

Vurdering av Indrevatnet
og Jordalsvatnet
i forbindelse med
konsesjonssøknad
om drikkevannskilde



Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 154, mars 1995.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Vurdering av Indrevatnet og Jordalsvatnet
i forbindelse med konsesjonssøknad om drikkev annskilde.

FORFATTER:

Cand scient. Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAGSGIVER:

Bergen kommune, Kommunalavdeling teknisk utbygging, vann og avløpsseksjonen.
Postboks 805, 5001 Bergen.

OPPDRAGET GITT:

November 1994

ARBEIDET UTFØRT:

November 1994 - mars 1995

RAPPORT DATO:

22.mars 1995

RAPPORT NR:

154

ANTALL SIDER:

21

ISBN NR:

ISBN 82-7658-049-1

RAPPORT SAMMENDRAG:

Indrevatnet og Jordalsvatnet mottar næringsstilførsler over innsjøenes tålegrense, men teoretiske beregninger viser at tilsig fra kloakk har liten betydning for vannkvaliteten med hensyn på næringsinnhold i disse innsjøene.

Med hensyn på mikrobiell forurensning, vil imidlertid kloakktilførsler kunne nå drikkevannsinntaket i perioder med omrøring i vannmassene. Tilførslene er likevel små i forhold til fortyningseffekten, og vannkvaliteten på råvannet tilfredsstillende til kategori A1,- beste klasse, i de nye kravene til råvannskvalitet. Med et fullverdig vannbehandlingsanlegg, vil derfor en løsning med separate avløpsanlegg kunne godtas, forutsatt at gjeldende forskrifter for slike anlegg følges. Det anbefales imidlertid at en på sikt fjerner de direkte tilførslerne til Jordalsvatnet. Det synes imidlertid å være en motsetning mellom innsjøenes tilstand med hensyn på næringsrikhet og de gjennomførte teoretiske beregninger av næringsstilførsler til innsjøene fra nedslagsfeltet. Dette bør undersøkes nærmere.

EMNEORD:

- Drikkev annskilde
- Drikkev annskvalitet
- Båndlegging av nedslagsfelt

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telef ax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer as. har, på oppdrag fra Bergen kommune, gjennomført en vurdering og en enkel undersøkelse av tilstanden i Indrevatnet og Jordalsvatnet vinteren 1994-1995. Jordalsvatnet ble etablert som drikkevannskilde for Bergen tidlig på 70-tallet, men i første omgang ble det kun søkt om å benytte innsjøen som midlertidig drikkevannskilde i 20 år. Denne perioden er nå utløpt, og man er i gang med vurdering av betydningen av forhold i nedslagsfeltet med hensyn på videre båndlegging og eventuelle restriksjoner.

Målsettingen med denne undersøkelsen har derfor vært å foreta en sammenstilling av informasjonen om forhold i nedslagsfeltet for å vurdere hvordan disse påvirker tilstanden i Indrevatnet og i Jordalsvatnet. Dette skal danne grunnlag for det videre tiltaksorienterte arbeidet i nedslagsfeltet. Videre er det nødvendig å vurdere i hvilken grad Indrevatnet i dag påvirker tilstanden i Jordalsvatnet og hvordan en eventuell overbelastning av Indrevatnet vil påvirke tilstanden i Jordalsvatnet som drikkevannskilde.

Undersøkelsen er bygget opp om følgende tre elementer, som til sammen danner et godt grunnlag for den forestående runden der tiltak skal vurderes og konsekvenser skjønnsmessig skal evalueres. Disse tre delene er:

- 1) **Nedslagsfeltbeskrivelse**, der all tilgjengelig relevant informasjon om nedslagsfeltene til Indrevatnet og Jordalsvatnets sammenstilles. Det gjelder både forhold som bosetting og kloakkeringsforhold, arealbruk og husdyrhold i feltet og også opplysninger om avrenning.
- 2) **Beregning av tilførsler og tålegrenser** for de to innsjøene. Den innsamlede informasjon om nedslagsfeltet danner grunnlag for beregning av stofftilførsler til innsjøene og sammenstilt med beregninger av tålegrensene, er det foretatt en vurdering av næringsbelastningen til innsjøene.
- 3) En enkel **tilstandsbeskrivelse** av de to innsjøene. Denne undersøkelsen har karakter av en enkel retningsgivende resipientundersøkelse, der det er gjennomført tre befaringer til innsjøen i perioden november 1994 til februar 1995.

De bakteriologiske og vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services as, mens Landbrukskontoret i Bergen har skaffet til veie opplysningene om både arealbruk og husdyrhold i de to nedslagsfeltene. Anna Walde ved Næringsmiddeltilsynet i Bergen og omland takkes for stor innsats for å fremskaffe data fra undersøkelsene av drikkevann i en tid med omlegging av datasystemet. Foruten forfatteren av rapporten har også Steinar Kålås og Geir Helge Johnsen deltatt i feltarbeidet i forbindelse med undersøkelsen.

Rådgivende Biologer as. takker Bergen kommune, Kommunalavdeling teknisk utbygging, ved Kjell Rypdal, for oppdraget.

Bergen, 4. mai 2004.



INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHALDSFORTEGNELSE	4
Liste over figurer	4
Liste over tabeller	4
SAMMENDRAG	5
BESKRIVELSE AV JORDALSVASSDRAGET	6
Nedslagsfeltbeskrivelse	6
Innsjøbeskrivelser	7
TÅLEGRENSER OG TILFØRSLER	9
Tålegrenser	9
Tilførsler	9
TILSTAND	10
Tilstanden i Indrevatnet	10
Tilstanden i Jordalsvatnet	12
VURDERINGER	15
Tilførsler av tarmbakterier	15
Tilførsler av næringsstoffer	16
Tilførsler av organisk stoff	17
LITTERATURHENVISNINGER	18
VEDLEGGSTABELLER	19

LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1: Dybdekart over Indrevatnet	8
FIGUR 2: Innhold av tarmbakterier i Indrevatnet november 1994 - februar 1995	10
FIGUR 3: Innhold av næringsstoffer i Indrevatnet november 1994 - februar 1995	11
FIGUR 4: Kjemisk oksygenforbruk i Indrevatnet november 1994 - februar 1995	11
FIGUR 5: Innhold av tarmbakterier i Jordalsvatnet mai 1994 - februar 1995	12
FIGUR 6: Innhold av næringsstoffer i Jordalsvatnet november 1994 - februar 1995	13
FIGUR 7: Innhold av totalfosfor i råvannet til drikkevannet	13
FIGUR 8: Kjemisk oksygenforbruk i Jordalsvatnet november 1994 - februar 1995	14

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1: Kartkoordinater, nedslagsfeltstørrelser og høyde over havet for innsjøene	6
TABELL 2: Arealbruk i nedslagsfeltene til Jordalsvassdraget	6
TABELL 3: Husdyrhold i nedslagsfeltene til de to innsjøene	7
TABELL 4: Morfologiske og hydrologiske data for de to innsjøene	7
TABELL 5: Teoretiske tålegrenser og næringstilførsler til de to innsjøene	9
VEDLEGGSTABELL 1: Areal og volum av skikt i Indrevatnet	19
VEDLEGGSTABELL 2: Areal og volum av skikt i Jordalsvatnet	19
VEDLEGGSTABELL 3: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultat fra Indrevatnet	20
VEDLEGGSTABELL 4: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultat fra Jordalsvatnet	20
VEDLEGGSTABELL 5: Temperatur- og oksygenprofiler i innsjøene 17. november 1994	21



SAMMENDRAG

I forbindelse med klausuleringsarbeidet knyttet til drikkevannskilden i Jordalsvatnet, har Rådgivende Biologer as. vinteren 94/95 gjennomført en vurdering av forholdene i Indrevatnet og Jordalsvatnet. Denne baserer seg på en sammenstilling av forhold i nedslagsfeltet og hvordan disse påvirker tilstanden i innsjøene. Dette arbeidet skal danne grunnlag for det videre tiltaksorienterte arbeidet i nedslagsfeltet.

Resultatene tyder på at både Indrevatnet og Jordalsvatnet er noe mer næringsrike enn de bør være for at innsjøene skal ha en stabilt god vannkvalitet. Innholdet av tarmbakterier var imidlertid relativt lavt, både i Indrevatnet og i Jordalsvatnet. Innholdet av organisk stoff er noe høyt, og trolig er det oksygenfritt bunnvann i Indrevatnet i deler av skikttingsperioden. I Jordalsvatnet er det gode oksygenforhold hele året.

Indrevatnet har en tålegrense for fosfortilførsler som ligger på 280 kg pr. år, mens tålegrensen for Jordalsvatnet ligger på 370 kg pr. år. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i vekstsesongen på henholdsvis 14 : g/l og 8,5 : g/l for henholdsvis Indrevatnet og Jordalsvatnet, og tilsvarer den vannkvaliteten innsjøene kan ha for at vannkvaliteten skal være stabil og god.

Det observerte næringsinnholdet i innsjøene er imidlertid høyere og står i kontrast til teoretiske beregninger av tilførsler fra nedslagsfeltet. Beregningene ut fra forhold i nedslagsfeltet som arealbruk, kloakkeringsforhold og husdyrdrift viser at tilførslene burde være i underkant av 70 % av tålegrensen i innsjøene. Tilstanden tyder imidlertid på at de reelle tilførslene er opp mot det doble av de teoretiske. Tilførslene fra kloakk utgjør imidlertid bare en liten del av næringstilførslene til innsjøene, bare 23 % og 3 % av tålegrensene for henholdsvis Indrevatnet og Jordalsvatnet.

Dersom innsjøene er mer næringsrike enn beregningene antyder, bør en både forsøke å lokalisere disse kildene. Aktuelle kilder kan være overgjødslete av arealer, utette gjødsellagre eller siloer. Høye fosforkonsentrasjoner kan også komme i perioder med flom da jordarealer står under vann eller på grunn av tilførsler fra Indrevatnet i perioder med oksygenfritt bunnvann og indre gjødsling.

Tarmbakterier ble funnet i begge innsjøene i hele perioden, unntatt i Jordalsvatnet under sprangskiktet. Undersøkelsen viser at forurensning av patogene mikrober kan nå drikkevannsinntaket i de periodene på året da det er full omrøring i vannmassene. Imidlertid er konsentrasjonene av tarmbakterier lav, og tilfredsstillende kravene til beste kategori i vannkvalitetskravene til en råvannskilde.

Ettersom behandlingsanlegget for drikkevann har fullverdig rensing, vil en løsning med separate avløpsanlegg kunne godtas, forutsatt at forskriftene om utslipp fra separate avløpsanlegg oppfylles. Det anbefales videre at flest mulig av husstandene som har tilrenning direkte til Jordalsvatnet helst knyttes til offentlig kloakkledningsnett. En bør videre være svært restriktiv ved nye tillatelse til utbygging basert på separate anlegg.

På grunnlag av de presenterte resultatene bør det gjennomføres en videre undersøkelse i begge innsjøene gjennom en større del av året slik at en får avgjort hvorvidt det er et misforhold mellom tilstand og omfanget av de beregnede tilførslene, eventuelt hva dette beror på og hvorvidt dette medfører uheldige biologiske responser i innsjøene sommerstid.



BESKRIVELSE AV JORDALSVASSDRAGET

Jordalsvassdraget drenerer de nordre deler av byfjellene og har utløp til Eidsvågen. Vassdraget består av Jordalsvatnet, de tilrennende innsjøene Indrevatnet og Sætervatnet samt en rekke mindre tilløpselver. Både Jordalsvatnet og Sætervatnet er regulerte, men all avrenning fra Sætervatnet går i dag til Jordalsvatnet via Indrevatnet (tabell 1). Jordalsvatnet er hoveddrikkevannskilde for Åsane, mens Sætervatnet er nødreservevannforsyningskilde. Vassdragets totale nedslagsfelt er på 9,29 km². Vassdraget ligger i et område der årlig middelavrenning varierer fra 80 l/s pr. km² til 60 l/s pr. km² (NVE 1987). Ut fra arealfordeling i de forskjellige nedbørsonene er gjennomsnittlig vannføring satt til på 72,5 l/s pr. km² og vassdraget gjennomsnittlige avrenning til sjø blir da på 21,2 mill. m³ pr. år.

Vassdraget er tidligere undersøkt av NIVA i 1968 (Samdal mfl. 1969), 1970-72 (Samdal og Nygård 1972) og 1972-73 (Samdal og Nygård 1974), samt at Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omland har foretatt jevnlige målinger i forbindelse med drikkevannsundersøkelsene. I 1994 gjorde ASPLAN VIAK en undersøkelse av kloakkeringsforholdene i nedslagsfeltet til Jordalsvatnet og Indrevatnet (Skaar 1994).

TABELL 1. Kartkoordinater (UTM 32V), nedslagsfeltstørrelser og høyde over havet (HOH) for de to nederste innsjøene i Jordalsvassdraget.

VASSDRAGSDEL	UTM-KOORDINAT FOR UTLØP	TOTALT NEDSLAGSFELT (km ²)	HOH (m)
INDREVATNET	LN 992 053	6,47	16
JORDALSVATNET	LN 977058	9,29	16

NEDSLAGSFELTBESKRIVELSE

I nedslagsfeltet er det hovedsakelig fjellområder, med granitt og gneiss som dominerende bergarter. Dette er harde og tungt forvitrerlige bergarter som gir lite og skrint jordsmonn i de høyereliggende deler av nedslagsfeltet. I de nedre deler rundt Indrevatnet og Jordalsvatnet er det et rikere jordsmonn på grunn av tidligere marine avsetninger, og i dette området er det en del jordbruksdrift (tabell 2). I de nedre deler av vassdraget er det også en del bosetting.

TABELL 2. Arealbruk i nedslagsfeltet til Indrevatnet og Jordalsvatnet pr. 10.08.93. Alle tall er i km² og henviser til innsjøenes direkte nedslagsfelt. Opplysningene er skaffet til veie av Landbrukskontoret i Bergen

VASSDRAGSDEL	FULLDYRKET JORD	GJØDSLET BEITE	OVERFLATE DYRKET	KULTUR SKOG	ANNEN SKOG	FJELL OG MYR
Indrevatnet	0,222	0,123	0,043	0,165	0,584	5,333
Jordalsvatnet (totalt)	0,123	0,037	0,04	0,361	0,815	7,914
Hele	0,345	0,16	0,083	0,526	1,399	13,247

Det er både fast bosetting og enkelte hytter i nedslagsfeltet til Indrevatnet og Jordalsvatnet. Til Indrevatnet drenerer 32 husstander og tre hytter, der samtlige har separate avløpsanlegg av ulik type og standard. I nedslagsfeltet til Jordalsvatnet er de fleste tilknyttet offentlig kloakkledningsnett, men det er fremdeles åtte hus og en hytte som har separate avløpsanlegg. Også her er både type og standard på anleggene varierende. Asplan Viak har nylig gått grundig gjennom samtlige private avløpsanlegg, og funnet at verken type anlegg eller standarden på anleggene tilfredsstiller dagens forskrifter (Skaar 1994).



Det er også noe landbruksdrift i nedslagsfeltet. Til Indrevatnet drenerer fem gårdsbruk, der samtlige ligger ved innsjøen. Tre av gårdsbrukene har husdyrhold, der høns og gris dominerer (tabell 3). Til Jordalsvatnet ligger fire gårdsbruk, tre på nordsiden og ett sør for innsjøen. Her er det også tre av gårdene som har husdyrhold, dominert av gris.

Det finnes ingen opplysninger om gjødselforbruk i nedslagsfeltet til vassdraget. Krav om gjødselplaner vil først komme i 1997.

TABELL 3. Husdyrhold i nedslagsfeltet til Indrevatnet og Jordalsvatnet, oppgitt som antall dyr. Opplysningene er skaffet til veie av Landbrukskontoret i Bergen og er ajour pr. 10.08.93.

DEL-FELT	MELKEKYR	UNG DYR STORFE	HEST	SLAKTEGRIS	HØNS
Indrevatnet	13	25		82	790
Jordalsvatnet	6	0	8	81	0
TOTALT	19	25	8	163	790

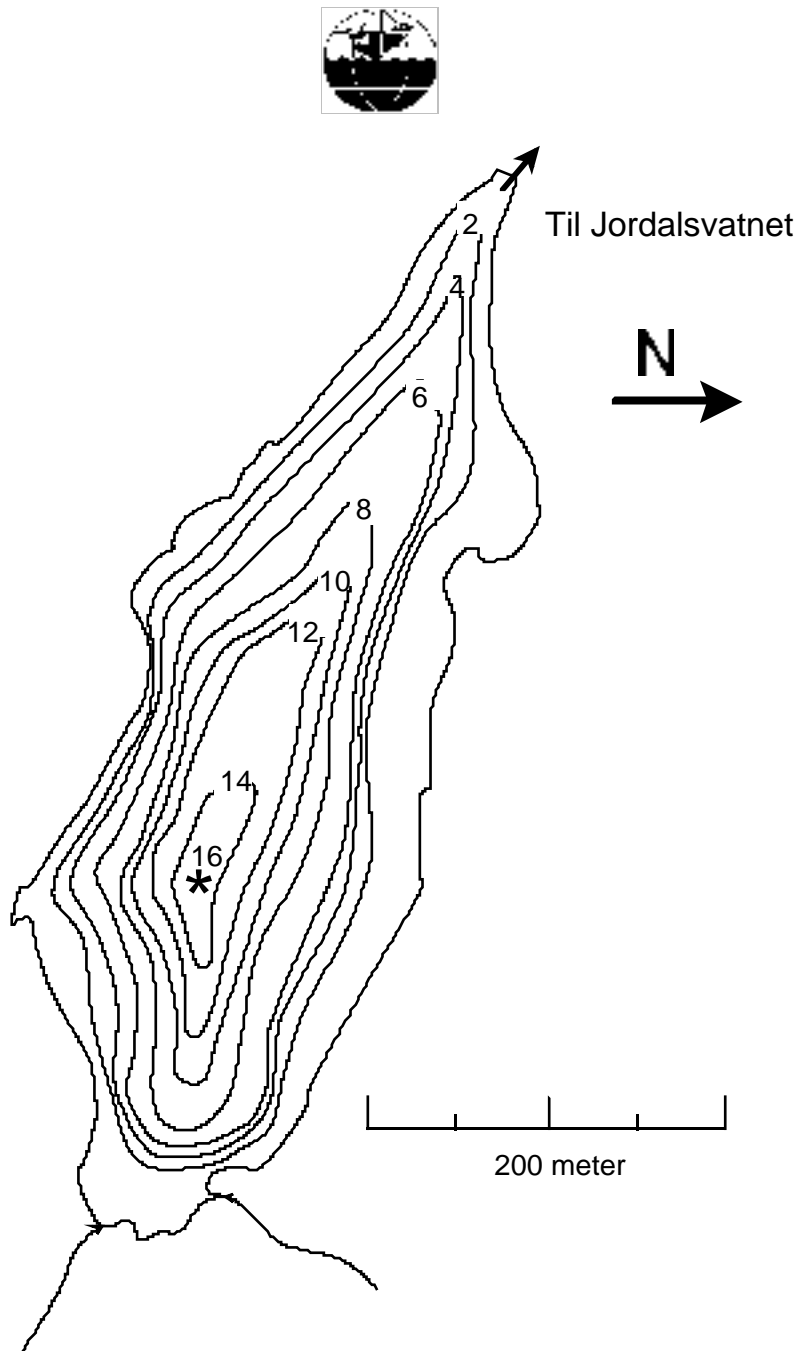
INNSJØBESKRIVELSER

Indrevatnet ligger oppstrøms Jordalsvatnet. Innsjøene er nesten sammenhengende, bare adskilt fra hverandre med en avsnevring i landskapet. Her er det bygget ei veibru som gjør denne avsnevringen enda trangere. I perioder med mye nedbør fører dette til en flomsituasjon i Indrevatnet. Indrevatnet er en liten innsjø med et volum på bare 0,5 mill m³ og et maksdyp på 16 meter (figur 1, tabell 4 og vedleggstabell 1). Gjennomsnittsdypet er på 6,4 meter og innsjøen har vannutskifting omtrent annenhver uke.

Jordalsvatnet er vassdragets største innsjø og har et volum på 11,6 mill m³. Innsjøen har et maksimumsdyp på 58 meter, men det er en del grunnere områder (tabell 4 og vedleggstabell 2). Gjennomsnittsdypet er kun på 12,2 meter (tabell 4). Jordalsvatnet har vannutskifting nesten to ganger i året.

TABELL 4. Morfologiske og hydrologiske data for innsjøene i Jordalsvassdraget. Tallene for Indrevatnet baserer seg på dybdekart presentert i figur 1, utarbeidet ved befaringen 17.januar 1995. Vannstanden var da omtrent 0,5 meter høyere enn vanlig vannstand i innsjøen. Tallene for Jordalsvatnet baserer seg på tall fra NIVA (Samdal mfl. 1969).

INNSJØ	TILRENNING (mill. m ³ /år)	VOLUM (mill. m ³)	MAKS DYP (meter)	SNITTDYP (meter)	INNSJØAREAL (km ²)	UTSKIFTING (ganger/år)
INDREVATNET	14.79	0.5 137	16	6.4	0.0801	28.8
JORDALSVATNET	21.24	11.6	58	12.2	0.95	1.8



FIGUR 1. Dybdekart over Indrevatnet. Kartet er tegnet med 2 meters koter og er basert på ekkolodding utført i november 1994 i forbindelse med denne undersøkelsen. (For arealer og volumer av de ulike skikt se vedleggstabell 1).



TÅLEGRENSER OG TILFØRSLER

Innsjøers tålegrense for næringstilførsler beskriver hvor store tilførsler en innsjø kan tåle uten at det vil finne sted en forringelse av vannkvaliteten. Med næringstilførsler som ikke overstiger tålegrensen vil innsjøen være næringsfattig og stabil. Dersom tilførslene derimot overstiger tålegrensen, vil vannkvaliteten bli ustabil og det vil kunne skje en utvikling mot en mer næringsrik tilstand. For at en innsjø skal ha en stabilt god vannkvalitet er det derfor viktig at tilførslene ligger under tålegrensen. Tålegrensene beregnes teoretisk og avhenger i stor grad av innsjøens middeldyp (Berge 1987).

Næringsstofftilførslene til en innsjø kan beregnes på to måter; ut fra kjente forhold i nedslagsfeltet (Holtan og Åstebøl 1990) eller fra målinger av næringsinnholdet i innsjøen (Berge 1987, Rognerud mfl. 1979). Beregningene i denne undersøkelsen baserer seg på opplysninger om forholdene i nedslagsfeltene. Dette er gjort fordi denne undersøkelsen er gjennomført i en periode på året da vannkjemiske målinger ikke kan legges til grunn for beregninger av tilførsler.

TÅLEGRENSER

Beregninger av tålegrensen for fosfortilførsler viser at Indrevatnet har en tålegrense på nesten 280 kg fosfor pr. år (tabell 5). Dette tilsvarer en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i vekstsesongen på 14 : g P/l. Jordalsvatnets tålegrense er beregnet til 370 kg fosfor pr. år, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i vekstsesongen på 8 : g P/l.

TILFØRSLER

I nedslagsfeltet til Indrevatnet og Jordalsvatnet er det både "uberørte" høyfjellsområder, landbruk og bosetting med separate kloakkanlegg. Fra alle disse kildene, samt med nedbør, tilføres stoffer som innvirker på vannkvaliteten i vassdraget.

De beregnede totale tilførslene fra disse kildene av fosfor utgjør i underkant av 200 kg pr. år til Indrevatnet, mens de for Jordalsvatnet ligger rundt 250 kg pr. år (tabell 5). Disse tilførslene ligger dermed godt under tålegrensen i begge innsjøene og utgjør 68 % av tålegrensene for begge innsjøene.

Indrevatnet får de største fosfortilførslene på grunn av husdyrholdet (tabell 5). Disse utgjør 23 % av innsjøens tålegrense, mens tilførslene fra kloakk utgjør 18 % av tålegrensen. Til Jordalsvatnet er avrenningen fra Indrevatnet den klart største kilden. Denne utgjør nesten 160 kg og står for hele 43 % av Jordalsvatnets tålegrense. Kloakktilførslene til Jordalsvatnet står her for bare 3 % av tålegrensen.

*TABELL 5. Teoretisk beregning av tålegrenser og tilførsler med hensyn på fosfor (kg/år) til Indrevatnet og Jordalsvatnet. Beregningene av tålegrense er gjort i hht. Berge 1987, mens beregningene av tilførsler bygger på avrenningstall fra Holtan og Åstebøl (1990). Beregningene av tilførsler fra kloakk er utført av Asplan Viak (Skaar 1994) og er regnet ut fra antall og type private kloakkanlegg, antall beboere samt anleggenes teoretisk optimale renseeffekt. * = Avrenning fra uberørte arealer inkluderer tilførsler med nedbør.*

INNSJØ	TÅLE- GRENSE (kg/år)	TILFØRSLER (kg/år)					
		SAMLET MENGDE	KLOAKK	"UBERØRTE "AREALER"	LANDBRUKS -AREALER	HUSDYR	MED ELV
INDREVATNET	280	189	51	38	37	63	0
JORDALSVATNET	370	247	10	25	21	32	159



TILSTAND

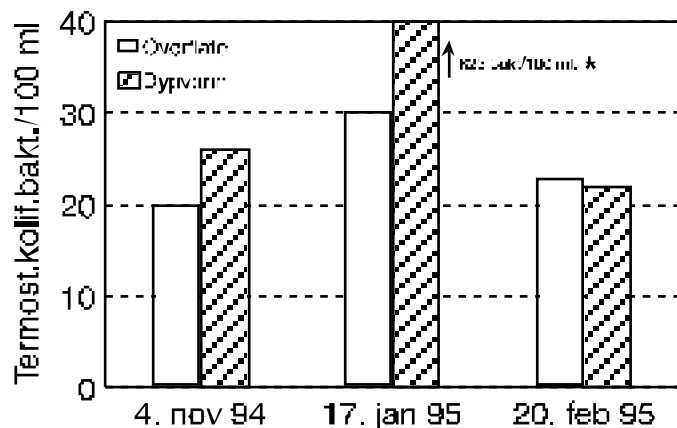
TILSTANDEN I INDREVATNET I NOVEMBER 1994 - FEBRUAR 1995.

Temperatur og skiktningsforhold

Det var ingen skiktning av vannmassene i Indrevatnet ved noen av prøvetakingstidspunktene. I november var temperaturen 7,3 °C i overflaten og 5,9 °C i bunnvannet. Oksygenmetningen var 90 % i overflaten og 92 % på 15 meters dyp (vedleggstabell 5). Innsjøen var imidlertid islagt i perioder mellom prøvetakingene.

Innhold av tarmbakterier

I Indrevatnet ble det registrert tarmbakterier rundt 20-30 bakterier pr. 100 ml vann både i overflatevannet og i bunnvannet ved samtlige prøvetakinger (figur 2). Det var full omrøring i vannmassene ved prøvetakingsperiodene, og bakteriekonsentrasjonene var derfor relativt like i overflaten og i bunnvannet. I januar ble det funnet et meget høyt innhold av tarmbakterier, men det er trolig at dette kan skyldes forurensning i forbindelse med selve prøvetakingen.



FIGUR 2. Innhold av tarmbakterier i Indrevatnet ved tre tidspunkt i perioden 4. november 1994 til 20. februar 1995 (vedleggstabell 3). * Trolig forurenset prøve.

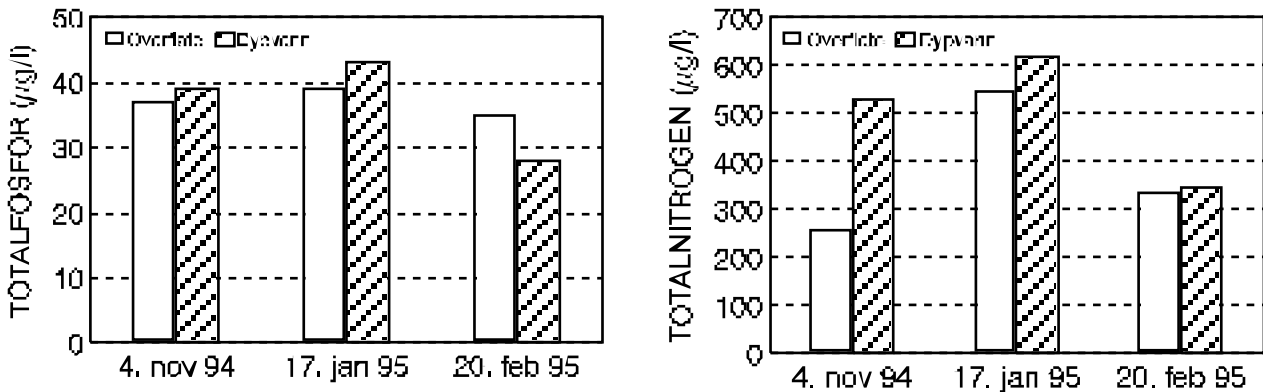
Næringsinnhold

Det ble funnet et høyt innhold av fosfor i Indrevatnet ved samtlige prøvetakinger (figur 3), og gjennomsnittlig fosforinnhold i perioden var på 37 :g P/l både i overflatevannet og i bunnvannet. Innsjøen ville blitt klassifisert i nest dårligste tilstandsklasse i SFT sitt klassifiseringssystem (SFT 1989, 1993) dersom dette hadde vært prøver fra sommersesongen. Imidlertid er innholdet av fosfor erfaringsmessig være noe høyere på vinteren i områder med mye nedbør der det ikke er tele i jorda. Fosforinnholdet kan faktisk være over dobbelt så høyt i denne perioden i forhold til i sommersesongen.

Innholdet av nitrogen var imidlertid relativt lavt, og var lavere enn forventet sammenlignet med det høye innholdet av fosfor. Gjennomsnittlig innhold av totalnitrogen var på 379 :g/l i overflatevannet og 498 :g/l i bunnvannet (figur 3). Nitrogeninnholdet ville tilsvart tilstandsklasse II dersom disse konsentrasjonene var blitt målt sommerstid.



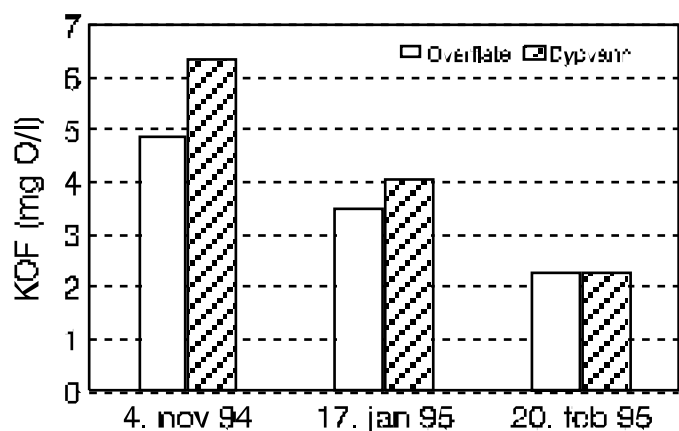
Innholdet av både fosfor og nitrogen lå omtrent på samme nivå i overflaten og i bunnvannet bortsett fra i november (figur 3). Årsaken til at det ikke registreres større forskjeller er at det var omrøring i vannmassene ved samtlige prøvetakinger.



FIGUR 3. Innhold av totalfosfor (til venstre) og totalnitrogen (til høyre) i prøver overflaten og bunnvannet i Indrevatnet ved tre tidspunkter i perioden 4. november 1994 - 20. februar 1995 (vedleggstabell 3). Prøvene fra overflaten er tatt som blandeprøver fra de 4 øverste meterne, og samtlige prøver er tatt ved innsjøens dypeste punkt.

Kjemisk oksygenforbruk

Det kjemiske oksygenforbruket, som forteller om mengden lett nedbrytbart organisk materiale, var relativt høyt i Indrevatnet i november, men avtok utover vinteren. Høyeste målte verdi ble målt i november i bunnvannet og var på 6,3 mg O/l (figur 4). Indrevatnet klassifiseres derfor i tilstandsklasse III. Oksygenforbruket var høyest i november, og avtok utover i undersøkelsesperioden. I perioden med stort oksygenforbruk var forbruket størst i dypvannet.



FIGUR 4. Kjemisk oksygenforbruk (mg O/l) i tre målinger fra overflatevannet og bunnvannet i Indrevatnet. Prøvene er tatt i perioden 4. november 1994 til 20. februar 1995, og er tatt ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 3).



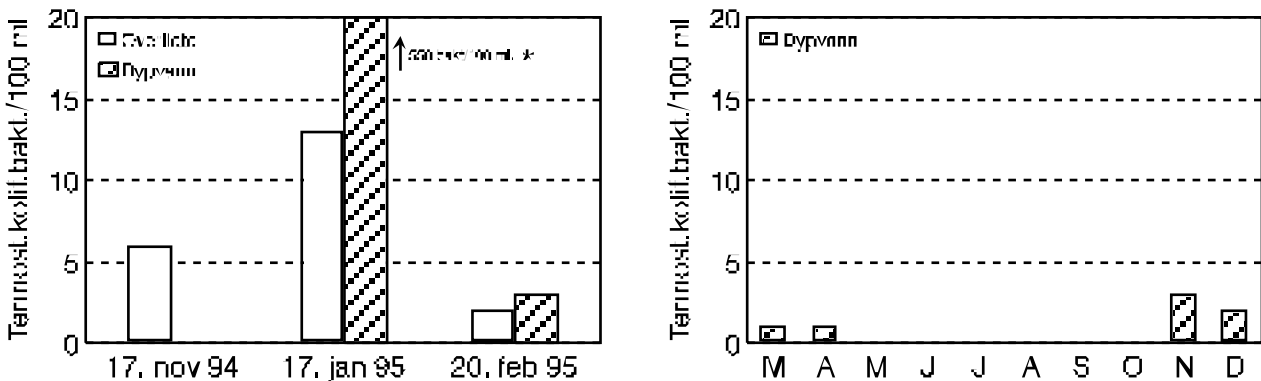
TILSTANDEN I JORDALSVATNET I NOVEMBER 1994 - FEBRUAR 1995.

Temperatur og skiktningforhold

I Jordalsvatnet var det temperaturskiktning av vannet ved prøvetakingen 17. november, og skiktningen lå mellom 40 og 45 meters dyp (vedleggstabell 5). Oksygenmetningen var på over 90 % over skiktninglaget, og sank til 79 % på 49 meters dyp. Ved prøvetakingen i januar og i februar var innsjøen ikke skiktet, og det var omrøring i hele vannsøylen.

Innhold av tarmbakterier

Innholdet av tarmbakterier i Jordalsvatnet var lavt ved de undersøkte tidspunktene (figur 5). I overflaten var høyeste tarmbakteriekonsentrasjon på 13 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml vann. I bunnvannet var det ikke tarmbakterier i bunnvannet i november da prøven ble tatt under temperatursprangskiktet. I januar og februar ble det imidlertid registrert tarmbakterier på 40 meters dyp. I januar var innholdet meget høyt, men dette er høyst sannsynlig en forurensning av selve prøven, det samme som trolig har skjedd med dypvannsprøven i Indrevatnet. Vi antar at dette er en forurensning, fordi det ikke er registrert et høyere innhold av tarmbakterier enn 3 termotolerante bakterier pr. 100 ml i månedlige prøver fra drikkevannsuttaget på 40 meters dyp i 1994 (figur 5). Det er heller aldri registrert høyere konsentrasjon av tarmbakterier enn 20 termotolerante bakterier pr. 100 ml de siste 4 årene (data fra Næringsmiddeltilsynet i Hordaland).



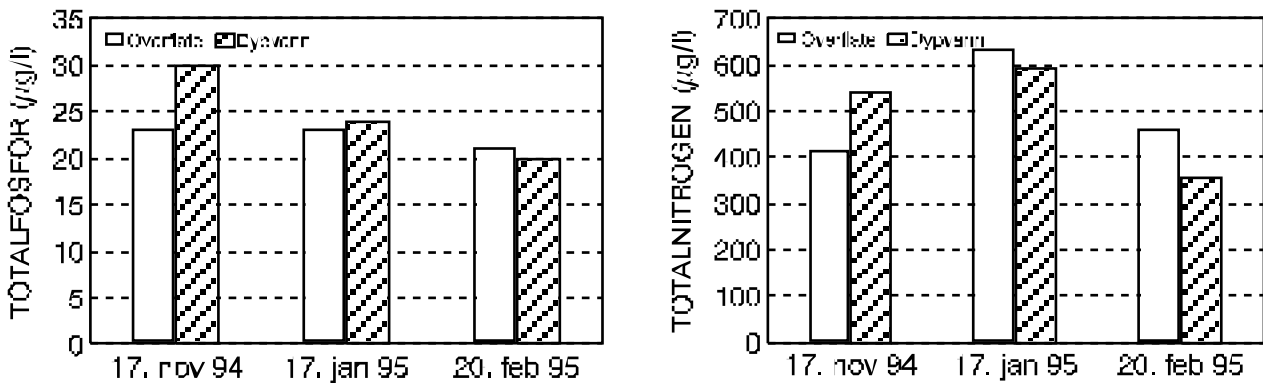
FIGUR 5. Innhold av tarmbakterier i Jordalsvatnet. Figuren til venstre viser prøvetakingen i forbindelse med denne undersøkelsen, tatt ved tre tidspunkt i perioden 17. november 1994 til 20. februar 1995 (vedleggstabell 4). Prøvene i overflaten er tatt som blandeprøver fra de seks øverste meterne i innsjøen, og dypvannsprøvene er tatt på 40 meters dyp. Prøvene er analysert av Chemtab Services. Figuren til høyre viser månedlige målinger av råvann, på 40 meters dyp, analysert av Næringsmiddeltilsynet i Hordaland. * Trolig forurenset prøve.

Næringsrikhet

Det ble funnet et relativt høyt innhold av fosfor også i Jordalsvatnet ved samtlige prøvetakinger (figur 6) og gjennomsnittlig fosforinnhold i perioden var på 22 :g P/l i overflatevannet og 25 :g P/l i bunnvannet. Også denne innsjøen ville vært klassifisert i nest dårligste tilstandsklasse (klasse IV) dersom dette hadde vært prøver fra sommersesongen. Innholdet av nitrogen var imidlertid relativt lavt i forhold til fosforinnholdet, med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalnitrogen på omtrent 500 :g/l både i



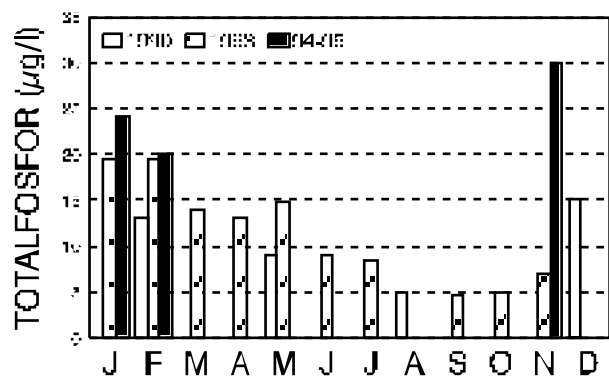
overflatevannet og i bunnvannet. Nitrogeninnholdet ville tilsvart tilstandsklasse III dersom disse konsentrasjonene var blitt målt om sommeren. Innholdet av både fosfor og nitrogen lå omtrent på samme nivå i overflaten og i bunnvannet ved prøvetakingene (figur 6).



FIGUR 6. Innhold av totalfosfor (til venstre) og totalnitrogen (til høyre) i prøver overflaten og bunnvannet i Jordalsvatnet ved tre tidspunkter i perioden 17. november 1994 - 20. februar 1995 (vedleggstabell 4). Prøvene fra overflaten er tatt som blandeprøver fra de 6 øverste meterne, dypvannsprøvene er tatt på 40 meters dyp. Samtlige prøver er tatt ved innsjøens dypeste punkt.

Innholdet av totalfosfor i undersøkelsesperioden var relativt høyt, men det er trolig at fosforinnholdet i sommersesongen er adskillig lavere (figur 7). Månedlige målinger fra drikkevannsinntaket på 40 meters dyp, viser at innholdet av totalfosfor er lavere i sommerperioden når det er skiktning i innsjøen. Erfaringer fra andre innsjøer i denne regionen viser at også overflatevannet har et høyere innhold av totalfosfor i vinterhalvåret enn i vekstsesongen i sommerhalvåret (Andersen mfl. 1985, 1987, 1988). Målinger fra drikkevannene i Bergen fra 1990, viser også at Jordalsvatnet er den mest næringsrike av de viktigste drikkevann i Bergen kommune. Innsjøen hadde det høyeste fosforinnholdet ved samtlige av de fire målingene dette året.

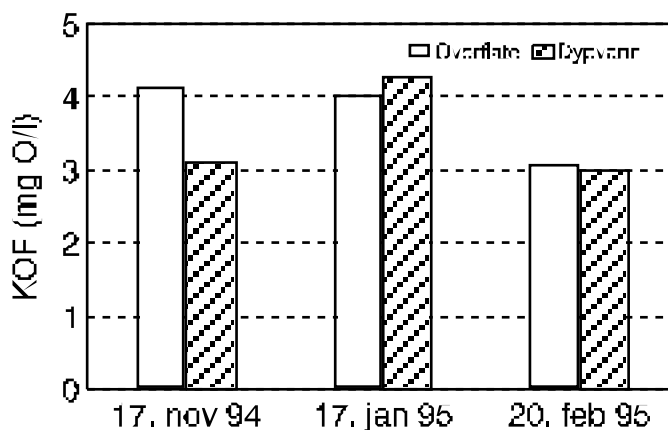
FIGUR 7. Innhold av totalfosfor på 40 meters dyp i Jordalsvatnet i prøver fra 1990, 1993, desember 1994 og januar 1995. Prøvene fra 1990 og 1993 er tatt fra drikkevannsinntaket, og er analysert av Næringsmiddeltilsynet for Hordaland. Prøvene fra 1994-95 er tatt i forbindelse med denne undersøkelsen, og er analysert av Chemlab Services.





Kjemisk oksygenforbruk

Det kjemiske oksygenforbruket var ikke spesielt høyt i Jordalsvatnet (figur 8), høyeste registrerte verdi var på 4,3 mg O/l og ble funnet i dypvannet. Dette tilsvarer "nedre del" av tilstandsklasse III. Oksygenforbruket var lavere enn i Indrevatnet, spesielt i november. Også i overflatevannet i Jordalsvatnet avtok oksygenforbruket utover vinteren men ikke så markert som i Jordalsvatnet. Oksygenforbruket i Jordalsvatnet var høyest i overflatevannskiktet i november da innsjøen var skiktet.



FIGUR 8. Kjemisk oksygenforbruk (mg O/l) i tre målinger fra overflatevannet og bunnvannet i Jordalsvatnet. Prøvene er tatt i perioden 17. november 1994 til 20. februar 1995, og er tatt ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 4).



VURDERINGER

Undersøkelsen av Indrevatnet og Jordalsvatnet i perioden november 1994 til februar 1995 indikerer at begge innsjøene er noe mer næringsrike enn de burde være for å kunne opprettholde en stabil og god vannkvalitet. Innholdet av tarmbakterier var imidlertid relativt lavt i begge innsjøene. Innholdet av organisk stoff var noe høyt i undersøkelsesperioden, men i Jordalsvatnet ble det ikke registrert oksygenfrie forhold i bunnvannet. I Indrevatnet var skiktningsperioden over, og det var derfor ikke mulig å si noe om oksygenforholdene. Vi antar imidlertid at denne innsjøen har oksygenfritt bunnvann i deler av skiktningsperioden.

Det tas månedlige prøver av dypvannet i Jordalsvatnet i forbindelse med drikkevannsuttaget. En kort oppsummering av vannkvaliteten på råvannet til drikkevannsinntaket viser at vannet er noe surt og har et høyt innhold av aluminium (Bjørklund mfl. 1994). Innholdet av organisk stoff var også noe høyt, men vannets farge og turbiditet var vanligvis lavt. Tarmbakterieinnholdet er også relativt lavt, høyeste observerte konsentrasjon de siste fem årene er på 20 tarmbakterier pr. 100 ml.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Innholdet av tarmbakterier var relativt lavt i begge innsjøene ved samtlige prøvetakinger, men konsentrasjonene i Indrevatnet var høyere enn i Jordalsvatnet. I Indrevatnet lå innholdet av tarmbakterier rundt 25 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml. Ettersom det var omrøring i vannmassene ved samtlige prøvetakinger i Indrevatnet, var innholdet av tarmbakterier relativt likt i overflaten og i bunnvannet, bortsett fra i januar. I januar ble det funnet et meget høyt tarmbakterieinnhold i dypvannsprøvene fra både Indrevatnet og Jordalsvatnet. Ettersom det i de månedlige målingene fra drikkevannsuttaget aldri er registrert høyere tarmbakterieinnhold enn 20 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i de siste 5 årene i Jordalsvatnet, antar vi at begge disse prøvene må ha vært forurenset.

I Jordalsvatnet lå innholdet av tarmbakterier rundt 5-10 i overflatevannet og mellom 0 og 3 i bunnvannet. I november var det temperaturskiktning i Jordalsvatnet, og det ble ikke registrert tarmbakterier under sprangskiktet. I januar og februar var det omrøring i vannmassene, og i denne periodene ble det registrert små mengder tarmbakterier i hele vannsøylen. Vannkvaliteten med hensyn på tarmbakterieinnholdet ligger imidlertid innenfor den beste kategorien (kategori A1) i de nye kravene til en råvannskilde (Sosial og Helsedep. 1995), selv i perioder med full omrøring i vannmassene.

Kildene for tilførsler av tarmbakterier til Jordalsvatnet kan være tilsig fra private kloakkanlegg og/eller husdyrgjødsel. Forurensningene til Jordalsvatnet kommer imidlertid hovedsakelig til overflatevannskiktet. Dersom kilden er kloakktilførsler, kan tilførslene enten komme direkte til Jordalsvatnet der det er åtte husstander som har separate kloakkanlegg med avrenning til Jordalsvatnet, og/eller via Indrevatnet fra de 32 husstandene som har avrenning dit. Dersom tilførslene kommer fra husdyrgjødsel kan tilførslene komme både direkte til Jordalsvatnet og via Indrevatnet, ettersom det er tre gårdsbruk med husdyrhold som drenerer til hver av innsjøene.

Tilførsler til Indrevatnet og/eller Jordalsvatnet når altså drikkevannsuttaget i perioder med full omrøring i vannmassene. Avstanden fra kilde til vannuttaket, og dermed den tiden det tar før tilsig fra kloakk eller husdyrgjødsel når drikkevannsuttaget har imidlertid stor betydning for type og mengde patogene mikrober. Både forlenget tid slik at flere mikroorganismer ikke overlever, økt mikrobiell nedbrytning, samt at Indrevatnet fungerer som en synkekum for partikler, fører til en viss egenrensing av tilførslene til Indrevatnet før de når Jordalsvatnet. I tillegg kommer fortyningseffekten i vannmassene. Dette gjør at tilførsler til Indrevatnet er en mindre potensiell forurensningskilde enn tilførsler direkte til Jordalsvatnet. Likevel finnes det enkelte meget motstandsdyktige sykdomsframkallende mikroorganismer, både i kloakk og i husdyrgjødsel, som likevel kan komme til drikkevannsinntaket, også via Indrevatnet.

Forskjellige løsninger for kloakkeringsforholdene er gjennomgått av VIAK (Skaar 1995). Ut fra våre vannkjemiske undersøkelser, samt de månedlige målingene fra drikkevannsuttaget, mener vi at en løsning med utbedring av separate kloakkrenseanlegg kan godtas, forutsatt at en oppfyller forskriftene om utslipp fra slike anlegg. Forurensningene til drikkevannsinntaket har alltid vært meget små, og både fargen og turbiditeten er vanligvis



så lav at desinfeksjon med spesielt UV men også klor vil ha god effekt. I tillegg har drikkevannet et fullverdig renseanlegg. Likevel vil det være en fordel at flest mulig husstander med avrenning direkte til Jordalsvatnet på sikt knyttes til det offentlige kloakkledningsnettet. Det bør også vurderes nærmere hvorvidt tilførsler fra husdyrgjødsel bidrar til de bakteriologiske forurensningene.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Både Jordalsvatnet og Indrevatnet hadde et høyt innhold av næringsstoffer i prøvetaksperioden. Sammenligning av næringsinnholdet i de to innsjøene viste at fosforinnholdet var høyest i Indrevatnet, mens nitrogeninnholdet var høyest i Jordalsvatnet. Sett i sammenheng med innholdet av tarmbakterier i de to innsjøene kan det tyde på at Indrevatnet får mer næringstilførsler fra kloakk eller husdyrgjødsel enn Jordalsvatnet. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjoner i overflatevannet i Indrevatnet var på 37 :g P/l og i Jordalsvatnet på 22,3 :g P/l. Innholdet av nitrogen var på 397 :g N/l i Indrevatnet og på 501 :g N/l i Jordalsvatnet.

De her rapporterte prøvene er imidlertid tatt vinterstid, da stofftapet fra arealavrenning er høyere enn på sommeren på disse kanter av landet (Holtan og Åstebøl, 1990). Erfaringer fra andre innsjøer i denne regionen viser da også at innholdet av totalfosfor er høyere i vinterhalvåret enn i vekstsesongen i på sommeren (Andersen mfl. 1985, 1987, 1988). Disse undersøkelsene viser at gjennomsnittlig fosforinnhold sommerstid kan være helt nede i det halve av innholdet på vinteren. Ut fra dette antar vi at gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon i Jordalsvatnet muligens kan være nede i 11 :g P/l i overflatevannet, og i Indrevatnet nede i 19 :g P/l. Dette er trolig et noe lavt estimat, men tyder likevel på at begge innsjøene har for stor næringsbelastning. Høyeste gjennomsnittlige fosforkonsentrasjon i innsjøene bør da være 14 :g/l i Indrevatnet og 8,5 :g/l i Jordalsvatnet for at vannkvaliteten skal være stabilt god. Jordalsvatnet har imidlertid vært relativt næringsrikt tidligere også, og enkeltprøver fra overflatevannet i perioden 1969-73 viste et fosforinnhold rundt 15-20 :g P/l (diverse NIVA undersøkelser). Sammenlignet med andre viktige drikkevannskilder i Bergen, viser fosformålinger fra 1990 at Jordalsvatnet var det mest næringsrike av dem. Innsjøen hadde det høyeste fosforinnholdet ved samtlige av de fire målingene dette året.

Beregninger av tilførselene til innsjøene ut fra kjente forhold i nedslagsfeltet, tyder imidlertid på at begge innsjøene har så små tilførsler at de skulle være stabilt næringsfattige. Disse beregningene er gjort ut fra opplysninger om arealfordeling, landbruk og kloakkeringsforhold i nedslagsfeltet. Tilførselene til innsjøene utgjør, i følge beregningene, i underkant av 70 % av innsjøenes respektive tålegrenser for fosfortilførsler. Indrevatnet har en tålegrense på 280 kg fosfor pr. år og tilføres i følge de teoretiske beregningene 190 kg fosfor pr. år. Jordalsvatnet har en tålegrense på 370 kg fosfor pr. år, og tilførselene er teoretisk beregnet til 250 kg fosfor pr. år.

Tilførselskildene for næringsstoffer kan være kloakk og husdyrgjødsel, samt arealavrenning fra "uberørte" høyfjellsområder og fra landbruksområder. De kjente tilførselene fra disse kildene er altså små i forhold til innsjøenes tålegrense. Tilførselene fra private kloakkanlegg utgjør henholdsvis 18 % av tålegrensen for Indrevatnet og 3 % av tålegrensen for Jordalsvatnet. Dette er imidlertid under forutsetning av at anleggene fungerer optimalt, hvilket er lite sannsynlig. Likevel har tilsig fra kloakk med dagens bebyggelse liten betydning for næringsrikheten i innsjøene. Dersom samtlige husstander hadde hatt **direkte** utslipp til innsjøene ville dette nemlig bare utgjøre 21 % og 3 % av tålegrensen i henholdsvis Indrevatnet og Jordalsvatnet. Altså en relativt liten del av de tilførselene som innsjøene tåler når de er næringsfattige og har en stabil og god vannkvalitet.

Til Indrevatnet er tilførselene fra husdyrholdet største kilde for fosfortilførsler, og står for 23 % av innsjøens tålegrense, mens arealavrenning fra landbruk og fra høyfjellsområdene utgjør 13 % hver. Til Jordalsvatnet kommer de største tilførselene med vannet fra Indrevatnet. Disse tilførselene utgjør 43 % av tålegrensen. Tilførsler på grunn av husdyrhold utgjør 9 % og arealavrenning utgjør 13 %.

Årsakene til uoverensstemmelsen mellom fosforkonsentrasjonene i innsjøene i forhold til beregningene ut fra forhold i nedslagsfeltet kan være flere. Gjødsling av markene utenom anbefalt gjødslingstid eller overgjødsling kan være en årsak. Det finnes ingen opplysninger om gjødselbruk i nedslagsfeltet til vassdraget. Krav om gjødselplaner vil først komme i 1997. En annen årsak kan være at silo eller gjødsellagre er utette slik at det er



store sig til innsjøene derfra. Dersom det er oksygenfrie forhold i bunnvannet i Indrevatnet kan også indre gjødsling i enkelte perioder tilføre fosfor til overflatevannet og videre til Jordalsvatnet. Det er også observert en meget høy vannstand i Indrevatnet i perioder med mye nedbør. I denne perioden sto områder med dyrket mark under vann i den indre delen av Indrevatnet. Dette fører til stor utvasking av jord, og gir dermed store fosfortilførsler til innsjøene. Dette kan være en viktig årsak til de høye konsentrasjonene av næringsstoffer som ble målt i denne undersøkelsen.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Innholdet av organisk stoff var noe høyt i innsjøene, og det er trolig at Indrevatnet har et så høyt innhold av organisk stoff at innsjøen har oksygenfrie forhold i bunnvannet i deler av sommerhalvåret. Undersøkelsen ble imidlertid satt i gang for seint til at dette kunne fastslås. I Jordalsvatnet ble det ikke registrert oksygenfritt bunnvann. Innhold av oksygen i dypvannet var høyt under skiktningslaget ved målingene i november. Det målte kjemiske oksygenforbruket, som indikerer innholdet av organisk stoff, klassifiserer begge innsjøene i tilstandsklasse III. Høyeste registrerte verdi av kjemisk oksygenforbruk var på 6,3 mg O/l i Indrevatnet og på 4,3 mg O/l i Jordalsvatnet. Det er imidlertid registrert adskillig høyere verdier i prøver fra drikkevannsinntaket i Jordalsvatnet i 1991 og begynnelsen av 1992. Ingen av målingene har likevel overskredet den veiledende verdi på 30 mg O/l i de nye kravene til vannkvalitet for en råvannskilde. De største tilførslene ble funnet i november i begge innsjøene. Dette er naturlig ettersom organisk stoff for en stor del består av døde planter og alger både fra innsjøenes egen produksjon og fra nedslagsfeltet.

Indrevatnet fungerer imidlertid som en synkekum for tilførsler av organisk stoff, slik at mindre mengder stoff føres videre ut i Jordalsvatnet enn det som tilføres Indrevatnet. Det kjemiske oksygenforbruket var alltid høyere i Indrevatnet enn i Jordalsvatnet, og i Indrevatnet var oksygenforbruket vanligvis høyere i bunnvannet enn i overflatevannet.

Kildene for tilførsler av organisk stoff er tilsig fra kloakk eller husdyrgjødsel, avrenning fra arealer, særlig myrområder, samt tilførsler fra planteproduksjon både i innsjøene selv og i nedslagsfeltet. En annen viktig kilde for tilførsler av organisk stoff kan være flomtilførsler av jord fra oversvømmede jordbruksarealer. Det ble observert store oversvømmelser ved prøvetakingen i januar. Det er ikke mulig i denne undersøkelsen å si noe om hvilke kilder som har størst betydning her. Imidlertid vil innsjøenes egenproduksjon alltid være en meget viktig kilde, og egenproduksjonen vil i stor grad avhenge av tilførslene av næringsstoffer og er derfor en sekundæreffekt av innsjøenes næringstilstand.

VIDERE OPPFØLGING

På grunnlag av de presenterte resultatene bør det gjennomføres en videre undersøkelse i begge innsjøene gjennom en større del av året, slik at en får avgjort hvorvidt det er et misforhold mellom tilstanden i innsjøene og omfanget av de beregnede tilførslene, eventuelt hva dette beror på, og hvorvidt dette medfører uheldige biologiske responser i innsjøene sommerstid. Indrevatnet er ikke undersøkt tidligere, og de forrige undersøkelsene i Jordalsvatnet er snart 20 år gamle.



LITTERATURHENVISNINGER

- ANDERSEN, S., P. JAKOBSEN, G. JOHNSEN & O. SKILBREI 1985
Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer.
Universitetet i Bergen, rapport nr. 3/86, 89 sider.
- ANDERSEN, S., P. JAKOBSEN, G. JOHNSEN & O. SKILBREI 1985
Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer.
Universitetet i Bergen, statusrapport nr. 1/87, 47 sider.
- ANDERSEN, S., P. JAKOBSEN, G. JOHNSEN & O. SKILBREI 1985
Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer.
Universitetet i Bergen, statusrapport nr. 1/88, 25 sider.
- BERGE, DAG 1987
Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofnivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter.
SFT rapport nr. 2001, 44 sider.
- BJØRKLUND, A., G.H. JOHNSEN & A. KAMBESTAD 1994
Miljøkvalitet i vassdragene i Bergen, status 1993.
Rådgivende Biologer, rapport 110, 156 sider. ISBN 82-7658-024-6
- HOLTAN, H., & S.O. ÅSTEBØL 1990
Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave.
NIVA-JORDFORSK rapport nr 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1.
- ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M. 1979.
Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979.
NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.
- SAMDAL, J.E., O. SKULBERG & J.J. NYGAARD 1969
Vurdering av vannkilder i Åsane kommune.
NIVA rapport nr. O-79/68, 52 sider.
- SAMDAL, J.E. & J.J. NYGAARD 1972
Undersøkelser i Jordalsvatnet 1970 - 1972.
NIVA rapport nr. O-79/68, 25 sider.
- SAMDAL, J.E. & J.J. NYGAARD 1974
Undersøkelser i Jordalsvatnet 1972 - 1973.
NIVA rapport nr. O-79/68, 14 sider.
- SKAAR, T. 1994
Jordalsvatnet. Tilstandsundersøkelse for eiendommer med privat kloakkløsning i Jordalsvatnets nedbørfelt.
Asplan Viak Bergen, hefte-nr. 7410, 27 sider.
- SFT 1989
Vannkvalitetskriterier for ferskvann.
Statens Forurensningstilsyn.
- SFT 1993
Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 92:06.
- SOSIAL- OG HELSEDEPARTEMENTET 1995
Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.



VEDLEGGSTABELLER

VEDLEGGSTABELL 1: Areal og volum for forskjellige skikt i Indrevatnet i Jordalen. Tallene baserer seg på dybdekart presentert i figur 1, utarbeidet ved befaringen 17.januar 1995. Vannstanden var da omtrent 0,5 meter høyere enn vanlig vannstand i innsjøen.

DYP / SKIKT	AREAL PÅ DYP km ²	VOLUM AV SKIKT millioner m ³	VOLUM UNDER millioner m ³
0 meter / 0 - 2 meter	0,0801	0,1354	0,5137
2 meter / 2 - 4 meter	0,0553	0,1012	0,3783
4 meter / 4 - 6 meter	0,0459	0,0837	0,2770
6 meter / 6 - 8 meter	0,0378	0,0675	0,1934
8 meter / 8 - 10 meter	0,0297	0,0524	0,1259
10 meter / 10 - 12 meter	0,0227	0,0377	0,0735
12 meter / 12 - 14 meter	0,0150	0,0244	0,0358
14 meter / 14 - 16 meter	0,0094	0,0114	0,0114
16 meter	0,0020	0	0
INNSJØENS TOTALE VOLUM:			0,5137

VEDLEGGSTABELL 2: Areal og volum for forskjellige skikt i Jordalsvatnet. Tallene baserer seg på data fra NIVA.

DYP / SKIKT	AREAL PÅ DYP km ²	VOLUM UNDER millioner m ³
0 meter / 0 - 5 meter	0,96	11,6
5 meter / 5 - 10 meter	1,81	9,05
10 meter / 10 - 15 meter	1,41	7,05
15 meter / 15 - 20 meter	1,1	5,5
20 meter / 20 - 25 meter	0,82	4,1
25 meter / 25 - 30 meter	0,61	3,05
30 meter / 30 - 35 meter	0,44	2,2
35 meter / 35 - 40 meter	0,39	1,95
40 meter / 40 - 45 meter	0,18	0,9
45 meter / 45 - 50 meter	0,09	0,45
50 meter / 50 - 55 meter	0,04	0,2
55 meter / 55 - 60 meter	0,0005	0,0025
58 meter	0	0
INNSJØENS TOTALE VOLUM:		11,6



VEDLEGGSTABELL 3: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater fra Indrevatnet ved 3 tidspunkter i perioden november 1994 - februar 1995. Prøvene fra overflaten (O) er tatt som blandeprøver fra de 4 øverste meterne i vannsøylen, prøvene fra dypvannet (D) er tatt på 14 meters dyp. Samtlige prøver er tatt ved innsjøens dypeste punkt. Analysene er utført av Chemlab Services.

PARAMETER	ENHET	4. november		17. januar		20. februar	
		O	D	O	D	O	D
Termostabile koliforme	ant/100 ml	20	26	30	623	23	22
Total-nitrogen	: g/l	259	528	546	618	333	348
Total-fosfor	: g/l	37	39	39	43	35	28
Permanganattall	mg o/l	4,86	6,33	3,49	4,04	2,29	2,27

VEDLEGGSTABELL 4: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater fra Jordalsvatnet ved 3 tidspunkter i perioden november 1994 - februar 1995. Prøvene fra overflaten (O) er tatt som blandeprøver fra de 6 øverste meterne i vannsøylen, prøvene fra dypvannet (D) er tatt på 14 meters dyp. Samtlige prøver er tatt ved innsjøens dypeste punkt. Analysene er utført av Chemlab Services.

PARAMETER	ENHET	17. november		17. januar		20. februar	
		O	D	O	D	O	D
Termostabile koliforme	ant/100ml	6	0	13	550	2	3
Total-nitrogen	: g/l	415	542	630	591	458	357
Total-fosfor	: g/l	23	30	23	24	21	20
Permanganattall	mg o/l	4,13	3,12	4	4,26	3,06	3



VEDLEGGSTABELL 5. Temperatur- ($^{\circ}\text{C}$) og oksygenmålinger i Indrevatnet 4. november 1994 og i Jordalsvatnet 17. november 1994.. Oksygenverdiene er angitt i mg O₂ og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar elektrode.

DYP	INDREVATNET, 4. 11.94			JORDALSVATNET, 17.11.94		
	Temp.	O ₂	% metn.	Temp.	O ₂	% metn.
0 m	7,3	11,0	90	6,9	10,9	89
1 m				6,9	11,1	91
2 m	6,1	11,0	89	6,7	11,4	93
3 m				6,7	11,4	94
4 m	6	11,2	91	6,7	11,6	94
5 m				6,6	11,6	95
6 m	6	11,3	91	6,6	11,6	95
8 m	6	11,3	91	6,6	11,5	94
10 m	5,9	11,4	92	6,6	11,6	95
12 m	5,9	11,4	92	6,6	11,7	96
14 m	5,9	11,5	92			
15 m	5,9	11,5	92	6,6	11,7	96
20 m				6,6	11,7	96
25 m				6,6	11,7	96
30 m				6,5	11,7	96
35 m						
40 m				6,4	11,6	94
45 m				5,9	10,6	85
49 m				5,6	9,9	79