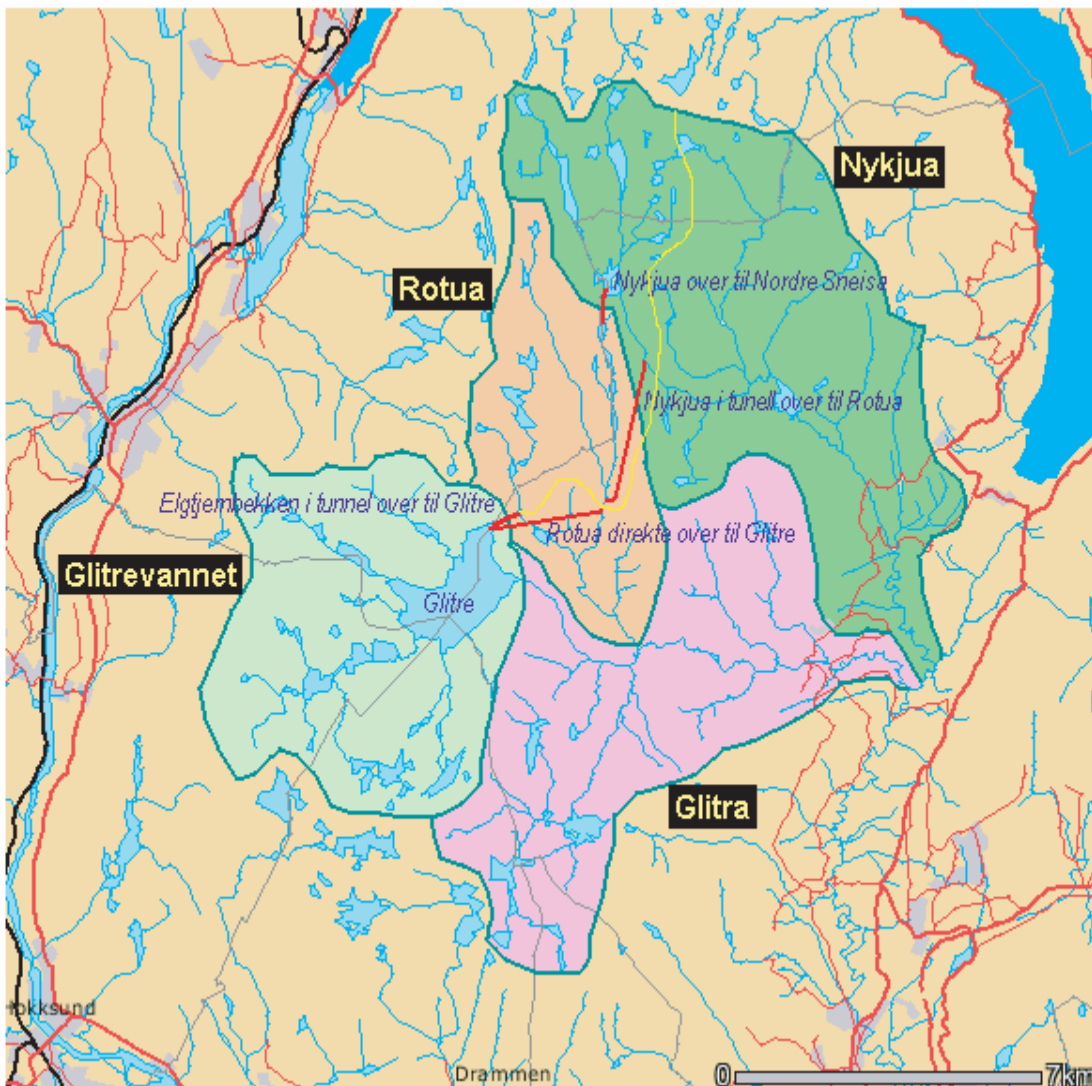


Utredning om Glitre

Tilstand og utvikling – overføring av nye felter – vanninntakets plassering – behov for nye beskyttelsestiltak



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Utredning om Glitre Tilstand og utvikling – overføring av nye felter – vanninntakets plassering – behov for nye beskyttelsestiltak	Løpenr. (for bestilling) 4877-2004	Dato 09.09-2004
	Prosjektnr. Undemr. O-23323	Sider Pris 116
Forfatter(e) Dag Berge, Torulv Tjomsland, Torleif Bækken, Pål Brettum, Randi Romstad og Jarl Eivind Løvik	Fagområde Vannressursforvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område BUSKERUD	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) Glitrevannverket IKS	Oppdragsreferanse Jarle E. Skaret	
Sammendrag Det er gjort en undersøkelse av tilstand og utvikling av vannkvalitet i Glitre med tilløpsbekker. Undersøkelsen er basert på praktiske undersøkelser fra november 2002 til desember 2003, samt på tidligere data innsamlet av Glitrevannverket. Det er i tillegg gjort undersøkelser og vurderinger relatert til overføringer av nye felter (for å øke kapasiteten til vannverket), av vanninntakets plassering, samt av behovet for nye beskyttelsestiltak i nedbørfeltet. Glitre har en meget god vannkvalitet mht drikkevannsutnyttelse. Overføring av både Rotuafeltet og Nykjuafeltet vil gi en betydelig økning i fargen, anslagsvis til mellom 15-20 mg Pt/l. Man bør derfor i første omgang bare overføre Rotuafeltet for å vinne erfaring. Overføringene bør skje i nordenden av innsjøen og vannet slippes ut i overflaten. Bakterielt sett vil da ikke overføringene påvirke inntaket. Inntaket har en god nok plassering i dag, men hvis man utnytter vannverket hardere, slik at man får nedtappinger på 10 m, vil nærliggende bekker kunne kontaminere inntaket i sirkulasjonsperiodene. Vanninntaket bør i så fall legges ned til ca 45 m dyp. Data fra ett spesielt år, 1997, som var en svært tørr sommer med nedtappet vannstand, kan tyde på at ansamling av beitende husdyr i vannkanten kan være et problem mht bakteriell forurensning. De andre årene det er data fra, synes ikke husdyr å utgjøre noe problem. Hvis problemer med høye kimtall som det man observerte i 1997 opptrer igjen, og det viser seg å ha sin årsak i husdyr, kan det være aktuelt å gjerde inn innsjøen samt nedre strekning av 4 av tilløpsbekkene. Dette vil kun legge beslag på anslagsvis 0,1 % av Finnemarkas beiteareal. Det skal bemerkes at det ved slutføringen av rapporten har tilkommet nye data som kan tyde på at de høye kimtallene i 1997 kan ha kommet fra overføringstunnelen og ikke stammer fra husdyr. Dette skal man prøve å klarlegge i overvåkingen fremover.		

Fire norske emneord 1. Drikkevann 2. Vannkilde 3. Tilstand og utvikling 4. Glitre	Fire engelske emneord 1. Drinking water 2. Drinking water source 3. Status and development 4. Lake Glitre
---	---

Prosjektleder

Forskningsleder

Forskningsdirektor

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-23323

Utredning om Glitre

Tilstand og utvikling – overføring av nye felter –
vanninntakets plassering – behov for ytterligere
beskyttelsestiltak

Oslo 9. september 2004

Prosjektleder:	Dag Berge	NIVA
Medarbeidere:	Pål Brettun	”
	Torleif Bækken	”
	Randi Romstad	”
	Jarl Eivind Løvik	”
	<i>Jarle E. Skaret</i>	<i>Glitrevannverket IKS</i>

Forord

Den foreliggende rapport representerer sluttproduktet av de utredninger om Glitre med tilløpsbekker, samt potensielt nye overføringsfelter, som ble utført i perioden november 2002 – desember 2003.

Det meste av feltarbeidet er utført av personale fra Glitrevannverket (ledet av Jarle E. Skaret) etter forutgående instruksjon fra Dag Berge (NIVA).

De kjemiske og bakteriologiske analysene er utført ved AnalyCen i Østfold. Analysene av planteplankton er foretatt av Pål Brettum (NIVA), analysene av dyreplankton av Jarl Eivind Løvik (NIVA), analysene av bunndyr av Torleif Bækken (NIVA) og analysene av begroingsalger av Randi Romstad (NIVA).

De matematiske strøm og spredningssimuleringene er utført av Torulv Tjomsland (NIVA).

Det innsamlede materialet er bearbeidet og sammenstilt til rapport av Dag Berge. Jarle E. Skaret har sett litt mer på enkelte historiske data omkring råvannskvalitet relatert til hendelser i nedbørfeltet. Dette er tatt inn som et par notater bak i vedlegget i rapporten.

Kapittelet om fare for overføring av uønskede arter er kvalitetssikret av Fiskerikonsulent Erik Garnås ved Fylkesmannens miljøvernavdeling.

NIVA takker for et interessant prosjekt og et trivelig og positivt samarbeid med Glitrevannverkets personell.

Oslo, 9. september 2004

Dag Berge

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	7
2. Geografiske, morfometriske og hydrologiske forhold	9
2.1 Beliggenhet og menneskelig aktivitet i nedbørfeltet	9
2.2 Geologi	10
2.3 Morfometri og hydrologi	11
2.4 Vannstandsvariasjoner	12
2.5 Termiske sjiktningsforhold	13
3. Sammenstilling av vannkvalitet i Glitre	16
3.1 Generell vannkvalitet i Glitre	16
3.2 Målinger ute i selve Glitre ved denne undersøkelsen	17
3.2.1 Oksygen	17
3.2.2 Jern og mangan	18
3.2.3 Farge	19
3.2.4 Kimtall	20
3.2.5 Termotolerante koliforme bakterier (TKB)	22
3.3 Bakterier i råvann målt ved Landfalltjern.	22
3.3.1 Kimtall i vannverkets råvann	22
3.3.2 Koliforme bakterier i vannverkets råvann	24
4. Nye overføringer	26
4.1 De nye feltene	26
4.2 Kjemisk vannkvalitet – konsekvenser av blanding	27
4.2.1 Farge og organisk stoff	27
4.2.2 Overføringenes farge-effekter i Glitre	30
4.2.3 Forsuring og utvasking av aluminium	31
4.2.4 Turbiditet	34
4.2.5 Jern og mangan	35
4.3 Bakteriologisk vannkvalitet – konsekvenser av blanding	37
4.3.1 Kimtall	37
4.3.2 Termotolerante koliforme bakterier	38
4.4 Biologisk artsinventar – fare for overføring av uønskede arter til Glitre	39
4.4.1 Planteplankton	39
4.4.2 Begroingsalger i Elgtjernbekken og Rotua	40
4.4.3 Bunndyr i Elgtjernbekken og Rotua	41
4.4.4 Dyreplankton i Elgtjern, Nykjua, Sneisa og Glitre	43
4.4.5 Fisk i de aktuelle innsjøene	46
5. Drikkevannsinntakets plassering i forhold til nærliggende bekker	47
5.1 Kortslutningsundersøkelsen	47

5.1.1 Hva oppnår man ved å legge inntaket lenger ut og dypere?	47
5.2 Strøm og spredningssimulering	49
5.2.1 Hensikt	49
5.2.2 Beskrivelse av modellen	49
5.2.3 Hvilke situasjoner kan føre til forurensning av vanninntaket	50
5.2.4 Konklusjoner fra strøm og spredningsundersøkelsen	52
6. Vurdering av nye beskyttelsestiltak i nedbørfeltet	65
6.1 Gjeldende beskyttelsestiltak	65
6.2 Evt. Nye beskyttelsestiltak	65
7. Forslag til overvåkingsprogram i Glitre med tilløpsbekker, samt Rotua og Nykjua	68
7.1 Overvåking av råvann i hht Drikkevannsforskriften	68
7.2 Dagens råvannsovervåking ved Glitrevannverket	69
7.3 Forslag til endringer av dagens opplegg	69
7.4 Glitre med tilløpsbekker	69
8. Referanser	71
9. Primærdata	73
10. Fagnotater fra Glitrevannverket	102
10.1 Analyser fra Nykjua foretatt av BUVA	114

Sammendrag

Det er gjort en undersøkelse av tilstand og utvikling av vannkvalitet i Glitre med tilløpsbekker. Undersøkelsen er basert på praktiske undersøkelser fra november 2002 til desember 2003, samt på tidligere data innsamlet av Glitrevannverket. Det er i tillegg gjort undersøkelser og vurderinger relatert til overføringer av nye felter for å øke kapasiteten til vannverket, av vanninntakets plassering, samt av behovet for nye beskyttelsestiltak i nedbørfeltet.

Glitre har en meget god vannkvalitet mht drikkevannsutnyttelse. Fargen er lav med årlige middelværdier varierende fra 4-10 mg Pt/l. Vannkjemien ellers er også gunstig og tilfredsstillende drikkevannsforskriften med god margin for alle parametre. Det samme gjelder mht bakterieinnhold. Fargen økte gjennom siste halvdel av 1990 åra og kulminerte i 2001 og er nå nedadgående igjen. Fargevariasjonene svinger i takt med de storstilte variasjonene i meteorologiske forhold. Klimaforskningen knyttet til "Global oppvarming" antyder mildere vintre med hyppige smelteperioder, samt fuktigere sommere. Hvis dette slår til, må man regne med noe økt farge framover, men Glitre ligger godt an sammenliknet med mange andre vannverk. Med dagens nedbørfelt synes det ikke å være mulig at råvannet i Glitre vil komme opp mot 20 mg Pt/l som er tiltaksgrensen i drikkevannsforskriften.

Overføring av både Rotuafeltet og Nykjuafeltet vil derimot resultere i en betydelig økning i fargen, estimert til opp i mot 15-20 mg Pt/l. Man bør derfor i første omgang bare overføre Rotuafeltet for å vinne erfaring. Overføringene bør skje til nordenden av innsjøen, dvs lengst mulig unna inntaket, og vannet bør slippe ut i overflaten. Bakterielt vil da ikke overføringene påvirke inntaket.

Vanninntaket har god nok plassering i dag, men hvis man utnytter vannverket hardere, slik at man får nedtappinger på 10 m, vil nærliggende bekker kunne kontaminere inntaket i sirkulasjonsperiodene. Samtidig vil finslam fra reguleringssonen kunne vaskes ut og påvirke inntaket med økt turbiditet, muligens noe økt farge og kimtall. Vanninntaket bør i så fall legges ned til ca 45 m dyp. Man skulle da få tilsvarende sikkerhet som i dag. Selv i vanlige år, uten nedtapping, vil en senking av inntaket medføre en 2-3 uker lenger beskyttelse som følge av termisk sjiktning. Dvs. til sammen for vår og høstsirkulasjon vil vannet på 30 m dyp bringes inn i sirkulasjon 2-3 uker før vannet på 45 m dyp.

Nedbørfeltet er godt beskyttet mot forurensninger, og dagens gjeldende beskyttelsestiltak er tilstrekkelig for de aller fleste eventualiteter. Ett forhold bør man imidlertid ha litt fokus på, og det er effekter av beitende husdyr i svært tørre sommere. Data fra ett spesielt år, 1997, som var en svært tørr sommer med nedtappet vannstand, tyder på at ansamling av beitende husdyr i vannkanten kan være et problem mht bakteriell forurensning. De andre åra det er data fra, synes ikke husdyr å utgjøre noe problem. Hvis problemer som i 1997 opptrer igjen, kan det være aktuelt å gjerde inn innsjøen inklusive nedre del av 4 av tilløpsbekkene. Dette vil kun beslaglegge ca 0,1 % av Finnemarkas beiteareal. Utover dette er det ikke noe behov for økte beskyttelsestiltak i nedbørfeltet ut i fra vannkvalitetsmessige hensyn. Det skal bemerkes at det ved slutføringen av rapporten har tilkommet nye data som kan tyde på at de høye kimtallene i 1997 kan ha kommet fra overføringstunnelen og ikke stammer fra husdyr. Dette skal man prøve å klarlegge i overvåkingen fremover.

1. Innledning

Glitrevannverket IKS ser det som nødvendig å vurdere behov for diverse tiltak for å sikre tilfredsstillende vannkvalitet og vannmengde til Drammensregionen i årene fremover. Bl.a. er det snakk om å overføre tilleggsfelter til Glitre (Rotua og Nykjua), samt å se på mulighetene for å kunne tappe innsjøen lenger ned (10m) for å øke kapasiteten. Dessuten har det den senere tid vært diskutert ytterligere sikringstiltak i Glitres nedbørfelt. Glitrevannverket, representert ved Jarle E. Skaret tok derfor kontakt med NIVA for å diskutere eksisterende vannkvalitetsdata fra Glitrev og tilløpselver, vanninntakets plassering, sjiktforhold i innsjøen, samt om det kunne være formålstjenlig å gjennomføre nye supplerende undersøkelser fra innsjø og tilløpselver. Glitrevannverket engasjerte også Chr. Ræstad til å delta i diskusjonen.

NIVA fikk oversendt en god del analysemateriale fra Jarle Skaret, og det ble avholdt et møte i Drammen den 15.06.2001 hvor ovennevnte temaer ble diskutert. Glitrevannverket skrev referat fra møtet.

I referatet fra dette møtet ble det trukket opp følgende skisse for et potensielt oppdrag:

1. Vurdering av sprangsjiktets stabilitet.
2. Lage et analyseprogram for selve innsjøen Glitre. Blant annet kartlegge tilstanden på større dyp (50-60 m) i nærområdet til eksisterende inntak, og sette dette i sammenheng med påvirkningen fra de nærmeste tilløpsbekkene (Sandungsbekken og Langevannsbekken). Programmet skal inneholde forslag til parametre, prøvested, prøvedyp og tidspunkter.
3. Fortolkning av foreliggende vannkvalitetsanalyser (1998-2001), med anbefalinger mm., herunder vurdering av Rotuafeltets og Nykjuafeltets egnethet, og betydning av å blande vannkvalitetene. Lage forslag til justert analyseprogram for bekkene.
4. Aluminiumsfraksjoner i tilløpsbekkene - helsefare og behov for tiltak

NIVA utarbeidet et forslag til program (av 10/7-01). I brev fra Glitrevannverket av 23.05.2002 bes NIVA om å utvide dette programmet.

Det utvidete programmet skulle kunne gi tilfredsstillende svar på følgende:

1. Vurdere om overføring av tilleggsfeltene Rotua og Nykjua vil representere noen risiko med hensyn til plante- og dyrelivet i feltet, dvs. fare for overføring av uønskede arter.
 2. Vurdere om tilleggsfeltene Rotua (17 km²) og Nykjua (14 km²) har noen vesentlig avvikende vannkvalitet i forhold til hovedfeltet (Glitre 45 km²). Herunder anbefaling mht utløpssted og dyp i Glitre fra tilleggsfeltene for å sikre best mulig vannkvalitet (stor sedimentering), i hvilken grad man kan forvente dårligere vannkvalitet som følge av kortere oppholdstid i Glitre hvis disse tilleggsfeltene føres inn i nedbørfeltet.
 3. Generell karakterisering av vannkvaliteten i nedbørfeltene, Glitre, Rotua og Nykjua.
 4. Karakterisering av fargetall (og ev andre kjemiske parametre). Vurdering av videre utvikling.
 5. Vurdering av forsuring, og derved utfelling av aluminium, med evt. anbefaling av tiltak.
 6. Vurdering av sprangsjiktets stabilitet og risiko for kortslutningsstrømmer mellom tilløpsbækker og inntaket på 30 m dyp. Dette skal gjøres i lys av at Glitre i framtiden skal kunne tappes ned inntil 10 m. Med hensyn til å studere muligheter for kortslutningsstrømmer skal det legges opp til både bruk av tradisjonell kjemiske og bakterielle analyser, samt et alternativt opplegg som omfatter bruk av DNA-sporstoff. Prøvetakingsperioden skal innsnevres mest mulig, det vil si prøve å konsentrere undersøkelsen til en "høyrisikoperiode" = nedbørsperiode under høstfullsirkulasjonen.
- a) beskrive opplegg for vannprøver

- b) Beskrive risiko/faktiske forhold
 - c) Anbefaling av evt tiltak for å redusere/fjerne risiko for kortslutningsstrømmer. Herunder vurdere alternativ plassering av inntaket.
7. Forslag til videre analyseprogram for Glitre og tilleggfeltene Rotua og Nykjua

I tiden etter dette brevet ble NIVA bedt om å inkludere et opplegg for matematisk strøm og spredningssimuleringer som kunne supplere data fra studiet av "kortslutningsstrømmer" mellom nærliggende bekker og drikkevannsinntak.

NIVA laget på bakgrunn av dette et forslag til utredningsprogram den 1/10-2002 som dels gir et program for praktiske nye undersøkelser, samt for utredning av de ulike spørsmål. Prosjektet ble kontraktsfestet 14/10-2002

Bearbeidningen av dataene skulle gi svar på følgende

- Generell beskrivelse av vannkvaliteten i Glitre i relasjon til drikkevannforskriften og i forhold til SFTs vannkvalitetskriterier.
- Vannkvaliteten i dagens tilførsler til Glitre sammenliknet med de planlagte nye overføringsfeltene og blandingens betydning for vannkvaliteten i Glitre.
- Overføringenes betydning for plante og dyreliv – fare for spredning av uønskede arter.
- Fargeutviklingen i Glitre.
- Forsuringsutviklingen i Glitre med spesiell vekt på fare for økt utvasking av aluminium og giftige aluminiumsfraksjoner.
- Sprangsjiktets stabilitet.
- Fare for kortslutningsstrømmer fra nærliggende bekker – resultatene fra "kortslutningsprogrammet"
- Matematisk strøm og spredningsundersøkelser – teoretiske "i verste fall" beregninger av fare for bakterietilførsel til drikkevannsinntaket fra nærliggende bekker og fra de nye overføringene.
- Optimal plassering av inntak
- Optimalt punkt for utslipp av vann fra de planlagte overføringsfeltene
- Vurdering av behov for eventuelle nye sikringstiltak i nedbørfeltet
- Utarbeide programforslag for overvåking av Glitre med tilløpsbekker, samt Rotua og Nykjua, som tilfredsstillende kravene gitt i drikkevannsforskriften, samt det som er nødvendig for sikker og optimal vannbehandling.

De praktiske undersøkelsene er gjennomført fra november 2002 til og med desember 2003. Det meste av feltarbeidet er gjennomført av personell fra Glitrevannverket selv, med noe assistanse fra NIVA. Bruk av DNA som tracer i "kortslutningsundersøkelsen" viste seg å bli for kostbart, slik at denne undersøkelsen ble utført med bruk av kimtall-bakterier som hoved tracer, samt ved matematiske strøm og spredningssimuleringer. De kjemiske og bakteriologiske analysene er utført av AnalyCen i Østfold, mens de biologiske analysene er utført ved NIVA.

2. Geografiske, morfometriske og hydrologiske forhold

2.1 Beliggenhet og menneskelig aktivitet i nedbørfeltet

Glitre ligger midt i Finnemarka, dvs. mellom Lier (øst), Modum (vest), Tyrifjorden (nord) og Drammen i syd, se **Figur 1**. Innsjøen er delt mellom 4 kommuner: Drammen, Nedre Eiker, Modum og Lier.

Det er ingen fastboende i nedbørfeltet. Ved selve innsjøen er det 3 gamle setrer (hytter) Damhagan, Glitrehagan og Bordvika. Det er også noen hytter langs Gjøssetjøvassdraget som kommer inn fra vest. Ellers er det ingen bebyggelse i nedbørfeltet.

Det skjer beiting av husdyr i nedbørfeltet. I hele Finnemarka som utgjøres av utmarksområdet avgrenset av Tyrifjorden-Lierelva-Drammenselv, se den lille figuren på kartet, beiter det anslagsvis ca 500 storfe og 5000 sauer. Enkelte sommere (særlig tørre sådanne) er det tidvis observert flokker på 10-20 storfe langs Glitre. Under feltarbeidet 2003 ble det observert lite husdyr i de innsjønære områder.

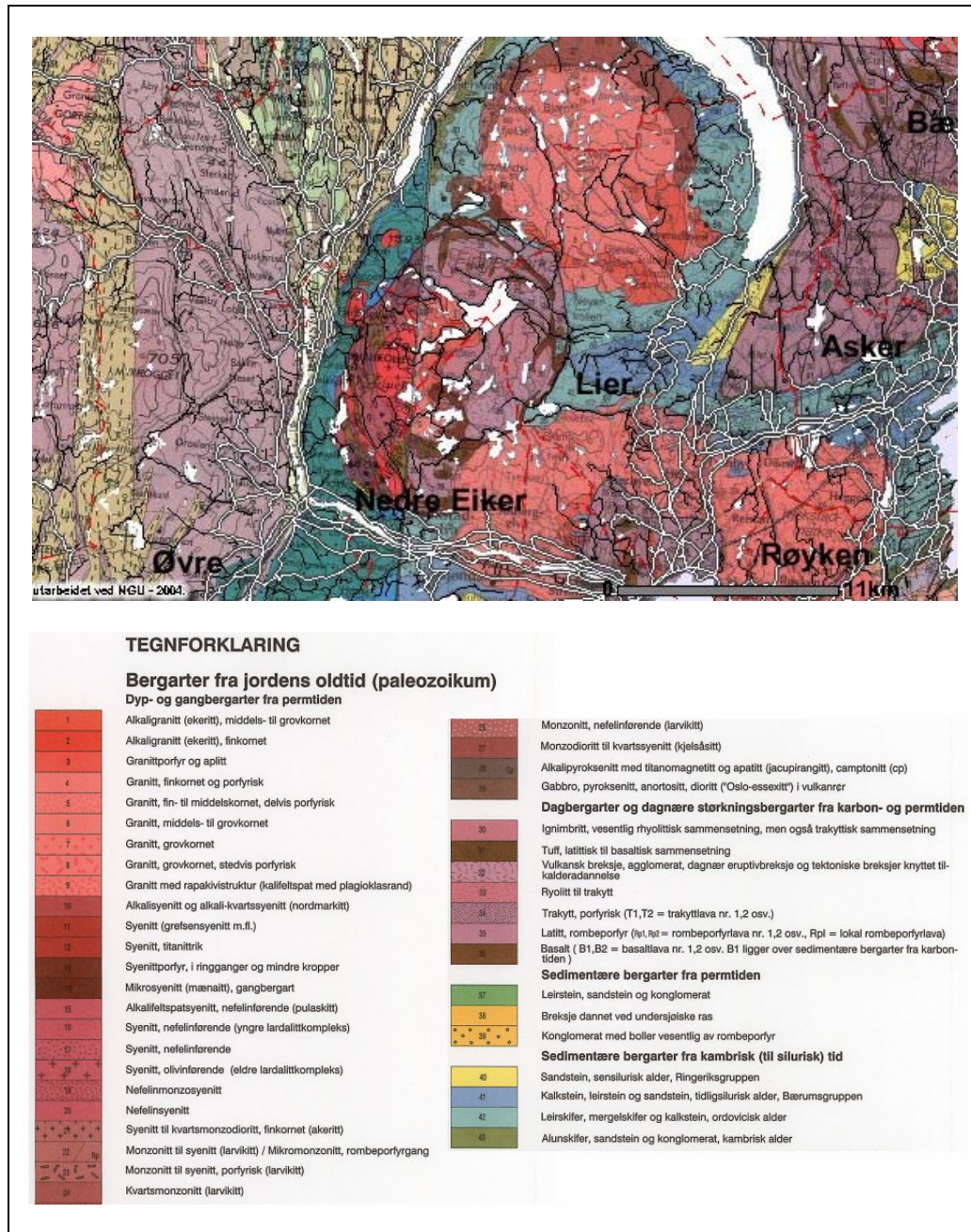
Innsjøen ligger fra naturens side 358 m over havet. Den er svakt demmet opp, og overløpet på demningen ligger 361,45 moh. Den relativt store høyden er praktisk i drikkevannssammenheng da det meste av vannet kan fordeles til forbrukerne uten pumping. Innsjøen har et areal på 3,8 km² og nedbørfeltet et areal på 45 km². Hele Finnemarka utgjør 430 km².



Figur 1. Glitre ligger oppe på platået mellom Lierelva og Drammenselva. Kart: Statens kartverk.

2.2 Geologi

Utdrag av NGUs geologiske kart over området er gitt i **Figur 2**. Glitre ligger i sin helhet i den såkalte Glitrevannscauldronen som er beskrevet av Christoffer Oftedahl (1953) og gjengitt i den limnologiske hovedfagsoppgaven til Rolf Søgård (1963). Her gis et kort ekstrakt herfra.



Figur 2. Geologisk kart over nedbørfeltet til Glitre (Kart: NGU Berggrunnskart)

Glitrevannscauldronen er en sylindrisk blokk som har sunket ned langs en eliptisk bruddlinje i jordskorpen. Elipsen har maksimum diameter på 16 km og minimum diameter på ca 10 km. Innenfor bruddlinjen har vi permiske lavaer og dyperutiver, og utenfor kambrosiluriske dypbergarter.

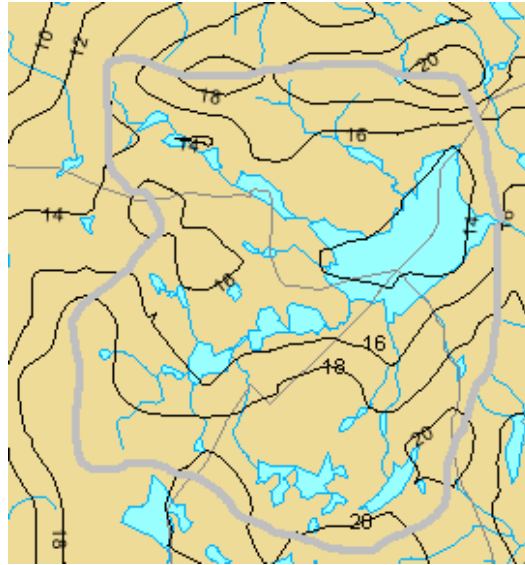
Erosjonen i løpet av de siste 200 millioner år har fjernet de omgivende lavaer og deler av sedimentene. Bare innenfor cauldronen er høyere lavalag beskyttet mot erosjon. På grunn av denne innsynkning og fremtredning av forskjellig slags magma, og senere erosjon, har geologien i dette området blitt svært mosaikk-aktig med mange forskjellige bergarter. Innenfor cauldronen finnes vesentlig granittiske og syenittiske eruptivbergarter og permiske lavaer som basalter og rombeporfyrer. Cauldronen ligger i et område av kambrosiluriske sedimentærbergarter (blå felter i kartet). Disse bergarter består av kalkstein og leirskifer og utgjør et meget liten del av Glitres nedbørfelt. Glitres nedbørfelt ligger for det meste innenfor cauldronen og består av sure granittiske og syenittiske eruptiver (røde og rosa felter i kartet). Disse kalkfattige og tungt oppløselige bergarter er årsaken til det elektrolyttfattige vannet i Glitre.

2.3 Morfometri og hydrologi

Glitre er loddet opp av NIVA i 1961 og kartet er gjengitt nedenfor, se **Figur 3**. Gjennomsnittlig spesifikk avrenning er beregnet til ca 17 l/km²sek etter NVEs isohydatkart gjengitt i **Figur 4**. Morfometriske og hydrologiske data er gitt i **Tabell 1**.



Figur 3. Dybdekart over Glitre (Opploddet av NIVA i 1961)



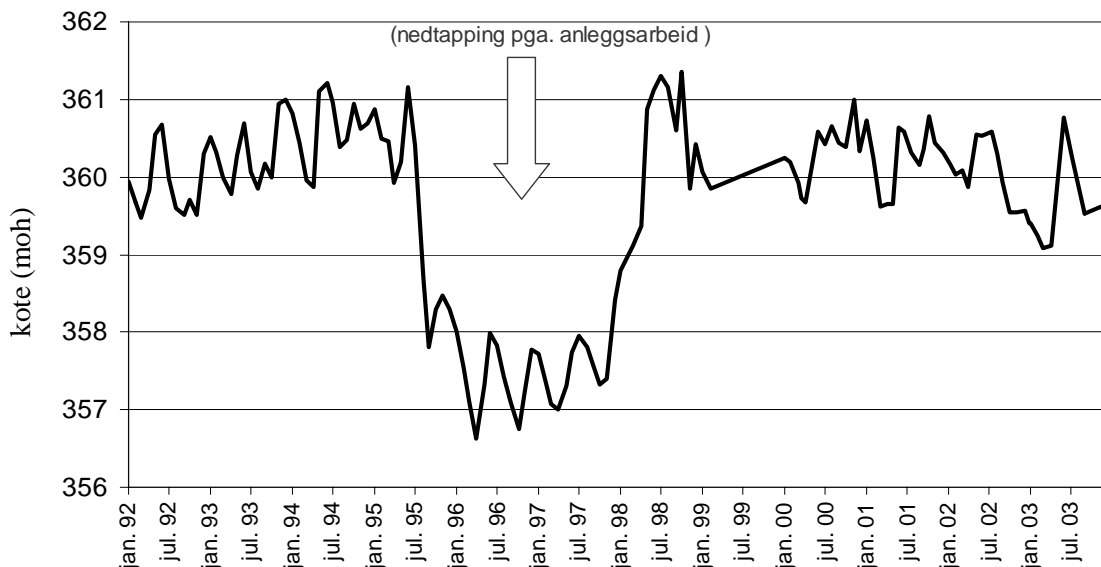
Figur 4. Isohydatlinjer for Glitres nedbørfelt (NVE-Atlas). Ut fra kartet er gjennomsnittlig avrenning anslått til 17 l/km²sek.

Tabell 1. Morfologiske og hydrologiske data for Glitre.

Karakteristika	Benevning	Verdi
Høyde over havet	m	360
Overflateareal	km ²	3,8
Nedbørfeltets areal	km ²	45
Maksimal dyp	m	89
Middeldyp	m	30,8
Volum	x 10 ⁶ m ³	111
Midlere spesifikk avrenning (se kart neste side)	l/sek km ²	17
Årlig avløp	x 10 ⁶ m ³ /år	24
Teoretisk oppholdstid (vannutskiftningsstid)	år	4,6

2.4 Vannstandsvariasjoner

Figur 5 viser vannstandsvariasjonene i Glitre de siste 12 år. Vannstanden i Glitre er normalt nokså lite påvirket av drikkevannsutttaket. Vanligvis ligger vannstanden ca på kote 360 moh, og viser variasjoner over året på ca 1,5 m, noe som er normalt for denne type innsjøer også uten oppdemming og uttak av vann. Midt i perioden (nærmere bestemt i 1995-97) hadde man en periode med lavere vannstand, hvor vannstanden varierte mellom kote 357 og 358 moh. Innsjøen ble holdt på dette lave nivået på grunn av ombygginger ved vanninntaket. Dagens vannuttak har liten innvirkning på vannstanden, men fremtidig økende behov vil betinge større nedtappinger i tørre sommere.



Figur 5. Vannstandsvariasjoner i Glitre de siste 12 år.

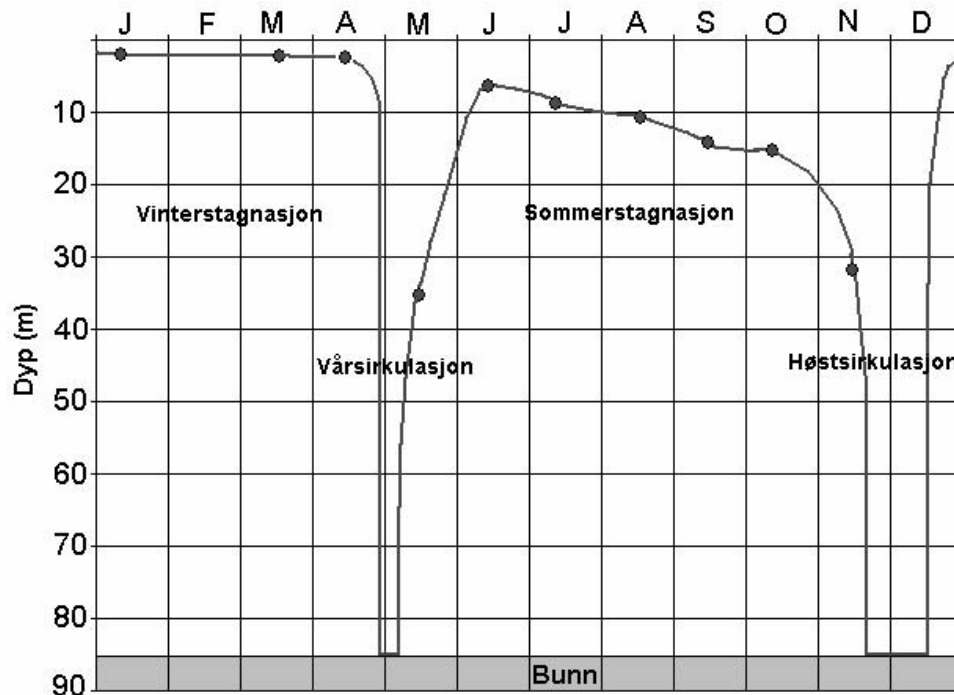
2.5 Termiske sjiktningforhold

Vann er tyngst ved 4 °C. Hver vår og høst har innsjøer i Norge denne temperaturen. Alt vann er da like tungt, og vannet i innsjøen sirkulerer lett som følge av vindgenerert strøm, eller konveksjon som følge av temperaturendringer. Ellers i året ligger lettere vann oppå tyngre vann, noe som gir stabilitet i vannmassene og forhindrer at vannet sirkulerer. Ofte dannes det et temperatursprangsjikt (sjikt med store temperaturforskjeller) mellom det lette overflatevannet og det tunge bunnvannet. Dette sjiktet fungerer som en sperre for blanding av overflatevann og dypere lag. Forurensninger tilføres innsjøer mer eller mindre alltid i overflatesjiktet (bekker, elver, direkteutslipp) og drikkevannsinntak i dypet er således godt beskyttet i de sjiktede periodene. I sirkulasjonsperiodene er drikkevannsinntakene mer utsatt, men i store dype innsjøer blir ofte akutte utslipp allikevel fortynnet så kraftig at det ofte er uproblematiske konsentrasjoner som når drikkevannsinntakene. Ved langvarige, fuktige høster, som f.eks. i 2000, vil man kunne få en langvarig tilførsel av bakterielt forurenset vann i sirkulasjonsperioden, og da opplever man også bakterieproblemer i dypvannsinntak i store dype innsjøer. Vårsirkulasjonen er gjerne mye kortere enn høst sirkulasjonen og gir derfor som regel mindre problemer.

De milde vintrene man har hatt den senere tiden har også medført at innsjøene har sirkulert langt utover vinteren før de blir islagt. Enkelte år blir de ikke islagt, som for eksempel Tyrifjorden. Glitre blir islagt hver vinter.

I langstrakte innsjøer vil vedvarende vind i en retning kunne stuve opp overflatevann i den ene enden, slik at sprangsjiktet kan presses dypt ned. Ved Toverud i Holsfjorden har man observert temperatursprangsjiktet presset helt ned til 40 m dyp i perioder med sterk nordavind (vind mot syd) (Berge 1983). Glitre er ikke særlig langstrakt, slik at denne effekten er ikke noe stort problem her.

Sjiktningens varighet og stabilitet er altså en viktig faktor for hvor godt beskyttet et dypvannsinntak i en innsjø er. **Figur 6** viser temperatursprangsjiktets beliggenhet til ulike årstider i Glitre (etter Søgård 1963).

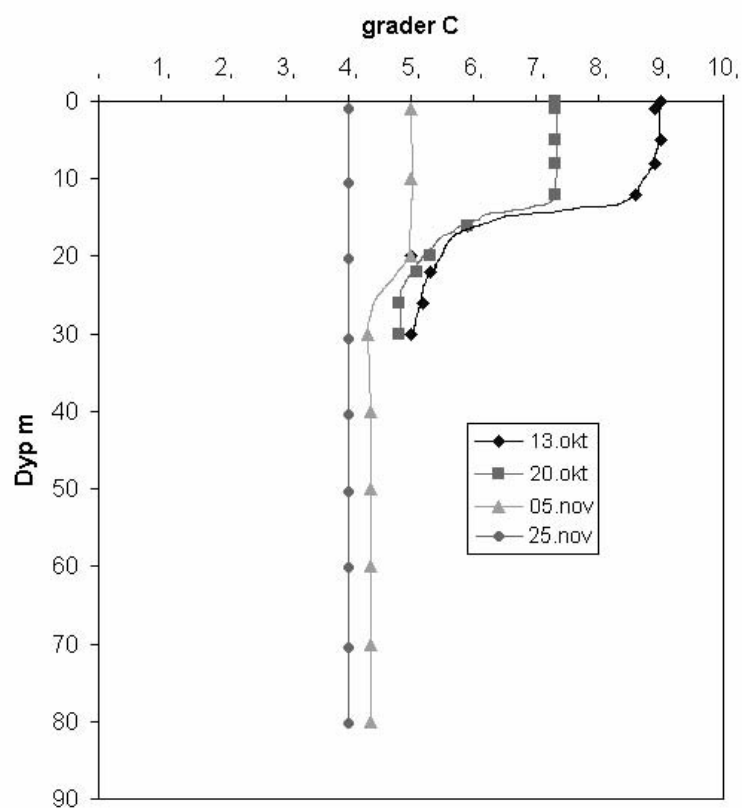


Figur 6. Temperatursprangsjiktets (termoklinen) beliggenhet ved ulike årstider i Glitre (temperaturdata fra Søgård 1963)

I overgangen april - mai er det en periode på 1-2 uker hvor innsjøens vannmasser sirkulerer, og om høsten i november – desember sirkulerer innsjøen litt lenger, fra 2-6 uker alt etter hvordan været er. Det meste av året er Glitre stabilt sjiktet. Forurensningene kommer inn i overflatelagene i en innsjø, og i stagnasjonsperiodene er dypvannsinntak godt beskyttet mot forurensninger. Over den røde linjen sirkulerer vannmassene. Selv om det går an å sirkulere en forurensning ned til et dypvannsinntak i sirkulasjonsperiodene, blir faren for akutt forurensning liten pga at det skjer en fortykning i hele innsjøvolumet i disse periodene.

Ut fra figuren ser man at vanninntaket på 30 m dyp er godt beskyttet av en stabilt sjiktet vannmasse det meste av året. Ved å legge inntaket ut på større dyp (f.eks. til 45-50 m) vil man oppnå i størrelsesorden 2 uker lenger beskyttelse mot sirkulasjon. Med såpass uforurenset tilrenning som man tross alt har fra Glitres nedbørfelt, utgjør ikke dette tiltaket noen stor økning av en sikkerhet som allerede er rimelig god. Men, dette er forutsatt at man holder vannstands nivået omtrent som i dag. Hvis man tenker seg at man på en tørr ettersommer må tappe Glitre ned 10 m, slik vi skulle ta høyde for i utredningen, vil det være sterkt ønskelig å legge inntaket ut til ca 40-50 m dyp. Dypere enn 50 m vil det ikke være noen gevinst i vannkvalitet, eller sikkerhet, snarere tvert i mot da man ofte ned mot det dypeste punkt observerer en reduksjon i vannkvaliteten igjen, se kapittel 3.2.4. Mer om dette under kapittel 5.2.4.

Figur 7 viser temperaturkurver og sirkulasjonsforhold høsten 2003. Innsjøen sirkulerte ved de 2 siste prøvetakingene 25. november og 2. desember. Da temperaturforholdene i vannet den 2. desember var svært like de man fant 25. november, ble det ikke utført systematiske målinger langs dybdegradienten denne dagen.



Figur 7. Sirkulasjonsforhold høsten 2003. Innsjøen sirkulerte ved de 2 siste prøvetakingene 25. november og 2. desember. (Ikke systematiske målinger fra 2. desember).

3. Sammenstilling av vannkvalitet i Glitre

3.1 Generell vannkvalitet i Glitre

Vannkvalitetsmessig er Glitre meget godt egnet til drikkevann både med hensyn til fysisk/kjemiske parametre, biologiske parametre og hygieniske parametre. Vannet er klart og fint med siktedyp på 9-10 m, og farge målt mot secchiskiva er gullig grønn. Det er lite humus, lite erosjonsmateriale og lite alger.

I **Tabell 2** er det gjengitt midlere verdier av vannkvalitetsparametre analysert på råvannet ved inntaket i Glitre og ved Landfalltjern behandlingsanlegg, sammenholdt med resultater fra 30 m dyp (over dypeste punkt) målt direkte i Glitre. Drikkevannsuttaget skjer på 30 m dyp.

Tabell 2. Middelverdier av kjemiske og hygieniske drikkevannsparemetre målt i undersøkelsesperioden desember 2002-desember 2003 i Glitre. Råvann ved inntaket i Glitre og ved Landfalltjern vannbehandlingsanlegg og målinger direkte i innsjøen.

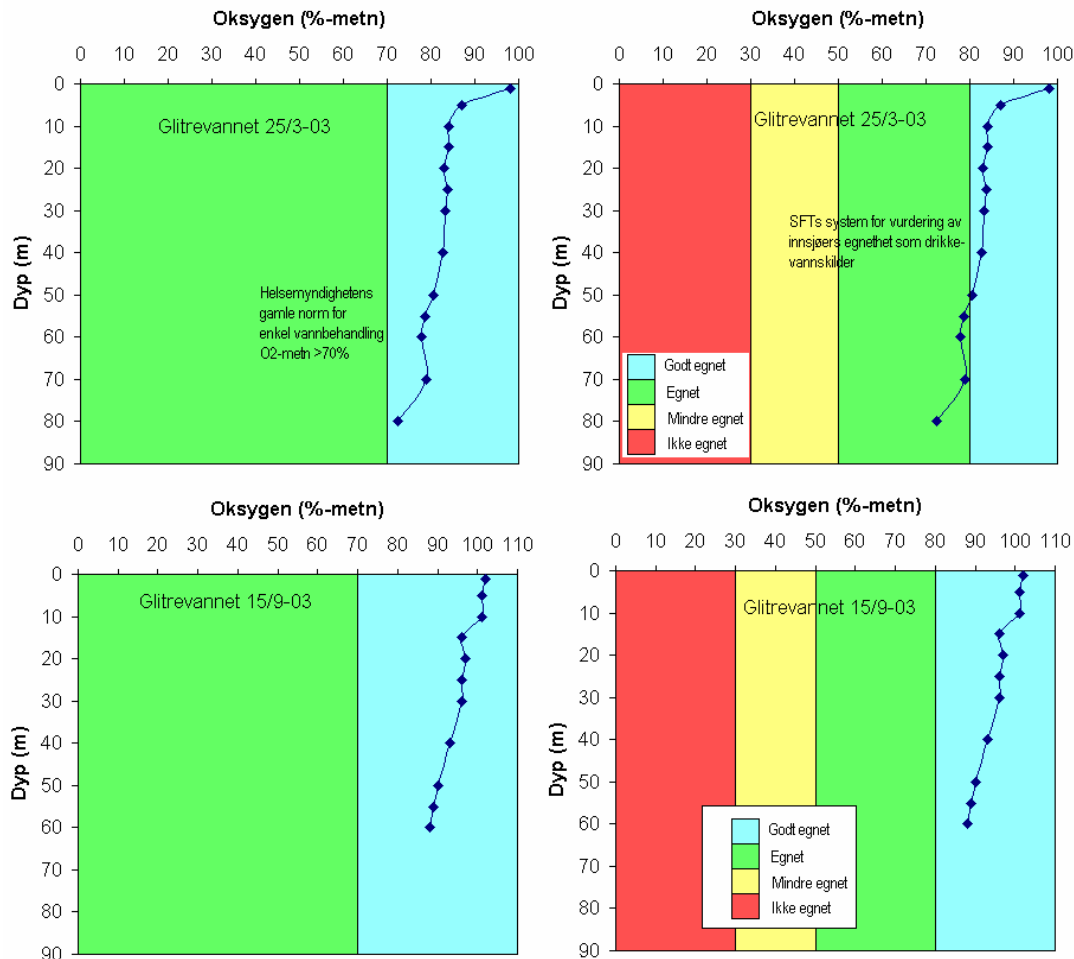
Vannkvalitetsparameter	Benevning	Glitre, råvannsinntak 30 m.	Råvann Landfalltjern	Innsjø 30m	Drikkevannsforskriften
pH	pH	6,4	6,6	6,4	6,5-9,5
Konduktivitet	mS/m	2,3	3,3	2,36	<250
Turbiditet	FTU	0,8	0,2	0,44	<1
Farge	mg Pt/l	9,3	10	10	<20
TOC	mg C/l	2,7	2,3	2,9	<5
Ca	mg/l	2,1	3,7		
Mg	mg/l	0,3	0,4		
Na	mg/l	1,3	1,5		<200
Alkalitet	mekv/l	0,1	0,1		
Cl	mg/l	1	1		<200
NO ₃	µgN/l	175	220	183	<10000
Tot-N	µgN/l	255	330	270	
Fe	µg/l	10	70	<10	<200
Mn	µg/l	18	81	14	<50
Al tot	µg/l	81	52		<200
Al Reaktivt	µg/l	38			
Al Illabilt	µg/l	19			
Al Labilt	µg/l	19			
Kimtall	antall/ml	12	35	6	<100
TKB	antall/100 ml	0,3	0,3	0	0
Clostridium perfringens	antall/100 ml	0	0	0	0
Int enterokokker	antall/100 ml	0	0	0	0

For de fleste parametre er det liten forskjell mellom råvannet målt ved Landfalltjern og målt på 30 m dyp i selve innsjøen. Unntak er jern og mangan, som begge øker gjennom markert gjennom overføringstunnelen. Kimtall og ledningsevne øker også gjennom overføringstunnelen. Mangan ligger ofte over drikkevannsnormen når vannet kommer fram til Landfalltjern. De andre parametrene har verdier som tilfredsstillende drikkevannsforskriften med god margin. At ledningsevnen øker noe som følge av utløsning av metallioner fra tunnelveggen er naturlig, men hvorfor kimtallet øker, er ikke klart. Dette kommer en tilbake til senere i rapporten.

3.2 Målinger ute i selve Glitre ved denne undersøkelsen

3.2.1 Oksygen

Figur 8 viser oksygenkonsentrasjonen ved ulike dyp på de årstider det er lavest oksygenkonsentrasjoner i dypvannet, nemlig ved slutten av vinterstagnasjonen og slutten av sommerstagnasjonen. Oksygenkonsentrasjonen var noe lavere ved slutten av vinterstagnasjonen enn ved sommerstagnasjonen, men ved begge tilfeller må oksygenkonsentrasjonen i Glitre sies å være meget bra. De gode oksygenforholdene gjør at det ikke vil kunne skje oppkonsentrering av jern og mangan i selve innsjøen, noe en ofte kan se i innsjøer der oksygenkonsentrasjonen i dypvannet faller under 50 % metning.



Figur 8. Oksygenkonsentrasjon i ulike dyp i Glitre ved slutten av stagnasjonsperiodene vinteren og sommer 2003. Venstre panel viser resultatene i forhold til helsemyndighetenes norm, mens høyre panel viser resultatene i forhold til SFTs egnethetskriterier.

Glitre har en glimrende vannkvalitet mht innhold av oksygen og er i så måte velegnet som drikkevannskilde. Det betyr bl.a. at det ikke vil bli problemer med oppkonsentrering av jern og mangan i dypvannet ved slutten av stagnasjonsperiodene, samt liten sannsynlighet for at det vil oppstå lukt- og smaksproblemer i innsjøens dypvann.

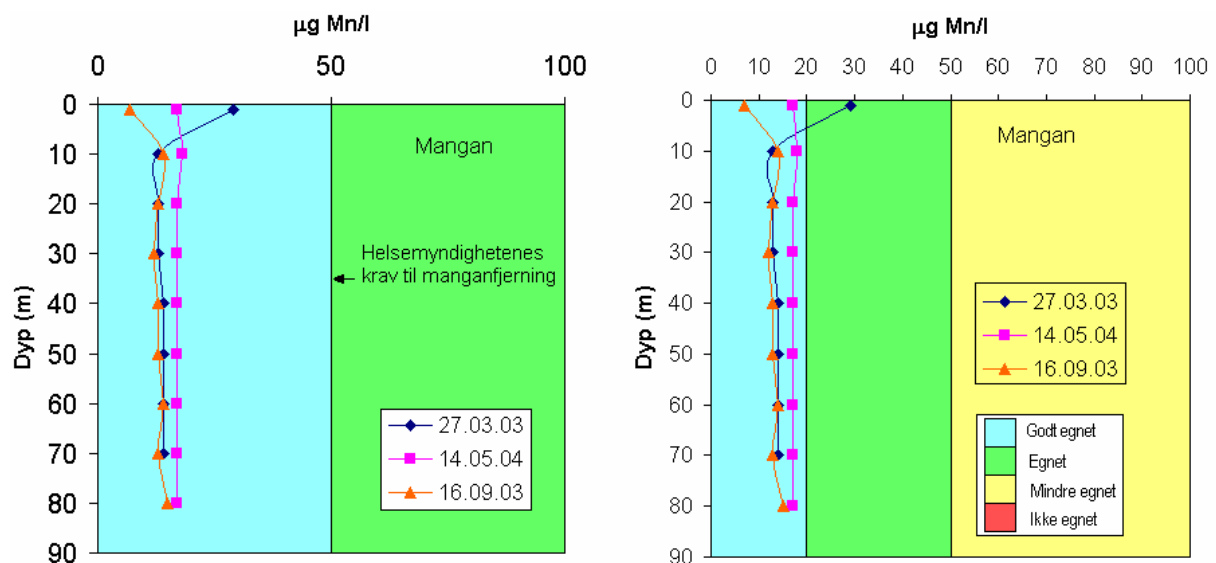
3.2.2 Jern og mangan

Jern

Konsentrasjonen av jern i selve Glitre var hele tiden lavere enn AnalyCens deteksjonsgrense på 10 µg Fe/l, og vi kan derfor ikke vise hvordan konsentrasjonene fordelte seg i dyp og tid. 10 µg/l er imidlertid en svært lav konsentrasjon, og ligger langt under drikkevannsforskriftens krav som ligger på 200 µg/l.

Mangan

Mangan fordelte seg i vannmassen som vist i **Figur 9**. Dataene er hhv. fra vinterstagnasjonen, vårsirkulasjonen og sommerstagnasjonen. I venstre panel vises dataene i forhold til drikkevannsforskriftens krav og i høyre panel vises de i forhold til SFTs egnethetskriterier for drikkevann. Det er lave manganverdier i alle dyp til en hver tid i Glitre, og det er ingen antydning til akkumulering i dypet under stagnasjonsperiodene, noe som er vanlig i jern- og manganpåvirkede innsjøer, og særlig hvis oksygenkonsentrasjonen i dypvannet avtar.



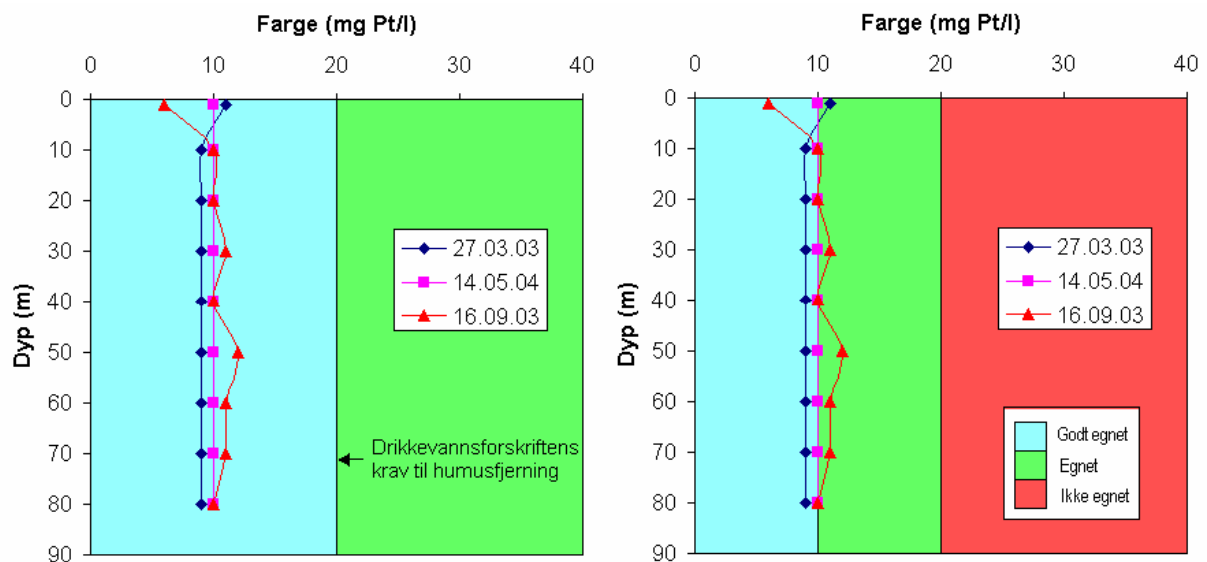
Figur 9. Mangankonsentrasjoner i Glitre i 2003. Venstre panel viser verdier i forhold til drikkevannsforskriftens norm, mens høyre panel viser SFTs egnethetskriterier.

Selve innsjøen Glitre har en glimrende drikkevannkvalitet mht innhold av jern og mangan. Imidlertid frigis det en del av disse metallene fra den råsprenkte overføringstunnelen, slik at råvannet når det kommer til behandlingsanlegget ved Landfalltjern periodevis har noe for høyt manganinnhold.

3.2.3 Farge

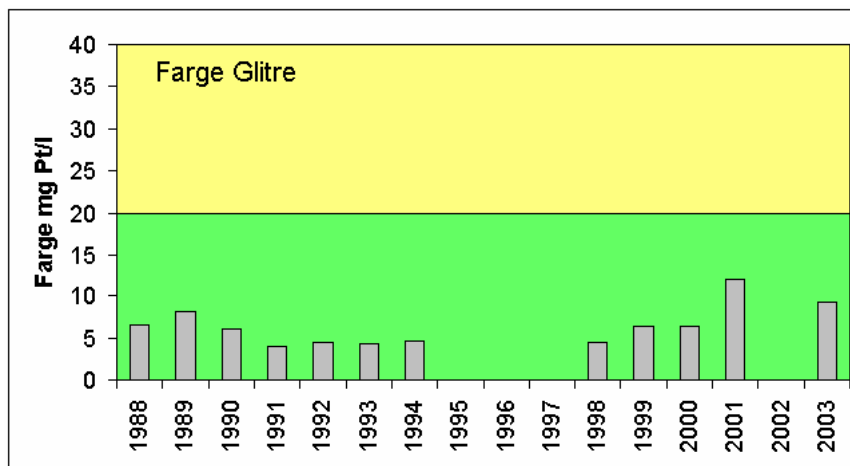
Farge er ofte et av hovedproblemene med vannforsyning fra overflatekilder i Norge. Fargen kommer hovedsaklig som følge av utvasking av humusstoffer fra nedbørfeltet, men også fra sesongvis akkumulering av jern og mangan i dypvannet av innsjøer. Kravet til fargefjerning er ved overskridelse av 20 mg Pt/l. Det har i de senere årene skjedd en økning i fargen ved norske vannverk, noe som man antar har sammenheng med et mildere og fuktigere klima. I dette avsnittet vil vi se litt på farge i ulike dyp og til ulike årstider i Glitre, samt på utvikling over tid og i forhold til andre vannverk.

Glitre har en god vannkvalitet ut fra myndighetenes fargekriterier for drikkevannskilder, se **Figur 10**.

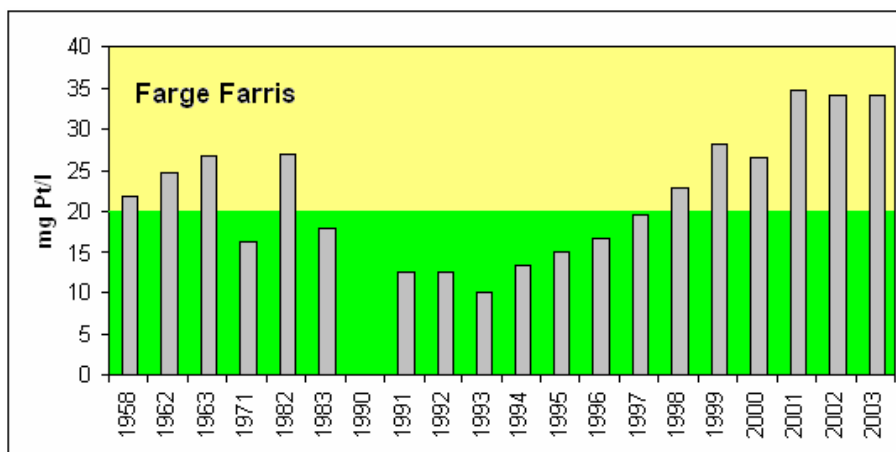


Figur 10. Fargeobservasjoner i ulike dyp over Glitres dypeste punkt. Til venstre i forhold til Drikkevannsforskriftens krav til fargefjerning, til høyre i forhold til SFTs egnethetskarakterisering av vannkilder.

Figur 11 viser tidsutvikling av farge i råvannet til Glitrevannverket. Fargen har hele tiden ligget lavere enn Drikkevannsforskriftens krav til fargefjerning (20 mg Pt/l). I slutten av 1980-åra hadde man en topp i fargekonsentrasjonen, så en bunn i første halvdel av 90-åra, og deretter en stigning som kulminerte med en stor topp i 2001. Noenlunde samme forløp i fargeutvikling har man hatt i Farrisvannet (Berge 2002), som er Vestfold interkommunale vannverks hovedkilde, se **Figur 12**. I regnværperioder og snøsmelteperioder renner det av betydelig mer humus fra nedbørfeltene enn i tørre perioder, og det er antatt at år-år variasjoner i meteorologiske forhold er den viktigste faktor for varierende fargeinnhold i overflatevann (Løfgren et al 2003). De høye 2001-verdiene skyldes den særdeles våte ettersommeren og høsten 2000. Det er fryktet at et mildere og fuktigere klima fremover vil gi økt humusavrenning fra nedbørfeltene og derigjennom økt farge i drikkevannskilder. Skaret (2004) greidde imidlertid ikke å se noen klar sammenheng mellom beregnet avrenning og farge i Glitrevannverkets råvann. Glitres lange oppholdstid gjør en slik direkte analyse vanskelig.



Figur 11. Midlere farge i råvann til Glitrevannverket. Grense for krav til fargefjerning er angitt. Det er fortsatt god margin til at fargefjerning er nødvendig.



Figur 12. Til sammenlikning; Midlere farge i Farrisvannet, Vestfold Interkommunale Vannverks hovedkilde. (etter Berge 2002). Helsemyndighetenes grense for fargefjerning er overskredet de siste åra.

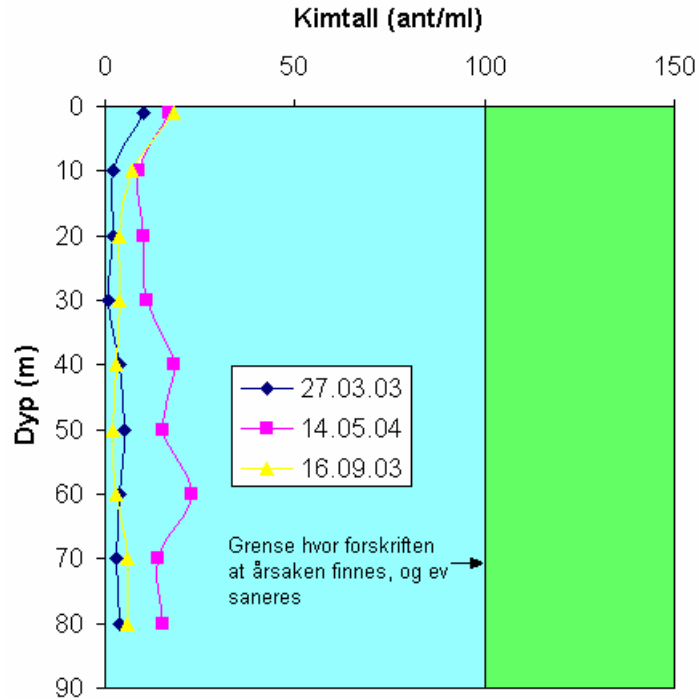
Ved NIVAs undersøkelse i 1961 var midlere farge på 20 m dyp i Glitre 7 mg Pt/l (Samdal 1962). Sammenliknet med mange andre vannkilder i Norge ligger Glitre meget godt an mht farge. Det er ikke sannsynlig at farge vil bli noe problem i Glitre med dagens tilrenning. Overføring av vann fra nye felter kan endre på dette, noe vi kommer tilbake til senere i rapporten.

3.2.4 Kimtall

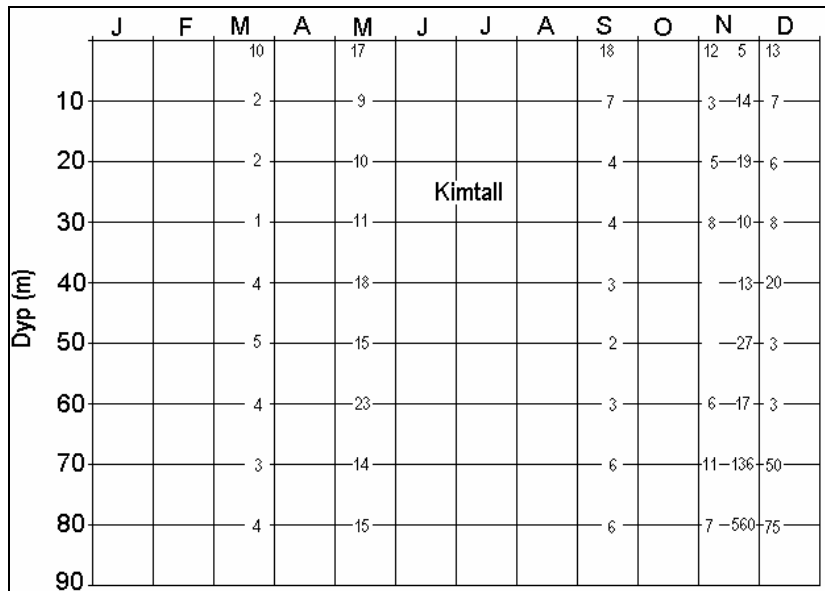
Kimtall er et relativt mål for totalmengden bakterier i vann. I naturlig innsjøer uten forurensninger fra mennesker og dyr ligger kimtallet alltid under 100 bakterier per ml. Kimtall i ulike dyp under vinterstagnasjonen, vårsirkulasjonen og sommerstagnasjonen over Glitres dypeste område er vist i **Figur 13**. Kimtallene er meget lave, og langt under 100 per ml som er den grense som drikkevannsforskriften sier ikke bør overskrides. Prøvene er her tatt på presteriliserte flasker som åpnes og fylles i prøvetakingsdypet, slik at muligheten for kontaminering er nærmest ikke eksisterende.

I intensivundersøkelsen under høst sirkulasjonen ("kortslutningsprogrammet") ble bakterieprøvene tatt med vanlig vannhenter og fremstilles derfor ikke her da man ved bruk av vanlig vannhenter kan

forvente en viss fare (dog liten) for kontaminering. Resultatene var imidlertid ikke vesentlig høyere fra 10 m og nedover, se **Figur 14**. De øverste 10 m av vannsøylen ble imidlertid påvirket av tilrennende bekker på stasjoner nær land, mens resultatene fra hovedstasjonen (over dypeste punkt) ble ikke påvirket av de svulmende høstbekkene selv under høstsirkulasjonen dette året.



Figur 13. Kimtall i Glitre i ulike dyp under vinterstagnasjonen, vårsirkulasjonen og sommer stagnasjonen. Målingene er foretatt over Glitres dypeste punkt.

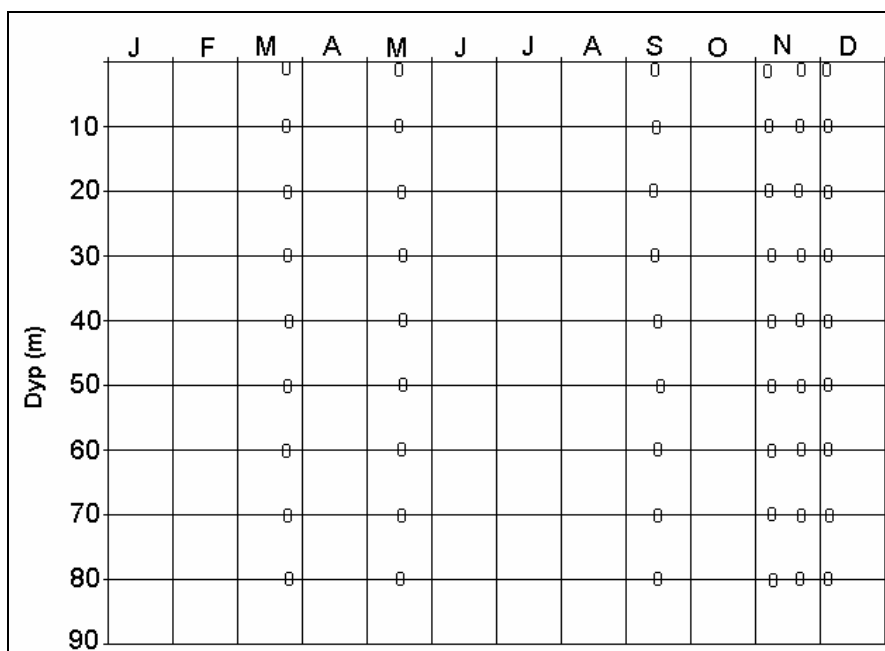


Figur 14. Kimtall (enkeltprøver - bakt per ml) ved hovedstasjonen over dypeste punkt ved de ulike prøvetakingene.

I de helt bunnære sjikt ble det observert økt kimtall under høstfullsirkulasjonen, se **Figur 14**. Det samme er observert i Holsfjorden (Berge et al 2001). Det er ikke lett å si eksakt hvilken mekanisme som ligger til grunn for denne observasjonen, men det kan f.eks. være bakterier som er knyttet til sedimentet, og som virvles opp under sirkulasjonen ved at de følger med tetthetsstrømmer som glir langs sedimentet ned mot de dypeste områdene. Det kan også være heterotrofe bakterier knyttet til nedbrytning av organisk stoff som oppkonsentreres i dypet som følge av sedimentasjonsprosesser. Uansett årsak indikerer disse observasjoner at man ikke skal legge drikkevannsinntaket alt for dypt ned mot en innsjøes dypeste punkt.

3.2.5 Termotolerante koliforme bakterier (TKB)

Dette er hva man ofte kaller ekte tarmbakterier. Drikkevannsforskriften krever at slike ikke skal finnes i drikkevannet. Glitre ble undersøkt for slike bakterier i ulike dyp under vinterstagnasjonen, vårsirkulasjonen, sommerstagnasjonen, og ved 3 anledninger under høstsirkulasjonen 2003. Det ble ikke påvist TKB i noen av prøvene, se **Figur 15**.



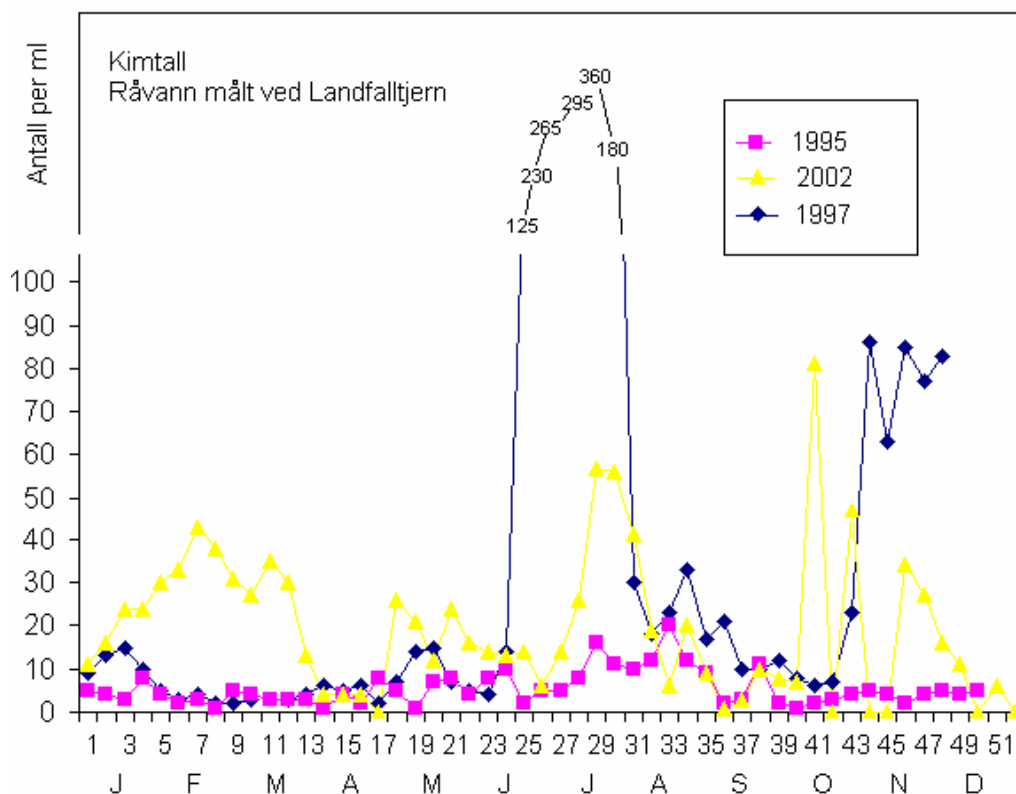
Figur 15. Undersøkelse av termotollerante koliforme bakterier (TKB - enkeltprøver) over Glitres dypeste punkt i 2003. Det ble ikke påvist TKB hverken under vinterstagnasjon, vårsirkulasjon, sommerstagnasjon eller høstsirkulasjonen.

3.3 Bakterier i råvann målt ved Landfalltjern.

Dette er utfyllende behandlet i et notat av Jarle Skaret (2004), se vedlegg bakerst i rapporten, og her gjengis kort noen hovedkonklusjoner.

3.3.1 Kimtall i vannverkets råvann

Figur 16 viser noen kimtallresultater fra den rutinemessige overvåkingen av råvannet ved Landfalltjern vannbehandlingsanlegg. Resultatene er fra det verste året (1997), det nest verste året (2002) og fra det beste året (1995). **Figur 17** viser midlere kimtallkonsentrasjon i råvannet målt ved Landfalltjern fra 1992-2003 (etter Skaret 2004).



Figur 16. Kimtall i råvann målt ved inntaket ved Landfalltjern vannbehandlingsanlegg. Det beste året (1995), det verste året (1997) og det nest verste året (2002). Resultatene fra alle de andre årene lå i mellom verdiene fra 2002 og 1995.

I 1997 og 2002 hadde man en topp i kimtallet midtsommers og en senere topp i forbindelse med høstfullsirkulasjonen. Midtsommerstoppen i 1997 var svært høy sammenliknet med alle de andre årene. Skaret (2004) mener å kunne se en viss tendens til at kimtallet er høyere i de årene hvor innsjøen var tappet ned. Det er imidlertid bare 1997 som skiller seg særlig ut mht høyt bakterieinnhold. Denne sommeren var svært tørr og husdyr trakk ned til vannet for å drikke, noe som gjorde at det ble liggende husdyrekskrementer i strandsonen (Jarle E. Skaret pers medd). Innsjøen var imidlertid senket også i 1995 og i 1996 uten at man fikk noe mer bakterier i råvannet. Det høye kimtallet midtsommers i 1997 ble ikke fulgt av økt innhold av koliforme bakterier, noe som burde vært tilfelle hvis beitedyr i strandkanten skulle være årsaken.

Sommertoppen 1997 er så stor at det er vanskelig å skjønne hvordan det kan være livsgrunnlag for en så stor mengde heterotrofe bakterier i vannmassene til en så næringsfattig innsjø som Glitre, særlig i den stratifiserte perioden da dypvannet skulle være godt beskyttet mot bakterier. Hadde det høye kimtallet hatt sin årsak i forurensning fra husdyr, ville man også fått en økning i koliforme bakterier, noe man ikke fikk. Hadde det hatt sin årsak i utvasking av slam fra reguleringssonen, ville man trolig sett det på turbiditeten, noe man heller ikke gjorde. Høsttoppene i kimtall er ofte fulgt av økning også i koliforme bakterier, og kan da forklares med sirkulasjon i Glitre og økt tilrenning av forurensninger.

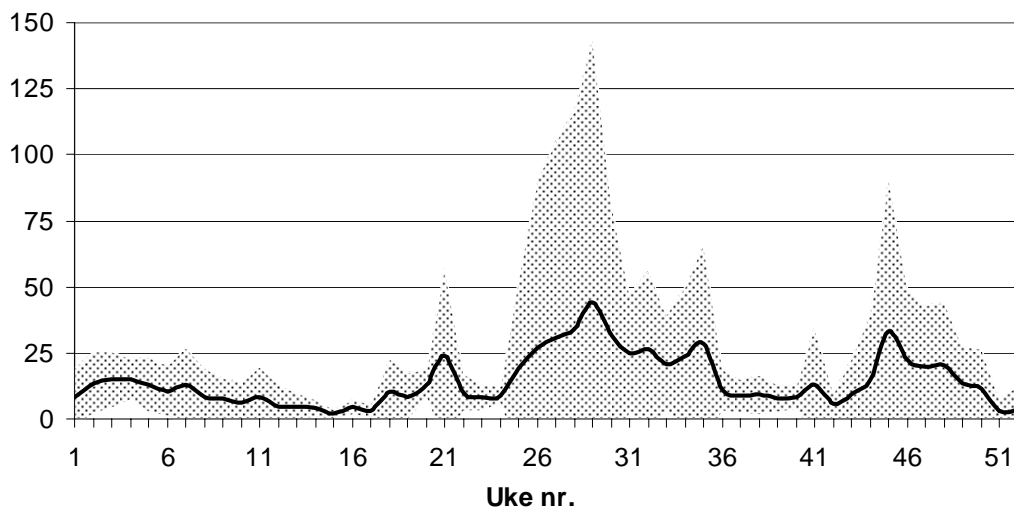
De eneste parameterne som viser en markant konsentrasjonsøkning når vannet passerer gjennom den råsprengte tunnelen, er jern og mangan. Det er da nærliggende å mistenke at det kan være jernoksidierende bakterier som har slått ut på kimtallanalysene. I henhold til Folkehelseinstituttet er dette lite sannsynlig da de fleste jernbakterier ikke vokser på kimtallsmediet, eller de vokser så sakte at de ikke har gjort utslag på 72 timers testen. I tørre sommere er det liten fornyelse av grunnvannet, oksygenkonsentrasjonen faller og utløsningen av 2 verdig jern øker.

I en råsprengt overføringstunnel vil det være små vannhastigheter, og mulighet for sedimentasjon av organisk finmateriale. På dette vil det alltid gro heterotrofe bakterier (kimtall bakterier). Hva som blir liggende av disse, og hva som virvles opp, vil til en hver tid være en likevekt mellom vannhastigheten i tunnelen og synkehastigheten til bakteriene. En kan tenke seg at i tørre år, så vil vannforbruket midtsommers øke pga vanning av hager og gartnerier. Dette vil kunne øke vannhastigheten i tunnelen over den tidligere etablerte likevekten mellom sedimentasjon og oppvirvling. På denne måten kan vannet transportere med seg noe av de heterotrofe bakteriene assosiert med slammet i tunnelen, og bli registrert på kimtallsanalysene av råvannet ved Landfalltjern.

I ettertid har vi fått inn data fra 1997 fra Liers hoveduttak fra Glitretunnelen, Kleivdammen. Her målte de kimtallkonsentrasjoner mellom 0 og 2 bakt per ml, mens man ved Landfalltjern målte mellom 100 og 300 bakt/ml. Dette indikerer at bakteriene har sin opprinnelse på tunnelstrekningen mellom Egga og Landfall vannbehandlingsanlegg.

Man skal imidlertid heller ikke se helt bort fra at den høye kimtallstoppen i 1997 kan ha hatt sin årsak i en systematisk analysefeil ved f.eks. forurensning av vekstmedium eller vedlikeholdsmedium. Den helt riktige forklaringen på det høye kimtallet i råvannet ved Landfalltjern sommeren 1997 finner man nok ikke, men kimtallstoppen er vanskelig å forklare ut fra menneskeindusert forurensning. Det kan lett lages et undersøkelsesopplegg som kan avklare forekomst av ulike typer "tunnel-bakterier" og i hvilken grad de gir utslag på kimtallanalysene ved ulike tidspunkt.

Med unntak av midtsommertoppen i 1997, så har kimtallet i alle år ligget langt under 100 bakt/ml som er grensen i drikkevannsforskriften, se **Figur 17**.

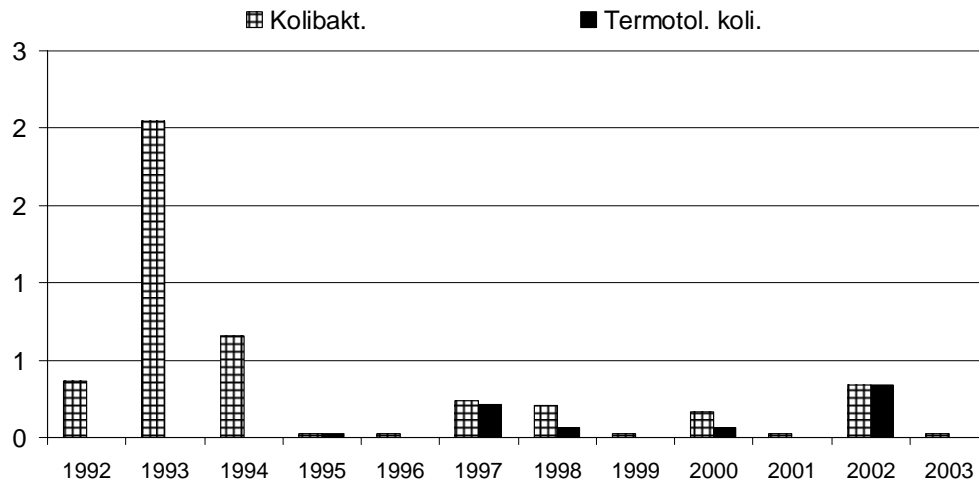


Figur 17. Kimtall i råvann målt ved Landfalltjern vannbehandlingsanlegg. Middelerverdier av rutineprøver i perioden i 1992-2003. Standardavvik er angitt. Etter Skaret (2004).

Vi ser at det i gjennomsnitt er en topp mht. kimtall i juli-august, pluss en mindre topp i forbindelse med høstsirkulasjonen. Tallverdiene er imidlertid lave.

3.3.2 Koliforme bakterier i vannverkets råvann

Figur 18 viser innhold av koliforme bakterier i råvann målt ved Landfalltjern vannbehandlingsanlegg ved ulike år. **Tabell 3** gir en del statistikk om funnene av koliforme bakterier i den rutinemessige prøvetakingen av råvannet.



Figur 18. Koliforme bakterier (årmiddel av ukentlige rutineprøver) i råvann målt ved Landfalltjern i ulike år. Data etter Skaret 2004.

Tabell 3. Mikrobiologiske rutineprøver, Landfall vannb.anlegg 1978-2003:

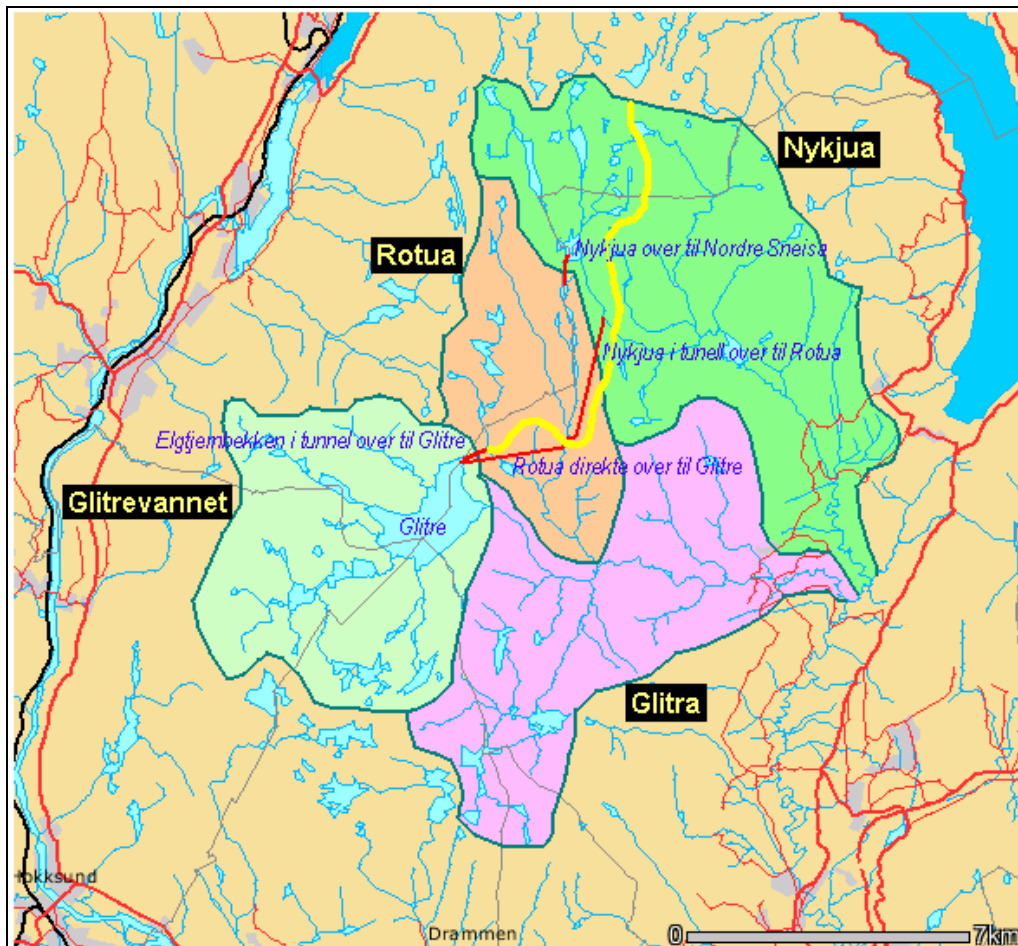
Års-tell.	Koliforme bakt.				Termotol. kolif. bakt. (/presumpt. E.coli)*			
	Ant. prøver	Maks. verdi:	Ant. prøver>0	% prøver >0	Ant. prøver	Maks. verdi:	Ant. prøver>0	% prøver >0
1978	10	0		0.0				
1979	24	1	1	4.2				
1980	26	0	0	0.0				
1981	36	3	3	8.3				
1982	30	0	0	0.0				
1983	38	0	0	0.0				
1984	26	0	0	0.0				
1985	38	0	0	0.0	44	0	0	0.0
1986	41	2	1	2.4	41	0	0	0.0
1987	38	0	0	0.0	38	0	0	0.0
1988	39	2	2	5.1	39	0	0	0.0
1989	37	0	0	0.0	37	1	1	2.7
1990	48	1	3	6.3	48	0	0	0.0
1991	43	2	5	11.6	43	1	1	2.3
1992	41	7	6	14.6	41	0	0	0.0
1993	49	26	12	24.5	49	0	0	0.0
1994	46	17	5	10.9	46	0	0	0.0
1995	50	1	1	2.0	50	1	1	2.0
1996	46	1	1	2.2	46	0	0	0.0
1997	47	3	9	19.1	47	3	8	17.0
1998	48	6	4	8.3	48	2	2	4.2
1999	45	1	1	2.2	45	0	0	0.0
2000	49	3	5	10.2	49	1	3	6.1
2001	50	1	1	2.0	50	0	0	0.0
2002	47	16	1	2.1	47	16	1	2.1
2003	47	1	1	2.1	47	0	0	0.0

*) F.o.m. 2002 har vi analysert på E.coli i stedet for termotolerante koliforme bakterier. De har den samme referansemetode (NS 4792), dvs. er sammenlignbare parametre.

4. Nye overføringer

4.1 De nye feltene

For å øke kapasiteten til Glitrevannverket er det planer om å overføre vann fra Nykjua og Rotua. Det er ikke sagt noe konkret om hvor overføringene skal skje, men i **Figur 19** har vi skissert kanskje de mest aktuelle alternativene. Det er tatt utgangspunkt i at vannet skal kunne renne til Glitre ved selvføll. Mht Nykjua vil det enkleste være å føre vannet i tunnel over til nordre Sneisa og la det renne ved selvføll ned til Rotua, og at vannet tas over fra Rotua et stykke nedstrøms samløpet med Fjellbekken. Området mellom Sneisavannene er meget myrlendt med tykke *Sphagnum*-avsetninger i selve vassdraget. Det vil være forbundet med risiko å føre for stor vannføring gjennom dette området da det helt sikkert vil resultere i med-transport av betydelige mengder organisk materiale. En liknende overføring var en av hovedgrunnene til at Oppegårdtjernet ble ødelagt som vannkilde for Frogn kommune (Berge 1991), som nå må kjøpe vann fra Glitre. Det vil derfor være å anbefale å ta vannet fra Nykjua over til Rotua i tunnel litt lenger nede. Myrområdene i Sneisavannene må få ligge helt uforstyrret av mekaniske og hydrologiske inngrep.



Figur 19. Mulige nye overføringer av deler av Rotuas og Nykjuas nedbørfelt til Glitre. Rød strek viser overføringsalternativer. Arealet vest for den gule streken indikerer økning av nedbørfeltet. Kartgrunnlag: NVE-Atlas.

4.2 Kjemisk vannkvalitet – konsekvenser av blanding

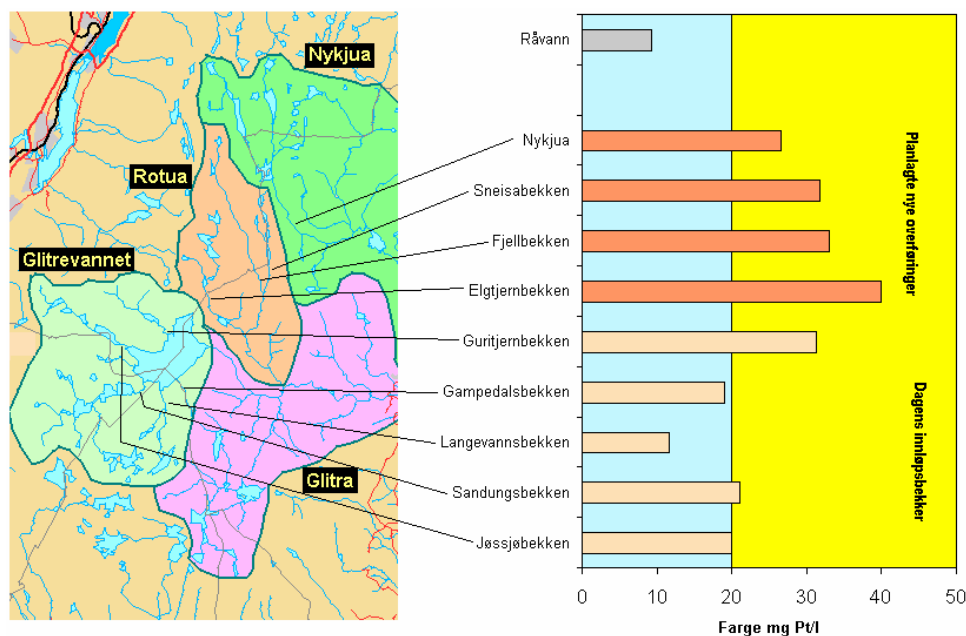
I dette avsnittet vil vi sammenlikne data fra dagens tilløpsfelter med vannkvaliteten i avrenningen fra de planlagt overførte feltene. Vi vil se på de parametrene som trolig vil kunne være av problemkarakter:

- Farge og organisk stoff
- Forsuring og aluminium
- Jern og mangan

4.2.1 Farge og organisk stoff

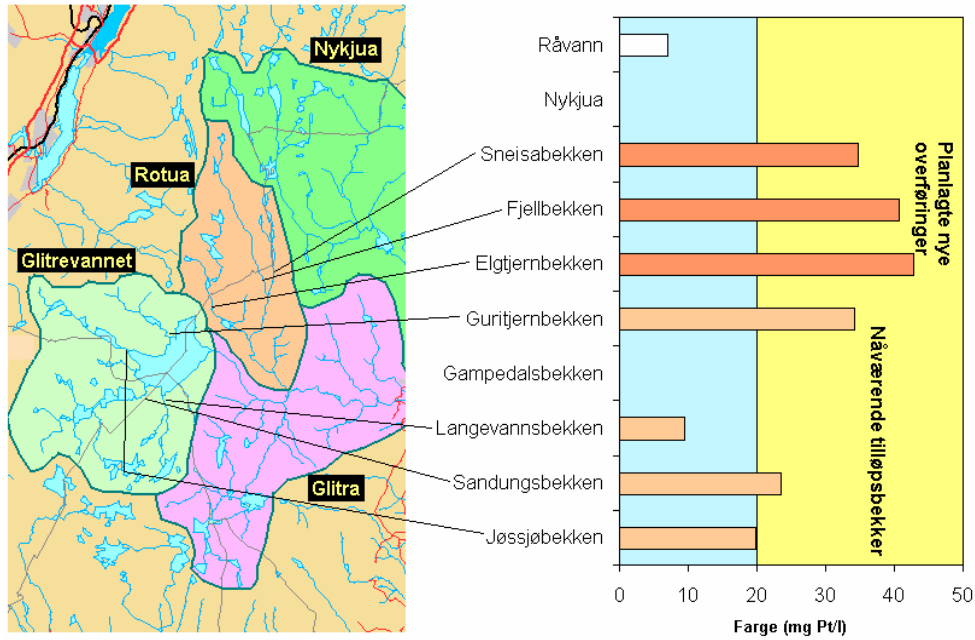
Farge er den parameter som oftest overskrides i råvannet fra norske vannverk, og som derved betinger etablering av fullrensing. Fargen skyldes i det alt vesenlige tilrenning av humuskomponenter fra nedbørfeltet, spesielt fra myrlendt terreng. Det er også denne parameter som har vist økning de siste årene, og som er mest bekymringsfull ved overføring av de nye feltene. Frogn vannverk fikk sin vannkilde mer eller mindre ødelagt ved overføring av humusholdige tilleggfelt til Oppegårdtjernet (Berge 1991). Det er ikke bare at man får blandet inn vann med mer humus (blandingskonsentrasjon), men effekten forsterkes ved at oppholdstiden i innsjøen går ned og dermed innsjøens evne til å fjerne humus.

Figur 20 viser middelerverdier av farge i dagens tilløpsbekker sammenliknet med de bekkene som man tenker overført (data fra denne undersøkelsen). Ut fra disse observasjonene (4 obs) kan det se ut som om det er noe mer humus i de bekkene man tenker å overføre. Grensen for krav til rensing på 20 mg Pt/l er også vist. Dagens midlere farge i tilløpene er på ca 20 mg Pt/l, mens i de planlagt overførte feltene er middelerverdien 32 mg Pt/l. Gjennom den lange lagringen i innsjøen (oppholdstid 4,5 år) avtar fargen til under det halve, i overkant av mg 9 Pt/l.



Figur 20. Det kan se ut som om det er noe mer humus i de bekkene man har tenkt å overføre enn i dagens tilløpsbekker til Glitre. Data fra denne undersøkelsen (middelerverdier av 4 samtidige observasjoner i 2002-2003).

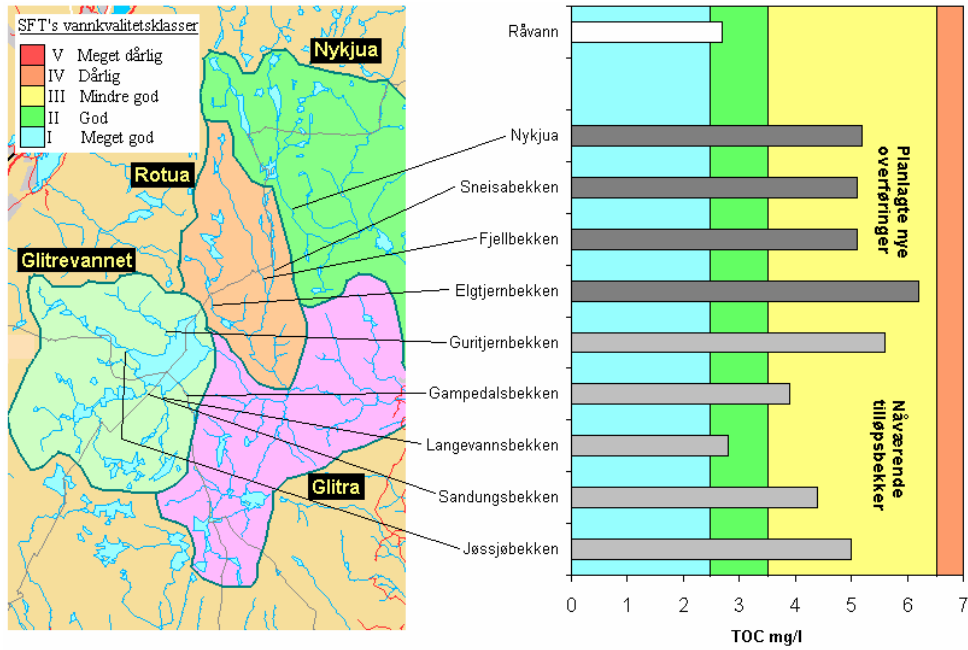
I **Figur 21** er tidligere fargedata fra tilløpsbekkene fremstilt på samme måte (middelverdier fra 6 prøveserier i perioden 1998-2001, samtidige prøver fra alle bekkene). Data fra Gampedalsbekken og Nykjua var ikke med i denne undersøkelsen. Det synes klart at dagens 3 store tilløpsbekker, Sandungsbekken, Jøssjøbekken og Langvannsbekken har markert mindre farge enn de tre bekkene i Rotuas nedbørfelt som det er snakk om å overføre. Som ut fra siste undersøkelse (forrige figur) er forholdet omtrent det samme, nemlig at dagens tilrenning synes å ha farge på omtrent 20 mg Pt/l, mens de planlagt overførte feltene synes å ha en midlere fargeverdi på ca 30 mg Pt/l. Gjennom innsjøen reduseres humusinnholdet ut fra dette datasettet til 7 mg Pt/l (65 % reduksjon), dvs noe større reduksjon enn fra datasettet fra undersøkelsen i 2003 (55% reduksjon).



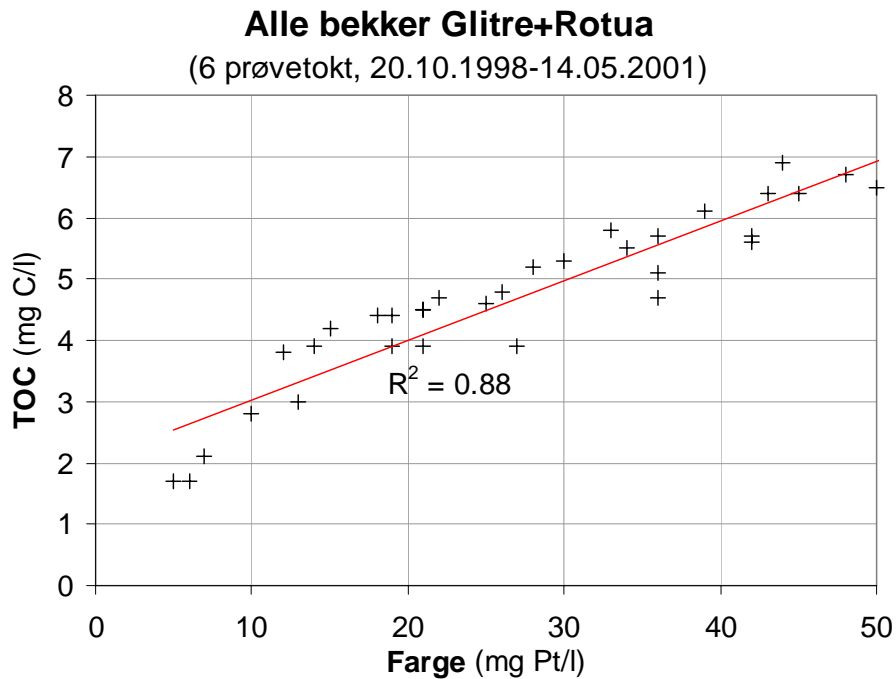
Figur 21. Farge ved tidligere undersøkelser. Mittelverdier av 6 samtidige observasjoner i perioden 1998-2001.

Med hensyn til statistisk usikkerhet kan det sies at 10 observasjoner fra hver bekk er litt lite for å uttale seg om forskjeller bekkene i mellom. Det som styrer humuskonsentrasjoner i bekk er avrenningsforhold, enten betinget av nedbør (sommer), eller snøsmelting (vinter). Ved hver prøveserie er alle bekkene prøvetatt samme dag, altså ved samme avrenningsforhold. Dette gjør at de observerte forskjellene mellom bekkene høyst sannsynlig er reelle. De 2 prøvesettene gav i tråd med dette ca de samme forskjeller.

Figur 22 viser innhold av organisk stoff målt som totalt organisk karbon (TOC) i dagens tilløpsbekker i forhold til de planlagte nye overføringene. En ser at det synes å være mer TOC i de nye overføringene, noe som er logisk da det er svært god samvariasjon mellom farge og TOC, **Figur 23**.



Figur 22. TOC i de planlagte overføringene sammenliknet med de nåværende tilløpsbakkene. Data fra denne undersøkelsen (middelverdier av 4 observasjoner).

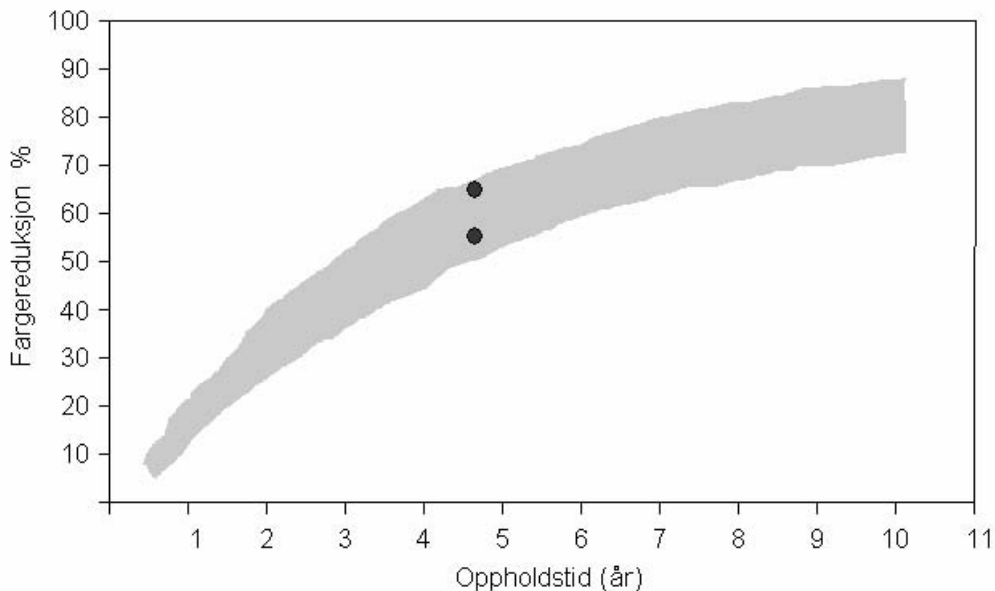


Figur 23. Sammenhengen mellom Farge og TOC i tilløpsbakkene til Glitre, samt Rotua (etter Skaret 2003).

4.2.2 Overføringens farge-effekter i Glitre

Glitres nedbørfelt er 45 km² hvorav innsjøen utgjør 3,8 km². Areal av tilrenningsfeltet er da 41,2 km². Ved maksimal utnyttelse av Nykjua, og Rotuafeltet (Sneisabekken, Fjellbekken og Elgtjernbekken) kan man legge inntil ca 35 km², dvs man øker Glitres nedbørfelt med 75 %. Det er da tatt utgangspunkt i at man tar inn bekkene på ca kote 362 moh slik at de kan renne ved selvføll mot Glitre.

Hvis man setter at midlere spesifikke avrenning i nedbørefeltet til 17 l/sek x km² (se **Figur 4**) blir årlig avløp for Glitre i dag ca 24,7 mill m³. Glitres volum er på 111,3 mill m³. Den teoretiske oppholdstiden for vannet i Glitre er da ca 4,5 år. Fargen reduseres i løpet av denne tiden til ca 9 mg Pt/l ved et uttall av prosesser (mat for bakterier, utfнокking og felling, nedbrytning som følge av UV-lys, mm). Selv om det er mange prosesser som virker, er alle disse en funksjon av tid, og da blir det tiden i innsjøen som er viktigste samlefaktor som er bestemmende for reduksjonen i humusinnholdet. Det er foreløpig ikke laget noen empirisk funksjon som beskriver hvordan humusnedbrytning i innsjøer er avhengig av oppholdstiden, men man kan anta at det skjer ved en krum funksjon noe liknende fosforretensjon (Holtan et al 1990), og som vist i **Figur 24**.



Figur 24. Antatt forløp som viser fargereduksjoner i innsjøer som funksjon av oppholdstiden. De 2 punktene viser farge-reduksjon i Glitre ved 2 datasett: 1998-2001 og 2002-2003, hhv 65% og 55% reduksjon.

Ut fra resultatene fra årets undersøkelse var middelverdien av farge for dagens tilrenningsbekker ca 20 mgPt/l, mens fra de nye feltene var middelverdien ca 32 mg Pt/l. Fargen i vanninntaket var bare ca 9 mg Pt/l i snitt i samme perioden, dvs. fargen ble redusert med 55 % ved den lange tiden i innsjøen. Hvis vi sier at det i gjennomsnitt tar en oppholdstid til at vannet kommer til vanninntaket blir altså fargen redusert fra 20 til 9 mg Pt/l i løpet av 4,5 år. Dette vil da si at fargen reduseres med 2,44 mg Pt/år om man antar et lineært forløp, hvilket neppe er særlig galt.

Når nedbørfeltet øker med 75 % går oppholdstiden ned til 2,57 år. Vi antar for enkelthets skyld at fargereduksjonen følger et lineært forløp i det intervallet vi snakker om, hvor oppholdstiden reduseres fra 4,5 år til 2,6 år ved overføring av de nye feltene.

Hvis vi blander vannet fra de 2 tilrenningsfeltene i ville fargen i den midlere tilrenning bli 25,4 mg Pt/l. Så kommer til fratrukk fargereduksjonen som følge av lagring av vannet i innsjøen i 2,57 år = $2,44 \text{ mgPt/år} \times 2,57 \text{ år} = 6,3$, dvs resultatfargen blir $25,4 - 6,3 = \underline{19 \text{ mg Pt/l}}$.

Fargen i Glitre vil altså omtrent dobles. For datasettet fra 1998-2001 var reduksjonen i farge noe mer effektiv. Det at vi har antatt at fargereduksjonen som funksjon av oppholdstid på vannet følger en lineær funksjon, bidrar til å overestimere gjenværende humus noe. Dette regnestykket må derfor kunne sies å være en "i verste fall" tilnærming.

Uten at det lar seg beregne eksakt, vil et kvalifisert skjønn anta at humusinnholdet etter overføring vil kunne ligge fra ca 15-19 mg Pt/l. Altså vil Glitre fortsatt ha vann som er under grensen for der hvor fargefjerning kreves, men helt oppunder grensen. I våte år vil man lett komme over grensen.

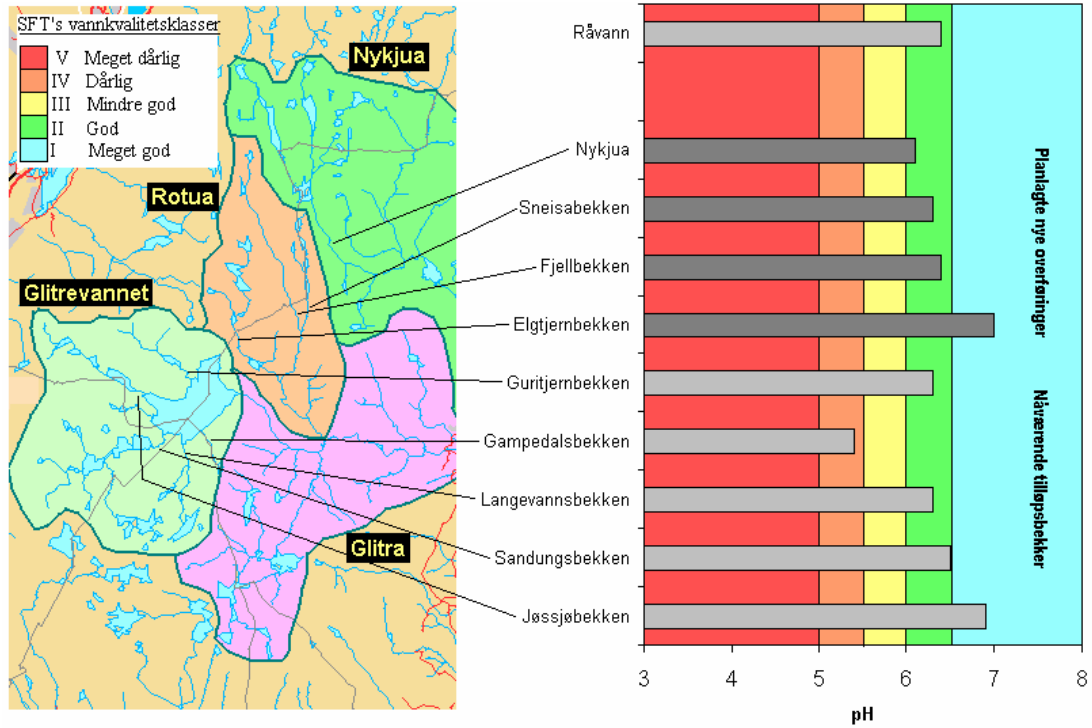
Man bør derfor vurdere å bare føre over Rotuafeltet i første omgang for å vinne erfaring. Ut fra det foreliggende datamateriale om farge, kan det se risikabelt ut å også overføre Nykjuafeltet.

4.2.3 Forsuring og utvasking av aluminium

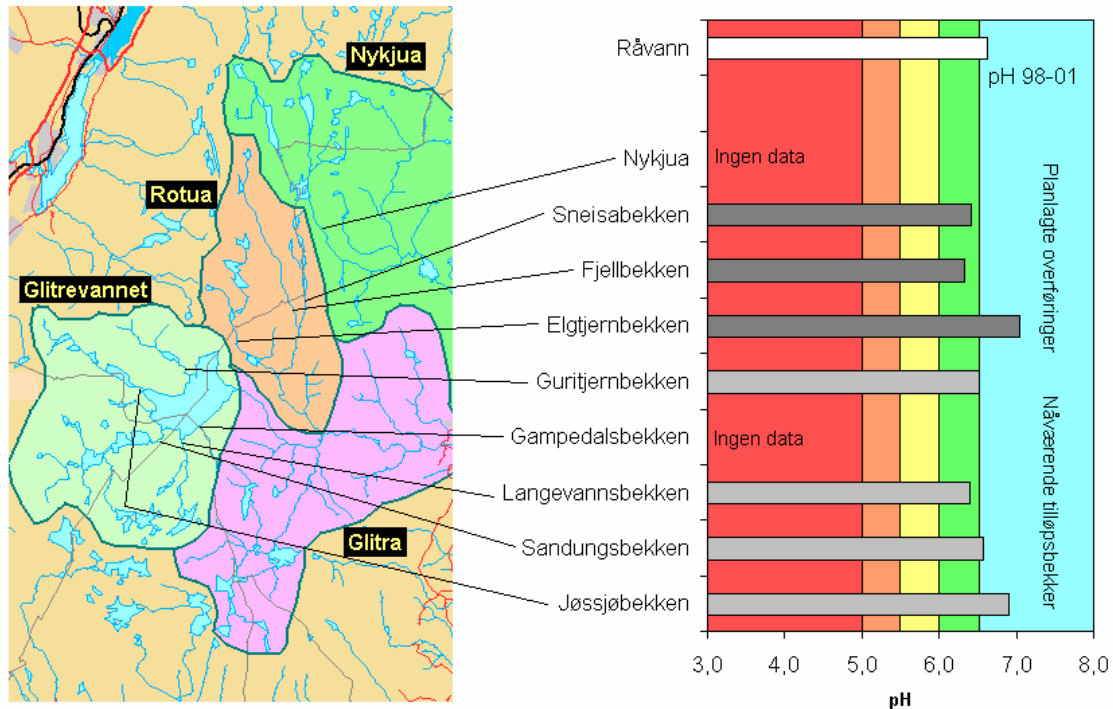
pH

pH er et inverst mål på konsentrasjonen av H⁺ ioner; jo lavere pH jo mer H⁺ og jo surere vann. pH varierer mellom 3,5 og 10 i norske vannforekomster. pH 7 er nøytralt vann, mens lavere pH betegner surt vann og høyere pH betegner alkalisk vann. Det er først når pH kommer under 5,5 at forsuring begynner å avstedkomme økologiske problemer. Et hovedproblem er at det skjer økt utlekking av aluminium fra nedbørfeltet og at aluminium begynner å opptre på giftige former. Det er dette som er den direkte årsak til at fisken dør ved sterk forsuring.

Figur 25 viser pH i dagens tilløpsbekker sammenliknet med pH i avrenningen fra de planlagt overførte feltene. Resultater fra tidligere undersøkelser i 1998-2001 er gitt i **Figur 26**. Det er ikke grunnlag for å si at avrenningen fra de nye feltene er særlig mer sur enn fra Glitres opprinnelige nedbørfelt. Nå er det kalket i begge nedbørfeltene så det er ikke helt enkelt å vurdere dataene helt korrekt.



Figur 25. pH i de nåværende tilløpsbakkene og de planlagte overføringene. Data fra denne undersøkelsen (middelverdier fra 4 observasjoner).



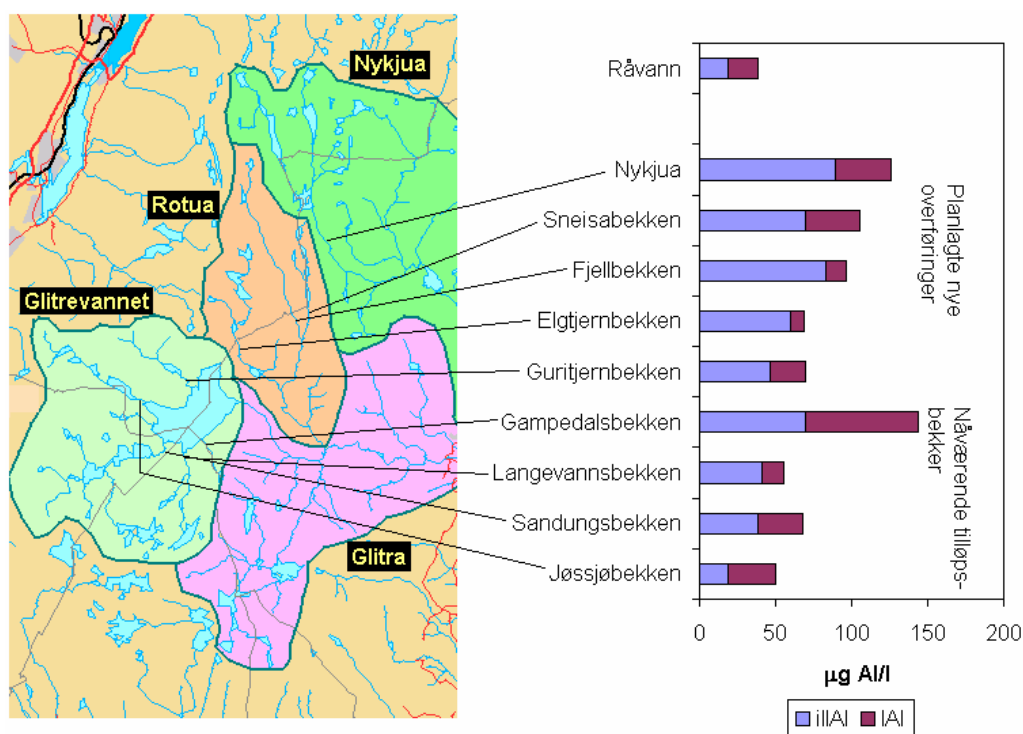
Figur 26. pH i de nåværende tilløpsbakkene og de planlagte overføringene. Data fra tidligere undersøkelser 1998-2001 (middelverdier fra 6 observasjoner).

Aluminium

Martyn et al (1989) fant ved en statistisk undersøkelse ut at det var overhyppighet av personer med Alzheimers sykdom i områder hvor det var mye aluminium i drikkevannet. De mente at overhyppighet fremkom ved aluminiumskonsentrasjoner i drikkevannet som var større enn 0,1 mg/l. Undersøkelsen ble betydelig kritisert, og etterprøvinger andre steder har ikke kunne bekrefte antakelsen om en sammenheng. Undersøkelsen er svært uklar mht hva slags aluminiumsfraksjon det er snakk om.

Drikkevannsforskriften setter grensen for konsum til 200 $\mu\text{g Al/l}$ målt som total aluminium. I undersøkelsesperioden hadde råvannet i Glitre en konsentrasjon av totalt aluminium på 81 $\mu\text{g Al/l}$ målt som middelverdi, i årene før (1998-2001) var middelverdien i hovedinntaket 85 $\mu\text{g/l}$. Konsentrasjonen av total-aluminium er altså langt under grensen som trekkes opp i Drikkevannsforskriften. Det er imidlertid fraksjonen labil aluminium som er giftig for fisk, og man antar at det er denne som også er uheldig for mennesker (dette vet man imidlertid ikke).

Figur 27 viser det reaktive aluminiumet splittet i fraksjonene illabilt og labilt (giftig) aluminium i tilløpsbekkene til Glitre sammenliknet med avrenningen fra de planlagte overføringsfeltene.



Figur 27. Reaktive aluminiumfraksjoner i de planlagte overførte bekkene sammenliknet med dagens tilløpsbekker.

Hvis man ser bort fra Gampedalsbekken, som er en liten tilløpsbekk, så fremgår det av **Figur 27** at det er noe mer reaktivt aluminium i de planlagte overførte bekkene. Det er imidlertid den labile fraksjonen (IAI med mørkerød farge i figuren) som man regner med er farlig, og denne viser liten forskjell mellom de to bekkesystemene.

Drikkevannsforskriften sier at innholdet av totalaluminium skal være mindre enn 200 $\mu\text{g Al/l}$. I råvannet til Glitrevannverket var dette i middel på 81 $\mu\text{g Al/l}$ i undersøkelsesperioden. Hvor store konsentrasjoner av labilt aluminium som er skadelig for mennesker er ikke kjent, men for fisk vil ikke de konsentrasjoner man har funnet i Glitrebekken være giftige ved de pH verdier som råder.

Gampedalsbekkens IA1-konsentrasjon vil kunne skape problemer for fisk hvis pH kommer under 5. De andre bekkene vil ikke kunne være giftige for fisk. I Glitrevannverkets råvann er midlere IA1-konsentrasjon $19 \mu\text{g Al/l}$, og pH rundt 6,4. Det er helt utelukket at så lave aluminium konsentrasjoner kan være skadelig under disse pH-betingelsene.

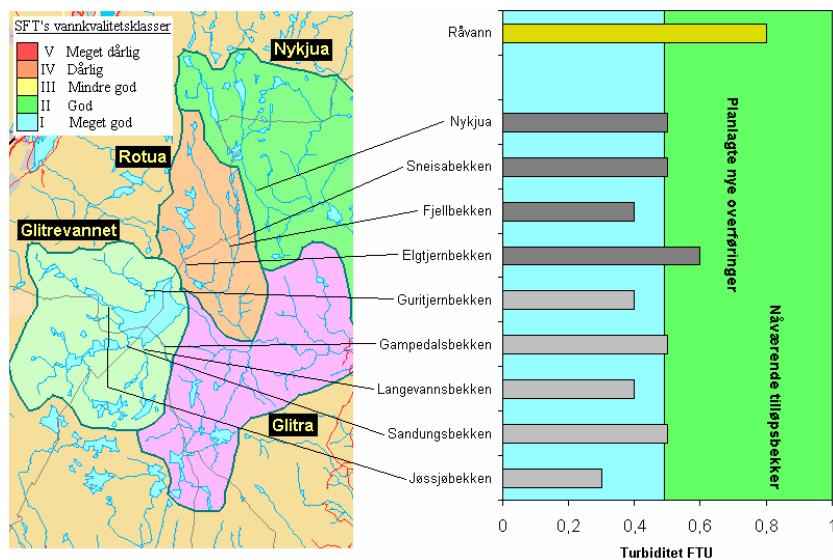
Overføring av de nye bekkene vil øke aluminiumkonsentrasjonen noe, men ikke så mye at det vil medføre noen problemer med hensyn til drikkevannskvalitet i Glitrevannverkets råvann.

Utviklingstrekk ved forsuren

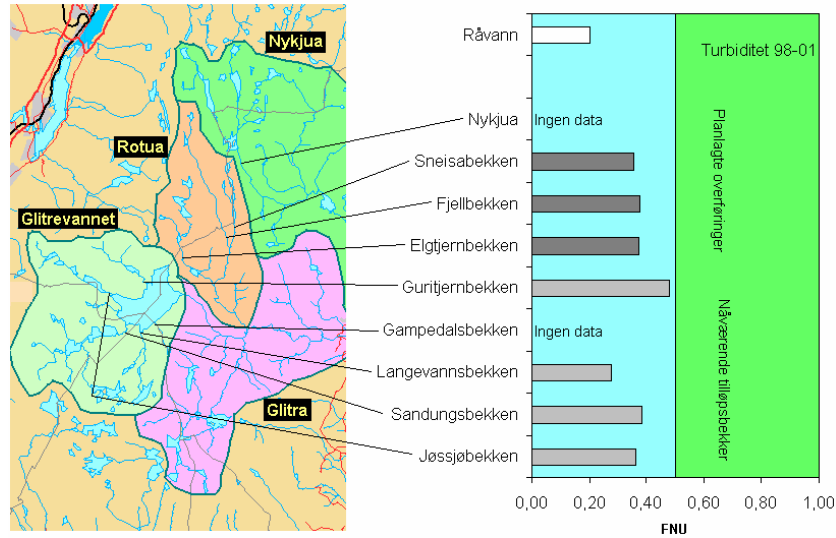
Forsuringen i Norge er nedadgående. Deposisjonen av sure komponenter fra nedbør og tørravsetninger er nå under halvparten av det den var på det verste rundt 1980. Den gang var tålegrensene overskredet for 30 % av Norges areal, mens det nå er ca 13 % (Larssen og Høgåsen 2003). Det er ventet at deposisjonen av sure komponenter vil avta også i årene fremover. Forsuring vil derfor ikke være noe stort problem i fremtiden for Glitre. Hvis man ser på det geologiske kartet, kapittel 2.2, ser man at man har de sureste bergartene lenger nord i Finnemarka enn Glitres nedbørfelt. I Elgtjernbakkens nedbørfelt kommer man inn i kalkfjellsoner helt øverst, noe som bl.a. kunne ses på det rike bunndyrsamfunnet i denne bekken, se kapittel 4.4.3. I Fjellbekken, Sneisabekken og Nykjua er man inne i mer forsuringfølsom geologi, men også her er problemene strekt avtagende. Her vil det nok være behov for kalking en del år framover. Utvasking av aluminium fra nedbørfeltet vil ikke bli noe problem for vannforsyningen fra Glitre i fremtiden, heller ikke om man velger å overføre de nye feltene.

4.2.4 Turbiditet

Turbiditet er et mål for vannets grumsethet. Resultatene fra årets undersøkelse er gitt i **Figur 28**, mens resultater fra tidligere undersøkelser 1998-2001 er gitt i **Figur 29**.



Figur 28. Turbiditet i de planlagt overførte bekkene sammenliknet med de nåværende tilløpsbekker. Data fra denne undersøkelsen (midlerverdier av 4 observasjoner).



Figur 29. Turbiditet i de planlagt overførte bekkene sammenliknet med de nåværende tilløpsbekker. Data fra 1998-2001 (middelverdier av 6 observasjoner).

Alle bekkene har klart vann med lav turbiditet, noe som viser at det er lite erosjonsproblemer i nedbørfeltene. Det var noe høyere nivåer av turbiditet i undersøkelsen i 2003, men det er ikke grunnlag for å si at det er noen forskjell mellom de nåværende tilløpsbekkene og de planlagte overføringene.

4.2.5 Jern og mangan

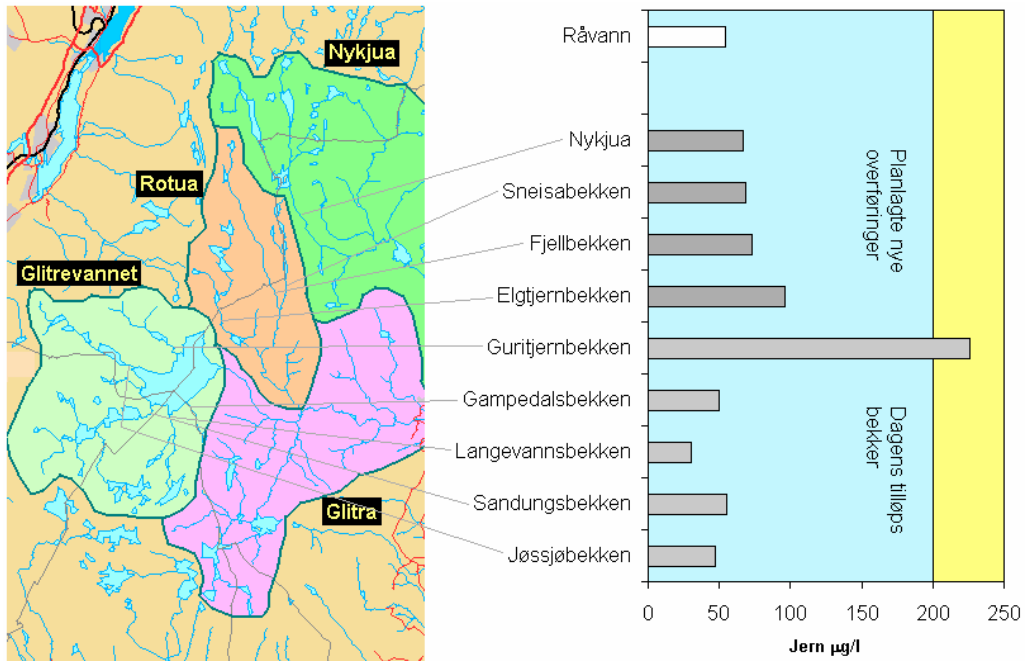
Jern

Jern er ofte et element som kan føre til problemer for vannverk ved at det oppkonsentreres i dypvannet av innsjøer i stagnasjonsperioder (sommer og vinter). Det må da gjerne være mye jern i tilløpene samtidig som at det må være betydelig oksygenavtak i dypvannet i stagnasjonsperiodene. Det samme kan gjelde mangan. Fra kapittel 3.2.1 ble det vist at Glitre hadde meget lite oksygenavtak i dypvannet i stagnasjonsperiodene. Fra **Figur 30** ses at det er kun en av tilløpsbekkene som har høye jernkonsentrasjonene, nemlig Guritjernbekken. Dette er imidlertid en liten bekk. Alle de andre bekkene hadde lave jernverdier, også bekkene som det er planer å overføre.

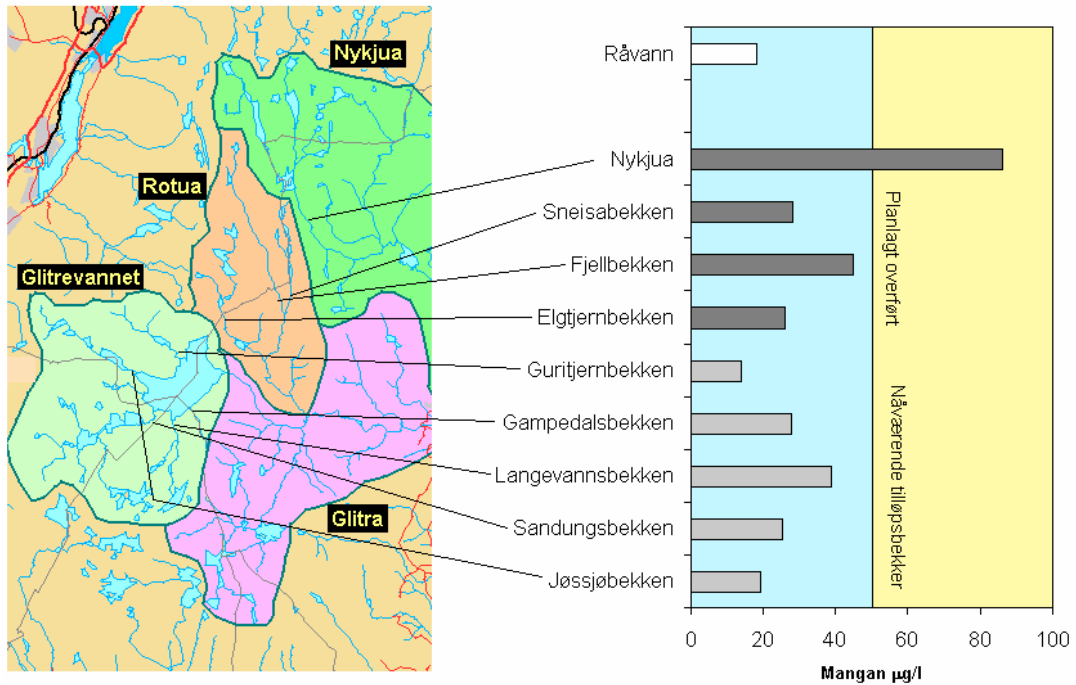
Overføringene vil ikke skape noen problemer mht oppkonsentrering av jern i Glitres dypvann.

Mangan

Figur 31 viser konsentrasjon av mangan i dagens tilløpsbekker sammenliknet med konsentrasjonen i avrenningen fra de planlagt overførte feltene. Nykjua har betydelig høyere konsentrasjoner av mangan enn de andre feltene. Ellers er det liten forskjell mellom feltene. Avrenningen fra Nykjua har konsentrasjoner av mangan som ligger over drikkevannsnormen, mens de andre bekkene har lavere konsentrasjoner. Mangan er et stoff som man periodevis har problemer med i Glitrevannverket ved at det lekker inn fra overføringstunnelen (Jarle E. Skaret, pers. medd.). Derfor er de høye mangankonsentrasjonene i Nykjua, sammen med det høyere humusinnholdet (kapittel 4.2.1), noe som taler mot å overføre dette feltet.



Figur 30. Jernkonsentrasjoner i de planlagte overføringene sammenliknet med konsentrasjonene i dagens tilløpsbekker.

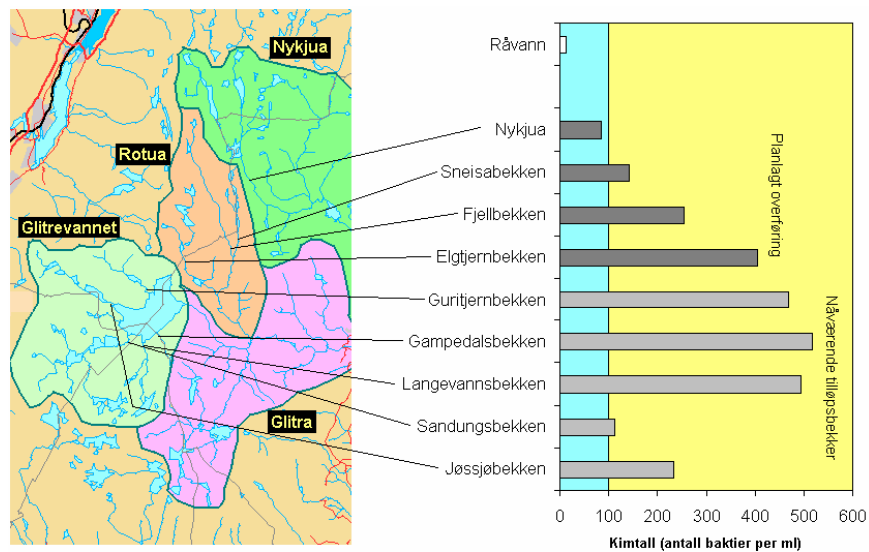


Figur 31. Konsentrasjoner av mangan i Glitres nåværende tilløpsbekker sammenliknet med avrenningen fra de planlagt overførte feltene. Drikkevannsforskriftens grenseverdi er angitt.

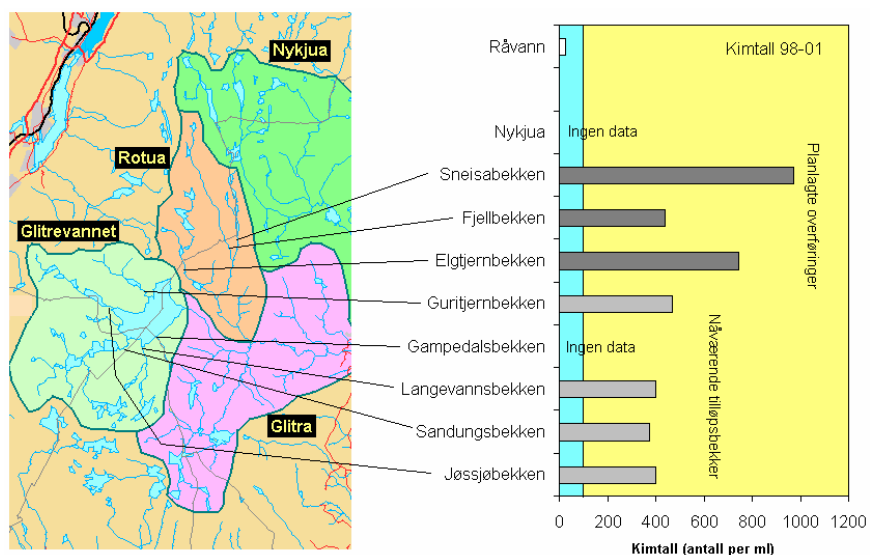
4.3 Bakteriologisk vannkvalitet – konsekvenser av blanding

4.3.1 Kimtall

Kimtall er et relativt mål på totalmengden heterotrofe bakterier. Midlere kimtall-konsentrasjoner for undersøkelsen i 2003 er vist **Figur 32**, mens resultater fra tidligere år (1998-2001) er vist i **Figur 33**. Bakterienivået må kunne sies å være av noenlunde samme størrelse i dagens tilløpsbekker og de planlagte overføringene.



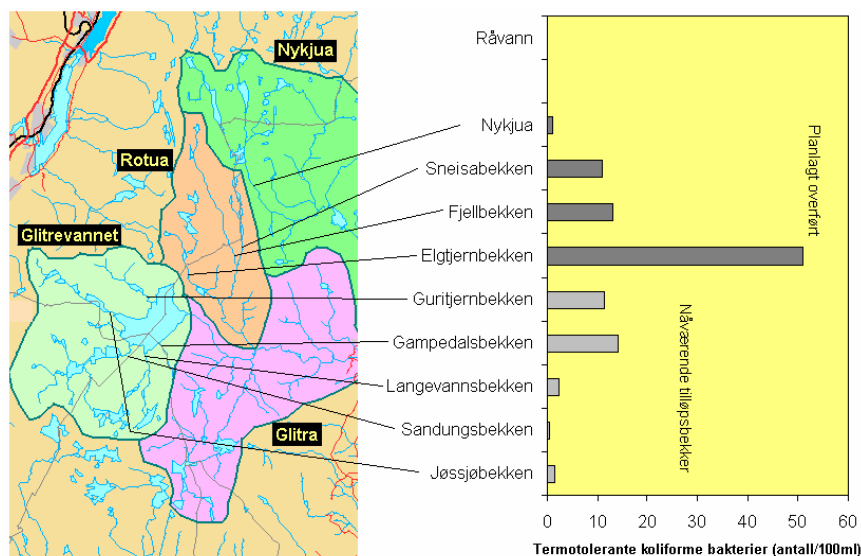
Figur 32. Kimtall i dagens tilløpsbekker sammenliknet med de planlagte overførte bekkene (middelerverdier for undersøkelsene i 2003).



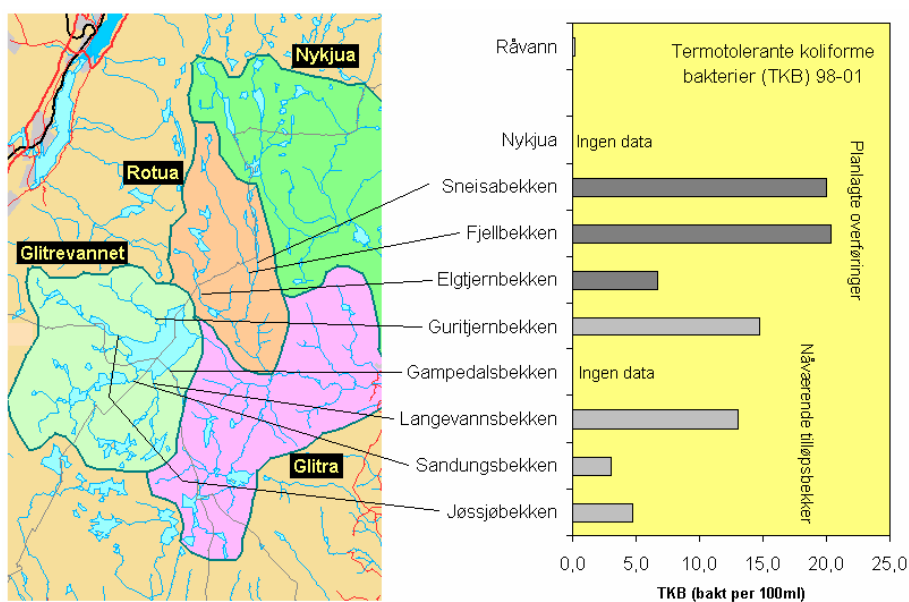
Figur 33. Kimtall i dagens tilløpsbekker sammenliknet med de planlagte overførte bekkene (middelerverdier for undersøkelsene i 1998-2001).

4.3.2 Termotolerante koliforme bakterier

Termotolerante koliforme bakterier (TKB) kalles ofte for ekte tarmbakterier i det de kommer fra tarmen til mennesker og varmblodige dyr. Midlere konsentrasjoner av TKB fra undersøkelsene i 2003 er vist i **Figur 34**, mens de tilsvarende middelverdiene for undersøkelsene fra 1998-2001 er gitt i **Figur 35**. Den høye middelverdien i Elgtjernbekken i 2003 skyldes én svært høy observasjon i august dette år (kan muligens skyldes kontaminering?). Innhold av TKB må kunne sies å være av samme størrelsesorden i dagens tilløpsbekker og i de planlagt overførte bekkene. Det er heller ikke noe aktivitet i de planlagt overførte feltene som skulle medføre noe mer bakterieforurensning enn fra dagens felter. Bakterielt sett skulle ikke overføringene medføre noen forringelse av vannkvaliteten.



Figur 34. Konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB) i dagens tilløpsbekker sammenliknet med avrenningen fra de planlagte overførte feltene (Middelverdiene fra 2003). Den høye middelverdien i Elgtjernbekken skyldes en svært høy verdi i august.



Figur 35. Konsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB) i dagens tilløpsbekker sammenliknet med avrenningen fra de planlagte overførte feltene (Middelverdiene fra 1998-2001).

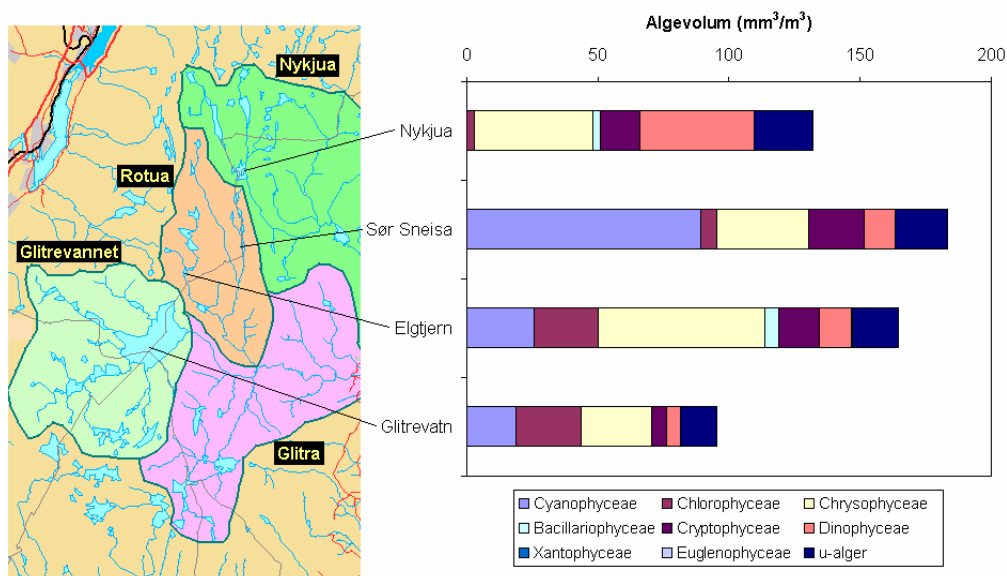
4.4 Biologisk artsinventar – fare for overføring av uønskede arter til Glitre

En del tilfeller hvor man har overført vann fra et vassdrag til et annet har man fått overført organismer man ikke ønsker. Det er særlig ved vannkraftsregulering at man har fått slike problemer. Dette dreier seg om fisk (f.eks ørekyt og stingsild), eller i noen tilfeller sik, og i andre tilfeller gjedde. Det dreier seg også om planktonorganismer som f.eks. pungreken *Mysis relicta*, som kan bidra til betydelig økosystemforstyrrelse. Man kan få overført farlige fiske sykdommer som den 100 % dødlige lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, krepsepest, og andre som furubkulose, mm. Planter som f.eks. vasspest vil også kunne overføres. Flere planteplanktonarter kan lage lukt og smak på drikkevann, som f.eks. *Ulvella* sp, *Uroglena americana*, og særlig *Gonyostomum semen*. Denne siste arten er ikke observert øst for Oslofjorden enda, men den er trolig under spredning. Den liker seg særlig i humøst vann som mottar en del næringsalter.

I næringsfattig vann fra samme område (som Finnemarka-plataet) og hvor det er liten menneskelig aktivitet, er det vanligvis ikke store problemer knyttet til spredning av uønskede arter, men det er vanlig å kreve dette undersøkt ved overføringer. I det følgende har vi undersøkt planteplankton, dyreplankton, begroingsalger og bunndyr i de aktuelle vannforekomstene for å se om det kan være arter som kan avstedkomme problemer om de blir overført til Glitre. Mht fisk har vi innhentet opplysninger fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ved fiskeforvalter Erik Garnås.

4.4.1 Planteplankton

Figur 36 viser de viktigste hovedgruppene av planteplanktonalger i Glitre sammenliknet med de innsjøene det er aktuelt å overføre. Artssammensetningen er gitt i **Tabell 8 - Tabell 11** bak i primærdata.



Figur 36. Hovedgrupper av planteplankton i de planlagte overførte innsjøene sammenliknet med hva som finnes i Glitre. Prøver tatt 15.09.03.

De planktoniske algemengdene er lave og artssammensetningen vitner om rene, næringsfattige innsjøer. Innslaget av blågrønnalger kan se stort ut i Sør-Sneisa, men det utgjøres imidlertid av rentvannsarten *Merismopedia tenuissima*. Denne er til stede mer eller mindre overalt, og er en helt

uproblematisk art. Det er ikke observert noen problemarter av planteplankton som gi problemer ved overføring.

4.4.2 Begroingsalger i Elgtjernbekken og Rotua

Elgtjernbekken 24.09.03

Moser: <i>Schistidium alpicola</i> var. <i>rivulare</i>	xxx
Alger: <i>Stigonema mamillosum</i>	xxx
<i>Zygnema</i> b (24µm)	xxx
<i>Mougeotia</i> sp. (29µm)	xx
<i>Euastrum elegans</i>	x
<i>Clastidium setigerum</i>	x
<i>Cyanophanon mirabile</i>	x
<i>Calothrix</i> spp.	x
<i>Oedogonium</i> sp. (29µm)	x
<i>Mougeotiopsis calospora</i>	x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i>	xx
Ubestemte kiselalger	xx

Begroingen var dominert av arter som er typiske for rene, næringsfattige vassdrag. Blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* og grønnalgen *Zygnema* b er begge gode indikatorer på rent, næringsfattig vann uten forurensningspåvirkning. Det ble ikke funnet noen arter som kan avstedkomme problemer ved overføring.

Rotua 24.09.03.

Moser: <i>Marsupella</i> sp.	xxx
Alger: <i>Batrachospermum</i> sp.	xxx
<i>Stigonema mamillosum</i>	xxx
<i>Bulbochaete</i> sp.	xxx
<i>Binuclearia tectorum</i>	x
<i>Mougeotia</i> a (9µm)	x
<i>Frustulia rhomboides</i>	xx
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
<i>Stenopterobia intermedia</i>	x
Ubestemte kiselalger	xx

Blågrønnalgen *Stigonema mamillosum* indikere rent vann uten forurensningspåvirkning. Grønnalgeslekten *Bulbochaete* er vanligst i næringsfattig vann med noe humus. Det ble ikke funnet arter som kan indikere forurensning. Heller ikke her ble det funnet problemarter som kan avstedkomme problemer ved overføring.

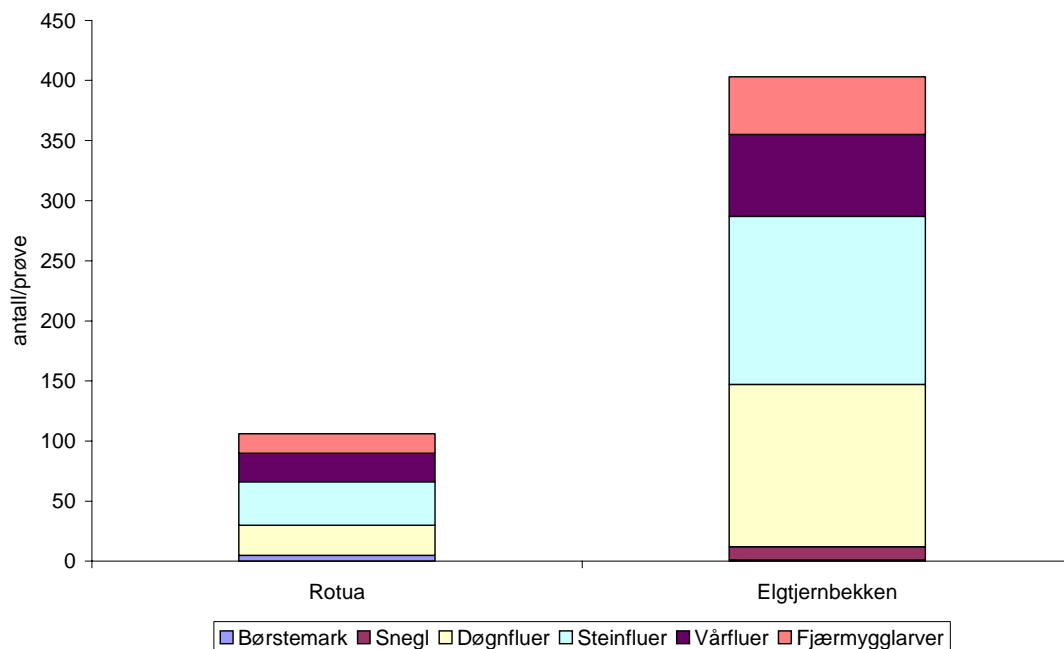
4.4.3 Bunndyr i Elgtjernbekken og Rotua

Bunndyrsamfunn i Rotua og Elgtjernbekken.

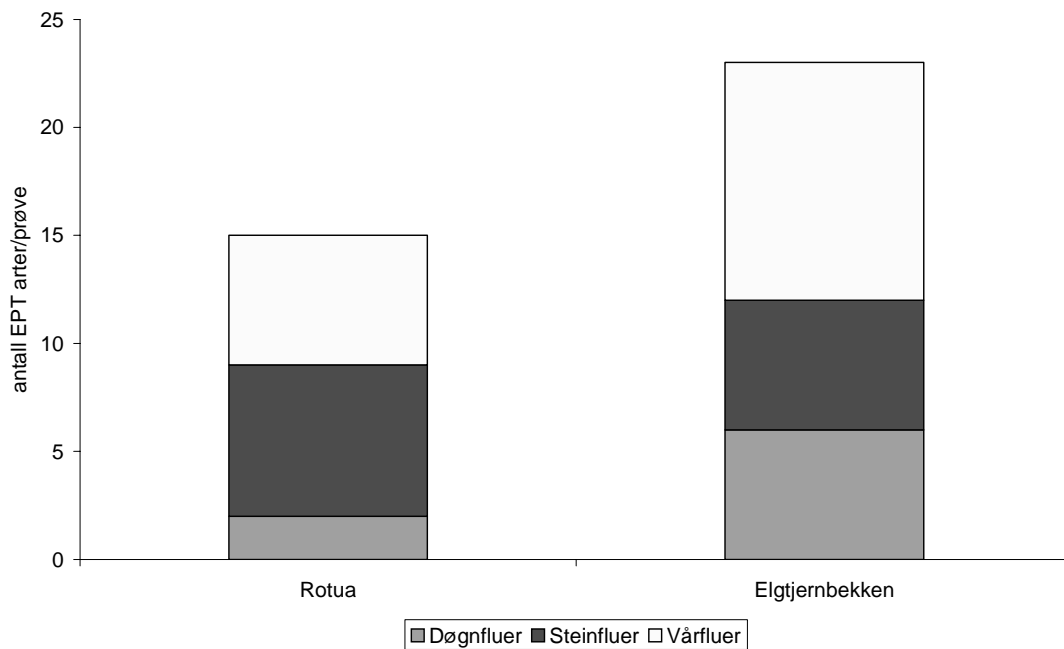
Bunndyrprøvene fra begge bekkene hadde forholdsvis få individer per prøve, og Rotua hadde bare ca ¼ av Elgtjernbekken, se **Figur 37**, og **Tabell 4**. Begge bekkene hadde imidlertid de fleste bunndyrgruppene som det er vanlig å finne i elver og bekker. Steinfluer og døgnfluer var de to vanligste gruppene i begge bekkene. Snegler ble ikke påvist i Rotua. Det antyder noe tynnere vannkvalitet der med lavere ioneinnhold.

Det biologiske mangfoldet (se **Figur 38**, og **Tabell 5**) i Elgtjernbekken målt med den såkalte EPT indeksen (antall arter/slekter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) var 23. Dette er relativt høyt, og viser stort biologisk mangfold. Blant disse artene er vårfluen *Chimarra marginata* angitt som sjelden. Den står på "rødlisten", og er der angitt som hensynskrevende. Flere av artene er forsuringfølsomme, hvilket tilsier at Elgtjernbekken er lite eller ikke forsuringpåvirket. I Rotua var det biologiske mangfoldet langt lavere med 15 EPT arter. Det tilsier et moderat høyt biologisk mangfold. Blant artene som forsvinner sett i forhold til Elgtjernbekken er særlig døgnfluearter og vårfluearter, noen av dem forsuringfølsomme. Dette antyder en noe tynnere vannkvalitet med lavere ioneinnhold og trolig periodevis noe surt vann.

Det ble ikke funnet arter som det kan være uheldig å overføre til Glitres nedbørfelt.



Figur 37. Relativ forekomst av utvalgte hovedgrupper i bunndyrsamfunnet i Rotua og Elgtjernbekken 24.09.2003.



Figur 38. Antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (såkalt EPT-indeks).

Tabell 4. Sammensetningen av bunndyrsamfunnet i Rotua og Elgtjernbekken 24.09.2004.

		Rotua	Elgtjernbekken
Børstemark	Oligochaeta	5	1
Snegl	Gastropoda		11
Småmuslinger	Lammellibranchiata		1
Vannmidd	Hydracarina	3	1
Mudderfluer	Sialis sp		1
Døgnfluer	Ephemeroptera	25	135
Steinfluer	Plecoptera	36	140
Billelarver	Coleoptera larvae	2	8
Vårfluer	Trichoptera	24	68
Knottlarver	Simuliidae	1	3
Fjærmygglarver	Chironomidae larvae	16	48
Andre tovinger	Diptera indet	3	
SUM		115	417

Tabell 5. Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer i bunndyrsamfunnet i Rotua og Elgtjernbekken 24.09.2004.

	Rotua	Elgtjernbekken
Døgnfluer		
<i>Baetis muticus</i>		24
<i>Baetis niger</i>		48
<i>Baetis rhodani</i>	15	24
<i>Baetis sp</i>	10	32
<i>Heptagenia dalecarlica</i>		4
<i>Heptageina sp</i>		3
Steinfluer		
<i>Diura nanseni</i>	2	1
<i>Isoperla sp.</i>	4	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1	1
<i>Amphinemura sp.</i>	13	24
<i>Protonemura meyeri</i>	4	80
Vårfluer		
<i>Rhyacophila nubila</i>	3	6
<i>Philopotamus montanus</i>	1	
<i>Wormaldia sp.</i>		2
<i>Hydroptila sp.</i>		9
<i>Ithytrichia lammularis</i>		2
<i>Oxyethira sp</i>	7	5
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	4
<i>Hydropsyche siltalai</i>		6
<i>Hydropsyche pellucidula</i>		1
<i>Hydropsyche sp</i>	4	4
<i>Lepidostoma hirtum</i>		1
Indet	4	28

4.4.4 Dyreplankton i Elgtjern, Nykjua, Sneisa og Glitre

Prøver av dyreplankton ble samlet inn fra Nykjua, Nedre Sneisa, Elgtjern og Glitre i september 2003, ved hjelp av standard planktonhåv med maskevidde 95 µm (0,095 mm). Prøvene gir et kvalitativt bilde på artssammensetningen innen dyreplanktonet. Resultatene er gitt i **Tabell 6**. Artssammensetningen av dyreplanktonet gir informasjon om artsrikdom og geografisk utbredelse av arter, om innsjøene er næringsrike eller næringsfattige (trofitalstand), om biologiske effekter av forurensninger (forsuring, metallforurensninger m.m.) og f.eks. om graden av predasjon ("beiting") fra planktonspisende fisk.

Tabell 6. Sammensetningen av dyreplanktonet i Nykjua, Nedre Sneisa, Elgtjern og Glitre i september 2003, basert på vertikale håvtrekk med maskevidde 95 µm.

+ = sjelden/få individer, ++ = vanlig, +++ = rikelig/dominerende.

	Nykjua	Nedre Sneisa	Elgtjern	Glitre
	0-5 m	0-5 m	0-10 m	0-10 m
	24.09.03	24.09.03	24.09.03	15.09.03
HJULDYR (Rotifera):				
<i>Kellicottia longispina</i>	++	++	+++	++
<i>Conochilus</i> spp.	++	++	++	+++
<i>Polyarthra</i> spp.	++	+	++	+
<i>Keratella cochlearis</i>				+
<i>Keratella serrulata</i>	+			
<i>Asplanchna priodonta</i>			++	++
<i>Collotheca</i> sp.	+			
KREPSDYR (Crustacea):				
HOPPEKREPS (Copepoda):				
<i>Heterocope appendiculata</i>			+	+
<i>Heterocope saliens</i>		++		
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	+		++	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>			+	
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>				+++
Diaptomidae ubest. cop.	++		++	
Diaptomidae ubest. naup.	+		++	
<i>Cyclops scutifer</i>	+	++	++	+++
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	+		+	+
Cyclopoida ubest. cop.	++	+		++
Cyclopoid ubest. naup.	++	++	++	+++
VANNLOPPER (Cladocera):				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+		+	
<i>Holopedium gibberum</i>	++	+++	+++	++
<i>Daphnia longispina</i>	+	+	+	++
<i>Daphnia cristata</i>			+	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	++			
<i>Ceriodaphnia</i> sp.		+		
<i>Bosmina longispina</i>	+++	+++	++	++
Chydoridae ubest.	+		+	
Antall taxa av hjuldyr	5	3	4	5
Antall taxa av hoppekreps	5	3	7	5
Antall taxa av vannlopper	6	4	6	3
Totalt antall taxa av dyreplankton	16	10	17	13

Det ble totalt funnet 24 arter (taxa) av dyreplankton i de fire innsjøene til sammen, fordelt på 7 arter av hjuldyr og 17 arter av krepsdyr (9 hoppekreps og 8 vannlopper). I dette er medregnet gruppa Chydoridae som består av arter som primært er knyttet til bunn- og strandområder. Artsantallet kan anses som normalt og middels høyt for regionen. Lavest og høyest artsantall ble registrert henholdsvis i Nedre Sneisa (10 arter) og Elgtjern (17 arter). Alle innsjøene hadde en artssammensetning som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Vanlig eller dominerende forekomst av arter som gelekrepsen *Holopedium gibberum* (alle vannene) og den calanoide hoppekrepsen *Mixodiaptomus laciniatus* (Glitre) indikerte næringsfattige forhold, og det ble ikke funnet arter som indikerer næringsrike forhold.

Artssammensetningen og størrelsen på de dominerende krepsdyrplankton-artene tydet videre på at graden av predasjon fra planktonspisende fisk varierte fra moderat i Glitre til forholdsvis sterk i Nykjua. I de to andre innsjøene var trolig predasjonspresset fra planktonspisende fisk også markert, men ikke så sterkt som i Nykjua. Ettersom fisken foretrekker de største og lettest synlige byttedyrene, vil det ofte være en generell tendens til at gjennomsnittslengden av f.eks. dominerende vannloppearter avtar med økende predasjonspress. *H. gibberum*, som var vanlig eller dominerende i alle vanna, varierte f.eks. i størrelse fra ca. 1,2 mm i Glitre til ca. 0,8 mm i Nykjua og med mellomstørrelsen ca. 1,1 mm i Nedre Sneisa og Elgsjøen (middellengder av voksne hunner). Betydelige mengder av den relativt store arten *Daphnia longispina* (1,7 mm) i Glitre og den lille arten *Ceriodaphnia quadrangula* (0,7 mm) i Nykjua støtter inntrykket av et betydelig hardere predasjonspress i Nykjua enn i Glitre.

De registrerte artene er alle mer eller mindre vanlige i Sørøst-Norge. *M. laciniatus* ser uimidlertid ut til å ha en nokså spredt utbredelse i regionen, men er funnet i alle fylker i Norge unntatt Vestfold, Østfold og Akershus (Walseng og Halvorsen 1996). En arts geografiske utbredelse er bestemt av spredningsveier og geografiske spredningshindre samt artens spredningsmekanismer (Schartau et al. 1997 med referanser). I tillegg kommer artenes miljøkrav (temperatur, næringsorganismer osv.) og andre økologiske forhold (konkurrans, predasjon) som kan avgjøre om en art vil etablere seg i en lokalitet eller ikke. Selv om mange dyreplanktonarter er gode svømmere, har aktiv spredning neppe noen stor betydning. Den viktigste spredningsmåten er passiv spredning i form av såkalte hvileegg som kan tåle de påkjenningene de utsettes for under transport som tørke, frost, opphold i fordøyelseskanaler osv. Dette betyr at de kan spres av fugl og fisk, blåse med vinden eller drive med vannet. Arter som ikke produserer hvileegg, kan også spres passivt særlig via transport med vannet. Menneskelige aktiviteter kan også bidra til spredning av dyreplanktonarter f.eks. i forbindelse med vassdragsreguleringer, utsetting av fisk, spredning med båter og fiskeredsaker etc. Introduksjon av nye arter av fisk eller invertebrate predatorer og konkurrenter (f.eks. det rekelignende krepsdyret *Mysis relicta*) har vist seg å kunne gi til dels dramatiske konsekvenser for planktonsamfunnet (se Schartau et al. med referanser). I dag betraktes slike introduksjoner generelt som lite ønskelige, både fordi de gjør naturen mindre heterogen og fordi de kan gi andre, uforutsigbare effekter og redusert fiskeavkastning og redusert vannkvalitet.

Overføring av vann fra Nykjua, Nedre Sneisa og Elgtjern til Glitre vil øke mulighetene for spredning av dyreplanktonarter fra disse innsjøene til Glitre. De fire innsjøene har imidlertid i utgangspunktet mange felles arter, og vi ville sannsynligvis ha funnet flere felles arter dersom prøvematerialet hadde vært større, f.eks. ved flere prøvetakinger over en hel sesong. På den måten kunne en ha fått et mer fullstendig bilde av planktonfaunaen medregnet arter som finnes i små bestander. Spredningshindre kan til en viss grad være en årsak til ulikhetene i artssammensetning mellom innsjøene i dag. Men ettersom avstanden mellom innsjøene ikke er spesielt stor (kun noen få km), vil vi anta at forskjeller i fysisk-kjemiske og særlig biologiske forhold har minst like stor betydning. 2 arter av hjuldyr, 3 hoppekrepsarter og 4 vannloppearter som ikke ble funnet i Glitre, var representert i en eller flere av de andre innsjøene. Dersom disse artene ikke allerede finnes i Glitre, vil en overføring av vann føre til at de får økt mulighet til å etablere bestander. Dette kan føre til visse artsforskyvninger ved at enkelte av de "opprinnelige" artene får reduserte bestander f.eks. på grunn av økt konkurranse om føde. Hvis overføringen også innebærer mulighet for overføring av nye fiskearter, vil dette kunne gi betydelige effekter i Glitre. Problemarten *Mysis relicta* ble ikke funnet ved denne undersøkelsen og er så vidt vi vet ikke observert i noen av de aktuelle innsjøene tidligere (Hessen og Kjellberg 1993). Hvis det heller ikke er sannsynlig at nye fiskearter overføres, anser vi det som lite trolig at eventuelle overføringer av de dyreplanktonartene som er aktuelle her, skal kunne føre til større negative økologiske effekter i Glitre.

4.4.5 Fisk i de aktuelle innsjøene

Det er ikke gjort noen fiskeribiologiske undersøkelser i de aktuelle innsjøene. I hennhold til fiskeforvalter Erik Garnås ved fylkesmannens miljøvern avdeling inneholder de aktuelle vannene følgende arter, se **Tabell 7**.

Tabell 7. Fisk i de aktuelle innsjøer

Innsjø	Sikkert forekommende arter	Trolig forekommende
Glitre	Ørret, abbor, sik, ørekyt	Ål
Sneisa	Ørret, abbor	Ørekyt, ål
Nykjua	Ørret, abbor	Ørekyt, ål

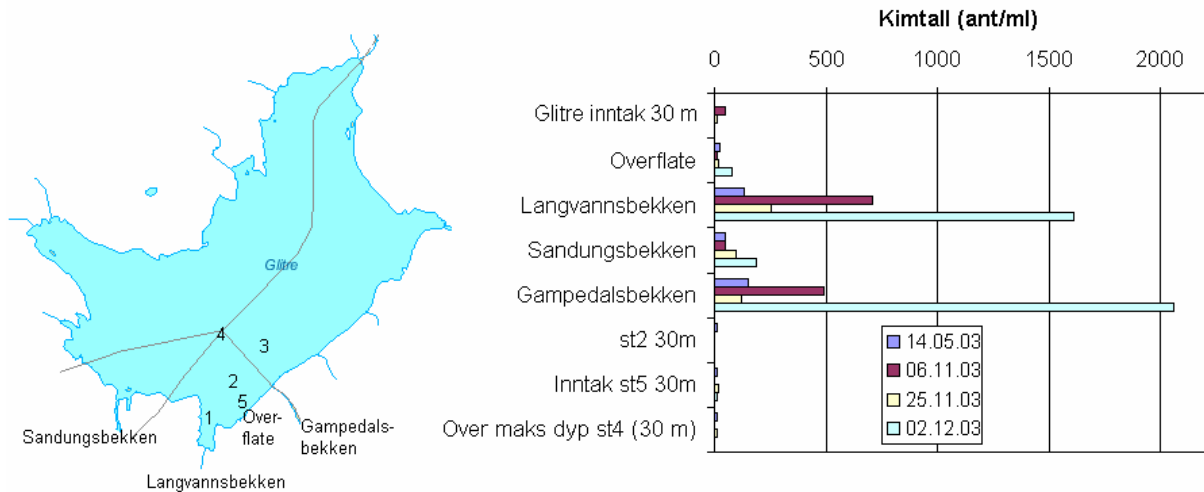
Ørekyt er en art som ved overføring kan gjøre skader på ørretbestanden der den ikke er naturlig forekommende. Høyst sannsynlig er ørekyt til stede i alle vannene, den er i alle fall til stede i Glitre. Dette er bekreftet av Trond Håvelsen i DOFA (Drammen og omegn fiskeadministrasjon). I så måte vil ikke overføringene kunne gjøre noen skade mht fiskefaunaen i Glitre.

En annen sak er at man også bør hindre overføring andre veien. Sik er ikke til stede i de andre vannene, og er uønsket der. Det bør derfor lages en fiskevandringssperre i overføringstunnelene. Dette kan gjøres ved et vertikalt fall i tunnelen, evt. i kombinasjon med elektrosperre. I overføringen fra Holsfjorden til Lierelven er det laget en slik sperre som effektivt hindrer oppgang av uønsket fisk.

5. Drikkevannsinntakets plassering i forhold til nærliggende bekker

5.1 Kortslutningsundersøkelsen

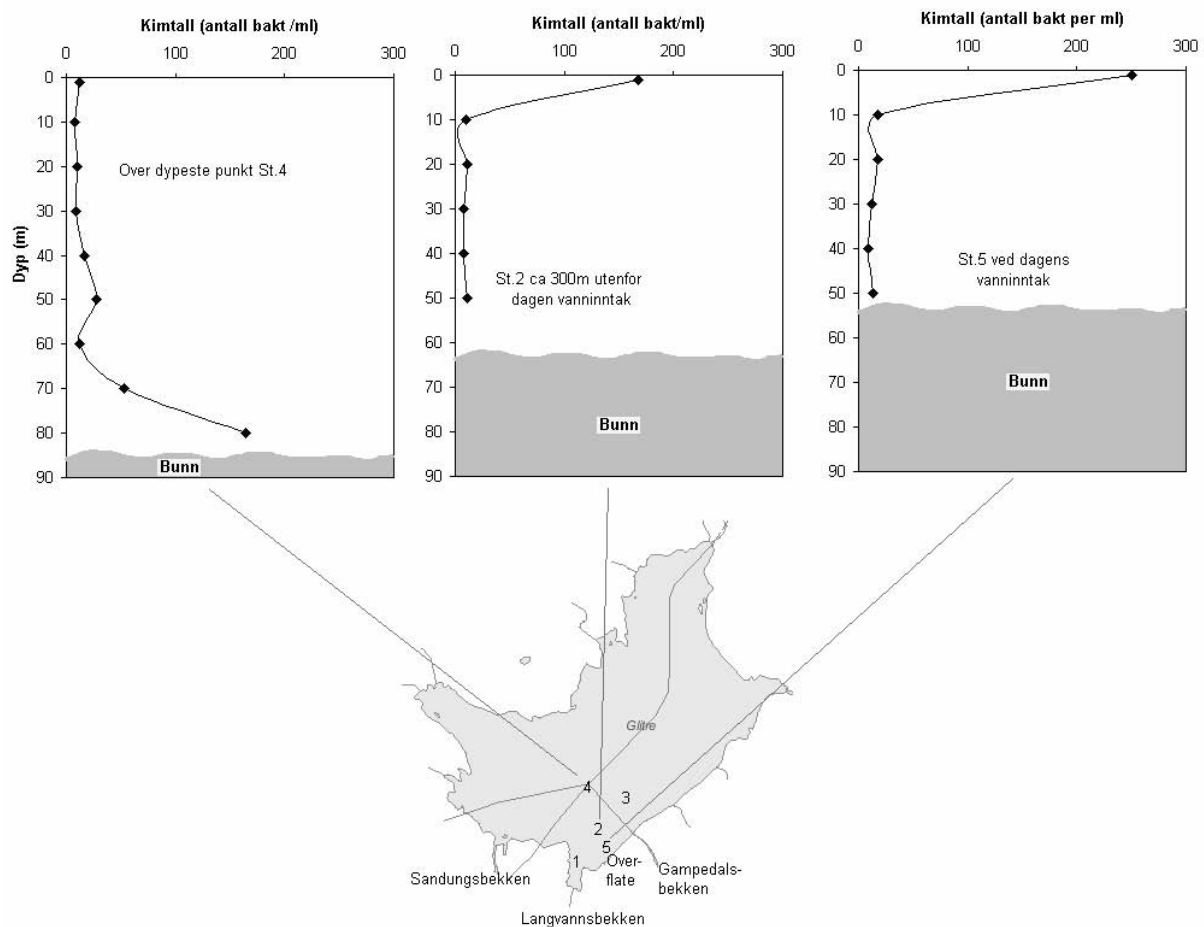
Hensikten med denne såkalte kortslutningsundersøkelsen var å se om noen av de bekkene som ligger nær vanninntaket kunne påvirke råvannskvaliteten i særlig grad under sirkulasjonsperioder vår og høst. **Figur 39** viser konsentrasjonen av totalt antall bakterier (kimtall) ved 4 ulike tidspunkter under sirkulasjonsperiodene i disse bekkene, samt i råvannsinntaket på 30 m dyp, og i overflaten rett over inntaket. Det synes ikke å være noen åpenbar sammenheng mellom bakteriekonsentrasjoner i de nærliggende bekkene og konsentrasjonene i vannverkets råvannsinntak. Heller ikke i 30 m dyp (inntaksdypet) ved de andre stasjonene gav høye konsentrasjoner i bekkene merkbare bakterieøkninger i vannmassene.



Figur 39. Resultater fra kortslutningsundersøkelsen. Kimtallkonsentrasjoner i nærliggende tilløpsbekker og i råvannsinntaket til Glitrevannverket.

5.1.1 Hva oppnår man ved å legge inntaket lenger ut og dypere?

Figur 40 viser midlere konsentrasjon av heterotrofe bakterier (kimtall) ved dagens inntakssted og ved to stasjoner lenger ut. Kurvene viser middelverdier av 4 prøveserier, en under vårsirkulasjonen og 3 under høstsirkulasjonen 2003. Under høstsirkulasjonen var det dessuten stor tilrenning fra bekkene nær inntaket. Prøveseriene er altså tatt på tidspunkt der det er størst sannsynlighet for å få bakterier inn drikkevannsinntaket. Det ble nærmest ikke observert koliforme bakterier i dypvannet i det hele tatt under disse undersøkelsene, slik at analysen må gjøres ved hjelp av kimtall. Drikkevannsforskriften sier at man ikke skal ha kimtall høyere enn 100 bakt per ml.



Figur 40. Kimtallkonsentrasjon under sirkulasjonsperiodene ved dagens inntak sammenliknet med konsentrasjonen lenger ut. (Middel av 4 prøveserier).

Av figuren ser man for det første at selv under sirkulasjonsperiodene er kimtallet i Glitre meget lavt i dypvannet. Helt nede ved sedimentet på hovedstasjonen over dypeste punkt fikk man en økning, noe som kan skyldes innvirkning fra sedimentet, eller at dette forholdsvis trange dyphullet ikke inngår effektivt i sirkulasjonen. Høyt antall heterotrofe bakterier kan skyldes ansamling av nedbryterbakterier som følge av trakteeffekt av sedimenterende organisk materiale.

For det andre ser man av figuren at det ikke er mye å oppnå mht bedre vannkvalitet ved å legge vanninntaket dypere, eller å legge det lenger ut. Dagens plassering synes god nok i dagens situasjon. Forutsetter man at man skal kunne tappe Glitre 10 m ned i tørre somre, så man av kapittel 2.5 at man ville oppnå lenger beskyttelse som følge av termiske sjiktningsforhold om høsten ved å legge vanninntaket ned mot 40-50 m dyp.

Bekkene ser ikke ut til å påvirke vannet ved inntaket dypere enn 10 m ved den undersøkelsen som ble gjort her. Ved meget langvarig og kraftig høstnedbør kan imidlertid inntaket påvirkes, noe som for eksempel var tilfelle den ekstremt nedbørsrike høsten 2000 og dels høsten 1997, som begge gav relativt høyt kimtall i råvannet om høsten. Undersøkelsen høsten 2003 ble foretatt fra første november til første desember. Deretter gikk innsjøen over i vinterstagnasjon med islegging og stabilitet i vannmassene.

Hvis innsjøen blir senket 10 m etter en tørr sommer, strekker den påvirkede sonen seg ned til 10 m over dagens inntak. Ut fra dette synspunktet vil også det å legge inntaket ned mot 40-50 m dyp gi en økt sikkerhet. Hvis innsjøen senkes vil man få bølgeerosjon i finslam som i dag ligger stabilt lagret i nedre del av reguleringssonen. Deler av finmaterialet, både organisk og uorganisk, vil suspenderes i vannet og sedimentere igjen ute på større dyp. Dette vil kunne gi noe økt turbiditet, noe økt kimtall, og muligens noe økt farge i en overgangsperiode på anslagsvis 10-15 år. Den løste delen av humusmaterialet i denne sonen vil imidlertid allerede være laket ut i dag, slik at det er ikke sikkert at fargeøkningen blir merkbar på grunn av dette. Hvis innsjøen holdes sterkt nedtappet hvert år, i for eksempel 3 mnd, vil vannets effektive oppholdstid i innsjøen reduseres, og dermed blir fargenedbrytningen mindre effektiv. Dette vil føre til økt farge, og er trolig viktigere enn den mer kortvarige effekten av utvasking av humusmateriale fra blottagte strender. Det er ikke mulig på nåværende tidspunkt å si noe mer nøyaktig om omfanget eller betydningen av økt bølgeslagserosjon og grunnvannserosjon på basis av foreliggende materiale. For å kunne anslå dette, må det først gjøres en kartlegging og karakterisering av slammet i sonen 0-10 m kombinert med oppvirvlingsforsøk og sedimentasjonsforsøk, samt strøm og spredningssimuleringer. Dette materialet, kombinert med erfaringer fra vannkraftreguleringer, kan nyttes til å anslå den negative effekten av økt vannstandsregulering nokså eksakt.

Men hvis vannstanden holdes som i dag, og man baserer seg på dataene fra "kortslutningsundersøkelsen" høsten 2003, synes det som om vanninntaket er godt nok beskyttet der det nå ligger. Dvs. man oppnår ikke nevneverdig bedring ved å flytte vanninntaket dypere. Resultatene fra den ekstremt våte høsten 2000, indikerer imidlertid at resultatene fra kortslutningsundersøkelsen ikke gir tilstrekkelig beslutningsgrunnlag. I neste kapittel vil vi se nøyere på mer ekstreme situasjoner ved hjelp av matematiske strøm og spredningssimuleringer.

5.2 Strøm og spredningssimulering

5.2.1 Hensikt

Vi ønsket å finne i hvilken grad vanninntaket kan bli påvirket av forurensninger fra bekkene samt en eventuell overføring fra nabovassdragene Elgtjernbekken og Rotua, under det man kan kalle "i verste fall" situasjoner. Dette for å vurdere om inntaket i dag er hensiktsmessig plassert og eventuelt hva en kan forvente å oppnå ved å endre plasseringen.

Som hjelp til å foreta slike vurderinger har vi benyttet matematiske strøm- og spredningsmodeller. Oversikt over det aktuelle området i innsjøen samt bekkene er gitt i **Figur 41**.

5.2.2 Beskrivelse av modellen

Strømforholdene ble modellert ved en matematisk modell (Simons 1973, Tjomsland 1978). I modellen blir innsjøen delt inn i celler. For hver celle blir horisontal og vertikal strømhastighet samt temperatur skrittvis beregnet framover i tid med et gitt tidsintervall. De drivende kreftene er vind og vannføring. Når bevegelsen er kommet i gang, blir den påvirket av innsjøens form, friksjon mot bunnen og jordrotasjonen.

Spredning av stoff ble simulert ved en matematisk spredningsmodell som utnytter strømningsmodellens resultater (Tjomsland 1982). Modellen beregner spredningsforløpet skrittvis framover i tid. Stoffet spres ved transport i strømrretningen (advektiv transport), ved virvler (diffusiv transport) og eventuelt ved sedimentasjon og konstant svinrate, decay eller dødsrate som f.eks. bakterier.

Modellene er testet mot observasjoner i blant annet Tyrifjorden med tilfredstillende resultat, (Simons 1973, Tjomsland 1978, Tjomsland 1982), og for øvrig blitt benyttet ved en rekke anledninger for å vurdere plassering av vanninntak i forhold til forurensningstilførsler (Tjomsland 1995, Tjomsland 2000, Tjomsland og Berge 1999, Tjomsland og Berge 2000).

5.2.3 Hvilke situasjoner kan føre til forurensning av vanninntaket

Vi hadde som hensikt å finne fram til "verste fall scenarier". Vi antok homogene vannmasser, dvs ingen temperaturforskjeller, og sterk vind, 6 m/s, 10 meter over vannflaten. Vannføringene i tilløpsbekkene ble satt lik 10 ganger middelvannføringen. Vannet ble antatt å være sterkt bakterologisk forurenset, dvs 100 termotolerante bakterier per 100 ml. Det ble utført simuleringer ved ulike stabile vindretninger. Vindretningen ble suksessivt endret med et intervall på 45 grader, dvs mot: nord, nordøst, øst, sørøst, sør, sørvest, vest og nordvest.

Vatnet ble delt inn i celler på 25 m ganger 25 m i horisontalplanet og i dybderetning delt av nivåflater i 5, 20, 40 og 90 meters dyp eller eventuelt bunn. For hver celle ble det beregnet strømhastigheter og konsentrasjoner. Av pedagogiske hensyn ble det kun tegnet strømpiler på figurene tilsvarende 75 meters mellomrom i vatnet. For alle simuleringene er strømførholdene et resultat av 15 timer med konstant vind. Bakteriekonsentrasjonene representerer maksimumsverdier som er en likevektsituasjon mellom tilførsler, spredning og en dødsrate på 1.0 /døgn, tilsvarende en halveringstid på noe under et døgn.

I en idealisert innsjø strømmer vannet i overflaten noe til høyre for vindretningen. Ved økende dyp avtar farten og retningen blir stadig avbøyd mot høyre slik at i de dypere lagene strømmer vannet i mot vindretningen. Vannflaten blir skråstilt mot vindretningen. Dette gir økt trykk og nedover rettet strøm langs land med pålandsvind og til høyre for vindretningen og oppover rettet strøm langs breddene på motsatt side. Selv om et slikt idealisert strømningsmønster blir komplisert av innsjøens form, temperatursjiktninger og varierende vindstyrke og vindretning, kan det være nyttig som bakgrunnskunnskap for å forstå de ulike spredningsscenariene.

Ved vind mot nord strømmer vannet nordøstover i overflaten, dukker ned langs strendene i nordvest og nordøst og returnerer på større dyp, **Figur 42**. Langs strendene i sør, hvor vanninntaket er passert, blir det en oppover rettet strøm slik at tilførslene fra bekkene der blir ført utover i overflaten. For at bakteriene skal trenge ned til vanninntaket på 30 meter (lag 20-40 meter laget på figurene) må ifølge simuleringene vannet ta del i de nedover rettede strømmene langs strendene i nord. Dvs at bakteriene først blir spredt ved transport i overflaten tvers over hele vatnet og deretter tilbake igjen. Dette medfører både stor fortykning og lang tid med tilhørende dødelighet for bakterier eller andre reduserende prosesser for andre stoffer. Det er lite sannsynlig at vanninntaket vil bli forurenset av bakterier. Dette gjelder også påvirkning ved en eventuell overføring av vann fra nabofeltene Rotua/Elgtjernbekken til nordenden av vatnet. Tilsvarende gjelder for vind mot nordvest, **Figur 49**.

I følge drikkevannsforskriften skal drikkevann ikke inneholde termotolerante bakterier. Den grønne fargen på figurene representerer intervallet 0.1-1 bakt. per 100 ml. Tolkner man dette optimistisk kan man si at ingen av simuleringene viste at drikkevannsinntaket ble påvirket av bakterier. Bruker man en forsiktig tolkning tyder verdiene på at vannet er i faresonen, eller sagt på en annen måte at man kan regne med periodevis bakteriologisk påvirkning. Man bør også ta hensyn til en viss usikkerhet i resultatene. Dersom det er simulert en gitt verdi på et sted, bør man regne med at denne verdien i virkeligheten kan variere noe både i størrelse og plassering. I et sterkt nedtappet magasin blir inntaksdypet redusert fra 30 m til 20 meter, hvilket øker sannsynligheten for påvirkning. Påvirkningen blir da en mellomting av konsentrasjonene i laget 5-20 meter og 20-40 meter. Det er også klart at om bakteriene først er kommet tilstrekkelig dypt ned og befinner seg nær vanninntaket kan f.eks. endret

vindretning få en uheldig virkning. Bakterieinnholdet i bekkene er vanligvis langt lavere enn antatt ved simuleringene, imidlertid kan man likevel forvente episoder med også betydelig høyere verdier.

Ved vind mot nordøst, øst og sørøst strømmer overflatevannet mot strendene i nordøst og sørøst, dukker ned og spres utover i dypere nivåer, **Figur 43 - Figur 45**. Vanninntaket kan eventuelt bli moderat påvirket av bakterier fra bekkene i sør: Langvannsbekken og eventuelt Sandungsbekken og Gampedalsbekken. Vanninntaket er mest utsatt for påvirkning fra Langvannsbekken som renner ut innerst i bukten. Tilførsler fra Sandungsbekken må først bli transportert i overflaten til sørøstlig bredd, dvs til områdene ved Gampedalsbekken. Det er mulig at etter nedtrengning kan strømmene på dypt vann føre dette videre innover i bukten i retning av vanninntaket.

Ved vind mot sør og sørvest dukker vannet ned langs strendene i sørøst og sørvest, **Figur 46 og Figur 47**. Dvs. at tilførsler fra bekkene i sør: Sandungsbekken, Langvannsbekken og Gampedalsbekken dukker ned langs land og strømmer i retning av vanninntaket.

Ved vind mot vest dukker vannet ned langs strendene i sørvest og nordvest, **Figur 48**. Tilførsler fra Sandungsbekken dukker ned, transporteres mot vanninntaket og kan muligens påvirke dette.

Ved vind mot vest dukker vannet ned langs strendene i nordvest, **Figur 49**. Tilførsler fra særlig Jøssjøbekken vil kunne føres tilstrekkelig dypt ned til å bli transportert utover til områder nær vanninntaket.

De mest ugunstige vindretningen har en komponent mot sør. Vanninntaket kan da bli påvirket av tilførsler fra Langvannsbekken og muligens også Sandungsbekken og Gampedalsbekken. Observasjoner på Frognøya midt i Tyrifjorden tyder på at denne vindretningen er vanlig ca. 1/3 av tiden, **Figur 50**. Økt vind til 12 m/s rettet mot sør førte til ubetydelige endringer. Redusert vind førte til noe bedre forhold, **Figur 51**. Bakteriene ble spredt over et mindre område, men fortsatt var påvirkning av vanninntaket mulig. Ved vindstille forhold er det kun tilløp- og utløpsvannføringene som er årsak til strømmene. Dette resulterer i hastigheter som sjelden overstiger noen mm/s, hvilket resulterer i langsom spredning slik at bakteriene dør nær bekkeutløpene. Dette er sannsynligvis tilfelle ved islagte innsjø om vinteren.

Simuleringene til nå er foretatt for homogene vannmasser, dvs ingen temperaturforskjeller. Om sommeren er overflatevannet varmere og dermed lettere enn lenger ned. Vannmassene blir da mer stabile hvilket motvirker vertikal transport og gjør at vanninntaket blir bedre beskyttet enn om vannmassene er homogene, **Figur 52**. Imidlertid må vi regne med at sterke vinder forårsaker vertikale strømmer langs strendene med pålandsvind som vil trenge langt ned i hypolimnion i de strandnære områder, ev. dytte sprangsjiktet dypere i denne enden så lenge vinden varer. Det vil derfor være risikofylt å ha et vanninntak nær land i enden av en langstrakt innsjø.

Bevegelser med stor utstrekning blir beskrevet ved bruk av velkjente fysiske lover. I modelleringen inngår valg av en del koeffisienter som påvirker resultatene. Den største usikkerheten er trolig knyttet til beregningen av turbulente virvler med oppløsning mindre enn rutenettets oppløsning. Dette påvirker f.eks. i hvor stor grad stoffet spres på tvers av bevegelsens hovedretning i bredde- og dybderetningen. Kalibrering av modellen mot observasjoner ville krevet et omfattende måleprogram og feltarbeid. Resultatene ville neppe ha blitt betydelig sikrere av den grunn. Vi må ikke forvente at slike modelleringer gir en perfekt gjengivelse av virkeligheten. Imidlertid mener vi at simuleringene som er basert på karakteristiske situasjoner er vel egnet som grunnlag for å trekke konklusjoner om virkninger på vanninntaket av forurensende utslipp til Glitre.

Vi har modellert strøm som følge av vind. Vår og høst sirkulerer vannmassene vertikalt. Dette p.g.a. atmosfærisk oppvarming/avkjøling. Overflatevannet blir tyngre og synker ned ved avkjøling ned til 4 °C om høsten og ved oppvarming om våren fra 0 til 4 °C. I slike situasjoner kan forurensninger på

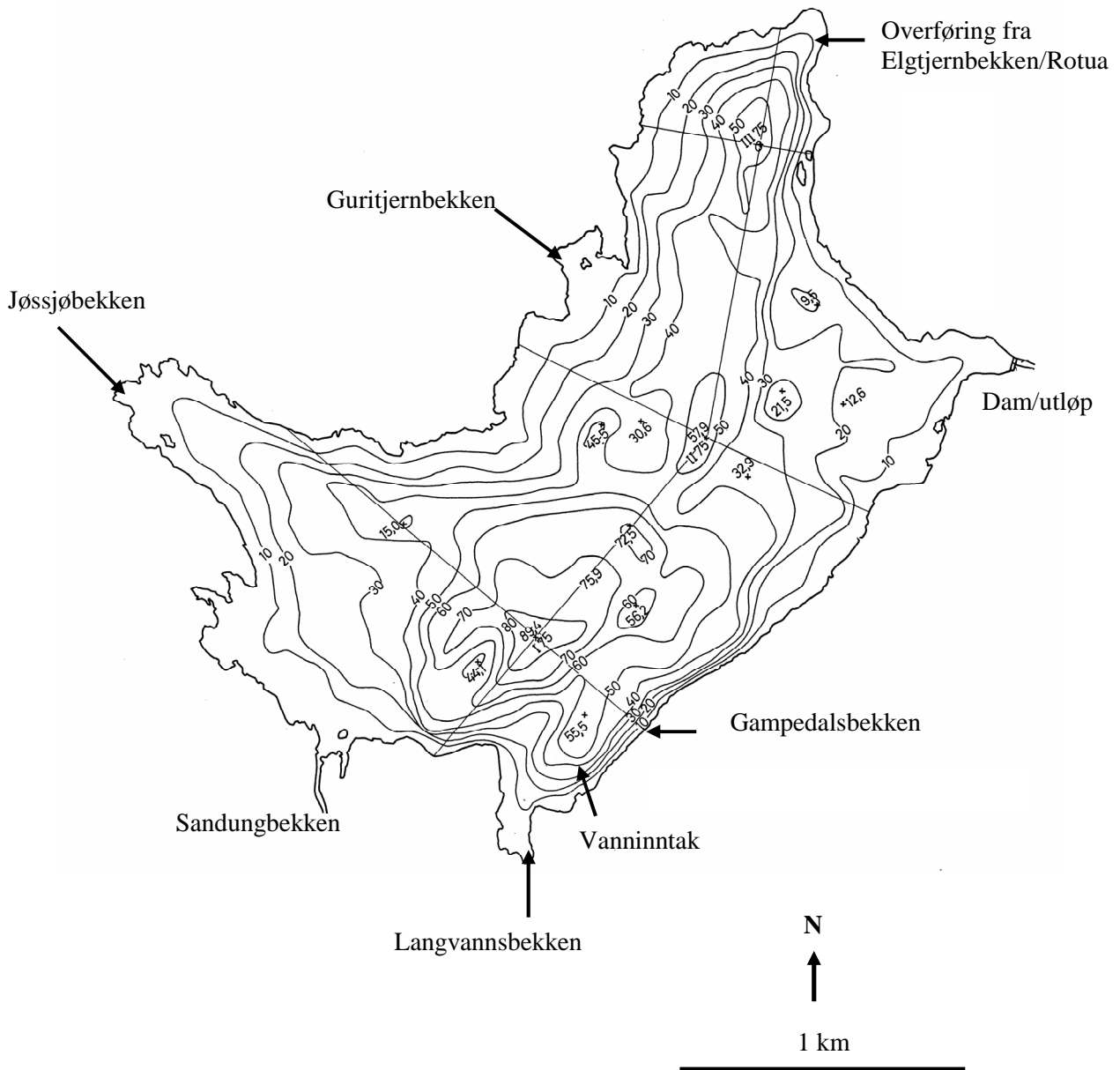
overflaten følge denne vertikale sirkulasjonen og dermed påvirke vanninntaket. Forurensningene vil imidlertid bli meget sterkt fortynnet da de blander seg med hele vannsøylen fra overflaten og ned til bunnen, og dette fra utslippsstedet og helt fram til området ved vanninntaket. Konsentrasjonene blir neppe større enn verste fall situasjonene som simuleringresultatene viser.

Ved simuleringene ble overføringene fra nabovassdragene tenkt ledet til bukten i nordenden av vatnet. Vanninntaket ble ikke påvirket av disse tilførselene i nevneverdig grad i noen av de utførte scenariene. For å nå vanninntaket må stoff som tilføres spres over hele vatnet, dykke tilstrekkelig dypt ned langs land og deretter føres mot vanninntaket. Om dette skulle skje vil stoffet bli meget sterkt fortynnet. Av hensyn til vanninntaket er det mest gunstig med utslipp i overflaten slik av den vertikale avstanden mellom utslipp og inntak er størst mulig.

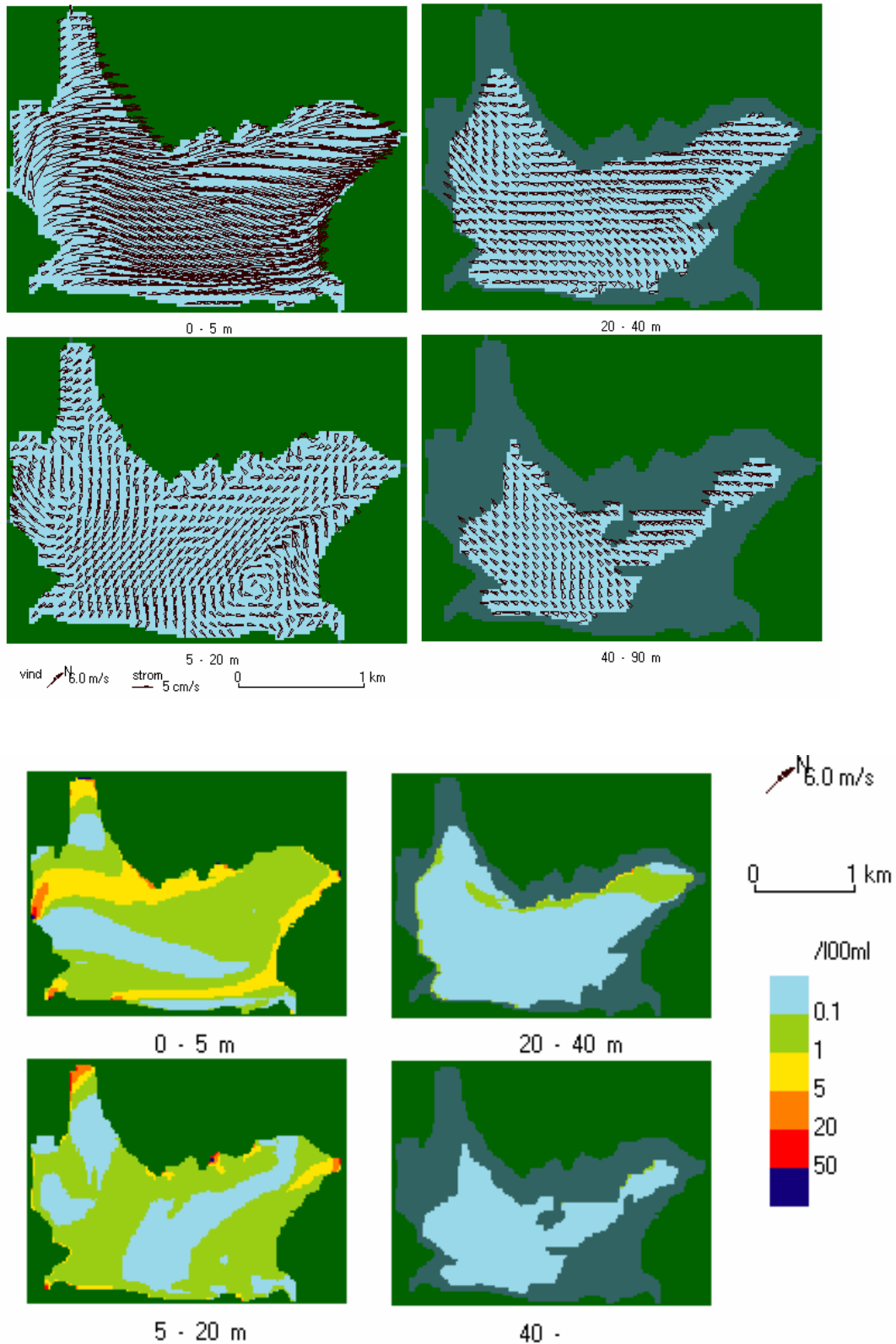
5.2.4 Konklusjoner fra strøm og spredningsundersøkelsen

Vanninntaket er godt beskyttet mot bakterologiske forurensninger fra tilløpsbekkene. Imidlertid må man regne med periodevis moderat påvirkning. Dette gjelder først og fremst ved vind i sektoren mot sørøst - sørvest ved isfrie forhold i sirkulasjonsperiodene. Tilførselene fra det nærmeste tilløpet Langvannbekken og tildels også Gampedalsbekken og Sandungbekken kan da trenge ned langs land tilstrekkelig dypt til å påvirke vanninntaket. Dette gjelder særlig hvis innsjøen er tappet ned 10 m etter en tørr sommer, og hvis det blir en lang og våt høstsirkulasjonsperiode. I praksis ligger vanninntaket da på 20 m og simuleringene viser at man da kan få inn forurensninger fra de nærliggende bekker. Dette kan kompenseres for ved å legge vanninntaket dypere. Det vil være tilstrekkelig å legge det ut til ca 45 m dyp. Skal man ut til 50 m dyp, må man forlenge ledningen betydelig da området rett ut for dagens inntak bare er ca 55 m. Man vil da lett komme for nær bunnen med et 50 m dypt inntak rett ut for dagens inntak, og vil kunne få inn perioder med økt turbiditet og økt kimtall. Se **Figur 41**.

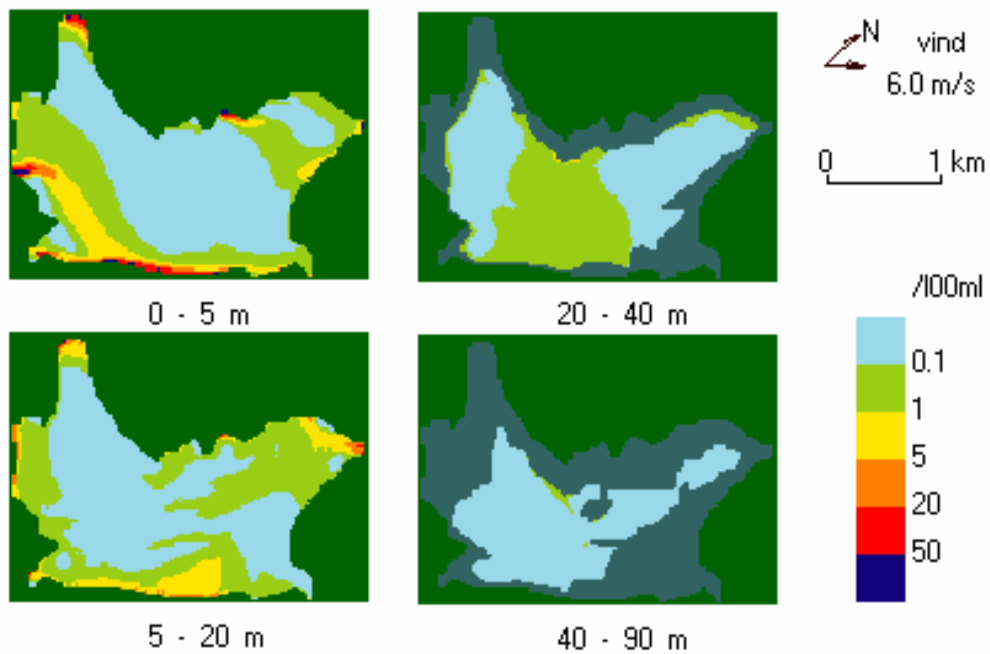
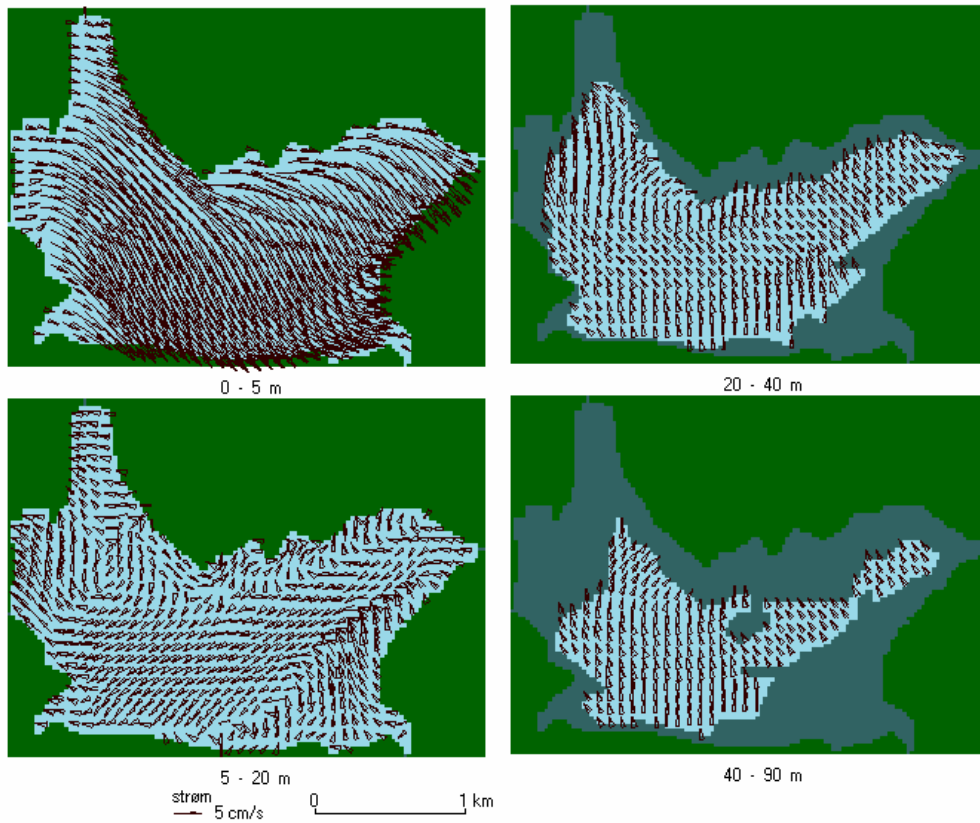
Det beste stedet å ta inn de nye overføringene er i nordenden av vannet og da sluppet ut i overflaten. Det er da lite sannsynlig at bakterier fra nabovassdragene Elgtjernbekken og Rotua ved en eventuell overføring vil påvirke vanninntaket i påviselig grad. Strøm og spredningsstudien har ikke vurdert økt påvirkning fra humus som følge av nye overføringer. Se kapittel 4.2.2 for dette.



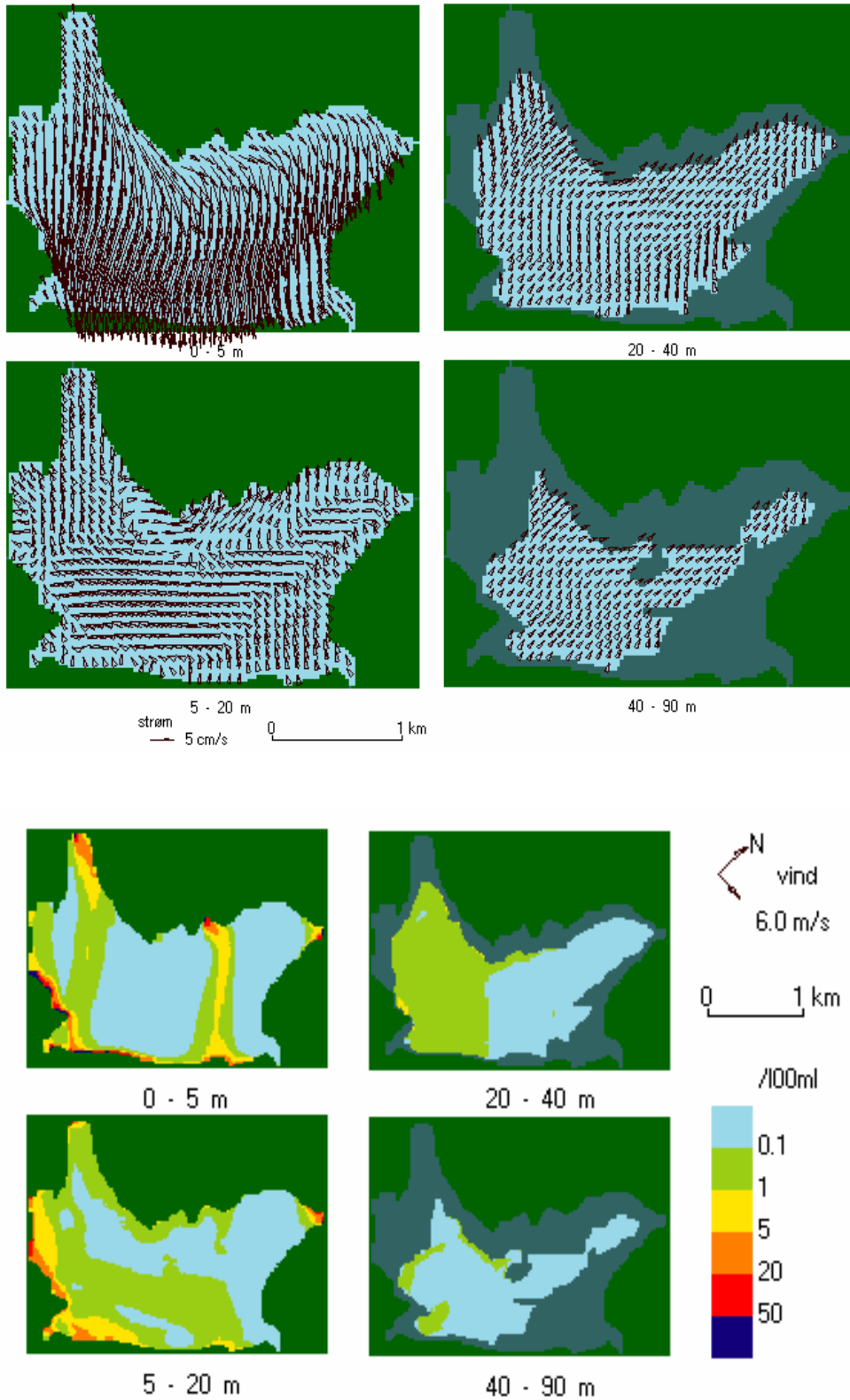
Figur 41. Oversiktskart, dybdekart



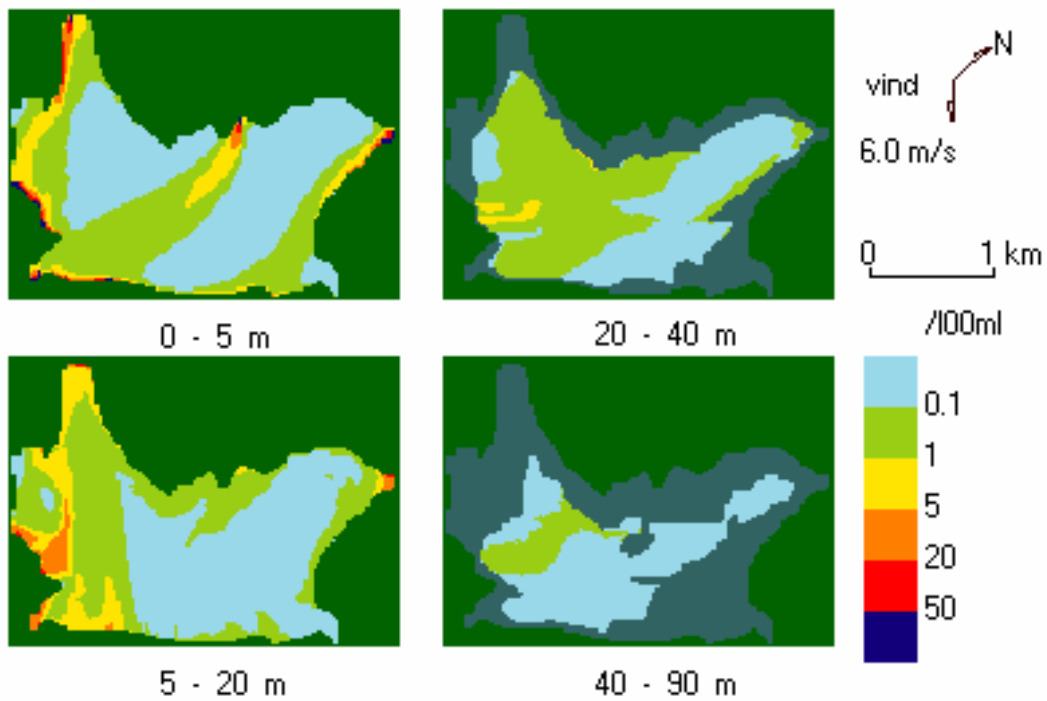
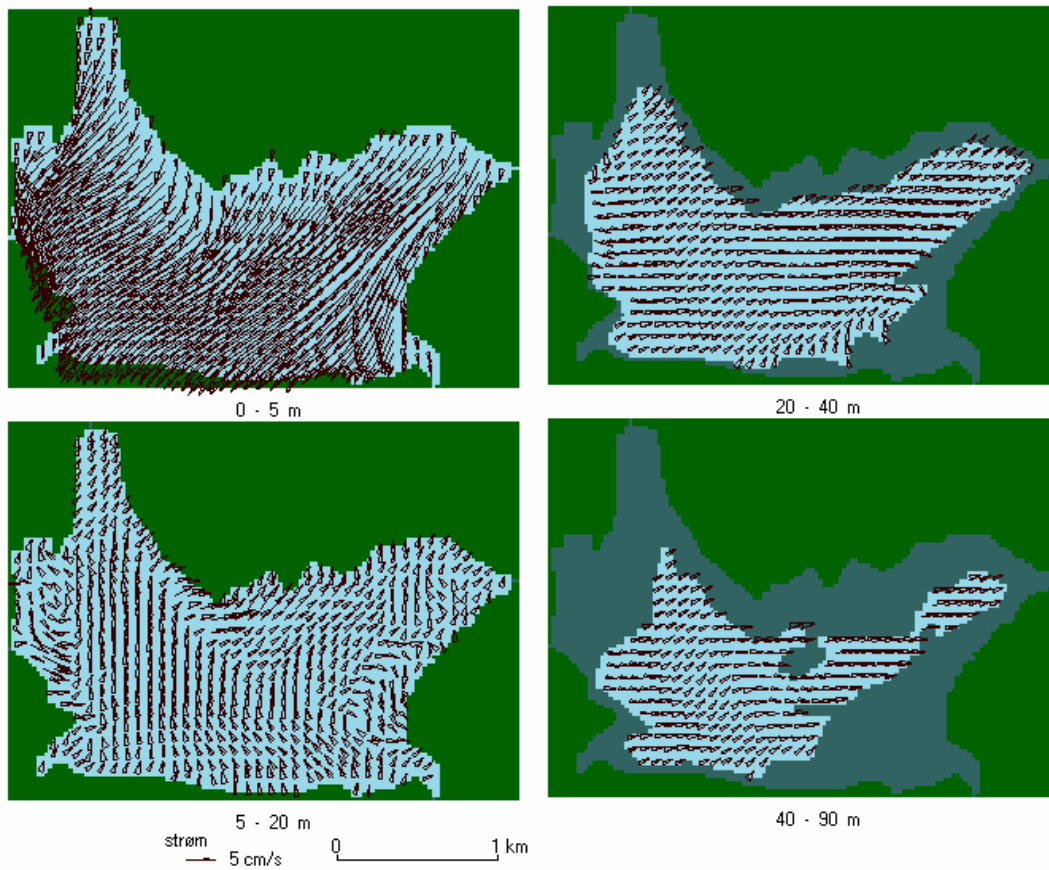
Figur 42. Vind 6 m/s mot nord. Det er lite sannsynlig at vanninntaket blir påvirket av bakterier.



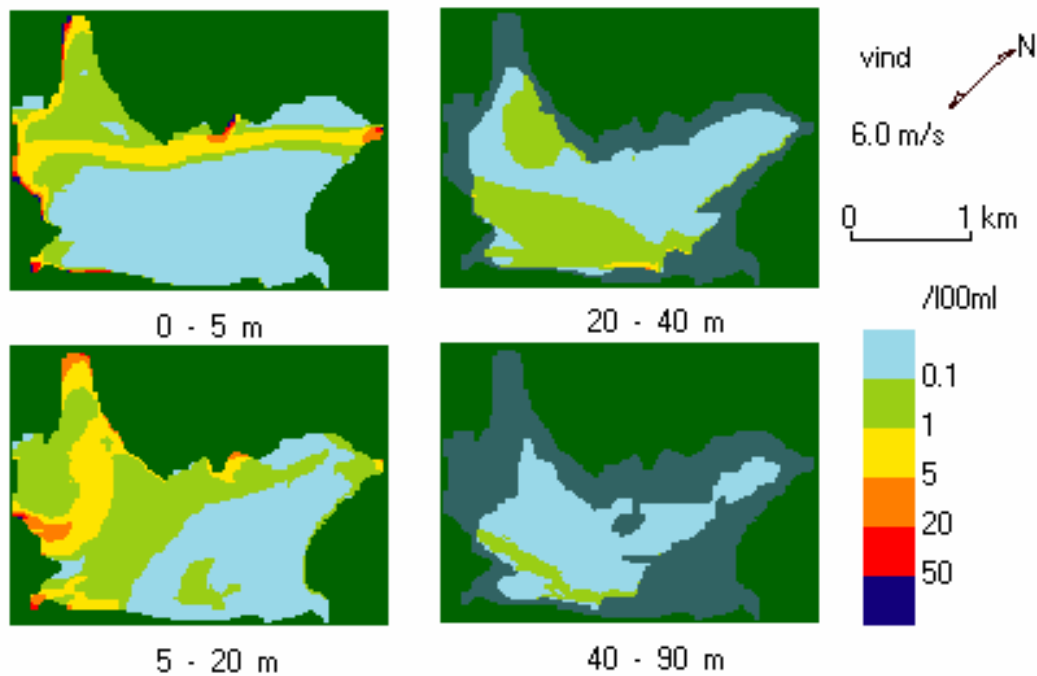
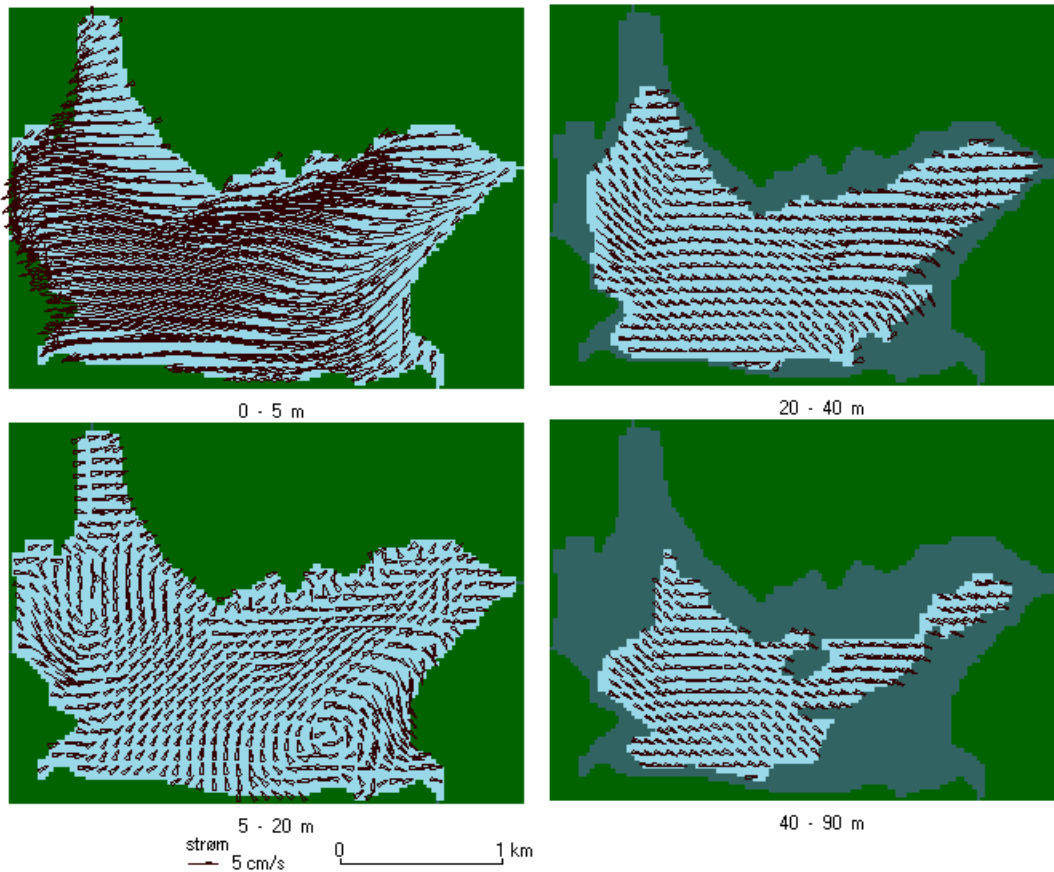
Figur 43. Vind 6 m/s mot nordøst. Bakterier fra bekkene i sør Langvannsbekken og eventuelt Gampedalsbekken og Sandungsbekken kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



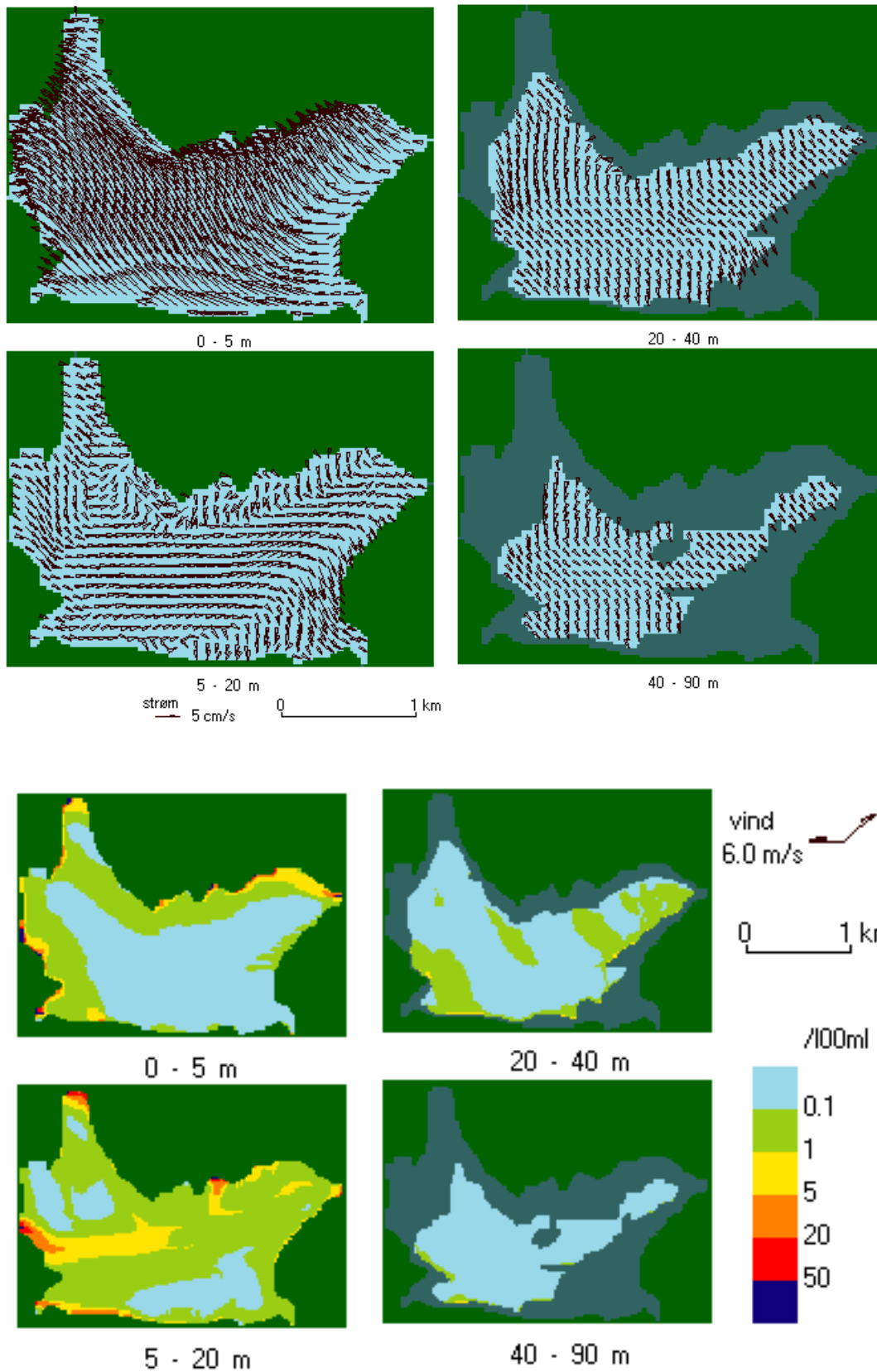
Figur 44. Vind 6 m/s mot øst. Bakterier fra bekkene i sør Langvannsbekken og eventuelt Gampedalsbekken og Sandungsbekken kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



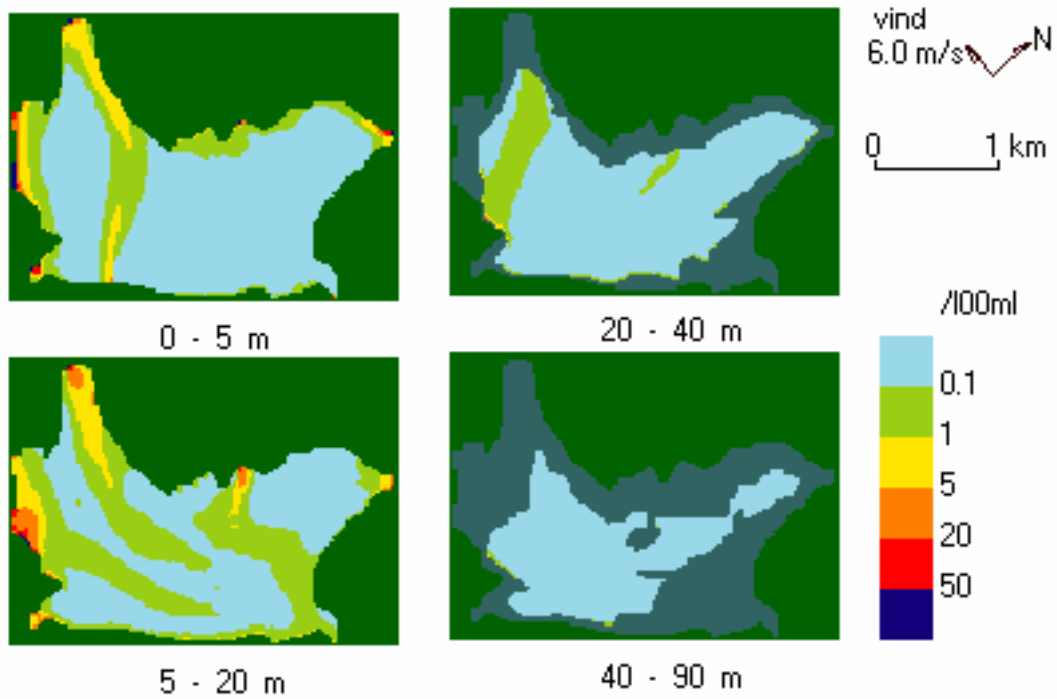
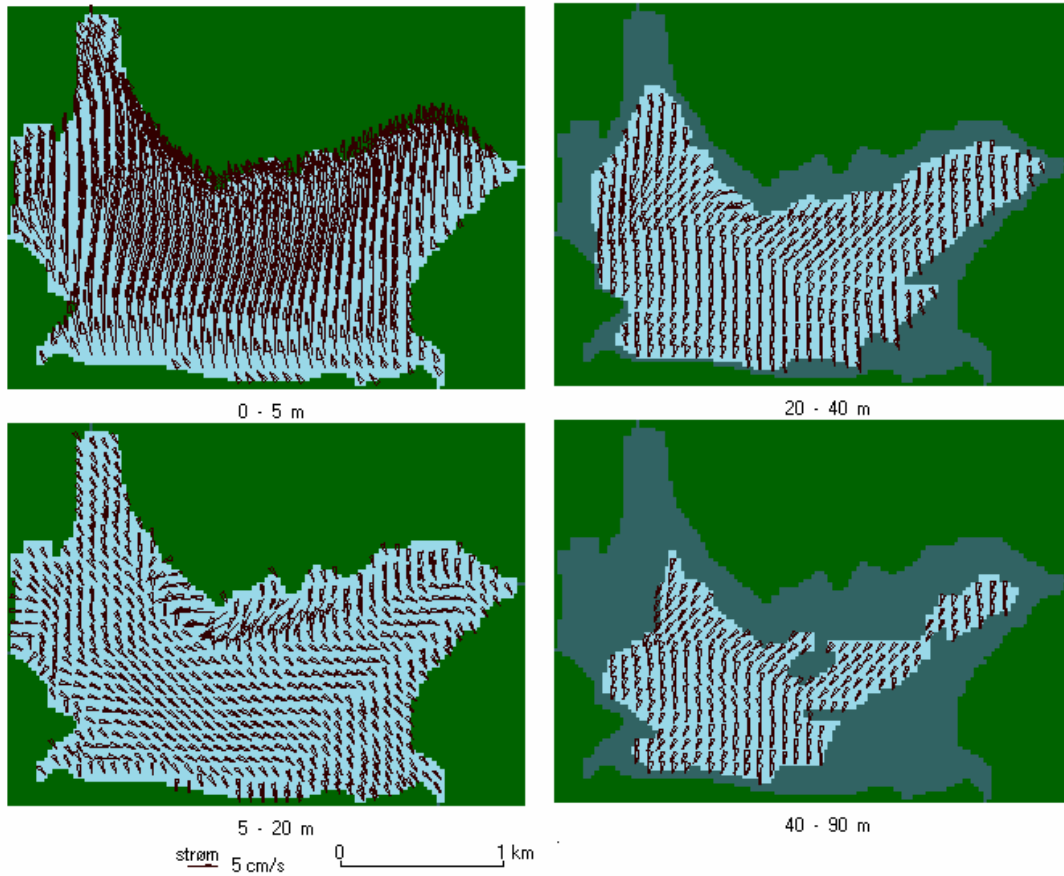
Figur 45. Vind 6 m/s mot sørøst. Bakterier fra bekkene i sør: Langvannsbekken og eventuelt Gampedalsbekken, kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



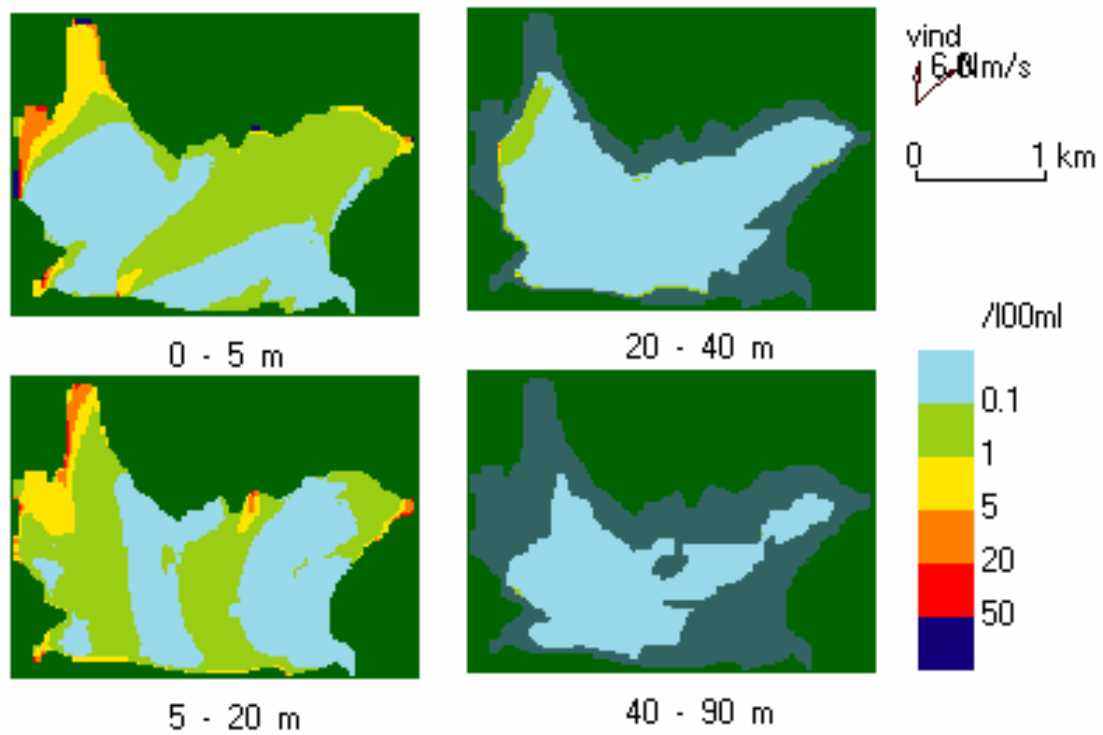
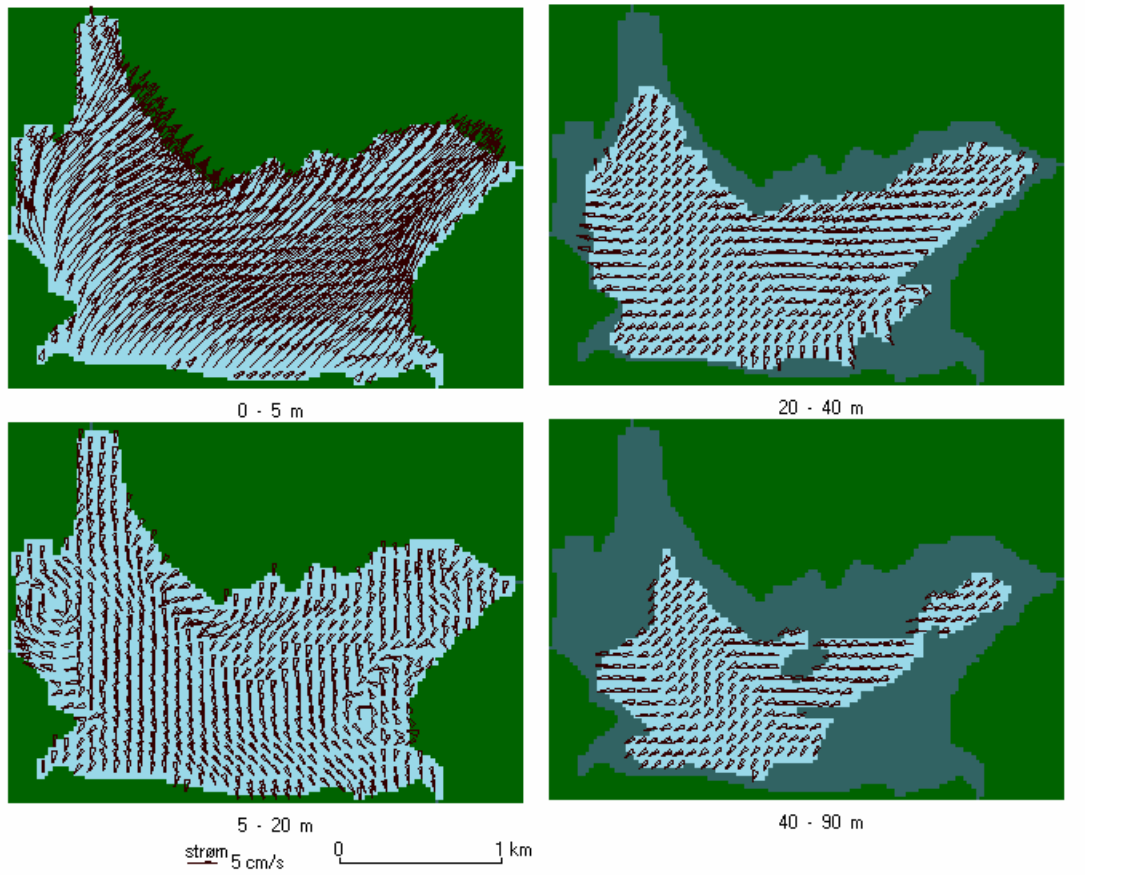
Figur 46. Vind 6 m/s mot sør. Bakterier fra bekkene i sør Langvannsbekken og eventuelt Gampedalsbekken og Sandungsbekken kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



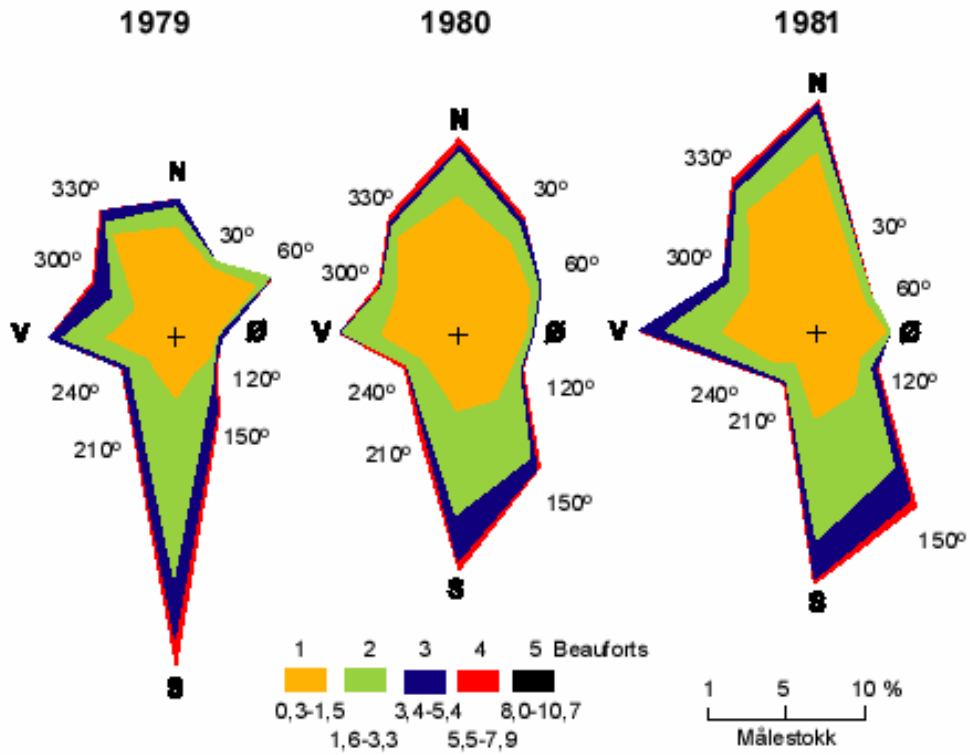
Figur 47. Vind 6 m/s mot sørvest. Bakterier fra bekk sør: Sandungsbekken kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



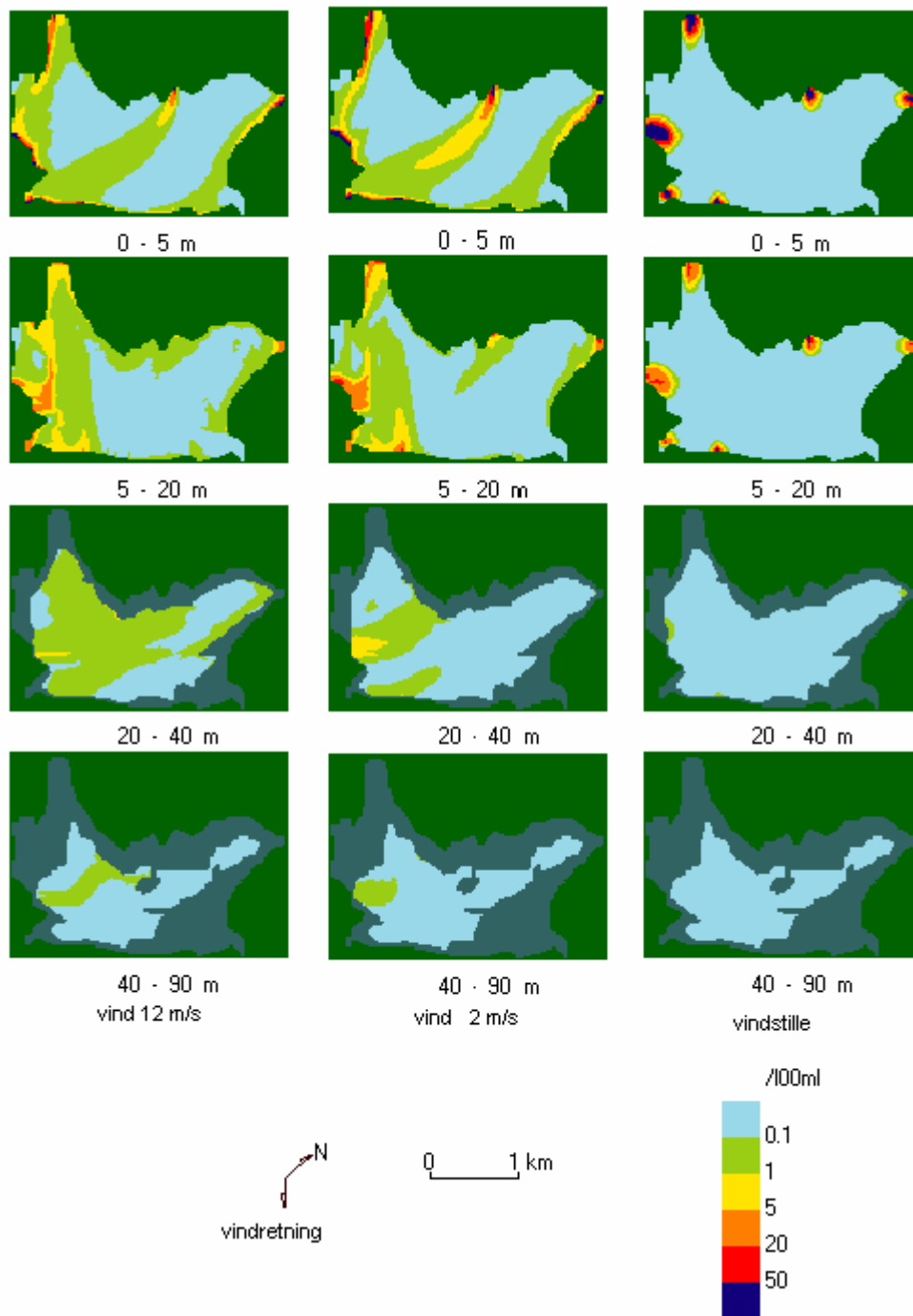
Figur 48. Vind 6 m/s mot vest. Bakterier fra bekk vest: Jøssjøbekken kan påvirke vanninntaket i moderat grad.



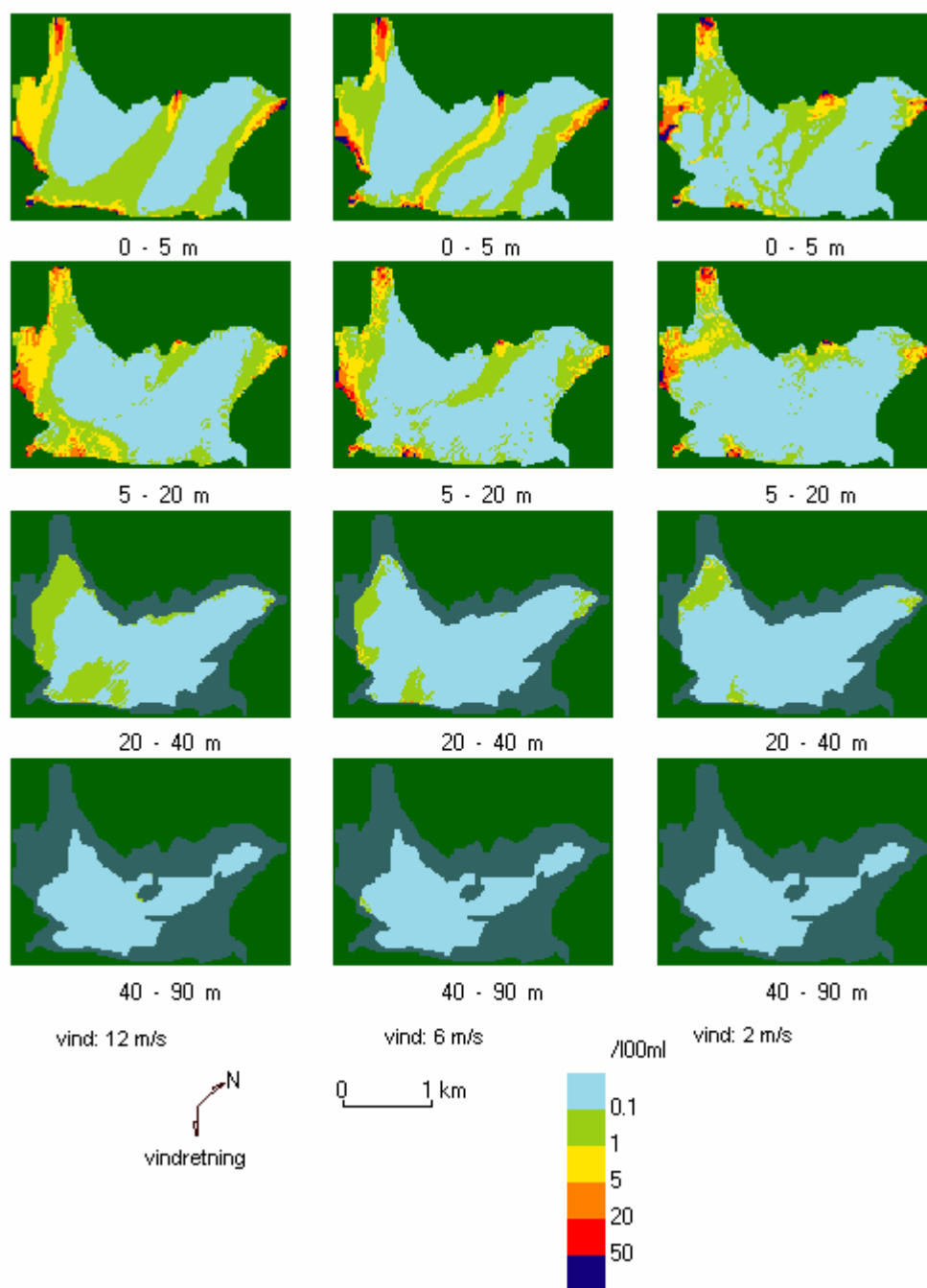
Figur 49. Vind 6 m/s mot nordvest. Det er lite sannsynlig at vanninntaket blir påvirket av bakterier.



Figur 50. Vindobservasjoner på Frognøya midt i Tyrifjorden tyder på at de mest vanlige vindretningene er rettet mot nord mot sør og motsatt. (Berge 1983)



Figur 51. Vind mot sørøst på 12 m/s og 2 m/s og vindstille. Avtagende vindstyrke resulterte i noe mindre spredning til området rundt vanninntaket. Under vindstille/islagte forhold dør bakteriene nær utløpsbekkene.



Figur 52. Vind mot sørøst. Varmt overflatevann (sprangsjikt) om sommeren motvirker nedtrengning av forurensninger. Ved sterk vind kan vanninntaket likevel bli påvirket.

6. Vurdering av nye beskyttelsestiltak i nedbørfeltet

6.1 Gjeldende beskyttelsestiltak

I Fylkesmannens "Godkjenning (20/9-2003) av Glitrevannverket for vannforsyning fra Glitre til Drammens regionen", er det nedfelt spesielle beskyttelsestiltak i nedbørfeltet. De vedtatte beskyttelsestiltakene gjelder både Glitres nedbørfelt og Rotua-feltet, men ikke Nykjua-feltet. Hvis det blir snakk om å overføre Nykjua-feltet, må beskyttelsestiltakene også tilordnes dette feltet. Kortfattet gjengis her tiltakene som følgende klausuler:

- Nybygging innen nedbørfeltet er forbudt
- Bruksendring av dagens bebyggelse er ikke tillatt
- Forbud mot å legge inn vann i all bebyggelse
- Bebyggelse og hytter må ha tette priveter som ved tømning enten kjøres ut av feltet eller graves ned på godkjent sted.
- Deponering av avfall og slam er forbudt
- Begrensninger på motorisert ferdsel på veger i feltet – kun nyttekjøring er tillatt. Vegene er bommet for allmennheten. Moped er tillatt.
- Forbud mot motorisert ferdsel på vannene i feltet.
- Allmennheten har ikke anledning til bruk av båt – kun grunneiere har adgang til bruk av båt i utøvelse av tradisjonelt fiske.
- Sportsfiske fra land er tillatt for alle – også i Glitre – Tilsynsmyndigheten kan imidlertid innføre fiskeforbud i selve Glitre.
- DOFA har anledning til å foreta stamfiske og utsetting av fisk etter gitte forskrifter
- Bading i Glitre er forbudt – i de andre vannene er det forbudt å legge til rette for bading ved utlegging av badeflåte, stupebrett, badeplasser etc.
- 100 m grense for telting og leirslaging rundt Glitre
- Organisert ridning er forbudt i feltet

Det er foreløpig ikke noen restriksjoner på beiting i nedbørfeltet. Det henstilles imidlertid i Fylkesmannens godkjenning at saltsteiner, innsamlingsplasser etc. bør plasseres i rimelig avstand fra selve Glitre.

6.2 Evt. Nye beskyttelsestiltak

Hvis man skal vurdere behov for nye beskyttelsestiltak, slik vi er bedt om, så er det nettopp dette med beiting som peker seg ut som en forurensningskilde som det knytter seg usikkerhet til. I hele Finne-marka har vi fått oppgitt at antall beitedyr er ca 500 storfe og 5000 sau.

I tørre sommre tørker mange mindre bekker og dammer/pytter inn. Dyrene trekker ned til større elver og vann for å drikke. Ofte holder dyrene seg i nærheten av en sikker vannkilde i disse perioder. De trækker rundt i reguleringssonen og gjør fra seg. Når vannet stiger igjen vil ekskrementene skylles ut i vannet, både i bekker og vann, noe som fører til bakterieforurensning. Særlig for vannverk som har inntak i oppdemte elver og bekker, er dette et problem.

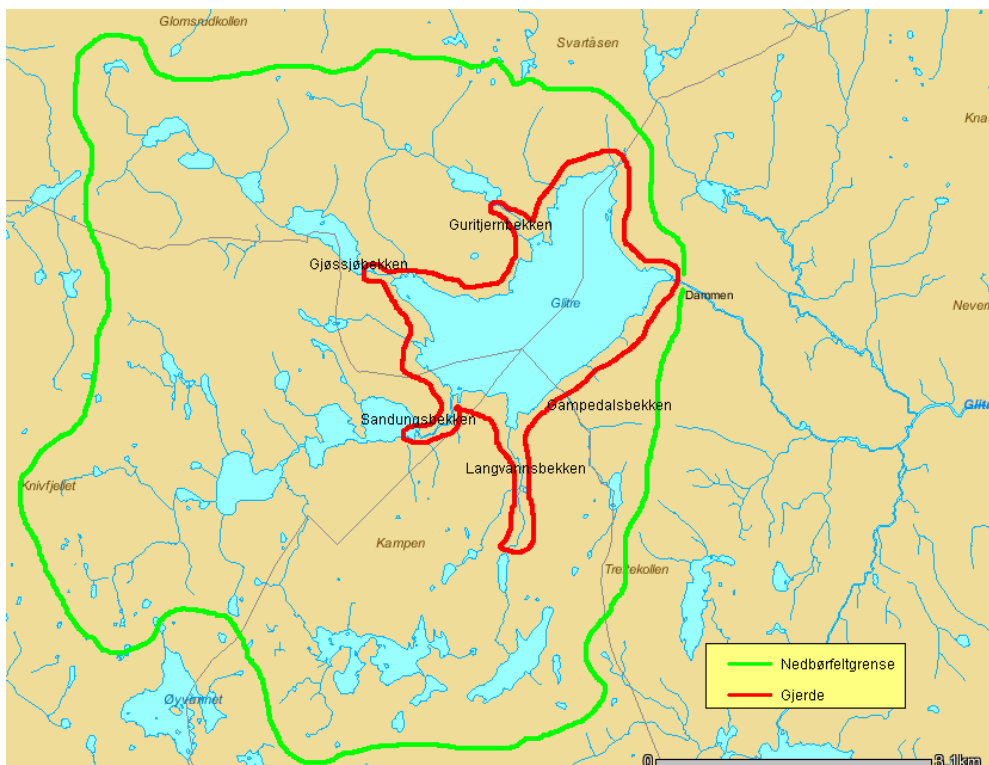
Vannforbruket er normalt størst i tørre sommere da vanning utgjør et stort forbruk som ellers ikke er der, samt at tilrenningen er liten. Innsjøer som utnyttes til drikkevann får da lett lav vannstand, og man får en naken reguleringszone rundt vannet. Denne er særlig utsatt for ekskrementer fra storfe.

Under årets undersøkelser i Glitre var ikke beiting noe påviselig problem. Men sommeren 1997, som var meget varm, og hvor vannstanden var nedtappet, bl.a. på grunn av ombygninger ved vanninntaket,

var det mye husdyr i reguleringssonen til Glitre, og vannverkets ansatte observerte mye husdyrmøkk i denne sonen. Det var særlig storfe som trakk ned til vannet. Sauer gjorde dette i mye mindre grad. Denne sommeren ble det observert svært høye kimtall i råvannet, se **Figur 16**. De høye kimtallene ble imidlertid ikke fulgt av forhøyet innhold av koliforme bakterier, noe man kunne ha forventet. Se diskusjon i kapittel 3.3.1. Det er lite sannsynlig at de høye kimtallene man observerte i råvannet denne sommeren kommer fra husdyr rundt Glitre.

Finnemarka beitelag har laget et forslag til Beitebruksplan for Finnemarka. Planen er sendt ut på høring med høringsfrist 1.6.04. Glitrevannverket er ikke med på lista over høringsinstanser, så det er usikkert om hvordan Glitrevannverket kommer inn i saken. Glitrevannverket har tidligere foreslått beiteforbud i hele nedbørfeltet, men Beitelaget har vært sterkt motstander av dette. Fylkesmannen, i sin godkjenning av vannverket, tar til orde for tiltak som går på å lede dyrene mest mulig vekk fra innsjøens nærområde, så som å sette opp saltslikkesteiner langt fra Glitre, foreta vårslippene av dyrene langt fra vannet, med mer. Disse tiltakene har Glitrevannverket og Beitelaget allerede begynt å samarbeide om. Glitrevannverket har finansiert innkjøp av mobile innsamlingsgrinder for enkelt å kunne samle inn dyra og kjøre dem vekk hvis de begynner å oppholde seg for mye i nærområdet til Glitre. Det er også vurdert bruk av midlertidige elektriske gjerder.

Hvis disse ”myke tiltakene” med å lede beitedyrene vekk fra innsjøens nærområde viser seg å ikke fungere i praksis, kan det være aktuelt å sette opp et solid sauegjerde rundt selve Glitre og opp langs de permanente bekkene til første innsjø, se **Figur 53**. Det er svært lite beiteareal som beslaglegges, anslagsvis 0,5 km² av Finnemarkas totale areal på 430 km², (= 1/1000 av beitearealet) og det mer enn nok vann igjen til dyra både i og utenfor nedbørfeltet.



Figur 53. Angivelse av aktuell plassering av gjerde (slik NIVA ser det) hvis det blir nødvendig med permanente tiltak for å beskytte Glitre mot forurensning fra beitende husdyr. En del av strekningen er så bratt at der ikke trengs gjerde.

Gjennom en innsjø renses bakterier med mer enn 90 %, noe som gjør at oppstrøms utløpet av nabo-innsjøene til Glitre vil det ikke være noe behov for gjerde. De mindre bekkene vil tørke inn i tørre sommere, som for eksempel Gampedalsbekken, slik at disse vil ikke tiltrekke seg husdyra. Det er således bare relativt korte strekninger av Langvannsbekken, Sandungsbekken, Gjøsøsbekken, og Guritjernbekken, som må gjerdes inn i tillegg til et gjerde langs innsjøbredden. Da det er husdyr man vil gjerde ute, og ikke vilt, vil et solid sauegjerde være tilstrekkelig. En god del av innsjøens sørøstlige kyst er så bratt at den er "selvgjerdet". Elg, rådyr, hare, paserer lett sauegjerder, mens husdyra gjør det normalt ikke. Gjerdet må etterses og repareres hver vår. Vår erfaring med elektriske gjerder i skog, er at grass og busker, etc, for eksempel etter et regnvær, lett legger seg innpå tråden og leder strømmen til jord. Piggtråd er ikke lenger tillatt brukt i utmark da det skader viltet i betydelig grad.

Foreløpig er det bare ett enkelt år (1997) hvor man har data som tyder på at beiting kan være et problem. Man bør følge ekstra godt med neste gang man får en varm og tørr sommer for å se om problemene gjentar seg. Da vil man ha et bedre grunnlag for å vurdere nødvendigheten av oppsetting av et permanent gjerde.

Det vil ikke være nødvendig, og heller ikke realistisk, å gjerde inn hele nedbørfeltet (grønn linje i figuren) hvis det ikke skjer en kraftig økning i beitebruken av Finnemarka, dvs fordobling eller mer. For øyeblikket er beitebruken heller nedadgående.

7. Forslag til overvåkingsprogram i Glitre med tilløpsbekker, samt Rotua og Nykjua

7.1 Overvåking av råvann i hht Drikkevannsforskriften

Drikkevannsforskriften omhandler overvåking av råvann i tabell 7 med undertekst. Som minimum skal minst parameterne i tabell 6.1 inngå, dvs.

<i>Parameter</i>	<i>Nett-kontroll</i>	<i>Enkel rutine-kontroll</i>	<i>Anmerkninger</i>
Kimtall 22 °C	X	X	
Koliforme bakterier	X	X	Ved påvisning under nettkontrollen skal observasjonen verifiseres til presumtiv <i>E. coli</i> , ellers til <i>E. coli</i> .
<i>E. coli</i>	V	X	
Intestinale enterokokker	V	X	
pH	Z	X	Parameteren kan settes som V istedenfor Z dersom verdiene er stabile.
Konduktivitet	V	X	
Turbiditet	X	X	
Lukt	V	X	
Smak	V	X	
Farge	X	X	
Ammonium		X	
Nitritt		X	Bare når kloramin benyttes til desinfeksjon.
Aluminium		X	Bare når aluminium blir brukt i vannbehandlingen.
Jern		X	Bare når jern blir brukt i vannbehandlingen.
Kimtall 36 °C		X	Bare dersom vann produseres i flasker eller annen emballasje med henblikk på frambud.
<i>Clostridium perfringens</i>		X	Parameteren trenger ikke måles i grunnvann dersom overflatevann ikke påvirker grunnvannskvaliteten.
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		X	Bare når vann produseres i flasker eller annen emballasje med henblikk på frambud.

Forklaring til rubrikkene:

X: Obligatorisk.

Z: Obligatorisk, men se merknad.

V: Aktuell tilsynsmyndighet kan vurdere i hvilken grad parameteren trenger å undersøkes.

Dessuten skal man analysere parametre fra tabell 3.1 om man har mistanke om at noen av disse komponentene her kan tilføres råvannet.

Det er ingen lokale forurensninger i Glitre som gjør at det er særlig aktuelt å analysere råvannet på tabell 3.1-parametre. I tillegg til de parametre som er gitt i drikkevannsforskriftens tabell 6.1, se over, kan det være aktuelle å overvåke råvannet for

Total organisk karbon (TOC)

Mangan

I henhold til Drikkevannsforskriften skal Glitrevannverkets råvann overvåkes minst en gang hver måned.

7.2 Dagens råvannsovervåking ved Glitrevannverket

Overvåkingen av råvannet er i hovedsak basert på drikkevannsforskriften, med noen mindre endringer. Fylkesmannen krever i sin godkjenning at Glitrevannverket overvåker råvannet hver uke som en ekstra sikkerhet.

Glitrevannverket tar i dag følgende rutineprøver på råvann:

Prøvetype:	Nettkontroll	Enkel rutinekontroll	Utvidet rutinekontroll
Prøvefrekvens:	ukentlig	3 ganger pr. år	4 ganger pr. år
Parametere:	Kimtall 22 °C Koliforme bakterier pH Turbiditet Farge	Som nettkontroll + E. coli Intestinale enterokokker Jern Clostridium perfringens	Som enkel rut.kontroll + Ammonium Mangan Kalsium Alkalitet

Ved spesielle hendelser der vannforsyningen er ekstra sårbar, utvides prøvetakingene i omfang (parametervalg, prøvesteder og prøvehyppighet) tilpasset situasjonen. Eksempel på slike situasjoner for råvannet er:

- Nedtappet vannmagasin
- Sterk nedbør
- Høstsirkulasjon
- Ved påvist høye bakterietall
- Mye husdyr som beiter i nærområdet

7.3 Forslag til endringer av dagens opplegg

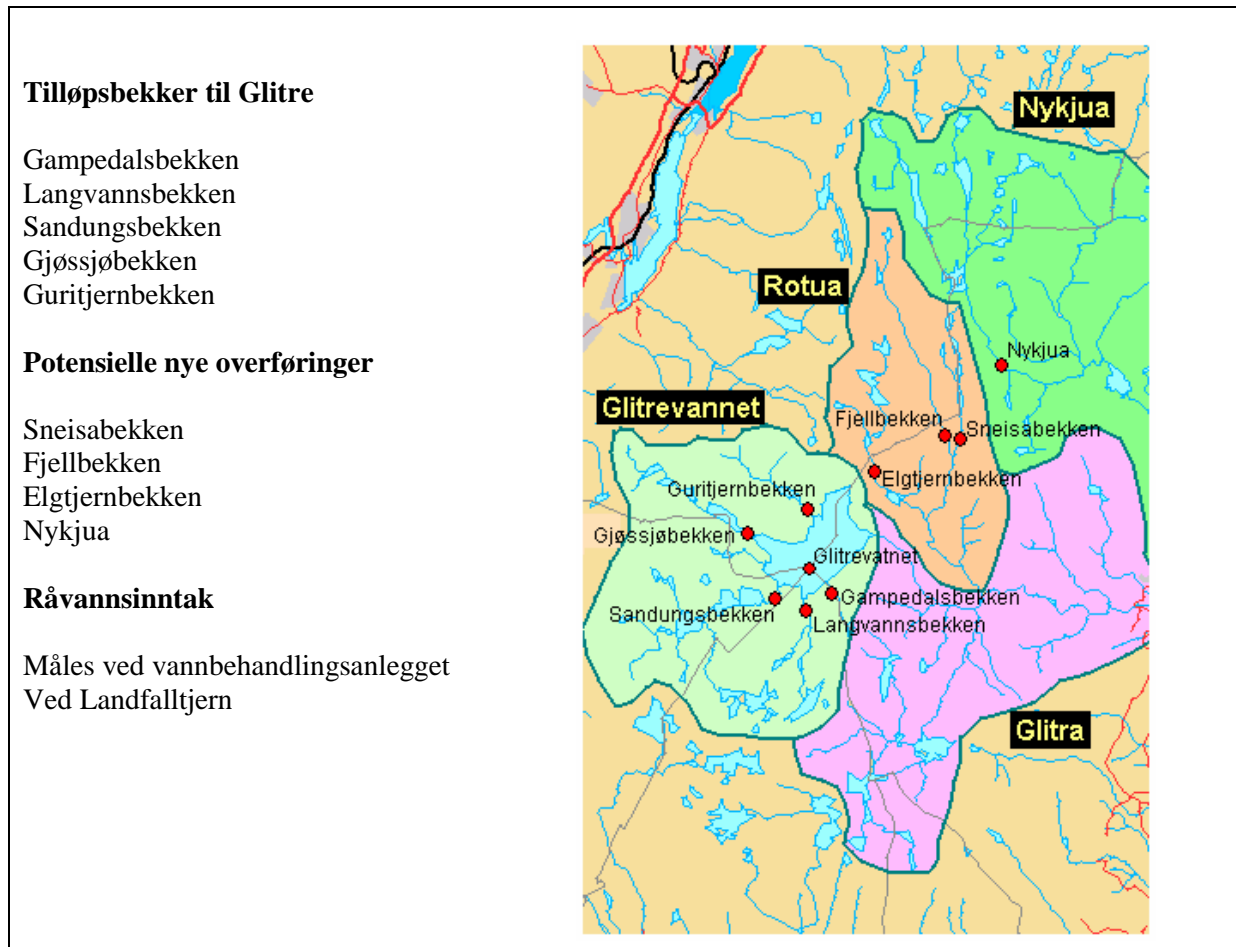
I tillegg til dagens overvåking av råvannet ved behandlingsanlegget ved Landfalltjern, bør programmet utvides til også å omfatte inntaket ved 30 m oppe ved Glitre. I en periode på ett år bør denne stasjonen overvåkes ved månedlige prøver. Parameterne bør være som ved nettkontroll + jern og mangan. Dette for å avdekke hva som skyldes effekter fra overføringstunnelen og hva som skyldes forurensninger i kilden.

7.4 Glitre med tilløpsbekker

Forslag til overvåkingsstasjoner er vist i **Figur 54**.

Alle stasjonene bør overvåkes med prøvetaking 4 ganger i året. For Glitre gjelder dette vårsirkulasjonen (mellom 20. mai og 1. juni), sommerstagnasjonen (i september), høstsirkulasjonen (i

november/desember) og ved slutten av vinterstagnasjonen (i mars-april). Bekkene prøvetas på de samme tidspunktene.



Figur 54. Forslag til overvåkningsstasjoner i Glitres nedbørfelt.

Parametre i innsjøen

I innsjøen måler man over dypeste punkt alle 4 ganger i følgende punkter

1m, 20m, 40m, 60m, 80m: Parametre som følger: Oksygen, pH, Kond, turb, farge, TOC, Fe, Mn, Tot-P, Tot-N, Kimtall, E.coli, Clostridium perfringens.

Under sommerstagnasjonen tar man i tillegg en blandprøve fra 0-10 m dyp som man analyserer på klorofyll-a og totalt algevolum, samtidig som man måler siktedyp og farge mot secchiskiva.

Parametre i bekkene

I bekkene analyserer man pH, kond, turb, farge, TOC, Fe, Mn, Tot-P, Tot-N, Al, kimtall, *E.coli*, *Clostridium perfringens*.

PS. Hvis man bestemmer seg for ikke å vurdere overføring av Nykjua, kan man selvsagt kutte ut denne fra overvåkingen.

8. Referanser

- Berge, D. 1983. Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Sammenfattende sluttrapport. Tyrifjordutvalget. Fylkeshuset Drammen.
- Berge, D. 1991: Forurensningsutviklingen i drikkevannskilden Oppegårdtjernet i Frogn kommune – Årsakssammenheng. NIVA-Lnr 2533., 15 sider.
- Berge, D. 2001. Sammenstilling av overvåkingsdata fra Farrisvannet fra 1958 – 2001. NIVA-rapport Lnr 4542-2002, 23 sider.
- Berge, D., H. Efraimsen, L. Lien og Åse Bakketun, 2000. Holsfjorden som ny drikkevannskilde for Oslo. Oppdaterende undersøkelse av bakterier og vannkjemi i Holsfjorden., NIVA-rapport Lnr 4216-2000: 37 sider.
- Drikkevannsforskriften 2004. Forskrift for vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). D FOR 2001-12-04 nr 1372., Helsedirektoratet, Folkehelseavdelingen.
- Fylkesmannen i Buskerud, 2004. Konesjon for Drammen og Omland Fiskeadministrasjon til drift av kultiveringsanlegg. FM Buskerud, Miljøvernnavdelingen, 10.02.2004, Arkiv nr 452.1. 10 sider.
- Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen 2003: Godkjenning av Glitrevannverket IKS for vannforsyning fra Glitre til Drammensregionen (Lier, Drammen, nedre Eiker og Røyken kommuner), Fylkesmannen i Buskerud, 20.09.2003, Arkiv nr 461.72. 15 sider.
- Hessen, D. og Kjellberg, G. 1993. *Mysis relicta*; romlig fordeling og trofisk funksjon i naturlige Mysis-sjøer. NIVA-rapport lnr. 2852. 27 s.
- Holtan, H., D. Berge and J. Molvær 1990. Retention of nutrients in lakes and rivers with comments on retention in fjords. Paper prepared for The Convention for the Prevention of Marine Pollution from Land-based Sources. Ad Hoc Working Group on Methods of Calculation of Nutrient Inputs. NIVA 25-27 Sept. 1990. 13. pp.
- Larssen, T., og T. Høgåsen, 2003. Tålegrenser og overskridelser av tålegrenser i Norge. NIVA-Rapport Lnr 4722-2003: 24 sider.
- Løgren, S. T. Andersen, and M. Forsius 2003. Vannfarge. Klima-indusert økning i vannfarge og humusinnhold i nordiske elver og innsjøer., Rapport fra Nordisk minister-råd, 12 sider.
- Martyn, C., Osmond C, Edwardson J, Barker D, Harris E, and Lacey R, 1989: Geographical relation between Alzheimers disease and aluminium in drinking water., Lancet 1989, pp 59-62.
- Oftedahl, C. 1953. Studies of the Igneous Rock Complex of the Oslo Region XIII. The Cauldrons. Skr. Norske Videnskaps Akademi, Mat. Nat. Klasse, Oslo.
- Samdal, J.E. 1962. En undersøkelse av drikkevannskildene for Drammen. Norsk institutt for vannforskning, Rapport O-268, 56 sider.
- Schartau, A.K.L., Hobæk, A., Faafeng, B., Halvorsen, G., Løvik, J.E., Nøst, T., Lyche Solheim, A. og Walseng, B. 1997. Diversitet av dyreplankton og litorale krepsdyr – naturlige gradienter og

- effekter av forurensninger, fysiske inngrep og introduksjoner. – NINA temahefte 14, NIVA-rapport Lnr 3768-97: 1-58.
- SFT Vannkvalitetskriterier. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04., TA-nummer 1468/1997. 31 sider.
- Simons, T.L., 1973: Development of three-dimensional numerical models of the Great Lakes. Scientific Series No. 12, Canada Centre for Inland Waters.
- Søgaard, R. 1963. Glitrevann. En limnologisk undersøkelse. Hovedfagsoppgave til matematisk – naturvitenskapelig embetseksamen i geografi ved Universitetet i Oslo 1963., 77 sider.
- Tjomsland, T. 1978: Simuleringer av strømninger i Mjøsa med en tre-dimensjonal matematisk modell. Norsk institutt for vannforskning, A2-24.
- Tjomsland, T. 1980. Strøm og spredningsstudier i Tyrifjorden, Rapport nr.1, løpenr. 1191, Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- Tjomsland, T. 2000: Vurdering av fremtidig utslippsted for Brandbu renseanlegg Bakteriologisk påvirkning i Randsfjorden av alternative utslipp i Vigga og i Røykenvika. NIVA-rapport Lnr 4203: 24s.
- Tjomsland, T. og D. Berge 1999: Eikeren som ny drikkevannskilde for Vestfold: Mulig bakteriell påvirkning av VIVs planlagte drikkevannsinntak på 70 m dyp i sørenden av Eikeren., NIVA-rapport Lnr 4148-99., 35 sider.
- Tjomsland, T. og D. Berge 2000: Fremtidig økt vannuttak fra Holsfjorden - betydning for strømningsmønsteret i Tyrifjorden med vekt på spredning av bakterier til Holsfjorden fra de mer forurensede delene av fjordsystemet. NIVA-rapport Lnr 4314-2000, 38 sider.
- Walseng, B. og Halvorsen, G. 1996. Copepoda Hoppekreps. I: Aagaard, K. og Dolmen, D. (red).. Limnofauna Norwegica. Katalog over norsk ferskvannsfauna. Tapir forlag, Trondheim. s. 103-107.

9. Primærdata

Tabell 8. Algemende og artssammensetning i algesamfunnet i Glitre 15/9-2003. Blandprøver fra 0-10m sjiktet.

Art / Gruppe	mm ³ /m ³
Cyanophyceae (Blågrønnalger)	
Chroococcus minutus	0,1
Merismopedia tenuissima	18,8
Sum - Blågrønnalger	18,8
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,3
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	1,1
Monoraphidium dybowskii	0,3
Monoraphidium griffithii	21,2
Oocystis submarina v.variabilis	1,3
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	0,5
Willea irregularis	0,2
Sum - Grønnalger	24,8
Chrysophyceae (Gullalger)	
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,1
Chrysolykos skujai	0,3
Cyster av Chrysolykos skujai	0,1
Cyster av Dinobryon spp.	0,8
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0,5
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2,0
Små chrysomonader (<7)	19,3
Store chrysomonader (>7)	1,7
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	1,3
Ubest.chrysophyceae	0,4
Sum - Gullalger	26,6
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas sp. (l=15-18)	2,9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	0,9
Katablepharis ovalis	0,7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,8
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	0,7
Sum - Svelgflagellater	6,0
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Gymnodinium cf.lacustre	2,2
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	0,4
Ubest.dinoflagellat	1,6
Sum - Fureflagellater	4,9
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)	
Isthmochloron trispinatum	0,1
Sum - Gulgrønnalger	0,1
My-alger	
My-alger	14,3
Sum - My-alge	14,3
Sum totalt :	95,6

Tabell 9. Algemengde og artssammensetning i algesamfunnet i Elgtjern 24/9-2003. Blandprøve 0-1 m dyp.

Art / Gruppe	mm ³ /m ³
Cyanophyceae (Blågrønnalger)	
Merismopedia tenuissima	25,8
Sum - Blågrønnalger	25,8
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Botryococcus braunii	0,4
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	7,3
Monoraphidium dybowskii	0,3
Monoraphidium griffithii	11,9
Oocystis submarina v.variabilis	2,0
Scenedesmus denticulatus v.linearis	0,1
Sphaerocystis schroeteri	0,5
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	0,3
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	1,6
Sum - Grønnalger	24,3
Chrysophyceae (Gullalger)	
Bitrichia chodatii	0,7
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,1
Chrysococcus sp.	0,3
Craspedomonader	1,7
Dinobryon borgei	0,4
Mallomonas caudata	1,8
Mallomonas spp.	0,5
Ochromonas sp.	2,0
Ochromonas sp. (d=3,5-4)	0,6
Små chrysomonader (<7)	39,4
Store chrysomonader (>7)	16,4
Sum - Gullalger	63,7
Bacillariophyceae (Kiselalger)	
Aulacoseira alpigena	2,1
Cyclotella kützingiana	2,7
Eunotia lunaris	0,4
Sum - Kiselalger	5,2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas marssonii	1,3
Cryptomonas sp. (l=15-18)	1,9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	4,8
Katablepharis ovalis	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0,8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	3,7
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	2,6
Sum - Svelgflagellater	15,6
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Gymnodinium cf.lacustre	3,2
Gymnodinium sp. (l=14-16)	4,6
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	4,0
Ubest.dinoflagellat	0,4
Sum - Fureflagellater	12,2
Euglenophyceae (Øyealger)	
Trachelomonas volvocina	0,3
Sum - Øyealger	0,3
My-alger	
My-alger	17,7
Sum - My-alge	17,7
Sum totalt :	164,9

Tabell 10. Algemengde og artssammensetning i algesamfunnet i Sør Sneisa (Nedre Sneisa) 24.09.2003. Blandprøve 0-5 m dyp.

Art / Gruppe	mm ³ /m ³
Cyanophyceae (Blågrønnalger)	
Merismopedia tenuissima	89,2
Sum - Blågrønnalger	89,2
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,5
Crucigenia quadrata	0,3
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0,7
Gyromitus cordiformis	2,4
Oocystis submarina v.variabilis	0,8
Sphaerocystis schroeteri	0,5
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	1,2
Sum - Grønnalger	6,3
Chrysophyceae (Gullalger)	
Bitrichia chodatii	1,1
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,2
Chrysococcus spp.	0,3
Craspedomonader	0,6
Dinobryon sociale v.americanum	0,4
Kephyrion sp.	0,2
Løse celler Dinobryon spp.	0,4
Mallomonas caudata	1,8
Mallomonas spp.	3,7
Ochromonas sp.	1,8
Ochromonas sp. (d=3,5-4)	1,6
Små chrysomonader (<7)	17,6
Store chrysomonader (>7)	4,3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0,3
Ubest.chrysophyceae	0,7
Sum - Gullalger	35,1
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas marssonii	3,4
Cryptomonas sp. (l=15-18)	0,9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	7,9
Cryptomonas spp. (l=24-30)	0,5
Katablepharis ovalis	0,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	6,3
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	1,9
Sum - Svelgflagellater	21,1
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Gymnodinium cf.lacustre	2,2
Gymnodinium sp. (l=14-16)	8,2
Ubest.dinoflagellat	1,4
Sum - Fureflagellater	11,7
My-alger	
My-alger	19,9
Sum - My-alge	19,9
Sum totalt :	183,4

Tabell 11. Algemengde og artssammensetning i algesamfunnet i Nykjua 24.09.2003. Blandprøve 0-5m dyp.

Art / Gruppe	mm ³ /m ³
Cyanophyceae (Blågrønnalger)	
Merismopedia tenuissima	1,0
Sum - Blågrønnalger	1,0
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Chlamydomonas sp. (l=12)	0,0
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,8
Euastrum binale	0,3
Monoraphidium griffithii	0,6
Oocystis submarina v.variabilis	0,7
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	0,3
Sum - Grønnalger	2,6
Chrysophyceae (Gullalger)	
Bitrichia chodatii	0,3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,1
Dinobryon crenulatum	3,6
Dinobryon sociale v.americanum	0,8
Kephyrion sp.	4,9
Mallomonas spp.	3,4
Ochromonas sp.	0,7
Ochromonas sp. (d=3,5-4)	5,2
Phaeaster aphanaster	1,3
Pseudokephyrion taeniatum	0,7
Små chrysomonader (<7)	18,8
Store chrysomonader (>7)	4,3
Ubest.chrysophyceae	0,1
Uroglena americana	0,9
Sum - Gullalger	45,1
Bacillariophyceae (Kiselalger)	
Aulacoseira alpigena	0,6
Eunotia lunaris	0,2
Frustulia rhomboides v.saxonica	0,3
Tabellaria flocculosa	2,0
Sum - Kiselalger	3,1
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	0,4
Cryptomonas marssonii	2,1
Cryptomonas sp. (l=15-18)	2,2
Cryptomonas sp. (l=20-22)	4,6
Cryptomonas spp. (l=24-30)	1,4
Katablepharis ovalis	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0,4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	3,4
Sum - Svelgflagellater	14,9
Dinophyceae (Fureflagellater)	
Gymnodinium cf.lacustre	4,5
Gymnodinium cf.uberimum	29,0
Gymnodinium sp. (l=14-16)	3,6
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	5,3
Ubest.dinoflagellat	1,6
Sum - Fureflagellater	44,0
My-alger	
My-alger	22,2
Sum - My-alge	22,2
Sum totalt :	132,9

Tabell 12. Kjemiadata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Provenummer Ankomstdato	Benevnning	13.12.2002 Jossjobekken	13.12.2002 Sandungsbekken	13.12.2002 Langevannsbekke n	13.12.2002 Campedsalsbekken	13.12.2002 Gullfjemsbekken	13.12.2002 Egjljembekken	13.12.2002 Fjellbekken	13.12.2002 Sneisabekken	13.12.2002 Nykjlia	13.12.2002 Råvann Gilre
pH	pH-enheter	6,8	6,6	6,5	5,7	6,3	6,8	6,4	6,6	6,1	6,3
Oksygen	Winkler oppløst mg O/l										
Nitrogen total	µg N/l	300	269	318	676	475	317	382	272	409	230
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml										
Turbiditet	FNU	0,38	1,4	0,49	0,86	0,66	0,62	0,49	0,38	0,81	0,32
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml										
TOC	mg O/l	5	4,6	2,2	2,6	5,6	6,9	5,2	5,1	6,2	2,9
Nitrat	µg N/l	127	120	230	358	273	103	250	116	200	164
Fosfor total	µg P/l	<8	44	<8	<8	<8	<8	<8	<8	9	<8
Fargetall	mg Pt/l	22	23	10	6	33	43	31	30	35	9
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l	14	23	53	23	15	13	43	13	61	14
Konduktivitet	mS/m	3,7	2,45	2,4	2,49	2,52	2,91	2,26	2,25	2,18	2,3
Jern, Fe	µg/l	39	49	26	25	226	103	110	74	78	<10
Magnesium, Mg	mg/l	0,5	0,32	0,33	0,31	0,36	0,36	0,29	0,25	0,27	0,29
Natrium, Na	mg/l	1,3	1,4	1,3	1,7	1,3	1	1,1	1,4	1,4	1,2
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Caesium, Ca	mg/l	4,62	2,53	2,18	1,41	2,29	3,93	2,44	2,24	2,12	2,08
Aluminium, Al	µg/l	108	148	116	190	162	166	196	193	218	80
Alkalitet pH 4.5	mmol	0,19	0,13	0,1	0,05	0,09	0,19	0,12	0,12	0,08	0,08
Klorid; IC	mg/l	0,9	0,9	0,9	1,5	1	0,8	0,7	0,7	0,9	1
Iliabilt Aluminium	µg/l										
ml	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0
Totalt antall bakterier, 22°C	Antall per ml	178	116	111	108	860	470	202	168	61	7

Tabell 12 forts: Kjemiadata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato Prøvepunkt Prøvens navn	Benevnning	13.12.2002 Jøssjøbekken	13.12.2002 Sandungsbeke n	13.12.2002 Langevannsb ekken	13.12.2002 Gampedalsbekken	13.12.2002 Gurttjernsbe kken	13.12.2002 Eigfjernbekken	13.12.2002 Fjellbekken	13.12.2002 Sneisabekk en	13.12.2002 Nykjua	13.12.2002 Råvann Giltre
pH	pH-enheter										
Oksygen	mg O/l										
Winkler oppløst	µg N/l										
Nitrogen total	Antall per 100 ml										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	FNU										
Turbiditet	Antall per ml										
Totalt antall bakterier 22°C	mg O/l										
TOC	µg N/l										
Nitrat	µg P/l										
Fosfor total	mg Pt/l										
Fargetall	Antall per 100 ml										
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	µg/l										
Mangan, Mn	mS/m										
Konduktivitet	µg/l										
Jern, Fe	mg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l	49	72	52	108	81	80	120	112	119	40
Caesium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	mmol										
Alkalitet pH 4.5	mg/l										
Klorid; IC	µg/l	37	56	39	39	70	69	104	38	89	29
Iilabilt Aluminium	Antall per 100 ml										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per ml										
Totaltall bakterier, 22°C											

Tabell 12 forts: Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer	Benevning	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003	27.03.2003
Ankomstdato												
Prøvepunkt												
Prøvens navn												
pH	pH-enheter	6,5	6,3	6,4	6,5	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l	14	11,4	11,1	11,1	11,6	10,8	10,5	10,2	10,2	10,2	10,2
Nitrogen total	µg N/l	369	293	293	300	279	295	313	304	304	299	299
Term. koliforme bakterier, 44.5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbiditet	FNU	0,19	0,37	0,7	0,8	1,52	1,35	0,95	0,67	0,67	1,15	1,15
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	11	2	2	1	4	5	4	3	4	4	4
TOC	mg O/l	2,8	2,5	2,5	3,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Nitrat	µg N/l	234	177	176	180	176	174	178	183	183	186	186
Fosfor total	µg P/l	<8	<8	<8	73	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Fargetall	mg Pt/l	11	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangan, Mn	µg/l	29	13	13	13	14	14	14	14	14	15	15
Konduktivitet	mS/m	2,5	2,33	2,33	2,44	2,33	2,31	2,35	2,38	2,38	2,43	2,43
Jern, Fe	µg/l	15	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Magnesium, Mg	mg/l											
Natrium, Na	mg/l											
Reaktivt Aluminium	µg/l											
Calcium, Ca	mg/l											
Aluminium, Al	µg/l											
Alkalitet pH 4.5	mmol											
Klorid; IC	mg/l											
Illabilt Aluminium	µg/l											
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml											
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml											
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml											

Tabell 12 forts: Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prevenummer	Benevnning	06.05.2003 Sandingsbekken	06.05.2003 Gurittjernsbekke	06.05.2003 Jøssjøbekken	06.05.2003 Langevannsbekken	06.05.2003 Ravann Giltre	14.05.2003 Gampedalsbekke	14.05.2003 Eigfjernbekke	14.05.2003 Fjellbekken	14.05.2003 Sneisabekken	14.05.2003 Gampedalsbekke
pH	pH-enheter	6,3	6	6,8	5,8	6,4	5	6,8	5,8	5,8	
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l										
Nitrogen total	µg N/l	271	406	288	336	227	425	225	301	228	
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	3	3	1	
Turbiditet	FNU	0,33	0,31	0,32	0,33	1,01	0,41	0,53	0,56	0,43	
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	72	300	110	162	7	149	420	500	129	
TOC	mg O/l	5,8	6,4	5,6	3,9	2,9	5,1	6,8	6,8	6,1	
Nitrat	µg N/l	163	303	175	256	174	356	97	192	114	
Fosfor total	µg P/l	<8	<8	8	<8	<8	8	9	16	<8	
Fargetall	mg Pt/l	30	35	26	19	8	33	52	55	45	
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mangan, Mn	µg/l	41	10	18	39	20	46	32	77	54	
Konduktivitet	µS/m	1,92	2,02	3,2	1,6	2,3	1,63	2,74	1,31	1,38	
Jern, Fe	µg/l	72	124	61	32	97	75	105	87	84	
Magnesium, Mg	mg/l	0,243	0,306	0,425	0,198	0,296	0,15	0,33	0,15	0,16	
Natrium, Na	mg/l	0,99	1,2	1,3	1	1,3	0,83	0,97	0,63	0,78	
Reaktivt Aluminium	µg/l	102	98	87	105	35					238
Calcium, Ca	mg/l	1,87	1,78	3,89	1,12	2,17	0,72	4,13	1,34	1,3	
Aluminium, Al	µg/l	216	195	166	249	83	392	228	284	293	
Alkalitet pH 4,5	mmol	0,09	0,06	0,16	0,05	0,08	0,03	0,2	0,06	0,06	
Klorid; IC	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Iilabilt Aluminium	µg/l	34	43	12	44	6					137
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts: Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prevenummer	Benevnning	14.05.2003 Eigtjembekken	14.05.2003 Fjellbekken	14.05.2003 Sneisa- bekken	14.05.2003 300m. Innt-1m	14.05.2003 300m. Innt- 10m	14.05.2003 300m. Innt-20m	14.05.2003 300m. Innt- 30m	14.05.2003 300m. Innt- 40m	14.05.2003 300m. Innt- 50m	14.05.2003 Innt-1m
Prevens navn	pH-enheter				6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
pH	mg O/l										
Oksygen Winkler oppløst	µg N/l										
Nitrogen total	Antall per 100 ml				0	0	0	0	0	0	0
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	FNU				0,31	0,91	1,3	0,3	0,22	0,22	0,2
Turbiditet	Antall per ml				12	12	18	14	9	6	17
Totalt antall bakterier 22°C	mg O/l				2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,7
TOC	µg N/l										
Nitrat	µg P/l										
Fosfor total	mg Pt/l				10	10	10	10	10	10	10
Fargetall	Antall per 100 ml										
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	µg/l										
Mangan, Mn	ms/m										
Konduktivitet	µg/l										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l	107	150	161							
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4,5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Ilalibit Aluminium	µg/l	99	137	139							
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts: Kjemi data innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Provennummer	Beneining	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003
Ankomstdato		Innt-10m	Innt-20m	Innt-30m	Innt-40m	Lang-1m	Lang-10m	Giltre-råvann	Overflate-1m	Langv.b.	Sandungs b.
Prøvepunkt		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6	6,3
Prøvens navn		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6	6,3
pH		6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6	6,3
Oksygen Winkler oppløst											
Nitrogen total											
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Turbiditet		0,16	0,15	0,17	0,19	0,29	0,32	0,34	0,26	0,58	0,34
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	11	14	11	10	44	50	4	25	135	48
TOC	mg O/l	2,7	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,6	2,7	3,3	4,5
Nitrat	µg N/l										
Fosfor total	µg P/l										
Fargetall	mg Pt/l	10	10	10	10	11	11	10	11	18	25
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l										
Konduktivitet	mS/m										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Illibit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolf. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totalt antall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts: Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prevenummer	Benevnning	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	14.05.2003	13.08.2003
Ankomstdato													Jøssjøbekken
Prøvepunkt													
Prøvens navn		Glitre-dypeste-1m	Glitre-dypeste-10m	Glitre-dypeste-20m	Glitre-dypeste-30m	Glitre-dypeste-40m	Glitre-dypeste-50m	Glitre-dypeste-60m	Glitre-dypeste-70m	Glitre-dypeste-80m			
pH	pH-enheter	6,3	6,3	6,3	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,3			7
Oksygen	mg O/l												
Winkler oppløst													
Nitrogen total	µg N/l	282	260	273	274	272	287	314	275	288			240
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0			3
FNU		0,28	0,3	0,4	0,38	1,12	0,42	0,61	1,7	0,56			0,31
Turbiditet		17	9	10	11	18	15	23	14	15			410
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,6	2,5			4,4
TOC	mg O/l	187	178	184	180	179	184	183	189	187			75
Nitrat	µg N/l	12	<8	<8	<8	<8	14	<8	<8	<8			13
Fosfor total	µg P/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10			12
Fargetall	mg Pt/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
GI. perfringens i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0			12
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0			24
Mangan, Mn	µg/l	17	18	17	17	17	17	17	17	17			24
Konduktivitet	mS/m	2,35	2,31	2,33	2,32	2,33	2,35	2,37	2,36	2,33			3,74
Jern, Fe	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10			41
Magnesium, Mg	mg/l												0,52
Natrium, Na	mg/l												1,2
Reaktivt Aluminium	µg/l												
Calcium, Ca	µg/l												4,96
Aluminium, Al	µg/l												64
Alkalitet pH 4,5	mmol												0,21
Klorid; IC	mg/l												<1,0
Illalbit Aluminium	µg/l												
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml												
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml												
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml												

Tabell 12 forts: Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato Prøvepunkt Prøvens navn	Benevnning	13.08.2003 Sandingsbekken	13.08.2003 Langevannsbekken	13.08.2003 Gampedalsb ekken	13.08.2003 Gurittjernsbekken	13.08.2003 Ligjertbekken	13.08.2003 Fjellbekken	13.08.2003 Sneisabekken	13.08.2003 Nykjua	13.08.2003 Råvann Glitre	13.08.2003 Jossjobekken
pH	pH-enheter	6,7	6,8	5,8	6,7	7,4	7	6,6	6	6,5	
Oksygen	Winkler oppløst										
Nitrogen total	mg O/l	169	219	227	285	256	337	187	308	307	
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	5	4	33	148	23	33	1	0	
Turbiditet	FNU	0,2	0,31	0,24	0,16	0,79	0,15	0,73	0,11	0,56	
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	226	126	181	248	330	63	130	106	3	
TOC	mg O/l	4,2	2,2	2,5	4,7	4,9	3,4	4,1	4,2	<0,7	
Nitrat	µg N/l	39	154	150	101	74	240	61	66	186	
Fosfor total	µg P/l	<5	<5	<5	8	<5	5	<5	<5	56	
Fargetall	mg Pt/l	16	4	7	26	24	13	20	18	11	
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml	10	7	3	46	12	54	34	1	0	
Mangan, Mn	µg/l	12	26	14	16	33	15	18	110	20	
Konduktivitet	mS/m	2,01	2,5	2,5	2,52	4,04	2,96	1,79	1,28	2,41	
Jern, Fe	µg/l	44	33	<10	330	80	22	47	55	12	
Magnesium, Mg	mg/l	0,27	0,34	0,35	0,37	0,49	0,35	0,22	0,15	0,3	
Natrium, Na	mg/l	1,1	1,5	1,2	1,3	1	1,2	0,9	0,8	1,3	
Reaktivt Aluminium	µg/l										13
Calcium, Ca	mg/l	2,15	2,22	1,89	2,5	6,16	3,63	1,82	0,9	2,16	
Aluminium, Al	µg/l	80	39	140	88	75	40	103	212	79	
Alkalitet pH 4.5	mmol	0,11	0,12	0,06	0,12	0,33	0,17	0,09	0,05	0,09	
Klorid; IC	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Illibit Aluminium	µg/l										7
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer	Benevnning	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	16.09.2003	
Ankomstdato		Sandingsbekken	Langevannsbekken	Gampedalsbekken	Gurittjernsbekken	13.08.2003	13.08.2003	13.08.2003	Fjellbekken	Sneisabekken	Nykjua	Råvann	Glitre-dybeste-1m
Prøvepunkt													
Prevens navn													
pH													
Oksygen Winkler oppløst	pH-enheter												6,5
Nitrogen total	mg O/l												7,8
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	µg N/l												292
Turbiditet	Antall per 100 ml												0
TOC	FNU												0,7
Nitrat	Antall per ml												18
Fosfor total	mg O/l												2,9
Fargetall	µg N/l												158
Cl. perfringens i vann	µg P/l												9
Intestinale enterokokker i vann	mg Pt/l												6
Mangan, Mn	Antall per 100 ml												0
Konduktivitet	Antall per 100 ml												0
Jern, Fe	µg/l												7
Magnesium, Mg	mS/m												2,27
Natrium, Na	µg/l												<10
Reaktivt Aluminium	mg/l												
Calcium, Ca	µg/l	29	8	85	31	20	17	42	130	39			
Aluminium, Al	mg/l												
Alkalitet pH 4.5	mmol												
Illibit Aluminium	mg/l												
Fekale streptokokker	µg/l	23	<5	32	27	11	8	33	90	22			
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml												
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml												

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevning	16.09.2003 Glitre-dypeste- 10m	16.09.2003 Glitre-dypeste- 20m	16.09.2003 Glitre-dypeste- 30m	16.09.2003 Glitre-dypeste- 40m	16.09.2003 Glitre- dypeste-50m	16.09.2003 Glitre-dypeste- 60m	16.09.2003 Glitre-dypeste- 70m	16.09.2003 Glitre- dypeste- 80m	06.11.2003 Glitre råvann	06.11.2003 Kortsl.-overflate- 1m
Prøvens navn	pH-enheter	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4	6,3	6,4	6,4
Oksygen	mg O/l	9,8	9,1	8,8	8,5	9,4	9,5	9,1	7,8		
Nitrogen total	µg N/l	319	299	237	243	248	267	258	251		
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbiditet	FNU	0,38	0,22	0,23	0,24	0,37	0,48	0,23	0,33	2,2	0,57
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	7	4	4	3	2	3	6	6	49	12
TOC	mg O/l	3,1	3	2,9	2,9	3	3	2,9	2,9	2,5	2,6
Nitrat	µg N/l	176	92	190	188	185	189	185	187		
Fosfor total	µg P/l	8	<5	<5	12	<5	8	8	<5		
Fargetall	mg Pt/l	10	10	11	10	12	11	11	10	10	9
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0		
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mangan, Mn	µg/l	14	13	12	13	13	14	13	15		
Konduktivitet	mS/m	2,3	2,39	2,33	2,38	2,34	2,35	2,35	2,37		
Jern, Fe	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Illebit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato Prøvepunkt	Benevnning	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003	06.11.2003
Provens navn	Kortsl.- Langvannsb.	6,3	6,5	5,3	6,4	6,9	6,4	6,4	6,5	6,4	6,3
pH	pH-enheter										
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l										
Nitrogen total	µg N/l										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	1	0	16	0	0	0	0	0	0	0
Turbiditet	FNU	0,54	0,46	0,67	0,64	1,2	0,71	0,71	0,45	0,32	0,57
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	710	48	490	17	19	12	12	9	8	8
TOC	mg O/l	2,5	3,9	4,1	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6
Nitrat	µg N/l										
Fosfor total	µg P/l										
Fargetall	mg Pt/l	10	17	19	8	9	12	12	8	8	10
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l										
Konduktivitet	ms/m										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Ilalbit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevnning	06.11.2003 Kortsl.-300m innt. 50m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 1m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 10m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 20m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 30m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 40m	06.11.2003 Kortsl.-innt. 50m	06.11.2003 Kortsl.- dypeste pkt.-1m	06.11.2003 Kortsl.- dypeste pkt.- 10m	06.11.2003 Kortsl.-dypeste pkt.-20m
Provens navn		6,3	6,5	6,4	6,5	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4
pH	pH-enheter										
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l										
Nitrogen total	µg N/l										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbiditet	FNU	0,27	0,33	0,42	0,39	0,64	0,49	0,46	0,56	0,38	0,49
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	3	8	11	15	7	7	6	12	3	5
TOC	mg O/l	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6
Nitrat	µg N/l										
Fosfor total	µg P/l										
Fargetall	mg Pt/l	10	8	9	8	10	10	9	8	8	8
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l										
Konduktivitet	mS/m										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Ilalbit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevnning	06.11.2003 Kortsl.-dypeste pkt.-30m	06.11.2003 Kortsl.-dypeste pkt.-40m	06.11.2003 Kortsl.- dypeste pkt.-70m	06.11.2003 Kortsl.-dypeste pkt.-80m	06.11.2003 Kortsl.- dypeste pkt.- ?m	06.11.2003 Kortsl.-dypeste pkt.-?m II (merking borte)	25.11.2003 Glitre Råvann	25.11.2003 Kortsl.- Sandungs- Langv.b	25.11.2003
Provens navn	pH-enheter	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4	6,5	Kortsl.-Lang-1m 6,4
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l									
Nitrogen total	µg N/l									
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbiditet	FNU	0,33	0,56	0,3	0,39	0,27	0,2	0,34	0,18	0,24
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	8	138	11	7	65	6	12	94	252
TOC	mg O/l	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	2,1	2,6
Nitrat	µg N/l									
Fosfor total	µg P/l									
Fargetall	mg Pt/l	10	10	10	10	10	10	8	8	9
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml									
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml									
Mangan, Mn	µg/l									
Konduktivitet	mS/m									
Jern, Fe	µg/l									
Magnesium, Mg	mg/l									
Natrium, Na	mg/l									
Reaktivt Aluminium	µg/l									
Calcium, Ca	mg/l									
Aluminium, Al	µg/l									
Alkalitet pH 4.5	mmol									
Klorid; IC	mg/l									
Ilalbit Aluminium	µg/l									
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml									
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml									
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml									

Tabell 12 forts. Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato Prøvepunkt	Benevnning	25.11.2003 Kortsl.-Lang-1m	25.11.2003 Kortsl.-Lang-10m	25.11.2003 Kortsl.- Overflate-1m	25.11.2003 Kortsl.- Gampedalsb.	25.11.2003 Kortsl.-Innt-1m	25.11.2003 Kortsl.-Innt-10m	25.11.2003 Kortsl.-Innt-20m	25.11.2003 Kortsl.-Innt-30m	25.11.2003 Kortsl.-Innt-40m	25.11.2003 Kortsl.-Innt-50m
Prevens navn	pH-enheter	6,4	6,5	6,4	5,5	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
pH	mg O/l										
Oksygen Winkler oppløst	µg N/l										
Nitrogen total	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	FNU	0,24	0,23	0,2	0,1	0,3	0,23	0,23	0,25	0,21	0,24
Turbiditet	Antall per ml	20	19	16	124	6	15	7	18	9	15
Totalt antall bakterier 22°C	mg O/l	2,6	2,5	2,6	3,1	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5
TOC	µg N/l										
Nitrat	µg P/l										
Fosfor total	mg Pt/l	9	9	9	13	8	8	8	9	9	9
Fargetall	Antall per 100 ml										
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	µg/l										
Mangan, Mn	ms/m										
Konduktivitet	µg/l										
Jern, Fe	mg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	µg/l										
Aluminium, Al	mmol										
Alkalitet pH 4.5	mg/l										
Klorid; IC	µg/l										
Illabilt Aluminium	Antall per 100 ml										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per ml										
Totalt antall bakterier, 22°C											

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevnning	25.11.2003 Kortsl.-300m Innt-1m	25.11.2003 Kortsl.-300m Innt-10m	25.11.2003 Kortsl.-300m Innt-20m	25.11.2003 Kortsl.-300m 30m	25.11.2003 Kortsl.-300m Innt-40m	25.11.2003 Kortsl.-300m Innt-50m	25.11.2003 Kortsl.- Dypeste pkt- 1m	25.11.2003 Kortsl.- Dypeste pkt-10m	25.11.2003 Kortsl.- Dypeste pkt- 20m	25.11.2003 Kortsl.-Dypeste pkt-30m
	pH	6,4	6,4	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4
	Oksygen Winkler oppløst mg O/l										
	Nitrogen total µg N/l										
	Term. koliforme bakterier, 44,5°C Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Turbiditet FNU	0,26	0,28	0,23	0,21	0,83	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23
	Totalt antall bakterier 22°C Antall per ml	8	6	11	3	9	25	5	14	19	10
	TOC mg O/l	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5
	Nitrat µg N/l										
	Fosfor total µg P/l										
	Fargetall mg Pt/l	8	8	9	9	9	8	9	9	9	9
	Cl. perfringens i vann Antall per 100 ml										
	Intestinale enterokokker i vann Antall per 100 ml										
	Mangan, Mn µg/l										
	Konduktivitet mS/m										
	Jern, Fe µg/l										
	Magnesium, Mg mg/l										
	Natrium, Na mg/l										
	Reaktivt Aluminium µg/l										
	Calcium, Ca mg/l										
	Aluminium, Al µg/l										
	Alkalitet pH 4.5 mmol Klorid; IC mg/l										
	Illibit Aluminium µg/l										
	Fekale streptokokker Antall per 100 ml										
	Termostabile kolif. bakt 44,5 °C Antall per 100 ml										
	Totaltall bakterier, 22°C Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevnning	25.11.2003 Kortsl.-Dypeste pkt-40m	25.11.2003 Kortsl.-Dypeste pkt-50m	25.11.2003 Kortsl.-Dypeste pkt-60m	25.11.2003 Kortsl.-Dypeste pkt-70m	25.11.2003 Kortsl.- Dypeste pkt- 80m	02.12.2003 Giltre Råvann	02.12.2003 Kortsl.- overflate-1m	02.12.2003 Kortsl.- Langv.b	02.12.2003 Kortsl.-Lang- 1m	02.12.2003 Kortsl.-Lang-10m
Prevens navn	pH-enheter	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,1	6,3	6,2
OKsygen Winkler oppløst	mg O/l										
Nitrogen total	µg N/l										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	2	17	6	5	7
Turbiditet	FNU	0,24	0,22	0,23	0,26	0,32	0,49	0,47	0,66	0,45	0,59
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	13	27	17	136	560	3	81	1610	450	760
TOC	mg O/l	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,8	3,7	2,6	3,2
Nitrat	µg N/l										
Fosfor total	µg P/l										
Fargetall	mg Pt/l	9	8	9	8	9	9	12	19	9	14
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l										
Konduktivitet	mS/m										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Illibit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevnning	02.12.2003 Kortsl.- Sandungbekken	02.12.2003 Kortsl.- Gampedalsb.	02.12.2003 Kortsl.-300m- Innt-1m	02.12.2003 Kortsl.-300m- Innt-10m	02.12.2003 Kortsl.-300m- Innt-20m	02.12.2003 Kortsl.-300m- Innt-30m	02.12.2003 Kortsl.-300m- Innt-40m	02.12.2003 Kortsl.- 300m-Innt- 50m	02.12.2003 Kortsl.-Innt- 1m	02.12.2003 Kortsl.-Innt- 10m
pH	pH-enheter	6,5	5,3	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Oksygen	mg O/l										
Winkler oppløst	µg N/l										
Nitrogen total	Antall per 100 ml										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C		3	50	0	0	0	0	0	0	5	1
Turbiditet	FNU	0,52	0,42	0,32	0,27	0,21	0,23	0,26	0,36	0,33	0,28
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	186	2060	640	12	5	8	5	8	970	35
TOC	mg O/l	4,2	6,1	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5
Nitrat	µg N/l										
Fosfor total	µg P/l										
Fargetall	mg Pt/l	20	35	8	8	8	8	8	9	10	8
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml										
Mangan, Mn	µg/l										
Konduktivitet	mS/m										
Jern, Fe	µg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	mg/l										
Reaktivt Aluminium	µg/l										
Calcium, Ca	mg/l										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mmol										
Klorid; IC	mg/l										
Illibit Aluminium	µg/l										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemedata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevning	02.12.2003 Kortsl.-Innt-20m	02.12.2003 Kortsl.-Innt-30m	02.12.2003 Kortsl.-Innt-40m	02.12.2003 Kortsl.-Innt-50m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-1m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-10m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-20m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-30m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-40m	02.12.2003 Glitre-Dypeste-50m
Prøvens navn	pH-enheter	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
pH	mg O/l										
Oksygen Winkler oppløst	µg N/l										
Nitrogen total	Antall per 100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	FNU	0,3	0,33	0,34	0,28	0,21	0,21	0,26	0,2	0,22	0,28
Turbiditet	Antall per ml	35	11	11	18	13	7	6	8	20	3
Totalt antall bakterier 22°C	mg O/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
TOC	µg N/l										
Nitrat	µg P/l										
Fosfor total	mg Pt/l	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Fargetall	Antall per 100 ml										
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml										
Intestinale enterokokker i vann	µg/l										
Mangan, Mn	mS/m										
Konduktivitet	µg/l										
Jern, Fe	mg/l										
Magnesium, Mg	mg/l										
Natrium, Na	µg/l										
Reaktivt Aluminium	mg/l										
Calcium, Ca	mmol										
Aluminium, Al	µg/l										
Alkalitet pH 4.5	mg/l										
Klorid; IC	µg/l										
Illibit Aluminium	Antall per 100 ml										
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml										
Totaltall bakterier, 22°C	Antall per ml										

Tabell 12 forts. Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Prøvenummer Ankomstdato	Benevning	02.12.2003 Glitre-Dypeste- 60m	02.12.2003 Glitre-Dypeste- 70m	02.12.2003 Glitre- Dypeste-80m			
Prøvens navn							
pH	pH-enheter	6,4	6,4	6,3			
Oksygen Winkler oppløst	mg O/l						
Nitrogen total	µg N/l						
Term. koliforme bakterier, 44,5°C	Antall per 100 ml	0	0	0			
Turbiditet	FNU	0,3	0,35	0,21			
Totalt antall bakterier 22°C	Antall per ml	3	50	75			
TOC	mg O/l	2,4	2,5	2,5			
Nitrat	µg N/l						
Fosfor total	µg P/l						
Fargetall	mg Pt/l	8	8	8			
Cl. perfringens i vann	Antall per 100 ml						
Intestinale enterokokker i vann	Antall per 100 ml						
Mangan, Mn	µg/l						
Konduktivitet	mS/m						
Jern, Fe	µg/l						
Magnesium, Mg	mg/l						
Natrium, Na	mg/l						
Reaktivt Aluminium	µg/l						
Calcium, Ca	mg/l						
Aluminium, Al	µg/l						
Alkalitet pH 4.5	mmol						
Klorid; IC	mg/l						
Illabilt Aluminium	µg/l						
Fekale streptokokker	Antall per 100 ml						
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C	Antall per 100 ml						
Totalt antall bakterier, 22°C	Antall per ml						

Tabell 12 forts. Kjemidata innsamlet ved prøvetakingen i 2002-2003.

Provennummer	Benevnning	NOV017818-02 13.12.2002	NOV017819-02 13.12.2002	NOV017820-02 13.12.2002	NOV017821-02 13.12.2002	NOV017822-02 13.12.2002	NOV017823-02 13.12.2002	NOV017824-02 13.12.2002	NOV017825-02 13.12.2002	NOV017826-02 13.12.2002
Ankomstdato		Jossjøbekken	Sandungsbeke	Langevannsbekken	Gampedalsbekken	Gurittjernsbekken	Eigjertjernbekken	Fjellbekken	Sneisabekken	Nykjua
Prevepunkt										
Prevens navn										
pH										
Oksygen										
Winkler oppløst										
Nitrogen total										
Term. koliforme bakterier, 44,5°C										
Turbiditet										
Totalt antall bakterier 22°C										
TOC										
Nitrat										
Fosfor total										
Fargetall										
Cl. perfringens i vann										
Intestinale enterokokker i vann										
Mangan, Mn										
Konduktivitet										
Jern, Fe										
Magnesium, Mg										
Natrium, Na										
Reaktivt Aluminium										
Caesium, Ca										
Aluminium, Al										
Alkalitet pH 4.5										
Klorid; IC										
Ilibit Aluminium										
Fekale streptokokker										
Termostabile kolif. bakt 44,5 °C										
Totaltall bakterier, 22°C										

Tabell 13. Tidligere data fra tilløpsbekkene

Parameter	Farge	Turbiditet	pH	Lechneve	Kalsium	Magnesium	Aluminium	Alkalitet	Kjem. Oks.ford	TOC	Jern	Mangan (tot.)	Mn. Løst
Metode:	INT 4787	INT 4723	NS 4720	NS 7888	NS 4776	NS 4776	NS 4799	INT 4754	NS 4759	NS 4741/M	NS 4741/M	NS 4773	NS 4773
Enhet	mg/l Pt	FTU		mS/m, 20°C	mg/l Ca	mg/l Mg	µg/l Al	µmol/l	mg/l O	mg/l Fe	µg/l Mn	µg/l Mn	µg/l Mn
Prøvedato:													
14.05.2001	31	0,30	6,6	1,7	1,4	0,25	190	20	5,6	4,6	100	9	9
16.08.2000	26	0,40	6,8	2,6	2,7	0,37	110	70	5,1	4,8	240	19	15
28.09.1999	33	0,67	6,6	2,4	2,5	0,35	170	53	3,7	5,8	180	13	12
16.03.1999	36	0,37	6,4	2,8	2,7	0,42	190	52	6,6	5,7	110	12	12
03.11.1998	45	0,63	6,3	2,5	2,5	0,23	220	40	7,7	6,4	180	23	23
20.10.1998	34	0,52		2,8	2,9	0,40	150	65	6,4	5,5	270	14	13
Middel Guritj.bk.)	34	0,48	6,5	2,5	2,5	0,34	172	50	5,9	5,5	180	15	14
14.05.2001	31	0,28	6,6	2,7	3,2	0,36	210	74	5,9	5,1	66	18	17
16.08.2000	12	0,30	7,1	4,0	5,1	0,51	65	170	3,6	3,8	30	16	4
28.09.1999	18	0,47	7,0	3,6	4,6	0,48	100	130	4,8	4,4	39	16	6
16.03.1999	22	0,23	6,9	4,6	5,7	0,61	120	170	5,0	4,7	46	19	16
03.11.1998	21	0,49	7,0	4,2	5,3	0,33	140	160	4,8	4,5	58	30	25
20.10.1998	15	0,42		4,2	5,3	0,56	87	160	4,1	4,2	29	9	4
Middel Gjæssjøbk	20	0,37	6,9	3,9	4,9	0,48	120	144	4,7	4,5	45	18	12
14.05.2001	32	0,31	6,1	1,6	1,4	0,21	240	24	5,8	5,0	64	34	32
16.08.2000	14	0,27	6,9	2,2	2,4	0,27	100	67	3,9	3,9	40	19	8
28.09.1999	21	0,50	6,6	2,0	2,1	0,25	160	49	5,2	4,5	59	32	21
16.03.1999	25	0,26	6,8	2,9	3,2	0,38	180	91	5,3	4,6	55	21	17
03.11.1998	30	0,50	6,5	2,4	2,5	0,53	210	64	5,8	5,3	70	36	32
20.10.1998	19	0,48		2,4	2,5	0,30	150	67	4,6	4,4	54	34	26
middel Sandungsbk.	24	0,39	6,6	2,3	2,4	0,32	173	60,33333	5,1	4,6	57	29	23
14.05.2001	16	0,22	6,0	1,5	1,2	0,20	200	20	3,3	2,8	23	23	21
16.08.2000	5	0,18	6,8	2,3	2,0	0,29	65	54	1,3	1,7	23	32	31
28.09.1999	13	0,37	6,2	2,0	1,6	0,25	220	20	3,5	3,0	34	47	42
16.03.1999	7	0,26	6,6	2,8	2,5	0,38	90	54	1,8	2,1	26	27	27
03.11.1998	10	0,35	6,4	2,3	2,0	0,29	160	36	2,5	2,8	160	28	28
20.10.1998	6	0,28		2,4	1,9	0,31	120	39	1,6	1,7	30	41	38
Middel Langvannsbk	10	0,28	6,4	2,2	1,9	0,29	143	37,16667	2,3	2,4	49	33	31

Tabell 13 forts. Tidligere data fra tilløpsbekkene

	Parameter		Ter mot. Bakt. NS4792	Fek. Strept. NS 4793	Sulfr. klostird.		Kimt. 22°C, 3dg		Kimt. 37°C, 2dg.	
	Kolif. Bakt. NS 4788	Enhet			ISO 6461	ISO 6222	ISO 6222	ISO 6222		
Prøvedato:										
14.05.2001	Gurijernsbekken									
16.08.2000	Gurijernsbekken	20,0	9,0	0,0	0,0	0,0	470			
28.09.1999	Gurijernsbekken	52,0	31,0	3,0	1,0	1,0	680			
16.03.1999	Gurijernsbekken									
03.11.1998	Gurijernsbekken	46,0	19,0	17,0	0,0	0,0	>300			
20.10.1998	Gurijernsbekken	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	250			
	Middel Guritj. bk.)	29,5	14,8	5,0	0,3	0,3	467			
14.05.2001	Gjøssjøbekken									
16.08.2000	Gjøssjøbekken	6,0	5,0	1,0	0,0	0,0	740			
28.09.1999	Gjøssjøbekken	15,0	9,0	2,0	0,0	0,0	340			
16.03.1999	Gjøssjøbekken									
03.11.1998	Gjøssjøbekken	10,0	5,0	1,0	1,0	1,0	>300			
20.10.1998	Gjøssjøbekken	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120			
	Middel Gjøssjøbk	7,8	4,8	1,0	0,3	0,3	400			
14.05.2001	Sandungsbekken									
16.08.2000	Sandungsbekken	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	650			
28.09.1999	Sandungsbekken	4,0	4,0	1,0	6,0	6,0	290			
16.03.1999	Sandungsbekken									
03.11.1998	Sandungsbekken	11,0	7,0	1,0	0,0	0,0	>300			
20.10.1998	Sandungsbekken	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	180			
	middel Sandungsbk.	4,3	3,0	0,5	1,5	1,5	373			
14.05.2001	Langvannsbekken									
16.08.2000	Langvannsbekken	23,0	24,0	5,0	0,0	0,0	290			
28.09.1999	Langvannsbekken	33,0	25,0	4,0	1,0	1,0	740			
16.03.1999	Langvannsbekken									
03.11.1998	Langvannsbekken	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	>300			
20.10.1998	Langvannsbekken	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	170			
	Middel Langvannsbk	14,8	13,0	2,3	0,3	0,3	400			

Tabell 13 forts. Tidligere data fra tilløpsbekkene

Parameter	Farge	Turbiditet	pH	Leidn.evne	Kalsium	Magnesium	Aluminium	Alkalitet	Kjem. Oks.ford	Jern	Mangan (tot.)	Mh. Løst
Metode:	INT 4787	INT 4723	NS 4720	NS 7888	NS 4776	NS 4776	NS 4799	INT 4754	NS 4759	NS1484	NS 4741/M	NS 4773
Enhhet	mg/l Pt	FTU		mS/m, 20°C	mg/l Ca	mg/l Mg	µg/l Al	µmoli/l	mg/l O	mg/l C	µg/l Fe	µg/l Mn
Prøvedato:												
14.05.2001	12	0,18	6,2	2,3	2,1	0,31	140	34	3,0	3,3	21	18
16.08.2000	5	0,22	6,8	2,5	2,4	0,31	60	42	1,9	2,4	11	14
28.09.1999	6	0,39	6,5	2,5	2,4	0,32	64	41	2,5	2,5	20	14
16.03.1999	8	0,24	6,4	2,9	2,5	0,38	100	53	2,3	2,5	26	49
03.11.1998	7	0,38	6,4	2,7	2,5	0,33	78	43	2,1	2,4	18	17
20.10.1998	5	0,32	6,5	2,7	2,5	0,34	57	43	2,0	2,4	17	14
Middel	7	0,29	6,5	2,6	2,4	0,33	83	42,66667	2,3	2,6	30	23
14.05.2001	13	0,23	6,4	2,4	2,2	0,31	110	40	3,0	2,9	31	22
16.08.2000	6	0,17	6,3	2,6	3,5	0,32	44	44	2,0	2,2	12	19
28.09.1999	7	0,18	6,3	2,7	2,5	0,34	44	44	2,2	2,2	13	25
16.03.1999	6	0,29	6,4	2,7	2,5	0,36	65	44	1,9	2,3	26	21
03.11.1998	5	0,25	6,3	2,8	2,6	0,35	82	50	1,8	2,0	14	25
20.10.1998	5	0,27	6,3	2,8	2,6	0,35	81	46	1,9	2,4	23	24
Middel	7	0,23	6,3	2,7	2,7	0,34	85	44,66667	2,1	2,3	20	23
14.05.2001	48	0,27	6,8	2,0	2,8	0,24	220	86	7,4	6,0	86	15
16.08.2000	28	0,27	7,4	4,5	7,0	0,50	94	310	5,7	5,2	72	22
28.09.1999	44	0,40	7,0	3,1	4,6	0,37	200	150	8,7	6,9	95	14
16.03.1999	48	0,42	7,1	3,8	6,0	0,48	230	240	7,7	6,7	110	52
03.11.1998	50	0,52	7,0	2,9	4,3	0,33	120	150	8,5	6,5	110	14
20.10.1998	39	0,37	7,0	4,2	6,5	0,48	150	270	7,1	6,2	100	7
Middel	43	0,38	7,0	3,4	5,2	0,40	186	201	7,5	6,2	96	22
14.05.2001	44	0,33	5,9	1,1	1,1	0,14	230	20	6,7	5,1	77	60
16.08.2000	19	0,30	7,0	3,0	3,8	0,32	100	140	3,9	3,9	86	39
28.09.1999	52	0,40	6,1	1,9	2,0	0,22	360	25	9,6	7,6	110	140
16.03.1999	36	0,39	6,4	2,1	2,2	0,27	240	54	5,9	4,7	94	35
03.11.1998	51	0,47	6,4	2,0	2,7	0,22	300	53	8,0	6,2	160	86
20.10.1998	42	0,37	6,4	2,1	2,3	0,26	270	55	7,0	5,7	150	73
Middel	41	0,38	6,3	2,0	2,4	0,24	250	57,83333	6,9	5,5	113	73
14.05.2001	39	0,31	5,7	1,3	1,1	0,19	280	20	6,2	4,8	69	42
16.08.2000	21	0,21	6,7	2,0	2,2	0,21	140	55	4,3	3,9	84	11
28.09.1999	43	0,40	6,5	2,0	2,4	0,20	280	48	7,9	6,4	94	36
16.03.1999	27	0,26	6,5	2,6	2,8	0,29	210	71	4,9	3,9	70	9
03.11.1998	42	0,54	6,7	2,3	2,9	0,24	230	81	6,8	5,6	110	25
20.10.1998	36	0,43	6,4	2,2	2,6	0,22	210	66	6,3	5,1	71	7
Middel	35	0,36	6,4	2,1	2,3	0,23	225	56,83333	6,1	5,0	83	22
14.05.2001	11	0,17	6,7	3,2	3,5	0,43	100	100	2,6	2,6	40	64
16.08.2000	6	0,17	6,6	3,3	3,5	0,39	110	110	2,0	2,4	32	48
28.09.1999	7	0,17	6,6	3,6	4,0	0,49	130	130	1,9	2,2	39	63
23.03.1999	6	0,24	6,7	3,5	3,8	0,44	110	110	1,8	1,9	36	63
03.11.1998	5	0,25	6,6	3,7	3,7	0,42	110	110	1,7	2,0	23	38
20.10.1998	5	0,20	6,6	3,9	3,9	0,46	120	120	1,8	2,3	29	66
middel	7	0,20	6,6	3,4	3,7	0,44	113,33333	113,33333	2,0	2,2	33	57

Tabell 13 forts. Tidligere data fra tilløpsbekkene

Parametert.	Kollif. Bakt.	Termot. Bakt.	Fek. Strept.	Sulfir. klostid.	Kimt. 22°C. 3døg	Kimt. 37°C. 2døg
Metode:	NS 4788	NS-4792	NS 4793	ISO 6461	ISO 6222	ISO 6222
Enhet						
Prøvedato:						
14.05.2001	Overflate Gilire v/inntak	0,0	0,0	0,0	0,0	43
16.08.2000	Overflate Gilire v/inntak	37,0	0,0	0,0	0,0	19
28.09.1999	Overflate Gilire v/inntak					
16.03.1999	Overflate Gilire v/inntak	3,0	1,0	0,0	0,0	>300
03.11.1998	Overflate Gilire v/inntak	1,0	0,0	0,0	0,0	150
20.10.1998	Overflate Gilire v/inntak	10,3	7,5	0,0	0,0	71
Middel Gilire overflate						
14.05.2001	Hovedinntaket	0,0	0,0	0,0	0,0	20
16.08.2000	Hovedinntaket	0,0	0,0	0,0	0,0	9
28.09.1999	Hovedinntaket	0,0	0,0	0,0	0,0	1
16.03.1999	Hovedinntaket	1,0	0,0	0,0	0,0	98
03.11.1998	Hovedinntaket	0,0	0,0	0,0	0,0	13
20.10.1998	Hovedinntaket	0,2	0,0	0,0	0,0	28
Middel Hovedinntaket						
14.05.2001	Eigtjernsbekken	3,0	3,0	43,0	0,0	790
16.08.2000	Eigtjernsbekken	>80	>80	4,0	1,0	1200
28.09.1999	Eigtjernsbekken					
16.03.1999	Eigtjernsbekken	23,0	17,0	3,0	1,0	>300
03.11.1998	Eigtjernsbekken	1,0	0,0	0,0	0,0	240
20.10.1998	Eigtjernsbekken	9,0	6,7	12,5	0,5	743
Middel Eigtj.bk.						
14.05.2001	Fjellbekken v/Klufsetangen	37,0	37,0	1,0	0,0	460
16.08.2000	Fjellbekken v/Klufsetangen	43,0	23,0	1,0	0,0	590
28.09.1999	Fjellbekken v/Klufsetangen					
16.03.1999	Fjellbekken v/Klufsetangen	4,0	1,0	0,0	0,0	270
03.11.1998	Fjellbekken v/Klufsetangen	28,0	20,3	0,7	0,0	440
20.10.1998	Fjellbekken v/Klufsetangen					
Middel Fjellbekken						
14.05.2001	Sneisebekken	5,0	3,0	0,0	0,0	440
16.08.2000	Sneisebekken	67,0	43,0	1,0	1,0	1500
28.09.1999	Sneisebekken					
16.03.1999	Sneisebekken	16,0	14,0	0,0	1,0	>300
03.11.1998	Sneisebekken	29,3	20,0	0,3	0,7	970
20.10.1998	Sneisebekken					
Middel Sneisebekken						
14.05.2001	Landfalljern (v.b.anl.)	0,0	0,0	0,0	0,0	79
16.08.2000	Landfalljern (v.b.anl.)	0,0	0,0	0,0	0,0	11
28.09.1999	Landfalljern (v.b.anl.)	0,0	0,0	0,0	1,0	2
16.03.1999	Landfalljern (v.b.anl.)	1,0	1,0	0,0	0,0	30
03.11.1998	Landfalljern (v.b.anl.)	0,0	0,0	0,0	0,0	5
20.10.1998	Landfalljern (v.b.anl.)	0,2	0,2	0,0	0,2	25
Middel Landfallj						
						0

10. Fagnotater fra Glitrevannverket

Til: Christen Ræstad, Dag Berge Kopi: Terje Røren, Per Ringnes

Fra: Jarle E. Skaret

NEDBØRFELTET TIL GLITRE - BAKT. ANALYSERESULTATER 1992-2003 SAMMENHENG MELLOM VANN-NIVÅ GLITRE OG BAKT. ANALYSERESULTATER

Dette notatet er en forbedret utgave av notat datert 18.02.2004, etter innspill fra Christen Ræstad.

Bakteriologiske rutineanalyser råvann Landfall vannbeh.anlegg:

Kimtall:

Mnd.:	Jan				feb				mars				april				mai				juni							
Uke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1992			12	11	4	7	2		4		30		15	13		11	7	2		7		0	5	4	2	10	3	6
1993	6	7	5	4	3	4	7	7	4	5	4	2	9	2	3	2		14	6	9	5	7	2	9	20	17	30	30
1994		3	1	14	3	1	38	1	2	4	0	1	2	1	1	3	0	0	1	11	3	2	4	5	6	4	6	9
1995	5	4	3	8	4	2	3	1	5	4	3	3	3	1	4	2	8	5	1	7	8	4	8	10	2	5	5	8
1996	5	8	8	3	6	7	5	3	5		3	3		3	0	1	6	24		25	53	15	18	11	11	9	10	5
1997	9	13	15	10	5	3	4	2	2	3		3	4	6	5	6	2	7	14	15	7	5	4	14	125	230	265	295
1998	38	35	34	19	20	20	22	21	12	9	9	6	5	7	3	8	3	5	17	17	14	13	10	8	16	6	15	11
1999	16	31	20	21	28	9	3	7	4	16	5		2	5	3	3	3	37	26	12	25	12	13	4	13	10	6	7
2000		13	22	26	22	19	12	9	3	5	3	3	2	1	1	4	3	2	12	17	7	5	9	7	6	8	2	6
2001	32	29	28	23	19	16	9	6	9	3	5	2	2	3		6	3	5	4	7	120	20	4	10	12	5	9	5
2002	11	16	24	24	30	33	43	38	31	27	35	30	13	4	4	4	0	26	21	12	24	16	14	13	14	6	14	26
2003	2	5	7	19	11	6	5	6	10	1	4	2	1	2	0	5	2	0	0	19	22	20	6	13	1	14	5	4

Mnd.:	juli			aug			sept			okt			nov			des								
Uke:	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1992	9	14	10	4	4	8	130	5	23	6	14	7	8	3	3	18	19	9		11	20	13	12	
1993	27	27	15	15	15	25	25	12	10	15	11	15	15	15	9	16	17	23	20	21	10		12	
1994	7	4	14	31	21	12	9	5	3	3	4	5	8	1	4	1	5	4	10	8		8	3	
1995	16	11	10	12	20	12	9	2	3	11	2	1	2	3	4	5	4	2	4	5	4	5		
1996	14	11	40	75	34	101	80	18	10	29	18	9	6	7	3	5	8	10	5	8	6	6		
1997	360	180	30	18	23	33	17	21	10	10	12	8	6	7	23	86	63	85	77	83				
1998	10	22	27	19	20	16	19	24		12		6	8	11	4	36	38	20	39	39	29	26		
1999	6	7	10	9	26	36	22	15	14	5	6	8	9	2	6	3	19	12						
2000	15	38	85	99	71	15	8	13	7	6	5	19	3	6	3	3	4	64	43	42	44	52		
2001	3	4	8	8	8	6	5	10	13	0	9	8	6	5	4	1	2	2	2	3	10	6	4	5
2002	57	56	41	19	6	20	9	1	3	10	8	7	81	0	47	0	#	34	27	16	11	0	6	0
2003	5	8	7	7	3	4	9	4	7	2	4	5	4	6	5	9	12	1	8	6	29	20	0	0

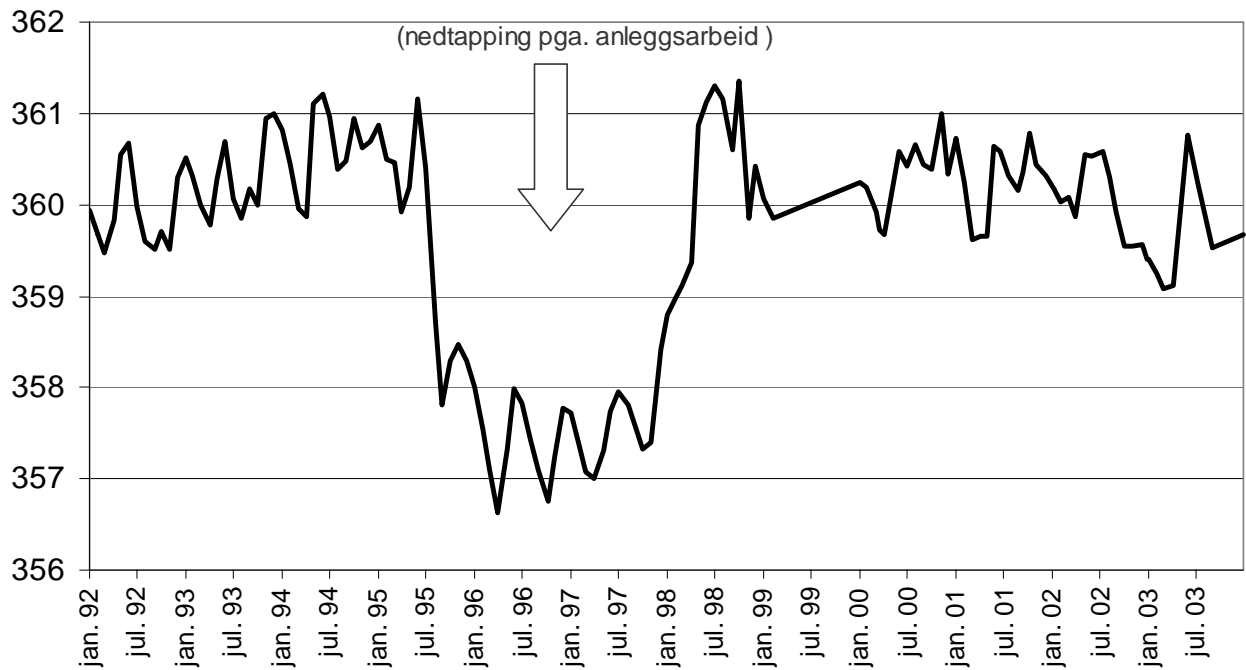
Koliforme bakterier:

Mnd.:	Jan			feb				mars				april				mai				juni								
Uke:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1992														1														
1993																							1				3	4
1994																								17				
1995											1																	
1996																												
1997	1																							1				
1998																										6		
1999			1																									
2000																												
2001																						1						
2002																												
2003																												

Mnd.:	juli			aug				sept				okt				nov				des				
Uke:	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1992		2	7						1	2											2			
1993	3							13		2	8	26	18	18	1					3				
1994				10	1														1	1				
1995																								
1996																				1				
1997														1	3	1	1	1	1	1			1	
1998																2		1	1					
1999																								
2000																		3	2	1	1	1		
2001																								
2002																	16							
2003									1															

Mht. koliforme bakterier er 1993 verst. Mht. kimtall er 1997 verst.

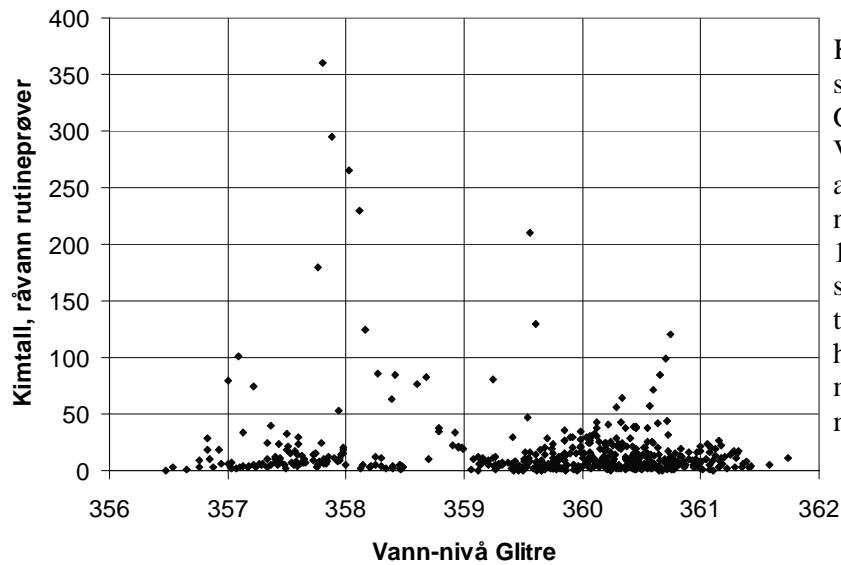
Vann-nivået i Glitre gjennom de siste 11 år:

Vann-nivå Glitre 1992-2003

Vi er at i størstedelen av perioden svinger nivået mellom kote +359,5 og 361,0.

I årene 1995-98 var nivået ca. 3 meter lavere pga. anleggsarbeid som medførte at vannstanden måtte senkes.

Sammenheng mellom målt kimtall, rutineprøver Landfall, og lavt vann-nivå i Glitre



Kimtall om sommeren (1992-2003) sammenholdt med vann-nivået i Glitre.

Vi kan kanskje antyde en viss økning av kimtall når vann-nivået er lavt nok. Det relativt høye bakterietallet i 1997 skyldtes kanskje en kombinasjon av lavt vann-nivå og en varm, tørr sommer, gjorde at beitedyr trakk helt ned til strandlinja, som da var meget lav, og etterpå ble oversvømmet i regnvær.

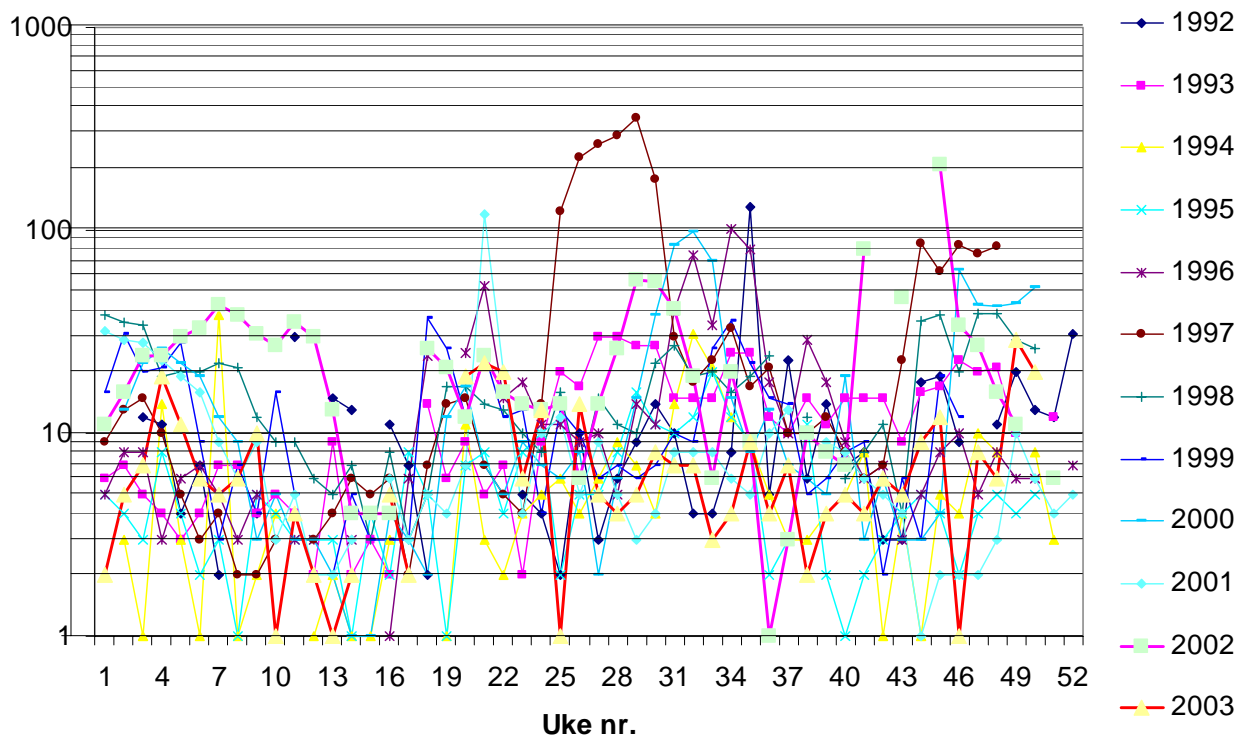
Mikrobiologiske rutineprøver, Landfall vannb.anlegg 1978-2003:

Års-tell.	Koliforme bakt.				Termotol. kolif. bakt. (/presumpt. E.coli)*			
	Ant. prøver	Maks. verdi:	Ant. prøver>0	% prøver >0	Ant. prøver	Maks. verdi:	Ant. prøver>0	% prøver >0
1978	10	0		0.0				
1979	24	1	1	4.2				
1980	26	0	0	0.0				
1981	36	3	3	8.3				
1982	30	0	0	0.0				
1983	38	0	0	0.0				
1984	26	0	0	0.0				
1985	38	0	0	0.0	44	0	0	0.0
1986	41	2	1	2.4	41	0	0	0.0
1987	38	0	0	0.0	38	0	0	0.0
1988	39	2	2	5.1	39	0	0	0.0
1989	37	0	0	0.0	37	1	1	2.7
1990	48	1	3	6.3	48	0	0	0.0
1991	43	2	5	11.6	43	1	1	2.3
1992	41	7	6	14.6	41	0	0	0.0
1993	49	26	12	24.5	49	0	0	0.0
1994	46	17	5	10.9	46	0	0	0.0
1995	50	1	1	2.0	50	1	1	2.0
1996	46	1	1	2.2	46	0	0	0.0
1997	47	3	9	19.1	47	3	8	17.0
1998	48	6	4	8.3	48	2	2	4.2
1999	45	1	1	2.2	45	0	0	0.0
2000	49	3	5	10.2	49	1	3	6.1
2001	50	1	1	2.0	50	0	0	0.0
2002	47	16	1	2.1	47	16	1	2.1
2003	47	1	1	2.1	47	0	0	0.0

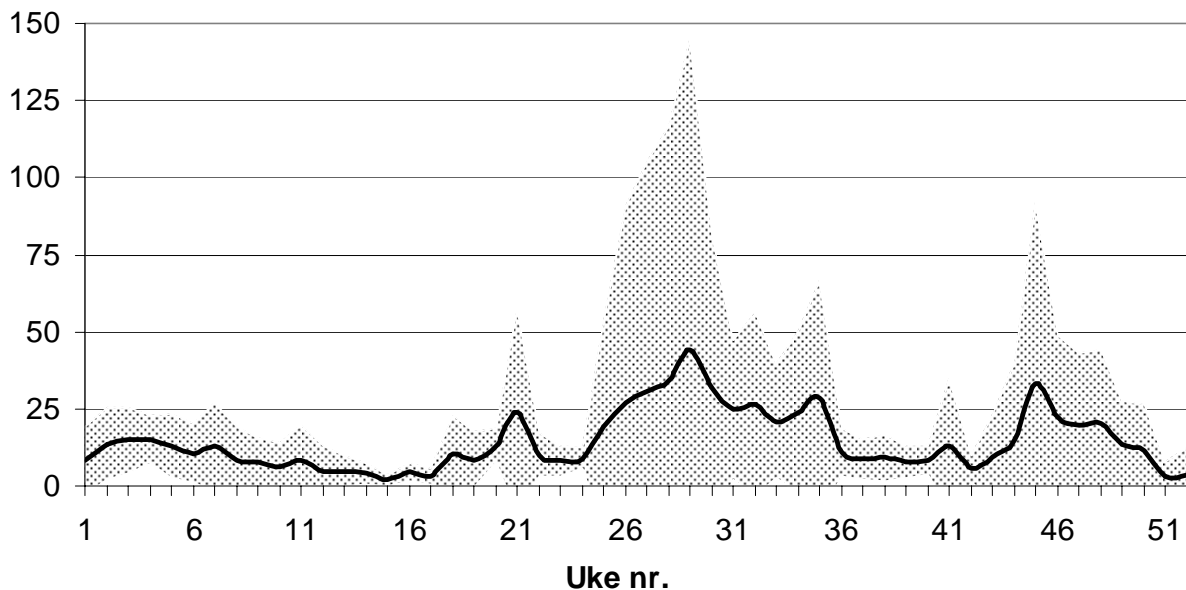
*) : F.o.m. 2002 har vi analysert på E.coli i stedet for termotolerante koliforme bakterier. De har den samme referansem metode (NS 4792), dvs. er sammenlignbare parametre.

Målt kimtall, ukentlige rutineprøver Landfall siste 11 år:

Glitre. Kimtall Råvann Landfall vannb.anlegg

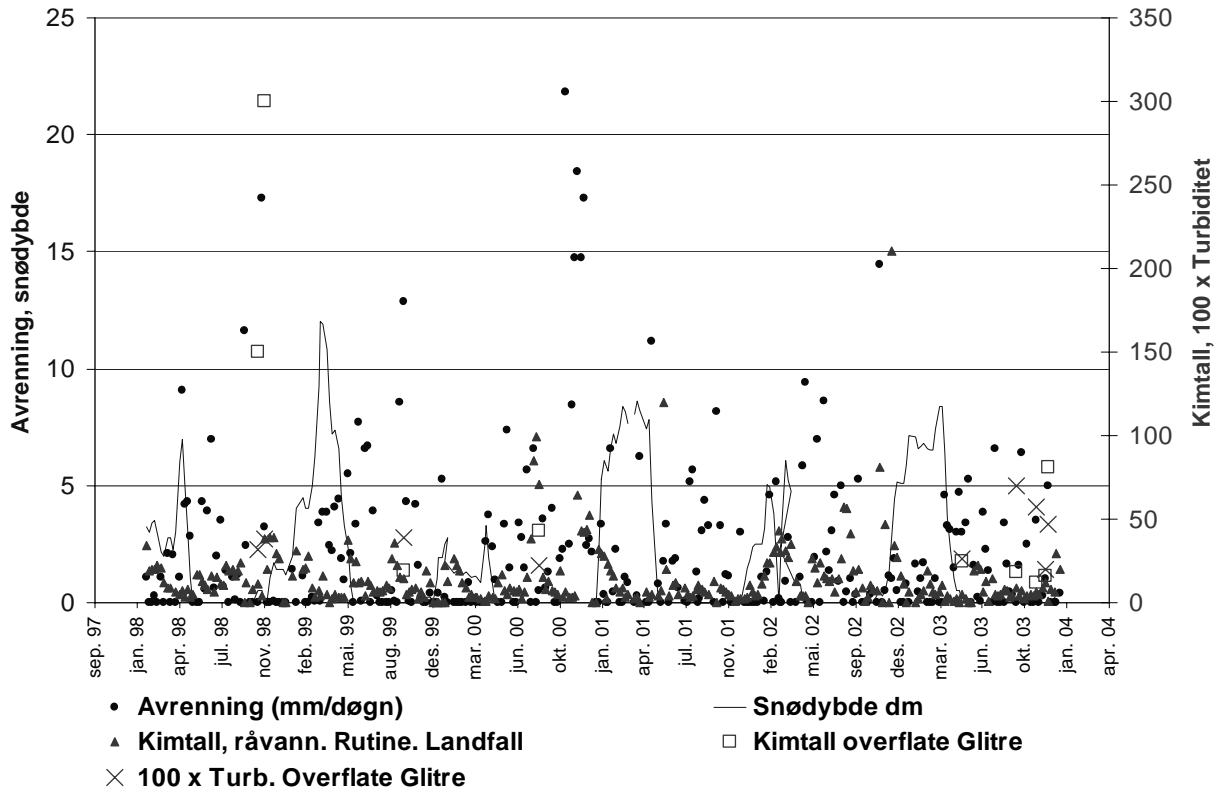


Glitre. Kimtall Råvann Landfall vannb.anlegg. Rutineprøver. Gjennomsnitt årene 1992-2003. Standardavviket er angitt.



Vi ser at det i gjennomsnitt er en topp mht. kimtall i juli-august, pluss en mindre topp i forbindelse med høstsirkulasjonen. Tallverdiene er imidlertid meget lave.

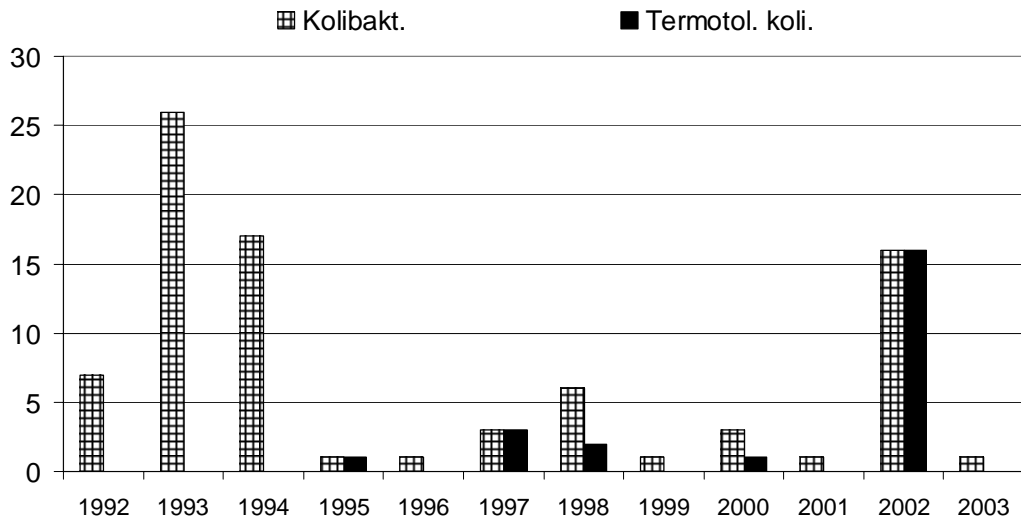
Sammenheng mellom målt kimtall, rutineprøver Landfall og nedbør/avrenning:



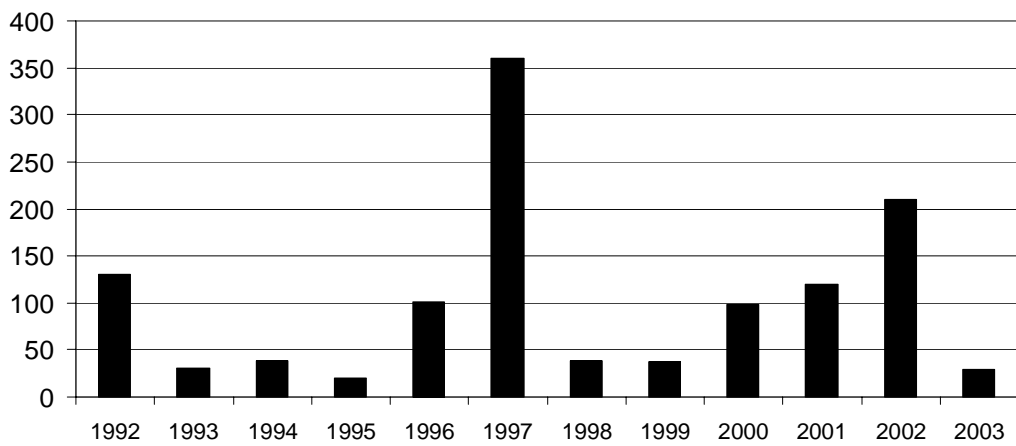
En kan muligens se en viss sammenheng mellom nedbør og kimtall Glitre overflate (nov.-98), men dette er ikke signifikant. En ser ikke noen sammenheng mellom nedbør og turbiditet Glitre overflate ved inntaket. Dette synes å illustrere at innsjøen Glitre er robust mht. å ”demme” opp for kortvarige variasjoner i tilrenningsforholdene.

En ser ingen sammenheng mellom nedbør og råvannskvalitet Landfall.

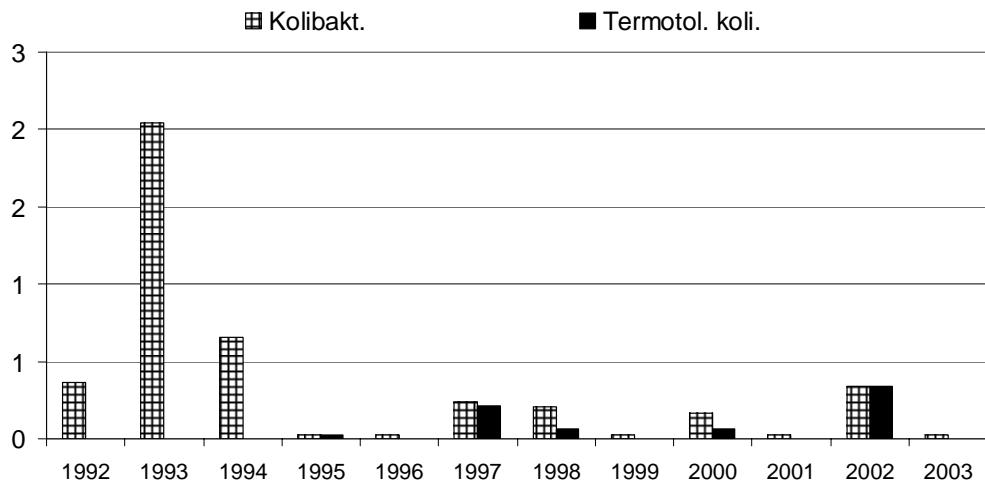
Glitre. Råvann Landfall. Rutine. Maks.verdier pr. år



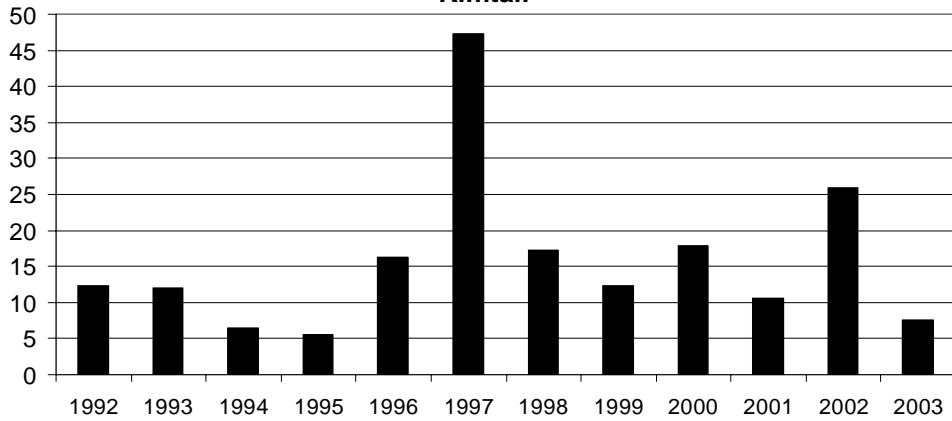
**Glitre. Råvann Landfall. Rutine. Maks.verdier pr. år
Kimtall**



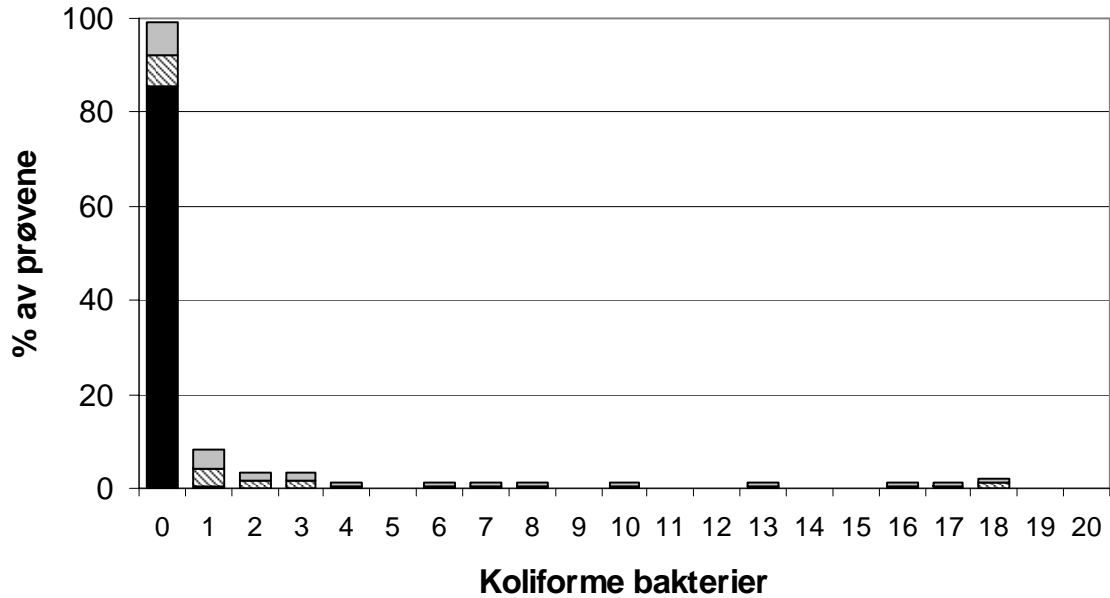
Glitre. Råvann Landfall. Rutine. Årsgjennomsnitt



Glitre. Råvann Landfall. Rutine. Årsgjennomsnitt
Kimtall

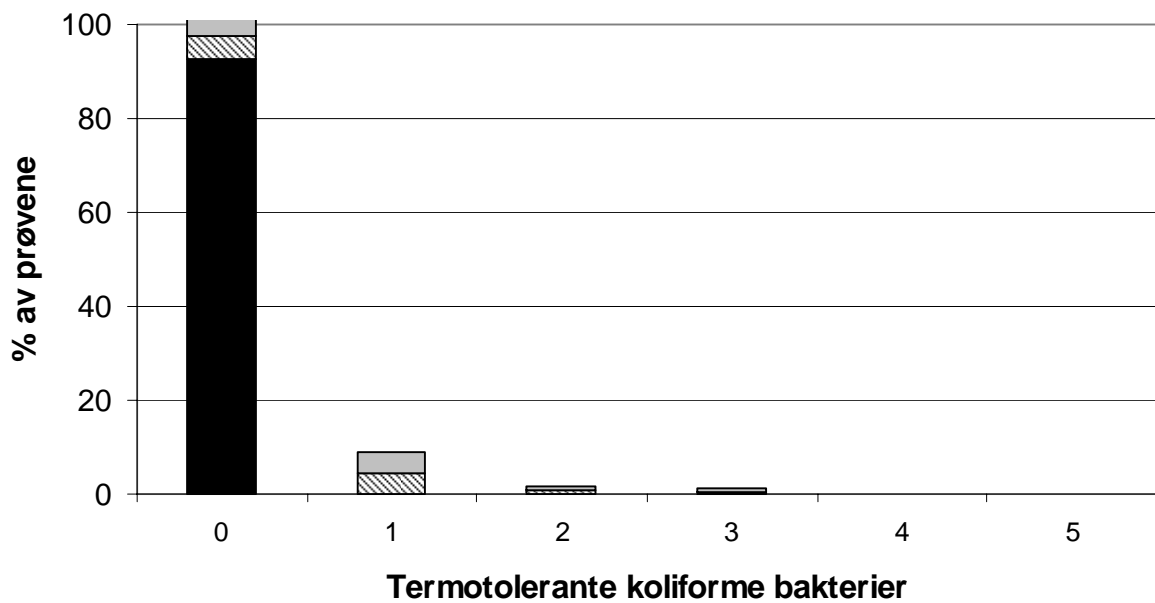


**Glitre Råvann Rutineprøver Landfall vannb.anlegg.
Årene 1992-2003. Gj.snitt og standardavvik**



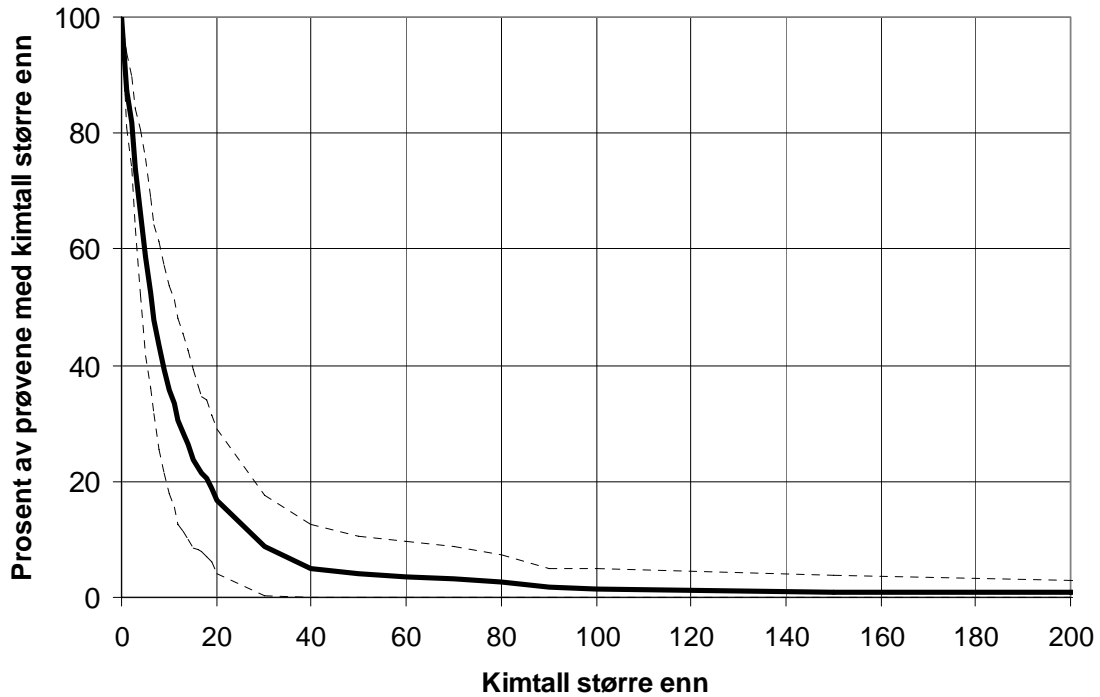
Det er kun 7,7 % av prøvene som inneholder kolibakterier, også hvis en ser bort fra årene 1995-97, hvor Glitre var nedtappet 3 meter.

**Glitre Råvann Rutineprøver Landfall vannb.anlegg.
Årene 1992-2003. Gj.snitt og standardavvik**



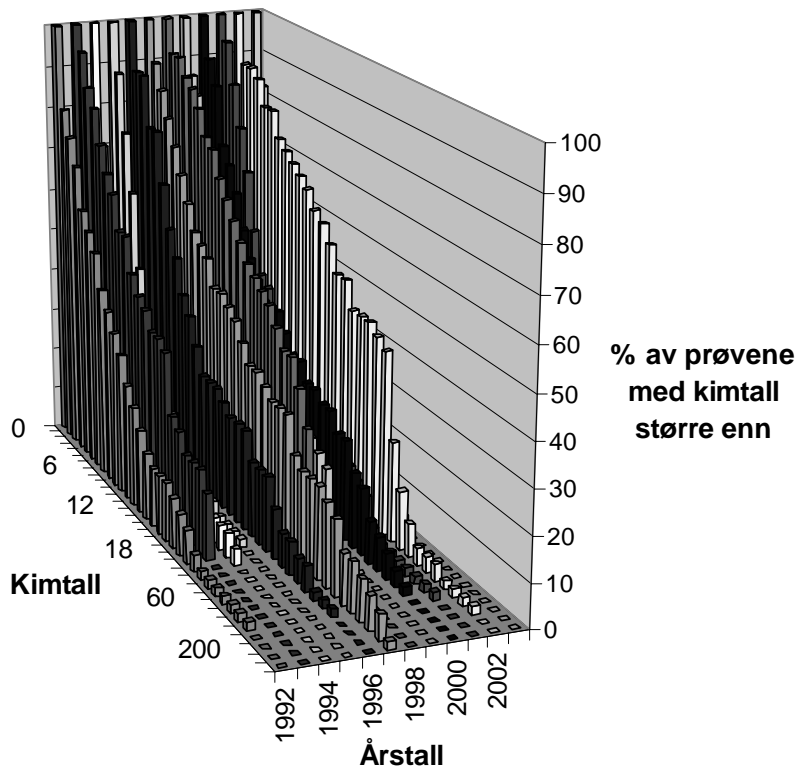
Det er kun 2,6 % av prøvene som inneholder termotolerante coli, 1,5 % av prøvene når en ser bort fra årene 1995-97, hvor Glitre var nedtappet 3 meter. Det ble ikke påvist termotolerante coli i 1992, 1993, 1994, 1996 og 2001.

**Glitre. Råvann. Rutineprøver Landfall. Kimtall
Årene 1992-2003. Gjennomsnitt og standardavvik**



En får omtrent den samme fordelingskurve også hvis en ser bort fra årene 1995-97, hvor Glitre var nedtappet 3 meter.

**Glitre Råvann Rutineprøver Landfall vannb.anlegg.
Kimtall. Årene 1992-2003**

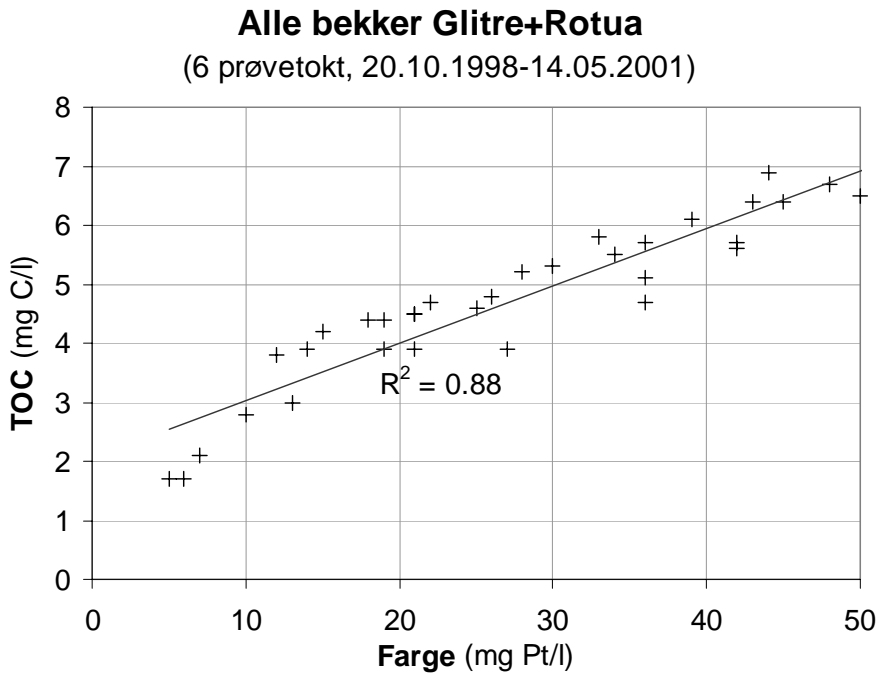


Til: NIVA v/ Dag Berge
 Fra: Jarle E. Skaret

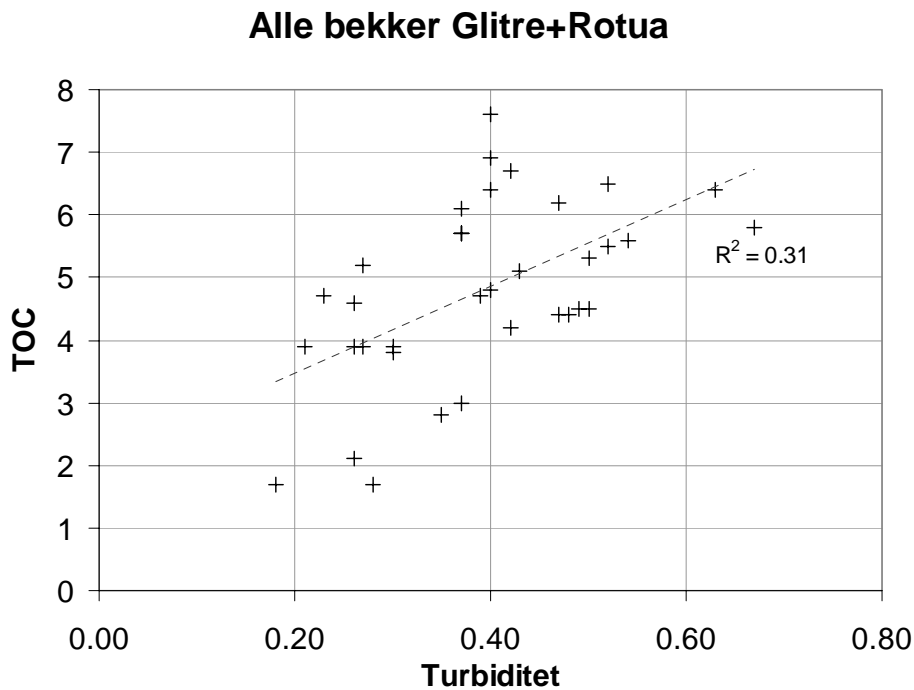
Kopi: Bjørn E. Strand, Per Ringnes, Christen Ræstad

**NEDBØRFELTET TIL GLITRE OG ROTUA
 SAMMENHENG MELLOM TOC, FARGE OG TURBIDITET**

Sammenheng mellom TOC og Farge: (basert på måleprogram 1998-2001)



Sammenheng mellom TOC og Turbiditet: (basert på måleprogram 1998-2001)



Konklusjon: Som forventet er det en meget god korrelasjon mellom TOC og Farge, delvis også Turbiditet.

10.1 Analyser fra Nykjua foretatt av BUVA

Tabell 14 viser 2 analyseserier fra Nykjua foretatt av BUVA og oversendt oss etter at rapporten er ferdig. Resultatene er sammenholdt med resultater analysert av AnalyCen (som har analysert alle prøvene fra den foreliggende studien). Det er ikke store forskjeller mellom resultatene, og dataene kommenteres ikke utover dette.

Tabell 14. Analyseresultater fra Nykjua foretatt av BUVA.

Parameter	07.05.2002	27.05.2003	13.08.2003	13.12.2002	Gj.snitt	St.avvik	Enhet	Metode:
Total organisk karbon. NS1484	4,5	5,0	4,2	5,1	4,7	0,4	mg C/l	NS 1484
Kjemisk oksygenforbruk,perm.	7,8				7,8		mg O/l	NS 4759
Kalsium	1,0	1,0	0,9	2,1	1,3	0,6	mg Ca/l	NS 4776
pH	5,6	5,6	6,0	6,1	5,8	0,3		NS 4720
Jern (NS4741/M)	90	100	55	78	81	19	µg/l	NS4741/M
Konduktivitet (25?)	1,4	1,4	1,3	2,2	1,6	0,4	mS/m	NS 7888
Mangan, løst	65				65		µg Mn/l	NS 4773
Fargetall, m.filtrert. NS4787	34	32	20	35	30	7		NS 4787
Alkalitet, pH 4.5+4,2 INT4754	0	10	50	80	35	37	µmol/l	INT 4754
Mangan	66	77	110	61	79	22	µg Mn/l	NS 4773
Aluminium, syrelselig	270	290	212	218	248	38	µg Al/l	NS 4799
Turbiditet. NS7027	0,33	0,49	0,11	0,38	0,33	0,16	FNU	NS 7027
Magnesium	0,14	0,16	0,15	0,27	0,18	0,06	mg Mg/l	NS 4776
Forfor total		11,7	<5	9,0	10,4		µg P/l	NS4725M
Nitrogen total		260	308	409	326	76	µg N/l	NS4743
Natrium		0,75	0,80	1,40	0,98	0,36	mg Na/l	NS4775
Klorid		0,67	<1	0,90	0,79		mg Cl/l	NS4764/M
Nitrat (+Nitritt - BUVA)		140	61	200	134	70	µg/l	NS4745
Laboratorium	BUVA	BUVA	AnalyCen	AnalyCen				

Tabell 15. Analyseresultater foretatt av NIVA i 1961 (Samdal 1962)

Parameter	Enhet /Dato:	09.02.1961			14.03.1961			13.04.1961			14.05.1961			13.06.1961			12.07.1961		
Lufttemperatur	°C	4			2,5			3			12			15			20		
Skydekke		overskyet			klart			tåke, overskyet			delvis skyet			overskyet			lite, spredt		
Nedbør		ingen			ingen			yr og regn			ingen			regn			ingen		
Vannstand	m				2,1			1,7											
Siktedyp	m				11,9			10			11,5			13,5			14,5		
Dyp:		1	20		1	20	85	1	20	85	1	20	85	1	20	85	1	20	85
Vanntemperatur	°C				1,4	3,1	3,3	1,9	3,7	3,9	5,8	5,4	4,2	15,5	5,4	4,5	15,4	5,5	4,6
pH								6,3	6,4	6,2	6,4	6,4	6,3	6,4	6,4	6,3			
Konduktivitet, 20 °C	mS/m							2,11	2,10	2,23	2,06	2,07	2,12	2,14	2,22	2,21			
Farge	mg Pt/l	11	9	24	8	9	12	4	5	7	7	7	7	9	7	7	7	7	8
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	0,8	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Permanganat-tall	mg O/l	1,8	1,6	3,4	1,5	1,4	2,7	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	1,5	1,4
Alkalitet	ml N/10 HCl/l	1	0,9	0,6	0,7	1	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7			
Sulfat	mg SO ₄ /l	6	5	2	4	2													
Klorid	mg Cl/l	0,2	0,3	x	0,2	0,4	x	x	x	x	x	0,1	x	x	x				
Hardhet	mg CaO/l	4,8	3,7	3,7	3,9	5	4,1	4,1	4,2	4,1	4,8	4,2	3,7	4,2	3,8				
Kalsium	mg CaO/l	3,8	2,8	2,6	3,4	4,2													
Magnesium	mg MgO/l	0,8	0,8	1	1,2	1,5													
Jern	mg Fe/l	0,15	<0,05	0,10	0,06	0,13	0,20	<0,05	0,05	0,02	0,04	0,04	<0,05	<0,05	<0,05			0,11	
Mangan	mg Mn/l	0,05	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

x: Ikke påviselig

Parameter	Enhet /Dato:	16.08.1961			14.09.1961			13.10.1961			14.11.1961			07.01.1962			11.02.1962		
Lufttemperatur	°C	13			13			11			1			-7			2		
Skydekke		overskyet			kumulus			delvis skyet			delvis skyet			delvis skyet			delvis skyet		
Nedbør		regnbyger			regnbyger			ingen			ingen			snø			ingen		
Vannstand	m																		
Siktedyp	m	10,5			10,8			10,5			8,3			6,8			10		
Dyp:		1	20	85	1	20	85	1	20	85	1	20	85	1	20	85	1	20	85
Vanntemperatur	°C	15,1	5,5	4,6	13,9	5,7	4,6	11,0	5,8	4,6	6,1	5,9	4,7	1,1	3,3	3,8	1,4	3,3	3,8
pH											6,3	6,1	6,1						
Konduktivitet, 20 °C	mS/m										2,05	2,06	2,20						
Farge	mg Pt/l	11	9	12	7	9	9	9	7	8	11	11	5	9	8	8	13	13	13
Turbiditet	mg SiO ₂ /l	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3
Permanganat-tall	mg O/l	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5	1,3	1,6	1,5	1,4	2,1	1,8	1,2	1,8	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
Alkalitet	ml N/10 HCl/l																		
Sulfat	mg SO ₄ /l																		
Klorid	mg Cl/l																		
Hardhet	mg CaO/l																		
Kalsium	mg CaO/l																		
Magnesium	mg MgO/l																		
Jern	mg Fe/l	0,08	0,08	0,08				0,02	0,04	0,30	0,40	0,20	0,30	0,50	0,50	<0,02	x	<0,02	
Mangan	mg Mn/l																		

Tabell 16.

Resultater av kvantitativ planktonundersøkelse av vannprøver fra Glitre
Prøvene er innsamlet fra 1 meters dyp. (NIVA v/J. E. Samdal 1962)

Artsliste:	Antall / l:		Organismens størrelsesorden [mm]
	12.07.1961	16.08.1961	
SHCIZOPHYCEAE			
Merismopedia tenuissima	70 000	1 832 000	0,004
CHLOROPHYCEAE			
Ankistrodesmus f:alcatus	6 500	268 000	0,002 - 0,16
Chodatella sp.	1 500	3 500	0,01
Gloeocystis sp. (kolonier)	1 000		-
Oocystis sp.	29 500	19 500	0,01
Tetraëdron sp.		1 000	0,01
BACILLARIOPHYCEAE			
Cyclotella sp.	500	4 000	0,01 - 0,02
Tabellaria flocculosa		1 500	0,05
Ubest. pennate diatomeer (skall)	1 500		-
CHRYSO PHYCEAE			
Diceras Chodati	129 500	27 000	0,006 - 0,06
Dinobryon Borgei	8 000	4 500	0,003 - 0,02
Dinobryon sp.	39 000	18 500	0,01 - 0,05
Hyalobryon sp.	10 000		0,005 - 0,02
Kephyrion spirale	2 000		0,008
Kephyrion sp. III	51 000	3 500	0,008
Kephyrion sp. IV	5 500	500	0,008
Kephyrion spp.	10 000	1 000	0,01
Ubest. chrysophyce-f:lagellat	4 500	2 500	0,01
DINOPHYCEAE			
Peridinium sp.		1 000	0,02
CILIATA			
Tintinnider		1 500	0,05 - 0,1
ROTATORIA			
Polyarthra platyptera		500	0,1-0,2
Total-antall/l	370 000	2 190 000	