

# Miljøtilstand for Vangsvatnet 2019



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS 3034**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Miljøtilstand for Vangsvatnet 2019.

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen, Ingrid Wathne & Erling Brekke

**OPPDRAKSGIVER:**

Voss kommune, Tekniske tjenester, postboks 145, 5701 Voss

**OPPDRAGET GITT:**

1. april 2019

**RAPPORT DATO:**

30. januar 2020

**RAPPORT NR:**

3034

**ANTALL SIDER:**

17

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-8308-690-4

**EMNEORD:**

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| - Klassifisering<br>- Næringssalt<br>- Tarmbakterier | - Eutrofiering<br>- Økologisk status |
|--|--------------------------------------|

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Analyser av vannkvalitet	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS	TEST 003

**KONTROLL:**

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Geir Helge Johnsen	30.01.2020	Fagansvarlig	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Edvard Griegs vei 3, N-5059 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva  
www.radgivende-biologer.no    Telefon: 55 31 02 78    E-post: post@radgivende-biologer.no

**Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.**

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Voss kommune, Tekniske tjenester, gjennomført en overvåking av miljøtilstanden i Vangsvatnet 2019. Overvåkingen er begrunnet i utslippsløyvet for det kommunale Gjernesmoen avløpsrensaneanlegg, og hjemlet i forurensingsforskriftens §14-9.

Alle prøver er samlet inn av Rådgivende Biologer AS. Alle vannanalyser er utført ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, mens algeprøvene er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen og dyreplankton er bestemt av cand.scient. Erling Brekke.

Rådgivende Biologer AS takker Voss kommune, ved Tilla Ruud, for oppdraget.

Bergen, 30. januar 2020

## INNHold

Forord.....	2
Sammendrag.....	3
Miljøvirkning av tilførsler til innsjøer.....	4
Vangsvatnet.....	7
Undersøkelsene i 2019.....	8
Tilstanden i Vangsvatnet i 2019.....	9
Vurdering av utvikling.....	14
Referanser.....	15
Litteratur Vangsvatnet.....	16
Vedleggstabeller over rådata.....	17

# SAMMENDRAG

**Johnsen, G. I. Wathne & E. Brekke 2020.**

*Miljøtilstand for Vangsvatnet 2019.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 3034, 17 sider, ISBN 978-82-8308-690-4.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Voss kommune, Tekniske tjenester, gjennomført en overvåking av miljøtilstanden i Vangsvatnet sommeren 2019. Det omfatter seks månedlige besøk fra mai til oktober. Resipientundersøkelsen av innsjøen er utført på samme måte som tidligere undersøkelser, og resultatene er vurdert etter Vanddirektivets veileder 02:2018.

Tilstanden i Vangsvatnet var sommeren 2019 «god» med hensyn på begge eutrofieringskvalitetselementene «næringsalter» og «planteplankton». Kvalitetselementet «næringsalter» består av gjennomsnittsverdier for siktedyp, innhold av fosfor og nitrogen, samt oksygen i dypvannet på høsten, mens kvalitetselementet «planteplankton» består av gjennomsnittlig algemengde, klorofyll-a mengder, algetyper (PIT) og høyeste innhold av blågrønne bakterier/alger. Innholdet av tarmbakterier var også lavt gjennom hele sesongen, med høyeste observerte mengde på 21 *E. coli* i overflaten i august og september, tilsvarende «god» tilstand. Det var gode oksygenforhold til bunns i Vangsvatnet høsten 2019, tilsvarende tilstand «god». Artssammensetningen av dyreplankton i Vangsvatnet reflekterer også en innsjø lite påvirket av eutrofiering.

Tilstanden i Vangsvatnet har vært overvåket fra slutten på 1970-tallet og jevnlig utover, og kloakksanering og avløpsrensing har ført til suksessivt bedre forhold. Resultatene fra 2019 er noe dårligere enn forrige overvåking i 2015, med uventet høye konsentrasjoner av fosfor (**tabell 1**). Dette resulterte igjen i at forholdstallet mellom nitrogen og fosfor (N:P) var under 10 i både juni, august og september, noe som tyder på tilførsler fra fosforrike kilder som for eksempel kloakk eller annen gjødsel til innsjøen. Vurdert samlet i fra alle undersøkte kvalitetselementer, er tilstand for Vangsvatnet i 2019 likevel «god» (**tabell 1**).

**Tabell 1.** Utvikling i tilstand i Vangsvatnet siden 1977. Klassifisering er etter Vanddirektivets veileder 02:2018 for en innsjø av type L-N2b med fargetall på ca. 10 mg Pt/l. Fargekoder følger denne skala, og felles tilstandsfarge er samlet for hver av de to hele kvalitetselementene der det er mulig.

		I = «Svært god»			II = «God»			III = «Moderat»			IV = «Dårlig»		V = «Svært dårlig»	
		Planteplankton				Næringsalter				Tarmbakt	Samlet status			
		Vol.	Blågr	Kl-a	PIT	O <sub>2</sub>	Sikt	Tot-P	Tot-N					
1977		II	?	II	?	II	II	II	I	?	II			
1978		II	?	II	?	?	II	II	I	?	II			
1980		III	?	II	?	?	II	II	I	III	III			
1981		II	?	I	?	?	I	II	I	III	II			
1982		II	?	I	?	?	II	II	I	III	II			
1983		II	?	I-II	?	?	I	II	I	II	II			
1984		II	?	-	?	?	II	II	II	II	II			
1988		?	?	II	?	?	III	II	I	-	II			
1993	6	I	I	-	?	I	I	II	II	I	I			
2008	6	I	I	I	II	I	II	II	I	II	I			
2015	6	I	I	I	II	I	I	II	I	II	I			
2019	6	II	I	II	III	II	I	IV	II	II	II			

## MILJØVIRKNING AV TILFØRSLER TIL INNSJØER

Alle innsjøer mottar tilførsel av næringsstoff ved naturlig avrenning fra nedbørfeltet, og de fleste innsjøer i Norge er naturlig næringsfattige. Mange innsjøer er i tillegg påvirket av tilførsler av næringsstoff fra kloakk og/eller avrenning fra landbruksvirksomhet og bebyggelse. Husdyrgjødsel har en «gjødsle» effekt i vassdragene, og avrenning fra dyrket mark er generelt rikere på næringsstoff enn avrenning fra naturområder (Holtan & Åstebøl 1990). Virkningen av slike ekstra tilførsler av næringsstoff varierer fra innsjø til innsjø, men mange innsjøer blir mer næringsrike. Det er utviklet gode modeller som beskriver sammenhengen mellom tilførsler og deres effekt i innsjøene (Vollenweider 1976; Rognerud mfl. 1979; Berge 1988).

I næringsrike og «gjødsle» innsjøer er forutsetningene til stede for økte algemengder med innslag av andre og mer næringskrevende algetyper som blant annet en del blågrønne alger (cyanobakterier) (Brettum 1989; Faafeng mfl. 1990). I særlig næringsrike situasjoner, der det også er stor tilførsel av næring gjennom hele sommeren, kan en få ekstreme oppblomstringer av cyanobakterier. I stille vær kan disse algene flyte opp slik at innsjøene farges kraftig grønne. Dette er kjent som «algeblomstring» fra det engelske uttrykket «algal bloom».

Virkningen av næringstilførsel avhenger av flere lokale forhold, der vannutskiftningshyppigheten i innsjøene er en avgjørende faktor (Vollenweider 1976). Stor vanntilførsel, og dermed hyppig utskiftning av innsjøens vannmasser, virker fortynnende på tilførselen. En innsjø med hyppig vannutskiftning kan således tåle større næringstilførsel, enn en tilsvarende innsjø med sjeldnere vannutskiftning (Vollenweider 1976; Rognerud mfl. 1979; Berge 1988). Samtidig er næringsstoffenes tilgjengelighet for algene med å avgjøre responsen i innsjøenes økosystem (Berge & Källqvist 1990; Braaten mfl. 1992).

Av de ulike næringsstoffene er det fosfor som oftest er begrensende for algevekst i våre innsjøer. Ulike typer tilførsler har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffer, blant annet uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på rundt 15:1 i lite påvirkete innsjøer, altså at en har 15 ganger så høye konsentrasjoner av nitrogen som fosfor. Dersom en finner betydelige avvik fra dette, tyder det på at en har dominans av enkelte tilførselskilder til denne aktuelle innsjøen. For eksempel vil avrenning fra fjell, myr og skog på Vestlandet kunne ha et høyt N:P-forholdstall, gjerne opp mot 70, mens både kloakkavløp fra boliger og tilførsler av for eksempel gjødsel fra kyr begge har et forholdstall på rundt 7. Særlig fosforrike utslipp er silosaft, med et forholdstall nede på 1.5, mens tilførsler fra fiskeoppdrett og for eksempel gjødsel fra gris også er fosfor-rike, med et forholdstall på rundt 5 (Holtan & Åstebøl 1990).

Der tilførselene av fosfor i tillegg domineres av oppløst fosfat, vil dette ha en større effekt fordi det kan bli nyttiggjort av algene direkte. Dette kalles biotilgjengelighet og varierer mellom de ulike tilførselskildene. Kommunalt avløpsvann har en biotilgjengelighet av fosfor på 65–70 %, mens avrenning fra landbruk har 30 % biotilgjengelighet. Tilsvarende tall for tilførsler fra fiskeoppdrett ligger på 30–40 % (Braaten mfl. 1992).

Særlig algemengde, men også algetyper, er ofte begrenset av tilgang på næring. Denne effekten kalles «bottom-up» og viser til virkningens retning i næringskjedene i innsjøen. Jo mer næringsstoff, desto mer algevekst, som igjen er grunnlag for biologisk produksjon av algespisende organismer som dyreplankton og etter hvert fisk (Sommer mfl. 1986).

Dersom økosystemet i en innsjø er i noenlunde balanse, vil ikke algene kunne blomstre uhemmet, fordi det vil være dyreplankton som kan beite på dem. Dersom det også er store mengder planktonspisende fisk i en innsjø, vil disse fjerne dyreplanktonet, slik at algene ikke lenger kontrolleres (såkalt «top-down»-effekt). Det samme vil kunne skje dersom næringstilførselen og produksjonsgrunnlaget for

algene er for stort. Da vil ikke dyreplanktonet klare å kontrollere algene, som i tillegg vil kunne domineres av «uspiselige» alger slik som cyanobakterier. Et balansert økosystem er i stand til å takle en større næringsbelastning og likevel opprettholde en akseptabel vannkvalitet, i motsetning til et ubalansert system som fort vil kunne bli dominert av store algeoppblomstringer med økende innslag av cyanobakterier (Sommer mfl. 1986).

Tilførsel av organisk materiale kan også ha stor betydning for miljøkvaliteten i innsjøer. Slik tilførsel kan komme fra både naturlige og menneskeskapt kilder i nedbørsfeltet, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). Slik tilførsel deles i to hovedgrupper: humus-stoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og biologisk omsetting og nedbryting av slike stoff er oksygenkrevende. Omfang av tilførsel av organisk stoff til innsjøer vil kunne måles i vannprøver fra overflatevannet, men det vil hovedsakelig påvirke forholdene i det stabile dypvannet ved at stor tilførsel fører til et høyere forbruk av oksygen, som kan resultere i helt oksygenfrie forhold i dypvannet (Johnsen mfl. 1985).

Det største problemet knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer, er fenomenet «indre gjødsling». Når det har vært oksygenfritt vann over sedimentene en tid, vil forholdet mellom to-verdig og tre-verdig jern endres, slik at bindingen av fosfor i sedimentet opphører (Wetzel 1975). Da vil betydelige mengder av det tidligere sedimenterte fosforet bli frigitt til vannmassene som biotilgjengelig fosfat, og konsentrasjonene av fosfor i dypvannet kan være både 10 og 100 ganger høyere enn i overflatevannet (Johnsen mfl. 1985). I slike innsjøer vil denne «indre gjødslingen» kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførsler av næring (Bjørklund og Johnsen 1995), og en kan komme inn i en ond sirkel med stadig økende næringsinnhold og algemengder.

Samspillet mellom alle typene påvirkning som utslipp har på innsjøsystemet, gjør det viktig ikke bare å fokusere på tilstand år for år eller utvikling i tilstand alene, men samtidig vurdere risiko for videre utvikling i den prosess som kalles «eutrofiering», eller økning i næringsrikhet og algemengde. Et slikt «eutrofieringsforløp» i innsjøer kan beskrives med tre faser ettersom økosystemet responderer på økende fosforbelastning:

1) **Begynnende eutrofiering**

Kjennetegnes ved middels næringsrike forhold (tilstand III = «moderat»), med økt produktivitet i alle ledd i innsjøens næringspyramide, grunnet økte næringstilførsler (positiv «bottom-up»-effekt). Den økende algemengden holdes noenlunde under kontroll av den samtidig økende dyreplanktonmengden (negativ «top-down»-effekt), slik at algemengdene øker sakte under økologisk likevekt.

2) **Fare på ferde**

Kjennetegnes med næringsrike forhold (tilstand IV = «dårlig» eller V = «svært dårlig»), der algetyper som ikke er spiselige av dyreplankton begynner å dominere, og algemengdene øker derfor raskere. Større mengder alger synker til bunns og råtner under forbruk av oksygen, og oksygenfrie forhold med indre gjødsling kan begynne.

3) **Kritisk fase**

Kjennetegnes av meget næringsrike forhold (tilstand V = «svært dårlig»). Råttent bunnvann med omfattende indre gjødsling gir store algemengder, der algeoppblomstringer med giftige cyanobakterier kan dominere.

## MILJØKLASSIFISERING

Vangsvatnet (062-2085-L) er i forvaltningsdatabasen Vann-Nett klassifisert som nasjonal vanntype L105a, dvs. en «kalkfattig (Ca-innhold på 1–4 mg/l), klar (fargetall < 30 mg Pt/l, TOC 2–5 mg C/l) og grunn (middeldyp 3–15 m) lavlandsinnsjø». Innsjøen har imidlertid et middeldyp på 32 m (**tabell 3**), så innsjøtypen er her revidert og satt til L105b som tilsvarende NGIG-type L-N2b, med fargetall på ca. 10 mg Pt/l. Måleresultatene for slike innsjøer klassifiseres etter (**tabell 2**).

**Tabell 2.** Klassifiseringsgrenser for fosfor, nitrogen, siktedyp og alger fra Vanndirektivets veileder 02:2018 for Vangsvatnet, som er kategorisert som en «kalkfattig, klar og dyp lavlandsinnsjø» (innsjøtype L105b / L-N2b) med fargetall på 10 mg Pt/l. Grenser for TOC og oksygen er fra SFT-veiledning 97:04 (SFT 1997).

Innsjøtype L105b/LN2b	I = Svært god	II = God	III = Moderat	IV = Dårlig	V = Svært dårlig
Fosfor (µg/l)	< 4	4–9	9–16	16–38	> 38
Nitrogen (µg/l)	< 200	200–400	400–650	650–1200	> 1300
TOC (mg/l)	< 2,5	2,5–3,5	3,5–6,5	6,5–15	> 15
Siktedyp (m)	> 8,3	8,3–6,9	6,9–5,4	5,4–3,5	< 3,5
Oksygen (mg/l)	> 9,0	9,0–6,5	6,5–4,0	4,0–2,0	< 2,0
Oksygen (%)	> 80	50–80	30–50	15–30	< 15
Algemengde (mg/l)	< 0,18	0,18–0,40	0,40–0,77	0,77–1,90	> 1,90
Algetyper (PTI)	< 2,09	2,09–2,26	2,26–2,43	2,43–2,60	> 2,60
Klorofyll-a (µg/l)	< 2,0	2–4	4–7	7–15	> 15
Max cyanobakt. (mg/l)	< 0,16	0,16–1,0	1–2	2–5	> 5

For å kunne sammenligne resultatene fra de vannkjemiske og biologiske (planteplankton) parameterne, som alle her er koblet mot eutrofiering som belastning, er de behandlet i henhold til Vanndirektivets veileder 02:2018. En fullgod vurdering skal bygges på gjennomsnittet av flere målinger. For å kunne sammenligne de ulike resultatene for de ulike kvalitetselementene, blir indeksene regnet om til en «økologisk kvalitetsratio» (EQR), og så normalisert til en skala mellom 0 og 1, med sprang på 0,2 for hver tilstandsklasse (nEQR). Økologisk tilstand blir så angitt fra den dårligste av de to hovedkvalitetselementene.

Kombinasjonen av flere parametre innen samme kvalitetselement, skjer ved å ta gjennomsnitt av nEQR, men bare når de representerer samme type påvirkning. Ellers brukes prinsippet om at «det verste styrer» innenfor hvert hovedelement, også ved kombinasjon av kvalitetselement. Dersom de biologiske elementene tilsier «god» eller bedre tilstand, må de abiotiske også vurderes. Ved samlet vurdering av «økologisk status» skal de biologiske kvalitetselementene vektlegges slik:

1. Dersom de biologiske elementene samlet er «svært god», kan økologisk status bare tas ned til «god» dersom de vannkjemiske elementene er «god» eller dårligere.
2. Dersom de biologiske elementene samlet er «svært god» eller «god», kan økologisk status bare tas ned til «moderat» dersom de vannkjemiske elementene er dårligere enn «god».
3. Dersom de biologiske elementene samlet er «moderat» eller dårligere, blir det avgjørende i seg selv.



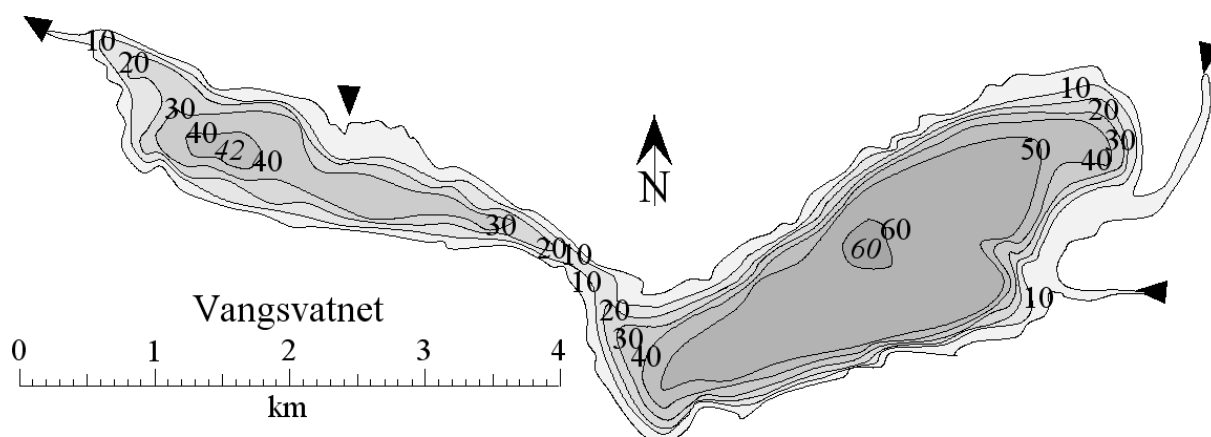
## VANGSVATNET

Vangsvatnet (NVE-nr 2085) ligger 47 moh. sentralt i Voss og i Vossovassdraget. Innsjøen er delt i to basseng, der det østre er omtrent 5 km<sup>2</sup> stort, har et maksimumsdyp på 61 m og et bassengvolum på omtrent 190 mill. m<sup>3</sup> (**figur 1**). Vangsvatnet har en vannutskiftingshyppighet på omtrent 10 ganger årlig.

I forvaltningsdatabasen Vann-Nett er Vangsvatnet oppført med «dårlig» økologisk tilstand hovedsakelig med hensyn på laksebestanden, der hovedpåvirkning er «rømt fisk» og «lakselus». Det opereres også med «svært dårlig» for siktedyp, men dette må bero på en misforståelse.

**Tabell 3.** Morfologiske og hydrologiske data Vangsvatnet i Voss.

Innsjøareal km <sup>2</sup>	Volum mill. m <sup>3</sup>	Middeldyp m	Største dyp m	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Spes. avr. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> /år	Vannutskift. ganger/år
8	256	32	60 / 42	1058	72	2402	9,4



**Figur 1.** Dybdekart over Vangsvatnet, tegnet med 10-meters koter. Kartet er tegnet av fra Hauge (1957).

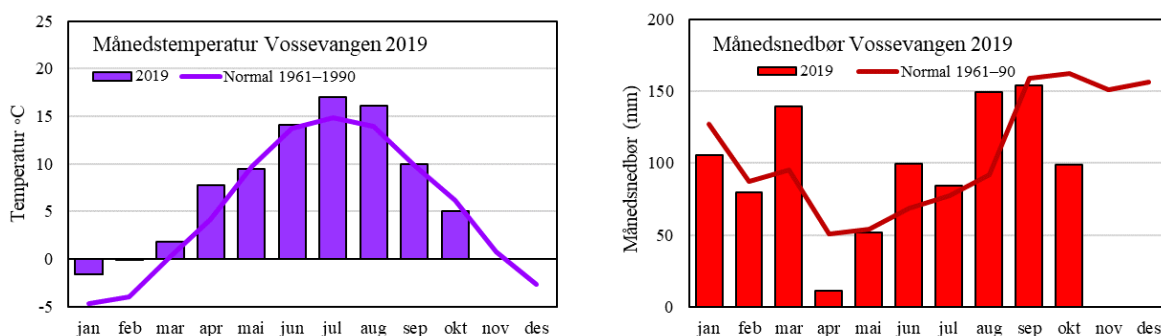
## UNDERSØKELSENE I 2019

I perioden mai til oktober 2019 ble det tatt månedlige vannprøver fra overflatevannmassene i Vangsvatnet, på samme måte som ved tidligere undersøkelser. Vannprøvene ble tatt som blandeprøve fra de øverste fem meterne av vannsøylen, ved det dypeste punktet i det østre bassenget. I juni, august og september ble det samlet inn doble vertikale håvtrekk etter dyreplankton ned to 30 meters dyp og i september ble det i tillegg tatt en hydrografisk profil.

Vannprøvene er undersøkt med hensyn på tarmbakterier, vannkjemiske parametere som næringssaltene fosfor og nitrogen, innhold av organisk materiale, samt kvantitative algeplankton-forekomster og innhold av klorofyll-a. De vannkjemiske analysene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, algeplankton er bestemt av Cand. real. Nils Bernt Andersen og dyreplankton er bestemt av Erling Brekke. Prøvetakingsopplegget er utført i henhold til retningslinjer gitt Miljødirektoratet i Vanndirektivets veileder 02:2009 («Overvåking av miljøtilstand i vann») og 02:2018 («Klassifisering av miljøtilstand i vann»).

### NEDBØR OG VÆR 2019

Nedbørmengdene i 2019 på Vossevangen i perioden januar–oktober var totalt helt på årsnormalen, og det ble målt 972,6 mm nedbør mot normalen (1961–1990) på 973 mm (**figur 2**). Sett månedsvis, var det over normalen med nedbør i mars, juni og august, men det i mai og oktober var godt under normalen. Gjennomsnittstemperaturen på Voss var i samme periode over 1,5 grad høyere enn normalt i 2019. I mai–juli, var det til dels betydelige nedbørmengder i dagene før prøvetaking, mens det i august og oktober var mye regn på selve prøvetakingsdagen (**figur 3**).

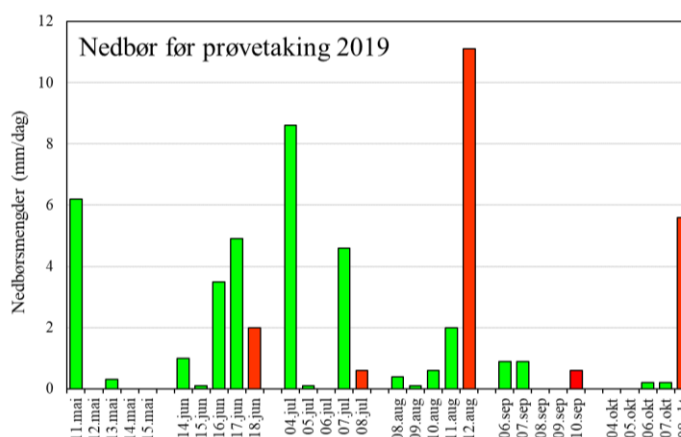


**Figur 2.** Månedstemperatur (venstre) og månedlige nedbørmengder (høyre) på Vossevangen (stasjon 51530) i 2019 (søyler) og normalen i perioden 1961–1990 (linje).

**Figur 3.** Døgnnedbør ved Vossevangen de fem siste døgn før prøvetaking fant sted.

Nedbøren er målt på angitte datoer kl. 7 og er falt i løpet av de foregående 24 timene.

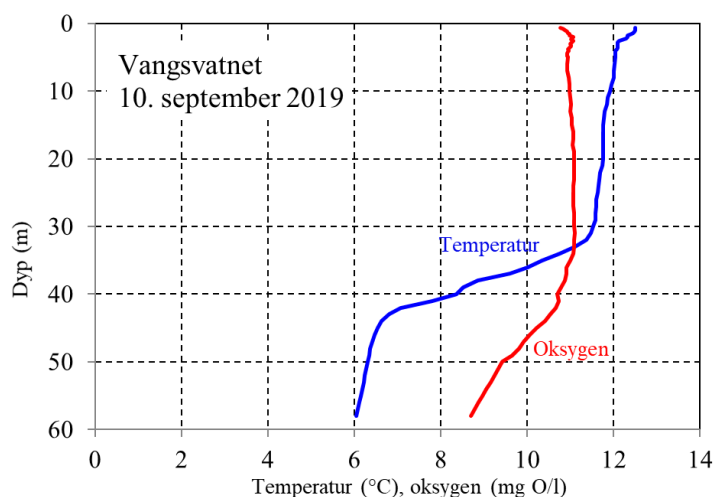
Data er hentet fra det norske meteorologiske institutt. Prøvetakingsdatoene er vist med rødt.



## TILSTANDEN I VANGSVATNET I 2019

### SJIKTNING

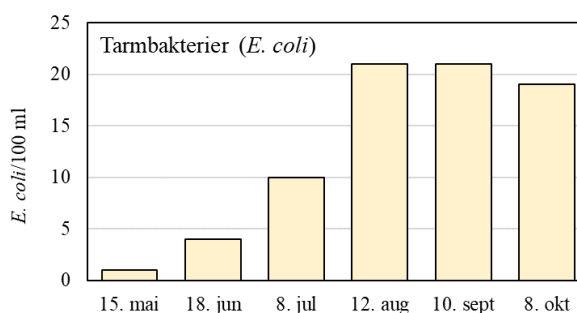
Det er samlet inn hydrografisk profil fra Vangsvatnet 10. september 2019 (**figur 4**). Temperatur og oksygeninnhold holdt et jevnt nivå, hhv. 11–12 °C og 11 mg O/l, med til termoklinen på rundt 33. Under den synker begge gradvis og ved bunn er det 6 °C og 8,7 mg O/l, som er 69 % oksygenmetning og som tilsvarer tilstand «god» (**tabell 2**).



**Figur 4.** Hydrografisk profil av oksygeninnhold og temperatur i Vangsvatnet 10. september 2019.

### VIRKNING AV TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

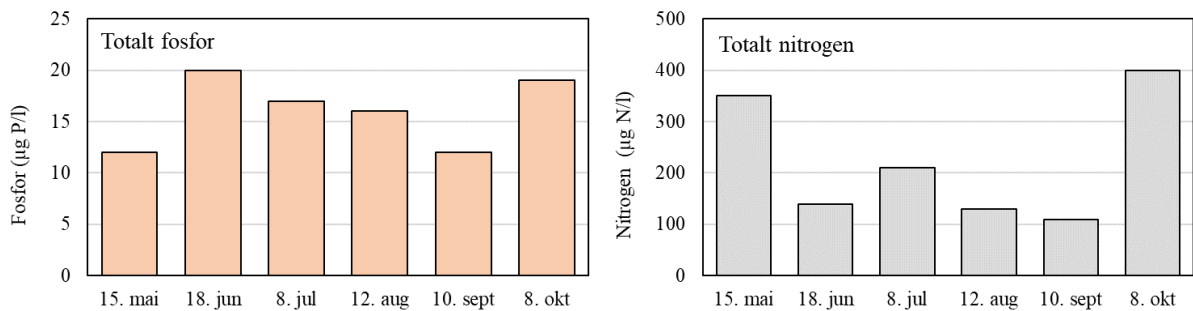
Det var moderate konsentrasjoner av tarmbakterien *Escherichia coli* i Vangsvatnet gjennom hele sommeren 2019 (**figur 5**). Det høyeste antallet ble målt i august og september, begge med 21/100 ml. I mai ble det målt < 1/100 ml. Tarmbakterieinnhold under 5/100 ml ansees som naturlig bakgrunn og 21 tilsvarer tilstand «god» i 2019.



**Figur 5.** Månedlige konsentrasjoner av tarmbakterien *Escherichia coli* i Vangsvatnet i 2019. Prøvene er tatt fra overflatevannet nær innsjøenes dypeste punkt.

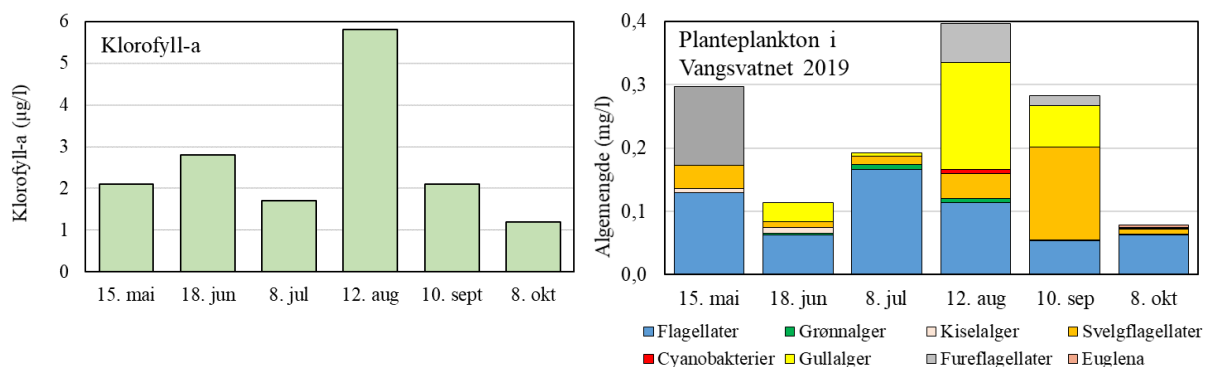
## VIRKNING AV TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFF

Det var gjennomgående høye konsentrasjoner av fosfor i Vangsvatnet sommeren 2019. Laveste konsentrasjon ble målt til 12 µg P/l i mai og september. Gjennomsnittet var på 16 µg P/l, som gjør at tilstanden tilsvarer «dårlig», men helt i den nedre grensen av tilstandsintervallet. Nitrogenkonsentrasjonen varierte mellom 110 og 400 µg N/l og var lavest midtsommers. Med et gjennomsnitt på 223 µg N/l, tilsvarer nitrogenkonsentrasjonen tilstand «god» (**figur 6** og **tabell 2**). De uventet lave forholdstallet mellom nitrogen og fosfor (N:P) både i juni, august og september på under 10, hhv. 7, 8 og 9, tyder på tilførsler av kloakk eller annen gjødsel til innsjøen.



**Figur 6.** Innhold av næringsstoffene fosfor (venstre) og nitrogen (høyre) i månedlige vannprøver fra Vangsvatnet sommeren 2019.

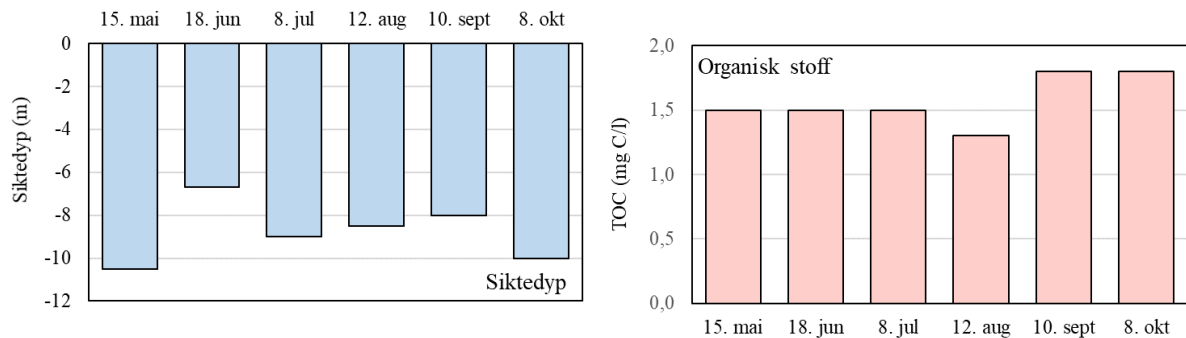
Næringsrikhet gir grunnlag for algevekst, og gjenspeiler seg derfor vanligvis i både mengde og sammensetning av algeplankton. Analysert som algevolum var algemengdene i 2019 forholdsvis lave og med et gjennomsnitt på 0,227 mg/l, tilsvarer det tilstand «god». Algesamfunnet varierte gjennom sommeren, der ubestemte flagellater, svelg- og fureflagellater og gullalger dominerte. Artsforekomstene er vurdert etter en PTI-indeks (planteplankton trofisk indeks) til 2,27, som tilsvarer tilstand «moderat». Innholdet av klorofyll-a, som utgjør «grønnfarge» i algene, hadde et gjennomsnitt på 2,6 µg Chl-a/l, som tilsvarer tilstand «god». Det ble kun observert cyanobakterier 12. august og da bare 0,006 mg/l, som tilsvarer tilstand «svært god» (**figur 7** og **tabell 2**).



**Figur 7.** Innhold av klorofyll-a (venstre), og algemengder og algetyper (høyre) i seks månedlige overflatevannprøver fra Vangsvatnet sommerhalvåret 2019 (se **tabell 7** for detaljer om algevolum og arter).

## VIRKNING AV TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Vangsvatnet var siktedypet på 8,8 m i gjennomsnitt i 2019. Det tilsvarer tilstand «svært god» for denne type innsjøer. Siktedypet varierte igjennom sommeren, men var lavest 18. juni med 6,7 m. Høyest var den i mai og oktober, med hhv. 10,5 og 10,0 m. Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene var i gjennomsnitt 1,6 mg C/l sommeren 2019, som tilsvarer tilstand «svært god» (**figur 8** og **tabell 2**).



**Figur 8.** Månedlige målinger av siktedyp (**venstre**) og av totalt organisk karbon (TOC) (**høyre**) i Vangsvatnet i 2019. Siktedypsmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

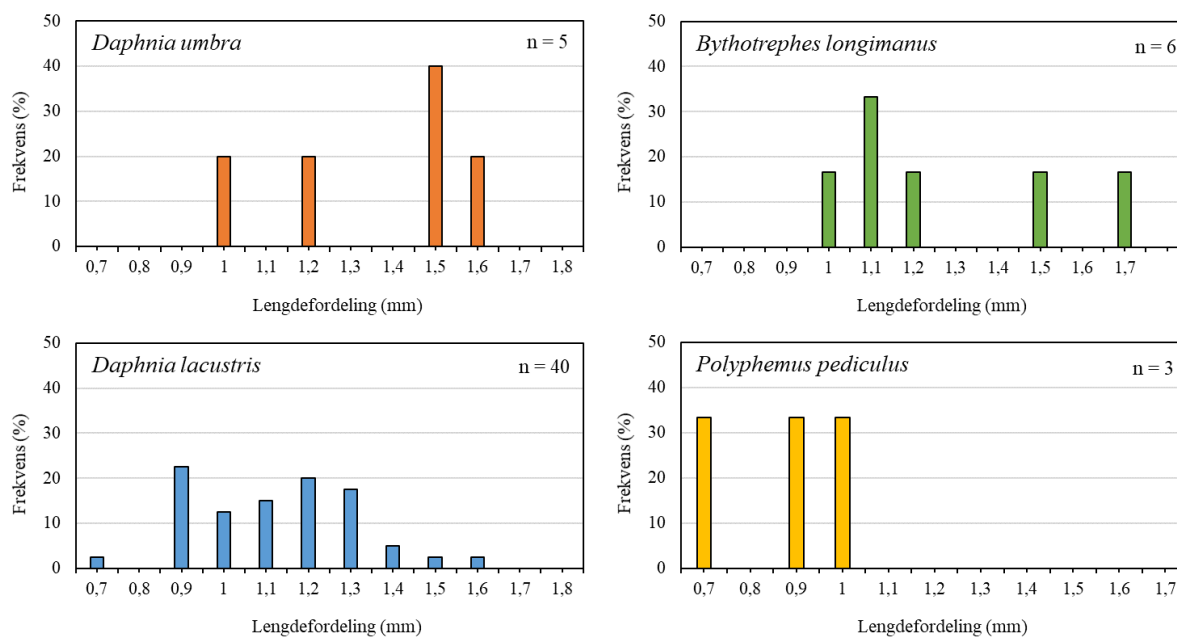
## DYREPLANKTON

I de tre pelagiske planktontrekkenene fra sommeren 2019, ble det funnet høyest artsrikhet og tetthet av vannlopper i august (**tabell 4**). Det er *Bosmina longispina* og *Daphnia lacustris* som er de dominerende artene av vannlopper i planktonprøvene. I august er det også moderate forekomster av *Holopedium gibberum*. Det ble registrert tre arter av hoppekreps i prøvene, der både *Arctodiaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer*, hadde relativt høye forekomster. Det var også en del ungstadier, nauplier og copepoditter, av calanoide og cyclopoide hoppekreps. Det ble funnet til sammen 20 arter av hjuldyr og dyregruppen hadde moderat tetthet ved alle tre prøvetakingene.

Artsdiversiteten og tetthetene i prøvene viser et dyreplankton som er vanlig i tilsvarende innsjøer og som tyder på at det ikke forekommer eutrofiering. Forekomst, samt størrelsene (**figur 9**) av vannloppene *Daphnia lacustris*, *D. umbra* og *Bythotrephes longimanus*, tyder på moderat beitepress av planktonpisende fisk i Vangsvatnet.

**Tabell 4.** Forekomst av dyreplankton i de tre prøver fra Vangsvatnet i 2019. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de 30 øverste meterne av vannsøylen og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst er inndelt i tre grupper, der + = lavt antall og +++ = høyt antall.

Dyregruppe	Art/gruppe	18. jun	12. aug	10. sep
Vannlopper (Cladocera)	<i>Alona affinis</i>			+
	<i>Alonella nana</i>		+	
	<i>Alonella excisa</i>		(+)	
	<i>Alonopsis elongata</i>		+	(+)
	<i>Acroperus harpae</i>		+	
	<i>Chydorus sphaericus</i>		+	
	<i>Bosmina longispina</i>	++	+++	+++
	<i>Daphnia lacustris</i>		++	++
	<i>Daphnia umbra</i>	+		
	<i>Bythotrephes longimanus</i>		+	
	<i>Holopedium gibberum</i>		++	
	<i>Polyphemus pediculus</i>			+
Hoppekreps (Copepoda)	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	+++	+++	+++
	<i>Cyclops abyssorum</i>	+		
	<i>Cyclops scutifer</i>	+++	++	++
	Calanoide nauplier	+++	+	++
	Cyclopoide nauplier	++	+++	+++
	Calanoide copepoditter	++	++	+++
	Cyclopoide copepoditter	+	+++	++
Hjuldyr (Rotatoria)	<i>Kellicottia longispina</i>	+++	+	++
	<i>Collotheca</i> sp.		+	
	<i>Conochilus</i> sp.	++	++	+++
	<i>Keratella cochlearis</i>	++	+++	++
	<i>Keratella hiemalis</i>	++	++	+
	<i>Keratella serrulata</i>	(+)		(+)
	<i>Aspelta circinator</i>		(+)	
	<i>Euchlanis</i> sp.		(+)	
	<i>Lecane lunaris</i>		+	
	<i>Lecane lunaris constricta</i>			+
	<i>Ploesoma hudsoni</i>	(+)		+
	<i>Polyarthra major</i>	++	+	++
	<i>Polyarthra remata</i>	+		+
	<i>Synchaeta grandis</i>	++		+++
	<i>Synchaeta cf. kitina</i>	+++		++
	<i>Trichocerca myersi</i>	(+)		
	<i>Trichotria tetractis tetractis</i>		+	
	<i>Trichotria tetractis truncata</i>	(+)		(+)
<i>Lindia pallida</i>		(+)		
<i>Proales theodora</i>		(+)		
Bdelloidea		(+)		



**Figur 9.** Lengdefordeling av fire vannlopperarter i tre prøver fra Vangsvatnet sommeren 2019.

## SAMLET KLASSIFISERING 2019

For de tre parameterne i kvalitetselementet «Næringssalter», var det normaliserte gjennomsnittet i 2019 på 0,697, som tilsvarer tilstand «god». For de fire parameterne som inngår i det biologiske kvalitetselementet «Planteplankton», var det normaliserte gjennomsnittet 0,647 i 2019, som også tilsvarer tilstand «god». Samlet økologisk tilstand i 2019 blir da «god» (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Klassifiseringsgrunnlag for vannkjemiske og planteplanktonforhold i Vangsvatnet i 2019. Klassifisering etter type L-N2b lavliggende, store, dype, kalkfattige og klare innsjøer med fargetall på ca. 10 mg Pt/l, etter Vanddirektivets veileder 02:2018. Samme fargeskala som for øvrige klassifiserte elementer.

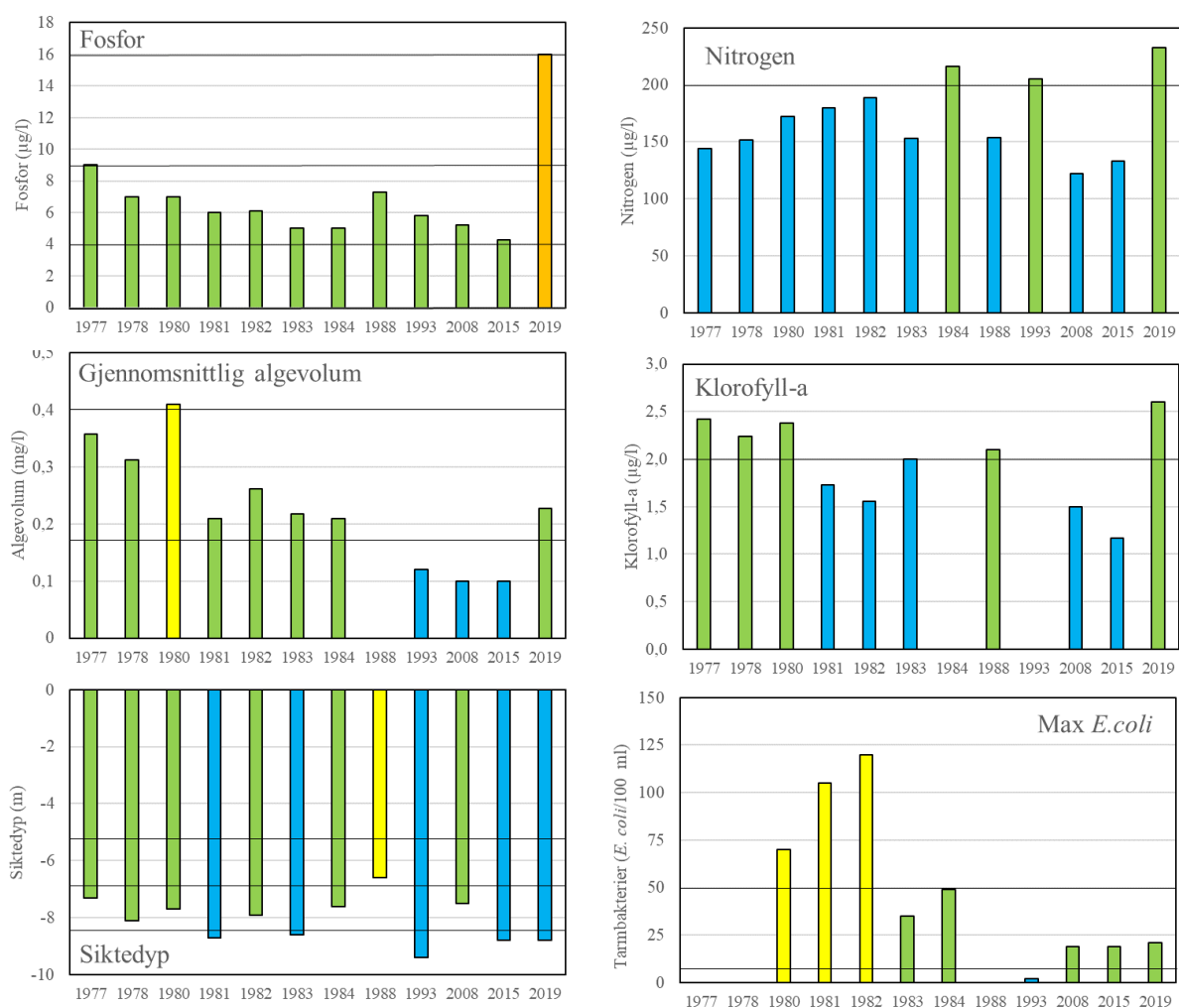
Innsjøtype L105b/LN2b	Kvalitetselement «Næringssalter»			Kvalitetselement «Planteplankton»			
	Tot-P	Tot-N	Siktedyp	Klorofyll-a	Algevolum	PTI	CyanO <sub>max</sub>
$\bar{X}$	16,0	223,3	-8,8	2,9	0,227	2,27	0,006
EQR	0,188	0,784	0,976	0,448	0,967	0,822	0,999
nEQR	0,395	0,756	0,940	0,674	0,755	0,580	0,994
$\bar{X}_{nEQR}$	0,697			0,715		0,647	

## VURDERING AV UTVIKLING

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; Faafeng mfl. 1979), i 1988 (Faafeng mfl. 1990), i 1993 (Johnsen 1993; Johnsen & Kambestad 1994), i 2008 (Johnsen mfl. 2009) og i 2015 (Johnsen 2016).

Kloakksaneringen rundt Vangsvatnet hadde en meget god effekt på resipientforholdene i innsjøen, først fra slutten av 70-tallet med sanering langs innsjøen, og fra midten av 80-tallet med etablering av avløpsrensplanlegget på Gjernesmoen. Den største effekten så en på de sanitærbakteriologiske forholdene, men en tilsvarende positiv utvikling er også observert for både innhold av fosfor og algemengder.

Resultatene fra 2019 viser imidlertid en uventet og negativ endring i tilførsler av næringsstoffer, der mengden fosfor og nitrogen har økt fra 2015, spesielt fosfor som i 2019 er gått over i tilstandsklasse «dårlig», men helt på grensen til «moderat». Økte næringstilførsler gir tilsvarende økte algemengder og innhold av klorofyll-a, samt økt oksygenforbruk i innsjøens dypvann. Tilstandsklassene for siktedyp og tarmbakterier er uendret og tilsvarer hhv. «svært god» og «god». Samlet økologisk tilstand i 2019 tilsvarer «god» (figur 10).



**Figur 10.** Utvikling i Vangsvatnet siden 1977 for de undersøkte forhold. Farger og skillelinjer viser til tilstandsklassifisering.



## REFERANSER

- Berge, D. 1988. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5–15 meter. SFT rapport nr. 2001, 44 sider.
- Berge, D. & T. Källqvist 1990. Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. Sammenlignet med andre forurensningskilder. Sluttrapport. NIVA rapport nr. 2367, 130 sider. ISBN 82-577-1653-7.
- Bjørklund, A.E. & G.H. Johnsen 1995. Undersøkelse av Indrevatnet og Jordalsvatnet sommeren 1995. Rådgivende Biologer, rapport 208, 54 sider
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA-rapport nr. 2344, 111 sider, ISBN 82-577-1627-8.
- Braaten, B., T. Johnsen, T. Källqvist & A. Pedersen 1992. Biologisk tilgjengelighet av næringssalttilførsler til det marine miljø fra fiskeoppdrett, landbruksavrenning og kommunalt avløpsvann. NIVA-rapport nr. 2877, 160 sider, ISBN 82-577-2191-3.
- Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Veileder 02:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 120 sider. ISBN (pdf) 978-82-7072-848-0
- Direktoratgruppen Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 222 sider.
- Faafeng, B., P. Brettum & D.O. Hessen 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitylstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport 2355, 57 sider, ISBN 82-577-1638-3.
- Hauge, H.V. 1957. Vangsvatn and some other lakes near Voss. A limnological survey in western Norway. *Folia.limnol.scand.* 9, p 1-189.
- Holtan, H. & S.O. Åstebøl 1990. Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA-JORDFORSK rapp nr 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1.
- Johnsen, G.H., S. Andersen & P.J. Jakobsen 1985. Indre gjødsling i ferskvann, et problem for mæroppdrett. *Norsk Fiskeoppdrett* nr 4-1985, side 26
- Rognerud, S., Berge, D. & Johannessen, M. 1979. Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.
- Sommer, U., Z.M. Gliwicz, W. Lampert & A. Duncan 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh water. *Archiv für Hydrobiologie* nr. 106; 433-471.
- Vollenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels phosphorus in lake eutrofication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 33, sidene 53-83.
- Wetzel, R.G. 1975. *Limnology*. W.B.Saunders. Philadelphia, London, Toronto, ISBN 0-7216-9240-0, 743 sider

## LITTERATUR VANGSVATNET

- Bakketun, Å. 1981. Overvåking av Vossevassdraget 1977–1980. NIVA-rapport nr. 0-8000209, 63 sider.
- Bakketun, Å. & P. Brettum, 1983. Overvåking av Vossevassdraget 1982. NIVA-rapport nr. 0-8000209, 22 sider.
- Bakketun, Å., P. Brettum, R. Romstad & K.J. Aanes 1982. Overvåking av Vossevassdraget 1981. NIVA-rapport nr. 0-8000209, 62 sider.
- Bakketun, Å., J.E. Løvik & E.Ø. Sahlquist 1984. Overvåking av Vossevassdraget 1983. NIVA-rapport nr. 0-8000209, 33 sider.
- Brettum, P., B. Faafeng, D. Matzow, K. Kvalvågnes og B. Rørslett 1981. Undersøkelser i Vossevassdraget 1978 og 1979. NIVA-rapport nr. 0-76088, 77 sider.
- Faafeng, B., P. Brettum, D. Matzow, K. Kvalvågnes & B. Rørslett 1981. Undersøkelser i Vossevassdraget 1978 og 1979. NIVA-rapport 1280, 77 sider.
- Faafeng, B., P. Brettum, T. Kristoffersen, E.-A. Lindstrøm, D. Matzow, J.P. Nilssen & T. Tjomsland 1979. En undersøkelse av Vossevassdraget 1977. NIVA-rapport 1162, 167 sider, ISBN 82-577-0225-0.
- Faafeng, B., P. Brettum & D. Hessen 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport 2355, 57 sider.
- Hauge, H.V. 1957. Vangsvatn and some other lakes near Voss. A limnological survey in western Norway. *Folia.limnol.scand.* 9, p 1-189.
- 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.
- Johnsen, G.H. 1993. Betydningen av Gjernesmoen kloakkrensingsanleggets for resipientforholdene i Vangsvatnet, Voss kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 98, 22 sider.
- Johnsen, G.H. & A. Kambestad 1994. Grunnlag for utarbeidelse av Hovedplan for avløp i Voss kommune: Resipientvurdering. Rådgivende Biologer, rapport 114, 93 sider. ISBN 82-7658-023-8
- Johnsen, G.H., E. Brekke & M. Eilertsen 2009. Miljøtilstand for vassdrag og innsjøer i Voss 2008. Rådgivende Biologer AS, rapport 1175, 64 sider, ISBN 978-82-7658-652-7.
- Johnsen, G.H. 2016. Miljøtilstand for Vangsvatnet 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2197, 17 sider, ISBN 978-82-8308-233-3.

## VEDLEGGSTABELLER OVER RÅDATA

**Tabell 6.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Vangsvatnet i 2019. Prøvene er tatt som blandeprøve fra de fem øverste meterne ved det dypeste punktet i innsjøen, og akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS. Resultatene er eksportert til Vanndirektiv-databasen Vannmiljø.

Parameter	Enhet	Analysemetode	15. mai	18. jun	8. jul	12. aug.	10. sep	8. okt
<i>E. coli</i>	ant/100ml	NS-EN ISO 9308-2	< 1	4	10	21	21	19
Koliforme	ant/100ml	NS-EN ISO 9308-2	> 200	> 200	120	> 200	43	> 200
Ledningsevne	mS/m	NS-EN ISO 7888	1,79	1,64	2,56	2,04	1,33	1,43
Surhet	pH	NS-EN ISO 10523	6,5	6,0	6,1	6,5	6,3	6,4
Turbiditet	FNU	NS-EN ISO 7027-1	0,67	0,56	0,55	0,52	0,83	1,1
Fargetall	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887	8	7	< 5	7	13	13
Tot-N	µg/l	NS 4743	350	140	210	130	110	400
Tot-P	µg/l	NS EN ISO 15681-2	12	20	17	16	12	19
TOC	mg/l	NS-EN 1484	1,5	1,5	1,5	1,3	1,8	1,8
Siktedyp	meter	In situ	10,5	6,7	9,0	8,5	8,0	10,0
Klorofyll-a	µg/l	SS 028146	2,1	2,8	1,7	5,8	2,1	1,2

**Tabell 7.** Algeresultater fra Vangsvatnet i 2019. Algeantall er oppgitt som millioner celler pr. liter og algevolum som mg pr. liter. Prøvene er tatt som blandeprøve fra de øverste fem meterne ved innsjøens dypeste punkt. Prøvene er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

Vangsvatnet 2019	15. mai 2019		18. juni 2019		8. juli 2019		12. august 2019		10. september 2019		8. oktober 2019	
	antall	mengde	antall	mengde	antall	mengde	antall	mengde	antall	mengde	antall	mengde
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Melosira sp.			4 000	0,0010								
Navicula sp.	31 000	0,0062										
Ubestemte pennate diatomeer			31 000	0,0078								
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus sp.					31 000	0,0031					31 000	0,0016
Cosmarium sp.			2 000	0,0020			2 000	0,0020				
Micrasterias sp.							2 000	0,0040				
Pediastrum sp.									2 000	0,0020		
Staurodesmus sp.					2 000	0,0040						
Chlorophyceae spp.			2 000	0,0010	2 000	0,0010						
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	31 000	0,0263	2 000	0,0017			4 000	0,0034	20 000	0,0170	4 000	0,0034
Rhodomonas sp.	122 000	0,0104	92 000	0,0078	153 000	0,0130	428 000	0,0364	428 000	0,1284	61 000	0,0052
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
<i>Dinobryon divergens</i>					31 000	0,0047	918 000	0,1377				
C.f. Hymenomonas sp.									245 000	0,0657		
Mallomonas sp.			31 000	0,0310			31 000	0,0310			2 000	0,0010
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Gymnodinium sp.	31 000	0,0620					31 000	0,0620	31 000	0,0155	2 000	0,0010
Peridinium sp.	31 000	0,0620										
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena sp.											4 000	0,0040
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Chroococcus sp.							61 000	0,0061				
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	1 561 000	0,0515	979 000	0,0137	2 129 000	0,0298	2 234 000	0,0313	1 102 000	0,0154	1 622 000	0,0277
Ubestemte flagellater > 5 µm	704 000	0,0780	428 000	0,0484	1 206 000	0,1363	734 000	0,0829	337 000	0,0381	306 000	0,0346
<b>SAMLET</b>												
	2 511 000	0,2964	1 571 000	0,1144	3 554 000	0,1919	4 445 000	0,3968	2 165 000	0,2821	2 032 000	0,0785