

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

O - 143/72

UNDERSØKELSER I LIMITJERN

11. sept. 1972

Saksbehandler: Cand. real. Pål Brettum  
Medarbeider: Cand. real. Jon Knutzen  
Rapporten avsluttet: April 1973

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side
1. INNLEDNING	3
2. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD	5
3. ORGANISMESAMFUNNET I VANNMASSENE	7
4. MAKROVEGETASJONEN	11
5. DISKUSJON	12
6. KONKLUSJONER	14

TABELLFORTEGNELSE:

Tabell 1. Kjemisk-fysiske analyseresultater fra Limitjern 11. sept. 1972	6
-"- 2. Celler pr. liter av planktonorganismer i Limitjern 11. sept. 1972	8
-"- 3. Analyseresultater av håvtrekk (20 $\mu$ duk) fra Limitjern 11. september 1972	10

FIGURFORTEGNELSE:

Figur 1. Kart over Limitjern med dybdekoter	4
---	---

## 1. INNLEDNING

Etter oppdrag av Skien kommune (brev av 26. juli 1972) har Norsk institutt for vannforskning foretatt en befaring til Limitjern.

Limitjern er ca. 100 x 150 m, og overflaten dekker et areal på 13,2 dekar. Nedbørfeltet til tjernet er på 800 dekar. Tjernet har et største dyp på ca. 7 m og et middeldyp på 4,4 m. Vannmassenes volum er 57.600 m<sup>3</sup>.

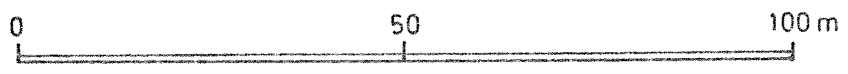
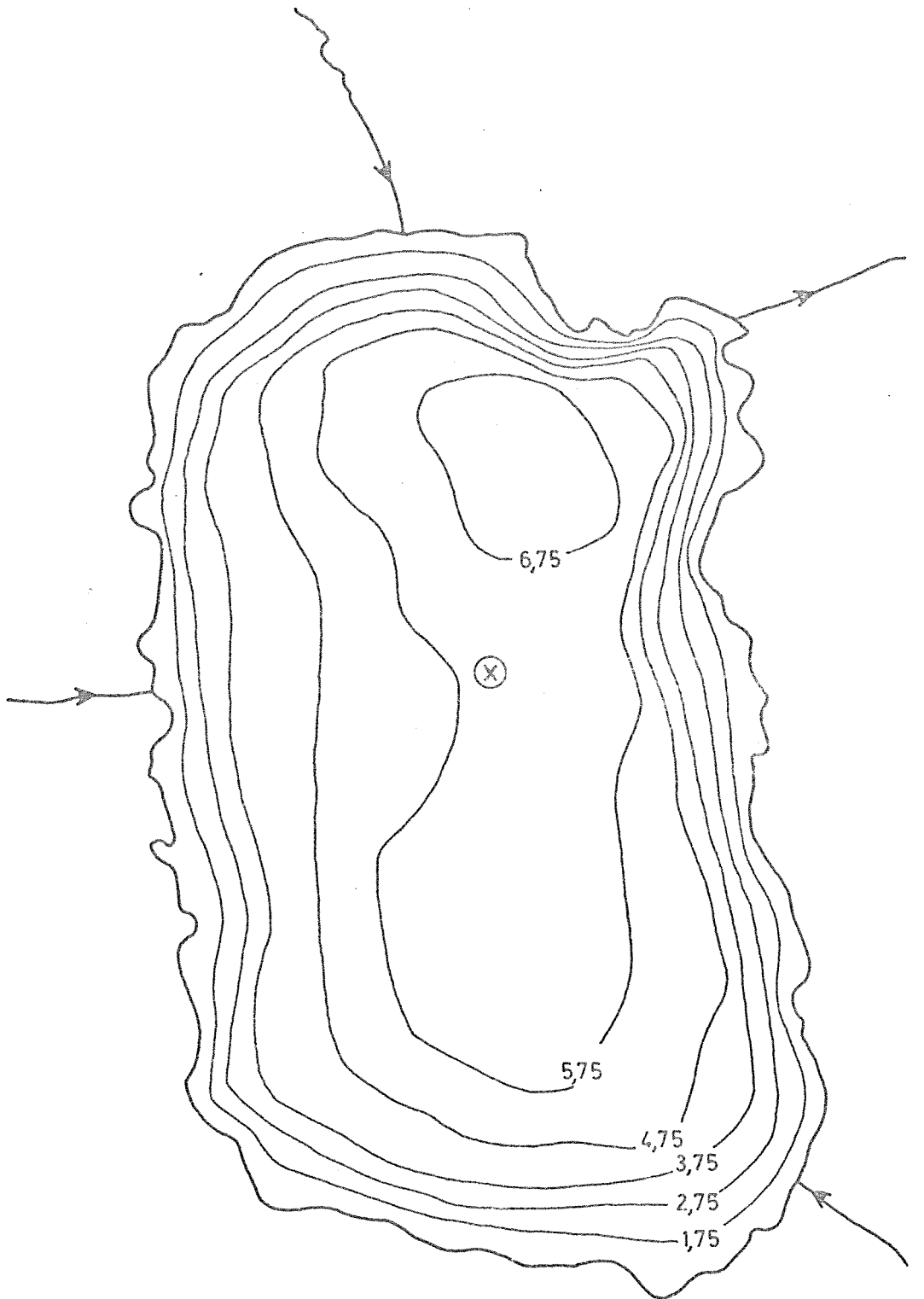
Bare et fåtall hus ligger med utsikt til tjernet, og ikke nærmere enn 150 - 200 m. Tilløpene av overflatevann til tjernet er små og består i alt vesentlig av dreneringsgrøfter fra omkringliggende jorder.

Begynnelsen av utløpet er dårlig definert og var vanskelig å finne i vegetasjonsbeltet i strandsonen. Limitjern mottar idag kloakkvann fra 40 - 50 husstander. Dette er vesentlig etterkrigsbebyggelse, og den siste større bebyggelse fant sted i 1964. Ikke alle hus som har avløp til Limitjern idag, har WC og bad. Det dreier seg antakelig om 5 - 10 husstander.

Kommuneforvaltningens problem er for det første om man kan tillate installering av sanitæranlegg i den del av bebyggelsen som mangler det idag; dernest om en eventuelt kan gi tillatelse til bygging på endel byggeklare tomter i området, slik at disse får avløp til Limitjern.

Under befaringen ble det samlet inn prøver for kjemisk analyse og for kvantitativ og kvalitativ analyse av det planktoniske organismeliv i vannet. De viktigste arter i den høyere vegetasjon i strandsonen ble notert.

(X) = prøvetakingsstasjonen 11/9 -72



## 2. FYSISK-KJEMISKE FORHOLD

Limitjern er etter norske forhold et vann med høyt mineralinnhold. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne ligger på 350 - 380  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (se tabell 1), mens det normale for norske innsjøer er 20-50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dette skyldes hovedsakelig de geologiske forholdene i nedbørfeltet, med berggrunn av kalkholdige sedimentbergarter, vesentlig leirskifer med innslag av kalkstein. Dette er også årsak til de høye verdier for kalsium, ca. 68,5 mg Ca/l.

Vannets kloridinnhold ligger noe over det som er normalt for innsjøer med tilsvarende saltinnhold. Årsaken kan være at nedbørfeltet ligger under den marine grense med løsavsetninger avsatt i saltvann. Slike løsavsetninger vil inneholde et overskudd av kloridioner som etter hvert vaskes ut og tilføres vannet i tjernet.

Oksygeninnholdet i de øverste vannlag ned til 3 m dyp var relativt lavt, mellom 1,60 og 2,70 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ . Dette tyder på en relativt sterk belastning av organisk stoff. Av verdiene for organisk karbon, filtrert og ufiltrert, ser man at mesteparten er løst organisk stoff. I bunnsjiktet er det relativt stor utvikling av  $\text{H}_2\text{S}$ -gass. At innholdet av partikulært organisk stoff totalt er størst mot bunnen, viser verdiene for organisk tørrstoff.

Surhetsgraden, eller pH-verdiene, er normale for vann med så høyt kalkinnhold.

Jerninnholdet er høyt i hele vannmassen, mens manganverdiene må kunne betegnes som moderate til høye.

Farveverdiene er relativt høye, mens verdiene for turbiditet er lave; noe som indikerer at vannet inneholder forholdsvis lite seston (levende organismer og døde partikler) mens egenfarven på vannet er ganske høy.

Limitjern inneholder store mengder næringsalter, spesielt fosforforbindelser. Et så høyt innhold av plantenæringsstoffer skulle teoretisk gi stor primærproduksjon av alger i vannmassene.

Nedenfor er angitt noen data for oksygeninnholdet i Limitjern og utløpsbekken. Disse data er samlet inn for kommunen ved tidligere anledninger. Til sammenlikning er ytterst til høyre satt opp resultatene fra vår befarings. Alle verdier er i mg  $\text{O}_2/\text{l}$ .

Tabell 1. Kjemisk-fysiske analyseresultater fra Limitjern 11. september 1972.

Dyp i m	Temp. °C	Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	pH	Spes.el. ledn.evne 20°C, µS/cm	Farge		Turbi- ditet J.T.U.	Org. karbon		Org. tørrstoff mg/l	Alkalitet		Klorid mg Cl/l
					Ufiltr. mg Pt/l	Filtr. mg Pt/l		Filtr. mg C/l	Ufiltr. mg C/l		mL N/10 HCl/l	pH=4,0 pH=4,5	
0,5	14,00	2,69	7,38	350	75	-	0,97	8,5	9,0	0,45	30,29	28,69	17,4
2	13,05	2,27	7,37	350	80	-	0,97	8,5	9,0	1,07	29,05	27,44	17,4
3	12,85	1,65	7,22	380	80	-	1,20	8,5	8,8	1,74	31,02	28,44	17,6
5	-	3,32 (H <sub>2</sub> S !)	7,37	351	400	66	170	7,8	8,0	2,47	37,26	35,63	17,4

Dyp i m	Ortofosfat µg P/l	Tot.fosfor µg P/l	Nitrat µg N/l	Tot.nitrogen µg N/l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Jern µg Fe/l	Mangan µg Mn/l	Kobber µg Cu/l	Sink µg Zn/l	Bly µg Pb/l	Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l
0,5	325	350	1350	1876	69,0	2,93	2500	100	25	10	<1	30,0
2	335	350	1350	1876	68,4	2,92	2800	120	-	-	-	-
3	340	350	1350	1856	68,6	2,94	1750	800	-	-	-	-
5	1600	1600	20	8600	69,4	2,63	3800	270	-	-	-	-

Dato \ Dyp	27/1-70	28/5-70	21/8-70	15/9-71	11/9-72
Ca. 0,5 m	1,7	15,5	-	-	2,69
2 "	-	-	-	0	2,27
3 "	-	-	2,1	-	1,65
Utløpsbekken	1,0	13,5	-	1,4	-

Disse data, med unntak for 28. mai 1970, viser at det er lave verdier for oksygen store deler av året i Limitjern, og at grensen mellom oksygenholdig og H<sub>2</sub>S-holdig vann til tider kan gå faretruende høyt opp i vannmassene. Observasjonene 28. mai 1970, med meget høye verdier, viser en overmetning av oksygen. Hvor stor overmetningen er kan en ikke si da temperaturdata mangler, men hvis en antar at temperaturen i dette vannsjiktet var ca. 15°C på dette tidspunkt, gir det en prosentvis metning på 158%. Med andre ord en kraftig overmetting.

Såfremt resultatene fra 28. mai er korrekte, er det sannsynlig at overmetningen skyldes fotosyntetisk aktivitet fra store mengder planktonalger i vannmassene.

### 3. ORGANISMESAMFUNNET I VANNMASSENE

I tabell 2 er gitt resultatene av beregningene av antall individer pr. liter (for dyreplankton individer pr. m<sup>3</sup>) av de viktigste organismene i vannmassene.

De innsamlete kvantitative planteplanktonprøvene er undersøkt i omvendt mikroskop etter forutgående sedimentering av organismeinnholdet.

Ved siden av de kvantitative vannprøver ble det samlet inn to trekk med håv som hadde finmasket duk (20µ). Et håvtrekk ble tatt ute på vannet og et inne i strandsonen blant vegetasjonen der. Håven ble begge steder trukket horisontalt. Resultatene i tabellen for håvtrekkene, tabell 3, er en subjektiv vurdering av mengdeforholdene mellom de ulike arter. Skalaen for vurderingen er gitt i tabellen.

Tabell 2. Planktonorganismer i Limitjern 11. september 1972.

Art	Dyp i m	0,5	2	3	5
	Celler pr. liter				
PHYTOPLANKTON (planteplankton)					
CHLOROPHYCEAE (grønnalger)					
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs		25.000	-	-	-
Ankyra judai (G.M. Smith) Fott		-	-	40.000	20.000
Chlamydomonas spp.		5.000	-	2.500	2.500
Små coccoide grønnalger		840.000	515.000	465.000	660.000
CHRYSOPHYCEAE (gullalger)					
Chrysomonader		15.000	-	17.000	100.000
CRYPTOPHYCEAE (flagellater)					
Cryptomonas sp.		-	50.000	2.500	2.500
Katablepharis ovalis		10.000	-	-	-
Rhodomonas minuta Skuja		1.160.000	495.000	-	-
BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger)					
Cocconeis placentula (Ehr)		2.500	-	-	-
Synedra sp.		2.500	-	-	-
Individer pr. m <sup>3</sup>					
ZOOPLANKTON (dyreplankton)					
Diaptomus sp. adult		1.000	2.000	1.000	-
Diaptomus copepoditer		1.000	500	-	-
Daphnia cf. longispina O.F. Müll.		7.500	5.000	11.000	1.500



Av tabell 2 fremgår at det er de små coccoide (kuleformete) grønnealger, sammen med en flagellat *Rhodomonas minuta*, som opptrer med størst antall individer pr. liter. Disse organismene er imidlertid meget små, og antallet for de coccoide grønnealgene er meget mindre enn hva som er vanlig for denne vanntypen. For *Rhodomonas minuta* er antallet som normalt. Dette er en såkalt "skyggeart", det vil si en art som kan vokse og reprodusere selv ved lave lysintensiteter.

Sett under ett var organismesamfunnet under befaringen fattig. De store næringssaltkonsentrasjonene, spesielt fosfatforbindelsene, skulle tilsi en meget rikere organismeflora i vannmassene enn det som ble registrert i de kvantitative vannprøvene.

Håvtrekkene gir samme inntrykk av et fattig organismesamfunn som de kvantitative prøvene. En del store kiselalger opptrer her i forholdsmessig høyere antall.

Den relative overvekt av store organismer i håvtrekkene skyldes at disse holdes mer effektivt tilbake i håven enn de små under silingen gjennom håvduken.

Kiselalger som *Fragilaria capucina* var. *mesolepta*, *Sydendra ulna* og *Achnanthes hungarica* sammen med zooplanktonarten *Daphnia longispina* ble ikke registrert i de kvantitative prøvene, men er relativt hyppig i håvtrekkene. Dette er arter som vanligvis forekommer i noe forurenset vann, men som har stor toleranse og forekommer i et ganske stort spektrum av vanntyper. *Achnanthes hungarica* er spesielt å finne sammen med flyteplanten andmat (*Lemna minor*). Se nærmere om andmat under kapitlet om makrovegetasjonen.

Tabell 3. Analyseresultater av håvtrekk (20 µ duk) fra Limitjern  
11. september 1972.

+ = forekommer, 1 = sjelden, 2 = sparsom, 3 = vanlig,  
4 = hyppig, 5 = dominant.

Organisme	Overflatehåvtrekk i vegetasjonssonen	Overflatehåvtrekk fra stasjon A
CYANOPHYCEAE		
Trådformet blågrønnalge	1	+
CHLOROPHYCEAE		
Uidentifisert flagellat		3
Eudorina elegans Ehrenb.	+	
Trådformet grønnalge - Ulothicales	1	
BACILLARIOPHYCEAE		
Achnanthes hungarica Grun.	3	1
Achnanthes lancedata Bréb.	1	+
Cocconeis placentula Ehrenb.	2	1
Fragilaria capucina var. mesolepta (Rabh.) Grun.	4	3
Gomphonema sp.	+	
Melosira sp.	+	
Nitzschia cf. palea (Kütz.) W. Smith	+	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb.	3	2
ANDRE ALGER		
Diverse flagellater	1	
CILIATA		
Ubestemte ciliater	1	+
ROTATORIA		
Euchlaris dilatata Ehrenb.	1	1
Trichocerca sp.	1	
Rotatorie egg	2	
CRUSTACEAE		
Copepode cyclopoid	+	+
Daphnia longispina O.F. Müll.	1	4
Nauplier, alle utv. stadier	2	1

#### 4. MAKROVEGETASJONEN

På vest- og østsiden av tjernet går blandingsskogen tett ned til vannet, mens det på nord- og sørsiden er åpne jorder.

Rundt hele tjernet i et varierende bredt belte er det tett vegetasjon som innerst består av terrestriske arter som mjødukt (*Filipendula ulmaria*) og ørevier (*Salix aurita*).

Deretter følger et område med takrøyr (*Phragmites communis*) og utenfor dette et belte med sjøsivaks (*Scirpus lacustris*) og myrkongle (*Calla palustris*). Innimellom i dette beltet ble også registrert en del eksemplarer av selsnepe (*Cicuta virosa*) og, spesielt i nordenden, vassgro (*Alisma plantago-aquatica*). Utenfor dette vegetasjonsbeltet var det enkelte steder nøkkerose.

Det brede beltet med til dels flytende vegetasjon gjorde adgangen til selve tjernet meget vanskelig. Tjernet bar preg av en sterk gjengroingsaktivitet, og primærproduksjonen ved høyere planter må antas å være høy.

Et spesielt trekk ved makrovegetasjonen i Limitjern var det tette grønne teppet av andmat (*Lemna minor*) som dekket vannflaten. Avhengig av vindforholdene kunne nesten hele eller bare mindre deler av innsjøen være dekket. Ved vind ble plantedekket stuert opp i den ene enden av tjernet.

Andmat har en spesiell biologi. På undersiden av de flytende bladene er det en poseformet vevstruktur. I løpet av sommerhalvåret fylles dette poseformete vevet med opplagsnæring.

Sent på høsten vil "posene" være så fulle av opplagsnæring at plantene vil synke på grunn av tyngden og legge seg som et teppe på bunnen. Ved dette unngår plantene innfrysing i isen i vinterperioden.

Utpå våren er opplagsnæringen brukt opp, og plantene blir letter og stiger opp til vannflaten igjen. Betydningen av andmatteppet for veksten av planteplankton er nærmere drøftet i neste avsnitt.

## 5. DISKUSJON

Som resultatene i tabell 1 viser, var det i Limitjern meget høye verdier for de viktigste plantenæringsstoffer. Disse høye konsentrasjoner av plantenæringsstoffer skulle tilsi store mengder av alger i vannmassene. Dette er, som tabell 2 viser, ikke tilfelle, og det må derfor være en faktor som begrenser algeveksten. Den sannsynlige årsak er at lystilgangen blir sterkt begrenset på grunn av det omtalte teppet av andmat (*Lemna minor*) på vannflaten. Selv tatt i betraktning andmatteppet, synes produktiviteten av alger lav, og det er mulig at en medvirkende årsak også er at algene ved omrøring kommer i kontakt med  $H_2S$ -holdig vann med giftvirkning. Det fremgår av tabell 1 at det  $H_2S$ -holdige vannet ble registrert i dyp under 4-5 m. Vannmassene over dette laget hadde et lavt innhold av oksygen, noe som tyder på en relativt sterk belastning av organisk stoff. Den organiske belastningen må hovedsakelig skyldes materiale som føres inn med kloakkvannet og detritus (dødt organisk materiale) fra den høyere vegetasjon; muligens også planktonalger.

Som vist under kapitlet om de fysisk-kjemiske forhold, ble det 28. mai 1970 målt store verdier for oksygen i overflatelagene. Hvis analysetallene er korrekte, må det på denne tiden ha vært en kraftig overmetning av oksygen som bare kan skyldes en stor biomasse og kraftig vekst av alger. Den sannsynlige gangen for vegetasjonssamfunnets utvikling i tjernets vannmasser er denne:

Under vinteren ligger andmatplantene på bunnen og overvintrer ved å tære på sin oppsamlete opplagsnæring. Isen dekker tjernet, og lystilgangen til vannmassene er meget liten. Algeveksten er nær null. Når isen blir tynn om våren så lyset trenger gjennom, og særlig like etter at isen er gått, er lystilgangen til vannmassene stor. Plante-næringsstoffer er det nok av, og algene får meget gode vekstbetingelser og utvikler raskt en stor biomasse, spesielt i de øverste vannlag. Dette fører til overmetning av oksygen i disse vannlag.

Litt senere, på forsommeren, har andmaten brukt opp sin opplagsnæring; den blir lettere og flyter opp til overflaten og dekker denne.

Nå blir lystilgangen til vannmassene igjen minimal. Dette fører til at algemengden reduseres og etter hvert blir minimal.

Imidlertid vil de synkende alger, sammen med dødt materiale fra den høyere vegetasjon - og ikke minst det organiske materiale som kommer med kloakkvannet, lede til stort forbruk av oksygen, og på ettersommeren blir oksygeninnholdet lavt. Oksygenmålingene fra tidligere bekrefter dette.

Mektigheten av det  $H_2S$ -holdige vannet kan variere. 15. september 1971 var det null oksygen i 2 m dyp; 11. september 1972 null i ca. 4-5 m dyp.

Kloakkvanntilførselen sammen med tilrenning til tjernet fra om- liggende jordbruksarealer, gjør at en må betegne tjernet som sterkt belastet med plantenæringsstoffer.

Ut fra dette er økt belastning ikke tilrådelig. Vi må imidlertid her tilføye at det er meget vanskelig å vurdere konsekvensene av at ytterligere 5-10 husstander får installert sanitæranlegg, fordi man ikke kjenner til hvor hurtig eutrofieringsutviklingen i tjernet har skjedd. Selv om økt belastning må frarådes, kan det neppe ventes noe vesentlig hurtigere eutrofiering ved en belastningsøkning av denne størrelsesorden.

Det er overveiende sannsynlig at tjernet hurtig gror igjen, og videre at luktulempen kan oppstå fra tid til annen som følge av vindforårsaket omrøring.

For å sinke eutrofieringsutviklingen i tjernet vil det være nødvendig å begrense tilførselen av både organisk stoff og plantenæringsstoffer. Dette kan eksempelvis oppnås ved felling av fosfor i langtidslufter eller ved kombinert mekanisk/kjemisk rensing. Mekanisk rensing alene vil være til liten hjelp. Derimot vil et effektivt infiltrasjonsanlegg kunne gi en god beskyttelse.

For tiden virker Limitjern i mange henseender som en biologisk dam, og representerer i denne egenskap et visst vern av de nedenforliggende deler av vassdraget.

Fjerning av vegetasjonen vil også være et ledd i å hemme eutrofieringsutviklingen, idet tilførselen av planterester representerer betydelige mengder organisk stoff og bundne plantenæringsstoffer.

Utlufting av bunnvannet kan for så vidt sies å øke resipientkapasiteten i den forstand at mineraliseringen av organisk stoff akselereres og anaerobe forhold unngås. Som følge av luftingen vil man i begynnelsen kunne risikere luktulumper, men mer vesentlig i Limitjern er muligheten for at andmatlaget i overflaten forstyrres. Dette vil kunne medføre økt produksjon av planktonalger ved bedret lystilgang.

For å oppnå en lavere produktivitet i Limitjern, er det sannsynligvis ikke nok å stoppe tilførselen av kloakkvann. Akkumulerte næringsalter i bunnsedimentene vil gjøre at den nåværende tilstand vil vedvare i lang tid. Hvor mye av sedimentene som i tilfelle må pumpes vekk, vil avhenge av sedimentenes beskaffenhet. Forøvrig vil drøfting av eventuelle restaureringstiltak best skje i tilknytting til en formulert målsetting for resipienten.

## 6. KONKLUSJONER

1. Limitjern er sterkt belastet med plantenæringsstoffer. Dette ytrer seg ved høye konsentrasjoner av disse stoffene i vannmassene og av stor produksjon av høyere planter. Limitjern virker som en biologisk dam og beskytter til en viss grad nedenforliggende vannforekomster.
2. Planteplanktonproduksjonen er sannsynligvis relativt beskjedent om sommeren og høsten på grunn av et teppe av andmat. Det er mulig at produksjonen er større før andmaten gjør seg gjeldende (forsommeren).
3. Det er ikke mulig på grunnlag av en enkelt befaring å si noe bestemt om eutrofieringshastigheten; gjengroingstendensen er imidlertid markert, og det vil være fare for luktulempen enkelte tider av året, spesielt ettersommeren og høsten.

4. Hvis tjernet ønskes beskyttet mot ytterligere eutrofiering og gjen-  
groing, må næringssalttilgangen begrenses.
5. Økt belastning frarådes, men det er ikke sannsynlig at tilstan-  
den i tjernet vil forverres vesentlig som følge av en belast-  
ningsøkning innenfor en ramme på 5-10 husstander.
6. Ytterligere utbygging av området frarådes før avløpsnettets er  
sanert og knyttet til renseanlegg.
7. Eventuelle restaureringstiltak i Limitjern bør først drøftes etter  
en avklaring av hvilke funksjoner Limitjern skal ha i fremtiden.
8. For å følge med i tjernets utvikling anbefales at det iverksettes  
et overvåkingsprogram med et tokt i året.