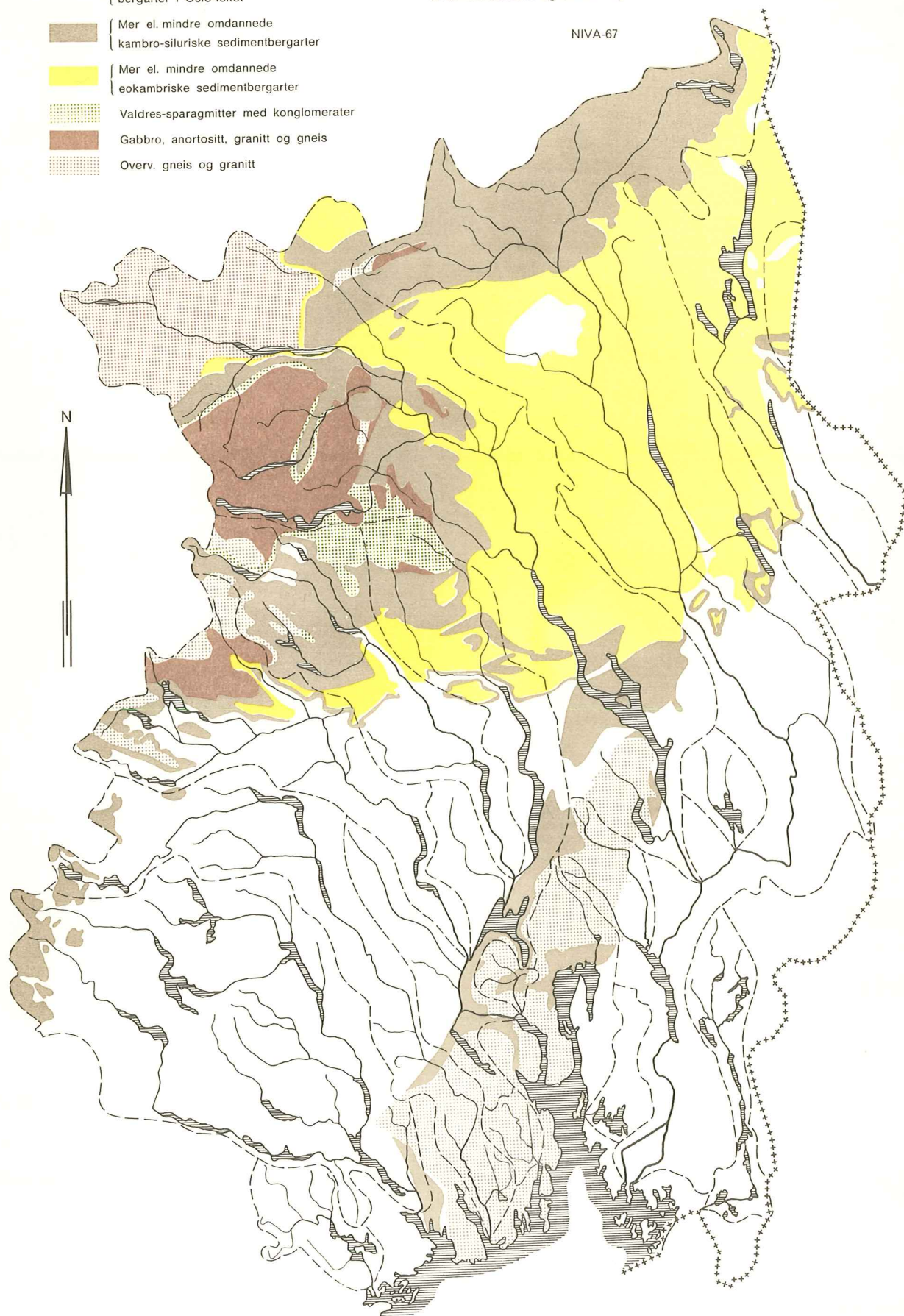
Den overveiende del av Skiensvassdragets nedbørfelt ligger i det sydnorske grunnfjellsområde (prekambriske bergartsmasser). Bare et lite område inne på Hardangervidda består av sterkt omdannede kambrosiluriske bergarter, og et lite område ved Porsgrunn - Skien består av lite omdannede kambrosiluriske sedimentbergarter og eruptive bergarter (Oslofeltet).

Det sentrale og nordlige Telemark er hovedområde for Telemarkformasjonens suprakrystallbergarter, som tilhører de prekambriske bergartsmasser. Særlig viktige bergartstyper i området er de forholdsvis lite omvandlede kvartsitter. Kvartsittene er meget harde og motstandsdyktige bergarter, og rager opp i en rekke av Telemarks høyeste fjell, som Gausta, Blefjell og Lifjell. Et annet typisk ledd i Telemarkformasjonen er de lagformede opp-tredende metamorfe bergarter av vulkansk opprinnelse i strøkene ved Rjukan og Tinnsjø - Notodden.

-  Grunnfjell
-  Granitt og permiske eruptiv-
bergarter i Oslo-feltet
-  Mer el. mindre omdannede
kambro-siluriske sedimentbergarter
-  Mer el. mindre omdannede
eokambriske sedimentbergarter
-  Valdres-sparagmitter med konglomerater
-  Gabbro, anortositt, granitt og gneis
-  Overv. gneis og granitt

Geologisk oversiktskart
Østlandsområdet
(etter O. Holtedahl og J. A. Dons)

NIVA-67



Målestokk
0 20 40 60 80 100 km

Berggrunnen er i stor utstrekning dekket av et tynt lag bregrus, tildels med lynghumus og torvjord. Dalføret nedenfor Notodden ligger under den marine grense (100 - 150 m.o.h.). Her er det løsavsetninger av leire, sand og grus. Over den marine grense er det i bunnen av dalførene store mengder løsavsetninger av sand og grus (innsjø- og elveavsetninger) som ofte forekommer i hauger og rygger.

7.2.3 Nedbørfeltet. Utnyttelse og virksomheter

Utnyttelsen av og virksomheter i nedbørfeltet er samlet i tabell 2. I tabellen er det valgt en oppstilling som viser arealer, bosettingsforhold og industri regnet til bestemte punkter i Skiensvassdragets hovedløp.

Skiensvassdragets øvre del omfatter den sydøstlige del av Hardangervidda og det man kaller Telemarks fjellbygder og skogbruksbygder. Området faller naturlig i to avsnitt: Tinnsjø med tilløp og Tokkevassdraget ned til Bandak.

Strøkene omkring og ovenfor Møsvatn består av høyfjellsvidde med sparsom vegetasjon. I området er det liten sivilisatorisk virksomhet. Turisttrafikken er imidlertid stor og her er flere turisthytter. Dessuten er det betydelig privat hyttebygging i området.

Den nedre del av Vestfjorddalen er relativt tett befolket, særlig i Rjukanområdet. Rjukan er et industristed, og her bor ca. 6500 mennesker. Den største industribedriften er Rjukan Salpeterfabriker med bl.a. produksjon av ammoniakk og salpeter. Bedriften hadde i 1960 1700 ansatte. Andre bedrifter som kan nevnes er et meieri, fabrikk for fremstilling av plastartikler, mekaniske verksteder og trevarebedrifter.

Områdene rundt Tinnsjø er tynt befolket bortsett fra distriktene rundt Vestfjorden og ved utløpene av Gøyst-, Mår- og Tessungelva. Over 30% av områdene rundt Tinnsjø består av produktiv skog mens ca. 1% er jordbruksareal. Tinnelvas dalføre fra Tinnsjø til Notodden er tynt befolket. Virksomheten her er knyttet til jord- og skogbruksnæringen.

Notodden, som ligger ved Tinnelvas utløp i Heddalsvatn, har idag ca. 8000 innbyggere og er et betydelig industristed. De største bedriftene er Notodden Salpeterfabriker, Tinfos Jernverk med produksjon av ferrolegeringer og Tinfos tresliperi som har en årsproduksjon på 130000 tonn tremasse.

Tabell 2

Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri

Lokalitet: Skiensvassdraget

Avstand i km fra Kvennsjø	Stasjonsnavn	Nedbørfelt km ²	Vannføring m ³ /sek	Skog km ²	Myr km ²	Jordbruk km ²
77	Utløp Møsvatn	1498	50	0	17,1	0
106	Einung	2480	70	56,4	22,4	5,0
140	Tinnoset	3758	103	290,9	63,0	13,7
166	Høimyr	4090	112	450,5	81,7	20,3
178	Heddalsvatn - grense Heddal - Sauherad	5036	135	687,4	118,6	61,7
195	Akkerhaugen	5147	138	764,9	122,1	65,3
200	Ulefoss	6300	170	1040,6	140,0	116,3
221	Utløp Norsjø	9975	298	1932,8	246,4	199,8
237	Utløp Skienselva	10293	308	2158,8	260,6	247,6

Avstand i km fra Kvennsjø	Personer antall	Storfe antall	Småfe antall	Husdyr, fosfor ¹⁾ ekvivalenter	Industri ²⁾ ekvivalenter	Personer 1/sek	Husdyr, fosfor-ekvivalenter 1/sek	Industri-ekvivalenter 1/sek	Mål dyrket mark 1/sek
77	100	0	0	0	0	0,003			0
106	6700	700	1000	8100	100	0,095	0,116	0,002	0,071
140	10200	1700	2300	20000	100	0,099	0,195	0,001	0,133
166	11900	2400	3300	29200	100	0,106	0,260	0,001	0,181
178	17900	5500	7400	66300	40300	0,132	0,491	0,299	0,457
195	27100	6600	8000	77600	40300	0,197	0,562	0,292	0,473
200	35700	11700	16200	140900	40300	0,210	0,829	0,237	0,684
221	54800	19300	38200	249800	56500	0,184	0,838	0,190	0,670
237	94500	24300	41100	304800	716800	0,297	0,977	0,959	0,804

¹⁾ 1 fosforekvivalent for husdyr tilsvarer 2,5 g P/døgn (innhold av fosfor i husholdningskloakk fra 1 person pr. døgn).

²⁾ 1 industriekvivalent organisk stoff tilsvarer husholdningskloakk 60 g BOF₅/døgn (som også er 1 personekvivalent).

Av mindre bedrifter kan nevnes: en plastfabrikk, et silkeveveri, en kalsiumkarbidfabrikk, et meieri og et slakteri. Forøvrig er det også mekaniske verksteder, trevarebedrifter, mineralvannfabrikk og betongvarefabrikk.

Heddalsvassdragets nedbørfelt er forholdsvis tynt befolket (ca. 6,3 personer pr. km²). I området er det betydelig turisttrafikk. Tuddal har flere hoteller og pensjonater. Langs hovedveien er det mange campingplasser med og uten hytter. Jordbruksarealet og den produktive skog utgjør henholdsvis ca. 3% og ca. 20% av nedbørfeltet.

Bebyggelsen i dalføret fra Notodden til Norsjø er vesentlig konsentrert langs østsiden av Heddalsvatn og langs begge sider av Sauereelva. Hovednæringsveiene er jord- og skogbruk.

Områdene langs de nedre deler av Seljordvassdraget er utpregede jordbruksdistrikter. Av det samlede nedbørfelt er ca. 6% jordbruksareal og ca. 31% produktiv skog. Bortsett fra tettbebyggelsene Seljord, Bø og Gvarv er dalføret relativt tynt befolket. Den gjennomsnittlige folketettheten er ca. 9,7 personer pr. km². Hovednæringsveiene er jord- og skogbruk, men turistnæringen har også betydning. Av bedrifter kan nevnes Seljord Meieri og Bø Meieri. I områdene rundt Norsjø er bebyggelsen vesentlig konsentrert på vestsiden med industristedet Ulefoss som sentrum. Ved Ulefoss er det to tresliperier. Her finnes dessuten bedrifter innen jern- og metallindustrien. Videre er det på Ulefoss et meieri og en konfeksjonsfabrikk.

De nordvestligste områder av nedbørfeltet til Tokke - Bandakvassdraget består av høyfjellsvidde. Bortsett fra turisttrafikk og anleggsvirksomhet i forbindelse med kraftutbyggingen er det liten sivilisatorisk virksomhet i dette område.

Ovenfor Bandak er nedbørfeltet forholdsvis tynt befolket. Bebyggelsen er vesentlig konsentrert langs de to hoveddalførene (Vinjevassdraget og Tokkevassdraget). Hovednæringsveiene er jord- og skogbruk, men dessuten har turisttrafikken stor betydning. Området har flere større og mindre hoteller og pensjonater og et betydelig antall campingplasser. Det eneste tettstedet i dalføret er Dalen ved Tokkeelvas utløp i Bandak med ca. 700 innbyggere. Av bedrifter langs vassdraget kan nevnes Haukeli Ysteri, flere mindre sagbruk og trevarebedrifter.

Områdene rundt Bandak, Kviteseid og Flåvatn er relativt tynt befolket. Av tettbebyggelser kan nevnes Lårdal, Kviteseid og Morgedal. De viktigste næringsveiene er jord- og skogbruk, men turistnæringen er også av en viss betydning. Morgedal har flere hoteller og pensjonater. I området er det noen mindre trevarebedrifter, og i Kviteseid er det dessuten et meieri.

I dalføret fra Flåvatn ned til Ulefoss er det spredt bebyggelse. Lunde er en tettbebyggelse i dette område. Jord- og skogbruk er her hovednæringsveiene. I Lunde er det noen mindre bedrifter: meieri, teglverk, trevarefabrikk m.fl.

Skien - Porsgrunndistriktet er et av landets største industristrøk. Området omfatter vassdragets nedbørfelt fra Norsjø til utløpet ved Porsgrunn og er på 552 km², herav utgjør Falkumelvas nedbørfelt 227 km². Det bor ca. 55000 mennesker i distriktet. Rundt 8% av området er jordbruksareal og ca. 40% er produktiv skog. Det er en betydelig kjemisk industri i området med Eidanger Salpeterfabriker på Herøya som den største bedrift. Videre kan nevnes A/S Union i Skien som har en betydelig produksjon av cellulose, tremasse og papir. I området er det dessuten en rekke mindre bedrifter: slakteri, meieri, såpefabrikk, margarinfabrikk, bryggeri osv.

7.3 Den utførte elveundersøkelse

Vassdraget ble delt opp i hovedområder, og innenfor hvert av disse ble det gjort kjemiske og biologiske observasjoner som beskriver forholdene på et utvalg lokaliteter.

Vannprøver for kjemiske analyser ble innsamlet på samtlige lokaliteter. Disse prøver ble i laboratoriebilen undersøkt med hensyn til pH, spesifikk elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet og kjemisk oksygenforbruk. Fra enkelte prøvetakingssteder ble vannprøver innsamlet og sendt til instituttet for analyse av en rekke kjemiske komponenter.

De biologiske observasjoner som ble utført, gir grunnlag for en beskrivelse av hovedtrekkene i utviklingen av vegetasjon og fauna på lokalitetene. Prøver av begroing (benthos, organismer som lever festet til et underlag) og av materiale i de frittstrømmende vannmasser (seston, det som lar seg filtrere fra vannet) ble innsamlet. Prøvetakingen foregikk på de enkelte lokaliteter hvor det var tydelig strømmende vann, gjerne hvor elven gikk i stryk. Bearbeidingen av materialet ble delvis utført på stedet med de friske prøver, delvis ved en mer detaljert gjennomgåelse av formalin-

konserverte prøver på instituttet. Innenfor rammen av opplegget som den praktiske problemstilling satte, begrenset feltarbeidet seg til å gjelde de kvantitativt viktigste organismesamfunn på lokalitetene. Hovedvekten ble lagt på beskrivelsen av vegetasjonsforholdene. Det ble gjort temperaturmålinger på samtlige lokaliteter.

I denne fremstilling behandles også de meteorologiske og hydrologiske forhold i Skiensvassdragets nedbørfelt. Det er lagt vekt på å beskrive tilstanden i den periode feltarbeidet ble utført. De kjemiske og biologiske forhold som ble observert er nøye avhengige av såvel forutgående som samtidige vær-situasjoner og vannføringer.

7.3.1 Meteorologiske og hydrologiske forhold

Til vurdering av de klimatiske forhold i Skiensvassdraget er 4 representative meteorologiske stasjoner valgt ut, henholdsvis Møsstrand, Gaustatoppen, Dalen og Gvarv.

Månedlig normaltemperatur og normalnedbør i perioden 1931 - 1960 samt månedlig middeltemperatur og månedlig nedbørmengde i perioden oktober 1966 - september 1967 er fremstilt i tabellene 3 og 4 og i fig. 5. Møsstrand er en nyopprettet stasjon, og følgelig finnes det ingen data for normaltemperatur og normalnedbør herfra.

Av fig. 5 går det frem at de månedlige middeltemperaturer for perioden oktober 1966 - september 1967 stort sett lå under de tilsvarende normaltemperaturer bortsett fra februar og mars da temperaturen lå 1 - 3°C over det normale. I januar lå temperaturen betydelig lavere enn normalt.

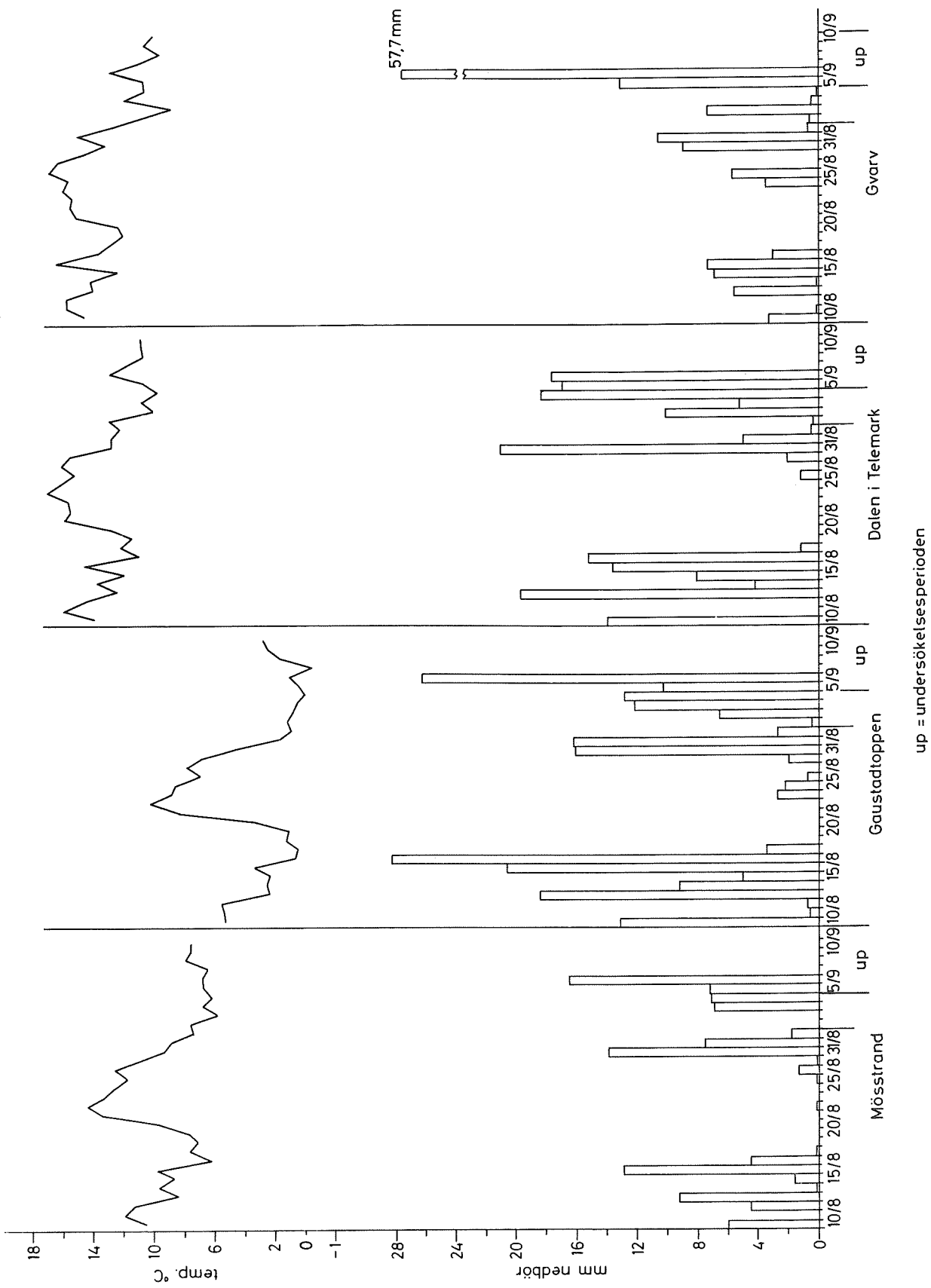
Nedbøren i samme periode var vesentlig høyere enn normalt. Spesielt var nedbøren stor i øvre del av vassdraget.

Den daglige middeltemperatur og nedbørhøyde i tidsrommet 10. august - 10. september 1967 er fremstilt på fig. 6. Av figuren fremgår det at nedbøren var størst i tidsrommet 10. - 17. august og rundt månedsskiftet august - september.

De daglige middeltemperaturer i samme tidsrom svingte stort sett rundt det normale for årstiden, men var noe høyere rundt den 23. august.

Skiensvassdraget

Fig. 6 Daglig nedbørmengde og middeltemperatur i tidsrommet 10. august - 10. september 1967



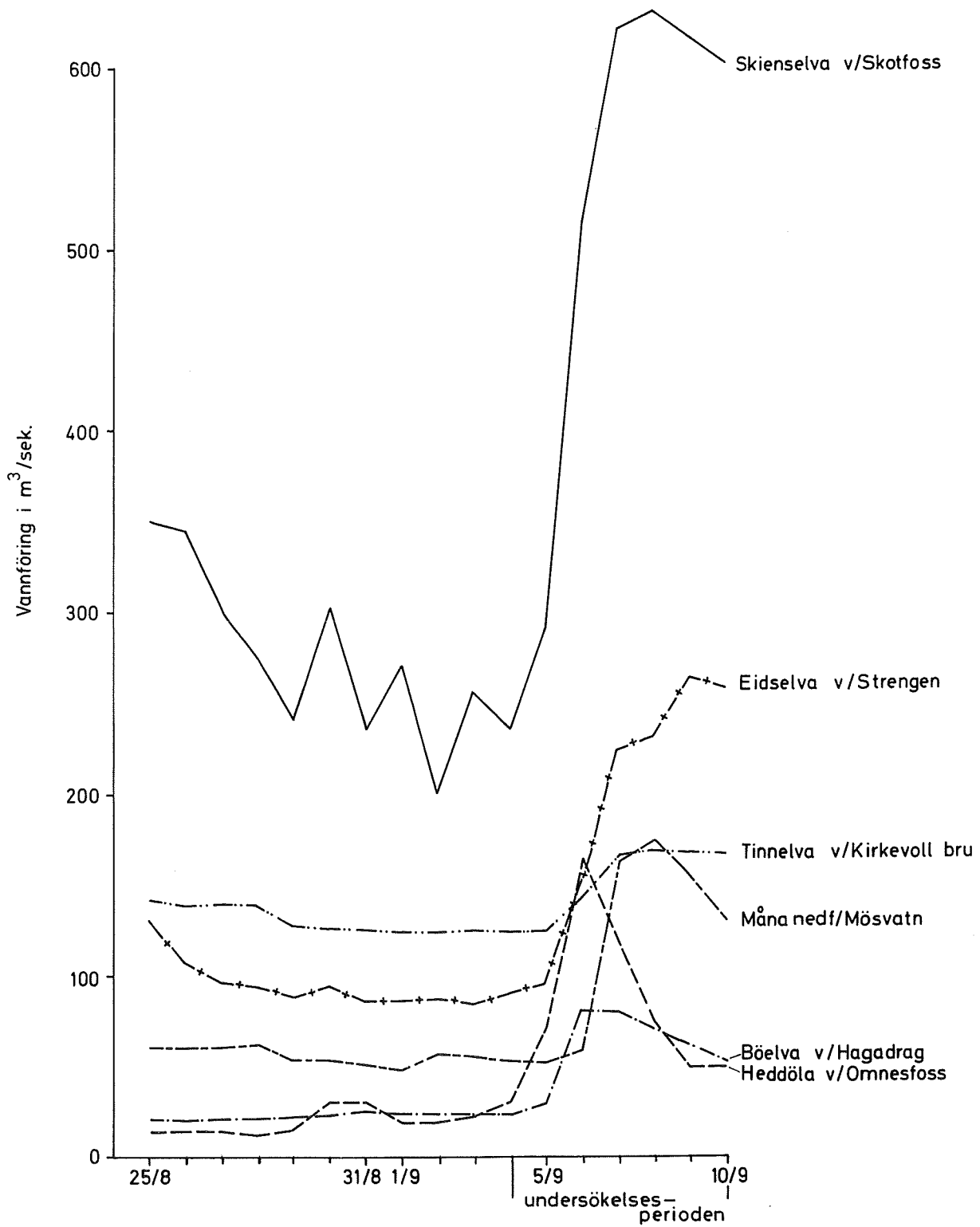
De daglige vannføringsobservasjoner i tidsrommet 25. august - 10. september ved vannmerkene Skienselva v/Skotfoss, Eidselva v/Strengen, Bøelva v/Hagadrag, Tinnelva v/Kirkvollbru og Måna nedenfor Møsvatn er fremstilt i fig. 7. Den midlere vannføring ved disse vannmerkene er henholdsvis 298, 111, 20,4, 104 og 49,9 m³/sek.

Av fig. 7 fremgår det at vannføringen var relativt jevn i dagene mellom 25. august og 5. september ved samtlige vannmerker unntatt ved Skotfoss, hvor vannføringen svingte kraftig fra dag til dag. De daglige vannføringene var i disse dagene omtrent som middelvannføringen. I slutten av perioden steg vannføringen ved samtlige stasjoner på grunn av de store nedbørmengdene i disse dagene.

Tabell 3 Normaltemperaturer i perioden 1931 - 1960 og middeltemperaturer i perioden oktober 1966 - september 1967

Stasjon	Møsstrand		Gaustatoppen		Dalen		Gvarv	
	Normal-temp. °C	Middel-temp. °C	Normal-temp. °C	Middel-temp. °C	Normal-temp. °C	Middel-temp. °C	Normal-temp. °C	Middel-temp. °C
Oktober		1,9	- 3,8	- 3,8	5,2	5,0	5,3	5,1
November		- 3,3	- 7,1	- 8,5	0,6	- 0,7	0,7	0,3
Desember		- 7,3	- 9,5	-11,4	- 3,2	- 4,2	- 3,2	- 4,3
Januar		-11,0	-11,5	-12,4	- 5,0	- 8,0	- 6,5	-11,5
Februar		- 6,4	-11,7	- 9,5	- 4,6	- 3,3	- 5,4	- 4,8
Mars		- 3,1	- 9,8	- 9,1	- 0,8	2,0	- 1,1	2,2
April		- 2,5	- 7,1	- 8,3	- 4,3	3,4	4,6	4,4
Mai		1,5	- 2,1	- 3,4	9,9	7,1	10,3	8,7
Juni		7,4	2,2	1,4	13,8	13,6	14,4	14,2
Juli		9,3	4,9	3,3	16,4	14,6	16,9	15,7
August		10,1	4,1	4,3	14,9	14,5	15,3	15,0
September		7,6	0,3	2,1	10,6	10,8	10,6	11,0

Fig.7 Daglige vannføringer i Skiensvassdraget i tidsrommet
25. august - 10. september 1967



Tabell 4 Normal nedbørhøyde i perioden 1931 - 1960 og nedbørhøyde i perioden oktober 1966 - september 1967

Stasjon	Møsstrand		Gaustatoppen		Dalen		Gvarv	
Måned	Normal nedbørhøyde mm	Nedbørhøyde mm	Normal nedbørhøyde mm	Nedbørhøyde mm	Normal nedbørhøyde mm	Nedbørhøyde mm	Normal nedbørhøyde mm	Nedbørhøyde mm
Oktober		115	118	127	93	153	79	169
November		44	171	123	86	57	78	87
Desember		112	198	114	78	138	62	139
Januar		46	153	177	60	56	49	44
Februar		61	129	383	43	78	32	67
Mars		109	94	230	30	86	22	63
April		39	109	208	40	43	37	43
Mai		133	78	194	50	156	42	100
Juni		55	102	75	71	37	61	57
Juli		92	122	82	100	64	89	26
August		105	125	178	113	148	99	74
September		88	108	106	92	125	84	119
År		999	1507	2297	856	1141	734	988

7.3.2 Stasjoner og prøvetakingssteder

Hovedområdene i vassdraget hvor feltarbeidet ble utført, er betegnet som stasjoner. Innenfor hver stasjon er de enkelte prøvetakingssteder betegnet som lokaliteter. Følgende eksempel kan belyse måten å angi dette på: Den limnologiske stasjon i Tinnsjø har stasjonsbetegnelsen 12.4. Dette betyr at prøvetakingsstedet ligger i Tinnsjøområdet og er lokalitet 4 innenfor dette område.

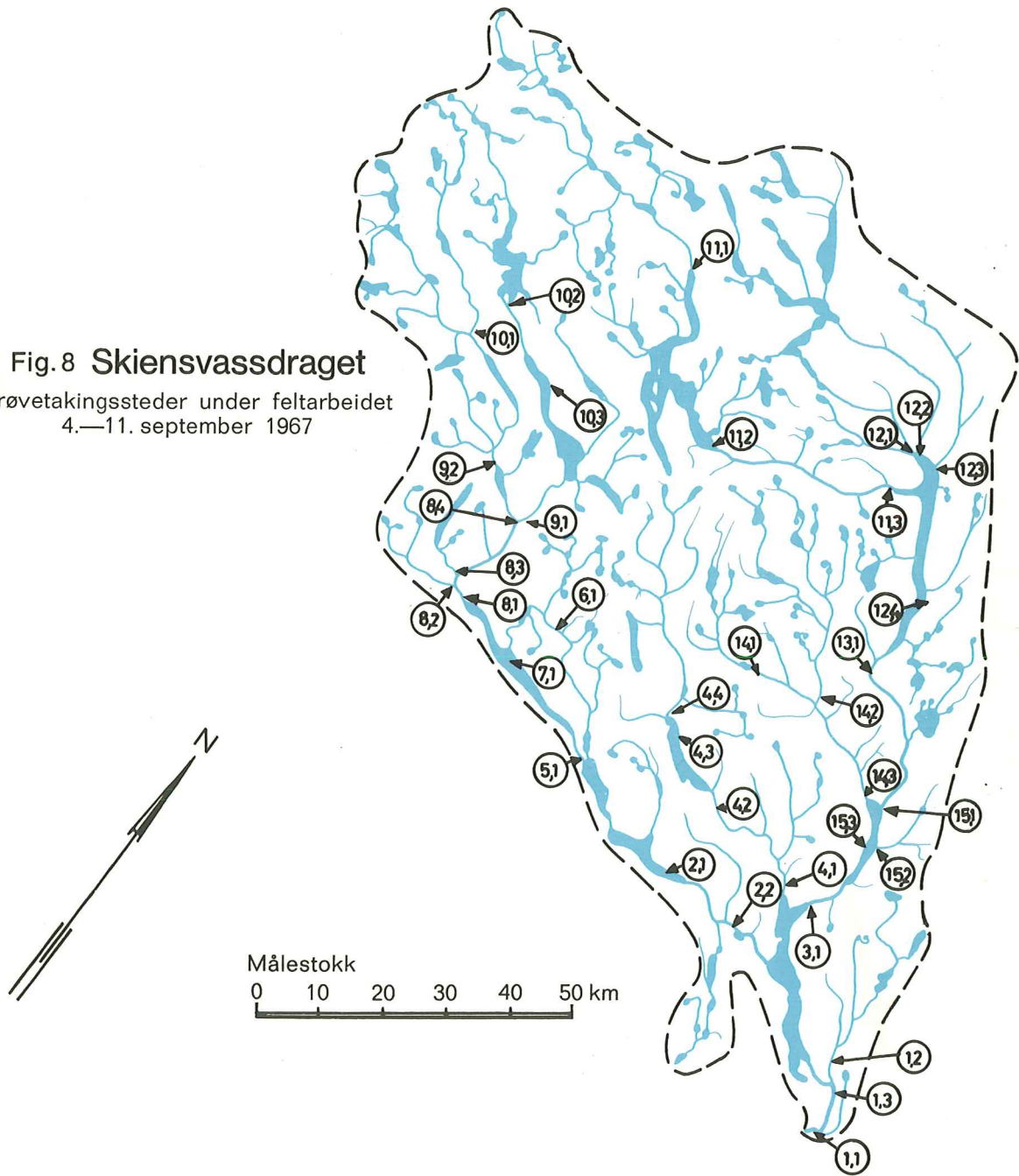
Nedbørfeltet for Skiensvassdraget med angivelse av de prøvetakingssteder hvor feltarbeidet ble utført går frem av fig. 8. Omfanget av feltarbeidet og det materiale som ble innsamlet, fremgår av oversikten i tabell 5.

7.3.3 Kjemiske og fysiske forhold

a. Temperaturobservasjoner. Temperaturen i vannet på de forskjellige stasjoner i Skiensvassdraget er gjengitt i tabell 5.

Observasjonene viser at vannets temperatur stiger nedover i vassdragene. I hovedvassdraget steg temperaturen fra ca. 11°C i Møsvatnområdet til ca. 15°C

Fig.8 Skiensvassdraget
Prøvetakingssteder under feltarbeidet
4.—11. september 1967



i utløpet ved Skien. Vannets temperatur i Kvenna (tilløpselv til Møsvatn) var ca. 8°C. Temperaturforholdene mot dypet i de 4 største innsjøer, som inngår i denne del av vassdraget, fremgår av tabell 6.

Tabell 6 Møsvatn, Tinnsjø, Heddalsvatn og Norsjø. Temperaturforhold i °C

m dyp	Møsvatn 9/9 1967	Tinnsjø 9/9 1967	Heddalsvatn 10/9 1967	Norsjø 29/8 1967
1	10,7	12,5	13,7	16,3
8	10,1			15,9
16	10,0	10,1	12,1	14,6
25	9,7			
30		7,7	10,4	7,3
45			6,1	
50		5,4		4,8

Tabellen viser at innsjøene lengst nede i vassdraget hadde høyere overflate-temperaturer enn de som ligger lengre oppe, og i Møsvatn var det ingen vesentlig forskjell i vannets temperatur i overflatelagene og dypere nede. I Tinnsjø og Norsjø lå sprangsjiktet i ca. 20 meters dyp, mens dette sjikt i Heddalsvatn lå i 30 - 35 meters dyp. Dypvannstemperaturen i sistnevnte 3 innsjøer lå i området 4 - 6°C.

Vannets temperatur i Bøelva fra Seljordvatn til utløp i Norsjø var ca. 14°C, mens temperaturen i Flatdalselva som renner inn i Seljordvatn, var ca. 10°C.

Vannets temperatur i Tokkevassdraget steg fra ca. 8°C nedenfor Songavatn til ca. 11°C i Tokkeelva ved Dalen. I Bandak - Kviteseid - Flåvatn steg temperaturen fra ca. 13°C i overflatelagene til vel 14°C ved Flåvatnets utløp. Temperaturforholdene mot dypet i Totak, Bandak, Flåvatn og Seljordvatn fremgår av tabell 7.

Tabell 7 Totak, Bandak, Flåvatn og Seljordvatn. Temperaturforhold i °C

m dyp	Totak 8/9 1967	Bandak 7/9 1967	Flåvatn 5/9 1967	Seljordvatn 6/9 1967
1	9,8	13,1	14,4	13,9
8	9,3	12,0	14,3	

Tabell 7 (forts.)

m dyp	Totak 8/9 1967	Bandak 7/9 1967	Flåvatn 5/9 1967	Seljordvatn 6/9 1967
16	9,2	11,2	12,4	13,0
20				9,5
23				6,3
30	7,9	7,1	6,3	5,6
50	5,0		4,9	5,1
100	4,3	4,1		
150		4,0		
180	4,1			

Totak hadde noe lavere overflatetemperaturer enn de øvrige innsjøer. I Totak og Bandak lå sprangsjiktet i ca. 30 meters dyp, mens sprangsjiktet i Flåvatn og Seljordvatn syntes å ligge i 20 - 25 meters dyp. Dypvannstemperaturen lå i alle innsjøer i området 4 - 5°C.

b. Kjemiske undersøkelser. Det ble i alt samlet inn vannprøver fra 36 lokaliteter i Skiensvassdraget. Innbefattet i disse 36 lokaliteter er en del sidevassdrag til hovedvassdragene. Ved samtlige elvelokaliteter ble prøvene forsøkt samlet inn fra elvens hovedstrøm direkte på 2-liters plastflasker. I de tilfeller hvor det ikke var bro i forbindelse med prøvetakingsstedet, ble prøvene tatt så langt fra bredden som praktisk mulig. Det ble også samlet inn prøver fra forskjellige dyp i de største innsjøene som inngår i vassdraget, nemlig: Møsvatn, Tinnsjø, Heddalsvatn, Seljordvatn, Totak, Bandak og Flåvatn (Norsjø er beskrevet spesielt i rapport I. Del 3). Fra innsjøene ble prøvene samlet inn på vanlig måte med en 2-liters Ruttner vannhenter.

Resultatene av de hydrokjemiske undersøkelser er gjengitt i tabellene 8, 9, 10 og 11. Kjemiske data er fremstilt grafisk i fig. 9. I tabellene og på figuren er vassdraget delt opp i tre avsnitt. Elvestrekningen Kvennsjø - Møsvatn - Tinnsjø - Heddalsvatn - Norsjø - Porsgrunn betraktes her som hovedvassdraget. På fig. 9 er denne del av vassdraget illustrert på den midtre del av figuren. Sidevassdragene Bøelva og Tokkeelva (Eidselva) er illustrert på henholdsvis høyre og venstre side på figuren. Disse elvers samløp med hovedvassdraget er illustrert med en vertikal stiplet linje.

I det følgende kommenteres og diskuteres resultatene av den kjemiske undersøkelsen.

Tabell 8

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Dato: 4. - 11. september 1967

Lokalitet: Skiensvassdraget.

Andre opplysninger: Analysert i feltlaboratorium.

Komponent	Stasjon																		
	11.1	11.2 1 m	11.3	12.1	12.2	12.3	12.4 1 m	13.1	15.1	14.1	14.2	14.3	15.2	15.3 1 m	3.1	1.2	1.3	1.1	
Surhetsgrad, pH	6,7	6,5	7,0	7,0	6,7	6,9	6,8	6,8	6,8	6,5	6,7	6,7	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	7,0	
Spes.ledningsevne, 20°C, µS/cm	17	14	22	17	11	15	19	19	18	18	16	19	21	20	19	28	20	3260	
Farge, mg Pt/l	10	4	5	3	6	14	6	10	6	14	20	24	18	12	5	15	13	15	
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	2,0	1,1	0,7	0,0	0,6	0,7	0,6	2,8	0,3	1,1	0,3	0,8	0,3	0,7	0,9	1,8	1,3	0,9	
Permanganattall, mg O/l	0,8	-	1,2	1,2	1,0	-	-	1,6	1,2	-	4,1	3,8	-	-	-	3,5	1,8	-	

Komponent	Stasjon																	
	10.2	10.3	9.1	10.1	9.2	8.4	8.3	8.2	8.1	7.1 1 m	6.1	5.1	2.1	2.2	4.4	4.3 1 m	4.2	4.1
Surhetsgrad, pH	6,2	6,6	6,8	6,7	6,7	6,7	6,3	6,2	6,7	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7	6,4	6,7	6,6	6,5
Spes.ledningsevne, 20°C, µS/cm	10	14	15	13	15	15	14	10	15	16	19	17	16	16	18	18	18	22
Farge, mg Pt/l	4	5	5	8	6	15	13	10	11	4	25	5	8	6	25	13	11	16
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	0,3	0,3	0,3	0,8	0,6	1,0	0,9	1,2	2,0	1,3	1,8	1,6	0,7	1,3	2,6	0,7	1,0	2,7
Permanganattall, mg O/l	1,1	-	1,2	-	-	-	-	1,6	1,7	1,8	5,7	-	1,9	1,7	5,5	3,0	-	4,5

Tabell 9

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Dato: 4. - 11. september 1967

Lokalitet: Skiensvassdraget.

Komponent	Stasjon	I									II						III	
		11.1	11.2	11.3	12.4	15.1	14.1	15.3	3.1	1.3	10.3	8.1	7.1	5.1	2.1	2.2	4.3	4.1
Permanganattall, mg O/l		0,8	1,4	1,1	1,1	1,3	3,1	1,6	1,6	1,6	1,1	1,5	1,7	1,5			2,6	3,3
Klorid, mg Cl/l		0,8	1,0	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	1,1
Sulfat, mg SO ₄ /l		-	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,1	1,6	1,6	1,7	1,5	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,6
Fosfat, orto, µg P/l		1	18	8	8	9	16	1	11	18	17	15	6	6	14	6	11	11
Fosfat, total, µg P/l		6	22	15	19	16	25	8	21	27	21	20	14	12	30	13	19	21
Nitrat, µg N/l		11	47	315	340	350	40	295	250	155	66	42	60	52	45	45	48	42
BFA, mg N/l		-	0,18	0,62	0,46	0,16	0,18	0,25	0,22	0,19	0,14	0,14	0,19	0,21	0,18	0,10	0,17	0,18
Alkalitet, ml N/10 HCl/l		1,6	1,6	2,0	1,7	1,6	2,0	1,8	1,7	1,8	1,8	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9	1,7
Hårdhet, total, mg CaO/l		3,0	2,5	3,3	3,2	3,6	4,1	4,0	4,6	4,6	4,0	3,0	3,8	3,3	4,0	3,7	4,6	4,3
Kalsium, mg Ca/l		1,4	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2,1	1,6
Magnesium, mg Mg/l		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Kalium, mg K/l		0,00	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,13	0,27	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,27
Natrium, mg Na/l		0,44	0,44	0,73	0,49	0,54	0,49	0,64	0,61	0,63	0,49	0,64	0,54	0,49	0,54	0,59	0,49	0,54
Jern, µg Fe/l		55	70	50	55	90	90	80	110	40	30	70	60	65	60	70	70	100
Mangan, µg Mn/l		7	6	5	13	5	12	56	37	9	3	9	10	15	37	51	6	11
Kobber, µg Cu/l									19	19				19	15	23	19	
Sink, µg Zn/l									18	18				8	12	15	19	
Silisium, mg SiO ₂ /l			1,1	1,3	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,4	1,5	1,5	1,2	1,4	1,5	1,8	-

I: Hovedvassdraget mellom Kvenne og Skien

III: Bøelva mellom Flatdalselva og Norsjø

II: Tokkeelva mellom Songavatn og Norsjø

Tabell 10

Middelverdier og standardavvik for Skiensvassdraget

Dato: 4. - 11. september 1967

Komponent	I		II		III		Total	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
	n = 10		n = 8		n = 4		n = 22	
Surhetsgrad, pH	6,8	0,1	6,7	0,2	6,6	0,1	6,8	0,2
Spes.ledningsevne, 20°C, $\mu\text{S/cm}$	19	3	15	2	19	2	17	3
Farge, mg Pt/l	9	4	6	3	16	6	9	5
Turbiditet, mg SiO_2/l	1,1	0,7	1,0	0,7	1,8	1,0	1,2	0,8
Permanganattall, mg O/l	1,3	0,4	1,6	0,3	4,3	1,3	2,1	1,4
	n = 8		n = 6		n = 2		n = 16	
Klorid, mg Cl/l	0,9	0,1	1,0	0,5	1,0	0,2	0,9	0,1
Sulfat, mg SO_4/l	1,7	0,2	1,6	0,1	1,6	0,0	1,6	0,1
Fosfat, orto, $\mu\text{g P/l}$	9	7	11	5	11	0	10	5
" , total, $\mu\text{g P/l}$	17	7	17	7	20	1	18	6
Nitrat, $\mu\text{g N/l}$	220	134	52	10	45	4	135	127
BFA, mg N/l	0,30	0,17	0,16	0,04	0,18	0,07	0,23	0,14
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	1,7	0,1	1,7	0,1	1,8	0,1	1,7	0,1
Total hårdhet, mg CaO/l	3,6	0,7	3,6	0,4	4,5	0,2	3,7	0,6
Kalsium, mg Ca/l	1,72	0,22	1,56	0,08	1,85	0,34	1,68	0,20
Magnesium, mg Mg/l	0,21	0,07	0,20	0,00	0,30	0,00	0,22	0,04
Kalium, mg K/l	0,26	0,10	0,15	0,06	0,24	0,02	0,23	0,09
Natrium, mg Na/l	0,57	0,08	0,54	0,06	0,51	0,02	0,55	0,08
Jern, $\mu\text{g Fe/l}$	69	23	59	15	85	21	67	21
Mangan, $\mu\text{g Mn/l}$	17	-	21	-	9	-	17	-
Kobber, $\mu\text{g Cu/l}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Sink, $\mu\text{g Zn/l}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Silisium, mg SiO_2/l	1,5	0,2	1,4	0,1	1,8 ¹⁾	-	1,5	0,2

1) n = 1

I: Hovedvassdraget mellom Kvenne og Skien

II: Tokkeelva mellom Songavatn og Norsjø

III: Bøelva mellom Flatdalselva og Norsjø

Tabell 11

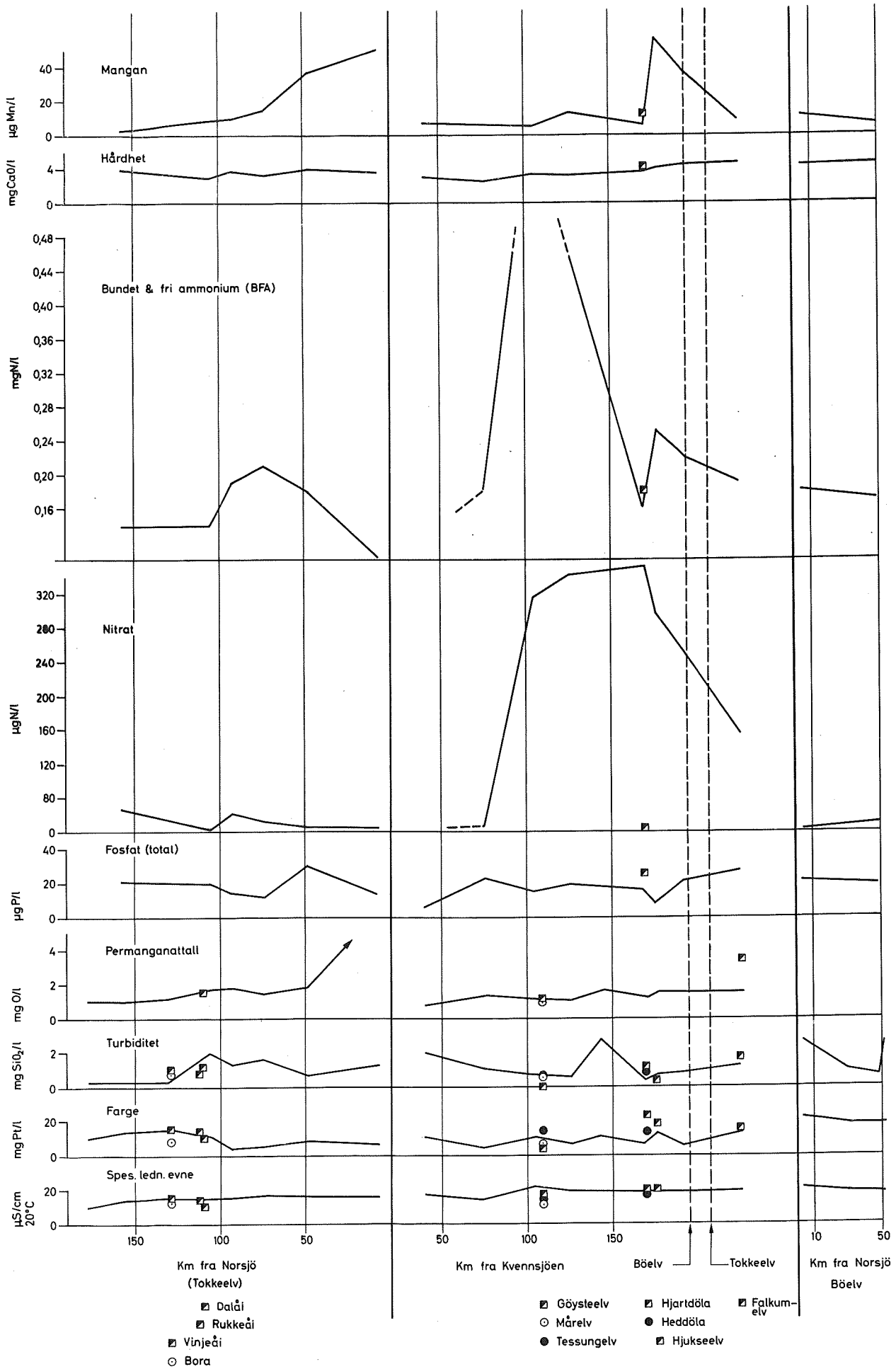
Innsjøer i Skiensvassdraget
Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato: 5. - 10. september 1967

Innsjø Komponent	Møsvatn				Tinnsjø				Heddalsvatn				Seljordvatn			
	1	8	16	25	1	16	30	50	1	16	30	45	1	16	30	50
Temperatur °C	10,68	10,10	10,02	9,71	12,50	10,09	7,65	5,40	13,66	12,10	10,39	6,10	13,92	13,00	5,61	5,13
Oksygen, mg O ₂ /l	9,7	9,6	9,6	9,5	10,2	10,6	11,0	11,4	9,9	10,2	10,5	12,1	9,6	10,0	11,7	11,7
Oksygen, % O ₂	90,2	88,0	87,9	86,3	98,9	97,2	95,2	93,0	98,6	98,0	97,0	100,5	96,0	98,0	96,0	94,8
pH	6,5	6,5		6,5	6,8	6,7	6,6	6,5	6,7	6,7	6,5	6,3	6,7	6,7	6,6	6,6
Spes.ledningsevne, 20 °C, µS/cm	13,5	15,0		14,4	18,9	19,2	19,3	19,2	20,3	20,7	20,1	20,8	18,0	22,5	27,2	21,1
Farge, mg Pt/l	4	7		7	6	8	6	10	13	6	5	8	13	18	10	8
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	1,1	1,3		1,1	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	1,5	1,1	0,4	0,7	3,2	3,2	2,8
Permanganattall, mg O/l	1,4				1,1				1,6				3,0			

Innsjø Komponent	Totak				Bandak					Flåvatn			
	1	16	30	100	1	8	16	30	100	1	16	30	50
Temperatur °C	9,80	9,20	7,91	4,25	13,07	12,02	11,23	7,12	4,09	14,30	12,39	6,27	4,90
Oksygen, mg O ₂ /l	10,2	10,2	10,4	10,6	10,4	10,6	10,9	11,7	11,7	9,9	10,2	11,4	11,6
Oksygen, % O ₂	92,8	91,5	90,4	84,1	102,2	101,6	102,6	99,7	92,3	99,8	98,6	95,2	91,0
pH	6,6	6,6	6,6	6,5	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	6,7	6,6
Spes.ledningsevne, 20 °C, µS/cm	14,2	14,0	14,3	14,9	15,9	16,0	16,5	17,2	18,7	16,0	17,0	19,7	18,9
Farge, mg Pt/l	5	5	4		4	3	2	3	3	8	16	14	6
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	0,3	0,3	0,3	0,4	1,3	1,6	1,0	1,1	0,6	0,7	3,2	1,1	0,9
Permanganattall, mg O/l	1,1				1,8					1,7	2,0		

Fig.9 Grafisk fremstilling av noen kjemiske komponenter i Skiensvassdraget 4. sept.-11.sept. 1967



Oksygen

Fra de største innsjøer (nevnt ovenfor) som inngår i vassdraget ble det samlet inn prøver for oksygenbestemmelse. Resultatene er gjengitt i tabell 12.

Tabell 12 Innsjøer i Skiensvassdraget. Prosent oksygenmetning
5. - 10. september 1967

m dyp	Møsvatn	Tinnsjø	Heddals- vatn	Seljord- vatn	Totak	Bandak	Flåvatn
1	90,2	98,9	98,6	96	92,8	102,2	99,8
8	88,0					101,6	
16	87,9	97,2	98	98	91,5	102,6	98,6
25	86,3						
30		95,2	97	96	90,4	99,7	95,2
45			100,5				
50		93,0		94,8			91
100					84,1	92,3	

Vannet i alle de undersøkte innsjøer var godt oksygenert, og metningsverdiene varierte fra ca. 84% til vel 100%. I de fleste innsjøer var oksygenmetningen noe lavere i dyplagene enn i overflatelagene, men forbruket av oksygen i dyplagene under sommerstagnasjonsperioden var likevel beskjedent.

pH

De observerte verdier for pH på de forskjellige prøvetakingssteder lå alle i pH-området 6 - 7. De laveste verdier (pH 6,2 - pH 6,3) ble observert på stasjonene 10.2 (Songadammen), 8.3 (Rukkeåi) og 8.2 (Dalåi). På de fleste steder forøvrig lå pH i området 6,6 - 6,8. I innsjøene avtok vanligvis pH noe mot dypet, slik tabell 11 viser.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Bortsett fra i Falkumelva (28 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og i Skienselva ved Porsgrunn (3260 $\mu\text{S}/\text{cm}$) lå verdiene for den spesifikke elektrolytiske ledningsevne i området 10 - 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$. I hovedvassdraget (Møsvatn - Skien) lå de fleste verdier i området 18 - 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bare Møsvatn og sideelvene Mårelv og Tessungelv hadde noe lavere verdier (11 - 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Elektrolyttinnholdet i Heddøla, Hjukseelv og Bøelv var på alle observasjonssteder av samme størrelsesorden som i hovedvassdraget. I Tokkevassdraget var den vanligste

verdi for spesifikk ledningsevne 14 - 16 $\mu\text{S/cm}$, men i enkelte sideelver som f.eks. ved utløp fra Songådammen og i Dalåi var det noe lavere verdier (10 $\mu\text{S/cm}$). Den spesifikke ledningsevne i innsjøene var av samme størrelsesorden som i de respektive vassdragsavsnitt, og det var liten variasjon mot dypet. De laveste verdier ble målt i Møsvatn og Totak (14 - 15 $\mu\text{S/cm}$), mens Heddalsvatn og Seljordvatn hadde de høyeste verdier (ca. 20 $\mu\text{S/cm}$).

Farge

I undersøkelsesperioden varierte vannets farge i Skiensvassdraget mellom 3 og 25 mg Pt/l. I hovedvassdraget lå fargen stort sett under 10 mg Pt/l. Blandt tilløpene til hovedvassdraget skilte særlig Heddøla og Hjukseelv seg ut med noe høyere fargeverdier (ca. 20 mg Pt/l). I Heddøla steg forøvrig fargeverdiene fra 14 mg Pt/l ved utløp Hjartsjø til 24 mg Pt/l ved utløp i Heddalsvatn. Den høyeste fargeverdi i Seljordvassdraget, 25 mg Pt/l, ble målt i Flatdalselv før utløp i Seljordvatn. I Seljordvatn og i Bøelv nedenfor varierte fargen mellom 10 og 20 mg Pt/l. Vannets farge i Tokkevassdraget var stort sett <10 mg Pt/l, og bare i enkelte av tilløpselvene, som f.eks. i Dalaåi (25 mg Pt/l), var verdiene høyere. På alle observasjonsdyp i de undersøkte innsjøer var vannets farge <20 mg Pt/l. I Totak og Bandak var fargeverdiene <5 mg Pt/l; i Møsvatn, Tinnsjø og Heddalsvatn varierte stort sett fargeverdiene mellom 5 og 10 mg Pt/l, og i Seljordvatn og Flåvatn lå fargeverdiene i området 10 - 20 mg Pt/l.

Kjemisk oksygenforbruk (permanganattall)

I hovedvassdraget (Tinnelv) tilsvarte vannets innhold av organisk stoff, oksyderbart med permanganat, 1 - 2 mg O/l. Det var en svakt stigende tendens nedover i vassdraget. Heddøla hadde derimot betydelig større belastning med slikt materiale (3 - 4 mg O/l). I Seljordvassdraget tilsvarte vannets organiske belastning 3 - 6 mg O/l, mens permanganattallene i Tokkevassdraget lå i området 1 - 2 mg O/l (verdier henimot 2 mg O/l var det vanligste i den nedre del av vassdraget). Også i dette vassdrag var det en svakt stigende tendens nedover i elven.

Turbiditet

Turbiditeten i Skiensvassdraget var forholdsvis lav og varierte innenfor grensene 0 - 2,8 mg SiO_2/l . For hovedvassdragets vedkommende viser kurvene på fig. 9 at det var en gradvis reduksjon i turbiditeten nedover fra Kvenna til Tinnsjø. Ser man bort fra maksimumsverdien ved Gransherad

(stasjon 13.1) viser kurvene at det fra Notodden til utløpet ved Porsgrunn var en svak økning. Turbiditeten i tilløpselvene til hovedvassdraget var av samme størrelsesorden. Når det gjelder sidevassdragene Tokkeelva og Seljordvassdraget hadde disse også en tiltakende turbiditet nedover i vassdraget. For Seljordvassdragets vedkommende skal imidlertid bemerkes at nedbøren var stor den dagen prøvene ble samlet inn, og at dette kan fluere på turbiditeten i et såpass lite vassdrag.

Jern og mangan

Vannets innhold av jern i Skiensvassdraget varierte fra 30 til 100 $\mu\text{g Fe/l}$. De fleste verdier lå i området 50 - 100 $\mu\text{g Fe/l}$. De høyeste verdier ble observert i Heddalsfjordområdet (Heddøla, Tinne, Heddalsvatn og Sauereelv) og i Seljordvassdraget.

For hele vassdraget sett under ett varierte vannets manganinnhold mellom 3 og 56 $\mu\text{g Mn/l}$. Variasjonene var usystematiske, men det synes som om verdiene var noe høyere i de nedre deler av de forskjellige vassdragsgrener enn lengre oppe.

Total hårdhet, kalsium og magnesium

Vannets totale hårdhet og innhold av kalsium økte svakt nedover hovedvassdraget fra Møsvatnområdet til Norsjø. Hårdheten varierte mellom 2,5 og 4,6 mg CaO/l og kalsiuminnholdet mellom 1,4 og 2,0 mg Ca/l. I Seljord- og Tokkevassdragene var de laveste og høyeste verdier for total hårdhet henholdsvis 3,0 og 4,6 mg CaO/l og for kalsium 1,4 og 2,1 mg Ca/l. Magnesiuminnholdet i hovedvassdraget var konstant lik 0,2 mg Mg/l (bortsett fra verdiene for Heddalsvatn og utløpet fra Hjartsjø, som var 0,3 mg Mg/l). I Tokkeelva var også magnesiuminnholdet konstant lik 0,2 mg Mg/l. Magnesiuminnholdet på begge stasjoner i Seljordvassdraget var 0,3 mg Mg/l.

Kalium og natrium

Kaliuminnholdet var konstant i hovedvassdraget og lik 0,27 mg K/l. I Tokkeelva var vannets kaliuminnhold noe lavere, 0,13 mg K/l (ved Dalen 0,27 mg K/l), og i Bøelva var verdiene 0,20 mg K/l og 0,27 mg K/l ved henholdsvis Seljordvatn og Gvarv.

I hovedvassdraget varierte vannets natriuminnhold i området 0,44 - 0,73 mg Na/l. Den høyeste verdi, 0,73 mg Na/l, ble observert i Måna før utløp i

Tinnsjø; ellers var verdiene på denne elvestrekning ca. 0,5 mg Na/l. I den nedre del av vassdraget var vannets natriuminnhold ca. 0,6 mg Na/l. Både i Seljord- og i Tokkevassdraget var natriuminnholdet av samme størrelsesorden som i hovedvassdraget.

Kobber og sink

Vannets kobberinnhold tilsvarte ca. 20 µg Cu/l i alle vassdragsdeler. Sinkinnholdet var av samme størrelsesorden i Bøelva og i de nedre deler av hovedvassdraget (ca. 18 µg Zn/l). I Eidselva var sinkverdiene noe lavere (8 - 12 µg Zn/l).

Silisium

Vannets silisiuminnhold lå på alle prøvetakingssteder i området 1 - 2 mg SiO₂/l.

Alkalitet

Verdiene for alkalitet varierte innenfor området 1,6 - 2,0 ml N/10 HCl/l.

Klorid

Vannets kloridinnhold var praktisk talt konstant (0,8 - 1,1 mg Cl/l) på alle prøvetakingssteder.

Sulfat

Heller ikke når det gjelder vannets sulfatinnhold var det vesentlige variasjoner fra stasjon til stasjon, og på de fleste steder ble det målt 1,5 - 1,6 mg SO₄/l. De høyeste verdier, 1,8 - 2,1 mg SO₄/l ble målt i Heddøla og Heddalsvatnområdet.

Fosforforbindelser

Vannets fosfatinnhold varierte usystematisk fra stasjon til stasjon, men gjennomgående var verdiene i alle vassdragsdeler relativt høye. Verdiene for total fosfat varierte innenfor området 6 - 30 µg P/l, men på de fleste steder lå verdiene på ca. 20 µg P/l eller noe lavere. Variasjonsområdet for ortofosfat var 1 - 18 µg P/l, og for denne komponent var den vanligste verdi ca. 10 µg P/l eller lavere.

Nitrogenforbindelser

Når det gjelder vannets innhold av nitrater var det stor forskjell på de forskjellige vassdragsdeler. I hovedvassdraget ovenfor Møsvatn var nitratverdiene $<50 \mu\text{g N/l}$. Nedenfor Møsvatn i Rjukanområdet økte vannets innhold av denne komponent til verdier $>300 \mu\text{g N/l}$. I Tinnsjø og i Tinnelvfør utløp i Heddalsvatn var nitratverdiene henholdsvis 340 og 350 $\mu\text{g N/l}$, mens nitratinnholdet i Heddøla var $<50 \mu\text{g N/l}$. Videre nedover i hovedvassdraget avtok nitratinnholdet, og i Heddalsvatn - Sauereelv var verdiene henholdsvis 295 og 250 $\mu\text{g N/l}$. Nedenfor Norsjø ble nitratinnholdet funnet å være 155 $\mu\text{g N/l}$. I vassdragsdelene Bøelva - Tokkevassdraget tilsvarte nitratinnholdet 40 - 60 $\mu\text{g N/l}$. Også når det gjelder vannets ammoniuminnhold (BFA) var det en kraftig økning på elvestrekningen fra Møsvatn (0,18 mg N/l) til Månas utløp i Tinnsjø (0,62 mg N/l). BFA-verdiene i Tinnsjø tilsvarte 0,46 mg N/l. På de øvrige prøvetakingssteder både i hovedvassdraget og i sidevassdragene var de fleste verdier ca. 20 mg N/l eller lavere.

c. Diskusjon av kjemiske forhold. Middeltall og standardavvik for de kjemiske komponenter i de tre vassdragsdeler er beregnet, og resultatene er gjengitt i tabell 10. Del I er hovedvassdraget fra Kvenna til Skien, del II er Tokkevassdraget fra Songavatn til Norsjø og del III er Seljordvassdraget fra Flatdalselv til Norsjø.

Den faktor som i første rekke preger vannets kjemiske sammensetning i Skiensvassdraget er de geologiske forhold i nedbørfeltet. Praktisk talt hele nedbørfeltet er bygd opp av grunnfjell (gneiser og gneisgranitter). Denne bergart er meget motstandsdyktig mot kjemisk forvitring og betinger et elektrolyttfattig vann. De ensartede grunnforholdene kommer til uttrykk ved en liten variasjon i den spesifikke elektrolytiske ledningsevne fra det ene vassdragsavsnitt til det andre. Likevel synes det som om elektrolyttinnholdet i Tokke - Bandakvassdraget var noe lavere enn i Seljordvassdraget og i Tinnevassdraget. Falkumelva, som tildels drenerer et kambrosilurisk område (en løsere og kalkholdig bergartstype), hadde en noe høyere spesifikke ledningsevne enn de øvrige vassdragsdeler. Den høye verdi for vannets spesifikke ledningsevne i Skienselva ved Porsgrunn skyldes innblanding av sjøvann. De komponenter som har størst betydning for den spesifikke ledningsevne var til stede i små mengder og uten vesentlig variasjon fra sted til sted. Dette gjelder i første rekke kalsium,

magnesium (total hårdhet), natrium, kalium, sulfat, klorid og alkalitet. Men vannets innhold av silisium, jern og mangan var også til stede i relativt små mengder, og uten at det ble påvist vesentlige variasjoner.

I Tinnevassdraget og Tokke - Bandakvassdraget var vannet i liten grad belastet med organisk materiale. Vannets farge var også relativt lav i disse vassdrag, og de fleste verdier var <10 mg Pt/l. Vannets innhold av organisk materiale (oksyderbart med kaliumpermanganat) var betydelig større i Heddøla og Seljordvassdraget enn i de øvrige vassdragsavsnitt. Dette hadde bl.a. betydning for vannets farge som også var noe høyere i disse elver. Årsaken til dette er at skog- og myrområdene er mer dominerende i disse elvers nedbørfelt enn i de øvrige, slik at tilførselen av humusstoffer blir større. På alle prøvetakingssteder inneholdt vannet små mengder suspendert materiale.

Vannets fosfatinnhold var overalt relativt høyt, men varierte en del fra stasjon til stasjon. Det er imidlertid vanskelig på grunnlag av det foreliggende materiale å antyde noe om årsakssammenhengen for de usystematiske variasjoner. Den kraftige økningen i vannets nitratinnhold i Måna mellom Møsvatn og Tinnsjø må skyldes avløpsvann fra Rjukan Salpeterfabriker. Nitratinnholdet avtok nedover i vassdraget, men gjorde seg likevel sterkt gjeldende på hele den nedenforliggende elvestrekning, noe følgende oppstilling viser:

Sauerelva ved Akkerhaugen	:	250 µg N/l
Bøelvas utløp	:	42 µg N/l
Eidselvas utløp ved Ulefoss	:	45 µg N/l
Skienselva (nedenfor Norsjø)	:	155 µg N/l

Av samme årsak som nevnt ovenfor, var det også en kraftig økning i vannets innhold av ammoniumforbindelser i Rjukanområdet. Verdiene for denne komponent avtok imidlertid relativt hurtig videre nedover i vassdraget, og var ved utløpet i Norsjø av samme størrelsesorden som i Bøelva og Eidselva. Årsakssammenhengen her er sannsynligvis, ved siden av fortynnings-effekten, vannets lange oppholdstid i innsjøene Tinnsjø og Heddalsvatn. Dette har stor betydning for en eventuell oksydasjon av ammoniumforbindelsene.

7.3.4 Biologiske forhold

I det følgende behandles observasjonene av benthos og seston som ble gjort under feltarbeidet i Skiensvassdraget. Beskrivelsen omfatter de stasjoner og lokaliteter som er gjengitt i tabell 5, side 26. I denne tabellen er det også gitt en oversikt over det biologiske materialet som ble innsamlet og bearbeidet. Resultatene av den biologiske undersøkelsen er samlet i tabellene 13 og 14. På fig. 10 er det gjort en grafisk fremstilling av resultater fra undersøkelsen av seston.

Skiensvassdraget representerer et særlig komplisert system av elver og innsjøer. Dette betinger en mangfoldighet av lokaliteter med stor variasjon i fysiografiske forhold, noe som vanskeliggjør en biologisk beskrivelse av denne type.

a. Resultater

Stasjon 11, lokalitet 2. Møsvatn ved Skinnarbu. Bunnen skrånet her relativt bratt ned mot større dyp og var dekket av større og mindre steiner. Disse hadde et overtrekk av grønnalger - vesentlig en art av slekten Oedogonium, men også Spirogyra og Stigeoclonium samt kiselalgen Tabellaria flocculosa. I planteplanktonet var en grønnalge, sannsynligvis av slekten Gloeocystis hyppig. Forøvrig forekom flere arter av grønnalger og blågrønaalger. Dyreplanktonet var dominert av hoppekrepsen Diaptomus gracilis. Forøvrig ble det funnet Heterocope septentrionalis og Bosmina coregoni i mindre antall.

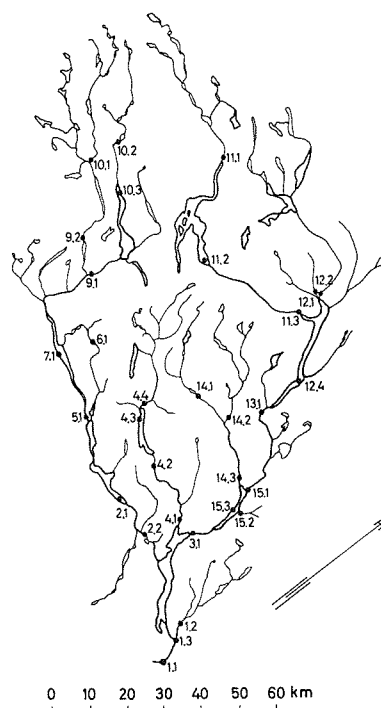
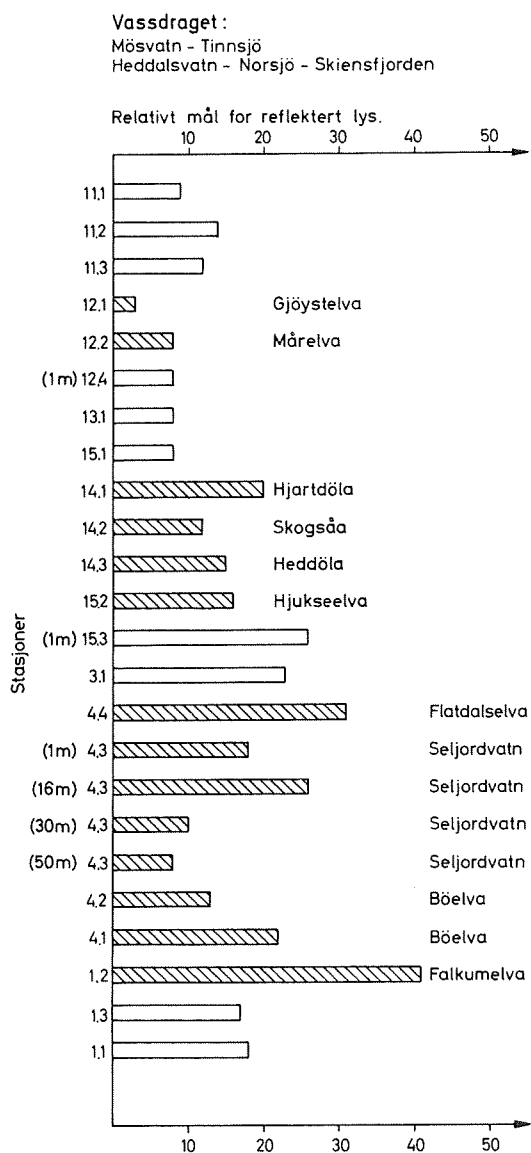
Stasjon 11, lokalitet 3. Måna ved Einung. Måna rant på dette sted stri over steinbunn. Vannføringen i elven var stor, og det ble derfor bare innsamlet prøve av seston. I denne ble det funnet ganske mye fibre, - trachéer og trachéider, noe sand og humuspartikler med utfelt jern. Kiselalgen Tabellaria flocculosa forekom sparsomt. Forøvrig ble det funnet former av dyreplankton som tydelig stammer fra Møsvatn. Av disse kan nevnes rotatorien Notholca longispina, hoppekrepsene Diaptomus gracilis og Heterocope cf. septentrionalis.

Stasjon 12, lokalitet 1. Gøystelv ved Ullern. Elven gikk på dette sted stri over steinbunn. En prøve av seston viste forekomst av relativt mange alger. Hyppigst ble funnet en grønnalge Zygnema sp. Forøvrig kan nevnes grønnalgene Bulbochaete sp., Oedogonium sp. og Mougeotia sp. samt kiselalgen Tabellaria flocculosa. En blågrønnalge Stigonema sp. ble også funnet. Fibre, - trachéer og tracheider, moseblader, sand etc. forekom vanlig i prøvene.

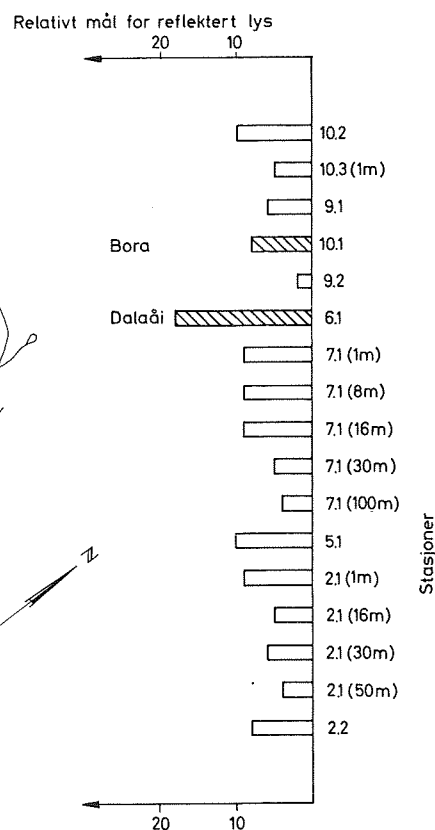
Tabell 13 (forts.)

Organismer	Stasjon	2.1	4.3	7.1	9.3	10.2	10.3	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3	12.4	13.1	14.1	14.2	14.3	15.1	15.3
RHODOPHYCEAE																			
Chartrapsia (DC.) Schmitz sp.																	1	2	
ANDRE ALGER																			
Uidentifisert palmella stadium										3									
ROTATORIA																			
Conochilus cf. unicornis Rousselet													r						
Keratella cochlearis Gosse							c											r	
Notholca longispina Kellicot		+		r		r	c		r				c	+	r	r	c	r	+
Ubestemte rotatorier													c						
CLADOCERA																			
Bosmina coregoni Baird		r	c	c	c	c	c	r	r						r				
Holopedium gibberum Zaddach				r									c	r					
Polyphemus pediculus L.							r												
Nauplier						r													
COPEPODA																			
Diaptomus gracilis Sars		+	r	r			r	c	r				r						+
Diaptomus Westwood sp.		+			r	r									r				
Heterocope cf. septentrionalis (Juday & Muttkowski)		c	r	c	r			r	r					r				r	
Nauplier																r			
EPHEMEROPTERA																			
Baetis Leach sp.																			+
Ephemeroptera, exuvier										+		+							
CHIRONOMIDA																			
Chironomider, ubestemt									r										
VARIA																			
Sopphyfer																	2		1
Uident. trådformede bakterier el. sopp																			3
Fibre (trakéer og trakeider)					3				4	3	2	2		2	2	1	3	2	1
Pollen av bartrær		1													1		2	2	
Blad av sphagnum					1					1	2								
Blad av moser					3				2	1	2				2	2	2	2	
Humuspartikler med utfelt jern		2	2	3	2	2	2		3	1	3	3		3	3	3	4	3	3
Sand			3	2					2	2	2	2		2	2	2	4	2	3

Fig.10 Sestonundersökelse i Skiensvassdraget 4 sept. - 11 sept. 1967.
Relative verdier for lys målt reflektometrisk på membran -
filtre etter filtrering av 250ml av en vannprøve.



Vassdraget :
Totak - Bandak -
Flåvatn - Norsjø



Tegnforklaring:

- Prøver fra hovedløpet
- Prøver fra sideløpet

Stasjon 12, lokalitet 2. Mårelv ved Mårem. På denne lokaliteten rant Mårelva stri over steinbunn. I prøven av seston ble her vesentlig funnet humuspartikler med utfelt jern, uidentifiserte alger i palmellastadium samt rester av Sphagnum-blader. Noe fiber og sand ble også funnet.

Stasjon 12, lokalitet 3. Tessungelv ved Rudsbru. Elven rant her i stryk over steinbunn. I en prøve av seston dominerte humuspartikler med utfelt jern. Videre ble det funnet noe sand, fiber og rester av moseblader. Kiselalgen Tabellaria flocculosa, blågrønnalgene Merismopedia sp. og Lyngbya sp. ble observert i sparsom forekomst. Vannets partikkel- og organismeinnhold kan karakteriseres som lite.

Stasjon 12, lokalitet 4. Tinnsjø ved Hovin. I en planktonprøve ble det funnet vanlig forekomst av grønnalgene Gloeococcus sp. og Gloeocystis cf. planctonica. En ikke identifisert chroococcal blågrønnalge var også vanlig. I dyreplanktonet dominerte cladoceren Holopedium gibberum og rotatorien Notholca longispina. Planktonet var i kvantitativt henseende betydelig rikere enn i Møsvatn.

Stasjon 13, lokalitet 1. Tinnelv ved Gransherad. Elven dannet her en stor "høl" ovenfor broen. Bunnen vekslet med større og mindre steiner, sand og grus. Av høyere vegetasjon ble funnet Myriophyllum alterniflorum. En del algevegetasjon var også synlig på bunnmaterialet. Av grønnalger ble funnet arter av slekten Nitella, Zygnema, Oedogonium og Stigeclonium. Hyppigst forekom imidlertid kiselalgen Tabellaria flocculosa. I en sestonprøve forekom humuspartikler med utfelt jern, kiselalgen Tabellaria flocculosa og en grønnalge av slekten Bulbochaete i størst mengde. Av dyreplankton kan nevnes Holopedium gibberum og Heterocope cf. septentrionalis. Den førstnevnte ble funnet i relativt stor mengde også i Tinnsjø. Det ble observert et stort antall småfallen aure på denne lokaliteten.

Stasjon 15, lokalitet 1. Tinnelv ved Notodden. Elven rant her i et jevnt stryk over steinbunn. På denne lokalitet ble det tatt en prøve av seston. En gulalge, sannsynligvis Hydrurus foetidus, dominerte i prøven. Kiselalgene Tabellaria flocculosa og Tabellaria fenestrata samt en grønnalge av slekten Gloeococcus var vanlige i prøven. Videre ble det iaktatt i vanlig forekomst trådformede sopp eller bakterier. Både kvantitativt og kvalitativt var prøven rikere enn den fra den ovenforliggende stasjon.

Stasjon 14, lokalitet 1. Hjartdøla ved utløp Hjartsjø. Prøvene ble her tatt umiddelbart nedenfor dammen i Hjartsjø. Elven rant her stri over steinbunn. Bunnmaterialet var enkelte steder bevokst med mose. Kiselalgen Tabellaria flocculosa og en grønnalge av slekten Microspora var også vanlige. I sestonprøven ble det funnet noe humuspartikler med utfelt jern, sand, fibre, rester av mose og pollen. Av levende organismer var Tabellaria flocculosa vanlig. Av dyreplankton ble blandt annet funnet noen få hoppekreps av slekten Diaptomus og vannloppen Bosmina coregoni. Innholdet av organismer i sestonprøven må karakteriseres som lite.

Stasjon 14, lokalitet 2. Skogsåi før samløpet med Hjartdøla. Elven gikk her i stryk og kulper over steinbunn. En sestonprøve viste noe innhold av humuspartikler med utfelt jern, fibre og sand. Av levende organismer var en grønnalge fra hver av slektene Oedogonium og Zygnema vanlige.

Stasjon 14, lokalitet 3. Heddøla ved Notodden. Heddøla var her relativt bred og stilleflytende. Sestonprøven inneholdt for en stor del humuspartikler med utfelt jern, noe sand, fibre, moserester og pollen. Grønnalger av slekten Gloeocystis og kiselalgen Tabellaria flocculosa opptrådte vanlig i prøvene. Forøvrig må innholdet av organismer også her karakteriseres som beskjedent.

Stasjon 15, lokalitet 2. Hjukseelv før innløpet til Heddalsvatn. Elven rant her stri over steinbunn. En prøve av benthos viste hyppig forekomst av en grønnalge av slekten Zygnema. En grønnalge av slekten Mougeotia og kiselalgen Tabellaria flocculosa var vanlige. Av dyr ble det funnet larver av steinfluene Diura nanseni og Taeniopteryx nebulosa. Både kvantitativt og kvalitativt var innholdet av organismer slik en kunne vente i et vassdrag av denne type.

Stasjon 15, lokalitet 3. Heddalsvatn. En planktonprøve fra denne innsjø viste relativt sparsomme forekomster såvel av plante- som av dyreplankton. I planteplanktonet var kiselalgen Tabellaria flocculosa vanlig. Noen chroococcale blågrønnalger ble også funnet. Av dyreplankton ble funnet sparsomt av hjuldyret Notholca longispina og hoppekrepsen Diaptomus gracilis.

Stasjon 3, lokalitet 1. Sauerelv ved Akkerhaugen. Elven rant her dyp og stille over en bunn av stein og finfordelt materiale. Langs bredden vokste høyere vegetasjon som Equisetum fluviatile, Potamogeton Frisii og Subularia aquatica. Av alger som ble funnet kan nevnes grønnalger av slekten Nitella, Bulbochaete og Microspora samt kiselalgene Tabellaria flocculosa og Achnanthes sp. Krepssdyret Asellus aquaticus, en skivesnegle av slekten Planorbis og puppehus av vårfluer var vanlige elementer i bunnfaunaen.

Stasjon 4, lokalitet 3. Seljordvatn. En prøve av planktonet fra denne innsjøen viste et relativt beskjedent innhold så vel av plante- som av dyreplankton. Grønnalger av slektene Gloeococcus og Gloeocystis var mest vanlige. Videre forekom sparsomt blågrønnalgen Anabaena flos-aquae og noen chroococcale blågrønnalger. I dyreplanktonet forekom hjuldyret Notholca longispina og dafnien Bosmina coregoni i relativt stort antall. Hoppekrepssene Heterocope septentrionalis og Diaptomus gracilis ble også funnet.

Stasjon 4, lokalitet 2. Bøelv ved Sanda bru. Bøelva fløt rolig over en bunn av sand og stein. Den høyere vegetasjon besto vesentlig av Myriophyllum alterniflorum, Potamogeton natans og Callitriche verna. Av alger opptrådte en grønnalge av slekten Bulbochaete vanlig mens en grønnalge av slekten Oedogonium og kiselalgen Tabellaria flocculosa opptrådte sparsomt.

Stasjon 4, lokalitet 1. Bøelv ved Gvarv. Elven vekslet her mellom litt stryk og stilleflytende partier. Langs bredden var en frodig bevoksning av Equisetum fluviatile. I den høyere vegetasjon ble også funnet Myriophyllum alterniflorum og Callitriche hamulata. Av bunnfauna kan nevnes steinfluen Leuctra moselyi, døgnfluen Baetis rhodani, vårfluen Polycentropus flavomaculatus samt snegler av slekten Planorbis og Lymnea.

Stasjon 10, lokalitet 2. Songa nedenfor dammen. I et hovtrekk ble her funnet et relativt stort antall av en palmelloid grønnalge. Vanlige var gulalgen Dinobryon divergens og en grønnalge av slekten Gloeococcus. Av dyr kan fremheves Bosmina coregoni som opptrådte i relativt stort antall.

Stasjon 10, lokalitet 3. Totakvatn. En planktonprøve fra Totakvatn viste hyppig forekomst av en grønnalge av slekten Gloeococcus. En uidentifiserbar croococcal blågrønnalge var sammen med gulalgen Dinobryon divergens vanlig. Kiselalgen Tabellaria flocculosa og blågrønnalgen Anabaena

flos-aquae forekom sparsomt. I dyreplanktonet forekom hjuldyrene Keratella cochlearis og Notholca longispina samt dafnien Bosmina coregoni i relativt stort antall.

Stasjon 9, lokalitet 3. Grungevatn. En planktonprøve fra Grungevatn viste sparsom forekomst av grønnalger av slektene Microspora, Oedogonium og Bulbochaete samt kiselalgen Tabellaria flocculosa og en blågrønnalge Plectonema sp.. I dyreplanktonet forekom dafnien Bosmina coregoni hyppig mens hoppekreps av slektene Heterocope og Diaptomus var mer sparsomt utbredt. Humuspartikler med utfelt jern, sand og plantefibre forekom vanlig.

Stasjon 9, lokalitet 2. Vinjeåi ved innløp i Vinjevatn. Elven rant her i slake stryk over steinbunn. I en benthosprøve ble det funnet en grønnalge av slekten Ulothrix i hyppig forekomst. Videre forekom en blågrønnalge Lyngbya sp. og kiselalgen Tabellaria flocculosa.

Stasjon 7, lokalitet 1. Bandak ved Lårdal. En planktonprøve fra denne innsjøen viste sparsom forekomst av planteplankton. Grønnalger av slektene Gloeococcus og Gloeocystis forekom vanlig. En blågrønnalge, Merismopedia sp., forekom sparsomt. I dyreplanktonet dominerte Bosmina coregoni og Heterocope cf. septentrionalis. Humuspartikler med utfelt jern forekom også i prøven.

Stasjon 2, lokalitet 1. Flåvatn ved Åmnes. Strendene langs Flåvatn er bratte, ofte med berg og steinurer rett nedover mot dypt vann. Den høyere vegetasjon var sparsom i så vel kvantitativt som kvalitativt hen- seende. Den besto vesentlig av spredte bevoksninger av Equisetum fluviatile, Myriophyllum alterniflorum og Isoltes lacustris. Av alger knyttet til bun- nen forekom grønnalger av slektene Bulbochaete og Oedogonium vanlig. Det samme gjaldt kiselalgen Tabellaria flocculosa og en blågrønnalge, Tolypothrix sp.. I planktonet forekom grønnalger av slekten Gloeococcus hyppig, mens en art av slekten Gloeocystis var vanlig. I dyreplanktonet var Heterocope cf. septentrionalis dominerende.

Stasjon 2, lokalitet 2. Eidselv ved Vrangfoss. Elven rant her i en stor dyp "høl" over fjell- og steinbunn. Algevegetasjonen på bunnen var relativt beskjedent i mengdemessig utforming. En grønnalge av slekten Zygnema forekom hyppig, mens en art av Oedogonium var vanlig. Av dyr forekom en snegle, Lymnea sp., døgnfluen Ephemerella ignita samt larver og pupper av vårfluer.

Stasjon 1, lokalitet 2. Falkumelv ved Fossum. Elven fløt her i kulper og stryk over steinbunn. Langs bredden var det enkelte steder noe vegetasjon av elvesnelle og gul nøkkerose. Faunaen var relativt rik med ganske store forekomster av Asellus aquaticus og lymnaeider. Videre ble det funnet en del eksemplarer av hundeiglen, Erpobdella octoculata, turbellarieren Dendrocoleum lacteum samt noen vårfluelarver.

Stasjon 1, lokalitet 3. Skienselv ved Klosterfoss. Elven dannet en større utvidelse ovenfor fossen. En prøve av benthos ble innsamlet umiddelbart ovenfor munningen av laksetrappen. Størst forekomst viste her en xanthophycé, Vaucheria sp. Denne var dominerende i prøven. En grønnalge, Mougeotia sp. opptrådte vanlig. På denne lokalitet ble det også funnet en del sopphyfer. Forøvrig var det også her en relativt beskjeden forekomst av organismer i kvantitativt henseende.

Stasjon 1, lokalitet 1. Skienselv ved Porsgrunn. Elven rant her forholdsvis bred og rolig over en bunn av stein og finfordelt materiale. På denne lokaliteten ble det funnet organismer som er karakteristiske for brakkvannssoner. Bl.a. kan fremheves en amphipode og store stimer av trepigget stingsild. Videre ble det funnet et stort antall lymnaeider og chironomider samt en del turbellarier (Polycelis nigra).

b. Diskusjon av biologiske forhold

Som en helhet kan det konkluderes med at de biologiske undersøkelser viste relativt små variasjoner i organismesamfunnene og deres mengdemessige forekomst i vassdraget.

Det ble ikke funnet masseutvikling av heterotrofe organismer i begroingene. Ved Klosterfoss i Skien og i Tinnelva ved Notodden hadde vannmassene imidlertid et merkbart innhold av heterotrofe organismer (soppbakterier).

Artsantallet var i de fleste prøver relativt lavt. Det største antall algearter ble funnet i Tinndøla ved Notodden. Vannmassene i Skiensvassdraget med tilløp må karakteriseres som oligotrofe på grunnlag av det biologiske materiale. Ikke noe sted ble det konstatert betydelig eutrofierende påvirkning fra industri eller tettbebyggelse.

Mengden av det frafiltrerte materiale, seston, var relativt jevn i prøvene fra hovedvassdraget (fig. 10). Det skjedde ingen vesentlig stigning i innholdet fra øvre del av vassdraget og ned til munningen ved Porsgrunn. De høyeste verdier ble funnet i Falkumelva, Flatdalselva og Hjartdøla. De høye verdiene i bl.a. Flatdalselva skyldes flomsituasjonen da prøven ble tatt.

Resultatene av de biologiske undersøkelsene må ses i sammenheng med at det oppsto flom under befaringen. Dette vanskeliggjorde prøvetakingen, og resultatene kan ikke uten videre belyse situasjonen under lav vannføring.

7.4 Sammenfattende diskusjon

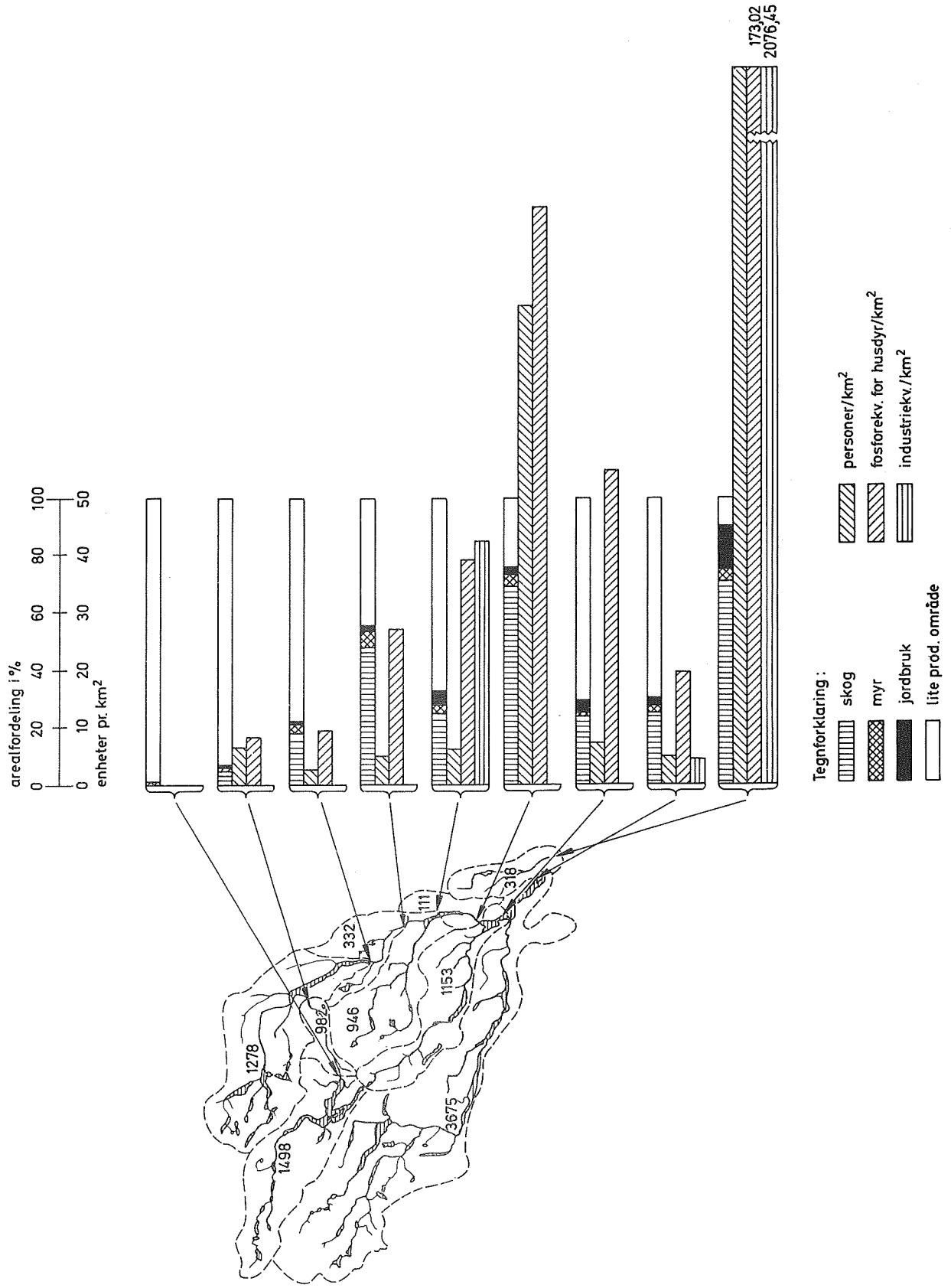
Skien vassdraget er Norges tredje største vassdrag og består av 4 hovedgrener, nemlig Tinnsjøvassdraget, Heddalsvassdraget, Seljordvassdraget og Tokke - Bandakvassdraget. Vassdraget har et samlet nedbørfelt på 10293 km² og en midlere vannføring ved utløpet på 308 m³/sek. Vassdraget danner en rekke store og dype innsjøer, hvorav Møsvatn, Tinnsjø, Heddalsvatn, Seljordvatn, Totak, Bandak - Kviteseidvatn - Flåvatn og Norsjø er de viktigste. Lengst oppe i vassdragene går elvene som regel i stryk, og her er det en rekke store fosser. Disse vassdragsområder er derfor i stor utstrekning regulert for kraftforsyningsformål.

Den overveiende del av Skien vassdragets nedbørfelt ligger i det sydnorske grunnfjellsområde som har noe forskjelligartet sammensetning. De viktigste bergartstyper er kvartsitter, gneiser og granitter, som alle er harde og motstandsdyktige mot fysisk og kjemisk forvitring.

De viktigste faktorer angående nedbørfeltets utnyttelse, bosettingsforhold og industri er gjengitt i tabell 2 og fig. 11. For fremstillingen av fig. 11 er nedbørfeltet delt opp i områder noenlunde i samsvar med de lokale dreneringsområder for de hovedstasjoner som ble benyttet under feltarbeidet. Skogareal, jordbruksareal, befolkning osv. innenfor disse begrensede områder er beregnet (tildels skjønnsmessig vurdert) og tegnet inn på figuren.

De øverste områder av vassdragets nedbørfelt består i stor utstrekning av høyfjell og lite produktive områder. På enkelte steder er turisttrafikken betydelig, og av den grunn finnes i området en rekke turisthytter, hoteller, private hytter osv. Ned gjennom dalførene blir skog og jordbruk av stadig

Fig.11 Skiensvasdragets nedbørfelt
 Arealutnyttelse, bosetningsforhold og industri



større betydning. Særlig er områdene rundt Heddalsvatn, Sauereelv, Bøelv-området og nord og øst for Norsjø viktige jordbruksområder. Befolkningstettheten er også størst i disse områder. De viktigste befolkningssentra er Rjukan, Notodden, Ulefoss og Skien - Eidanger - Porsgrunn ved vassdragets utløp i Skiensfjorden - alle viktige industristeder.

Den største industribedriften på Rjukan er Rjukan Salpeterfabriker med bl.a. produksjon av ammoniakk og salpeter. På Notodden ligger det bl.a. et jernverk, en salpeterfabrikk og et tresliperi. Ved Ulefoss er det to tresliperier og bedrifter innen jern- og metallindustrien. Skien - Porsgrunndistriktet er et av landets største industristrøk, særlig er det her betydelig kjemisk industri, med Eidanger Salpeterfabriker på Herøya som den største bedrift. Dessuten ligger det i Skien en treforedlingsbedrift med betydelig produksjon av cellulose, tremasse og papir.

Ved siden av at rapporten beskriver hovedtrekkene av de geografiske og geologiske forhold samt sivilisatoriske virksomheter i nedbørfeltet, inneholder den også en karakteristikk av vassdragets hydrologi. Nedbørfeltets klimatiske variasjoner er omtalt i sammenheng med de meteorologiske forhold forut og under feltarbeidet som ble utført.

Undersøkelsen av Skiensvassdraget omfattet de kjemiske og biologiske forhold i alle de fire hovedvassdragsdeler samt i noen sideelver. Det er gjort en beskrivelse av forholdene som ble observert i perioden 4. september - 11. september 1967. Forholdene i vassdragene er utsatt for betydelige årstidsvariasjoner. Såvel avrenning som belastning med forurensninger fra nedbørfeltet vil være ulike til forskjellige tider av året. Dette gjør det nødvendig med undersøkelser over lange tidsrom for å få en representativ beskrivelse av forholdene i et vassdrag. Den foreliggende fremstilling representerer situasjonen i Skiensvassdraget, spesielt som den var under den aktuelle observasjonsperiode.

Resultatene av både den kjemiske og biologiske del av undersøkelsen viser at det er naturforholdene i nedbørfeltet som i hovedtrekkene preger Skiensvassdraget, men observasjonsmaterialet viser også trekk ved de hydrokjemiske og biologiske forhold som kan tilbakeføres til sivilisatoriske virksomheter.

Praktisk talt hele Skiensvassdragets nedbørfelt er bygd opp av grunnfjell (kvartsitter, gneiser og granitter) - en berggrunn som betinger et elektrolyttfattig avrenningsvann. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne var de fleste steder $<20 \mu\text{S}/\text{cm}$. De ensartede berggrunnsforhold kommer til uttrykk ved en relativt liten variasjon i vannets elektrolyttinnhold fra det ene vassdragsavsnitt til det andre. Det synes imidlertid som om elektrolyttinnholdet i Tokke - Bandakvassdraget var noe lavere enn i Seljord og Tinnsjøvassdragene.

I Tinnsjø- og Tokke- - Bandakvassdraget var vannet i liten grad belastet med organisk materiale, og vannets farge var lav. Vannets organiske belastning i Heddøla og Seljordvassdraget var betydelig større - noe som bl.a. medførte høyere fargeverdier. Årsaken til dette er at skog- og myrområdene er mer dominerende i disse elvers nedbørfelter enn i de øvrige, slik at tilførselen av humusstoffer blir større.

Vannets innhold av fosfater var relativt høyt, men varierte usystematisk fra stasjon til stasjon. Om disse variasjoner er reelle eller om de beror på tilfeldigheter under prøvetakingen, er det på grunnlag av det foreliggende materiale vanskelig å ha noen formening om.

Tinneelvas innhold av nitrogenforbindelser var betydelig høyere enn i de øvrige vassdragsdeler. Dette har uten tvil sin årsak i tilførsel av slike forbindelser fra Rjukan Salpeterfabriker på Rjukan. Det kan i denne forbindelse nevnes at vannets nitratinnhold avtok nedover i vassdraget i samsvar med det fortynningsvann de forskjellige sidevassdrag representerte (se rapport I. Del 3 - Norsjø). Vannets ammoniuminnhold var imidlertid av samme størrelsesorden i Sauerelvas utløp i Norsjø som i innsjøens øvrige tilløp. Dette har sannsynligvis sammensetning både med fortynningseffekten og at ammoniumforbindelsene er blitt oksydert og omdannet.

Gjennomgående var de biologiske forhold i Skiensvassdraget som karakteristiske for oligotrofe vannforekomster. Det ble under feltarbeidet ikke påvist betydelig eutrofierende påvirkning som følge av forurensningsbelastning av vassdraget. På lokale vassdragsavsnitt kunne det være et merkbart innhold av heterotrofe organismer i begroingene. Utilfredsstillende kloakkvannsdiskonering førte til transport og avsetning av kloakkvannspartikler. De store innsjøsystemer har betydelige konsekvenser for selvrensingsforholdene i Skiensvassdraget.