

VANNFORSYNING OG AVLØPSFORHOLD I ØSTLANDSFYLKENE

Utredning for Østlandskomiteén 1967

OR-0204

Rapport I

Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster

Del 2.

Drammensvassdraget

Redigert

av

cand. real. Hans Holtan

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

UTREDNINGEN BESTÅR 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.

Drammensvassdraget

Redigert

av

cand. real. Hans Holtan

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

Redaksjonen avsluttet desember 1967

INNHALDSFORTEGNELSE:

Side:

3.1.	Innledning	4
3.2.	Beskrivelse av vassdragets geografi og geologi	4
3.2.1.	Generelt	4
3.2.2.	Etna og Dokka	6
3.2.3.	Randsfjordområdet	6
3.2.4.	Randselva og Storelva	8
3.2.5.	Tyrifjordområdet	11
3.2.6.	Dramselva	12
3.2.7.	Sammenfattende oversikt over nedbørfeltets utnyttelse og forurensningskilder langs vassdraget	13
3.3.	Kjemiske og fysiske forhold	16
3.3.1.	Stasjonsplassering og tidspunkt for prøvetaking	16
3.3.2.	Kjemiske resultater	19
3.3.3.	Diskusjon av de kjemiske forhold	26
3.4.	Biologiske forhold	29
3.4.1.	Biologiske forhold i Randselva og i Storelva	29
3.4.2.	Biologiske forhold i Dramselva	31
	3.4.2.1. Plankton	32
	3.4.2.2. Benthos	32
3.5.	Bakteriologiske forhold	33
	3.5.1. Generelt	33
	3.5.2. Resultater og diskusjon	34
3.6.	Sammenfattende diskusjon	36

TABELLFORTEGNELSE:

Side:

1. Randsfjordens nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	8
2. Nedbørfeltene til Randselva og Storelva. Utnyttelse og virksomheter	9
3. Tyrifjordens nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	11
4. Dramselvas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter	13
5. Drammensvassdraget. Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri	15
6. Drammensvassdraget. Stasjonsplassering og tidspunkt for prøvetaking	16
7. Drammensvassdraget. Kjemiske analyseresultater - Middelveidier	20
8. Stasjoner for biologiske undersøkelser	30
9. Randselva. Karakteristiske arter i organismeresamfunnene på den undersøkte elvestrekningen	30
10. Storelva. Karakteristiske arter i organismeresamfunnene på den undersøkte elvestrekningen	31
11. Middelveidier for bakteriologiske analyseresultater	35
12. Drammensvassdragets nedbørfelt. Utnyttelse, bosettingsforhold og industri	36
13. Drammensvassdragets nedbørfelt. Arealer utregnet i prosent av nedbørfeltene. Personer, husdyr- fosforekvivalenter og industriekvivalenter pr. km ²	37

FIGURFORTEGNELSE:

1. Drammensvassdraget. Nedbørfelt	5
2. Drammensvassdraget. Geologisk oversiktskart	7
3. Dramselva. Personer og industriekvivalenter	14
4. Drammensvassdraget. Stasjonsplassering	18
5. Drammensvassdraget. Kjemiske middelveidier	23
6. Drammensvassdraget. Kjemiske forhold	24
7. Drammensvassdragets nedbørfelt. Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri	38

3.1 Innledning

Observasjonsmaterialet som denne beskrivelse bygger på er i det vesentligste hentet fra undersøkelsene som tidligere er utført av Norsk institutt for vannforskning. Disse er beskrevet i følgende rapporter:

1. Undersøkelse av forurensninger i Dramselva i 1959.
Oslo 1961.
2. Rapport O-348. Forurensningssituasjonen i Ådalselva, Randselva og Storelva. Blindern, mars 1965.

I forbindelse med oppdraget for Den internasjonale hydrologiske dekadé, blir det samlet inn månedlige prøver fra Dramselva ved Vikersund. Disse, samt noen spredte observasjoner, er også tatt med og brukt under utarbeidelsen av rapporten.

Da observasjonsmaterialet stammer fra flere undersøkelser som er utført i forskjellige observasjonsperioder, er tallmaterialet fra de ulike vassdrags-avsnitt ikke direkte sammenliknbart. Likevel vil det kunne gi visse holdpunkter til å vise eventuelle større variasjoner i de kjemiske og biologiske forhold nedover i vassdraget. Disse forhold er også årsak til at beskrivelsen er redigert på en litt annen måte enn de øvrige vassdragsrapporter.

3.2 Beskrivelse av vassdragets geografi og geologi

3.2.1 Generelt

Drammensvassdraget består av Randsfjorden, Begna- og Hallingdalsvassdragene og mange mindre sidevassdrag. Med sitt nedbørfelt (fig. 1) på 17 096 km² er Drammensvassdraget Norges nest største vassdrag. Nedbørfeltet omfatter en vesentlig del av Buskerud, adskillig av Oppland og litt av Vestfold fylke. Sidevassdragene Begna og Hallingdalselva, hvis nedbørfelt er henholdsvis 4 875 km² og 5 263 km², er beskrevet særskilt i Rapport I Del 2. Den følgende beskrivelse omfatter vassdraget Etna og Dokka, Randsfjorden, Randselva, Storelva, Tyrifjorden og Dramselva som har et "lokalt" nedbørfelt på 6 958 km².

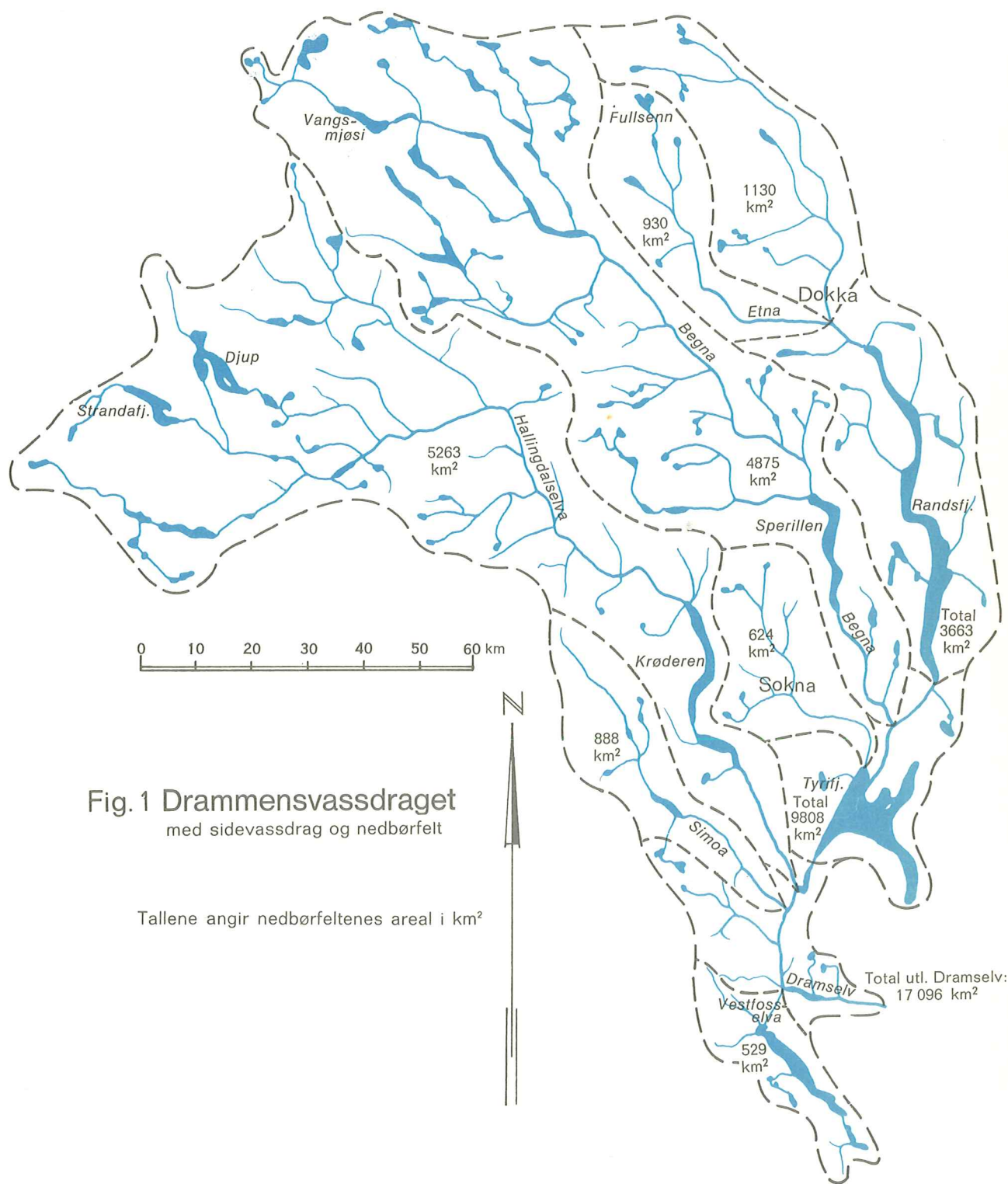


Fig. 1 Drammensvassdraget med sidevassdrag og nedbørfelt

Tallene angir nedbørfeltens areal i km²

3.2.2 Etna og Dokka

Etna har sine kilder oppunder Skaget sør for Vinstervatn, 1 140 m.o.h. Den renner først sørover gjennom en myrlendt fjellvidde, dreier så mot sør-øst gjennom Etnedal. Senere renner den i østlig retning gjennom Nordre Land, der den forener seg med Dokka og munner ut i Randsfjorden. Elven har en total lengde på 106 km og et totalt fall på 1 008 m. Nedbørfeltet er 930 km².

Dokka har sitt utspring på fjellvidda i Vestre Gausdal. Elven renner først i sør-østlig retning, svinger senere mot sør gjennom Torpa og forener seg med Etna ca. 6 km før denne elv munner ut i Randsfjorden. Dokka, som har en total lengde på ca. 92 km, mottar flere store tilløp, og den har et nedbørfelt på 1 130 km².

De geologiske forhold i nedbørfeltet går frem av fig. 2.

Fjellgrunnen i de nordlige deler av feltet er bygd opp av "Valdres-sparagmitt". Lengre sør består fjellgrunnen av fylitt (omdannet leirskifer). Terrengformene er her slakere enn lengre sør, hvor det opptrer sparagmitt (skifrige sandsteiner) som er hardere. Dalsidene er her brattere. Lengst mot sør renner elvene gjennom et grunnfjellsområde. Nedbørfeltenes geologiske oppbygning er omtrent den samme for begge vassdrag.

Løsavsetningene består hovedsakelig av elveavsetninger i dalbunnen og morenemateriale oppover liene.

Store deler (ca. 36 %) av nedbørfeltet er bevokst med skog, ca. 8 % er myr og ca. 3 % er dyrket mark. Resten, ca. 53 %, består av heiområde, innsjøer og tildels lite produktivt område. Det viktigste jordbruk og hovedtyngden av bebyggelsen ligger langs de sørlige deler av vassdraget. Åmot og Dokka er viktige steder befolknings- og industrimessig sett. I området bor det i alt 8 800 mennesker. Husdyrholdet tilsvarer 138 800 fosforekvivalenter (se Rapport I Del 1).

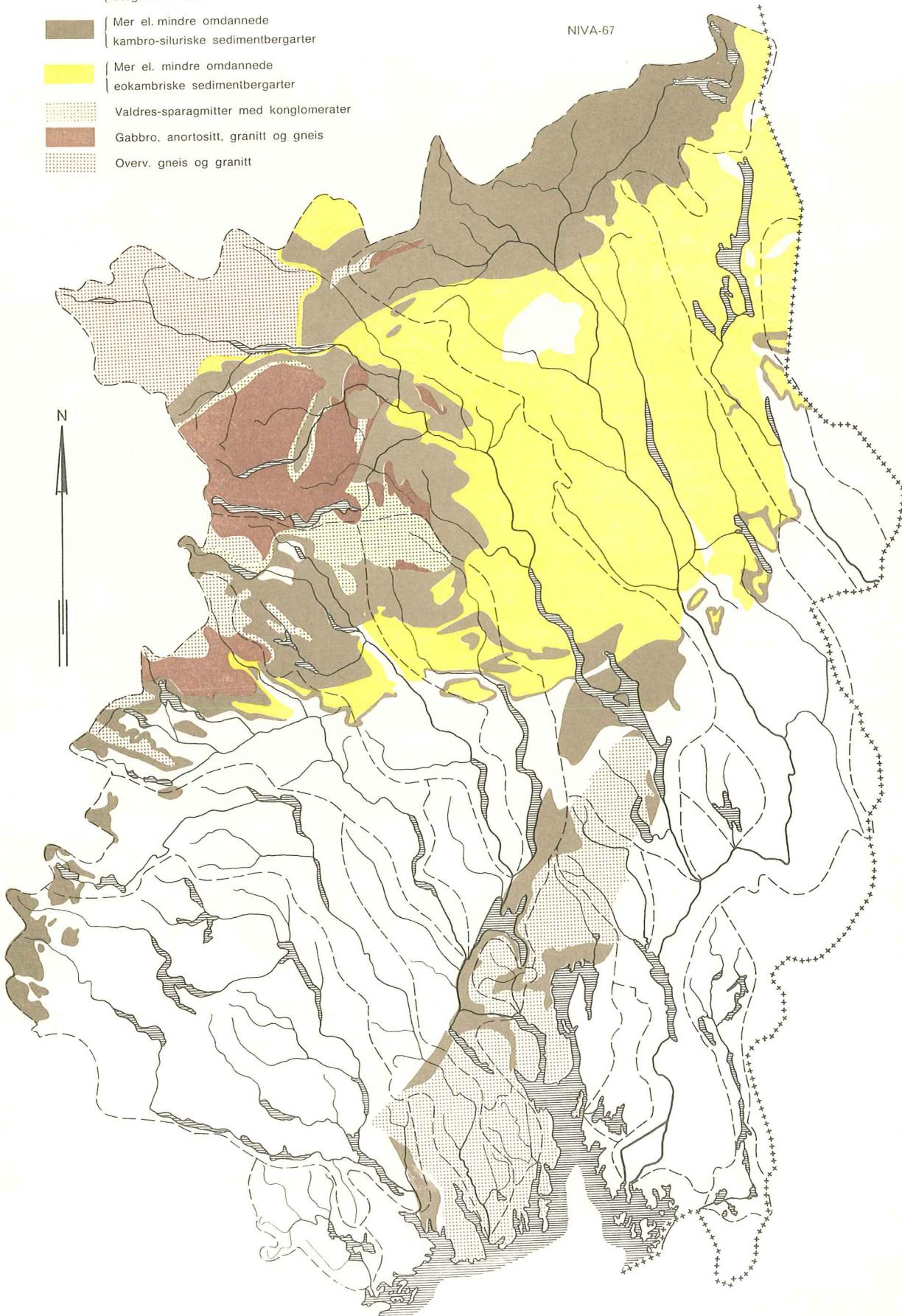
3.2.3 Randsfjordområdet

Randsfjorden har et totalt nedbørfelt på 3 663 km², hvorav Dokkas og Etnas nedbørfelter utgjør 2 060 km² eller ca. 56 %. De sørlige områder av Randsfjorden fra Røykenvik til utløp, ligger langs en forkastning med kambrosiluriske bergarter (leirskifer og kalkstein) på den østlige siden og grunnfjell (gneis og granitt) på vestsiden. Lengre nordover er berggrunnen på begge

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

NIVA-67

-  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



Målestokk
0 20 40 60 80 100 km

sider av innsjøen bygget opp av grunnfjell. Ved Randsfjordens sørende, hvor Randselva renner ut, er det en stor morene. I de kambrosiluriske områder hvor det gjerne er fruktbart jordsmonn, er jordbruket av stor betydning. Dyrket mark finnes ellers som en stripe langs strendene på begge sider av innsjøen. Forøvrig er området i stor utstrekning bevokst med skog.

Nedbørfeltets utnyttelse går frem av tabell 1.

Tabell 1. Randsfjordens nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter.

	Total nedbørfelt		Total nedbørfelt + Etnas og Dokkas nedbørfelt	
	Størrelse	%	Størrelse	%
Nedbørfelt	3663 km ²	100	1603 km ²	100
Skog	1707 "	46,6	966 "	60,3
Myr	313 "	8,5	156 "	9,7
Jordbruksareal	205 "	5,6	140 "	8,7
Uproduktivt område	1438 "	39,1	345 "	21,5
Antall personer	35300		26500 "	75,1 ^{x)}
Husdyr (fosforekvivalenter)	481700		342900	71,2 ^{x)}

^{x)} Beregnet av det samlede antall i nedbørfeltet.

Områdene rundt Randsfjorden, særlig de sørøstlige deler, er i langt større grad utnyttet til jordbruksformål enn de nordlige deler av feltet. I de samme områder er også befolkningstettheten mye større enn ellers. Disse forhold medfører bl.a. at forurensningsbelastningen av de sørlige deler av Randsfjorden er betydelig større enn lengre nord.

3.2.4 Randselva og Storelva

Randselva løper fra Randsfjorden til samløp med Begna (Ådalselva, ca. 15 km), hvorfra den skifter navn til Storelva (ca. 16 km). Den gjennomsnittlige vannføring ved utløpet fra Randsfjorden er 58,4 m³/sek. Den regulerte lavvannsføringen er oppgitt til 31 m³/sek. Storelvas nedbørfelt ved utløp i Tyrifjorden er 8 655 km², og gjennomsnittlig vannføring er her 152 m³/sek. Den regulerte lavvannsføring er 55 m³/sek.

Det totale fall på strekningen fra Randsfjorden til Hønefoss er 67,5 m. Det meste av fallet blir dannet av store fosser: Bergerfoss og Kistefoss 16,9 m,

Askerudfossen 20,6 m og Viulfossen 18,4 m. Disse fossene er utbygd for kraftforsyningsformål.

Foruten demningen ved Bergerfoss er det bygget demninger ved Askerudfossen og Viulfossen. To bassenger som er dannet ved dette kalles henholdsvis Løkkedammen og Viultjernet. Fra Løkkedammen blir turbinvannet ledet på en slik måte at en lengre strekning av elven er tørrlagt ved lav vannføring. Ved Kistefoss er det også bygget en demning som imidlertid ikke har forårsaket dannelse av en større dam.

Høydeforskjellen på elvestrekningen Hønefoss - Tyrifjorden er ca. 2 m, og Storelva renner vesentlig rolig og i store slynger. Bare ved Folafoss er det stryk og stor strømhastighet. På den nedre strekningen har de store slynger som er gravet ut i løsmassene, forårsaket dannelse av avsnørte meandrere som Synneren og Jueren.

Elvens nedbørfelt mellom Randsfjorden og Tyrifjorden er geologisk bygget opp av kambrosiluriske bergarter på den sørøstlige siden av elven og av grunnfjell på den nordvestlige siden.

Nedbørfeltets utnyttelse fremgår av tabell 2.

Tabell 2. Nedbørfeltene til Randselva og Storelva. Utnyttelse og virksomheter.

	Total nedbørfelt		Nedbørfelt rundt Randselva og Storelva	
	Størrelse	%	Størrelse	%
Nedbørfelt	8655 km ²	100	92 km ²	100
Skog	3154 "	36,4	30,2 "	32,8
Myr	496,9 "	5,7	5,7 "	6,2
Jordbruksareal	375,1 "	4,3	25,1 "	27,3
Uproduktivt område	4639 "	53,6	31,0	33,7
Antall personer	71100		12800	18 x)
Husdyr (fosforekvivalenter)	948100		239000	25,2 x)

x) Beregnet av det samlede antall i nedbørfeltet.

Nedbørfeltet rundt Randselva og Storelva er et typisk jordbruksområde, og ca. 27 % av arealet er dyrket mark, mens det tilsvarende tall for hele nedbørfeltet er 4,4 %. Området er også relativt tett befolket, bl.a. ligger Hønefoss by ved elvestrekningen. Elven blir således i stor utstrekning benyttet som resipient for kloakkvann.

De viktigste utslipp av kloakkvann på denne elvestrekning er følgende:

1. Jevnaker kommune har ved utløpet av Randsfjorden (ovenfor broen) tre utslipp fra i alt ca. 2 700 mennesker.
2. Videre nedover er det flere mer eller mindre større utslipp.
3. Fra Norderhov og Hønefossområdet er det på strekningen ned til Hønefoss utslipp av kloakkvann fra ca. 3 000 mennesker.
4. Nedenfor Hofsfossen (Follum fabrikker) i Begna er det fem kloakkutslipp av betydning. Ca. 1 700 personer er tilknyttet disse utslipp.
5. På den øverste elvestrekningen nedenfor Hønefoss er det utslipp av kloakkvann fra i alt ca. 6 000 personer.
6. Lengre nede i vassdraget er det utslipp av kloakkvann fra Forsvarets forlegning på Helgelandsmoen.

I området er det også en rekke bedrifter og fabrikker som bruker vassdraget som resipient for sitt avløpsvann: I Jevnaker er det et meieri og to mindre slakterier med utslipp i elven. Belastningen fra disse bedrifter antas å tilsvare ca. 250 personekvivalenter organisk stoff. Videre er det fra A/S Viul Træsliperi, som drives av A/S Follum fabrikker, utslipp av organisk materiale som i følge Rapport 0-348, tilsvarer ca. 8 000 personekvivalenter. I dag svarer antakelig utslippet til en høyere belastning. Ellers er det på elvestrekningen ned til Hønefoss en rekke mindre bedrifter, hvorav de fleste ikke har avløp som medfører særlig forurensning.

A/S Follum fabrikker, som ligger ved Begna ved Hofsfossen, bidrar i vesentlig grad til forurensningssituasjonen i vassdraget nedenfor Hønefoss. Denne bedrift har i dag et utslipp som tilsvarer minst 100 000 personekvivalenter organisk stoff. Bedriften produserer tremasse og papir.

Langs Storelva ligger det en del mindre bedrifter, særlig innenfor næringsmiddelbransjen og innen den metallforarbeidende industri, som bruker elven som resipient for sitt avløpsvann.

3.2.5 Tyrifjordområdet

Tyrifjordens totale nedbørfelt er 9 808 km², hvorav Storelvas nedbørfelt (se punkt 3.2.4) utgjør 8 655 km² eller ca. 88 %. Nordvest for Tyrifjorden består fjellgrunnen i nedbørfeltet av grunnfjell (gneis og granitt). I nedbørfeltet rundt innsjøen forøvrig er berggrunnen til dels bygd opp av kambrosilurbergarter (leirskifer og kalkstein), og til dels av Oslofeltets eruptive bergarter.

Tyrifjorden består av tre hovedinnsjøavsnitt, hvorav det nordlige område og hovedbassenget går under betegnelsen Holsfjorden, mens Steinsfjorden, som er en grunn lokalitet (største dyp ca. 20 m), er knyttet til systemet ved et trangt, grunt sund (Kroksundet). Hovedbassenget er trauformet, og den vanlige dybde i hovedrennen er ca. 280 - 290 m, største dybde er 295 m. Innsjøens viktigste tilløpselv er Storelva som renner ut i det nordlige område. Sokna, som har et nedbørfelt på 624 km² og en midlere vannføring på ca. 9,4 m³/sek, renner også ut i det samme område. En rekke mindre tilløpselver har avløp til Tyrifjorden på forskjellige steder.

Rundt Tyrifjorden er det til dels viktige jordbruksdistrikter, særlig i områdene nord for innsjøen. Tabell 3 omhandler nedbørfeltets utnyttelse.

Tabell 3. Tyrifjordens nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter.

	Totale nedbørfelt		Totale nedbørfelt + Storelvas nedbørfelt	
	Størrelse	%	Størrelse	%
Nedbørfelt	9808 km ²	100	1153 km ²	100
Skog	3926,9 "	40,0	772,9 "	67,0
Myr	544,0 "	5,5	47,1 "	4,1
Jordbruksareal	453,9 "	4,6	78,8 "	6,8
Uproduktivt område	4983,2 "	50,1	254,2 "	22,0
Antall personer	84200		13100	15,6 ^{x)}
Husdyr (fosforekvivalenter)	1007582		59480	5,9 ^{x)}

x) Beregnet av det samlede antall i nedbørfeltet.

Tabell 3 viser at virksomheten i de nedre deler av innsjøens nedbørfelt er langt større enn i fjernereliggende områder. Dette gjelder både jordbruk, bebyggelse og industri. Disse forhold vil ha stor betydning for innsjøens forurensningsbelastning og eutrofieringsutvikling, idet det forskjellig-
artede forurensningsmateriale blir tilført lokaliteten uten å ha gjennomgått nevneverdig mineralisering på forhånd.

Belastningen som kommer med Storelva er den vesentligste forurensningskilde for Tyrifjorden. Forurensningsbidragene forøvrig dreier seg hovedsakelig om avrenningsvann fra gårdsbruk, men på enkelte steder, som f.eks. ved Tyri-
strand, Sundvollen og Sylling, er det også direkte kloakkutslipp i innsjøen.

3.2.6 Dramselva

Dramselva løper fra Tyrifjorden ved Vikersund og har utløp i Drammensfjorden. Elvestrekningen er 46 km lang og har et fall på ca. 63 m. Seks fosser, Vikefoss, Geithusfoss, Gravfoss, Embretsfoss, Døvikfoss og Hellefoss, utgjør ca. 57 m av dette fallet. Fossene ligger i avsnittet ovenfor 19 km, regnet fra Drammen bybro.

Drammensvassdraget har i løpet av de siste 50 - 60 år vært gjenstand for omfattende reguleringstiltak, og det har resultert i at minstevannføringen har steget betydelig samtidig som flomvannføringen er blitt redusert. Tyrifjorden ble regulert i 1907 og Randsfjorden i 1915. Begna og Hallingdalsvassdraget er blitt betydelig regulert i de senere år.

Dramselva mottar fire betydelige tilløp, nemlig:

Vassdrag	Innmunning i Dramselva	Nedbørfelt, km ²	Midlere vannføring, m ³ /sek
Snarumselva	Geithus	5263	122
Simoa	Åmot	888	15
Bingselva	Skotselv	133	2
Vestfosselva	Hokksund	529	10

Ved utløpet har Dramselva en midlere vannføring på ca. 336 m³/sek.

På vestsiden av Dramselva ned til Hokksund består berggrunnen av grunnfjell (gneis og granitt), mens leirskifer og kalkstein (kambrosilur) er den dominerende bergart på østsiden. Nedstrøms Hokksund renner elven først gjennom

kambrosiluriske områder, for så å gå over i et landskap med berggrunn av Oslo-eruptiver. Løsavsetningene langs Dramselvas dalføre består hovedsakelig av marine sedimenter.

Nedbørfeltets utnyttelse er fremstilt i tabell 4.

Tabell 4. Dramselvas nedbørfelt. Utnyttelse og virksomheter.

	Total nedbørfelt		Dramselvas lokale nedbørfelt	
	Størrelse	%	Størrelse	%
Nedbørfelt	17096 km ²	100	2025 km ²	100
Skog	6015,7 "	35,2	1045,5 "	51,6
Myr	831,5 "	4,9	103,2 "	5,1
Jordbruksareal	724,7 "	4,2	155,0 "	7,7
Uproduktivt område	9524,1 "	55,7	721,3 "	35,6
Antall personer	179100		74100	41,4 ^{x)}
Husdyr (fosforekvivalenter)	1318674,5		114401	8,7 ^{x)}

^{x)} Beregnet av det samlede antall i nedbørfeltet.

Langs Dramselva er det betydelige jordbruksområder. Over 50 % av denne del av nedbørfeltet er bevokst med skog. Praktisk talt langs hele elvestrekningen er det relativt tett bebyggelse, og ved utløpet av elven ligger Drammen by. Elven er i utstrakt grad benyttet som resipient for kloakkvann.

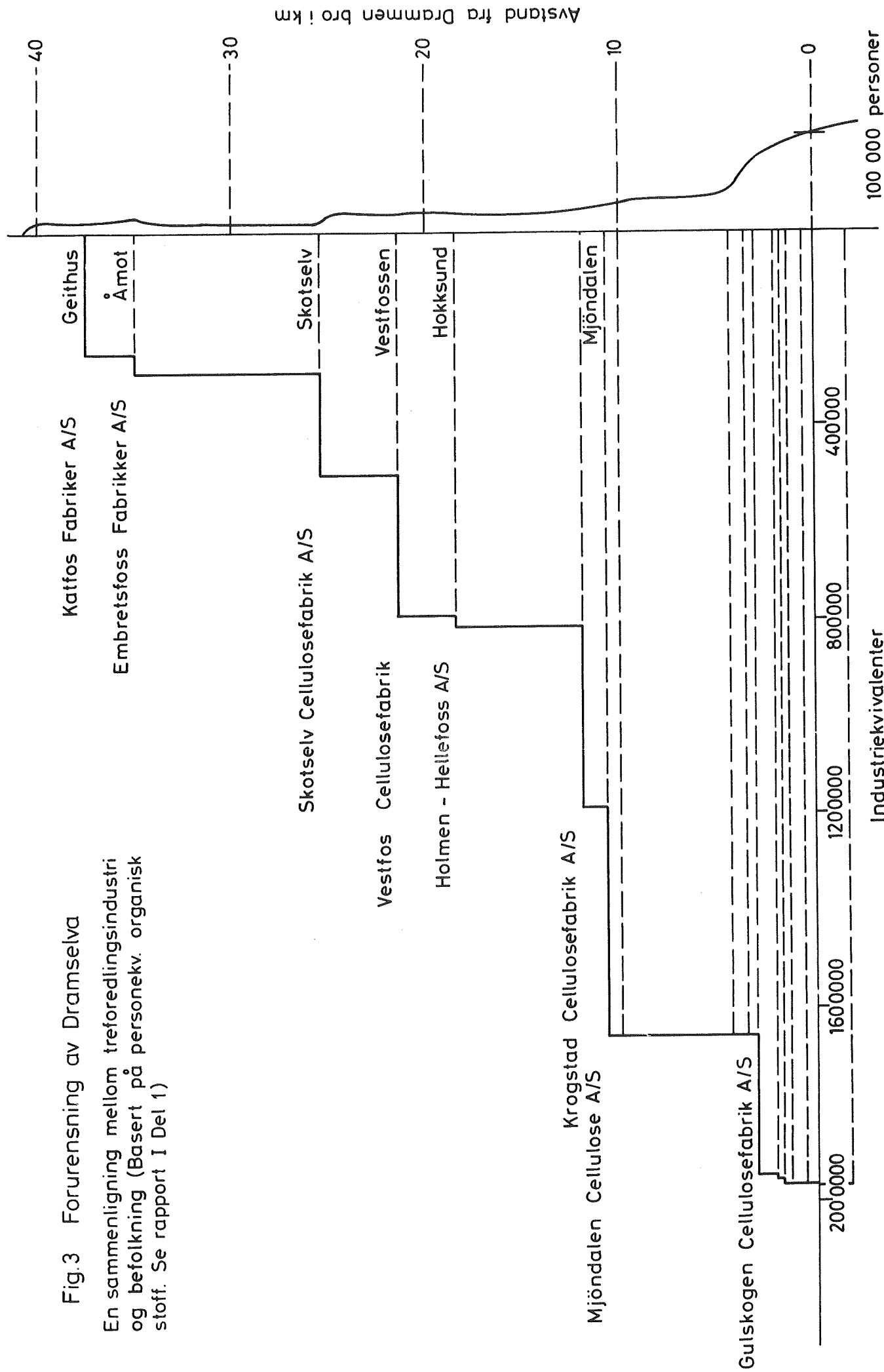
Den store bevolkningsmengden gjenspeiler industrialiseringen som har funnet sted i området. Størstedelen av industrien er knyttet til treforedlingsbransjen. Det ligger 21 fabrikker med produksjon av papir, cellulose og tremasse langs Dramselva. Sulfitcellulose fremstilles ved syv av disse fabrikker. Innflytelsen fra befolkning og industri på Dramselva er av betydelig størrelsesorden og av mangesidig natur. Fig. 3 viser en sammenlikning mellom treforedlingsindustrien og befolkningens andel i Dramselvas teoretiske belastning. Sammenlikningen er basert på innbyggerekvivalenter.

3.2.7 Sammenfattende oversikt over nedbørfeltets utnyttelse og forurensningskilder langs vassdraget.

Tabell 5 viser utnyttelsen av nedbørfeltet samt forskjellige virksomheter som kan ha betydning for vassdragets forurensningssituasjon. Nevnte tabell viser

Fig.3 Forurensning av Dramselva

En sammenligning mellom treforedlingsindustri og befolkning (Basert på personekv. organisk stoff. Se rapport I Del 1)



Tabell 5

Arealutnyttelse, bosettingsforhold og industri

Lokalitet: Drammensvassdraget

Avstand i km fra samløp Etna og Dokka	Stasjonsnavn	Nedbørfelt i km ²	Vannføring m ³ /sek	Skog km ²	Myr km ²	Jordbruk km ²
0	Samløp Etna - Dokka	2060	37	706,6	140,8	53,2
5	Randsfjorden - nordenden	2056	38	741,9	157,5	64,6
41	Kommunegrense Søndre Land - Buskerud	2815	50	1227,8	253,9	98,3
81	Fylkesgrense Oppland - Buskerud	3663	58	1707,4	313,4	205,0
96	Hønefoss - Overmandsund bro	3717	59	1725,6	317,1	215,3
112	Utløp Storelva	8655	152	3154,0	496,9	375,1
120	Kommunegrense Ringerike - Modum	9624	167	3809,3	538,2	433,3
131	Utløp Tyrifjorden - Vikersund	9808	170	3926,3	544,0	453,9
177	Utløp Dramselva - Drammen	17096	338	6015,7	831,5	724,7

Avstand i km fra samløp Etna og Dokka	Personer antall	Storfe antall	Småfe antall	Fosfor ekvivalenter for husdyr	Industri- ekvivalenter	Personer pr. 1/sek	Fosforekv. l/sek for husdyr	Industri- ekv. l/sek	Mål dyrket mark l/sek
0	6600	5800	6800	68500	1500	0,182	1,850	0,040	1,437
5	8800	12700	7800	138800	1500	0,231	3,654	0,040	1,700
41	15100	22800	12400	246300	1500	0,302	4,926	0,030	1,966
81	35300	44500	24700	481700	1600	0,609	8,305	0,028	3,534
96	41400	67000	25500	708200	38600	0,701	12,003	0,655	3,649
112	71100	86300	56400	948100	163600	0,467	6,238	1,076	2,468
120	81400	89800	60300	988400	168600	0,484	5,918	1,010	2,594
131	84200	91500	61600	1007600	168600	0,495	5,927	0,992	2,670
177	179100	114800	113700	1318700	2269700	0,532	3,902	6,715	2,144

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

1 industriekvivalent organisk stoff tilsvarende husholdningskloakk 60 g BOF₅/døgn (som også er 1 pers.ekv.).

også disse virksomheter i forhold til vannføringen. Denne sammenstilling viser at jordbruksvirksomheten og bebyggelsen øker relativt langsomt langs vassdraget, fra samløpet Etna - Dokka til omtrent midt på Randsfjorden. Herfra synes det som om belastningen blir større. Ser man bort fra industri-avløp, er den sørlige del av Randsfjorden og Randselva den delen av vassdraget som synes å være mest utsatt for forurensninger. Ved Hønefoss renner Randselva sammen med Begna, og dette resulterer i en betydelig økning i elvens vannføring og dermed en reduksjon av en eventuell påvirkning fra jordbruksvirksomheten og bebyggelsen. Herfra og henimot utløpet fra Tyri-fjorden (Vikersund) øker på nytt forurensningskildene i forhold til vannføringen. Langs Dramselva øker befolkningen relativt jevnt, mens jordbruksvirksomheten avtar i forhold til vannføringen.

3.3 Kjemiske og fysiske forhold

3.3.1 Stasjonsplassering og tidspunkt for prøvetaking

Stasjonsplassering og tidspunkt for prøvetaking er gjengitt i fig. 4 og tabell 6. Stasjonsnummer refererer seg til avstand i km fra samløp Etna - Dokka.

Tabell 6. Drammensvassdraget. Stasjonsplassering og tidspunkt for prøvetaking.

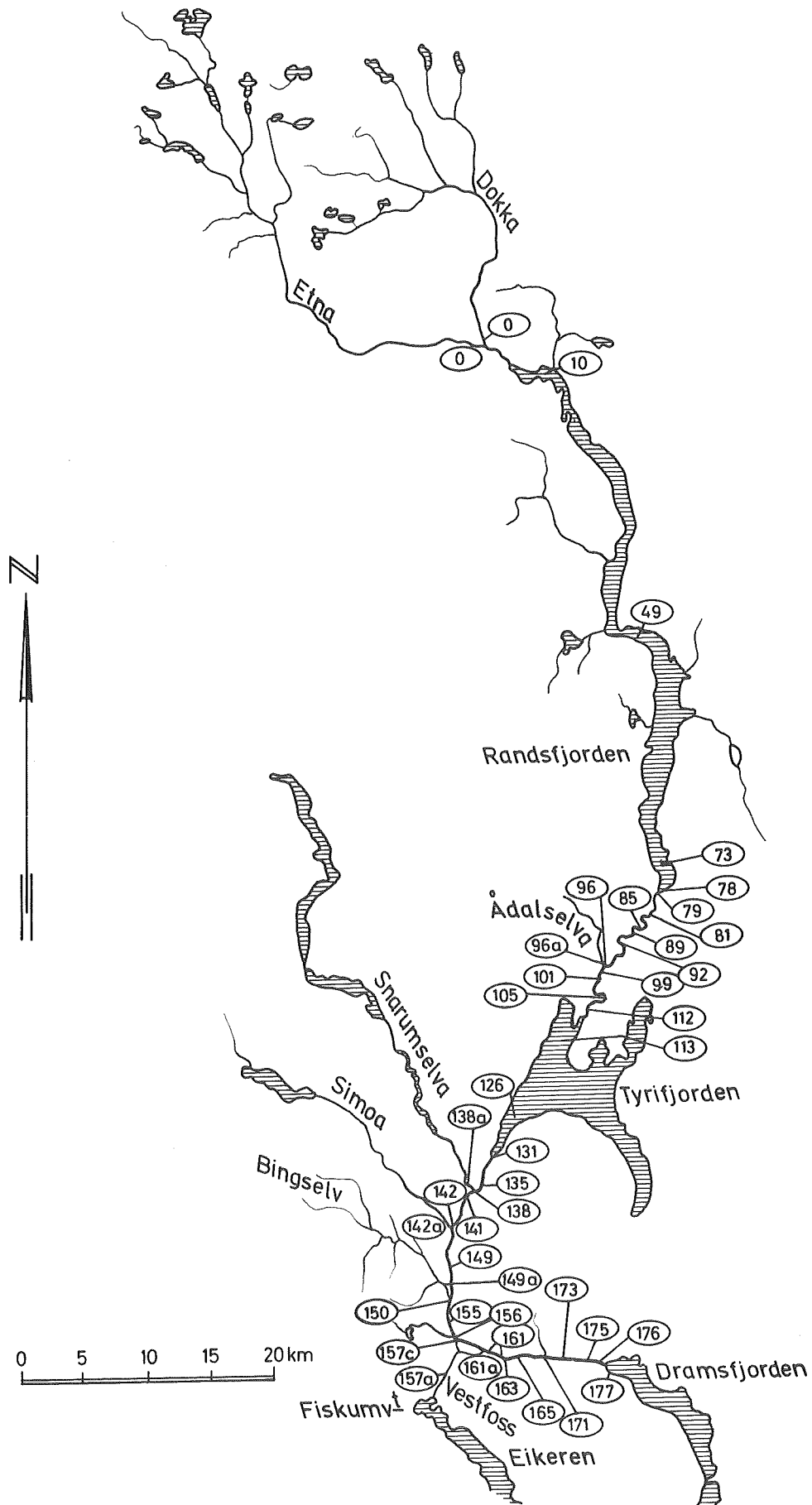
St.nr.	St.navn	Tid for prøvetaking
0	Etna	18/6 1963, 8/2 1967
0	Dokka	18/6 1963, 8/2 1967
10	Randsfjorden, nord	8/2 og 8/5 1967
49	Randsfjorden, midtre del	1/6, 11/9 1963 og 9/2, 8/5 1967
73	Randsfjorden, sør	30/3, 22/9 1966 og 10/2, 9/5 1967
78	Randsfjorden, nær utløpet	10/6, 20/6 og 21/6 1963
79	Utl. Randsfjorden (fra bro)	12-13/6. 1962 og 19., 20. og 21/6 1963
81	Randselva, Kistefoss	- " -
85	Randselva, Viul	19., 20. og 21/6 1963
89	Randselva, Viulfossen	12-13/6 1962 og 19., 20. og 21/6 1963
92	Randselva, Hvalsmoen (bro)	- " -
96	Randselva, Overmandsund bro, Hønefoss	- " -
96A	Adalselva (Kraftstasjon Hønefoss)	- " -
99	Storelva, Hønefoss	- " -

(forts.)

Tabell 6 (forts.)

St.nr.	St.navn	Tid for prøvetaking
101	Storelva, Folafooss	19., 20. og 21/6 1963
105	Storelva, Busund fergested	- " -
112	Storelva, utløp	12 - 13/6 1962 og 19., 20. og 21/6 1963
113	Tyrifjorden (1 km fra Storelva)	15/2 og 5/5 1967
126	Tyrifjorden (henimot Vikersund)	16/2 og 5/5 1967
131	Dramselva (Vikersund)	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959 samt månedlige prøver i tidsrommet 15/4 - 16/5 1967
135	Dramselva, Geithus bro	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
138	Dramselva, Gravfoss bro	- " -
138A	Snarumselva (utløp)	31/5 - 4/6 1959
141	Dramselva nedenfor tilløp Snarumselva	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
142	Dramselva ovenfor Simoa	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
142A	Simoa, utløp	31/5 - 4/6 1959
149	Dramselva, ovenfor Bingselva	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
149A	Bingselva, utløp	31/5 - 4/6 1959
150	Nedenfor samløp Bingselva	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
155	Ved Hellefoss	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
156	Ved Hokksund	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
157C	Vestfosselva veibro	31/5 - 4/6 1959
157B	- " - Spæren	31/5 - 4/6 1959
161A	Loselva	31/5 - 4/6 1959
161	Dramselva like ovenfor tilløp Loselva	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
163	Mjøndalen bro	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
165	Litt nedenfor Mjøndalen bro	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
171	Ved Sølvfastøya	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
173	Ved Landfallsbroen	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
175	Drammen bybro, Strømsø	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, 8/7 1959
176	Slippen, Strømsø	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959
177	Jernbanebro ved Holmen	31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959

Fig 4 Drammensvassdraget med stasjonsplassering



3.3.2 Kjemiske resultater

I Randselva, Storelva og Dramselva er mesteparten av observasjonsmaterialet samlet inn under såkalte korttidsundersøkelser, som strakte seg over 3 - 5 døgn. I Dramselva ble det foretatt slike undersøkelser to ganger, nemlig 31/5 - 4/6 og 30/8 - 3/9 1959, og i Randselva - Storelva ble korttidsundersøkelsene gjennomført i tidsrommet 19/6 - 21/6 1963. Ved de førstnevnte undersøkelser ble det samlet inn prøver kl. 8, kl. 16 og kl. 24 fra i alt 24 stasjoner. I Randselva - Storelva ble det hver dag fra alle stasjoner hentet inn prøver hver halve time fra kl. 7 til kl. 22. Middelverdiene av observasjonsresultatene fra disse undersøkelser er fremstilt i tabell 7. Ved Vikersund (st. 131) blir det samlet inn månedlige prøver i forbindelse med instituttets oppdrag for Den internasjonale hydrologiske dekadé. Middelverdiene av de kjemiske analyseresultater er tatt med i tabellen. Samme tabell inneholder også middelverdier for det observasjonsmaterialet som foreligger fra Tyrifjordens (st. 4 og 5, Rapport I Del 3) og Randsfjordens overflatelag (1 m dyp). Observasjonsmaterialet fra innsjøene er i sin helhet gjengitt i Rapport I Del 3. Fra Etna og Dokka foreligger det resultater fra to observasjoner. Angående tidspunkt for innsamling av prøver vises til tabell 6.

Middelverdiene for de kjemiske komponenter på de forskjellige stasjoner er fremstilt i fig. 5 og 6 ved vassdragets lengde som absisse.

Antall analyserte komponenter varierer sterkt i forhold til hvilken undersøkelse de representerer. Ved korttidsundersøkelsene ble relativt få komponenter bestemt, nemlig:

pH, spesifikk elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet, permanganattall, dikromattall, hårdhet, lignosulfonsyre.

Andre undersøkelser har hatt som mål å angi eventuelle variasjoner for en lang rekke kjemiske komponenter. For dekadéundersøkelsen blir således 24 forskjellige kjemiske komponenter bestemt (st. 131, Vikersund).

pH

Vannet har over alt i vassdraget praktisk talt nøytral reaksjon, og maksimums- og minimumsverdiene for de observerte pH-verdier er henholdsvis 7,4 og 6,7.

Hovedsakelig synes det som om pH-verdiene avtar svakt nedover i vassdraget, og den laveste verdi ble målt langt nede i Dramselva. I Randsfjorden øker pH mot sør, og Randselva har en relativt høy pH. Storelva og Tyrifjorden har en noenlunde ensartet pH som er noe lavere enn i Randselva. I Dramselva ble den

Tabell 7

Kjemiske analyseresultater - Middelerdier

Lokalitet: Drammensvassdraget

Komponent	Stasjon	Etna	Dokka	Randsfjorden			Randselva						Ådalselva	
	Dr.0	Dr.0	Dr.10	Dr.49	Dr.73	Dr.78	Dr.79	Dr.81	Dr.85	Dr.89	Dr.92	Dr.96	Dr.96A	
pH		7,1	7,2	6,9	7,2	7,1	7,4	7,4	7,3	7,4	7,3	7,3	7,4	6,8
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm		34,7	27,9	33,1	38,4	39,3	38,5	38,9	39,4	40,8	40,6	42,2	43,2	21,9
Farge mg Pt/l		11	10	25	21	18	17	17	17	19	19	20	20	15
Turbiditet mg SiO ₂ /l		0,9	0,2	1,5	0,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5
Permanganattall mg O/l		3,5	1,9	3,6	3,6	3,4	3,7	3,4	3,6	3,9	3,8	4,1	3,7	10,7
Klorid mg Cl/l		2,0	0,7	0,9	1,3	1,3	For små mengder til sikker bestemmelse →							
Sulfat mg SO ₄ /l		4,9	3,7	3,9	4,5	4,6								
Fosfat, orto µg P/l				3	5	5								
Fosfat, total µg P/l		18	12	17	12	23								
Nitrat µg N/l		148	108	178	214	211								
Alkalitet ml N/10 HCl/l		2,89	2,73	2,65	3,15	2,88								
Total hårdhet mg CaO/l		8,3	7,4	10,3	10,2	11,6	9,6	9,9	9,9	10,1	10,0	10,4	10,5	4,7
Kalsium mg Ca/l		5,05	3,96	4,36	5,08	5,27								
Magnesium mg Mg/l		0,69	0,73	0,56	0,71	0,72								
Kalium mg K/l		0,71	0,24	0,40	0,46	0,40								
Natrium mg Na/l		1,21	0,71	0,67	0,77	0,76								
Jern µg Fe/l		95	110	89	46	38								
Mangan µg Mn/l		35	<5	48	7	5								
SSL mg SSL/l		0,60	0,60		0,90		0,15	0,20	0,12	0,53	0,45	0,40	0,43	7,12
Dikromattall mg O/l							7,1	6,8	6,5	6,5	6,7	9,2	7,5	17,6

Tabell 7 (forts.)

Kjemiske analyseresultater - Middelerverdier

Lokalitet: Drammensvassdraget

Komponent	Stasjon	Storelva				Tyrifjorden		Dramselva						
		Dr.99	Dr.101	Dr.105	Dr.112	Dr.113	Dr.126	Dr.131	Dr.135	Dr.138	Dr.141	Dr.142	Dr.149	Dr.150
pH		6,9	7,0	6,9	7,0	6,9	7,0	6,9	7,2	7,4	7,0	7,1	7,0	7,0
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm		28,8	29,2	29,2	29,3	32,1	32,0	33,4	33,3	35,3	27,8	28,4	27,6	26,9
Farge mg Pt/l		17	18	17	18	18	19	22	23	28	26	23	24	27
Turbiditet mg SiO ₂ /l		0,4	0,6	0,7	0,6	0,8	1,0	1,6	1,5	1,9	1,6	1,4	1,4	1,8
Permanganattall mg O/l		8,0	8,0	8,0	7,7	3,2	3,4	3,1	4,9	9,4	5,6	6,2	5,9	6,3
Klorid mg Cl/l		For små mengder til sikker bestemmelse				1,1	1,3	1,2	3,0	2,0	1,5	1,9	1,2	0,9
Sulfat mg SO ₄ /l						5,9	5,5	5,0						
Fosfat, orto µg P/l						3	2	3						
Fosfat, total µg P/l						13	8	26						
Nitrat µg N/l						161	145	149 ^x	205	240	180	215	285	330
BFA mg N/l								0,30						
Alkalitet ml N/10 HCl/l						2,75	2,49	2,29						
Total hårdhet mg CaO/l		7,1	7,1	7,3	7,5	8,4	8,9	8,5						
Kalsium mg Ca/l						3,89	3,86	4,17						
Magnesium mg Mg/l						0,71	0,69	0,71						
Kalium mg K/l						0,31	0,33	0,46						
Natrium mg Na/l						0,80	0,81	1,00						
Jern µg Fe/l						33	61	66						
Mangan µg Mn/l						10	28	11						
Kobber µg Cu/l								21						
Sink µg Zn/l								146						
Silisium mg SiO ₂ /l							2,9	2,7						
SSL mg SSL/l		4,37	4,27	4,42	4,17	1,19	0,86							
Dikromattall mg O/l		14,1	13,3	14,4	13,2									

x Dekadestasjon

Tabell 7 (forts.)

Kjemiske analyseresultater - Middelerverdier

Lokalitet: Drammensvassdraget

Stasjon Komponent	Dramselva									
	Dr.155	Dr.156	Dr.161	Dr.163	Dr.165	Dr.171	Dr.173	Dr.175	Dr.176	Dr.177
pH	7,0	6,8	6,9	6,8	6,7	6,7	6,7	6,8	6,9	6,9
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	27,9	27,8	32,2	31,9	32,2	33,4	34,8	625,4	1766,2	1419,5
Farge mg Pt/l	28	25	36	36	39	37	36	42	44	44
Turbiditet mg SiO ₂ /l	1,9	1,6	2,4	2,4	2,3	1,8	2,0	2,6	2,9	2,8
Permanganattall mg O/l	7,1	7,1	11,2	14,3	16,9	16,3	18,4	18,8	17,6	17,1
Klorid mg Cl/l	1,7	1,3	0,9	1,4	0,3	2,5	0,9	305,0	868,0	1072,0
Nitrat µg N/l	420	200	335	255	270	250	210	225	230	220

Fig. 5 Drammensvassdraget
Kjemiske forhold

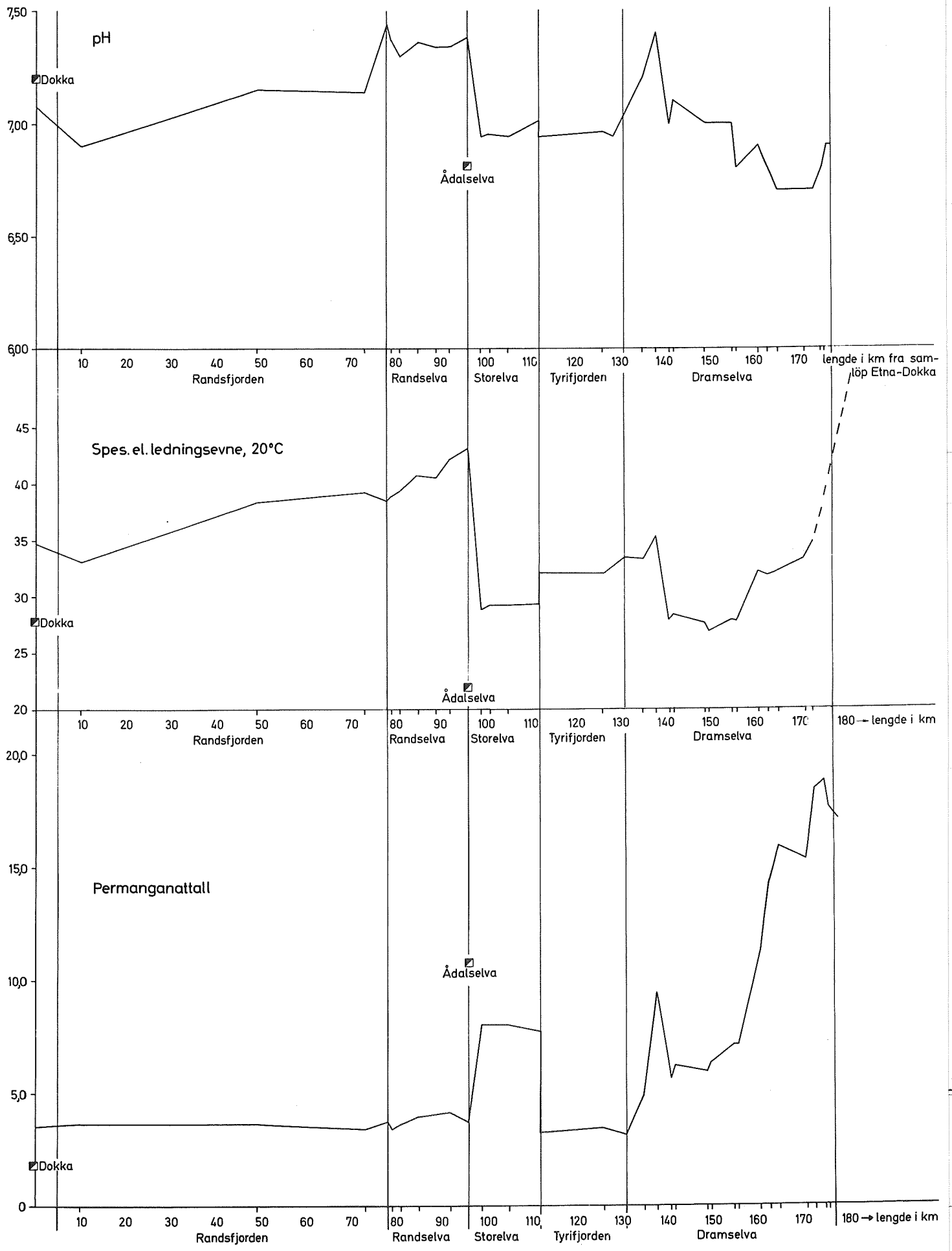
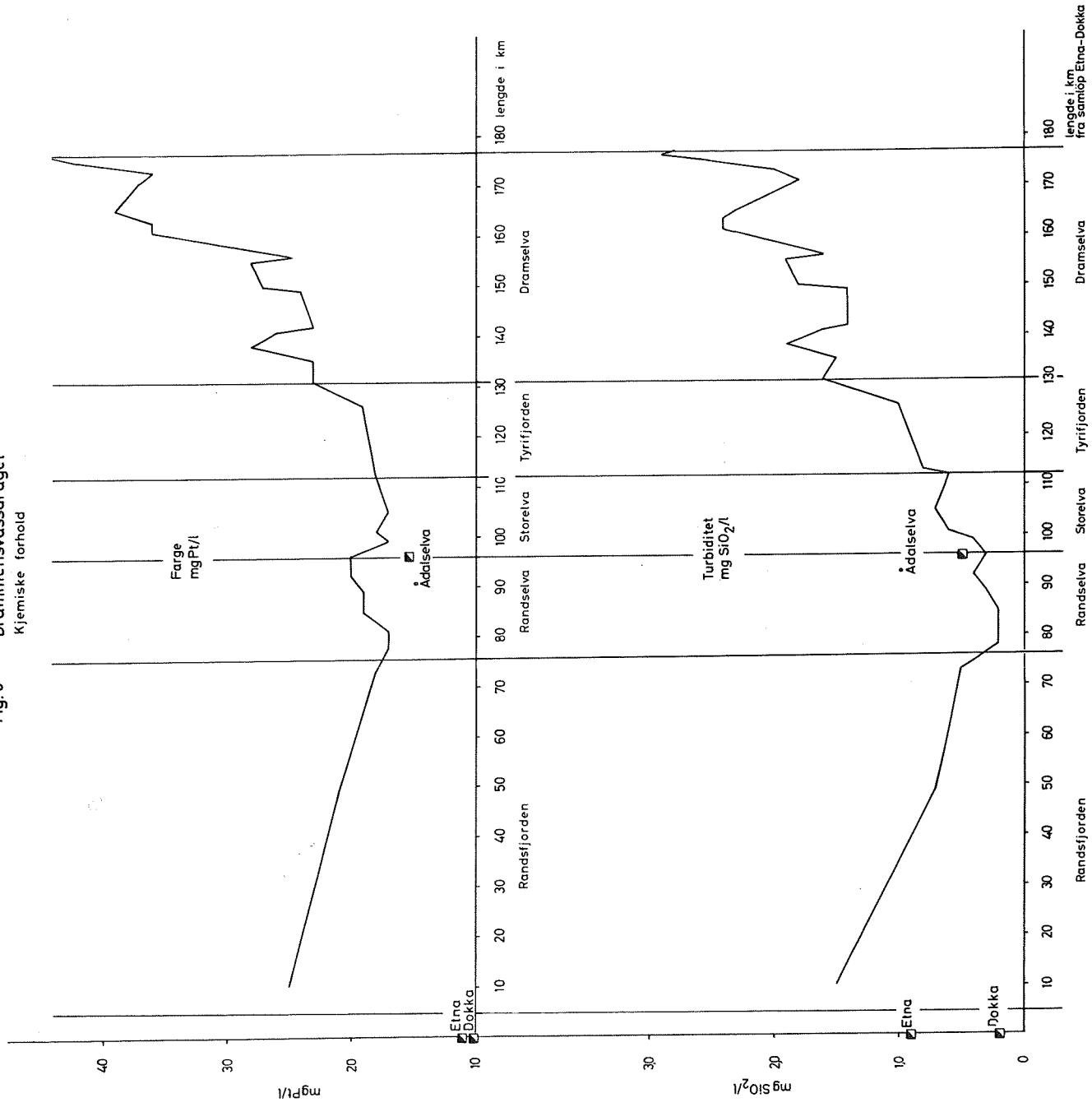


Fig. 6 Drammensvassdraget
Kjemiske forhold



høyeste pH målt i Geithusområdet. Derfra og mot utløpet av elven avtar pH relativt raskt. Årstidsvariasjoner i pH er til en viss grad dokumentert i analyseresultatene fra Randsfjorden, Tyrifjorden og Vikersund.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne øker relativt jevnt fra nordenden av Randsfjorden (ca. 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sørover i innsjøen og videre nedover i Randselva (ca. 43 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Etter samløp med Ådalselva avtar ledningsevnen til ca. 29 $\mu\text{S}/\text{cm}$, for så igjen å stige videre nedover i vassdraget. Ved Geithus er det en ny topp (ca. 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nedenfor samløpet med Snarumselva er ledningsevnen noe lavere (ca. 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$), og herfra er den relativt konstant ned til området ved Vestfossen. Herfra øker den igjen, og ved Landfallbroen er den angitte ledningsevne ca. 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nedenfor denne broen ble det til dels målt svært høye verdier både for ledningsevne og forskjellige komponenter som inngår i vannets elektrolyttinnhold, f.eks. klorid .

Farge

Resultatene viser at middelveiene for farge i den nordlige del av Randsfjorden (ca. 25 mg Pt/l) var betydelig høyere enn fargen i Etna og Dokka, i de sørlige områder av innsjøen og i Randselva (ca. 17 og 18 mg Pt/l). Etter Ådalselvas innløp i Randselva blir fargeverdiene enda lavere, men videre nedover vassdraget øker igjen fargeverdiene. Nedover Dramselva er det ujevne forhold når det gjelder vannets farge, men generelt er det en sterk økning fra Vikersund til elvens utløp ved Drammen.

Turbiditet

Vannets turbiditet nedover i vassdraget følger omtrent samme mønster som fargen. De midlere turbiditetsverdier var altså høyere i de nordlige områder av Randsfjorden enn i Etna - Dokka, lengre sør i innsjøen og i Randselva (ca. 0,2 mg SiO_2/l). Etter samløp med Ådalselva øker turbiditeten relativt jevnt ned til samløpet med Snarumselva, hvor det er et markert fall i vannets turbiditet (fra 1,9 til 1,4 mg SiO_2/l). Videre nedover i elven øker igjen turbiditeten mer eller mindre jevnt, og middelveiene ved elvens utløp er angitt til ca. 3,8 mg SiO_2/l .

Organisk materiale

Vannets innhold av organisk materiale, målt som permanganattall, er relativt konstant (3,5 mg O/l) fra Etna - Dokka og ned til samløp med Ådalselva (Begna). I Storelva er verdiene ca. dobbelt så høye (ca. 8 mg O/l), mens Tyrifjorden

har en organisk belastning (3,0 mg O/l) i underkant av Randsfjordens. Ned gjennom Dramselva øker den organiske belastning fra ca. 3 mg O/l ved Vikersund til ca. 19 mg O/l ved Drammen.

I forbindelse med undersøkelsen av Ådalselva, Randselva og Storelva ble også det organiske materiale, uttrykt som dikromattall og biokjemisk oksygenforbruk, bestemt. Verdiene for disse komponenter viser omtrent samme variasjonsbilde som permanganattallene. I Randselva var således belastningen noe lavere enn i Ådalselvas utløp. Som for permanganattallene var verdiene for de sistnevnte komponenter noe høyere i Storelva enn i Randselva. Verdiene for biokjemisk oksygenforbruk varierte forøvrig noe mer fra dag til dag enn verdiene for kjemisk oksygenforbruk (permanganat- og dikromattallene).

Jern og mangan

Vannets innhold av jern- og manganforbindelser var over alt relativt lavt. De høyeste verdier ble observert i Etna, Dokka og i den nordlige del av Randsfjorden (90 - 100 µg Fe/l og 30 - 50 µg Mn/l).

Plantenæringsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser)

Vannets innhold av plantenæringsstoffer i Randselva og Storelva er ikke undersøkt. For områdene ovenfor og nedenfor dette avsnitt foreligger tall for nitrat og nitrogenforbindelser. Fosfatinnholdet er bare undersøkt i Randsfjorden og Tyrifjorden og er beskrevet i rapportene om disse innsjøer (Rapport I Del 3).

I vassdragets øvre del varierte nitratinholdet fra 108 µg N/l i Dokka til ca. 210 µg N/l i den sørligste halvpart av Randsfjorden. I Tyrifjorden og i Dramselva ved Vikersund var middelverdiene for vannets nitratinhold ca. 150 µg N/l. Videre nedover i Dramselva var det noe varierende forhold med hensyn til vannets innhold av totalt N. De høyeste verdier, 449 og 420 µg N/l, ble målt på henholdsvis st. 131 (Vikarsund) og st. 155 (Hellefoss), men vanligvis varierte verdiene mellom 200 og 300 µg N/l.

3.3.3 Diskusjon av kjemiske forhold

Som det er grunn til å vente, er vannkvaliteten nedover i Drammensvassdraget i stor utstrekning dominert av de store tilløpselver. Den noe lavere elektrolytiske ledningsevne i Storelva enn i Randselva er således betinget av ledningsevnen i Ådalselva - noe følgende regneeksempel viser: Hvis de angitte

verdier for ledningsevnen i Ådalselva og Randselva representerer den midlere vannføring i de samme elver (henholdsvis 97 og $58,4 \text{ m}^3/\text{sek}$), skulle ledningsevne (x) etter samløpet bli:

$$x \cdot 155,4 = 43,2 \cdot 58,4 + 21,9 \cdot 97,0$$
$$x = \underline{29,9 \text{ } \mu\text{S}}$$

Middelverdien for måleresultatene er $28,8 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$. De tilsvarende verdier for de beregnede og målte verdier for ledningsevnen i Dramselva etter samløp med Snarumselva er henholdsvis $24,2 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$ og $27,8 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$, som også må betraktes som tilfredsstillende overensstemmelse.

Verdiene for målt og beregnet organisk stoff (samme regneoperasjon som ovenfor) er for Storelva etter samløp Randselva - Ådalselva, henholdsvis 8,0 og 8,1 mg O/l, og for Dramselva etter samløp med Snarumselva henholdsvis 5,6 og 7,0 mg O/l. Den noe store uoverensstemmelse i siste eksempel kan skyldes avløpsvann fra Katfoss fabriker A/S, samt at elvenes vannføring muligens avviker fra det normale.

Nedbørfeltets geologiske forhold har betydning for forandringer i vannkvaliteten nedover i vassdraget. De tidligere omtalte kambrosilur-bergartene sørøst for Randsfjorden og videre sørvestover, er årsak til at vannets elektrolyttinnhold øker sørover i Randsfjorden og videre nedover til samløp med Ådalselva som har mer elektrolyttfattig vann. En liknende stigning i vannets elektrolyttinnhold fra Storelva til samløp med Snarumselva er sannsynligvis også betinget av de geologiske forhold, men observasjonene i Storelva, Tyri-fjorden og Dramselva ligger tidsmessig langt fra hverandre, og de tilsynelatende forandringer i de kjemiske forhold på dette elveavsnitt kan derfor være betinget av langtidsvariasjoner. Vestfosselva som også i stor utstrekning drenerer kambrosiluruområder, har relativt høy elektrolytisk ledningsevne ($80 - 90 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$). Dramselva har derfor en markert økning i elektrolyttinnholdet etter samløp med denne elv. Den sterke økning i vannets elektrolyttinnhold henimot elvens utløp har sin årsak i innblanding av sjøvann som trenger seg opp langs bunnen i elvens estuarområde.

Elvens belastning av partikulært og organisk materiale er betinget av flere faktorer:

1. Tilførsel av humusstoffer fra nedbørfeltet.
2. Erosjonsbetinget partikulært materiale fra nedbørfeltet og fra elveleiet.
3. Kloakk- og industrielt avløpsvann.

I de to store innsjøer (Randsfjorden og Tyrifjorden) som inngår i elvesystemet, får vannet en viss oppholdstid som er av stor betydning for nedbrytning av organisk materiale. Denne effekt er f.eks. årsak til at vannets farge avtar sårøver i Randsfjorden, og videre årsak til den store forskjell i Storelvas og Tyrifjordens innhold av organisk materiale. Tilførselen av slikt materiale til innsjøene er imidlertid foreløpig ikke så stor at det har noen vesentlig betydning for dyplagenes oksygenforhold under stagnasjonsperiodene (kfr. Rapport I Del 3. Randsfjorden og Tyrifjorden).

Storelvas relativt store organiske belastning i 1963 hadde som nevnt i det vesentligste sin årsak i tilførsler fra Ådalselva. Denne elv hadde ved siden av stor organisk belastning et relativt høyt innhold av lignosulfonsyre, ca. 7 mg/l. Dette gjør at det organiske materiale, ihvertfall en vesentlig andel av det, kan tilbakeføres til utslipp fra treforedlingsbedrifter hvor det blir fremstilt sulfitcellulose (A/S Follum Fabrikker). På grunn av størrelsen av utslippene fra treforedlingsbedriften var det ikke mulig å se hvilken betydning kloakkutslippene fra Hønefossområdet hadde for vannets innhold av organisk materiale. Driften ved A/S Follum Fabrikker er nå forandret slik at det ikke lenger produseres sulfitcellulose. Forholdene i det nedenforliggende elveavsnitt er undersøkt i løpet av 1966 og 1967, men resultatene er ikke ferdig bearbeidet når dette skrives.

På strekningen Vikersund - Dramselvas utløp økte fargeverdiene fra vel 20 mg Pt/l til vel 40 mg Pt/l. Denne fargestigning kan til en viss grad tilskrives større fargeinnhold i tilløpene og fargekomponenter i industriavløpene. Fargen er imidlertid målt på ufiltreerte prøver, og vannets innhold av suspenderte partikler vil også gi fargeverdier, slik at de registrerte verdier ikke er reelle for vannets virkelige farge. Simoa er tydeligvis en sterkt humusbelastet elv, men vannføringen er ikke stor nok til at Dramselva kan bli særlig påvirket. Vestfosselva viser meget høye fargetall, men turbiditeten i denne elv er også stor, og fargen er derfor ikke reell.

Det var en viss stigning i turbiditeten ned gjennom vassdraget. Turbiditetstallene for Vestfosselva var høye, og dette hadde sin årsak i cellulosefibre og organismedrift i elvevannet.

Vannets innhold av organisk stoff målt, som permanganattall, steg fra ca. 4 øg til 18 mg O/l på strekningen fra Vikersund til Drammen. Her kan bemerkes at stigningen var vesentlig mindre og startet lengre nede i vassdragene på søndager enn på virkedager.

Det er sannsynlig at det organiske stoff i det vesentligste ble tilført fra sulfittfabrikkene langs elven. Stigningen i permanganattall var vesentlig større enn stigningen i fargetall. Dette er nettopp hva man kunne vente når det er avløpsvann fra sulfittindustri som preger vassdraget. Hvis det var naturlige humusliknende stoffer som ble tilført vassdraget, ville man kunne vente en noe nær proporsjonal stigning i begge sett verdier. Permanganattallet er en egnet kjemisk parameter til å vise at vassdraget er sterkt belastet med forurensninger.

Undersøkelsene av Dramselva ble foretatt ved forskjellige vannføring. De høyeste verdier både for permanganattall og turbiditet ble registrert når elvens vannføring var minst. Dette henger sammen med fortynningsforholdene.

Ut fra det foreliggende kjemiske analysemateriale er det vanskelig å vurdere hvilken betydning tilførselen av kloakkvann har for vassdragets vannkvalitet. Når det gjelder Randsfjorden og Tyrifjorden, var det ingen vesentlig forskjell i vannets innhold av fosfater og nitrater. Vannets varierende innhold av nitrogenforbindelser nedover i Dramselva gir som nevnt ingen pålitelige opplysninger om vannets belastning med kloakkvann. Tilsigsvann fra dyrket mark spiller sikkert også en betydelig rolle i denne sammenheng.

Dramselvas oksygeninnhold ble målt ved to anledninger. Begge ganger viste det seg at vannet så å si var mettet med oksygen fra topp til bunn. Disse observasjoner ble oppnådd under forhold hvor man nettopp kunne vente oksygenvinn i ellevannet. Oksygenforbruket var altså mindre enn oksygentilførselen, og det antas at det må meget spesielle forhold til før det kan opptre oksygenmangel i elvens hovedvannmasser. I Vestfosselva og Loselva ble det funnet ganske lave oksygenverdier. Dette er rimelig tatt i betraktning den betydelige belastning som disse elver er utsatt for. Allerede i 1911 - 1912 ble det målt lave oksygenverdier i disse elver, mens det i Dramselva på samme tidspunkt ikke ble observert merkbart oksygenvinn.

3.4. Biologiske forhold

3.4.1. Biologiske forhold i Randselva og Storelva

Grunnlaget for de nedenstående opplysninger er undersøkelser foretatt av Norsk institutt for vannforskning i 1963 - 1964. Resultatene av disse foreligger som nevnt i en rapport om forurensningssituasjonen i Adalselva, Randselva og Storelva.

Tabell 8 viser de stasjoner som det ble innsamlet materiale fra i 1963 - 1964.

Tabell 8. Stasjoner for biologiske undersøkelser

Stasjon nr.	Sted	Beliggenhet
1	Randselva ved Løkkedammen	5 km fra Randsfjorden
2	Randselva nedenfor Viulfossen	10 km fra Randsfjorden
3	Randselva ved veibro nedenfor Hval	14 km fra Randsfjorden
4	Storelva ved gården Monserud. Østbredden	6 km fra Hønefoss
5	Storelva ved Busund. Østbredden	9 km fra Hønefoss
6	Storelva nedenfor Helgelandsmoen. Østbredden.	15 km fra Hønefoss

I tabellene 9 og 10 er det gjort et utvalg av de organismene som er funnet på stasjonene i Randselva og Storelva.

De typiske samfunn i Randselva består av grønnalger, blågrønnalger, diatoméer, noe rødalger og med en artsrik fauna av invertebrater. De biologiske forhold viser at idet vesentlige er vannmassene lite forurenset. Bare på enkelte steder er det tegn på noe større produksjon grunnet lokal tilførsel av plantenæringsstoffer.

Tabell 9. Randselva. Karakteristiske arter i organismesamfunnene på den undersøkte elvestrekningen

St.1	St.2	St.3
Chamaesiphon cf.confervicolus	Chamaesiphon cf.confervicolus	Chamaesiphon cf. confervicolus
Microspora amoena	Stigonema mamillosum	Stigonema mamillosum
Ulothrix zonata	Binuclearia tatrana	Microspora amoena
Didymosphenia geminata	Microspora amoena	Ulothrix zonata
Lemanea fluviatilis	Ulothrix zonata	Didymosphenia geminata
Fontinalis antipyretica	Didymosphenia geminata	Lemanea fluviatilis
Callitriche verna	Lemanea fluviatilis	Fontinalis antipyretica
Asellus aquaticus	Fontinalis antipyretica	Callitriche hamulata
Isoperla grammatica	Myriophyllum alterniflorum	Myriophyllum alterniflorum
Limnophilus sp.	Heptagenia sulphurea	Heptagenia sulphurea
Lymnaea pereger	Lymnaea pereger	Lymnaea pereger

Tabell 10. Storelva. Karakteristiske arter i organismesamfunnene på den undersøkte elvestrekningen.

St. 4	St. 5	St. 6
Cladotrix dichotoma	Cladotrix dichotoma	Cladotrix dichotoma
Sphaerotilus natans	Sphaerotilus natans	Sphaerotilus natans
Oscillatoria sp. (1,5 μ)	Diatoma elongatum	Diatoma vulgare
Diatoma elongatum	Tabellaria flocculosa	Fragilaria capucina
Synedra ulna	Erpobdella octoculata	Tabellaria flocculosa
Tabellaria flocculosa	Isoperla grammatica	Potamogeton perfoliatus
Erpobdella octoculata		Sagittaria sagittifolia
Isoperla grammatica		Erpobdella octoculata
		Isoperla grammatica
		Anabolia nervosa

I Storelva, derimot, er de biologiske forhold preget av forurensningspåvirkninger langs hele elvestrekningen, idet sopp, og særlig bakterier, danner en sammenhengende begroing på elvebunnen og faste gjenstander i elven. Årsaken til dette er først og fremst de mengdene av organisk stoff som kommer fra Follum fabrikker ved Ådalselva.

I de par årene som er gått siden undersøkelsene i Randselva og Storelva ble gjort, er det for Randselvas vedkommende ikke inntrått forandringer i forurensningssituasjonen. Man kan derfor gå ut fra at forholdene i denne elven fremdeles er de samme. Når det gjelder Storelva har Follum fabrikker i mellomtiden foretatt en omlegging av produksjonen. Hva dette betyr i form av endringer i forurensningene som kommer fra bedriften, er ennå ikke på det rene. Det er derfor for tidlig å kunne uttale noe om eventuelle virkninger på biologiske forhold i Storelva.

3.4.2. Biologiske forhold i Dramselva

Tilstanden i Dramselva ble gjort til gjenstand for en omfattende undersøkelse i 1959 (Norsk institutt for vannforskning 1961). Siden den gang kan man gå ut fra at forholdene ikke har endret seg vesentlig. Målsettingen for den biologiske del av undersøkelsen var å gi en beskrivelse av organismesamfunnene som kunne muliggjøre både en belysning av forurensningssituasjonen og en sammenlikning med tidligere undersøkelser. I den foreliggende rapport vil bare de viktigste observasjoner og konklusjoner bli tatt med.

3.4.2.1. Plankton

Stort sett er bestandene av plankton små, men for hele elvestrekningen under ett er det et artsrikt plankton man finner. Det er mest grønnalger, dernest diatoméer (kiselalger) og blågrønnalger. De fleste ekte planktonorganismene kan spores tilbake til innsjøene i vassdraget (særlig Krøderen og Tyrifjorden), idet vannet oppholder seg for kort tid i elven til at det kan utvikles et eget elveplankton. Man finner stor variasjon i planktonets sammensetning på ulike lokaliteter. Dette er delvis et resultat av påvirkning fra sideelvene og delvis forårsaket av at områder som i en viss utstrekning er isolert fra hovedvannmassene, får utviklet et spesielt plankton. Sammenlikninger med tidligere undersøkelser av elven viser ingen påviselige forandringer i planktonets kvalitative sammensetning.

Ett trekk er fremtredende i elvens frittflytende organismsamfunn, nemlig det stadig økende innslaget av løsrevne fnokker av bakterien Sphaerotilus natans. Denne indikatoren på forurensning med organisk stoff gjør seg gjeldende allerede ovenfor Snarumselva innmunning, og fra Vestfossen ned til fjorden er denne arten mengdemessig dominerende i planktonprøvene.

Førøvrig er planktonet vanskelig å benytte som indikator på forurensningssituasjonen i ulike deler av elven på grunn av at disse organismene primært tilføres utenfra. Likevel bør det fremheves at det er en tydelig tendens til at organismer som er avhengige av oppløst eller partikulært organisk stoff, blir mer tallrike nedover i elven.

3.4.2.2. Benthos

Både kvalitativt og kvantitativt spiller de fastvokste organismene større rolle enn de planktoniske formene. Det første man kan merke seg er at i det alt vesentlige finnes de samme høyere planter og større alger i og ved elven i dag som i begynnelsen av århundret. Indirekte gir imidlertid denne delen av benthosvegetasjonen gode kriterier for bedømmelse av forurensningssituasjonen, idet man i stor utstrekning kan observere deformerte og misfargede eksempler av de enkelte artene. Dette har gyldighet for hele strekningen fra Hokksund til elveutløpet og ellers i områder nær utslipp for industriavløpsvann lenger oppe.

Begrepet mikrobenthos omfatter de organismer som enkeltvis bare kan skilles ut under mikroskopet, men som samlet kan danne iøynefallende bevoksningsformer. Disse er fremtredende i Dramselva, og bidrar vesentlig til inntrykket av forurensning som er typisk for store deler av elven. Sammensetningen av det grå, filtaktige og delvis slimete belegget er mangfoldig og variabel. Gjennomgående inngår det

både levende og døde bestanddeler, idet den opprinnelige begroingen av mikroorganismer gir feste for ulike typer av organiske og mineralske partikler. På den måten oppstår det et belegg som i sin tur gir grobunn for nye typer mikroorganismer. Foruten cellulosefibre, små sandkorn og andre partikler, finner man alger (særlig diatoméer), sopp, bakterier og encellede dyr. Helt fra Vikersund og til Dramsfjorden er det stor forekomst av organismer som er knyttet til vann med høyt innhold av organisk stoff (heterotrofe organismer), deriblant den før nevnte Sphaerotilus natans. Imidlertid er det iaktatt en viss forandring i organismesamfunnene fra øverst til nederst i elven. I den øverste delen utgjør sopp det største innslaget, mens det lengre nede er bakterier og fargeløse flagellater som dominerer. Det må tilføyes at også autotrofe organismer (for det meste alger) kvantitativt sett spiller en rolle på de fleste stedene der dette samfunnet opptrer.

For ca. 50 år siden var det større mengder av heterotrofe organismer bare nedenfor Skotselv. Siden den tiden har det inntrått en forverring i de øvre deler av elven med hensyn til påvirkning av vassdragets biologiske forhold.

Av det foregående fremgår det at de livssamfunn som finnes i Dramselva er karakteristiske for vannmasser som er tungt belastet med organiske avfallsstoffer.

3.5. Bakteriologiske forhold

3.5.1. Generelt

Det er fra alle vassdragsavsnitt samlet inn en del bakteriologiske prøver for vurdering av vannets hygieniske tilstand. Prøvene er blitt analysert for coliforme bakterier og kimtall. Selv om materialet er lite, viser resultatene likevel forhold av interesse.

Coliforme bakterier, som er knyttet til tarmkanalen hos mennesker og pattedyr, er blitt bestemt ved membranfiltermetoden. Det ble inkubert med Bacto-Endo-medium ved 35°C og avlest etter 18 - 20 timer. Resultatene er angitt som antall coliforme bakterier pr. 100 ml vannprøve.

Kimtall som representerer alle mikroorganismer som kan vokse på et spesielt substrat under de angitte betingelser, ble bestemt etter innstøpning i vannagar og inkubering ved værelsestemperatur (20°). Avlesning ble foretatt etter 3 dager.

3.5.2. Resultater og diskusjon

Middelverdier av resultatene på hver enkelt stasjon er gjengitt i tabell 11.

Hovedvannmassene i Randsfjorden og i Tyrifjorden er tilsynelatende relativt lite bakteriologisk forurenset, men bakterietallene i Tyrifjorden er noe høyere enn i Randsfjorden.

På strekningen Randselva - Storelva står mengden av de coliforme bakterier som er påvist, til en viss grad i forhold til de utslipp av urensset kloakkvann som foregår ovenfor de respektive stasjoner. Det er derfor rimelig at de påviste coliforme bakterier vesentlig stammer fra befolkningen i området.

I Randselva var det et forholdsvis jevnt bakterietall på alle stasjoner. Det var omkring 300 coliforme bakterier pr. 100 ml (og til sammenlikning kan nevnes at svenske myndigheter setter en grense på 1000 coliforme bakterier pr. 100 ml for bading). Bare ved en stasjon (st. 49, utl. Randsfjorden) ble det funnet over 1000 coliforme bakterier pr. 100 ml i en enkelt prøve. Like ovenfor denne stasjon er det imidlertid flere kloakkutslipp som ikke blir fullstendig innblandet i vannmassene.

I Storelva var innholdet av coliforme bakterier pr. 100 ml på hele strekningen ca. 1000 eller høyere, slik at dette avsnittet må anses å være betydelig forurenset også i hygienisk forstand.

Kimtallene viste de samme forhold som colitallene.

Undersøkelsen av Dramselva viste at dette elveavsnittet allerede fra Vikersund er betydelig forurenset med tarmbakterier. Ikke noe sted på denne strekning er derfor elven egnet som drikkevannskilde uten at vannet blir inngående desinfisert. De bakteriologiske verdier er sterkt vekslende, og vekslingen er for en del bestemt av årstiden, slik at bakterietallet på ettersommeren er større enn på forsommeren. I området fra Drammen by og langt ut i Drammensfjorden er tallene så høye at vannmassene må klassifiseres som sterkt belastet med kloakkvann.

Ved vurdering av vannkvalitet for bading er det ikke nok å betrakte den hygieniske side av saken. Selv om helsemyndighetene finner at bading kan tillates, kan det være estetiske momenter som stiller seg hindrende i veien. I det nedre avsnitt fra Hokksund og ut i fjorden er elven på grunn av begroing lite egnet for bading.

Tabell 11. Middelverdier for bakteriologiske analyseresultater

St.	Coli pr. 100 ml	Kimtall	Prøvetakingsdato
79	690	1215	21/6 1963
81	320	1190	"
89	315	1950	"
92	320	1155	"
96	325	1610	"
99	1000	2400	"
101	ca. 1200	3350	"
105	1050	2900	"
112	920	5200	"
131	391		gjennomsnittet fra datoene: 1- 4/6 1959, 31/8 1959, 1-3/9 1959
138 A	175		"
142 A	220		"
149	406		"
155	348		"
156	201		"
157 A	2687		"
161 A	4020		"
163	502		"

3.6. Sammenfattende diskusjon

Drammensvassdraget er Norges nest største vassdrag og drenerer et område på 17 096 km² hvorav nedbørfeltene til sidevassdragene Begna og Hallingdalselva tilsammen utgjør 10 138 km² eller ca. 59%. Langt nede i vassdragene ligger de store og dype innsjøene Randsfjorden, Sperillen, Tyrifjorden og Krøderen hvor vannmassene har en lang teoretisk oppholdstid og innsjøen må derfor være av stor betydning som utjevningssjø både når det gjelder de kjemiske forhold og vassdragenes eventuelle forurensningstilstand.

Feltets geologiske sammensetning er varierende. Nord-vest for søndre del av Randsfjorden, Randselva, Storelva, Tyrifjorden og Dramselva består berggrunnen for det meste av grunnfjell og sterkt omdannede sedimentbergarter - bergarter som alle er meget motstandsdyktige både mot fysisk og kjemisk forvitring. Dreneringsvannet i disse områder er derfor som regel bløtt og saltfattig. Sørøst for det nevnte vassdragsavsnitt er lite omdannet og ofte kalkholdig kambro-silur bergarter mest dominerende. Avrenningsvannet fra disse områder er relativt elektrolytttrikt.

De viktigste faktorer angående nedbørfeltets utnyttelse, bosetningsforhold og industri er gjengitt i tabellene 12 og 13 og figur 7.

Tabell 12. Drammensvassdragets nedbørfelt. Utnyttelse, bosetningsforhold og industri

	Nedb. felt km ²	Skog km ²	Myr km ²	Jordbruk km ²	Antall personer	Antall fosforekv. for husdyr	Antall industriekv.
Randsfjorden nedb.f.	3663	1707	313	205	35300	482000	1650
Begnas "	4875	1416	178	145	23000	227000	124000
Tyrifjordens "	9808	3926	544	454	84200	1008000	169000
Hallingdalselvas nedb.f.	5263	1043	184	116	20800	197000	47000
Dramselvas "	17096	6016	832	725	179000	1320000	2270000

Tabell 13. Drammensvassdragets nedbørfelt. Arealer utregnet i prosent av nedbørfeltene. Personer, husdyr- fosforekvivalenter og industri- ekvivalenter pr. km²

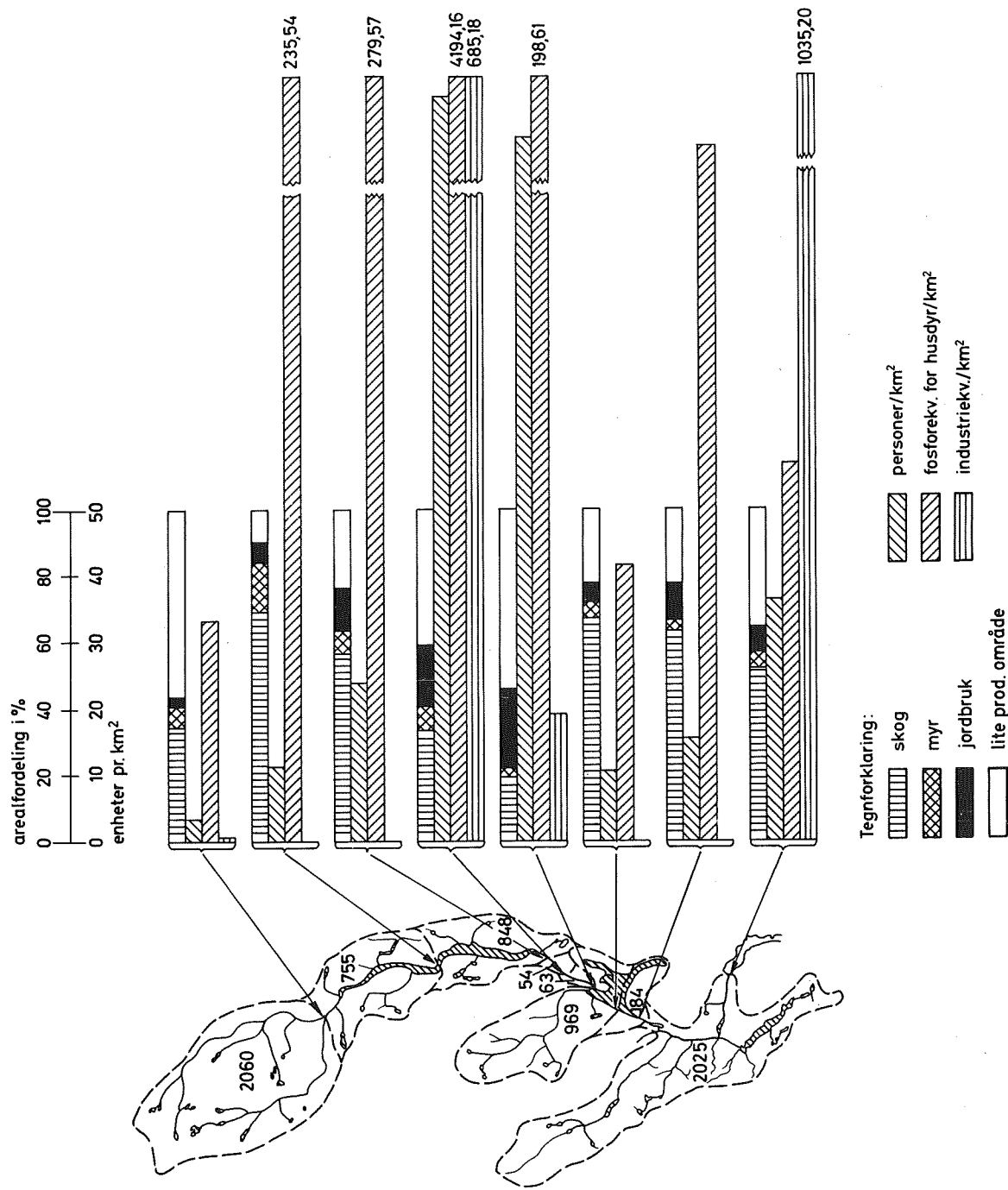
Felt	Skog	Myr	Jordbruk	Personer	Husdyr fosforekv.	Industri ekv.
Randsfjordens nedb.f.	46,6	8,5	5,6	9,6	132	0,5
Begnas "	29,0	3,7	3,0	4,7	47	25,4
Tyrifjordens "	40,0	5,5	4,6	8,6	103	17,2
Hallingdalselvas nedb.f.	20,0	3,5	2,2	4,0	37	0,9
Dramselvas nedb.f.	35,2	4,9	4,3	10,5	77	133

Den prosentvise andel skog og dyrket mark er lav i Begnavassdragets og Hallingdalselvas nedbørfelt i forhold til i den resterende del av feltet. Disse faktorer gjør seg forøvrig mest gjeldende i Randsfjordens og Randselvas samlede nedbørfelt (se fig.7). Husdyrholdet følger stort sett samme fordelingsmønster som jordbruksarealene. Her er å bemerke at de viktigste jordbruksfelter overalt er konsentrert rundt vassdragene og da særlig hovedvassdragene, noe som har stor betydning for en eventuell avrenning av gjødselstoffer. Hvilken betydning jordbruket og husdyrholdet har som vannforurensende faktor er vanskelig å ha noen formening om (rapport I Del 1), men i relasjon til arealutnyttelsen langs Drammensvassdraget burde den sydlige del av Randsfjorden og Randselva være mest utsatt for denne type forurensningsbelastning.

Befolkningstettheten er størst langs hovedvassdraget fra og med de søndre deler av Randsfjorden - Randselva - Hønefossområdet - Storelva og langs Dramselva hvor det er flere store tettbebyggelser. I alle disse vassdragsavsnitt er det en rekke større og mindre utslipp av kloakkvann. I nedbørfeltene til Begna og Hallingdalselva er befolkningstettheten størst langt nord i dalførene, men befolkningstettheten er mindre i disse elvers totale nedbørfelter enn i den resterende del av Drammensvassdragets nedbørfelt.

I Hønefossområdet og langs Dramselva ligger det en rekke treforedlingsbedrifter med tremasse, papir og cellulose som viktigste produksjon. Avløpsvannet fra disse bedrifter er sterkt belastet med organisk stoff. Med hensyn til vassdragets belastning med organiske stoff er avløpsvannet fra treforedlingsbedriftene i området av langt større betydning enn det som tilføres via kloakkvannet. Av andre bedrifter som bruker vassdraget som resipient kan nevnes meierier, halmlutningsanlegg, bedrifter innen næringsmiddelbransjen og innen den metallforarbeidende industri.

Fig.7 Drammensvassdragets nedbørfelt
 Arealutnyttelse, bosebningsforhold og industri



Observasjonsmaterialet viser at vannets elektrolyttinnhold øker nedover i vassdraget. Dette har sammenheng med variasjoner i de geologiske forhold. Ved samløpet med de store bielvene Begna og Hallingdalselva som har noe lavere elektrolyttinnhold, avtar hovedvassdragets elektrolyttinnhold for så igjen gradvis å øke videre nedover. På grunn av de store innsjøene de forskjellige vassdragsgrener passerer, er det rimelig å anta at den kjemiske vannkvalitet i hovedvassdraget (Randsfjorden - Drammensfjorden) opprinnelig var relativt stabil gjennom hele året, men det er mulig de forskjellige forurensningskilder har forandret dette forhold.

Den store organiske belastning som ble registrert i Storelva og Dramselva kan tilbakeføres til utslippene av avløpsvann fra treforedlingsbedrifter. Den organiske belastning preger også vassdragets biologiske forhold. I Storelva og i Dramselva fra Vikersund og ned er det til sine tider masseforekomst av heterotrofe organismer, deriblant bakterien Sphaerotilus natans, som er knyttet til vann med stor organisk belastning. Avløpsvannet fra treforedlingsbedriftene er uten tvil den primære årsak til disse spesielle biologiske forhold. Ut fra det foreliggende kjemiske analysemateriale er det vanskelig å vurdere hvilken betydning tilførselene av kloakkvann og avrenningsvann fra jordbruket har for kjemiske og biologiske forhold i vassdraget. De bakteriologiske undersøkelser har imidlertid vist at både Randselva - Storelva og Dramselva er betydelig forurensset med tarmbakterier. Det er rimelig å anta at plantenæringsstoffer som tilføres vassdraget via kloakkvannsavløp og avrenningsvann fra jordbruket m.m. bidrar til å fremme utviklingen av de spesielle organismesamfunn som knytter seg til vassdragsavsnittene. For Storelvas vedkommende synes det som om forurensningene ikke har ført til forgiftning av fiskebestanden, men utøvelsen av fisket er uheldig influert. I Dramselva er det fra tid til annen blitt meldt om fiske-død rent lokalt, dessuten har laksefisket gått tilbake sannsynligvis p.g.a. forurensningenes innvirkning på gyteforholdene. I denne sammenheng kan nevnes at vannet i Otra som også er sterkt belastet med avløpsvann fra treforedlingsbedrifter, har en kvalitet som virker dødelig på fisk. Mens Dramselva har en naturlig pH på ca. 7,0, er pH i Otra ca. 5,8. Verdiene for spesifikk elektrolytisk ledningsevne i de to elver er henholdsvis 30 og 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Det er mulig forskjellen i vannets opprinnelig vannkvalitet er avgjørende i denne sammenheng. Dette er muligens også årsaken til at soppen Fusarium aqueductuum er nærmest enerådende i Otra, mens trådbakterien Sphaerotilus natans er fremherskende i Dramselva.