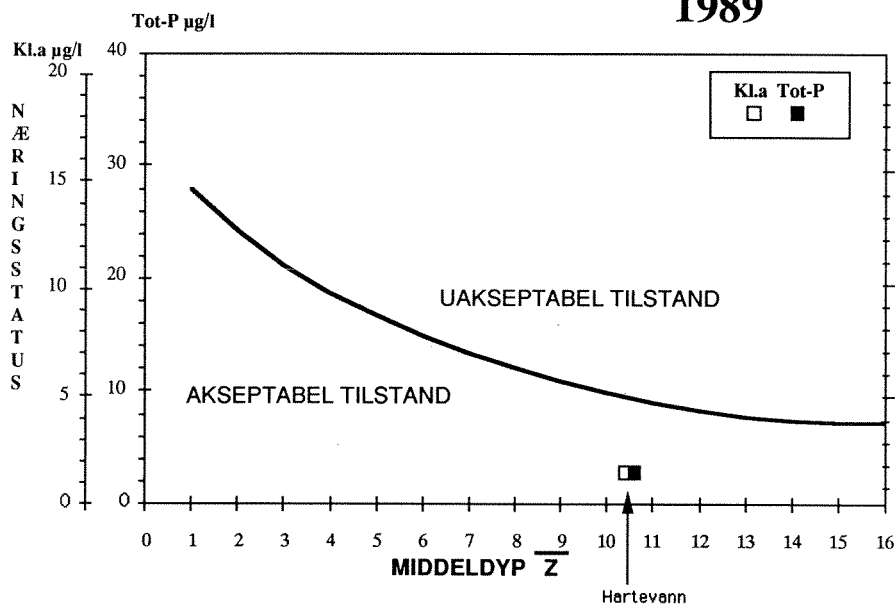




O-90010

Nåværende og akseptabel belastning av **Hartevann** ved **Hovden i Setesdal**

1989



N
Æ
R
I
N
G
S
S
T
A
T
U
S

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: O-90010
Undernummer:
Løpenummer: 2498
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn ved Hovden i Setesdal	Dato: 6.11.90
Forfatter (e): Atle Hindar Frode Kroglund Pål Brettum	Prosjektnummer: O-90010
	Faggruppe: Kommunale forurensninger
	Geografisk område: Aust-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 37

Oppdragsgiver: Bykle kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTF-nr.):
--	---------------------------------

Ekstrakt: <p>Hovden-området øverst i Setesdalen i Aust-Agder er sterkt utbygd for turismeformål. NIVA fikk i oppdrag av Bykle kommune å undersøke vannkvaliteten i Hartevatn sommeren 1989 og gi en vurdering av dagens belastning. Det skulle også gis anbefaling om akseptable grenser for belastning. Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viser klart at Hartevatn fortsatt er svært næringsfattig. Det ble ikke funnet tegn som tyder på betenkelig belastning fra Hovdenområdet eller det sparsomme jordbruket som drives i nedbørfeltet til Hartevatn. Nåværende tilførsler av fosfor <u>uten rensing ved Hovden rensesanlegg</u> ville gitt akseptable forhold i Hartevatn. Det tas forbehold om helt lokale forurensningsulemper ved utslippstedet. Bunndyrsamfunnet i Hartevatn er klart påvirket av reguleringsinngrepene.</p>
--

4 emneord, norske:

1. **Kommunale forurensninger**
2. **Fosforbelastning**
3. **Vannkvalitet**
4. **Hydrobiologi**

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:



Atle Hindar

For administrasjonen:



Kristoffer Næs

ISBN 82-577-1813-0

Tor Bokn

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
SØRLANDSAVDELINGEN
GRIMSTAD

O-90010

Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn
ved Hovden i Setesdal

Saksbehandler: Atle Hindar

Medarbeidere: Pål Brettum

Frode Kroglund

Rolf Høgberget

FORORD

Bykle kommune har i forbindelse med betydelige utbyggingsplaner for Hovdenområdet fått pålegg av Fylkesmannen i Aust-Agder om å vurdere resipientforholdene i Hartevatn.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) ble bedt om å lage et undersøkelsesprogram etter et møte mellom kommunen, Østlandskonsult A/S og NIVA den 31.05.89. I programforslag fra NIVA av 19.06.89 framgår at Østlandskonsult A/S skal framskaffe data for tilførsler av kloakk fra bebyggelsen i nedbørfeltet til Hartevatn. Slik oversikt ble mottatt i januar 1990.

Etter opplæring har Trygve Gjerden i Bykle kommune tatt vannprøver. Prøvene er sendt til analyse ved ATIK vannlaboratorium i Grimstad.

Kristiansand Elektrisitetsverk har skaffet tilveie hydrologiske data for Hartevatn. Datene er bearbeidet av NIVA.

Grimstad, mai 1990

Atle Hindar

INNHOLD:

	SIDE:
1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	5
3. MATERIALE OG METODER	5
3.1. Hartevatn og nedbørfelt	5
3.2. Prøvetaking og vannkjemi	8
3.3. Biologi	10
3.4. Tilførsler av nitrogen og fosfor	11
4. RESULTATER	12
4.1. Vannkjemi	12
4.2. Planteplankton	14
4.3. Bunndyr	16
4.4. Tilførsler av nitrogen og fosfor	17
5. DISKUSJON	20
5.1. Vannkvalitet	20
5.2. Biologi	20
5.3. Belastning	21
6. REFERANSER	25
7. VEDLEGG	26
7.1. Primærdata	26
7.2. Kloakktilførsler (Østlandskonsult)	29

1. SAMMENDRAG

Hovden-området øverst i Setesdalen i Aust-Agder er sterkt utbygd for turismeformål. Denne og planlagte utbygginger i framtida øker belastningen på terreng og vassdrag i dette fjellområdet. Fylkesmannen i Aust-Agder ønsket å få en vurdering av nåværende vannkvalitet i Hartevatn, som ligger nedstrøms Hovden. En ønsket også å få en vurdering av hvor stor denne belastningen er i forhold til det som bør kunne aksepteres.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk i oppdrag å undersøke vannkvaliteten i Hartevatn sommeren 1989 og gi en vurdering av dagens belastning. Det skulle også gis anbefaling om akseptable grenser for belastning.

Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viser klart at Hartevatn fortsatt er svært næringsfattig. Det ble ikke funnet tegn som tyder på betenkelig belastning fra Hovdenområdet eller det sparsomme jordbruket som drives i nedbørfeltet til Hartevatn.

Det er satt opp oversikter over kilder til både fosfor-og nitrogentilførsler til Hartevatn. Beregningene viser at det er de naturlige kilder som dominerer tilførslene til Hartevatn. Nåværende aktiviteter i nedbørfeltet står for 10-15 % av tilførslene av nitrogen og fosfor.

Dataene og beregningsmetoden gir grunnlag for å framholde at også nåværende tilførsler av fosfor uten rensing ved Hovden renseanlegg ville gitt akseptable forhold i Hartevatn. Det tas da forbehold om helt lokale forurensningsulemper ved utslippstedet. Det må også understrekes at resipientkapasitet i høyfjellsinnsjøer er relativt lite utforsket.

Halvparten av tilrenningen til Hartevatn pumpes ut av nedbørfeltet og over mot Vatnedalsmagasinet sør for Hartevatn. Forholdet mellom vannkvalitet og dagens belastning viser at resipientkapasiteten er opprettholdt også etter disse overføringene. Bunndyrsamfunnet i Hartevatn er imidlertid klart påvirket av reguleringen. Flere av de bunndyrgrupper som er funnet viser en negativ utvikling fra slutten på 1970-tallet og fram til idag.

2. INNLEDNING

Hovdenområdet øverst i Setesdalen i Aust-Agder er et attraktivt utfartsområde for store deler av Agder og Telemark. Økt belastning på terreng og vassdrag i området er sannsynlig pga betydelig utbygging av turistvirksomhet de siste årene og i framtida.

Øvre del av Setesdalen er sterkt preget av kraftutbygging. Overføring av vannmasser fra Hovdenområdets nedbørfelt til Vatnedalsmagasinet lenger sør øker sannsynligheten for uønsket påvirkning av vassdragene.

I forbindelse med økt kraftutbygging tidlig på 1970-tallet ble det laget en vurdering av Hartevatn som resipient for utslipp fra Hovdenområdet. Rapporten konkluderer med at Hartevatn er uegnet som resipient for kommunal kloakk og at reguleringene vil forsterke evt. skadeeffekter (Rørslett og medarb. 1978). Området omkring utløpselva ble betegnet som særlig dårlig egnet for bosetting pga lave minstevannføringer og derfor dårlige resipientforhold. Det ble derfor anbefalt å etablere et renseanlegg for dette avløpet på Hovden. Et slikt anlegg ble tatt i bruk i 1987.

Etter drøye 10 år ønsket Fylkesmannen en vurdering av Hartevatn med den belastning og de hydrologiske forhold som eksisterer. I forbindelse med den sterke økningen i turistanlegg som er planlagt, var det også ønskelig med en vurdering av akseptabel belastning av denne høyfjellsinnsjøen.

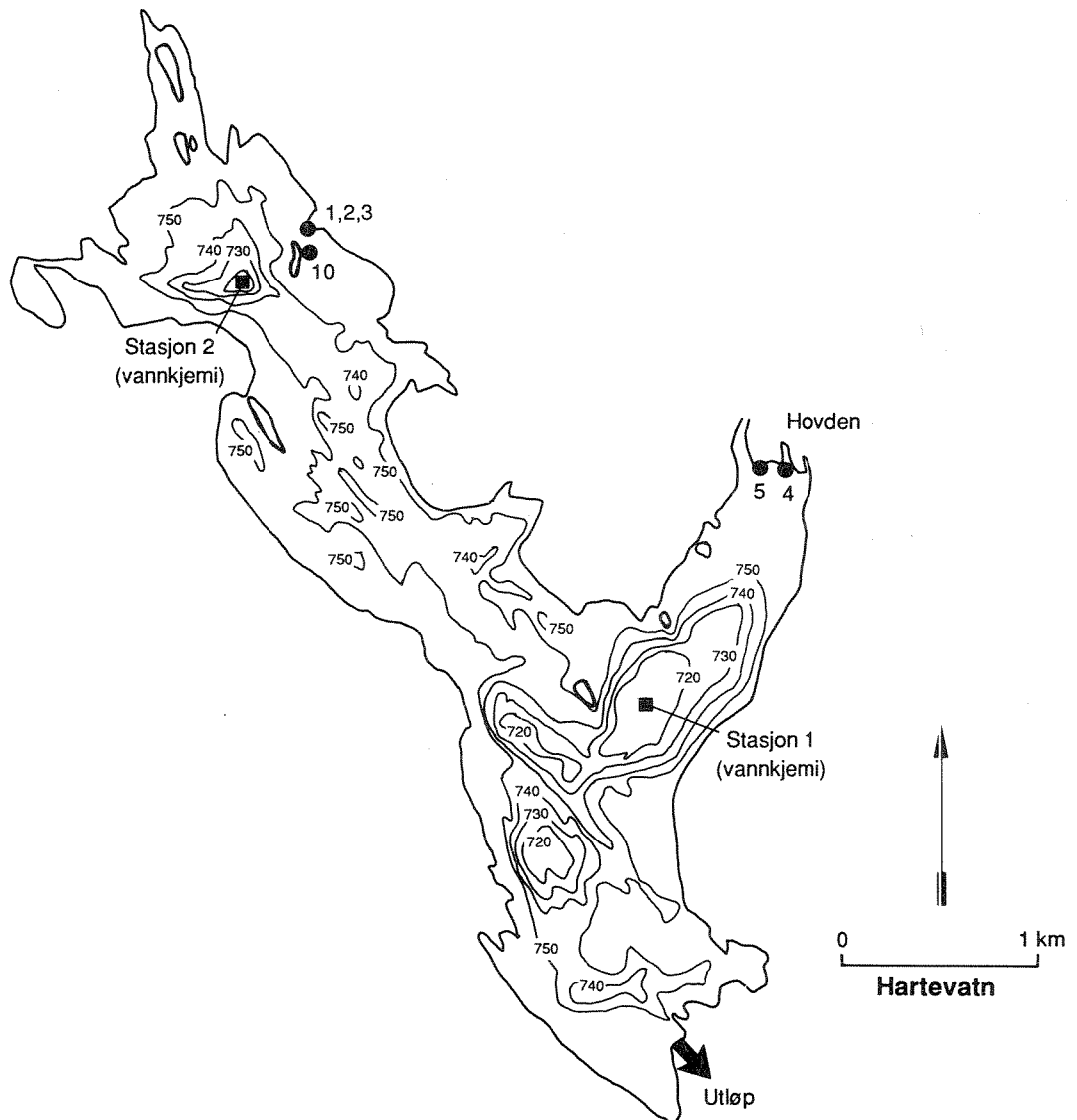
Denne rapporten omhandler vannkjemiske og biologiske forhold slik de ble funnet i Hartevatn sommeren 1989. Den gir en vurdering av belastning i forhold til dagens vannkjemiske og biologiske forhold og akseptable endringer i denne belastningen.

3. MATERIALE OG METODER

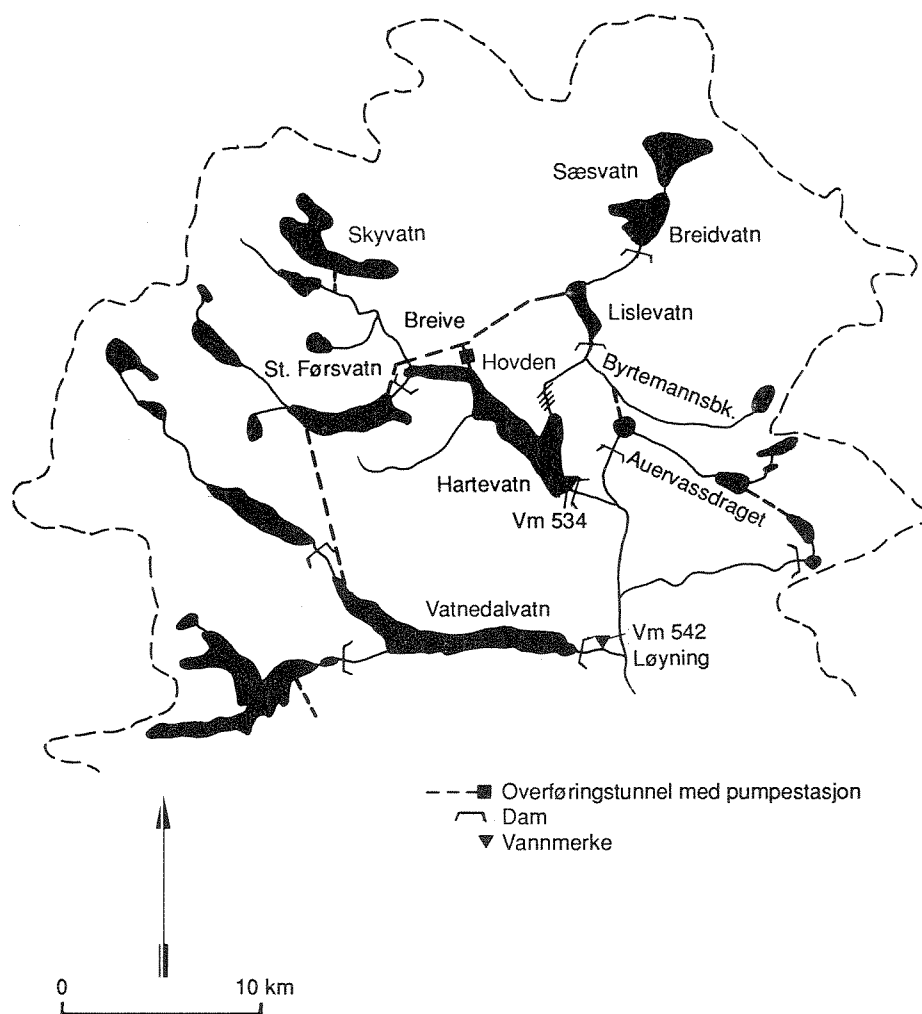
3.1. Hartevatn med nedbørfelt

Hartevatn (Figur 1) er relativt dyp i sørøstre del, har et grunt midtparti og et relativt dypt basseng i nordvestre del. I forbindelse med reguleringen er det skutt ut en kanal mellom Hartevatn og Breivevatn i nordvest. Dyp og volum varierer med manøvreringen av bassenget. Før regulering var middeldypet 10.7 meter og volumet 45.6 mill m³. Med naturlige tilløp ga det en oppholdstid på 0.08 år. Med regulering kan vannstanden varierer innenfor laveste regulerte vannstand (LRV) på 757.3 meter og høyeste regulerte vannstand (HRV) på 758.9 meter, totalt 1.6 meter. Dette har vært praksis fra tidlig på 1980-tallet. Tilløpet er sterkt redusert, slik at den teoretiske oppholdstiden er doblet.

Samtlige større tilløp til Hartevatn er berørt av vassdragsregulering (Figur 2). Sæsvatn og Breidvatn nordøst for Hovden har avløp til Lislevatn. Lislevatn og Hartevatn pumpes over til Store Førsvatn vest for Hartevatn. Store Førsvatn føres over til Vatnedalsmagasinet sør for Hartevatn. Skyvatn føres over til Hartevatns vestre tilløp. Auervassåa med småvann i øst føres over til Byrtemannsbekken øst for Hartevatn. Byrtemannsbekken har naturlig avløp til Hartevatn.



Figur 1. Dybdekart over Hartevatn. Stasjon 1 og 2 for vannkjemisk prøvetaking er inntegnet. Prøvetakingssteder for bunndyr er også markert.



Figur 2. Nedbørfeltet til Hartevatn med reguleringer, overføringstunneler og pumpestasjon.

Følgende minstevannføringer (m^3/s) gjelder i området:

	sommer	vinter
Lislevatn, utløp	2	1
Otra etter Byrtemannsbekk	4	1
Hartevatn, utløp	2	0.5

Middelvannføring i utløpet av Hartevatn er oppgitt til $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Manøvreringen av Hartevatn skjer etter hydrologiske forhold og økonomiske betraktninger. Vårflommen fram til juli pumpes over i Store Førsvatn med maksimal pumpekapasitet på $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved vannstandsøkning til over kote 759.06 meter går resten av vannføringen i overløp ut av Hartevatn. Damkronen ligger noe høyere enn HRV.

Vannstanden om sommeren holdes mest mulig konstant av hensyn til turismen i området. Hvis det er fare for at nedre regulerte vannstand skal underskrides eller at minstevannføringen ikke kan holdes, slippes det vann fra Store Førsvatn og ned i Hartevatn. Vanntilførslele om høsten samles opp innenfor reguleringsmagasinet og pumpes til Store Førsvatn.

Vintervannstanden holdes relativt konstant omlag 0.5 meter under HRV.

I 1989 var det et relativt stort flomtap over utløpet fordi kraftprisene var lave. I perioden 12. juni - 11. september 1989 ble det ikke pumpet vann fra Hartevatn og over til Store Førsvatn. Det var ikke lønnsomt å pumpe vann over mot Vatnedalsmagasinet. Vannstanden ble da tilsvarende høy i Hartevatn i denne perioden (Figur 3).

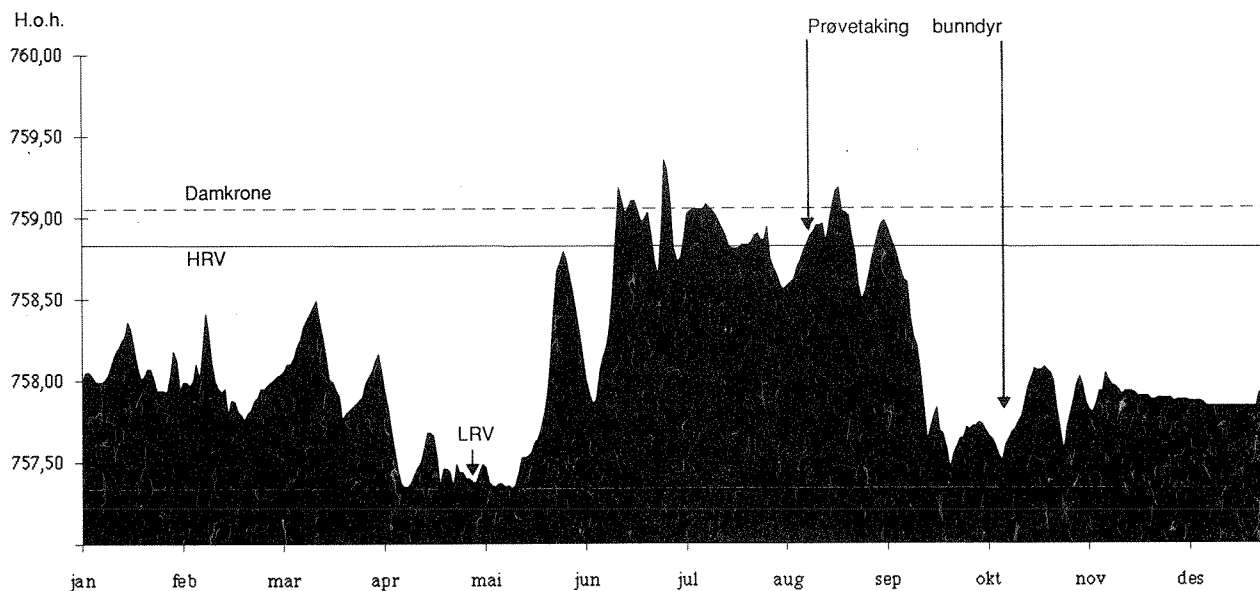
3.2. Prøvetaking og vannkjemi

Vannprøver ble tatt som blandprøver fra ulike dyp gjennom sommeren 1989. Prøver er tatt ialt sju ganger på to stasjoner i innsjøen. Stasjonsplassering er vist i Figur 1.

Dypene som blandprøvene ble tatt ut fra varierte for de ulike prøvetakingstidspunktene, se Tabell 1. Ved første prøvetaking i juni var blandprøven fra dyp ned til 9 meter. Fra juli til oktober var prøven fra dyp ned til 20-25 meter.

Tabell 1. Blandprøvesammensetning for vannkjemiske og biologiske prøver fra Hartevatn i 1989.

Dato	Stasjon 1	Stasjon 2
12.06.89	1+3+6+9	1+3+6+9
27.06.89	1+5+10+15	1+5+10+15
18.07.89	1+6+13+25	1+6+13+25
09.08.89	1+5+10+15+20	1+5+10+15+20
28.08.89	1+7+14+20	1+7+14+20
27.09.89	1+7+14+21	1+7+14+21
11.10.89	1+7+14+21	1+7+14+21



Figur 3. Vannstandsvariasjoner i Hartevatn i 1989 (data fra I/S Øvre Otra).

Vannprøvene ble analysert på følgende parametre:

- St. 1: pH, alkalitet, total fosfor, total nitrogen, nitrat, organisk stoff (permanganatforbruk) og klorofyll a.
 St. 2: Total fosfor, total nitrogen, nitrat, organisk stoff (permanganatforbruk) og klorofyll a.

3.3. Biologi

Kvantitative planteplanktonprøver ble samlet inn på sju tidspunkt i vekstsesongen i 1989. Prøvene ble tatt i det østre basseng. De ble tatt ut fra den samme blandprøveserien som de vannkjemiske prøvene.

Når vann fra dyp under den produktive sonen også tas med i blandprøven, vil dette vannet virke fortynnende på blandprøven pga lite alger. Dette gjør seg sterkest gjeldende i perioder med sjiktning av vannmassene. I sirkulasjonsperioder vil planktonet være mere likt fordelt vertikalt og fortynningen blir derfor mindre.

Blandprøvene fra Hartevatn i 1989 har gjennomgående mindre algevolum enn de ville hatt uten fortykning. Maksimalt avvik kan anslås til 30-40 % lavere algevolum den 18.07. og 09.08.

Bunndyrprøver ble innsamlet fra fem strandsonelokaliteter (Figur 1) i august og oktober. På grunn av vannstandsvariasjon, se Figur 3, er det ikke samsvar med hensyn til bunnssubstrat i august og oktober.

Lokalitet 1: UTM LM 051 036. Lokaliteten var plassert på sørøstre side av en liten parkeringsplass, i en liten vik. Det rant en liten bekk inn i viken. Prøvetakingen ble gjort på samme sted som lokalitet 2, men nærmere land. Bunnssubstratet var dominert av vegetasjon (gress) og gammelt plantemateriale. Det ble ikke tatt prøver i oktober på grunn av lav vannstand.

Lokalitet 2: Samme UTM som lokalitet 1. Bunnssubstratet var dominert av fin sand. I oktober var vannstanden 1 m lavere enn i august, og stasjonen måtte flyttes utover i innsjøen. Bunnssubstratet var da sand, med et 1-2 cm gyttjelag over.

Lokalitet 3: Samme UTM som lokalitet 1. Prøvetakingen ble utført på nordvestre siden av parkeringsplassen. Bunnssubstratet var grove steiner, med sand mellom steinene. Over sandlaget lå det et 1-2 cm dypt gyttjelag. Stasjonen ble ikke prøvetatt i oktober på grunn av for mye blokkstein.

Lokalitet 4: UTM MM 076 029. Lokaliteten lå på østsiden av bukta mot parkeringsplassen. Lokaliteten var dominert av vegetasjon (gress). I oktober var vannstanden lavere og bunnssubstratet var bløtt og dominert av dy.

Lokalitet 5: UTM MM 075 028. Lokaliteten var plassert i vik på vestsiden av parkeringsplassen, mot utløpet. Bunnsedimentet var sand, overdekket med et tynt lag gyttje. Noe sivvegetasjon. Stasjonen var relativt lik i august og oktober.

Dypvannsprøver ble forsøkt tatt med sedimentprøvetaker på dypene: 1, 5, 10 og 20 meter. Bunnssubstratet var på samtlige stasjoner dominert av større steiner, noe som umuliggjorde prøvetaking. Fem vellykkede prøver ble tatt på 5-7 m dyp på stasjon 10 i august. Denne stasjonen ligger rett utenfor stasjonene 1-3.

Bunndyr ble innsamlet med den såkalte "sparkemetoden". Det ble lagt vekt på å finne stasjoner med relativt likt bunnssubstrat. Dyrene ble fanget ved å hvirvle opp bunnssubstratet, samtidig som en hov ble ført over området. I august ble det i tillegg tatt 5 kvantitative bunnprøver på 5-7 m dyp utenfor stasjon 1-3 med en Raddumhenter (d=77mm).

3.4. Tilførsler av nitrogen og fosfor

Tilførsler av nitrogen og fosfor fra kloakk er beregnet. Rapport fra Østlandskonsult for beregning av kloakktilførsler er vedlagt.

Tilførsler fra jordbruk er beregnet etter opplysninger gitt fra hvert enkelt gårdsbruk i nedbørfeltet til Hartevatn. Produserte naturgjødsmengder er beregnet etter Aspmo (1986). Brukte mengder fosfor og nitrogen i kunstgjødsel er beregnet etter opplysninger om mengde og type gjødsel.

Avrenning fra jordbruksarealene er beregnet etter koeffisienter gitt av Åstebøl og Vagstad (1989). Avrenningskoeffisientene gjelder for indre områder av Aust-Agder.

4. RESULTATER

4.1. Vannkjemi

Alle vannkjemiske data er vist i vedlegg bak i rapporten. Hartevatn er svakt surt. pH-resultatene for stasjon 1 viste verdier mellom 6.18 og 6.46. Alkaliteten var 0.02 mekv/L i middel.

Fosfor og nitrogen

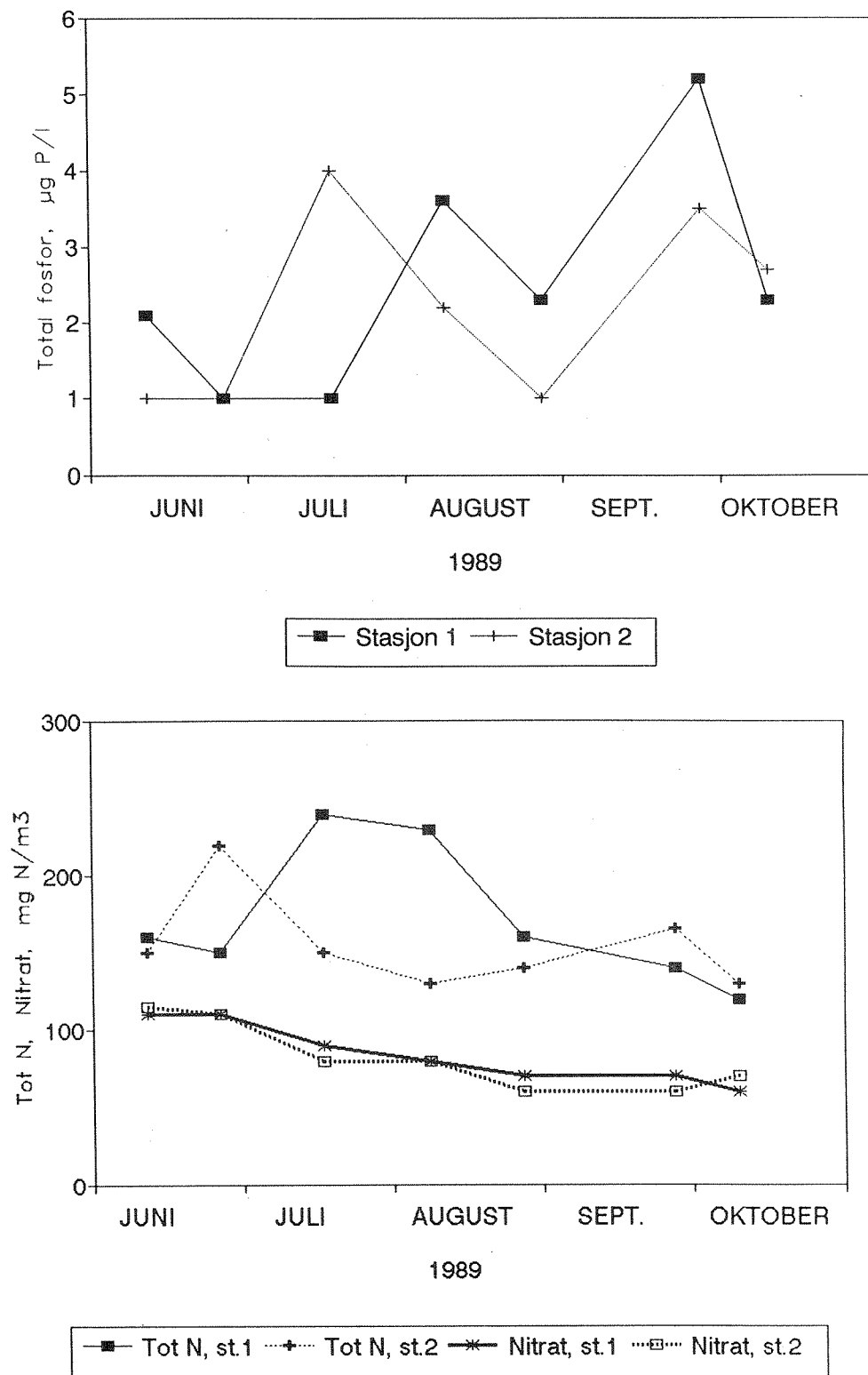
Figur 4 viser variasjonen i fosfor og nitrogen i blandprøver fra stasjon 1 og 2 i Hartevatn i 1989.

Med unntak av prøvetakingen i juli, var konsentrasjonen av fosfor gjennomgående mindre på stasjon 2 enn på stasjon 1. Det henger trolig sammen med større belastning av den sørøstre delen av Hartevatn enn av bassenget i nordvest. Høyeste målte konsentrasjon var $5.2 \mu\text{g P/L}$ (stasjon 1 i september). 5 av 14 analyser viste mindre enn $2.0 \mu\text{g P/L}$.

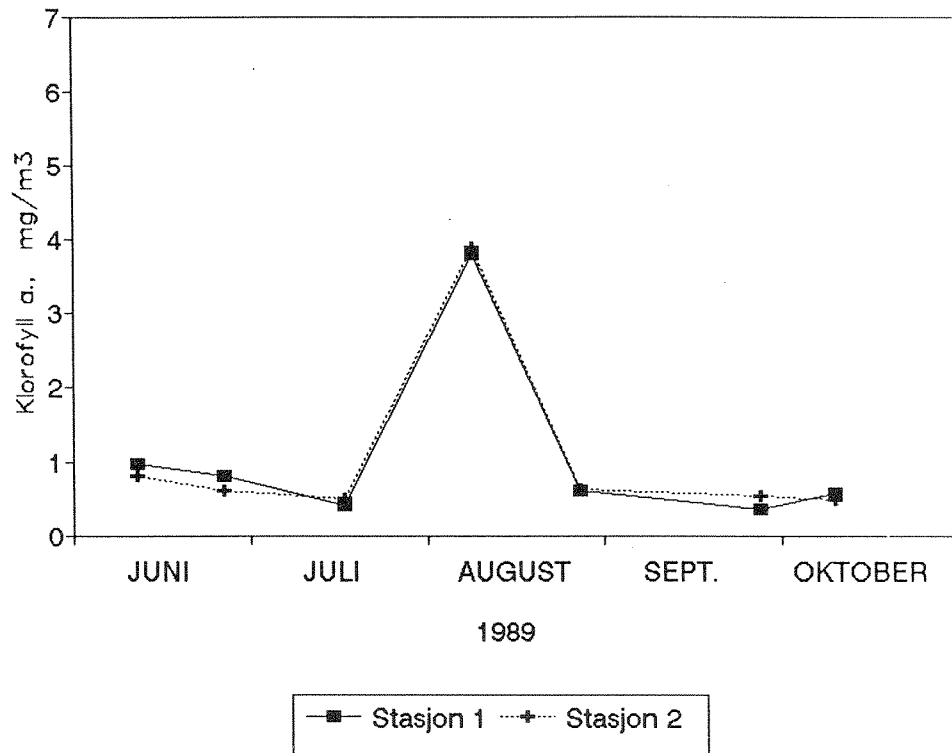
Konsentrasjonene av nitrat avtok fra noe over $100 \mu\text{g N/L}$ i juni til $60-70 \mu\text{g N/L}$ i oktober. Tendensen for total nitrogen var den samme, men det var en topp på stasjon 1 i juli og august. På dette tidspunktet var konsentrasjonen av total nitrogen markert større på stasjon 1 enn på stasjon 2.

Klorofyll

Konsentrasjonene av klorofyll var ekstremt lave på begge stasjoner, om en ser bort fra målingen i juli (Figur 5). Konsentrasjoner på $0.5-1.0 \mu\text{g chl.a/L}$ gjennom hele vekstsesongen tyder på at det er svært lite tilgjengelig næring i vannet. Relativt høye konsentrasjoner i august gjenspeiles ikke i andre analyser og er derfor ikke mulig å forklare.



Figur 4. Total fosfor, total nitrogen og nitrat i blandprøver fra Hartevatn i 1989.



Figur 5. Klorofyll a i Hartevatn på stasjon 1 og 2 i 1989.

Organisk stoff

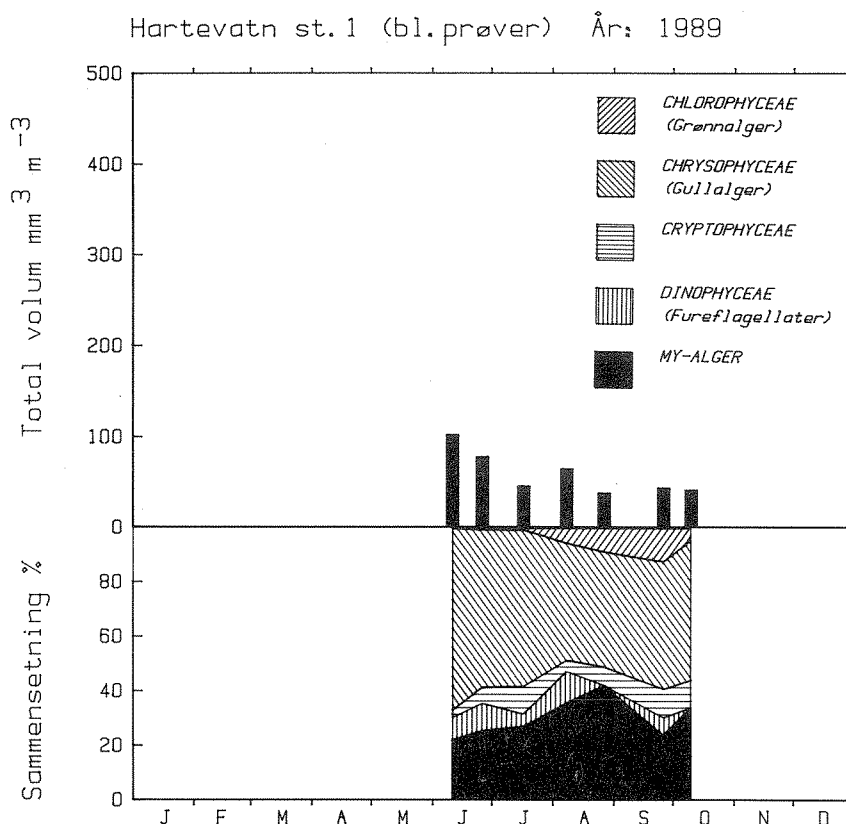
Organisk stoff, målt som forbruk av permanganat, viste gjennomgående svært lave konsentrasjoner. 4 av 14 analyser viste mindre forbruk enn deteksjonsgrensen for analysemetoden (1.0 mg O/L). Høy konsentrasjon på stasjon 2 i juli (4.84 mg O/L) kan ikke forklares ved hjelp av andre parametre.

4.2. Planteplankton

Totalvolum av planteplankton i august i 1989 var noe lavere enn på tilsvarende tidspunkt i 1980, 1981 og 1982. Med samme blandprøveuttak i 1989 som tidlig på 1980-tallet ville volumet i 1989 trolig ligget noe over de tidligere prøvene. Analyse-resultatene for alle disse årene viser imidlertid at det var svært lite planteplankton i vannmassene. I 1989 ser det ut til at totalt algevolum ikke var over $150 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, også om en tar fortykning av blandprøven med i beregningen (Figur 6).

Gruppen Chrysophyceae (gullalger) og μ -alger var de viktigste gruppene (Figur 6). μ -alger er små kuleformede, ikke nærmere identifiserte former med diameter 2-4 μm . Resultatene viser at Hartevatn må betegnes som et ultra-oligotroft vann, dvs. at det er svært næringsfattig.

Det ble i prøvene i 1989 ikke identifisert noen planteplanktonarter som en vanligvis regner som forurensningsindikatorer. De fleste artene er regnet som typiske arter for ultraoligotrofe og oligotrofe vannmasser. Slike vannmasser er kjennetegnet av å ha svært lite innhold av viktige næringsstoffer for algevekst, først og fremst fosfor.



Figur 6. Totalvolum og prosentvis sammensetning av planteplankton i blandprøver fra Hartevatn (stasjon 1) i 1989.

4.3. Bunndyr

Faunasammensetningen var svært enkel og ble dominert av få grupper. Fjærmygg og fåbørstemark var de viktigste bunndyrgruppene på samtlige stasjoner. Antallet funnet pr. m² varierte sterkt både fra august til oktober og mellom stasjonene (Tabell 2). I vegetasjonsområdene ble døgnfluene Leptophlebia spp. og Siphionurus armatus påvist, sammen med vannkalvene Platambus maculatus og Potomonectes depressus. Steinfluer, vårfluer og ertemuslinger ble kun påvist på et fåtall av stasjonene. Buksvømmere (Callicorisa producta) ble påvist inne på de grunne områdene på stasjon 5 (se Figur 1).

Ørkytngel ble observert på samtlige stasjoner, og ofte i store bestander.

Dypvannsfaunaen var dominert av fjærmygg og fåbørstemark, med tettheter mellom 220 og 1300 individer pr. m² (Tabell 3).

Tabell 2. Gjennomsnittlig antall individer av ulike faunagrupper påvist i roteprøver i Hartevatn. ST refererer til stasjonsnr. N = antall roteprøver tatt på stasjonen. EPH = døgnfluer, PLE = steinfluer, TRI = vårfluer, COL = vannkalver, COR = buksvømmere, CHI = fjærmygg, DIP = tovinger uspecifisert, OLI = fåbørstemark, NEM = rundormer, PIS = ertemuslinger og FISK = ørkyt.

AUGUST

ST	N	EPH	COL	CHI	DIP	OLI	NEM	FISK
1	1	1		329				
2	2		2.5	99		2		1
3	1			29				
4	4			175	2	8	1	
5	1							7

OKTOBER

ST	N	EPH	PLE	TRI	COL	COR	CHI	DIP	OLI	PIS	FISK
2	4			0.5			49		2.5	0.5	
4	3	0.3		0.3	0.3		9	0.3	2.0		0.3
5	3	2.3	0.7	0.3	1.7	1.0	50				1.5

Tabell 3. Antall individer pr. m² på 5-7 m dyp i Hartevatn. NR refererer til prøvenr. CHI = fjærmygg og OLI = fåbørstemark.

DYPVANNSPRØVER

NR	CHI	OLI
1	650	
2	1300	650
3	217	
4	1300	217
5	435	

4.4. Tilførsler av nitrogen og fosfor

Kloakk

89 % av bebyggelsen i nedbørfeltet til Hartevatn er tilknyttet kommunalt avløpsnett til Hovden renseanlegg. Tilførsler fra kommunal kloakk er summert i Tabell 4.

Hovden renseanlegg har en renseseffekt på 95 % for fosfor og 30 % for nitrogen. Det er antatt at 10 % av totale avløpsmengder slipper ut via feilkoplinger, lekkasjer, driftsstans osv. Flere års systematisk utbedring av ledningsnett og forholdsvis god drift gir et så lavt tall for tap (Bergh-Christensen 1990).

Tabell 4. Tilførsler fra kommunal kloakk i kg/år (etter Bergh-Christensen 1990).

Kilde	Fosfor	Nitrogen
Hovden renseanlegg	17	1650
Antatte lekkasjer	65	310
Ikke tilkople	78	370
SUM utslipp	160	2330

Jordbruk

Tilførsler av fosfor og nitrogen fra jordbruket skjer dels som tap av naturgjødsel og kunstgjødsel fra jordbruksarealer og dels som tap fra siloanlegg og gjødsellagre.

Det er registrert ialt 59 sau, 28 kuer og 20 gris i området. Produksjonen av naturgjødsel fra disse besetningene er beregnet til 610 kg fosfor/år og 3500 kg nitrogen/år.

Brukte mengder kunstgjødsel tilsvarer 1150 kg fosfor/år og 5050 kg nitrogen/år.

Registrert beiteareal er 49 da og dyrkingsarealet er 455 da. Totalt jordbruksareal er da omkring 0.5 km². Hvis avrenningen fra jordbruksareal settes til 1.7 kg N/da (eng) og 0.06 kg P/da (eng), blir avrenningen fra jordbruksarealene i nedbørfeltet til Hartevatn 30 kg fosfor/år og 850 kg nitrogen/år.

Avrenningen fra jordbruksarealene utgjør etter dette 1.7 % av naturgjødsel+kunstgjødsel for fosfor og 9.9 % for nitrogen. Landsgjennomsnittet for dette forholdet er beregnet til hhv. 1.7 og 14 % (Hindar 1990).

Lekkasjen fra silo og gjødsellagre er som regel lav (10-20 %) i forhold til avrenning fra jordbruksarealer. Det er vanskelig å ha noen klar formening om hva tilførslene fra de få silo- og gjødsellagre er ved Hartevatn. Totale tilførsler fra jordbruket på 35 kg fosfor/år og 1000 kg nitrogen/år er sannsynlig.

Nedbør

Nitrogen tilføres også fra nedbør. Om nedbøren er forurenset kan dette øke nitrogednedfallet betydelig (SFT, diverse årsrapporter) og tilførslene til vassdragene kan stedvis være dominert av nedbør-nitrogen (Hindar et al. 1989, Hindar 1990).

Fosfor i nedbør antas å være knyttet til partikler. Fosfor i nedbør registreres ikke på norske overvåkingsstasjoner, men antas å være ubetydelig i Hartevatnsområdet.

Nedfall av nitrogen i form av ammonium og nitrat ved overvåkingsstasjonen i Vatnedalen er vist i Figur 7. Variasjonen fra år til år er stor. Middelfallet (våtavsetning) for perioden 1975-1988 er 330 mg N/m². Det er det samme som 0.33 kg N/da. Dette tallet er relativt lavt og viser at nedbøren i området er lite påvirket av forurensninger. Tilsvarende tall for kystområdet i Agder er 2.0 kg N/da.

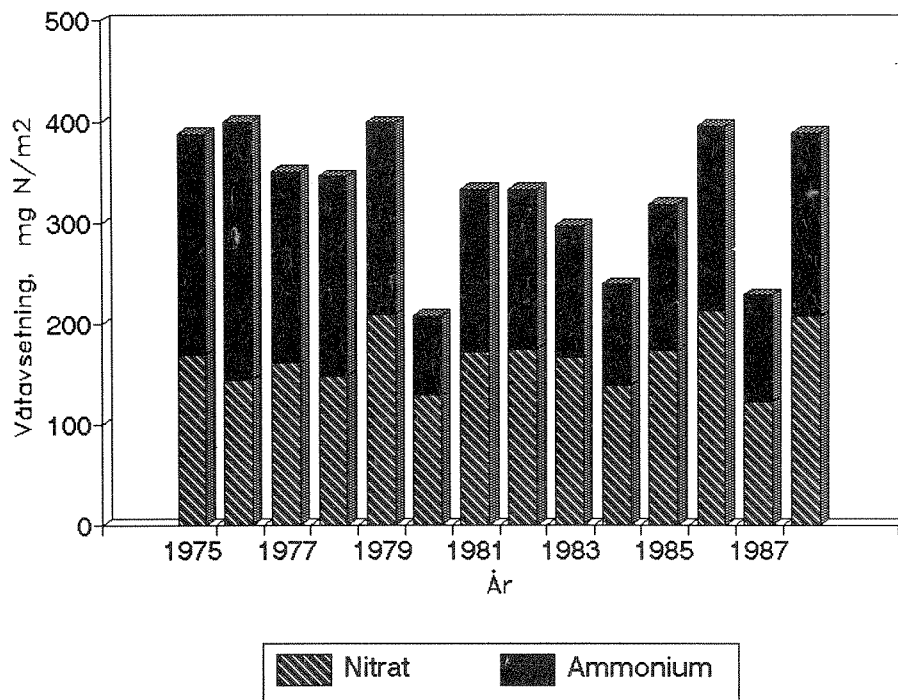
Nedfall direkte på innsjøoverflater i nedbørfeltet blir omkring 8000 kg N/år. Mesteparten av dette ledes imidlertid ut av feltet og når aldri ned i Hartevatn. Hartevatn-Breivevatn alene mottar 1800 kg N/år. Dette tallet brukes videre i beregningene, men er et minimumstall for nedbørtilførslene.

Naturlig avrenning

Årlig avrenning fra fjellområdene ved Hartevatn er satt til 6 kg fosfor/km² og 110 kg N/km². Om vi betrakter hele nedbørfeltet til Hartevatn og forutsetter at halvparten av denne avrenningen pumpes ut av feltet, blir naturlig tilførsel til Hartevatn 1350 kg fosfor/år og 25000 kg nitrogen/år. Det antas at disse tallene vil variere sterkt fra år til år, avhengig av manøvreringen av innsjømagasinene.

Samlede tilførsler

De totale tilførsler til Hartevatn er satt opp i Tabell 5.



Figur 7. Våtavsætning av nitrat og ammonium i Vatnedalen i perioden 1975-1988 (SFT 1989).

Tabell 5. Tilførsler av nitrogen og fosfor til Hartevatn i 1989. Alle tall i kilo pr. år.

Kilde:	Fosfor	Nitrogen
Kloakk	160	2330
Jordbruk	35	1000
Nedbør	0	1800
Naturlig avrenning	1350	25000
TOTALT	1545	30130

Selvom det er relativt stor usikkerhet i enkelte av disse tallene, viser forholdet mellom dem at det er de naturlige kilder som dominerer tilførslene til Hartevatn. 14 % av fosfortilførslene skyldes kloakk og jordbruk, hvorav kloakk er den langt største kilden. For nitrogen kommer 11 % av tilførslene fra kloakk og jordbruk. Her utgjør også kloakk den største kilden av disse.

5. DISKUSJON

5.1. Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Hartevatn i 1989 viser at vannet var næringsfattig. Konsentrasjoner av både nitrat, total nitrogen, total fosfor, organisk stoff og klorofyll var svært lave. Det antas at sammensetningen av blandprøvene ikke har hatt vesentlig betydning for den vannkvalitet som er målt. Skarpe vertikale gradienter er ikke sannsynlige.

Høyest målte konsentrasjon av total fosfor var $5.2 \mu\text{g P/L}$. Med en middelkonsentrasjon for de sju målingene pr. stasjon på 2.2 og $2.5 \mu\text{g P/L}$, er det svært god margin til det som kan være kritiske konsentrasjoner for denne innsjøen. Ifølge Berge (1987), vil kritisk fosforkonsentrasjon for norske innsjøer med tilsvarende middeldyp som Hartevatn være i området $8-12 \mu\text{g P/L}$.

Klorofyllkonsentrasjonene var under $1.0 \mu\text{g chl.a/L}$ for alle observasjoner bortsett fra den 8. august 1989. Da var konsentrasjonen på begge stasjoner nærmere $4 \mu\text{g chl.a/L}$. Årsaken til de høye konsentrasjonene er ukjent. Det ble ikke påvist tilsvarende høye konsentrasjoner av planteplankton. Middelkonsentrasjonene for 1989 er imidlertid så lave at vannkvaliteten må karakteriseres som svært næringsfattig.

Det er ikke funnet tegn til betenkelig vannkvalitet i Hartevatn.

5.2. Biologi

Hartevatn har svært lave konsentrasjoner av planteplankton. Om en tar hensyn til fortykningseffekter ved tillaging av blandprøve, har konsentrasjonen ikke vært over $150 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Slike konsentrasjoner er vanlige i høyfjellsjøer som ikke er påvirket av forurensning. Innsjøen kan klassifiseres som ultraoligotrof på dette grunnlag.

Hartevatn hadde et næringsfattig bunndyrsamfunn, sterkt dominert av fjærmygg og fåbørstemark. Det var tilfellet både i strandkanten og på dypere vann. Døgn-, stein- og vårfluefaunaen var lite utviklet, tross egnede substrattyper. Ved bunndyrundersøkelser i 1977 (Rørslett et. al. 1978) ble samtlige grupper påvist i strandsonen i 1989 funnet, men antall individer var lavere i 1989 for grupper som døgn- og vårfluer. Endringene i bunndyrsamfunnet i Hartevatn tyder på en negativ utvikling.

Ulike årsaker kan tenkes å forklare den observerte endringen. Vannstandsvariasjonene i Hartevatn, f.eks. slik som observert i 1989 (Figur 3) er ugunstige for bunndyrfaunaen. Lav vannstand om vinteren medfører nedfrysing av egg. Isskuring på vårparten ødelegger bunns substratet og oppvekstområdene for bunndyr. Fluktuerende vannstand gjennom sommeren medfører økt bortvasking av sand og jord (erosjonskader). Det ødelegger grunnlaget for planteproduksjon. Summen av regulerings-effekter medfører negative virkninger på bunndyrfaunaen. Det resulterer i redusert artsantall og bunndyrproduksjon.

Transport av bunnsediment fra strandkanten mot dypere vann vil gi en "falsk" næringsanriking på dypere vann, og favorisere mudderlevende bunndyr. I denne bunndyrgruppen finnes fjærmygg og fåbørstemark. Den faunasammensetningen som ble påvist i 1977 og 1989 er typisk for bunndyrfaunaen i regulerte vassdrag (Brittain og Nielsen 1984, 1987, Nielsen og Brittain 1986) og kan ikke tilskrives endringer i næringsalttilførsel og økt planteplanktonproduksjon.

Det ble observert store bestander av ørkyt i 1989. Ørkyt beiter på samme bunndyrfauna som auren, og er derfor negativt for aureproduksjonen. Aurebestanden ble i 1977 karakterisert som overbefolket, småvokst og med lav kondisjonsfaktor. Muntlig informasjon mht aurebestanden i 1989 tyder imidlertid på redusert antall, men bedre vekst. Det anbefales at det gjennomføres et prøvefiske etter samme mønster som i 1977 for å avklare om det har vært endringer i bestandsstrukturen til auren og evt. hva årsaken til dette er.

Baetis rhodani ble ikke påvist i bekken. Denne døgnfluearten er vanlig i rennende vann, og fravær kan tyde på forsurende episoder med pH lavere enn 5.5.

5.3. Belastning

Tilførselene av fosfor og nitrogen fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet til Hartevatn er lave. Ifølge de beregninger som er gjort, stammer 15 % av fosfortilførselene og 11 % av nitrogentilførselene fra slik aktivitet.

Kontrollerte tilførsler i denne størrelsesorden kan være positivt for Hartevatn hvis en ønsker å øke produktiviteten i vannet. Økt produktivitet kan fremme fiskebestanden og på den måten gjøre vannet mer attraktivt for sportsfiske.

Om en setter tilførselene av det begrensende næringsstoffet fosfor i sammenheng med målte konsentrasjoner, kan en danne seg et bilde av hvilke grenser tilførselene bør holdes innenfor. Det er gjort mange forsøk på å lage matematiske modeller basert på slike forhold. Her skal vi holde oss til beregninger gjort av Berge (1987), som omhandler tilstanden i grunne og middels grunne innsjøer i Norge. Innsjøer med middeldyp mindre enn 15 meter er undersøkt.

I Figur 8 er Hartevatn plassert i et diagram med karakteristiske konsentrasjoner av total fosfor og klorofyll i forhold til middeldypet. Diagrammet skiller mellom innsjøer av akseptabel og uakseptabel tilstand. Hartevatn ligger klart på den akseptable siden av streken. Det er dessuten god margin opp til betenkelige tilstander.

Middelkonsentrasjoner i Hartevatn i sommerhalvåret må opp i 10 μg tot P/L og 5 μg kl.a/L for å indikere en kritisk tilstand for dette vannet. For å beregne hvor store tilførsler som kan gi disse konsentrasjonene, kan følgende likning brukes:

$$P(\text{innsjø}) = 0.63 * P(\text{inn})^{(-0.067 * T)}, \text{ der}$$

$P(\text{innsjø})$ er middelkonsentrasjonen i innsjøen

$P(\text{inn})$ er middelkonsentrasjonen i tilløpet og

T er innsjøens teoretiske oppholdstid

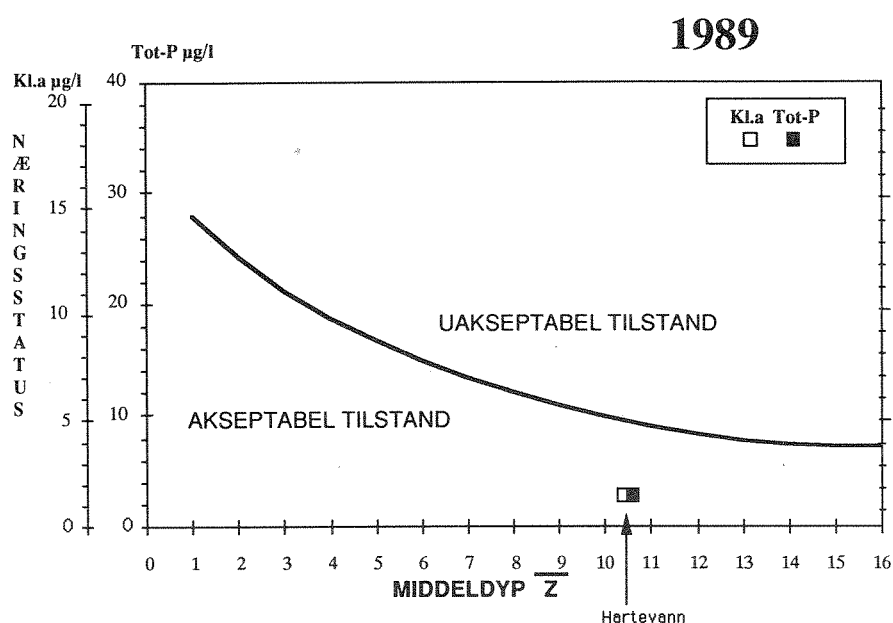
Likningen er hentet fra Berge (1987). Den beskriver hvordan fosforkonsentrasjonen i innsjøer endres når fosforkonsentrasjonen i tilløpet endres. Innsjøens teoretiske oppholdstid påvirker dette forholdet.

For at fosforkonsentrasjonen i Hartevatn skal bli 10 μg P/L, må fosforkonsentrasjonen i tilløpet være 16 μg P/L. Om en betrakter området 8-12 μg P/L i innsjøen som et kritisk konsentrasjonsområde, må fosforkonsentrasjonen i tilløpet, ifølge modellen, være 13-19 μg P/L. På dette grunnlag kan en deretter regne om til hvilken belastning som gir disse konsentrasjonene i tilløpet.

Tilløpet til Hartevatn kan settes til $290 * 10^6 \text{ m}^3$ etter regulering. Med de middelkonsentrasjoner som er gitt over vil det si at tilførsler til Hartevatn over 3800 kg fosfor/år ikke kan aksepteres. Dette er over dobbelt så store mengder fosfor som dagens totale tilførsler. Om naturlige kilder holdes utenfor tilsvare det over en ti-dobling av dagens menneskeskapte tilførsler.

Hvis Hovden renseanlegg ikke hadde vært etablert ville relativt store mengder fosfor fra kloakk bli tilført Hartevatn. Hvis vi antar at slamavskillere hadde fjernet 15 % av fosforet, ville omkring 290 kg fosfor bli ført ut, dvs. nesten 270 kg/år mer enn idag. Tallene for lekkasjer og ikke tilkoblede anlegg er holdt konstant. Dette er et langt lavere tall en Rørslett og medarbeidere (1978) beregnet for økning i transport av fosfor til Hartevatn uten rensing (2000 kg P/år). Årsaken til dette må finnes i forskjeller i tallgrunnlaget.

Rørslett og medarbeidere (1978) opererer med tall fra VIAK A/S og med referanse til Utbyggingsavdelingen i Aust-Agder og Bykle kommune. VIAK har regnet med 2308 personekvivalenter som årlig gjennomsnittsbelastning fra Hovdenområdet. Det gir en samlet belastning på 2107 kg P/år uten rensing når fosforbelastningen settes til 2.5 g P/p.e.* døgn. Med hydraulisk belastning på renseanlegget på $692.7 \text{ m}^3/\text{døgn}$ og en fosforkonsentrasjon på 0.5 g P/ m^3 i avløp fra renseanlegget, ble tilførselen fra renseanlegget til Hartevatn beregnet til 126 kg P/år. Differansen mellom renseset og urenseset avløp blir derfor omkring 2000 kg P/år.



Figur 8. Diagram (etter Berge 1987) for å finne forurensningstilstanden for grunne og middels grunne innsjøer. Plasseringen i diagrammet er bestemt av forholdet mellom midlere fosforkonsentrasjon eller midlere klorofyllkonsentrasjon i sommerhalvåret og innsjøens middeldyp. Hartevatn er plassert i diagrammet.

Den fosforbelastning fra rensenanlegget som er beregnet av Østlandskonsult og brukt her, er framkommet ved å ta utgangspunkt i tall fra driftjournalen for rensenanlegget. Med tall for totalt avløp og månedlige konsentrasjoner av fosfor inn og ut av anlegget er en kommet fram til en gjennomsnittlig belastning på Hartevatn på 17 kg P/år fra anlegget. En regner med at dette tilsvarer 95 % rensing. Total transport av fosfor til anlegget skulle derfor bli 340 kg P/år. I tillegg kommer lekkasjer og kilder som ikke er tilkopleet. Det gir en total belastning på 480 kg P/år uten rensing. Dette er bare en firedel av den totale belastningen Rørslett og medarbeidere (1978) kom fram til med bakgrunn i VIAK's beregninger.

Ifølge den modellberegningen som er brukt, ville økningen i fosfortilførsler på 270 kg/år ha (bare slamavskilling) vært godt innenfor akseptable marginer for Hartevatn. Vi ser da bort fra lokale forurensningsforhold ved utslippstedet.

Det er i disse beregningene ikke tatt hensyn til at Hartevatn ligger 750 meter over havet. Det er usikkert hvordan dette påvirker innsjøens selvrensingsevne. Det antas at lav temperatur og kort vekstsesong for alger nedsetter omsetningshastigheten for næringsstoffer. Dette kan i sin tur føre til høye algekonsentrasjoner i august fordi det vil være forholdsvis mye fosfor tilgjengelig.

Store utslipp av fosfor i turistsesongen om sommeren kan komme samtidig med liten tilrenning. Dette kan føre til høyere konsentrasjoner av fosfor i slike perioder.

Konklusjonen etter de beregningene som er utført er at dagens tilførsler til Hartevatn er godt innenfor akseptable grenser. Selv uten renseanlegget på Hovden ville tilførslene av fosfor ligget innenfor disse grensene. Det materialet som er lagt fram her kan danne grunnlag for å vurdere akseptable grenser for framtidig belastning av innsjøen.

6. REFERANSER

Aspmo, R. (red.) 1986. Forurensning fra landbruket - ressurser på avveie. Studiebok, Landbruksforlaget. ISBN 82-529-1169-2. 95 s. + vedlegg.

Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabel trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1.5-15 meter. O-85110, NIVA. 44 s.

Bergh-Christensen, L. 1990. Resipientforhold i Hartevatn. Beregning av kloakkutslipp. Østlandskonsult, Kristiansand. 7 s.

Brittain, J.E. og Nielsen, P.S. 1984. Reguleringsundersøkelser i Skafsåvassdraget, Telemark fylke. LFI, rapport 66. 80 s.

Brittain, J.E. og Nielsen, P.S. 1987. Bunndyrundersøkelser i Kjelavassdraget, Telemark: En vurdering av minstevannføring og forurensningsbelastning. LFI, rapport 97. 39 s.

Hindar, A. 1990. Arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdrag i Aust-Agder. O-89171. NIVA, Grimstad. 51 s.

Hindar, A., Næs, K. og Molvær, J. 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogentilførsler til fjordområder. Forprosjekt. O-88035. NIVA, Grimstad. 45 s.

Holmen, S.A. 1978. Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. NIVA, A2-32. 51 s.

Nielsen, P.S. og Brittain, J.E. 1986. Utbyggingsplaner for Kilå-vassdraget, Telemark. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på bunndyr og fisk. LFI, rapport 82. 93 s.

Rørslett, B., Tjomsland, T., Steffensen, J.L. og Grande, M. 1978. Hartevatn og regulering av Øvre Otra. O-133/77. NIVA, Oslo.

Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M. og Grande, M. 1978. Undersøkelser av Øvre Otra. O-72198. NIVA, Oslo. 180 s.

SFT 1989. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport. Overvåkingsrapport 375/89. Statens forurensningstilsyn. 274 s.

Åstebøl, S.O. og Vagstad, N. 1989. Avrenning og effekt av tiltak i landbruket. Delrapport til Nordsjøplanen. Senter for jordfaglig miljøforskning. 32 s. + vedlegg.

7. VEDLEGG

7.1. Primærdata

Data fra Harte vann i 1989

Dato	Stasjon nr.	pH	Tot P µg P/l	Nitrat µg N/l	Tot N µg N/l	Perm mg O/l	Kl.a mg/m ³	Alk mekv/l
06/12/89	1	6.35	2.1	110	160	1.50	0.96	0.019
06/12/89	2	0.00	< 2.0	115	150	1.90	0.80	0.000
06/27/89	1	6.18	< 2.0	110	150	1.15	0.80	0.018
06/27/89	2	0.00	< 2.0	110	220	< 1.00	0.60	0.000
07/18/89	1	6.19	< 2.0	90	240	2.06	0.40	0.013
07/18/89	2	0.00	4.0	80	150	4.84	0.50	0.000
08/09/89	1	6.37	3.6	80	230	1.10	3.80	0.018
08/09/89	2	0.00	2.2	80	130	1.80	3.90	0.000
08/28/89	1	6.28	2.3	70	160	1.00	0.60	0.022
08/28/89	2	0.00	< 2.0	60	140	< 1.00	0.62	0.000
09/28/89	1	6.46	5.2	70	140	1.00	0.36	0.027
09/28/89	2	0.00	3.5	60	165	< 1.00	0.53	0.000
10/11/89	1	6.38	2.3	60	120	< 1.00	0.58	0.024
10/11/89	2	0.00	2.7	70	130	2.40	0.48	0.000

Dato	Dyp	Temperatur	Siktedyp (m)	Farge
12.06.89	1	11.2	9	grønn
	5	9.7		
	10	7.6		
	20	6.0		
	40	5.5		
27.12.89	1	11.5	10	gullig grønn
	5	11.0		
	10	8.5		
	15	7.0		
18.07.89	1	13.0	15	gullig grønn
	6	11.8		
	13	9.8		
	25	6.5		
09.08.89	1	13.8	14	gullig grønn
	5	13.0		
	10	12.4		
	15	9.4		
	20	6.5		
28.08.89	1	11.0	14	gullig grønn
	7	10.2		
	14	10.0		
	20	9.5		
27.09.89	1	9.0	14	gullig grønn
	7	8.5		
	14	8.0		
	21	7.5		
11.10.89	1	8.0	13	gullig grønn
	7	7.8		
	14	7.8		
	21	7.8		

Kvantitative planteplanktonprøver fra Hartevatn (blandprøver)

Volum: mm³/m³.

GRUPPER/ARTER	Dato=>	890612	890627	890718	890809	890828	890927	891011
Cyanophyceae (Blågrønnalger)								
Merismopedia tenuissima	-	-	-	-	-	.6	1.5	.9
Sum	-	-	-	-	-	.6	1.5	.9
Chlorophyceae (Grønnalger)								
Chlamydomonas sp. (1=8)	-	-	-	.2	-	-	-	-
Crucigenia quadrata	-	-	-	.6	-	.2	-	-
Dictyosphaerium subsolitarium	-	-	-	-	.5	-	-	-
Elakatothrix gelatinosa (E.genevensis)	-	-	-	-	.2	.2	-	-
Gyrodaitus cordiformis	-	-	-	-	-	-	-	.2
Monoraphidium dybowskii	-	-	.5	-	-	-	.5	-
Oocystis submarina v.variabilis	-	.6	-	1.9	1.4	3.4	1.2	-
Paranastix conifera	.6	-	-	-	-	-	-	-
Scourfieldia cordiformis	-	-	-	-	-	.2	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	-	-	-	1.2	1.4	.9	.5	-
Ubest.gr.flagellat	-	.2	-	-	-	-	-	-
Sum6	.8	.5	3.8	3.4	5.3	2.0	-
Chrysophyceae (Gullalger)								
Bitrichia chodatii	-	.3	.8	.3	.3	1.1	.3	-
Bitrichia longispina	.3	-	-	-	-	-	-	-
Chromulina sp.	1.9	1.9	.4	.2	-	.2	-	-
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	-	-	-	.2	.2	.2	.1	-
Chrysochromulina parva	.2	-	-	-	-	-	-	-
Chrysolykos skujai	3.7	.2	.3	.2	-	-	.2	-
Craspedomonader	.3	.2	.3	-	.2	.5	1.6	-
Cyster av Chrysolykos skujai	1.2	.5	-	-	-	.2	.2	-
Cyster av Dinobryon spp.	1.1	-	-	-	-	-	-	-
Dinobryon borgei	-	-	-	.1	.1	-	.1	-
Dinobryon crenulatum	10.1	2.3	.9	.4	.4	-	.8	-
Dinobryon cylindricum var.alpinum	.4	-	-	-	-	-	-	-
Dinobryon sociale v.americanum	.4	2.7	1.6	-	-	-	-	-
Kephyrion boreale	-	-	.2	-	.2	.2	-	-
Kephyrion litorale	.4	.2	-	-	-	-	-	-
Løse celler Dinobryon spp.	1.7	1.3	-	-	.4	.4	-	-
Mallomonas spp.	1.1	-	-	-	-	2.0	-	-
Monochrysis agillissima	.5	-	-	.2	-	-	-	-
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	12.0	9.2	6.7	6.6	5.5	5.4	4.8	-
Pseudokephyrion entzii	2.3	1.2	.6	1.1	.3	.2	.2	-
Små chrysoomonader (<7)	22.9	12.8	8.1	9.3	5.9	6.9	6.5	-
Spiniferomonas sp.	-	-	-	-	.2	.4	-	-
Store chrysoomonader (>7)	7.1	11.1	5.1	8.1	1.0	1.0	5.1	-
Ubest.chrysoomonade (Ochromonas sp.?)	-	.6	.6	.3	.9	.3	.6	-
Ubest.chrysophyceae	.3	-	.2	.5	.2	.6	.3	-
Sum	68.0	44.4	25.8	27.4	15.7	19.5	20.7	-
Bacillariophyceae (Kiselalger)								
Cyclotella sp. (1=3.5-5,b=5-8)	-	-	.4	.6	-	.2	-	-
Sum	-	-	.4	.6	-	.2	-	-
Cryptophyceae								
Cryptomonas marssonii	-	-	-	-	-	-	.3	-
Cryptomonas spp. (1=24-28)	-	-	1.6	-	-	-	1.2	-
Katablepharis ovalis	.6	3.3	-	1.1	.4	.6	1.0	-
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	.7	1.2	.9	.4	-	-	-	-
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.6	.2	2.0	1.1	2.0	3.7	1.6	-
Sum	2.8	4.6	4.6	2.6	2.5	4.3	4.1	-
Dinophyceae (Fureflagellater)								
Gymnodinium cf.lacustre	4.4	5.4	1.1	.9	-	1.1	-	-
Gymnodinium sp.1 (1=14-15)	2.9	1.1	-	-	-	-	-	-
Peridinium inconspicuum	.6	.3	-	5.3	-	1.6	-	-
Ubest.dinoflagellat	.4	.9	.9	1.2	-	-	-	-
Sum	8.2	7.7	2.0	7.4	-	2.7	-	-
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)								
Isthmochloron trispinatum	-	.6	-	-	-	-	-	-
Sum	-	.6	-	-	-	-	-	-
My-alger								
Sum	22.3	19.4	12.1	22.7	15.6	9.8	13.6	-
Total								
	102.0	77.6	45.4	64.5	37.7	43.4	41.2	-



BYKLE KOMMUNE
RESIPIENTFORHOLD I HARTEVANN

BEREGNING AV
KLOAKKUTSLIPP

Kristiansand, jan. 1990
1412.047/LBC/BEB

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.0 ORIENTERING	SIDE 2
2.0 EKSISTERENDE BEBYGGELSE	▪ 2
3.0 AVLØPSANLEGG HOVDEN	▪ 4
3.1 Hovden renseanlegg	▪ 4
3.2 Tilføringsgrad	▪ 5
4.0 FORURENSINGSBEREGNING	▪ 5
4.1 Spesifikk forurensingsmengder	▪ 5
4.2 Forurensingsmengder	▪ 6
5.0 KONKLUSJONER	▪ 7

1.0 ORIENTERING

Etter ønske fra fylkesmannen i Aust-Agder skal Bykle kommune gjennomføre en undersøkelse og vurdering av resipientforholdene i Hartevann.

Bakgrunnen er den økende utbyggingen på Hovden og hensynet til fiske- og friluftsinnteressene knyttet til Hartevann.

NIVA står for undersøkelser og vurderinger av Hartevann som skissert i et programforslag datert 19.06.89.

Denne rapporten omfatter oversikt over beregnede tilførsler av kloakk fra eksisterende bebyggelse i nedslagsfeltet til Hartevann. Disse tallene skal så inngå i NIVA's beregninger og vurderinger for Hartevann.

2.0 EKSISTERENDE BEBYGGELSE

Oversikt for eksisterende bebyggelse i nedslagsfeltet til Hartevann bygger på registreringer i forbindelse med innføring av renovasjon. I tillegg bygger vi på opplysninger innhentet i forbindelse med vurdering og dimensjonering av det kommunale ledningsnettet på Hovden. Disse oversiktene er ajourført, og resultatene er ført opp i de følgende tabeller.

TABELL 2.1 BOLIGHUS OG LEILIGHETER

Område	Antall	Ikke tilkoblet kommunalt nett
Lislefjedd	2 boliger	2 boliger
Lundane	7 "	7 "
Bjåen	4 "	4 "
Breive	2 "	2 "
Hovden sentrum	19 "	
Stussli	41 "	
	32 leiligheter	
Sum	75 boliger 32 leiligheter	15 boliger

TABELL 2.2 HYTTEFELT

Område/grunneier	G/B.nr.	Tilkoblet	Ikke tilkoblet
Knut A. Breive	1/2		17 hytter
Lielefjedd hyttefelt	1/7		39 "
Svein og Olav Bjåen	1/6		4 "
Børtemannsbekken	1/22	9 hytter	
K. Uleberg	2/1	276 "	49 "
Otrosåsen	2/2	105 "	
Djuptjønn	2/8	2 "	57 "
Hartevasetrondi	2/261		24 "
Bjåen			5 "
Breive			15 "
Sum		392 hytter	210 hytter

TABELL 2.3 HOTELLER, TURISTANLEGG

Virksomhet	Kapasitet
a) <u>Hoteller</u>	
Hovden Høyfjellshotel	164 senger
Hovdestøylen	143 "
Hovden Appartementshotel	250 "
Sum	557 senger
b) <u>Pensjonater</u>	
Hovdehytta	70 senger
c) <u>Leiligheter, hytteanlegg</u>	
Hovden Høyfjellscenter A/S	400 senger
Hovden Alpin Appartement	224 "
Soltoppen I og II	100 "
Hovden Hyttepark	160 "
Haugli	25 "
Sum	909 senger
d) <u>Camping, caravanplasser</u>	
Hovden hyttegrend	20 hytter a 4 senger
Felles toalettanlegg	+ 40 caravanplasser

Alle virksomheter er tilkoblet kommunalt avløpsnett.

TABELL 2.4 ARBEIDSPLASSER PÅ HOVDEN

Virksomhet	Arbeidsplasser	Elever
Skole	4	27
Grendehus (barnehage)	5	20
Bensinstasjon	2	
Varesenter	5	
Næringsbygget	10	
Bank	4	
Hovden Industri	2	
Bakeri	2	
Øvrige butikker	4	
Hovden skisenter	6	
Hotell, restauranter	32	
Sum	76	47

Alle virksomhetene er tilkoblet kommunalt avløpsnett.

TABELL 2.5 GÅRDSBRUK

Område	Tilkoblet	Ikke tilkoblet
Bjåen		1
Hovden		1
Breive		1
Sum	0	3

3.0 AVLØPSANLEGG HOVDEN

Avløpsanleggene på Hovden består av ledningsnett og renseanlegg. Ledningsnettet er lagt etter separatsystemet og er i de senere år rehabilitert og utbedret i betydelig grad. Renseanlegget har mekanisk-kjemisk rensing etter prosessen sekundærfelling. Utslipp fra renseanlegget føres ut i Hartevann.

I de følgende 2 underpunkter skal avløpsmengdene på Hovden gås nærmere gjennom.

3.1 HOVDEN RENSEANLEGG

Alt avløp som går gjennom og renses i Hovden renseanlegg blir målt og registrert. I tillegg utføres uttak av døgnprøver på innløp og utløp en gang pr. måned for analysering og kontroll av renseeffekten.

Vi har gått gjennom driftsjournal og analyseresultat for perioden 01.01.87 til 01.12.89. Avløpsmengder, utslipp av total fosfor og total nitrogen er i Tabell 3.1 beregnet på årsbasis.

TABELL 3.1 UTSLIPP FRA HOVDEN RENSEANLEGG

År	m ³ /År	Total fosfor	Total nitrogen
1987	116.758	23 kg P/År	
1988	96.249	25 "	1.800 kg/År
1989	90.307	9 "	1.500 "

3.2 TILFØRINGSGRAD

Tilføringsgraden til et renseanlegg er forholdet mellom den avløpsmengden som kommer fram til renseanlegget og den totale avløpsmengden som slippes ut i et område.

Arsaker til at avløp ikke kommer fram til renseanlegg er følgende:

- a) Utslipp er ikke tilkoblet ledningsnett.
- b) Utslipp går via nødoverløp fra pumpestasjoner som er ute av drift p.g.a. strømstans, feil på pumper eller annet utstyr.
- c) Lekkasjer på ledningsnett p.g.a. utettheter.
- d) Feilkoblinger fra bebyggelse til ledningsnett.

De avløpsmengdene det her er tale om er nærmere beregnet under pkt. 4.2.

4.0 FORURENSINGSBEREGNING

Forurensingene beregnes på grunnlag av registreringene foran og antatte forurensingsmengder pr. enhet omregnet i personekvivalenter.

4.1 SPESIFIKKE FORURENSINGSMENGDER

Følgende spesifikke forurensingsmengder regnet i personekvivalenter (pe) legges til grunn for beregning av belastningen på årsbasis:

TABELL 4.1 SPESIFIKKE BELASTNINGER

Boliger	3,5 pe/bolig
Leiligheter	1,0 pe/leilighet
Hytter	0,5/hytte
Hoteller	1,0 pe/seng
Pensjonat	0,5 "
Appartementsleiligheter	0,3 "
Utleiehytter	0,3 "
Caravanplasser	0,5 pe/plass
Arbeidsplasser	0,4 pe/ansatt
Skoler	0,15 pe/elev
Gårdsbruk	5,0 pe/gård

Vanligvis regnes 1 personekvivalent å representere følgende mengde med næringsalter:

Fosfor 2,5 g/pe-døgn
Nitrogen 12 g/pe-døgn

Disse forurensingsmengdene gjelder for vanlig kommunal kloakk som i det vesentligste kommer fra boliger, institusjoner og arbeidsplasser. På Hovden er bebyggelsen helt dominert av hytter og turistbedrifter. Omfanget av f.eks. klesvask blir her et helt annet enn i annen bebyggelse. På dette grunnlaget halveres de spesifikke forurensingsmengdene for fosfor og nitrogen. Dette stemmer også ganske godt overens med analysene ved Hovden renseanlegg.

Følgende verdier legges derfor til grunn her:

Fosfor 1,25 g/pe-døgn
Nitrogen 6 g/pe-døgn

4.2 FORURENSINGSMENGDER

Beregning av forurensingsmengdene til Hartevann bygger på følgende bidrag:

- a) Renset avløp fra Hovden renseanlegg.
- b) Antatt direkte utslipp via feilkoblinger, lekkasjer, driftsstans på pumpestasjoner og på renseanlegg fra avløpsanleggene på Hovden. Antar dette utgjør 10% av total avløpsmengde.
- c) Beregnet direkte utslipp fra bebyggelse som ikke er tilknyttet avløpsanlegget på Hovden.

TABELL 4.2 FORURENSINGSMENGDER

KILDE	FOSFOR	NITROGEN
Hovden renseanlegg	17 kg/år	1.650 kg/år
Antatte lekkasjer o.l.	65 "	310 "
Ikke tilkoblet	78 "	370 "
Sum utslipp	160 kg/år	2.330 kg/år

I tabell 4.2 er utslippsmengdene fra Hovden renseanlegg beregnet som gjennomsnittet for årene 1988 og -89. De øvrige mengdene er beregnet på bakgrunn av belastninger og spesifikke forurensingsmengder som omtalt foran.

Det er verd å bemerke at Hovden renseanlegg har en renseeffekt på ca 95% med hensyn på fosfor, mens renseeffekt på nitrogen bare er ca 30%. Det er videre ikke regnet med at eventuelle separate avløpsanlegg har noen nevneverdig renseeffekt. Ved mekanisk rensing i en slamavskiller kan en maksimalt regne med 15% reduksjon av fosfor og nitrogen.

Antakelsen om at 10% av total avløpsmengde slipper ut via feilkoblinger, lekkasjer, driftsstans m.v. er lav sett i forhold til målinger og beregninger utført for andre tettsteder. Flere års systematisk utbedring av ledningsnett og forholdsvis god drift gjør at dette tallet settes så lavt som 10%.

5.0 KONKLUSJONER

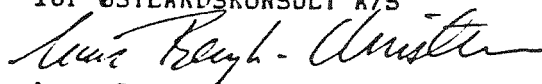
Vi vil konkludere denne rapporten med følgende:

1. 89% av bebyggelsen i nedslagsfeltet til Hartevann er tilknyttet kommunalt avløpsnett til Hovden renseanlegg.
2. Tilførsel av næringssaltet fosfor fra kloakk til Hartevann skyldes i vesentlig grad bebyggelse som ikke er tilknyttet kommunalt avløpsnett samt antatte feilkoblinger, lekkasjer og driftsstans på avløpsnett.

Dette utgjør tilsammen ca 160 kg fosfor pr. år.

3. Tilførsel av nitrogen fra kloakk til Hartevann reduseres i mindre grad gjennom Hovden renseanlegg. Dette utgjør til sammen ca 2.300 kg nitrogen pr. år.

Kristiansand, 8/1-1990
for ØSTLANDSKONSULT A/S


Lars Bergh-Christensen

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577-1813-0