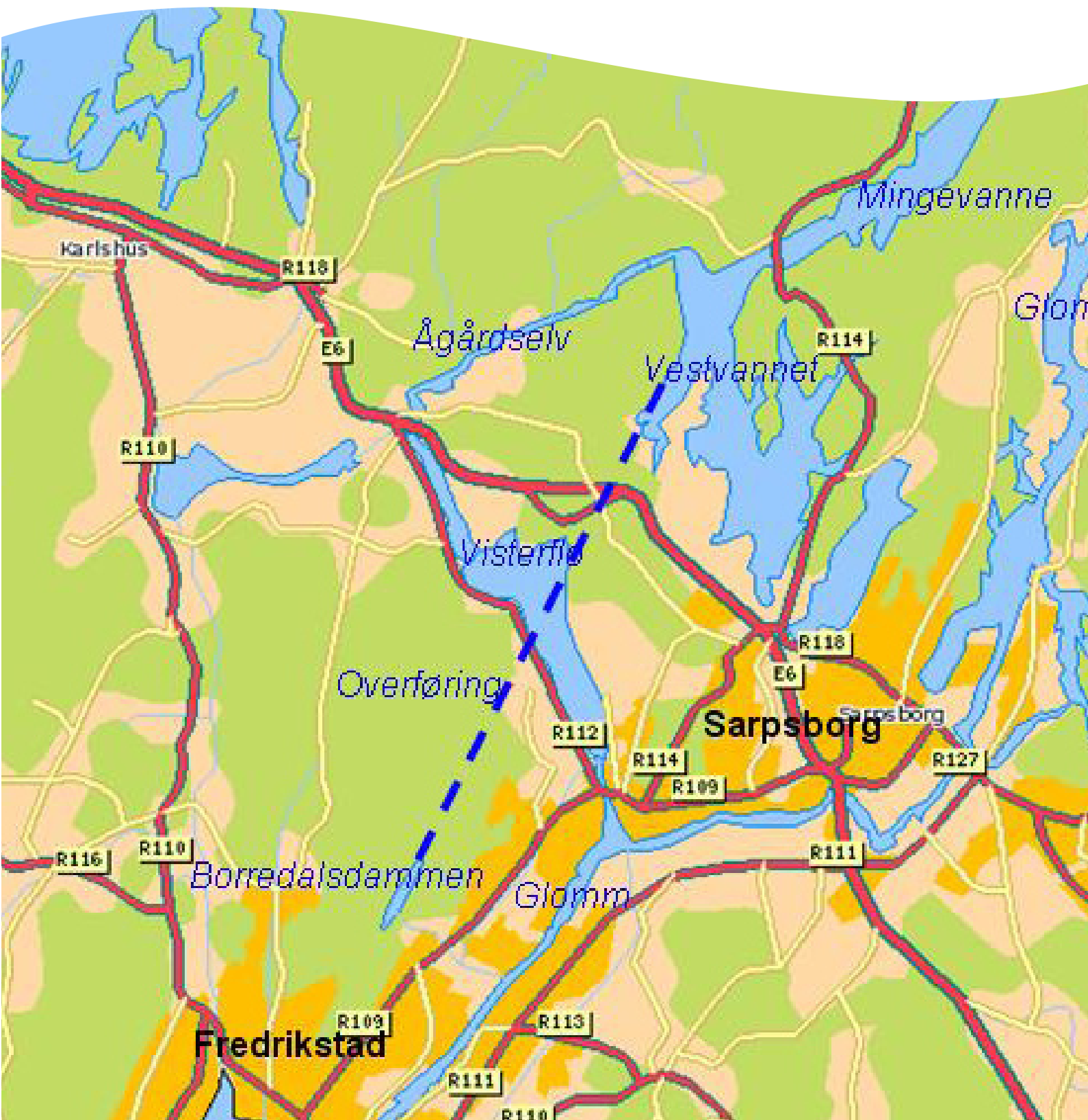


# Undersøkelser i Vestvannet og Borredalsdammen 2008-2009 som vurderingsgrunnlag for eventuelle tiltak for å bedre råvannet til FREVARs drikkevannsanlegg



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

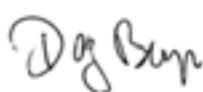
Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Undersøkelser i Vestvannet og Borre-dalsdammen 2008-2009 som vurderingsgrunnlag for eventuelle tiltak for å bedre råvannet til FREVARs drikkevannsanlegg	Løpenr. (for bestilling) 5923-2010	Dato 28.01.2010
	Prosjektnr. Undernr. 28326	Sider Pris 19
Forfatter(e)  Dag Berge	Fagområde VRF	Distribusjon FRI
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) FREVAR	Oppdragsreferanse Fredrik Myhre Haugerud	

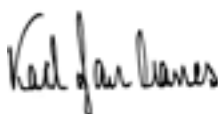
**Sammendrag**

Vestre del av Vestvannet fungerer det meste av året mer som en turbulent kulp i Glomma enn som en sjiktet innsjø. Av denne grunn var det nokså høye verdier for bakterier og turbiditet, samt kjemiske stoffer med partikkelaffinitet, sammenliknet med det man ofte finner i råvann fra dypvannet i innsjøer. Kun i juni og august oppstod det sjiktning i vannmassene med varmt overflatelag liggende oppå kaldt bunnvann. Det var liten forskjell i vannkvalitet ved ulike dyp midtfjords. Det var noe bedre vannkvalitet midtfjords enn inne i inntaksbukta ved tømmertunnelen. Dette gjaldt alle parametere og gjennomgående hele året. Inntaket slik det ligger innerst i en nordvendt fjord er sårbart for "flytende forurensninger" som algeoppblomstringer og oljeforurensning. Ved nordavind vil slike forurensninger kunne ansamles inne i inntaksbukta. Det var imidlertid ikke noen episoder med denne slags forurensninger i undersøkelsesperioden. Borredalsdammen hadde noe høyere konsentrasjoner av koliforme bakterier og farge enn Vestvannet, og ganske mye mer alger. Det var ikke nevneverdige mengder av problemalger verken i Vestvannet eller i Borredalsdammen, men algemengden i Borredalsdammen var nokså høy, nærmest oppe i det "eutrofe" nivået. Flere av de tilstedeværende alger kan skape lukt og smaksproblemer midtsommers. Forøvrig var det små og usystematiske forskjeller i vannkvaliteten. Hvis man ser på hele strekningen fra midtfjords Vestvannet til Borredalsdammen, skjedde det en økning av alle de undersøkte typene av indikatorbakterier. Fargen økte også svakt, men turbiditeten var noenlunde den samme. 15-18 m virker som det mest aktuelle dypet for et eventuelt nytt inntak. Man vil da oppnå svakt bedre vannkvalitet enn ved dagens inntak, og mye bedre sikkerhet mht. "flytende" forurensninger som oljeutslipp og algeoppblomstringer. Hvis man leder vannet gjennom Borredalsdammen i rør, vil man også få kaldere vann midtsommers, anslagsvis 7-8 °C.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drikkevann</li> <li>2. Råvann</li> <li>3. Inntakssted</li> <li>4. Inntaksdyp</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drinking water</li> <li>2. Raw water</li> <li>3. Abstraction point</li> <li>4. Abstraction depth</li> </ol>
--	--



Dag Berge  
Prosjektleder



Karl Jan Aanes  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

Norsk institutt for vannforskning  
Oslo

Undersøkelser i Vestvannet og Borredalsdammen 2008-2009  
som vurderingsgrunnlag for eventuelle tiltak for å bedre  
råvannet til FREVARs drikkevannsanlegg

Oslo 28. januar 2010

---

Saksbehandler: Dag Berge  
Medarbeider: *Rene Karstensen, FREVAR*

## Forord

På møte mellom NIVA og FREVAR på vannverket den 2. juni 2008 ble NIVA bedt om å lage et program for en vannkvalitetsundersøkelse i Vestvannet og Borredalsdammen. Programmet skulle belyse i hvilken grad man kunne oppnå bedre råvannskvalitet ved å flytte inntaket utover mot dypere vann i Vestvannet, samt å belyse i hvilken grad lagring av vann i den grunne Borredalsdammen forringer vannkvaliteten og ev. skaper risiko for forringelse av vannkvaliteten.

Det ferdige programmet ble vedtatt 7. juli 2008. Prøvetakingen startet i november 2008 og gikk til og med desember 2009. Prøvetakingen ble ledet av Rene Karstensen, FREVAR. Grunnen til at prøvetakingen startet såpass sent etter at programmet ble vedtatt, var at det var 2 mnd leveringstid på et instrument FREVAR ønsket å kjøpe inn for å kunne forestå den vedtatte prøvetaking. Vannprøvene er analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo. Prøvene ble sendt i kjølebag slik at de var på NIVAs laboratorium om morgenen dagen etter at prøvene ble tatt.

Dag Berge, NIVA, har bearbeidet dataene og skrevet rapporten.

Samarbeidet mellom NIVA og FREVAR har fungert utmerket gjennom heleprosjektperioden. NIVA takker for et lærerikt og interessant prosjekt.

Oslo, 28.01.2010

*Dag Berge*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Resultater</b>	<b>10</b>
2.1 Visuell bedømming av vannkvaliteten i Vestvannet	10
2.2 Vannkvaliteten i de ulike dyp i Vestvannet	11
2.2.1 Temperatur	11
2.2.2 Oksygen	11
2.2.3 Jern og mangan	12
2.2.4 Turbiditet	12
2.2.5 Farge	13
2.2.6 Indikatorbakterier	13
2.2.7 Konklusjon vannkvalitet i ulike dyp i Vestvannet	14
2.3 Vannkvalitet i Toppen (inntaksbukta) og i Borredalsdammen sammenliknet med midt utpå Vestvannet	15
<b>3. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>4. Primærdata</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Det er foretatt en undersøkelse i vestre del av Vestvannet samt Borredalsdammen i 2008 og 2009 for å skaffe vurderingsgrunnlag for eventuelle tiltak for å bedre råvannet ved FREVARs vannverk. Det er ikke gjort noen undersøkelser i den grunne østre delen av Vestvannet, da denne er mer påvirket av lokale forurensninger og er mer utsatt for eutrofiering og algeoppblomstringer enn den vestre delen.

Vestre del av Vestvannet fungerer det meste av året mer som en "turbulent kulp" i Glomma enn som en "normalt sjiktet innsjø". Av denne grunn var det nokså høye verdier for bakterier og turbiditet, samt kjemiske stoffer med partikkelaffinitet, sammenliknet med det man ofte finner i råvann fra innsjøer. Kun i juni og august oppstod det sjiktning i vannmassene med et varmt overflatelag liggende oppå kaldt bunnvann. Det var liten forskjell i vannkvalitet ved ulike dyp midtfjords i Vestvannet. Nærmest bunnen ble vannkvaliteten dårligere igjen, noe som mest sannsynlig skyldes opphopning av sedimenterende materiale i det lille konisk formede dypområdet (trakteffekt). Denne effekten var tydelig i prøvene fra 25 m og for noen parametere begynte effekten allerede på 20 m's dyp.

Det var noe bedre vannkvalitet midtfjords enn inne i inntaksbukta ved tømmer-tunnelen. Dette gjaldt alle parametere og gjennomgående hele året. Inntaket slik det ligger innerst i en nordvendt fjord er sårbart for "flytende forurensninger" som algeoppblomstringer og oljeforurensning. Ved nordavind vil slike forurensninger kunne ansamles inne i inntaksbukta. Det var ikke noen episoder med denne slags forurensninger i undersøkelsesperioden.

Det var noe høyere konsentrasjoner av koliforme bakterier og farge i Borredalsdammen enn i Vestvannet. For øvrig var det små og usystematiske forskjeller i vannkvaliteten.

Hvis man ser på hele strekningen fra midtfjords Vestvannet til Borredalsdammen, skjedde det en økning av alle de undersøkte typene av indikatorbakterier. Fargen økte også svakt, men turbiditeten var noenlunde den samme.

I Vestvannet virker det som om 15-18 m vil være det mest aktuelle dypet for et eventuelt nytt inntak. Man vil da oppnå svakt bedre råvannskvalitet sammenliknet med dagens inntak. Midtsommers (juni/juli) vil man få ca 7 - 8 °C kaldere vann enn ved dagens inntak. Hvis man legger rør gjennom Borredalsdammen, vil man kunne beholde denne gunstige temperaturen, samt at man vil få en svakt bedret råvannskvalitet. Borredalsdammen vil trolig fortsatt kunne tjene som krisereserve, selv om den vil være mer utsatt for forurensninger i en slik situasjon da den vil føres med vann fra eget lokalt nedbørfelt. Ved å legge inntaket ut til 15-18 m's dyp i Vestvannet vil råvannet være betydelig bedre beskyttet mot flytende forurensninger som oljeutslipp og algeoppblomstringer enn hva tilfellet er i dag.

## Summary

A study has been carried out in the western part of Lake Vestvannet and Lake Borredalsdammen in 2008 and 2009 to provide baseline data for recommending measures to improve the quality of the raw water of Fredrikstad Water Works.

Most of the year the western part of Lake Vestvannet functions more like a turbulent pool in River Glomma than a stratified lake. For this reason it was observed relatively high concentrations of bacteria and turbidity, as well as chemical compounds with particle affinity, compared to what is normally found in raw water intakes from lakes. Only in a restricted period in June and July it was thermal stratification in the water column, with a warm surface layer on top of colder deep water. Only minor water quality differences were observed in different depths. Close to the bottom the water quality was somewhat poorer, which likely is due to accumulation of settling material into the conical formed deep area (funnel effect). This effect was apparent in the samples from 25 m, and for a few parameters the effect started at 20 m depth.

The water quality was somewhat better in the central parts of the basin than in the shallow bay where the present intake is located. This applied to most parameters for most part of the year. The present intake, as it lies to day innermost in a shallow north-faced bay, is vulnerable towards to surface pollutants like algal blooms and oil spills. In periods with northern winds such pollution will accumulate in the intake bay. However, no incidents with such pollution were observed in the study period.

The concentrations of coliform bacteria as well as coulor, was somewhat higher in Lake Borredalsdammen than in Lake Vestvannet. Otherwise, only small and unsystematic differences in the water quality were observed.

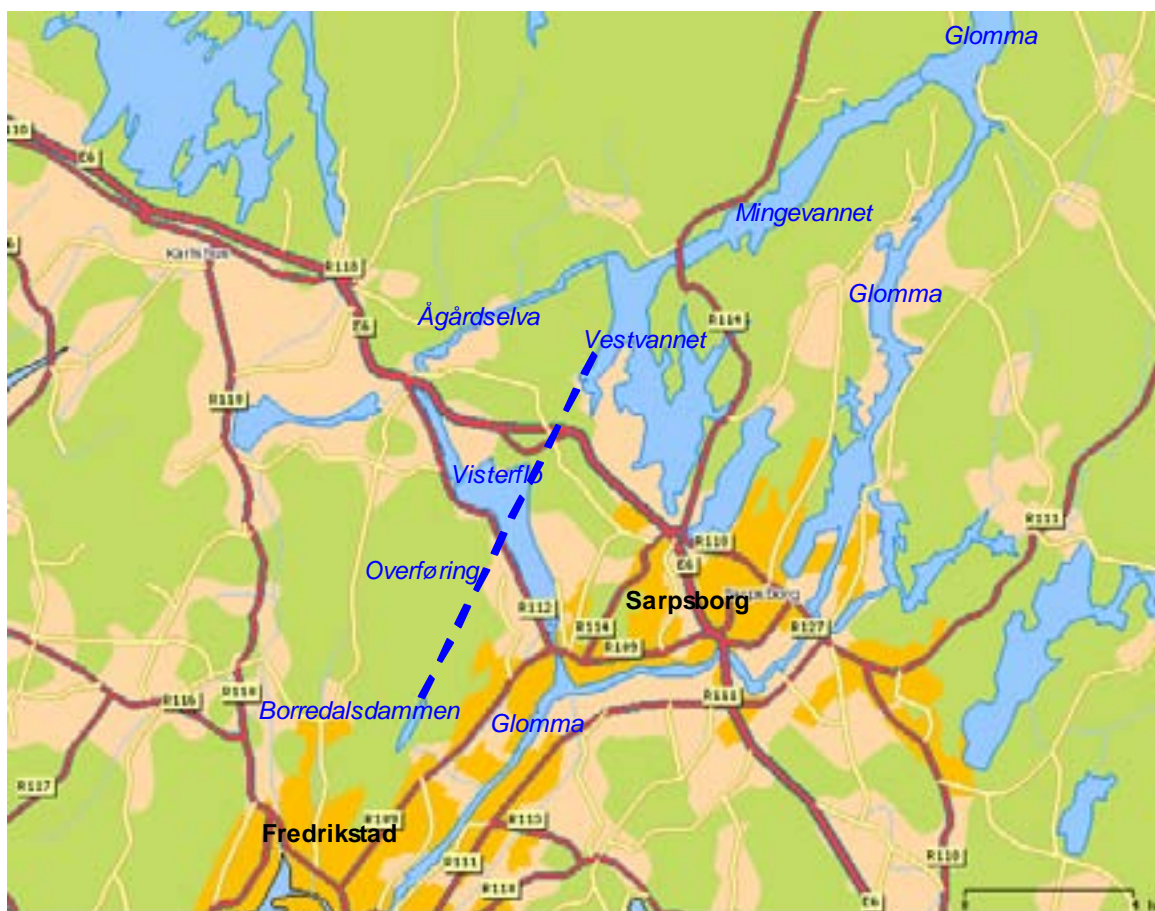
Considering the whole stretch from mid-fjord Vestvannet to Lake Borredalsdammen, the concentration of all the the different types of indicator bacteria increased somewhat. The coulor of the water also increased moderately, while the turbidity was fairly the same.

In Lake Vestvannet, the most appropriate depth for a new drinking water intake seems to be in the level of 15-18 m. Here the water quality is slightly better than at the present intake site. Mid-summer, the temperature will be 7-8 °C colder than with to-days intake. If the water is piped through Lake Borredalsdammen, instead of being poured into it, more favourable temperated water could be delivered to the consumers. Likely, the Lake Borredalsdammen could still act as an emergency water supply source. The change to a deep water intake in Lake Vestvannet would give a much better security with regard to surface pollution like oil spill and algal blooms than with the present solution.

# 1. Innledning

Hensikten med undersøkelsen har vært å belyse i hvilken grad man kan oppnå bedre råvannskvalitet ved å flytte inntaket ut mot dypere vann i Vestvannet, samt å belyse i hvilken grad lagring av vann i den grunne Borredalsdammen forringer råvannskvaliteten og/ev skaper risiko for forringelse av råvannskvaliteten.

**Figur 1** viser oversiktskart over det aktuelle området. Fredrikstad får sitt drikkevann fra Vestvannet, som er en "utposning" av Glommas vestre løp. Vannet overføres underjordisk til Borredalsdammen. Vannet tas inn via den gamle tømmer-tunnelen i Isnesbukta (også kalt "Tøppen") og renner ved selvføll ned til Visterflo. Herfra pumpes det først under Visterflo, og deretter løftes vannet via en nedgravd rør over til Borredalsdammen. Fra Borredalsdammen ledes vannet inn til vannverkets behandlingsanlegg.



**Figur 1.** Oversiktskart (kart fra Geo Norge)

Borredalsdammen tjener som krisereservebasseng og inneholder vann til ca 2 dagers forbruk. Området rundt Borredalsdammen benyttes i økende grad til tur- og friluftsmål for befolkningen i området. Det har derfor vært en del bekymringer om at denne virksomheten kan utgjøre en helsemessig risiko med hensyn til spredning av smittestoffer. Området består av skog og myr, og det har også vært betenknninger omkring hvorvidt lagring av vann i Borredalsdammen bidrar til mer humus i vannverkets råvann.

I Vestvannet tas vannet inn i den gamle tømmer-tunnelen i Isnesbukta, se **Figur 2**. Normalvannstanden i Vestvannet er på kote 25 moh, mens inntaket er på kote 23 moh. Dagens vanninntak i Vestvannet



ligger nærmest helt i overflaten når det er lavt vann. Overflateinntak innerst i en fjord er svært sårbart for forurensninger. Ved nordavind vil alger, blomsterstøv, oljefilm, og annen forurensning kunne ansamles innerst i Isnesfjorden og komme inn i vannforsyningen.



**Figur 2.** Råvannsinntaket (rød prikk) i Isnesfjorden i Vestvannet. Fra Kartverkets "Norgesglasset".

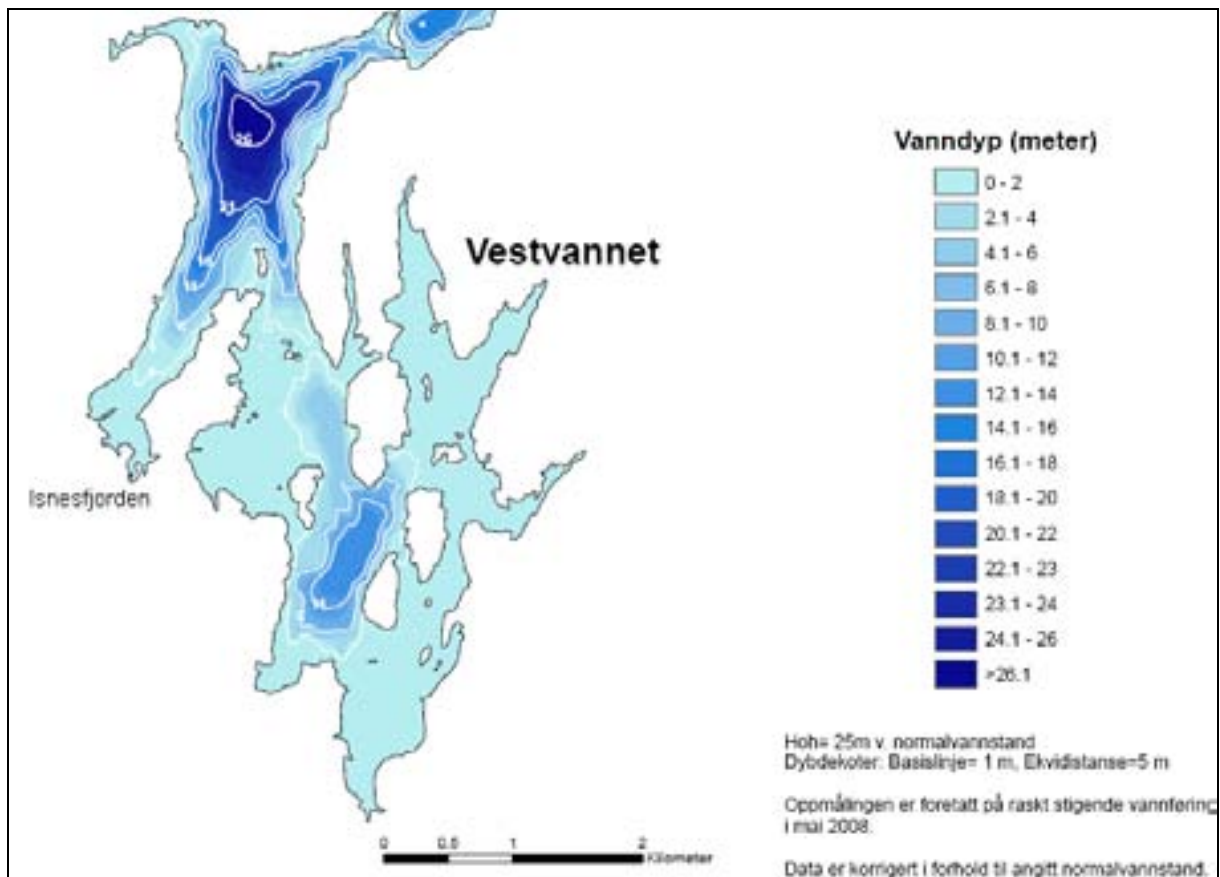
Det vil således trolig være en del å tjene på å legge vannledningen lenger ut mot dypere vann, se dybdekart **Figur 3**. Helt ned på dypeste punkt lønner det seg neppe å legge inntaket da dypområdet i Vestvannet er relativt lite. Det har lite volum og er kjegleformet. Ved slutten av stagnasjonsperiodene sommer og vinter, vil det kunne ha blitt ansamling av organisk materiale i dypvannet, noe som tærer på oksygenet, og kan føre til utlekking/akkumulering av jern og mangan. Disse prosessene kan også føre til akkumulering av næringssalter i bunnvannet. I den grunne Borredalsdammen må inntaket også kunne karakteriseres som et overflateinntak. Den korte oppholdstiden som vannet i denne dammen har, bidrar til at forurensninger i Borredalsdammens lokale nedbørfelt lett kan komme inn i inntaket. Prøvetakingsprogram og stasjoner fremgår av **Tabell 1**.

**Tabell 1.** Vannkvalitetsundersøkelse av råvann. Stasjoner, prøver, prøvefrekvens og parametere.

Stasjon	Prøver	Parametere
Vestvannet dypeste punkt N: 59,3479 Ø: 11,0468	Prøve tatt på 1-5-10-15-20-25 m dyp en gang per mnd. gjennom ett år.	Temp, pH, konduktivitet, turbiditet, farge (filtrert), TOC, temperatur, siktedyp, oksygen, total fosfor, løst reaktivt fosfor, total nitrogen, nitrat, ammonium, jern, mangan, E. coli, kimtall.
Vestvannet rett ut for tunnel inntak, stedet kalles for Toppen. N: 59,3306 Ø: 11,0325	Prøve er tatt på 1 m dyp (ca inntaksdyp ved lavvann)	”
Borredalsdammen ved råvannsinntak N: 59,2483 Ø: 10,9643	Prøve er tatt fra dammen ved inntaket i 1 m dyp (ca i inntaksdypet ved lavvann)	”

Prøvetakingen er besørget av vannverkets personale og ledet av Rene Karstensen, etter forutgående instruksjon fra NIVA. Temperatur, siktedyp og oksygen er målt i felt. De andre parameterne er analysert på NIVAs laboratorium i Oslo. Prøvene er sendt med postens bedriftspakke over natten med utkjøring. Det er benyttet en kjølebagg til formålet. Prøvene har ankommet laboratoriet på NIVA kl 0900 dagen etter at prøvene er tatt. Det var usikker is vinteren 2008/2009, slik at det ikke ble tatt prøver i perioden januar-mars 2009.

Programmet er koordinert med den pågående algeovervåkingen (Lindholm 2010 under utarbeidelse). Dvs. at vi benytter alge analyser fra den andre undersøkelsen, slik at vi har ikke hatt egen prøvetaking av alger i dette programmet.

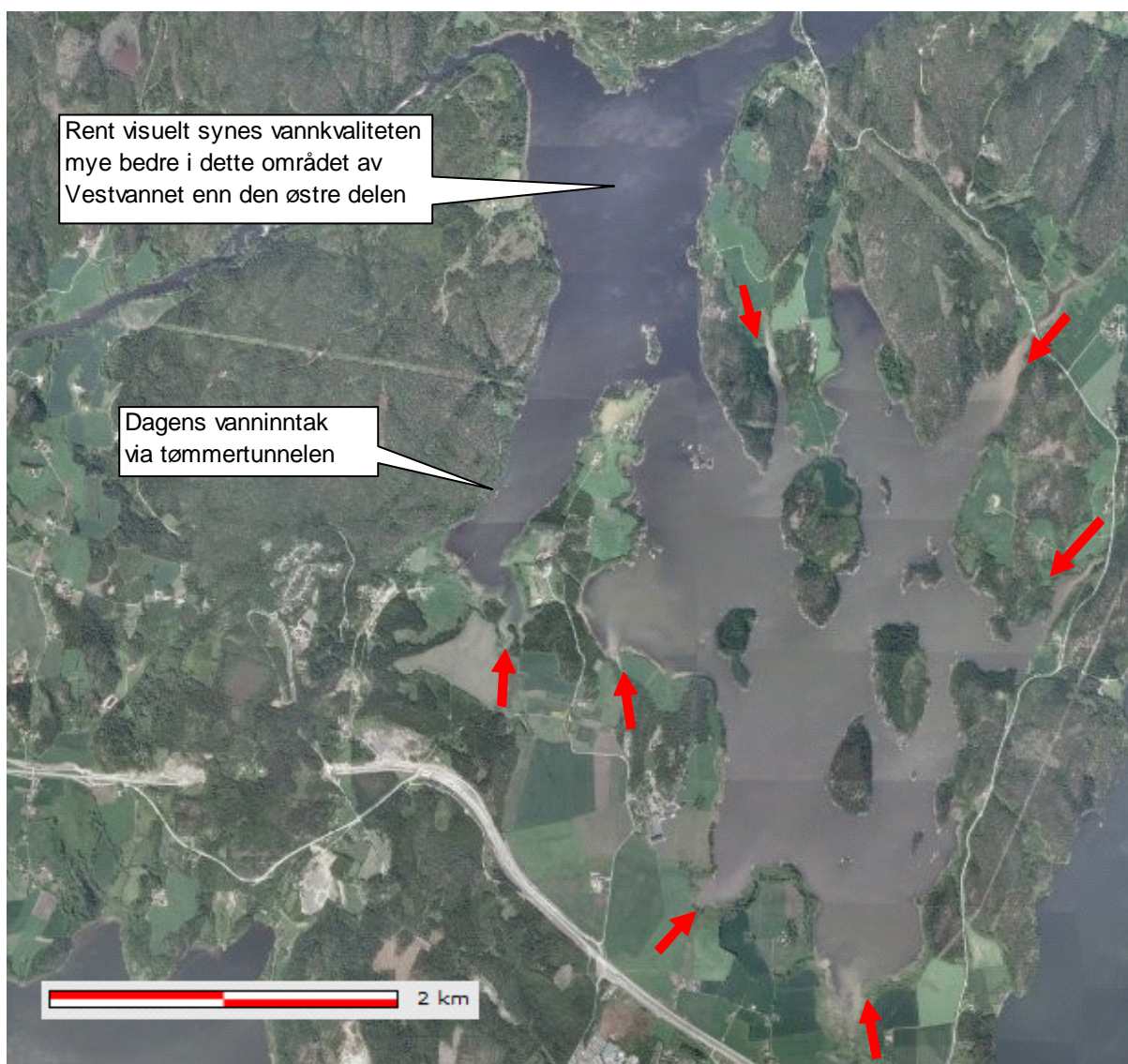


**Figur 3.** Dybdekart over Vestvannet (NIVA 2008).

## 2. Resultater

### 2.1 Visuell bedømming av vannkvaliteten i Vestvannet

Den delen av Vestvannet som ligger vest for Sandtangen er preget av Glommavann, mens den delen som ligger syd og øst for Sandtangen er mer preget av sitt lokale nedbørfelt med jordbruk og bebyggelse. Det er grunt og grumsete, sammenliknet med en mer klarvannstype i det dypere Glomma påvirkede bassenget. Flyfoto, hentet fra Kartverkets "Norge i Bilder" (**Figur 4**), gir et klart inntrykk av denne visuelle vannkvalitetsforskjellen. Bildet er tatt i mai, og en kan se ved de røde pilene at slamførende vann renner inn via jordbruksbekker. Det er ikke tatt prøver fra den grunne østre delen, da det vil være helt uaktuelt å legge inntaket dit.



**Figur 4.** Vestvannet. Fotoet illustrerer godt forskjellen mellom den Glomma påvirkede vestre delen (klarvannstype) og den jordbrukspåvirkede østre delen (grumset vann). Fra Kartverkets Norge i Bilder.

## 2.2 Vannkvaliteten i de ulike dyp i Vestvannet

Det er vanlig å legge drikkevannsinntaket i innsjøer under temperatursprangsjiktet. Dette for å få kaldt vann, samt å unngå alger og bakterier. Dagens inntak fra Vestvannet ligger på ca 1 m dyp, noe som kan virke uhensiktsmessig i og med at innsjøen er 26 m dyp. De vertikale vannkvalitetsstudiene gjennom et år over dypeste punkt vil gi en pekepinn på mulighetene for å få bedre råvann ved å legge inntaket ut på dypere vann. Kun de viktigste parametrene blir gjennomgått her. De andre kan ses i primærdata bak i rapporten.

### 2.2.1 Temperatur

Resultatene fra temperaturmålingene er vist i **Tabell 2**. En ser at det er bare i juni og juli at det er sjiktning i vannmassene. Man kan altså få redusert temperaturen i inntaksvannet fra ca 18 °C til ca 10 °C ved å legge inntaket på 20 m dyp. Resten av året er det ingen sjiktning og ikke noe å vinne temperaturmessig ved å legge vanninntaket dypere.

**Tabell 2.** Temperaturmålinger over Vestvannets dypeste punkt

Dyp	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	8,5	4,1	3,9	9,1	17,4	18,5	16,2	14,6	10,4	5,4	4,2
5	8,3	4	3,7	9,1	15,5	18,3	16,1	14,2	10,4	5,5	4,2
10	8,3	4	3,6	8,9	13,9	15,2	16	13,9	10,4	5,5	4,2
15	8,2	4	3,6	8,8	11,4	11,3	15,9	13,8	10,4	5,5	4,1
20	7,7	4	3,6	8,7	10	9,9	15,8	13,8	10,3	5,5	4,2
25	7,6	4	3,6	8,7	9,7	9,6	15,7	13,7	10,2	5,5	3,8

### 2.2.2 Oksygen

Resultatene fra oksygenmålingene er gitt i **Tabell 3**. Det er bra med oksygen i alle dyp i Vestvannet. Kun i juli ser man et lite avtak i oksygenkonsentrasjonen mot dypet. Dette er imidlertid moderat, og vil neppe skape noen problemer mht. vannkvalitet ved dypvannsutttak.

**Tabell 3.** Oksygenmålinger i ulike dyp i Vestvannet gjennom ett år (mg/l)

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	mg/l	10,9	12,1	12,3	12,1	10,6	9,3	9,9	10,6	10,9	12,7	12,2
5	mg/l	10,8	12,2	12,4	12,1	10,4	9,1	9,9	10,6	10,8	12,5	12,1
10	mg/l	10,8	12,2	12,3	12,2	9,8	8	9,9	10,8	10,8	12,5	12
15	mg/l	10,8	12,2	12,3	12,1	9,5	7,5	9,7	10,8	10,8	12,5	12
20	mg/l	10,7	12,1	12,3	12,1	9,1	6,7	9,7	10,8	10,8	12,4	11,9
25	mg/l	10,6	12,1	10,2	12	8,8	5,8	9,6	10,3	10,8	12,1	11,9

### 2.2.3 Jern og mangan

Resultatene fra analysene av jern og mangan i Vestvannet er gitt i **Tabell 4** og **Tabell 5**. Kravet til rentvann i Drikkevannsforskriften er 0,2 mg Fe/l og 0,05 mg Mn/l. Konsentrasjonen av jern og mangan i innsjøer øker ofte med dypet, særlig hvis det er redusert forekomst av oksygen. Med hensyn til mangan ligger alle verdiene fra Vestvannet under grenseverdien, men for jern ligger verdiene rundt grenseverdien, noen over og noen under. Det er liten grad av sjiktning. Ved et par anledninger øker jern og mangan i prøvene fra de to største dyp. Høyeste verdi for jern er 0,8 mg Fe/l, og for mangan 0,09 mg Mn/l. Man kan legge inntaket ned til 15 m dyp uten å få dårligere vannkvalitet mht jern og mangan.

**Tabell 4.** Jern i Vestvannet

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	mg/l	0,12	0,164	0,124	0,23	0,138	0,0608	0,148	0,296	0,168	0,235	0,234
5	mg/l	0,121	0,238	0,133	0,24	0,131	0,0768	0,146	0,295	0,167	0,232	0,155
10	mg/l	0,139	0,238	0,124	0,241	0,116	0,104	0,142	0,298	0,161	0,225	0,154
15	mg/l	0,155	0,236	0,119	0,243	0,15	0,119	0,145	0,302	0,176	0,22	0,224
20	mg/l	0,232	0,237	0,153	0,237	0,192	0,159	0,147	0,309	0,174	0,219	0,232
25	mg/l	0,202	0,265	0,162	0,259	0,225	0,221	0,166	0,544	0,19	0,786	0,273

**Tabell 5.** Mangan i Vestvannet

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	mg/l	0,0107	0,013	0,0115	0,024	0,014	0,0096	0,0114	0,0257	0,0138	0,0166	0,0117
5	mg/l	0,0097	0,0154	0,0118	0,0236	0,0133	0,0115	0,0111	0,019	0,0138	0,017	0,0091
10	mg/l	0,013	0,0152	0,0112	0,0245	0,0103	0,0163	0,0113	0,018	0,013	0,0164	0,0096
15	mg/l	0,0144	0,015	0,0111	0,0237	0,0139	0,0167	0,0119	0,0186	0,0145	0,0165	0,0118
20	mg/l	0,0263	0,0148	0,0133	0,0234	0,0251	0,0193	0,0157	0,0253	0,0144	0,0167	0,0133
25	mg/l	0,0196	0,0181	0,039	0,0286	0,0385	0,0319	0,0909	0,0478	0,0232	0,0703	0,0287

### 2.2.4 Turbiditet

Turbiditetsmålingene i Vestvannet er gitt i **Tabell 6**. Kravene til rentvannet ut fra drikkevannsbehandlingsanlegg er <1 FNU. Det er forholdsvis høy turbiditet i Vestvannet. Ved 25 m dyp er det periodevis betydelig høyere turbiditet enn lenger opp i vannmassen. Dette kommer av akkumulering av sedimenterende partikler i det begrensede dypområdet (trakteffekt). Denne økningen ses ikke lenger opp, og det vil ikke medføre noen turbiditetsproblemer å legge vanninntaket ned på 15-18 m, men man får ikke noe bedre vannkvalitet mht turbiditet enn ved grunnere inntak.

**Tabell 6.** Turbiditet

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	FNU	5,72	10,3	5,72	8,2	4,36	3,27	4,56	6	3,87	4,7	5,7
5	FNU	5,88	10,2	6,55	6,71	4,02	3,21	4,32	7,08	4,16	4,59	5,84
10	FNU	5,45	9,8	6,3	7,25	2,99	3,13	4,54	6,95	3,86	4,73	6,15
15	FNU	7,25	10,3	6,38	7,06	3,42	2,92	4,56	6,84	4,12	4,32	5,7
20	FNU	8,73	10,2	6,71	7,67	4,44	3,33	5,04	7,22	4,35	4,14	6,15
25	FNU	9,58	11,1	9,63	11,4	5,91	7,3	6,78	14,5	6,33	18,5	15

### 2.2.5 Farge

I hht drikkevannsforskriften skal rentvannet ikke ha høyere farge enn 20 mg Pt/l. **Tabell 7** viser fargeanalysene fra ulike dyp i Vestvannet over året. Stort sett ligger fargen i Vestvannet godt over det som er drikkevannsforskriftens rentvannskrav. I juni og juli er det en betydelig økning i fargeinnholdet med økende dyp og man vil få dårligere vann ved å legge vanninntaket dypere i denne perioden. Den økende fargen kommer trolig av utlaking fra sedimenterende organisk materiale (humus), samt muligens noe fra jern.

**Tabell 7.** Farge

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	mg Pt/l	25,9	31,7	35,2	46,8	25,5	15,9	34,4	36,4	35,2	38,3	40,6
5	mg Pt/l	25,9	32,9	34,1	51,5	25,2	15,1	34,1	42,2	36	36,4	40,3
10	mg Pt/l	26,3	33,3	33,3	51,9	27,9	19,7	33,7	41,8	35,6	36	41,1
15	mg Pt/l	27,1	31	34,4	51,5	37,2	30,2	34,1	41,4	36	36,4	41
20	mg Pt/l	29,8	30,6	36	51,9	41,4	34,8	34,4	42,2	35,2	36,8	40,3
25	mg Pt/l	28,3	29,8	35,2	52,2	40,6	35,6	33,3	43,3	36,4	37,5	41,4

### 2.2.6 Indikatorbakterier

I **Tabell 8**, **Tabell 9** og **Tabell 10** er det ført opp Vestvannets konsentrasjoner av hhv kimtall, total koliforme bakterier, og E. coli. Kimtall er et relativt mål for heterotrofe bakterier, dvs. bakterier som lever av å bryte ned organisk materiale. Total koliforme bakterier kommer for det meste fra tarmen hos varmblodige dyr, men en del kan også komme fra jord og marksjikt. E. coli er helt sikkert fra tarmen hos varmblodige dyr. I hht drikkevannsforskriften skal det være mindre enn 100 kim per ml i rentvannet, og det skal ikke finnes verken total koliforme bakterier eller E. coli i vannet.

Man kan generelt si at det er mye bakterier i Vestvannet. Det er mye bakterier i alle dyp, og ikke noen klar økende eller minkende tendens med dypet.

Det synes ikke som om man oppnår noe bedre bakteriell vannkvalitet ved å legge vanninntaket på dypt vann i Vestvannet.

**Tabell 8. Kimtall i Vestvannet**

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	ant/ml	595	1300	1400	520	165	180	1500	170	230	882	1005
5	ant/ml	600	1500	2300	550	170	50	800	720	350	950	1290
10	ant/ml	765	1200	1500	550	45	330	990	1500	875	1200	880
15	ant/ml	750	1500	2100	880	85	45	510	520	240	970	1055
20	ant/ml	980	1500	1000	390	70	70	560	1600	275	740	1180
25	ant/ml	965	1300	1700	1230	270	250	480	770	345	680	1075

**Tabell 9. Koliforme bakterier i Vestvannet**

Dyp (m)	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	ant/100 ml	73	59	14	200	18	15	100	118	130		70
5	ant/100 ml	101	66	24	24	21	14	95	200	200	83	74
10	ant/100 ml	83	59	9	34	8	18	200	200	170	145	53
15	ant/100 ml	78	83	12	19	8	8	89	200	170	78	78
20	ant/100 ml	118	74	16	29	9	5	95	200	200	89	89
25	ant/100 ml	109	66	12	18	12	9	166	200	200	66	62

**Tabell 10. E. coli i Vestvannet**

Dyp	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
1	ant/100 ml	4	2	1	1	1	1	8	3	2		1
5	ant/100 ml	3	3	1	1	1	1	8	3	5	2	3
10	ant/100 ml	5	5	1	3	1	1	8	5	4	5	1
15	ant/100 ml	9	2	1	1	1	1	5	8	6	1	3
20	ant/100 ml	8	2	1	1	1	1	8	4	9	4	3
25	ant/100 ml	4	2	1	1	2	1	2	6	10	5	4

### 2.2.7 Konklusjon vannkvalitet i ulike dyp i Vestvannet

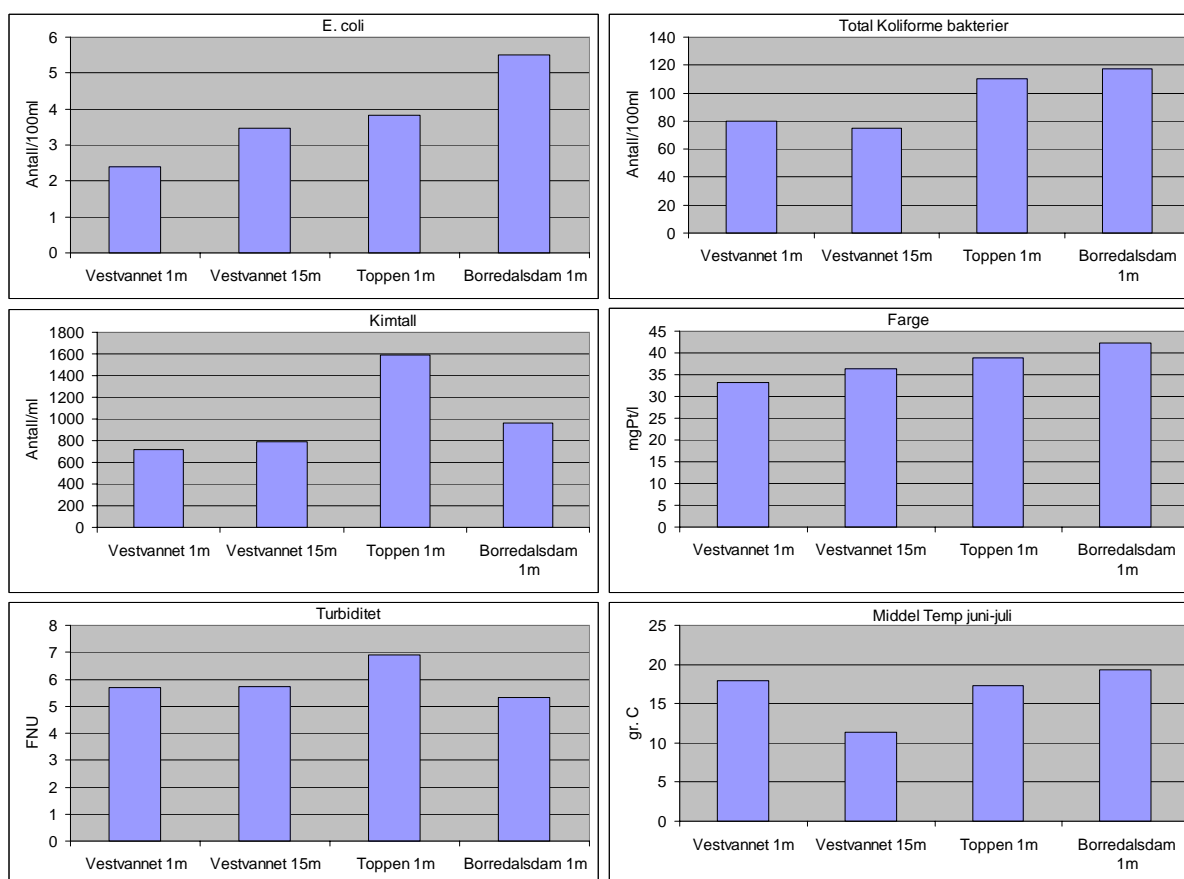
Vestvannets vestre basseng fungerer mer som "en kulp i Glomma" enn en normalt sjiktet innsjø, og den sirkulerer det meste av året. Til tross for 26 m dyp er det nærmest ingen, eller svært kortvarig sjiktning. Dette resulterer i at det er nær samme konsentrasjon av forurensende stoffer i alle dyp det meste av året. Fra de aller dypeste prøvene var det dårligere vannkvalitet enn lenger opp, trolig som følge av oppkonsentrering av sedimenterende materiale (trakteffekt), men muligens også noe fra bunntransport av partikulært materiale i Glomma. Denne effekten var tydelig på 25 m's dyp, og kunne også spores på 20 m. Det synes å være nokså lite å oppnå med hensyn til bedret råvann ved å legge inntaket på dypt vann vurdert ut i fra disse prøvene, med unntak av bedre temperatur (kaldere vann) midtsommers. Noe dypere enn 15-18 m synes det ikke formålstjenelig å legge et eventuelt nytt drikkevannsinntak.

## 2.3 Vannkvalitet i Toppen (inntaksbukta) og i Borredalsdammen sammenliknet med midt utpå Vestvannet

Prøvene som skal representere inntaket er tatt like ved inntaksrørets munning i 1 m's dyp i bukta inn mot den gamle tømmertunnelen, se **Figur 2**. Prøvene i Borredalsdammen var også tatt på 1m dyp rett ved inntaket i demningen. Et inntak som dagens inntak i Vestvannet, som ligger så grunt og nær land i enden av en fjordarm, vil kunne være sårbar for å motta forurensninger. Dette kan være lokale påvirkninger, samt algeoppblomstringer, oljeutslipp og annen overflateforurensning som lett vil kunne ansamlles i inntaksbukta i perioder med nordavind.

Det overførte vannet slippes ut i Borredalsdammen før det tas inn i vannverket. Dette kan også medføre forurensning, i og med at dette er en grunn dam i et område med mye ferdsel.

For å anskueliggjøre vannkvaliteten langs vannets transportrute, har vi i **Figur 5** fremstilt middelerverdier for en del av de mest sentrale parameterne.



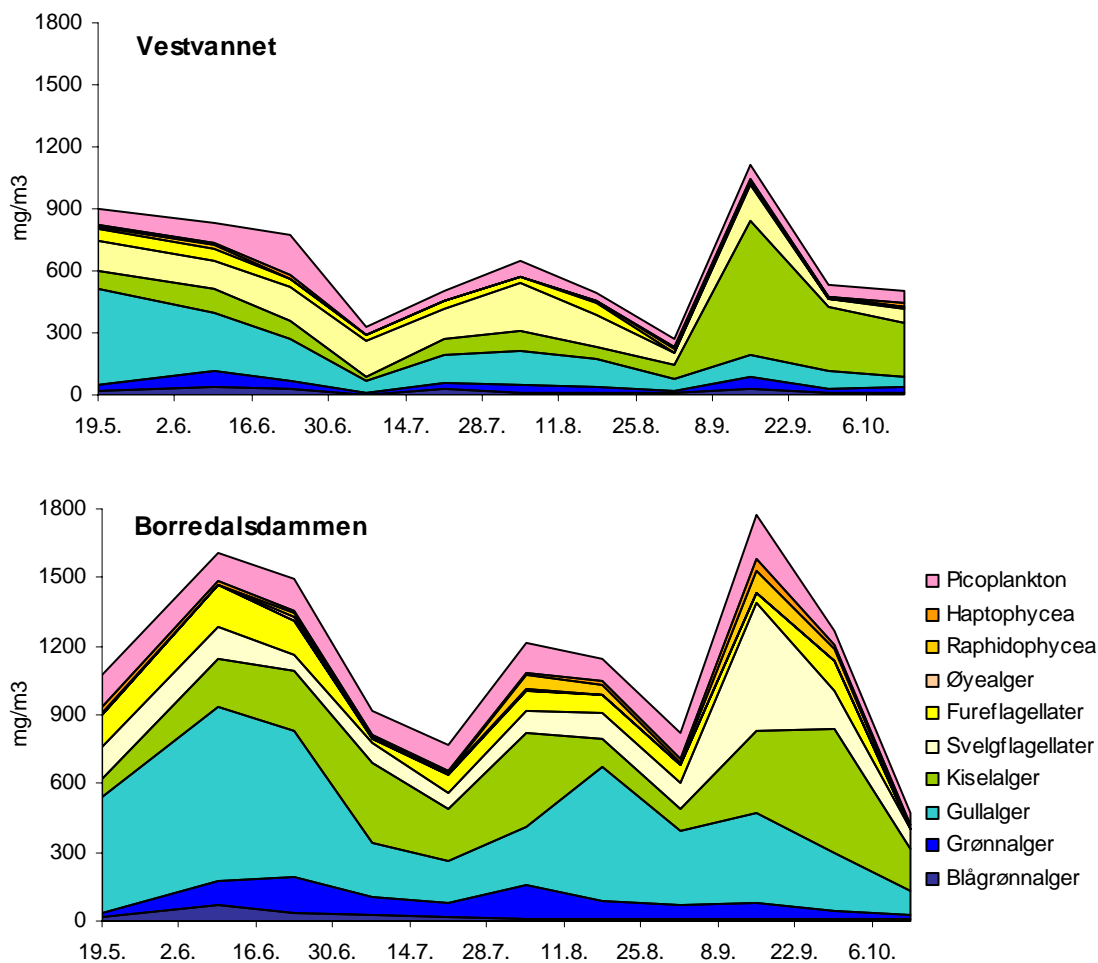
**Figur 5.** Kvalitetsendring langs vannets veg fra Vestvannet-Toppen-Borredalsdammen. Middelerverdier for månedlige prøver over ett år (Temp juni-juli).

Hvis man sammenlikner 1 m's prøven fra Vestvannet midtfjords med tilsvarende fra inntaksbukta (Toppen), fremgår at det er en liten vannkvalitetsforringelse for alle parametrene. Dette er tydelig for bakterier. Prøven fra 15 m dyp midtfjords er ikke særlig forskjellig fra 1m dyp for de fleste parametrene, med unntak av at temperatur i juni og juli er ca 7 grader lavere enn i overflaten. Det var enda kaldere vann på 20 og 25 m, men her begynte vannkvaliteten å bli dårligere igjen. En ser altså at man vil få en liten vannkvalitetsforbedring ved å legge inntaket lenger ut fra land, men at fordelene



å legge det i dypet er nokså begrenset. Dette har sammenheng med at denne delen av Vestvannet fungerer mer som en turbulent kulp i Glomma enn en normalt sjiktet innsjø. Kun i juni og juli er det en svak sjiktning.

**Figur 6** Viser mengde og sammensetning av algesamfunnet i Vestvannet og Borredalsdammen i 2009. Algemengden i Vestvannet er i det mesotrofe nivå, mens i Borredalsdammen er algemengden betydelig høyere, og nærmest på grensen til det eutrofe nivå. Sammensetningen av hovedgrupper er imidlertid nokså naturlig og vitner ikke om økologiske problemer i noen av innsjøene. Med så mye alger som det er i Borredalsdammen, vil det kunne føre til episoder med lukt og smaksproblemer. Dette er et argument for å lede vannet i rør gjennom Borredalsdammen.



**Figur 6.** Mengde og sammensetning av algesamfunnet i Vestvannet og Borredalsdammen i 2009 (Lindholm og medarb. 2010, in press)

På strekningen Toppen – Borredalsdammen skjer det ikke noen signifikant endring i de andre vannkvalitetsparameterene ut i fra de månedlige prøvene vi har over det året undersøkelsen har pågått. Det er noe mer koliforme bakterier i Borredalsdammen enn ved Toppen, mens for kimtall er det omvendt. Hvis man ser på hele strekningen fra midtfjords Vestvannet til Borredalsdammen, har det skjedd en økning av alle de undersøkte typene av indikatorbakterier. Fargen har også øket svakt, men turbiditeten er noenlunde den samme. Algemengden i Borredalsdammen er betydelig høyere enn i Vestvannet, noe som også tilsier at det vil være en fordel å lede råvannet fra Vestvannet i rør gjennom Borredalsdammen og inn til vannverket.

For de andre undersøkte parameterne er det tilsvarende eller mindre forskjeller, se primærdata bak i rapporten.

### **3. Litteratur**

Drikkevannsforskriften. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. LD FOR 2001-12-04 nr 1372 (opdatert sept 2004).

Lindholm, M., og medarb. 2010 (in prep). Overvåking av alger i Vestvannet og Borredalsdammen (NIVA rapport under utarbeidelse)...

SFT Veiledning 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-Rapport TA-nummer 1468/1997.

## 4. Primærdata

Tabell 11. Analyser fra Vestvannet

Stasjonsnavn	Dyp	Parameter	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
Vestvannet	1	E. coli	ant/100 ml	4	2	1	1	1	1	8	3	2		1
Vestvannet	1	FARG	mg Pt/l	25,9	31,7	35,2	46,8	25,5	15,9	34,4	36,4	35,2	38,3	40,6
Vestvannet	1	Fe/ICP	mg/l	0,12	0,164	0,124	0,23	0,138	0,0608	0,148	0,296	0,168	0,235	0,234
Vestvannet	1	Kimtall	ant/ml	595	1300	1400	520	165	180	1500	170	230	882	1005
Vestvannet	1	Koliforme	ant/100 ml	73	59	14	200	18	15	100	118	130		70
Vestvannet	1	KOND	mS/m	5,03	5,27	5,99	5,4	4,45	4,45	4,22	5,34	4,87	4,99	5,05
Vestvannet	1	Mn/ICP	mg/l	0,0107	0,013	0,0115	0,024	0,014	0,0096	0,0114	0,0257	0,0138	0,0166	0,0117
Vestvannet	1	NH4-N	µg N/l	5	12	5	13	6	7	12	4	32		
Vestvannet	1	NO3-N	µg N/l	230	295	370	260	105	165	275	170	230		
Vestvannet	1	O2	mg/l	10,9	12,1	12,3	12,1	10,6	9,3	9,9	10,6	10,9	12,7	12,2
Vestvannet	1	pH	pH	7,17	7,15	7,18	7,22	7,06	7,31	7,12	7,37	7,33	7,32	7,24
Vestvannet	1	PO4-P.m	µg P/l	4	6	5	1	1	9	5	3	2	94	8
Vestvannet	1	Siktedyp	m	1,9	1,15	1,75	1,1	1,8	2,1	1,6	1,1	1,6	1,5	1,5
Vestvannet	1	Temp	gr.C	8,5	4,1	3,9	9,1	17,4	18,5	16,2	14,6	10,4	5,4	4,2
Vestvannet	1	TOC	mg C/l	3,9	3,9	4,2	5,5	3,6	2,6	4,3	4,4	4,4	4,6	5
Vestvannet	1	Tot-N/L	µg N/l	445	520	585	590	355	350	475	480	510	510	555
Vestvannet	1	Tot-P/L	µg P/l	14	19	15	20	15	7	11	19	13	15	15
Vestvannet	1	TURB860	FNU	5,72	10,3	5,72	8,2	4,36	3,27	4,56	6	3,87	4,7	5,7
Vestvannet	5	E. coli	ant/100 ml	3	3	1	1	1	1	8	3	5	2	3
Vestvannet	5	FARG	mg Pt/l	25,9	32,9	34,1	51,5	25,2	15,1	34,1	42,2	36	36,4	40,3
Vestvannet	5	Fe/ICP	mg/l	0,121	0,238	0,133	0,24	0,131	0,0768	0,146	0,295	0,167	0,232	0,155
Vestvannet	5	Kimtall	ant/ml	600	1500	2300	550	170	50	800	720	350	950	1290
Vestvannet	5	Koliforme	ant/100 ml	101	66	24	24	21	14	95	200	200	83	74
Vestvannet	5	KOND	mS/m	5,1	5,32	6,01	4,29	4,36	4,49	4,19	4,81	4,82	5	5,03
Vestvannet	5	Mn/ICP	mg/l	0,0097	0,0154	0,0118	0,0236	0,0133	0,0115	0,0111	0,019	0,0138	0,017	0,0091
Vestvannet	5	NH4-N	µg N/l	6	3	8	24	7	7	9	7	13		
Vestvannet	5	NO3-N	µg N/l	230	270	385	240	129	175	280	290	125		
Vestvannet	5	O2	mg/l	10,8	12,2	12,4	12,1	10,4	9,1	9,9	10,6	10,8	12,5	12,1
Vestvannet	5	pH	pH	7,23	7,21	7,18	7,12	7,21	7,31	7,21	7,26	7,37	7,36	7,22
Vestvannet	5	PO4-P.m	µg P/l	4	6	5	1	1	3	23	3	2	57	6
Vestvannet	5	Temp	gr.C	8,3	4	3,7	9,1	15,5	18,3	16,1	14,2	10,4	5,5	4,2
Vestvannet	5	TOC	mg C/l	3,8	3,9	4,3	6,1	3,5	2,7	4,3	4,8	4,4	4,6	5
Vestvannet	5	Tot-N/L	µg N/l	445	490	610	590	335	350	475	570	495	540	585
Vestvannet	5	Tot-P/L	µg P/l	13	19	14	14	10	6	11	14	13	20	14
Vestvannet	5	TURB860	FNU	5,88	10,2	6,55	6,71	4,02	3,21	4,32	7,08	4,16	4,59	5,84
Vestvannet	10	E. coli	ant/100 ml	5	5	1	3	1	1	8	5	4	5	1
Vestvannet	10	FARG	mg Pt/l	26,3	33,3	33,3	51,9	27,9	19,7	33,7	41,8	35,6	36	41,1
Vestvannet	10	Fe/ICP	mg/l	0,139	0,238	0,124	0,241	0,116	0,104	0,142	0,298	0,161	0,225	0,154
Vestvannet	10	Kimtall	ant/ml	765	1200	1500	550	45	330	990	1500	875	1200	880
Vestvannet	10	Koliforme	ant/100 ml	83	59	9	34	8	18	200	200	170	145	53
Vestvannet	10	KOND	mS/m	5,02	5,62	6,06	4,14	4,13	4,37	4,21	4,71	4,88	5	5,09
Vestvannet	10	Mn/ICP	mg/l	0,013	0,0152	0,0112	0,0245	0,0103	0,0163	0,0113	0,018	0,013	0,0164	0,0096
Vestvannet	10	NH4-N	µg N/l	4	4	11	31	17	15	11	9	12		
Vestvannet	10	NO3-N	µg N/l	230	265	380	240	164	195	280	310	195		
Vestvannet	10	O2	mg/l	10,8	12,2	12,3	12,2	9,8	8	9,9	10,8	10,8	12,5	12
Vestvannet	10	pH	pH	7,23	7,28	7,17	7,12	7,19	7,15	7,21	7,26	7,38	7,34	7,27
Vestvannet	10	PO4-P.m	µg P/l	4	6	2	1	1	2	36	2	2	44	7
Vestvannet	10	Temp	gr.C	8,3	4	3,6	8,9	13,9	15,2	16	13,9	10,4	5,5	4,2
Vestvannet	10	TOC	mg C/l	3,8	3,9	4,3	6	3,7	3,1	4,3	4,7	4,4	4,5	5
Vestvannet	10	Tot-N/L	µg N/l	445	520	625	570	360	385	500	535	490	540	580
Vestvannet	10	Tot-P/L	µg P/l	13	20	14	13	8	6	11	14	13	14	18
Vestvannet	10	TURB860	FNU	5,45	9,8	6,3	7,25	2,99	3,13	4,54	6,95	3,86	4,73	6,15
Vestvannet	15	E. coli	ant/100 ml	9	2	1	1	1	1	5	8	6	1	3
Vestvannet	15	FARG	mg Pt/l	27,1	31	34,4	51,5	37,2	30,2	34,1	41,4	36	36,4	41
Vestvannet	15	Fe/ICP	mg/l	0,155	0,236	0,119	0,243	0,15	0,119	0,145	0,302	0,176	0,22	0,224
Vestvannet	15	Kimtall	ant/ml	750	1500	2100	880	85	45	510	520	240	970	1055
Vestvannet	15	Koliforme	ant/100 ml	78	83	12	19	8	8	89	200	170	78	78
Vestvannet	15	KOND	mS/m	5,12	5,31	6,06	4,21	4,04	4,17	4,23	4,81	4,93	5	5,1
Vestvannet	15	Mn/ICP	mg/l	0,0144	0,015	0,0111	0,0237	0,0139	0,0167	0,0119	0,0186	0,0145	0,0165	0,0118
Vestvannet	15	NH4-N	µg N/l	5	5	13	18	30	2	13	10	12		
Vestvannet	15	NO3-N	µg N/l	230	255	385	240	200	255	280	295	225		
Vestvannet	15	O2	mg/l	10,8	12,2	12,3	12,1	9,5	7,5	9,7	10,8	10,8	12,5	12
Vestvannet	15	pH	pH	7,24	7,22	7,18	7,12	7,03	7,02	7,2	7,28	7,4	7,36	7,27
Vestvannet	15	PO4-P.m	µg P/l	5	6	2	1	1	2	26	2	2	31	6
Vestvannet	15	Temp	gr.C	8,2	4	3,6	8,8	11,4	11,3	15,9	13,8	10,4	5,5	4,1

## Analyser fra Vestvannet, forts.

Stasjonsnavn	Dyp	Parameter	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
Vestvannet	15	TOC	mg C/l	3,9	4	4,3	6	4,5	4	4,3	4,8	4,6	4,6	5
Vestvannet	15	Tot-N/L	µg N/l	445	520	620	540	450	415	485	545	505	605	570
Vestvannet	15	Tot-P/L	µg P/l	15	20	14	13	9	6	10	13	13	14	15
Vestvannet	15	TURB860	FNU	7,25	10,3	6,38	7,06	3,42	2,92	4,56	6,84	4,12	4,32	5,7
Vestvannet	20	E. coli	ant/100 ml	8	2	1	1	1	1	8	4	9	4	3
Vestvannet	20	FARG	mg Pt/l	29,8	30,6	36	51,9	41,4	34,8	34,4	42,2	35,2	36,8	40,3
Vestvannet	20	Fe/ICP	mg/l	0,232	0,237	0,153	0,237	0,192	0,159	0,147	0,309	0,174	0,219	0,232
Vestvannet	20	Kimtall	ant/ml	980	1500	1000	390	70	70	560	1600	275	740	1180
Vestvannet	20	Koliforme	ant/100 ml	118	74	16	29	9	5	95	200	200	89	89
Vestvannet	20	KOND	mS/m	5,28	5,4	6,07	4,24	4,01	4,18	4,24	4,73	4,85	4,97	5,07
Vestvannet	20	Mn/ICP	mg/l	0,0263	0,0148	0,0133	0,0234	0,0251	0,0193	0,0157	0,0253	0,0144	0,0167	0,0133
Vestvannet	20	NH4-N	µg N/l	9	4	5	32	27	2	13	6	12		
Vestvannet	20	NO3-N	µg N/l	235	280	365	240	225	270	290	310	180		
Vestvannet	20	O2	mg/l	10,7	12,1	12,3	12,1	9,1	6,7	9,7	10,8	10,8	12,4	11,9
Vestvannet	20	pH	pH	7,25	7,24	7,16	7,12	6,96	6,86	7,15	7,29	7,37	7,34	7,23
Vestvannet	20	PO4-P,m	µg P/l	5	6	4	1	3	2	17	3	2	36	6
Vestvannet	20	Temp	gr.C	7,7	4	3,6	8,7	10	9,9	15,8	13,8	10,3	5,5	4,2
Vestvannet	20	TOC	mg C/l	4	3,9	4,3	6,2	4,8	4,3	4,3	4,7	4,4	4,5	5
Vestvannet	20	Tot-N/L	µg N/l	460	520	600	590	430	450	500	515	480	490	600
Vestvannet	20	Tot-P/L	µg P/l	17	20	16	13	10	7	11	14	13	14	15
Vestvannet	20	TURB860	FNU	8,73	10,2	6,71	7,67	4,44	3,33	5,04	7,22	4,35	4,14	6,15
Vestvannet	25	E. coli	ant/100 ml	4	2	1	1	2	1	2	6	10	5	4
Vestvannet	25	FARG	mg Pt/l	28,3	29,8	35,2	52,2	40,6	35,6	33,3	43,3	36,4	37,5	41,4
Vestvannet	25	Fe/ICP	mg/l	0,202	0,265	0,162	0,259	0,225	0,221	0,166	0,544	0,19	0,786	0,273
Vestvannet	25	Kimtall	ant/ml	965	1300	1700	1230	270	250	480	770	345	680	1075
Vestvannet	25	Koliforme	ant/100 ml	109	66	12	18	12	9	166	200	200	66	62
Vestvannet	25	KOND	mS/m	5,31	5,39	6,81	4,21	4,04	4,15	4,24	4,73	4,9	4,96	5,1
Vestvannet	25	Mn/ICP	mg/l	0,0196	0,0181	0,039	0,0286	0,0385	0,0319	0,0909	0,0478	0,0232	0,0703	0,0287
Vestvannet	25	NH4-N	µg N/l	6	6	3	32	30	2	8	7	16		
Vestvannet	25	NO3-N	µg N/l	235	275	365	245	230	275	305	310	230		
Vestvannet	25	O2	mg/l	10,6	12,1	10,2	12	8,8	5,8	9,6	10,3	10,8	12,1	11,9
Vestvannet	25	pH	pH	7,25	7,23	7,14	7,11	6,98	6,77	6,89	7,27	7,4	7,34	7,24
Vestvannet	25	PO4-P,m	µg P/l	5	5	5	2	4	2	47	4	2	35	6
Vestvannet	25	Temp	gr.C	7,6	4	3,6	8,7	9,7	9,6	15,7	13,7	10,2	5,5	3,8
Vestvannet	25	TOC	mg C/l	4	3,9	4,4	5,9	4,9	4,5	4,3	4,7	4,5	4,6	5
Vestvannet	25	Tot-N/L	µg N/l	445	510	600	595	480	470	475	540	520	510	570
Vestvannet	25	Tot-P/L	µg P/l	17	21	21	17	12	13	14	22	17	36	29
Vestvannet	25	TURB860	FNU	9,58	11,1	9,63	11,4	5,91	7,3	6,78	14,5	6,33	18,5	15

**Tabell 12.** Analyser fra Toppen (inntaksbukta i Vestvannet)

Stasjonsnavn	Dyp	Parameter	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	18_08_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
Toppen	1	E. coli	ant/100 ml	3	2	1	1	1	3	1	6	5	10	9
Toppen	1	FARG	mg Pt/l	25,9	33,7	43,3	49,1	26,3	15,1	35,6	41,4	35,6	55,7	65
Toppen	1	Fe/ICP	mg/l	0,127	0,252	0,128	0,253	0,122	0,116	0,185	0,379	0,188	0,519	0,245
Toppen	1	Kimtall	ant/ml	710	1100	1500	6320	330	1200	830	880	580	2500	1540
Toppen	1	Koliforme	ant/100 ml	118	89	16	145	62	53	83	165	140	200	145
Toppen	1	KOND	mS/m	5,06	5,31	5,81	4,69	4,37	4,49	4,35	5,48	4,99	6,04	6,18
Toppen	1	Mn/ICP	mg/l	0,0123	0,0165	0,0127	0,022	0,0121	0,0181	0,0125	0,0276	0,0147	0,0243	0,015
Toppen	1	NH4-N	µg N/l	7	3	7	12	6	4	8	14	18		
Toppen	1	NO3-N	µg N/l	245	250	365	240	120	175	305	215	240		
Toppen	1	O2	mg/l	10,9	12,5	12,4	11,8	10,7	9,4	9,8	10,6	11,4	12,5	12
Toppen	1	pH	pH	7,23	7,21	7,19	7,18	7,31	7,36	7,21	7,34	7,4	7,23	7,03
Toppen	1	PO4-P,m	µg P/l	3	5	6	1	2	1	37	3	2	63	4
Toppen	1	Siktedyp	m	1,95	1,1	1,7	1,1	2	2,1	1,85	1,1	1,6	1	1,2
Toppen	1	Temp	gr.C	7,5	3,4	4,3	10,3	16,6	18	16,3	14	8,4	5,4	4,1
Toppen	1	TOC	mg C/l	3,8	4,1	4,2	5,6	3,5	2,6	4,3	4,8	4,4	6,4	7,5
Toppen	1	Tot-N/L	µg N/l	460	510	580	570	370	355	455	525	525	815	640
Toppen	1	Tot-P/L	µg P/l	14	18	15	17	10	9	10	19	14	27	17
Toppen	1	TURB860	FNU	5,02	9,6	6,94	8,02	3,83	7,01	3,81	6,36	5,96	13,5	6,04

**Tabell 13.** Analyser fra Borredalsdammen

Stasjonsnavn	Dyp	Parameter	Enhet	04_11_2008	02_12_2008	15_04_2009	12_05_2009	23_06_2009	21_07_2009	15_09_2009	13_10_2009	24_11_2009	08_12_2009
Borredalsdam	1	E. coli	ant/100 ml	4	3	1	1	2	6	2	16	19	1
Borredalsdam	1	FARG	mg Pt/l	45,7	43,7	53,8	38,3	26,7	17,8	47,6	41	64,2	43
Borredalsdam	1	Fe/ICP	mg/l	0,214	0,309	0,202	0,207	0,149	0,119	0,294	0,207	0,334	0,162
Borredalsdam	1	Kimtall	ant/ml	1095	1800	990	390	200	390	700	630	2000	1425
Borredalsdam	1	Koliforme	ant/100 ml	200	120	32	45	48	70	89	170	200	200
Borredalsdam	1	KOND	mS/m	6,36	6,56	5,46	5,9	4,75	4,89	5,4	5,4	5,93	5,17
Borredalsdam	1	Mn/ICP	mg/l	0,0232	0,0217	0,0172	0,0138	0,0182	0,0276	0,0188	0,0115	0,0188	0,01
Borredalsdam	1	NH4-N	µg N/l	4	2	25	18	4	11	6	4		
Borredalsdam	1	NO3-N	µg N/l	190	225	260	290	69	93	220	225		
Borredalsdam	1	O2	mg/l	10,96	13	11,6	10,8	10,1	9,2	10,4	11,4	11,9	10,7
Borredalsdam	1	pH	pH	7,07	7,14	6,89	7,26	7,36	7,3	7,32	7,35	7,15	7,2
Borredalsdam	1	PO4-P,m	µg P/l	1	4	2	1	2	2	2	1	26	6
Borredalsdam	1	Siktedyp	m	1,6	1,2	1,6	1,1	1,9	1,9	1,5	1,7	0,9	1,1
Borredalsdam	1	Temp	gr.C		2,3	5,7	12,4	19,1	19,6	14,9	8	6,7	5,3
Borredalsdam	1	TOC	mg C/l	6,3	5	6,1	4,9	4	3,2	5,5	5	7,3	5,2
Borredalsdam	1	Tot-N/L	µg N/l	460	500	565	695	370	340	505	480	650	565
Borredalsdam	1	Tot-P/L	µg P/l	13	20	14	20	11	9	13	12	16	15
Borredalsdam	1	TURB860	FNU	4,11	10,1	4,71	8,34	3,66	4,45	4,33	2,93	4,68	5,75

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)