

Betydningen av
Gjernesmoen
kloakkrenseanlegg
for
resipientforholdene
i Vangsvatnet,
Voss kommune



Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 98, desember 1991.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Betydningen av Gjernesmoen kloakkrensaneanlegg for resipientforholdene i Vangsvatnet, Voss kommune

FORFATTERE:

dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Voss kommune, teknisk etat, ved sjefsingeniør Nils Akselberg, 5700 Voss

OPPDRAGET GITT:

Mai 1993

ARBEIDET UTFØRT:

mai - november 1993

RAPPORT DATO:

1.desember 1993

RAPPORT NR:

98

ANTALL SIDER:

22

ISBN NR:

ISBN 82-7658-017-3

RAPPORT SAMMENDRAG:

Kloakksaneringsarbeidet og utbyggingen av Gjernesmoen kloakkrensaneanlegg har ført til at tilstanden i Vangsvatnet er bedret siden 1970-årene. Både næringsrikhet og algemengder er nå lavere, og vannet er klarere enn tidligere. Størst virkning er imidlertid observert med hensyn på de sanitære forholdene i Vangsvatnet. Konsentrasjonene av tarmbakterier var i 1970-årene periodevis så høye at bading ikke var tilrådelig. En vil anta at betydningen av renseanlegget også vil kunne spores i vassdraget nedstrøms Vangsvatnet.

EMNEORD:

- Vassdrag
- Resipientvurdering
- Kloakksanering

SUBJECT ITEMS:

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



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Teknisk etat, Voss kommune, foretatt en undersøkelse av tilstanden i Vangsvatnet, for å vurdere eventuelle effekter av kloakkrenseanlegget på Gjernesmoen. Undersøkelsen er gjennomført sommeren 1993.

Vangsvatnet var tidligere resipient for kloakk fra store deler av tettbebyggelsen på Vossevangen og utslipp fra både meieri og slakteri. Etter at det ble etablert kloakkrenseanlegg for disse områdene på Gjernesmoen, har tilførslene til innsjøen blitt vesentlig redusert. Undersøkelsen innbefatter i tillegg en teoretisk vurdering av de samlede tilførsler til Vangsvatnet,- både fra jordbruk og kloakkutslipp.

De vannkjemiske prøvene tatt i forbindelse med denne undersøkelsen er analysert av Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland og Fylkeslaboratoriet i Bergen.

Rådgivende Biologer vil få takke følgende for hjelp og assistanse ved gjennomføringen av arbeidet: Ivar Husdal ved Gjernesmoen kloakkrenseanlegg har tilrettelagt samtlige resultater fra driften ved anlegget. Sverre Kvistad og Toni Chr. Lindebrekke ved Landbrukskontoret på Voss har lagt ned et stort arbeide i å framskaffe nødvendig informasjon vedrørende omfanget av landbruksaktivitetene i nedslagsfeltet til Vangsvatnet. Ungdomsherberget på Voss lånte oss båt ved hver eneste befarings til Vangsvatnet. Miljøvernleiar Gunnar Berge og sjefsingeniør Nils Akselberg har forsynt oss med tilgjengelig bakgrunnsinformasjon vedrørende tilstanden i Vangsvatnet. Bente Irene Berland Molland ved næringsmiddeltilsynet har forenklet arbeidet vårt ved sin fleksibilitet ved mottak av vannprøver i helger og ellers.

Rådgivende Biologer takker Voss kommune ved Nils Akselberg for oppdraget.

Bergen. 1.desember 1993.



INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHALDSFORTEGNELSE	4
Liste over figurer	4
Liste over tabeller	4
SAMMENDRAG	5
KLOAKKSANERING RUNDT VANGSVATNET	6
TEORETISK VURDERING AV TILFØRSLER	8
TILSTANDEN I VANGSVATNET I 1993	11
Tilførsler av organisk stoff	11
Tilførsel av næringsstoffer	12
VIRKNING AV KLOAKKSANERINGEN PÅ RESIPIENTEN	15
HENVISNINGER OG LITTERATUR	18
VEDLEGG 1: MÅLEDATA	19
VEDLEGG 2: METODE FOR BEREGNING AV TILFØRSLER	22

LISTE OVER FIGURER

1: Konsentrasjon av fosfor, nitrogen og stoff i utløpsvannet fra Gjernesmoen renseanlegg	7
2: Vollenweider-diagram for Vangsvatnets østre basseng	10
3: Månedlige temperaturprofiler i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993.	11
4: Månedlige oksygenprofiler i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	11
5: Månedlige målinger av siktedyp i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	12
6: Algemengder og algetyper i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	13
7: Utvikling i næringsrikhet i Vangsvatnets østre basseng fra 1977 til 1993	15
8: Utvikling i gjennomsnittlig algemengde i Vangsvatnets østre basseng fra 1977 til 1993	16
9: Utvikling i konsentrasjon av termostabile koliforme bakterier i overflaten av Vangsvatnet	16

LISTE OVER TABELLER

1: Grovt anslått rensegrad for kloakkrenseanlegget på Gjernesmoen	7
2: Arealbruk i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre basseng.	8
3: Husdyrhold i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre basseng	8
4: Forhold knyttet til jordbruket i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre basseng	8
5: Bosetting og kloakkeringsforhold i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre basseng.	8
6: Teoretisk beregning av nærings- og stofftilførsler til Vangsvatnets østre basseng	9
7: Hydrologiske verdier for Vangsvatnets østre bassenge	9
8: Vannkjemiske målinger i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	13
9: Dyrereplankton i Vangsvatnet østre basseng sommeren 1993	14
10: Temperatur- og oksygenprofiler i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	21
11: Analyseresultatene fra algeprøvene i Vangsvatnets østre basseng sommeren 1993	22



SAMMENDRAG

Vangsvatnets østre basseng var inntil omtrent 1970 resipient for det aller meste av kloakken og avløpsvannet fra bebyggelsen rundt og ovenfor Vossevangen. Fra 1970 og fram mot 1980 ble imidlertid det meste av disse utslippene sanert ved utbygging av avskjærende kloakkledninger i hele området. Alt avløpsvannet ble samlet og ledet ut på 25 meters dyp i Vangsvatnet utenfor utløpet av Vosso. Nå er omtrent all kloakken fra Vangen, samt meieriet og slakteriet, ført via kloakkrensaneanlegget på Gjernesmoen og ut på 25 meters dyp i Vangsvatnet. Renseanlegget har vært i full drift med både mekanisk, kjemisk og biologisk rensing siden februar 1992.

Vangsvatnet er i dag preget av næringsfattige forhold, med liten algeproduksjon, klart vann og gode oksygenforhold i hele vannsøylen. Vurdert i forhold til SFTs klassifikasjonssystem for miljøkvalitet (SFT 1992) vil tilstanden beskrives som "GOD" på en femdelt skala fra "GOD" til "MEGET DÅRLIG". Tilstanden i Vangsvatnet er i dag kun moderat avvikende fra forventet naturtilstand på rundt 4 µg fosfor/liter, og dette skyldes i stor grad avrenning fra dyrket mark i nedslagsfeltet.

På grunn av den store vanngjennomstrømmingen, har Vangsvatnet alltid vært relativt næringsfattig. Kloakksaneringen og etablering av kloakkrensing har imidlertid ført til lavere konsentrasjoner av næringsstoffet fosfor og også lavere algemengder i innsjøen. En teoretisk vurdering av de samlede næringsstofftilførselene til innsjøen viser at disse står i forhold til den observerte næringsfattige tilstanden, og at forholdene er stabile. Kloakkrensaneanlegget på Gjernesmoen, med en antatt rensegrad på 80-90 % med hensyn på fosfor, har i stor grad medvirket til å redusere næringsbelastningen på innsjøen, og vil særlig i år med lite nedbør være av betydning for å opprettholde de gode forholdene en i dag har i Vangsvatnet. Fjerningen av fosforbelastningen fra innsjøen må også antas å ha betydning for kvaliteten på vassdraget nedstrøms.

Kloakksaneringen rundt Vangsvatnet har også hatt en særdeles stor effekt på de sanitærbakteriologiske forholdene i Vangsvatnet. Konsentrasjonene av tarmbakterier var så høye på 70-tallet at bading i perioder absolutt ikke kunne anbefales langs deler av strandsonen. Avskjæringen av de spredte utslippene og samlingen av disse i ett dykket utslipp på 25 meters dyp utenfor Gjernesmoen gav en vesentlig forbedring i disse forholdene etter 1980. Etableringen av renseanlegget på Gjernesmoen førte til en ytterligere reduksjon i den samlede sanitære belastningen på resipienten. Dette er imidlertid vanskeligere å påvise, fordi forholdene i dag i utgangspunktet er gode, men også gjenspeiler periodiske tilførsler av tarmbakterier fra arealavrenning fra landbruket og fra eventuelle diffuse kloakkutslipp.

De noe høyere konsentrasjonene av tarmbakterier som periodevis opptrer både langs land og ute i vannmassene på seinsommeren må derfor sees i sammenheng med disse kildene, og de observerte konsentrasjonene er således ikke større enn hva en kan forvente i en slik innsjø.



KLOAKKSANERING RUNDT VANGSVATNET

Voss kommune startet allerede i 1970 med å bygge ut kloakkledningsnettet rundt Vangsvatnet for å samle kloakken fra Vangen og de omkringliggende områdene. I perioden 1977 - 1980 ble områdene rundt jernbanestasjonen og de store hotellene sanert. All kloakken fra tettbebyggelsen ble samlet og ført ut på dypt vann ved Vossos utløp i Vangsvatnet.

Før denne saneringen hadde en i perioder svært høyt innhold av tarmbakterier både i Raundalselven og langs Vangsvatnet, men etter 1980 ble det observert en markert bedring i forholdene (Holtan mfl. 1986), og vannkvaliteten langs innsjøens bredder var periodevis av badevannskvalitet.

Men fremdeles var Vangsvatnet belastet med tarmbakterier, både i overflaten og særlig i prøvene fra 12 - 30 meters dyp. Dette skyldes at kloakkutslippet i denne perioden lå på 25 meters dyp. I periodene med sirkulasjon av vannmassene ble det også observert høye konsentrasjoner i overflatelaget.

Periodevis høye konsentrasjon av tarmbakterier i Vangsvatnet er også antatt å stamme fra avrenning fra gjødslete jordbruksarealer i nedslagsfeltet. Konsentrasjonene var ofte høye i perioder på seinsommeren med nedbør og påfølgende stor arealavrenning. Det må likevel antas at fram til etableringen av renseanlegget utgjorde kloakktilførslene en dominerende andel av de observerte konsentrasjonene.

Det foreløpig siste trinnet i dette omfattende kloakksaneringsarbeidet besto i etableringen av kloakkrenseanlegget på Gjernesmoen. Det renser all kloakken som tidligere var samlet i utslippet ved Vossos munning ut i Vangsvatnet. Anlegget kom igang med mekanisk rensing den 1. oktober 1991, kjemisk rensing 1.november året etter og hadde etablert også biologisk rensing den 15.februar 1992.

Anlegget tar i mot kloakk og avløpsvann fra omtrent 16.000 personekvivalenter (PE) fra ledningsnettet. Dette utgjøres av 6.000 PE fra husholdningsavløp, mens avløpet fra meieri og slakteri har resten. I tillegg tømmer innholdet av de omtrent 1.900 septikktankene på Voss til renseanlegget, 1.700 annethvert år og de resterende ca. 200 hvert fjerde år.

Den kjemisk rensingen foregår som felling med jernklorid, og en får da ut en god del organisk stoff og fosfor. Den biologiske rensingen fjerner mye av det oppløste organiske stoffet (sukker etc.), samt oppløst fosfor. Anlegget feller ikke nitrogen, men innholdet av tarmbakterier reduseres med 99,9% gjennom renseprosessen. Det vil med det første bli sett nærmere på hvor i prosessens forskjellige trinn dette finner sted.

Rensegraden ved anlegget har vært vanskelig å kontrollere i innkjøringsperioden, og det har ikke alltid vært lett å holde renseprosessen kontinuerlig i drift. En enkel sammenstilling av gjennomsnittlig konsentrasjon av stoffer inn til anlegget i forhold til konsentrasjon i utløpet fra anlegget kan derfor bare gi en pekepinn. Dette er satt opp i tabell 1, der det viser seg at anlegget minst har hatt en rensegrad på 25% for nitrogen, 80 % for fosfor og 76% for stoff.

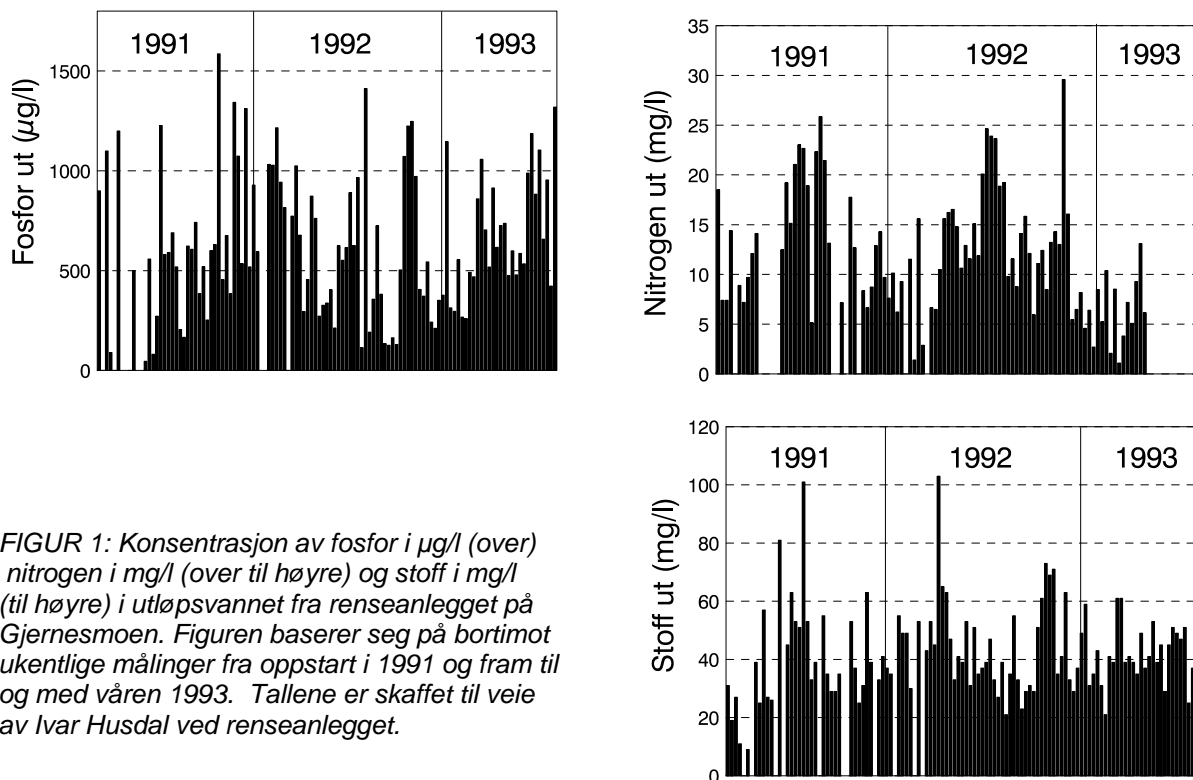
Den virkelige rensegraden bør beregnes ut fra et oppsatt regnskap for massetransport gjennom anlegget, der en fastsetter både vannmengder inn og ut, samt anslår mengden borttransportert stoff. Først ved et slikt oppsett vil en kunne vekte de forskjellige konsentrasjonene riktig i forhold til hverandre og få en realistisk rensegrad. Den her anslåtte rensegraden, basert på innløp og utløp, vil derfor være et underestimert, siden den ikke tar hensyn til de andre uttakene fra anlegget.



TABELL 1: Grovt anslått nedre grense for rensegrad for kloakkrenseanlegget på Gjernesmoen i årene 1991 til 1993. Tallene for 1993 er satt i parentes fordi det gjelder en begrenset periode og derfor ikke skal tillegges særlig vekt. Beregningsmåten er diskutert i teksten.

ÅR	NITROGEN	FOSFOR	STOFF
1991	22%	86%	76%
1992	25%	81%	71%
1993	(8%)	(53%)	(73%)

Skal en anslå omfanget av renseanleggets reduksjon i tilførslene til resipienten, vil en videre måtte ta hensyn til at tilførslene skjer via et ledningsnett som både lekker og tar inn flomvann. Dette resulterer i at ikke all kloakken som tas inn på ledningsnettet kommer fram til anlegget og blir renset. Samtidig er det som kommer fram til anlegget av meget variabel "kvalitet", hvilket i ekstremisituasjoner med mye utvanning, kan skape problemer for anleggets kapasitet. Meieriet og slakteriet har dessuten omtrent halvvert sine tilførsler de siste årene ved bedret kontroll og strengere krav til hva som går ut. Et ukontrollert utslipp fra en av disse vil føre til stans i renseprosessen ved renseanlegget, fordi dette ikke har kapasitet til å takle så store tilførsler som uhell fra disse kan medføre. En enkel oppstilling av de observerte konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og stoff i avløpet fra anlegget er vist i figur 1.



FIGUR 1: Konsentrasjon av fosfor i µg/l (over) nitrogen i mg/l (over til høyre) og stoff i mg/l (til høyre) i utløpsvannet fra renseanlegget på Gjernesmoen. Figuren baserer seg på bortimot ukentlige målinger fra oppstart i 1991 og fram til og med våren 1993. Tallene er skaffet til veie av Ivar Husdal ved renseanlegget.



TEORETISK VURDERING AV TILFØRSLER

Vangsvatnet mottar store mengder næringsstoffer og organisk materiale fra nedslagsfeltet. Omfanget av dette ble vurdert i forbindelse med undersøkelser på 70- og 80-tallet, men er til nå mest utfyllende vurdert i form av en hovedfagsoppgave fra Telemark distriktshøyskole i 1987 (Akselberg og Troneng 1987). De gjennomført en omfattende undersøkelse av fosfor-tilførslene til Vangsvatnet ved både målinger i aktuelle tilførselsbekker i hele vassdraget, og gjorde teoretiske beregninger av tilførslene. De samlede fosfortilførslene til Vangsvatnet ble beregnet til 41,3 tonn årlig.

I forbindelse med denne undersøkelsen er nytt grunnlag for jordbrukstallene innhentet, samtidig som bruk av oppdaterte koeffisienter (Holtan & Åstebøl 1990) for både avrenning og kloakkforhold har medført en viss justering av tallene i Akselberg og Troneng (1987). Det må også understrekes at de her presenterte tall (tabell 2-7) gjelder tilførsler til Vangsvatnets østre basseng alene, slik at de derfor i utgangspunktet avviker noe fra Akselberg og Troneng (1987) sine tall.

TABELL 2: Arealbruk i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre del. Alle tall er i km². Opplysningene er i hovedsak skaffet til veie av Landbrukskontoret i Voss og dels hentet fra kart i målestokk 1:50.000 i M 711 serien. Forutsetning for tallene er gitt i vedlegg 1, metodebeskrivelse.

Samlet areal	Fulldyrket jord	Gjødset beite	Overflate-dyrket	Kultur-skog	Fjell og myr	Innsjø	Tett-bebyggelse
950	29,60	5,99	3,67	107,85	805	8	2,1

TABELL 3: Husdyrhold i nedslagsfeltet til Vangsvatnets østre del. Tallene angir antall dyr. Opplysningene er skaffet til veie av Landbrukskontoret i Voss høsten 1993.

Avls- hester	Ung- hester	Andre hester	Melke- kyr	Ungdyr storfe	Vinterf. sauer	Avls- purker	Avls- råner	Slakte- griser	Verpe- høner	Geiter
47	33	45	2185	3615	9534	90	2	932	7570	82

TABELL 4: Forhold knyttet til jordbruket i nedslagsfeltet til Vangsvatnes østre del. Opplysningene er skaffet til veie av Landbrukskontoret i Voss høsten 1993.

Antall bruk	Antall melkerom	Antall gjødsekkjellere	Samlet silovolum
700	325	464	111.000 m ³

TABELL 5: Bosetting og kloakkeringsforhold i nedslagsfeltet til Vangsvatnet. Tallene angir antall person-ekvivalenter (pe). Opplysningene er i hovedsak hentet fra Akselberg og Troneng (1987).

Samlet antall	Tilknyttet offentlig kloakk og tilkoblet renseanlegg	Med slamavskiller og utslipp til infiltrasjon	Med direkte utslipp	Fra hytter uten innlagt vann	Industri eller institusjon
20.750	7.250	5.500	-	-	8.000



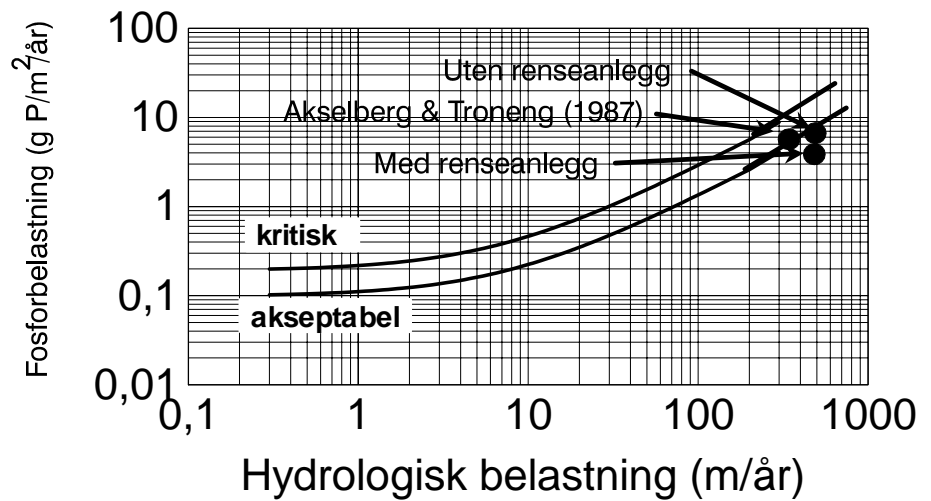
TABELL 6: Teoretisk beregning av nærings- og stofftilførsler til Vangsvatnets østre del i 1993, fordelt på kilder. Alle tall er i kg, og bygger på opplysningene i tabell 1 - 4. Tallene i tabellene 1 - 5 baserer seg på en rekke forutsetninger og dels teoretiske betraktninger som er gjennomgått i metodebeskrivelsen bakerst i rapporten.

STOFF	Samlet mengde	Areal-avrenning	Husdyr-gjødsel	Siloer	Melkerom	Kloakk	Nedbør direkte
FOSFOR (kg)	25.322	12.256	7.556	401	655	4.124	330

TABELL 7: Hydrologiske verdier for det østre bassenget av Vangsvatnet, samt fosforbelastning og fosforretensjon i bassenget. Tallene baserer seg på de samlede beregnede tilførsler i 1993 (tabell 6).

VOLUM BASSENG mill m ³	TILRENNING mill m ³	UTSKIFTING ganger pr. år	HYDROLOGIS K BELASTNING m ³ /m ² /år	FOSFOR-RETENSJON %	FOSFOR-BELASTNING g P / m ² / år
190	1.887	9,93	377	24	4,93

Dersom en tar i betraktning forholdene før oppstart av renseanlegget på Gjernesmoen, gikk samtlige av de 14.700 PE,- fordelt på institusjoner, industri og husholdningsavløp, direkte til utslipp på 25 meters dyp i Vangsvatnet. Dette tilsvarer en samlet kloakktilførsel til Vangsvatnet, målt som fosfor, på 13.782 kg, og en samlet tilførsel fra hele nedslagsfeltet på 35 tonn fosfor årlig. Dette medfører at fosforbelastningen på innsjøens østre basseng var på 6,86 g P / m² innsjøoverflate / år. Akselberg og Troneng (1987) beregnet denne belastningen til 5 g P/m²/år for hele Vangsvatnet. Disse, samt dagens fosfortilførsler er sammenholdt med innsjøens hydrologiske belastning i et Vollenweider-diagram (figur 2), der det framgår at denne delen av innsjøen i dag mottar en "akseptabel" belastning og således er i området som tilsier næringsfattige og stabile forhold.



FIGUR 2: Vollenweider-diagram for Vangsvatnets østre basseng. Det viser sammenhengen mellom næringssaltbelastning langs y-aksen og hydrologisk belastning langs x-aksen. Den nederste kurven viser øvre grense for teoretisk "akseptabel" fosforbelastning, og den øverste viser grensen for "kritisk" belastning. Situasjonen med og uten renseanlegget er vist sammen med beregningene fra 1987.

De teoretiske beregningene av næringsbelastning til Vangsvatnet samsvarer godt med både beregningene og konklusjonen til Akselberg og Troneng (1987). De vurderte Vangsvatnet til nærmere den "kritiske" belastningen og slo derfor fast at innsjøen var på vei mot mer næringsrike forhold. De vurderte hele innsjøen sett under ett, mens i denne sammenheng er bare det østre bassenget vurdert. Det betyr at de her presenterte verdier for fosforbelastning uten renseanlegg vil være høyere, siden belastning regnes i forhold til innsjøarealet. Samtidig vil imidlertid også vannutskiftingen og den hydrologiske belastningen være større for det østre bassenget enn for hele innsjøen, slik at de to punktene "med" og "uten renseanlegg" da vil ligge noe mer til høyre på figur 2. Det betyr at de også kryper såvidt under den teoretiske grensen for "akseptabel" belastning. Særlig situasjonen "med renseanlegg" er klart under denne grensen.



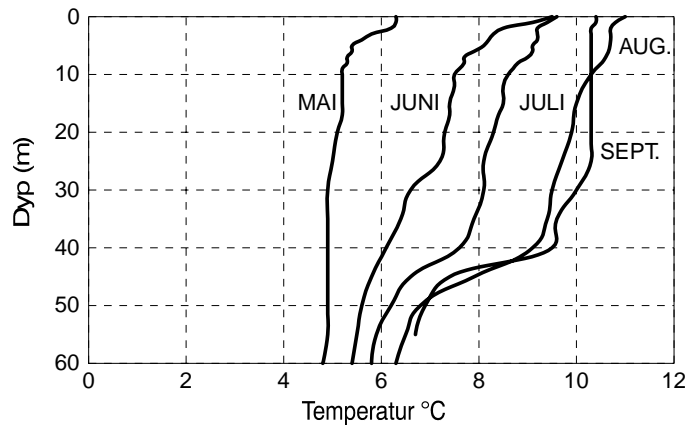
TILSTANDEN I VANGSVATNET I 1993

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Vangsvatnet mottar store tilførsler av organisk nedbrytbart materiale, men tilstanden i innsjøen er ikke preget av disse tilførslene. Slike tilførsler kommer fra flere kilder,- både fra naturlig avrenning fra nedslagsfeltet, avrenning og tilførsler fra jordbruksaktivitet og fra avløp fra kloakk og industri. De virker på innsjøen blant annet ved at oksygeninnholdet i det stabile dypvannet forbrukes under nedbryting av det tilførte materialet. Potensialet for slik nedbryting kan dessuten undersøkes som kjemisk oksygenforbruk (KOF) i vannprøver.

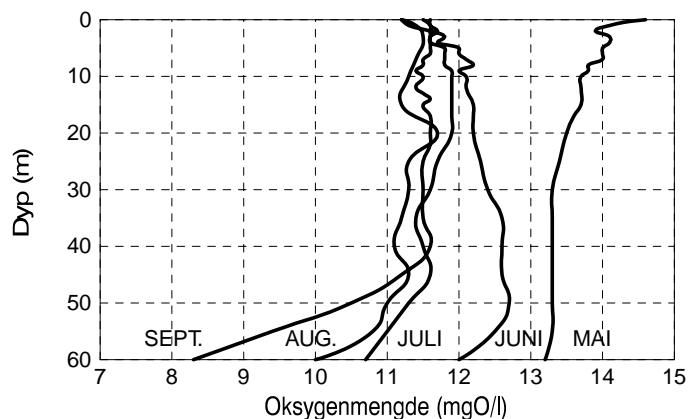
Nedbryting av organisk materiale foregår i hele vannsøylen, men kan kun spores som reelt oksygenforbruk i dypvannet i innsjøen i løpet av perioder med stabile skiktningforhold. I Vangsvatnet var temperaturskiktningen dårlig utviklet gjennom hele undersøkelseperioden i 1993, men lå på rundt 40 meters dyp fra midt på sommeren (figur 3).

FIGUR 3: Månedlige temperatur-profiler ved det dypeste punktet i Vangsvatnets østre basseng gjennom sommeren 1993. Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode.



I mai og juni var det et tynt overflateskikt på kun to-tre meters tykkelse som var oppvarmet, mens de dypere liggende vannmassene avtok fra under 8°C ved 10 meters dyp til 5°C ved bunnen i juni. I juli og utover høsten var det en mer markert skiktning helt nede på mellom 40 og 45 meters dyp. Den svake og meget dype skiktningen kan ikke alene skyldes at overflatevannet i innsjøen blir oppvarmet utover våren og sommeren, slik det er vanlig i andre innsjøer. Vangsvatnet mottar også meget store vanntilførsler som kan ha noe høyere temperatur enn dypvannet i denne perioden (figur 3).

FIGUR 4: Månedlige oksygenprofiler ved det dypeste punktet i Vangsvatnets østre basseng gjennom sommeren 1993. Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode.

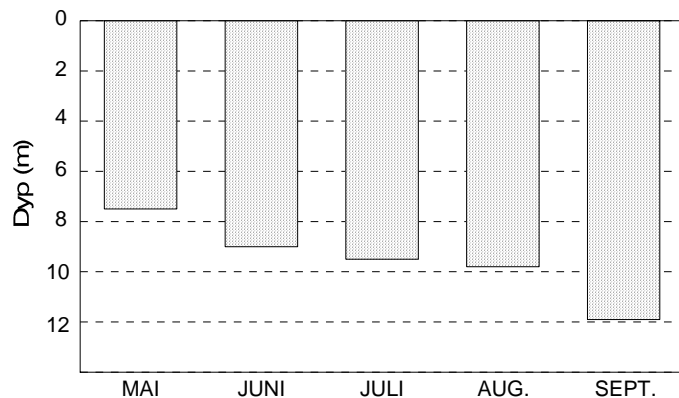




Et oksygenforbruk vil således måtte etterspores i vannmassene under 45 meters dyp, fordi vannmassene over dette dypet får tilførsler av oksygen fra tilført overflatevann fra innløpet. Dette gjenspeiles i figur 4, der de månedlige oksygenprofilene i Vangsvatnets østre basseng viser en jevnt avtagende oksygenkonsentrasjon i disse dypeste vannmassene fra mai til september. Variasjon i oksygenkonsentrasjon i de øverste vannmassene skyldes i hovedsak oksygenets avtagende oppløselighet ved høyere temperaturer.

Dersom en volumveker de målte oksygenkonsentrasjoner under 45 meters dyp, vil oksygeninnholdet i disse vannmassene ha avtatt fra i 13,3 mg O/l i slutten av mai til i gjennomsnitt 10,3 mg O/l i slutten av september. Dette gir et månedlig oksygenforbruk på 0,75 mg O per liter per måned sommeren 1993. Dette representerer ikke noe spesielt høyt forbruk, og oksygenforholdene er derfor gode helt til bunns i Vangsvatnet høsten 1993.

Det kjemiske oksygenforbruket var meget lavt i samtlige vannprøver fra Vangsvatnet gjennom sommeren 1993, med målinger godt under 1 mg O / l (tabell 8). Også siktedypet var godt gjennom hele sesongen (figur 5), med laveste måling i mai på oppunder 8 meter, mens det økte gradvis utover sommeren til over 11 meter i september. Både siktedypsmålingene og det målte kjemiske oksygenforbruket i vannprøvene klassifiserer Vangsvatnet til beste klasse (I) i SFTs vurderingssystem med hensyn på virkning av organiske tilførsler (SFT 1992).



FIGUR 5: Månedlige målinger av siktedyp ved det dypeste punktet i Vangsvatnets østre basseng gjennom sommeren 1993. Målingene er utført med en standard Secchi-skive.

TILFØRSEL AV NÆRINGSSTOFFER

Omfanget av tilførsler av næringsstoffer til en innsjø undersøkes både som konsentrasjon av næringsstoffene fosfor og nitrogen, og som mengde og sammensetning av algeplankton,- som er resultatet av næringstilførslene. Gjennomsnittskonsentrasjonene av næringsstoffene i overflatevannet i Vangsvatnet var på 5,8 µg fosfor/liter og 205 µg nitrogen/liter (tabell 8). Begge verdiene klassifiserer Vangsvatnet til beste klasse (I) i SFTs vurderingssystem med hensyn på virkning av næringstilførsler (SFT 1992).

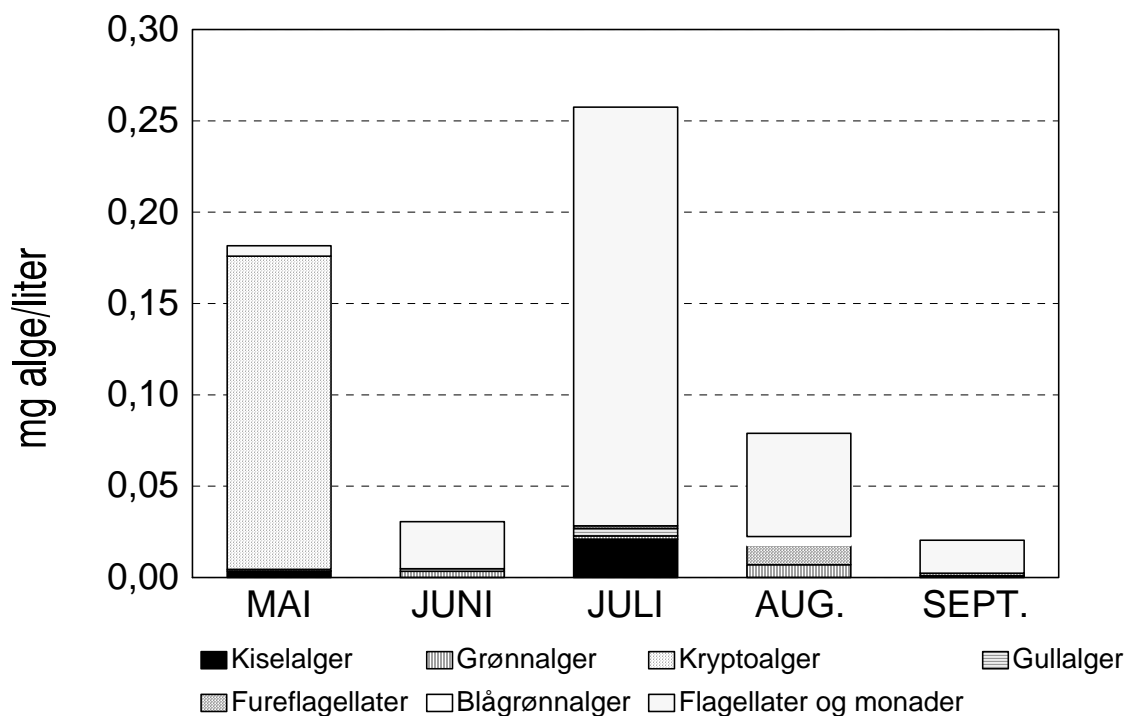
De observerte konsentrasjoner er representative for næringsfattige innsjøer med næringstilførsler som står i forhold til innsjøens vannutskifting. Innsjøer med stor vannutskifting,- slik som Vangsvatnet, kan tåle en vesentlig større belastning enn tilsvarende innsjøer med mindre vanngjennomstrømming.



TABELL 8: Vannkjemiske målinger fra månedlige prøver i perioden mai til september 1993 fra Vangsvatnets østre basseng. Prøvene er tatt fra vannsøylens øverste seks meter ved det dypeste punktet i innsjøen. Prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Voss og omland og ved Fylkeslaboratoriet i Bergen.

PARAMETER	ENHET	27.MAI 1993	19.JUNI 1993	13.JULI 1993	11.AUGUST 1993		21.SEPT 1993
					overfl.	dypv.	
Total fosfor	µg P / l	3	-	-	8	5	7
Total nitrogen	µg N / l	230	138	250	-	-	196
Kjemisk oksygenforbruk	mg O / l	-	< 1	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Termostabile kol.bakt.	pr 100 ml	-	-	-	2	21	< 1

Algemengdene som ble observert i Vangsvatnet sommeren 1993 er meget lave (figur 6), og er i henhold til Brettum (1989) representative for næringsfattige innsjøer. Prøvene er tatt fra de øverste 6 metrene i innsjøen, og det lave innholdet av alger tyder på en meget stor gjennomstrømming i dette laget. Dette tyder på at algene ikke får anledning til å bygge seg opp før de vaskes ut. Gjennomsnittlig algemengde på 0,12 mg/liter (eller 120 mm³/m³) og maksimum på ca 0,26 mg/liter (eller 260 mm³/m³) representerer næringsfattige innsjøer, og er blant de laveste observerte målingene for Vangsvatnet til nå (figur 8).



FIGUR 6: Algemengder og algetyper i Vangsvatnets østre basseng i månedlige prøver fra mai til september 1993. Prøvene er tatt fra vannsøylens øverste seks meter ved det dypeste punkt i innsjøen, fiksert med Lugols løsning og analysert av Cand.real. Nils Bernt Andersen.



Dyreplanktonsamfunnet er preget av vannloppene *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* (gelekrebs). Det var lite av andre og større vannlopper av typene *Daphnia* i prøvene fra 1993 (tabell 9), mens hoppekrebs forekom i moderate antall i hele perioden. Dette tyder på at Vangsvatnet har en relativt stor bestand med planktonspisende fisk som røye, fordi disse vil foretrekke de store vannloppene, som dermed holdes nede. Alle de observerte bestandene av dyreplankton hadde lave tettheter og var generelt sett preget av de næringsfattige forholdene.

Prøvene er tatt midt på dagen ved hovtrekk i de øverste 25 metrene av vannsøylen, slik at dyreplankton som eventuelt holder seg dypere i vannsøylen på denne tiden av døgnet, ikke fanges opp av prøvetakingen. Det vil derfor være naturlig å anta at særlig de store artene av vannlopper og hoppekrebs derfor kan forekomme i noe større tettheter enn det som gjenspeiles i tabell 9.

TABELL 9: Resultat fra de månedlige prøvene av dyreplanktonet i Vangsvatnet i 1993. Prøvene er samlet inn ved et vertikalt hovtrekk på 25 meter, tatt med en hov med maskevidde 90 µm. Prøvene er fiksert på 80% sprit. Krepsdyrene er talt i hele prøven, mens antallet av hjuldyr kun er vurdert.

ART / GRUPPE	27.MAI	19.JUNI	13.JULI	11.AUGUST	21.SEPT.
VANNLOPPER					
<i>Bosmina</i> sp.	1000	150	150	1200	7000
<i>Holopedium gibberum</i>	-	-	1	25	100
<i>Polyphemus pediculus</i>	-	-	-	1	-
<i>Daphnia longispina</i>	1	1	-	1	-
HOPPEKREPS					
Calanoide copepoder	35	175	50	50	80
Cyclopoide copepoder	100	50	41	11	40
Nauplier	70	75	35	50	få
HJULDYR					
<i>Kellicottia longispina</i>	mye	-	få	få	-
<i>Asplanchna</i> sp.	få	få	få	-	-
<i>Conichulus</i> sp. (enkle)	-	få	-	en del	-
<i>Conichulus</i> sp. (kolonier)	-	-	-	10	-
<i>Ploesoma</i> sp.	-	få	få	-	-
<i>Keratella hiemalis</i>	få	få	få	-	-
<i>Keratella cochlearis</i>	-	få	-	-	få

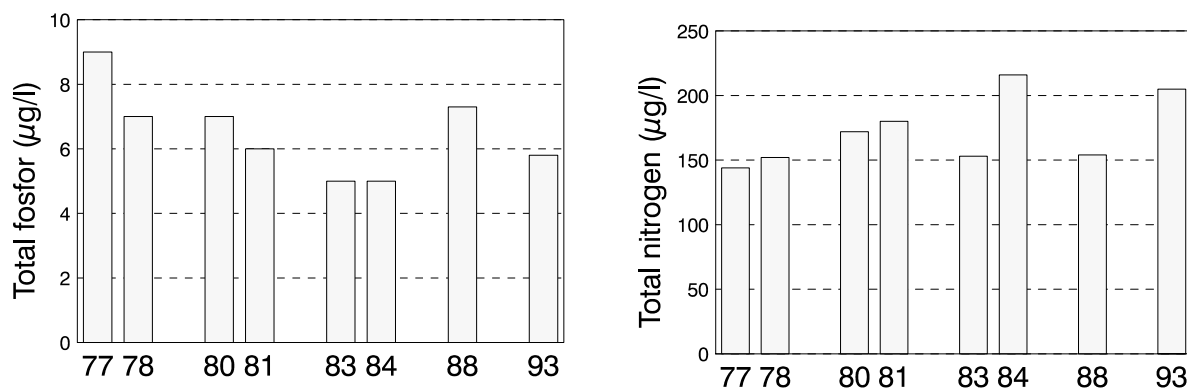


VIRKNING AV KLOAKKSANERINGEN PÅ RESIPIENTEN

Kloakksaneringen rundt Vangsvatnet har hatt en stor effekt på resipientforholdene i innsjøen. Den største effekten ser en på de sanitærbakteriologiske forholdene. Disse var høyst tvilsomme på 70-tallet, men avskjæringen av de spredte utslippene og samlingen av disse i et dykket utslipp utenfor Gjernesmoen har gitt en enorm forbedring.

Vangsvatnet har alltid vært næringsfattig, men det kan synes som om hele prosessen med kloakksanering og rensing har ført til lavere konsentrasjoner av næringsstoffet fosfor og også algemengder. Kloakkrensaneanlegget på Gjernesmoen, med en antatt rensesgrad på 80-90 % med hensyn på fosfor, har i stor grad medvirket til å redusere næringsbelastningen på innsjøen, og vil i år med lite nedbør kunne være med på å sikre de gode forholdene en i dag har i Vangsvatnet. De totale utslipp til Vangsvatnet er betydelig redusert, og dette vil også nødvendigvis gi seg positive utslag i vannkvaliteten i vassdraget nedstrøms Vangsvatnet. Elever ved Rongen skole har i så måte kunne påvise en reduksjon i begroing langs Vosso.

Tilstanden i Vangsvatnet har vært meget godt undersøkt, med bortimot årlige og omfattende undersøkelser i perioden fra 1977 til 1984 (Bakketun 1981; Bakketun & Brettum 1983; Bakketun mfl. 1982; Bakketun mfl. 1984; Brettum mfl. 1981; Holtan mfl. 1986), og i 1988 (Faafeng mfl. 1990). Disse undersøkelsene dekker både perioden med direkte utslipp og den påfølgende 10-årsperioden med samlet og dykket utslipp av kloakken. Den her rapporterte resipientvurdering fra 1993 følger utviklingen i resipienten etter etableringen av rensaneanlegget på Gjernesmoen.

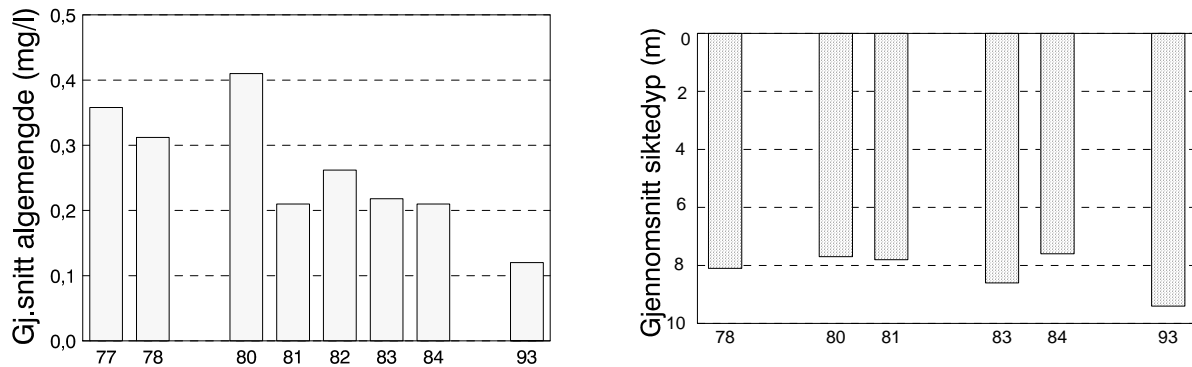


FIGUR 7: Utvikling i næringsrikhet i Vangsvatnet, målt som gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av næringsstoffene total-fosfor (til venstre) og total-nitrogen (til høyre). Figuren baserer seg på få og varierende antall årlige målinger.

Vangsvatnet har hele tiden vært preget av en meget stor vannutsifting, med en gjennomsnittlig oppholdstid på vannet på 47 døgn. Dette har gitt næringsfattige forhold (figur 7) med moderat algeproduksjon og godt siktedyp (figur 8). Til tross for tidligere store tilførsler av næringsstoffer og organisk materiale fra kloakk, har ikke tilstanden i de frie vannmasser vært særlig preget av dette. Næringsrikheten i dag er derfor ikke vesentlig endret fra perioden på 70- og 80-tallet, selv om både konsentrasjonen av fosfor og algemengdene synes å ha gjennomgått en reduksjon i perioden. Konsentrasjonen av nitrogen synes tvertimot å ha holdt seg eller blitt svakt høyere fra 1977 og til i dag, noe som kan skyldes at nitrogen i større grad tilføres via arealavrenning fra landbruk og via økt konsentrasjon av nitrat i nedbøren.

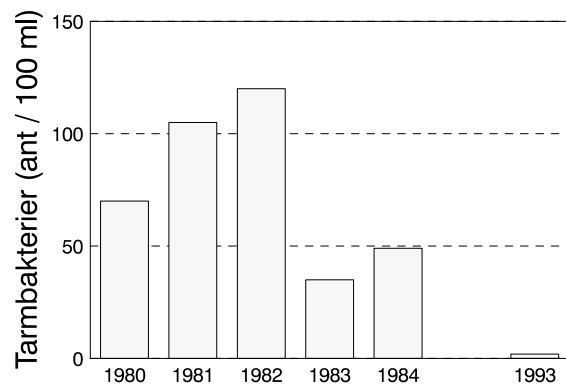


Måleresultatene fra Akselberg og Troneng (1987), som rapporterte en gjennomsnittlig fosfor-konsentrasjon for 1986 på 20 µg fosfor/liter, er ikke tatt med i denne sammenstillingen, fordi tallet avviker for mye fra alle andre måleserier til at det kan vektlegges. Fosformålinger hører til de analyser som krever både erfaring og utstyr for å kunne gjennomføres med sikkerhet.



FIGUR 8: Utvikling i gjennomsnittlig algemengde (til venstre) og siktedyp (til høyre) fra 1977 til 1993 i Vangsvatnet.

De sanitære forholdene i strandsonen langs Vangsvatnet var imidlertid fram til omtrent 1980 preget av store og spredte tilførsler av tarmbakterier, og bading var i perioder ikke å anbefale. I østre ende av Vangsvatnet var det således i 1978 og 1979 periodevis flere hundre tusen termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml (Faafeng mfl. 1981). Konsentrasjoner over 200 karakteriseres som "mindre egnet" for bading (SFT 1992). Forholdene ble imidlertid merkbart bedre etter 1980, da utslippene var samlet og dykket på 25 meters dyp ved utløpet av Vosso (figur 9). Undersøkelsene på 80-tallet viser da også store konsentrasjoner av tarmbakterier rundt dyppet for utslippet, og med periodevis moderate konsentrasjoner i overflatevannet når vannmassene ble rørt om (Holtan mfl 1986).



FIGUR 9: Utvikling i konsentrasjon av termostabile koliforme bakterier i overflaten i Vangsvatnet i sommerhalvåret fra 1980 til 1993. Høyeste observert verdi hvert år er benyttet i figuren.

Renseanlegget på Gjernesmoen kom i full drift først fra vinteren 1992, og det fjerner i størrelsesorden 99,9% av tarmbakteriene i kloakken, slik at den sanitærbakteriologiske belastningen Vangsvatnet antas å ha blitt vesentlig mindre de to siste somrene. Dette er imidlertid ikke mulig å påvise i vannprøver fra overflatelaget, fordi det heller ikke sommeren 1989 og 1990 var særlig høye konsentrasjoner av tarmbakterier langs østenden av Vangsvatnet. Næringsmiddeltilsynets rutinemessige badevanns-analyser viser at konsentrasjonen av tarmbakterier er så lav som en kan forvente i et slikt område, og at det derfor ikke er mulig å komme særlig lavere. Heller ikke sommeren 1993 ble det funnet særlig høye konsentrasjoner i disse måleseriene. Nedgangen i konsentrasjon av tarmbakterier i 1993 som er vist i figur 3, skyldes ikke nødvendigvis en reell nedgang, men skyldes at datagrunnlaget i 1993 ikke direkte er sammenlignbart med tidligere års mer omfattende undersøkelser.



Avløpet fra renseanlegget føres ned på 25 meters dyp, hvilket i en annen innsjø vil være dypt nok til at dette ikke kommer opp i den produktive delen av vannsøylen, og derfor ikke bidrar synderlig til en økt biologisk produksjon. I Vangsvatnet, der skikning av vannmassene ikke alene er temperaturindusert, og det svake sprangskiktet blir etablert seint på sommeren på stort dyp, vil disse tilførslene likevel bli sluppet til "overflatelaget" (se figur 3, side 12). De noe høyere konsentrasjonene av tarmbakterier som periodevis opptrer både langs land og ute i vannmassene på seinsommeren må imidlertid også sees i sammenheng med arealavrenning fra gjødslete områder og eventuelt andre diffuse kloakkutslipp. Konsentrasjonene er således ikke større enn en kan forvente i en slik innsjø.

En bør derfor ikke vurdere å føre utslippet fra kloakkrenseanlegget ned under 45 meters dyp for å fjernes tilførslene fra overflatelaget. Dette vil medføre en vesentlig ekstrabelastning på dypvannet, som i dag har et moderat oksygenforbruk allerede. Oksygenfrie forhold på bunnen er ikke ønskelig, så selv om det riktignok er en relativt god gjenværende resipientkapasitet i dette dypvannet, anbefales det ikke i tøyne denneresipientkapasiteten særlig mye.

Vangsvatnet mottar store mengder næringsstoffer og organisk materiale fra jordbruksaktivitet i nedslagsfeltet. Omfanget av dette ble vurdert både i forbindelse med undersøkelsene på 70- og 80-tallet, men også i en hovedfagsoppgave fra Telemark distriktshøyskole i 1987 (Akselberg og Troneng 1987). En vurdering av dagens situasjon for Vangsvatnets østre basseng isolert sett, basert på oppdaterte opplysninger og nye beregninger vedrørende næringstilførslene til Vangsvatnet, viser at de samlede tilførslene ikke overskrider grensen for akseptable tilførsler. Det betyr at tilførslene til innsjøen står i forhold til den observerte næringsfattige tilstanden, og at belastningen ikke medfører at Vangsvatnets østre basseng vil utvikle seg i negativ retning.



HENVISNINGER OG LITTERATUR

- AKSELBERG, Ø. & H.TRONENG 1987.
Forurensningssituasjonen i Vossovassdraget.
Tilførsler av forurensningskomponenter fra ulike kilder til Vangsvatnet på Voss.
Hovedfagsoppgave ved Telemark Distriktshøyskole, 110 sider + 24 sider vedlegg.
- BAKKETUN, Å. 1981.
Overvåking av Vossevassdraget 1977 - 1980.
NIVA-rapport nr. 1343, 63 sider.
- BAKKETUN, Å. & P.BRETTUM 1983.
Overvåking av Vossevassdraget 1982.
NIVA-rapport nr. 1490, 22 sider.
- BAKKETUN, Å., P.BRETTUM, R.ROMSTAD & K.J.AANES 1982.
Overvåking av Vossevassdraget 1981.
NIVA-rapport nr. 1394, 62 sider.
- BAKKETUN, Å., J.E.LØVIK & E.Ø.SAHLQUIST 1984.
Overvåking av Vossevassdraget 1983.
NIVA-rapport nr. 1636, 33 sider.
- BRETTUM, P. 1989.
Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton.
NIVA-rapport nr. 2344, 11 sider.
- BRETTUM, P., B.FAAFENG, D.MATZOW, K.KVALVÅGNES & B.RØRSLETT 1981.
Undersøkelser i Vossevassdraget 1978 og 1979.
NIVA-rapport 1280, 77 sider.
- FAAFENG, B., P.BRETTUM & D.HESSEN 1990.
Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge.
NIVA-rapport 2355, 57 sider.
- HOLTAN, H., Å.BAKKETUN, P.BRETTUM, J.E.LØVIK & E.-A.LINDSTRØM 1986.
Overvåking av Vossevassdraget 1981 - 1984. Sammenfattende rapport.
NIVA-rapport 1831, 46 sider.
- HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990.
Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder.
NIVA / JORDFORSK-rapport, nr. 2510, 53 sider.
- IBREKK, H.O. 1988
Beregning av forurensningstilførsler til sjøområder. Forenklet metode.
LENKA-metode nr. 9.3, 20 sider.
- MATZOW, D., H.HURU, B.JONSSON, P.I.KVAMMEN, J.P.NILSSEN, O.T.SANGLUND & T.ØSTLI 1976.
Vosseprosjektet: Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønnavtn og strandaelva 1972-1974. Rapport nr. 1.
Zoologisk Institutt, UiO.
- MATZOW, D., H.HURU, B.JONSSON, P.I.KVAMMEN, J.P.NILSSEN, O.T.SANGLUND & T.ØSTLI 1976.
Sammendrag og konklusjoner fra rapport nr. 1: Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Lønnavtn og Strandaelva 1972-1974. Zoologisk Institutt, UiO.
- MATZOW, D. 1977.
Orientering om Vosseprosjektet. Rapport nr. 2.
Zoologisk Institutt, UiO.



NVE 1987.

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960.
NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

SFT 1992.

Veiledning: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon.
ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.

VOLLENWEIDER, R.A. 1976

Advances in defining critical loading levels for phosphorous in lake eutrophication.
Mem.Ist.Ital.Idrobiol., 33, sidene 53-83.

DATAVEDLEGG

TABELL 10: Månedlige temperatur- og oksygenprofiler fra perioden mai til september 1993 målt i Vangsvatnets østre basseng ved det dypeste punktet. Temperatur er angitt i grader celsius, oksygenmengde i mg O per liter, og oksygenmetning i prosent av fullstendig metning ved angjeldende temperatur. Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode på 60 meter ledning og med digital avlesning. Tabellen fortsetter på neste side for de tre siste månedsseriene

Dybde	27.MAI 1993			19.JUNI 1993		
	temp.	oksygen	metning	temp.	oksygen	metning
0 m	6,3	14,6	117	9,5	11,2	100
1 m	6,3	14,1	114	9,1	11,3	100
2 m	6,2	13,9	113	8,5	11,6	101
3 m	5,8	14,1	113	8,3	11,8	102
4 m	5,6	14,1	113	8,2	11,7	101
5 m	5,4	14,0	111	8,1	12,0	102
6 m	5,4	14,0	111	7,9	12,0	103
7 m	5,3	14,0	110	7,7	12,1	102
8 m	5,3	13,8	109	7,7	12,2	103
9 m	5,2	13,8	109	7,6	12,0	102
10 m	5,2	13,7	108	7,5	12,1	103
12 m	5,2	13,7	108	7,5	12,1	102
15 m	5,2	13,7	108	7,4	12,2	103
17 m	5,2	13,5	107	7,4	12,2	103
20 m	5,1	13,5	106	7,3	12,2	103
25 m	5,0	13,4	105	7,2	12,3	103
30 m	4,9	13,3	104	6,6	12,4	103
35 m	4,9	13,3	104	6,4	12,6	104
40 m	4,9	13,3	104	6,1	12,6	103
45 m	4,9	13,4	105	5,8	12,6	102
50 m	4,9	13,4	105	5,6	12,7	102
55 m	4,9	13,1	103	5,5	12,5	100
60 m	4,8	13,2	103	5,4	12,0	97



TABELL 10 fortsetter, forklaring på siden foran.

Dybde	13. JULI 1973			11. AUGUST 1993			21. SEPTEMBER 1993		
	temp.	oksygen	metning	temp.	oksygen	metning	temp.	oksygen	metning
0 m	9,6	11,5	102	11,0	11,2	104	10,4	11,6	105
1 m	9,4	11,5	102	10,8	11,4	105	10,4	11,6	104
2 m	9,2	11,6	102	10,7	11,4	105	10,3	11,7	104
3 m	9,2	11,6	102	10,7	11,5	105	10,3	11,6	104
4 m	9,2	11,6	103	10,7	11,5	106	10,3	11,6	104
5 m	9,1	11,8	103	10,7	11,5	106	10,3	11,6	104
6 m	9,1	11,8	103	10,7	11,5	106	10,3	11,6	104
7 m	9,0	11,8	103	10,6	11,4	105	10,3	11,5	104
8 m	8,8	11,8	103	10,6	11,4	105	10,3	11,5	103
9 m	8,7	11,9	103	10,6	11,4	105	10,3	11,4	103
10 m	8,6	11,9	103	10,3	11,3	104	10,3	11,5	102
12 m	8,5	11,9	103	10,3	11,3	104	10,3	11,4	102
15 m	8,5	11,9	103	10,0	11,2	102	10,3	11,5	103
17 m	8,4	11,9	103	10,0	11,2	102	10,3	11,6	104
20 m	8,3	11,9	103	9,9	11,7	105	10,3	11,6	104
25 m	8,1	11,7	101	9,7	11,0	100	10,3	11,5	104
30 m	8,1	11,6	99	9,5	11,3	100	10,0	11,5	103
35 m	7,9	11,4	97	9,4	11,2	100	9,6	11,5	101
40 m	7,6	11,9	102	9,1	11,1	101	9,5	11,6	102
45 m	6,6	11,6	102	7,9	11,3	97	7,5	11,2	92
50 m	6,2	11,3	103	6,8	11,0	92	6,9	10,5	85
55 m	5,9	11,0	102	6,5	10,8	85	6,7	9,4	76
60 m	5,8	10,7	100	6,3	10,0	-	6,7	8,3	69



TABELL 11: Analyseresultatene fra de månedlige algeprøvene i perioden mai til september 1993 fra Vangsvatnets østre basseng. Prøvene er tatt som blandprøve fra vannsøylens øverste seks meter ved det dypeste punktet i bassenget. Algeantallet er angitt i antall millioner celler per liter, og algemengdene (volumet) som mg per liter. Prøvene er analysert av canmd.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	27. MAI 1993		19. JUNI 1993		13. JULI 1993		11. AUGUST 1993	
	antall	volum	antall	volum	antall	volum/l	antall	volum
KISELALGER (Bacillariophyceae)								
<u>Tabellaria flocculosa</u>					14.000	0,021		
Diatome indet.	7.000	0,0035						
GRØNNALGER (Chlorophyceae)								
<u>Elekatothrix</u> sp.							7.000	0,0007
<u>Coelastrum</u> sp.								
C.F. <u>Sphaerocystis</u> sp.								
<u>Ankistrodesmus falcatus</u>	1.600	0,0001						
<u>Ankistrodesmus setigerus</u>	7.000	0,0008	28.000	0,0034				
<u>Ankistrodesmus</u> sp.					14.000	0,0017		
Chlorophyceae indet								
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)								
<u>Rhodomonas</u> sp.	1.890.000	0,0945						
<u>Chryptomonas</u> sp.	77.000	0,077						
GULLALGER (Chrysophyceae)								
<u>Dinobryon</u> sp.			14.000	0,0014	14.000	0,0042		
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)								
<u>Gymnodinium</u> sp.					7.000	0,0014	21.000	0,0021
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)								
<u>Chroococcus</u> sp.							7.000	0,0007
FLAGELLATER OG MONADER								
Celler < 5µm	259.000	0,001	700.000	0,0099	3.150.000	0,0441	1.323.000	0,01323
Celler > 5µm	42.000	0,0047	140.000	0,0158	1.638.000	0,1851	336.000	0,0336
SAMLET								
	316.600	0,0101	882.000	0,0305	4.837.000	0,2575	1.694.000	0,01694



TEORETISK BEREGNING AV TILFØRSLER

For å kunne vurdere om innsjøene mottar mer næringsstoffer enn det de tåler, har det vært nødvendig å anslå innsjøenes tilførsler av næringsstoffet fosfor. Dette stammer fra følgende vesentlige kilder:

- Tilførsel fra avrenning fra nedslagsfeltet, der type arealer er avgjørende for tilført mengde. Herunder er også beregnet tilførsler fra nedbør direkte på innsjøens overflate.
- Tilførsler av kloakk fra bebyggelse i området.
- Tilførsler av gjødsel fra husdyr i nedslagsfeltet, eller gjødsel spredd i feltet.

AVRENNING

Avrenningskoeffisienter for beregning av næringstilførsler fra forskjellige areal typer er hentet fra LENKA-arbeidet (Ibrekk 1988) og Holtan & Åstebøl (1990). Det gjelder også beregning av tilførsler fra nedbør på innsjøoverflater. Fastsettelsen av jordbruksarealene er utført av Jordbruksetaten i Voss. "Andre arealer" er brukt som en samlepost for arealer i nedslagsfeltene som ikke faller inn under de spesifiserte kategoriene, og inkluderer fjell, myr, lynghei og naturskog som ikke drives i næringsøyemed.

KLOAKKERING

Antall beboere og kloakkeringsforhold er i stor grad hentet fra Akselberg og Troneng (1987). Tilførselsmengder pr. PE (personequivallent),- avhengig av kloakkeringsforhold, er beregnet fra koeffisienter gitt av Holtan og Åstebøl (1990).

LANDBRUKSAKTIVITETER

Opplysninger om jordbruksarealer og husdyrhold er innhentet fra Landbrukskontoret, og systematisert av fagkonsulent Toni Chr. Lindebrekke. Følgend forutsetninger er gjort i dette arbeidet:

- opplysningene bygger på søknad om produksjonstillegg pr. 1.august 1993.
- for sau bygger tallene på søknad om produksjonstillegg pr. 1.januar 1993.
- slaktegris kode 154 "smågris" er ikke regnet med, da det er av marginal interesse med hensyn til forurensning
- verpehøner kode 167 og 160 er slått sammen i kode 160
- antall gjødselkjellere er satt lik antall bruk i drift med grovfôrproduksjon,- dette fordi datautlistingen ikke er tilpasset direkte uttak av denne informasjonen. Antallet bør derfor kanskje nedjusteres noe.
- forholdet mellom gjødselkjellere og antall melkerom er satt til 0,7 av samme grunn.

Silovolum er hentet fra Akselberg og Troneng (1987), og mengde pressaft er beregnet ut fra antall dyr, med koeffisienter fra Holtan og Åstebøl (1990). Det er regnet med en viss mengde lekkasjer fra siloene,- altså at ikke alle har høy teknisk standard. Gjødselproduksjon er beregnet for antall dyr, og omgjort til samlet antall gjødseldyrenheter "gde". I Voss er spredearealet stort nok til å håndtere den produserte mengden på forskriftsmessig måte, slik at en regner at 10% av utgjødslat mengde fosfor renner til resipient. Når det gjelder tilførsler fra gjødsellager og melkerom er dette vurdert i forhold til antall dyr, med koeffisienter fra Holtan og Åstebøl (1990).