

Vurdering av utslippspunkter for klorert drikkevann fra Langlia vannbehandlingsanlegg



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Vurdering av utslippspunkter for klorert drikkevann fra Langlia vannbehandlingsanlegg	Løpenr. (for bestilling) 6104-2011	Dato 14.01.2011
	Prosjektnr. Udemnr. 29145 4	Sider Pris 18
Forfatter(e) Torleif Bækken og Torulv Tjomsland	Fagområde Integrert vannforvaltning	Distribusjon fri
	Geografisk område Oslo	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) VAV Oslo Kommune	Oppdragsreferanse Anna-Lena Beschorner
--------------------------------------	--

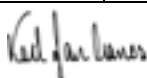
Sammendrag

VAV har forespurt NIVA om å gjøre en utredning av mulige utslippspunkter for klorert drikkevann langs en drikkevannsledning fra Langlia vannbehandlingsanlegg. Konsentrasjoner av fritt klor i drikkevannsledningen var stort sett under deteksjonsgrensen (10 µg/l). Total klorrest hadde ved øverste målepunkt en konsentrasjon på omkring 100 µg/l, men var redusert til omkring 25 - 40 µg/l ved nederste målepunkt, Skuggen ved Bogstadvannet, som er dagens utslippspunkt. Konsentrasjonsutviklingen nedover i vassdraget ved utslipp til Heggelielva eller Sørkedalselva ble estimert ved en modellberegning. Med Heggelielva som utslippspunkt vil konsentrasjonene av total klorrest i elva kunne overstige internasjonale anbefalinger. Utslipet ved Skuggen skjer i dag til en liten bekk som renner direkte ut i Bogstadvannet. Dyreliv i bekken og lokalt ved utløpet av bekken til Bogstadvannet kan være påvirket. Det er lite sannsynlig at økosystemet i Bogstadvannet eller en nærliggende offentlig badeplass blir vesentlig påvirket. Vi anbefaler derfor at det klorerte drikkevannet slippes ut ved Skuggen som i dag.

Fire norske emneord 1. Klor 2. Drikkevann 3. Utslipp 4. Biologi	Fire engelske emneord 1. Chlorine 2. Drinking Water 3. Discharge 4. Biology
---	---



Torleif Bækken
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

ISBN 978-82-577-5839-4

**Vurdering av utslippspunkter for klorert
drikkevann fra Langlia vannbehandlingsanlegg**

Forord

Oslo kommune Vann og avløpsetaten har i dag et utslipp av klorert drikkevann fra drikkevannsledningen som kommer fra Langlia vannbehandlingsanlegg. Utslipet skjer ved Skuggen ved Bogstad. Det har blitt reist spørsmål om dette er den mest gunstige plasseringen. NIVA har i den sammenheng blitt forespurt om å gjøre en vurdering av utslippet, eventuelle miljøvirkninger og andre aktuelle utslippssteder. Vannprøver ble tatt av Ragnar Hjertaas (VAV). Torulv Tjomsland (NIVA) har foretatt modellberegningen. Anna-Lena Beschorner har vært prosjektansvarlig ved VAV, og undertegnede har vært prosjektleder ved NIVA.

Oslo, 24.01.2011

Torleif Bækken

Innhold

Sammendrag	7
Summary	9
1. Innledning	10
2. Metoder og materiale	10
2.1 Prøvetaking og analyse	10
2.2 Drikkevannsklor	11
2.3 Modell	14
3. Resultater	14
3.1 Konsentrasjoner og vannføring i vannledning	14
3.2 Simuleringer	15
4. Vurderinger og konklusjoner	16
4.1 Konklusjon	17
5. Referanser	17

Sammendrag

VAV har forespurt NIVA om å gjøre en utredning av mulige utslippspunkter for klorert drikkevann langs en vannledning fra Langlia vannbehandlingsanlegg. Det var et ønske fra oppdragsgiver om å finne ut hvor det er mest/minst egnet å ha et utslippspunkt sett fra miljømessige forhold og eventuelt andre interesser knyttet til utslippet. Vurderingen er basert på vannprøver og modellberegninger samt utvalg miljøkriterier for klor.

Klorering av drikkevann ved Langlia vannbehandlingsanlegg foregår ved tilsetning av natriumhypokloritt. Ganske umiddelbart etter dosering bindes en del klor til organisk materiale m.m. i vannet. Den resten av klor som er igjen, kalles "total klorrest". En del av denne reagerer med nitrogen, og er ikke tilgjengelig for desinfeksjon. Den siste delen er "fritt klor" som fungerer som desinfeksjonsmiddel.

Det ble tatt vannprøver fra 3 potensielle utslippspunkter langs rørtraseen: Skuggen ved Bogstadvannet (som i dag), ved Heggelielva og rett nedenfor klordoseringsanlegget (Kjelsås tunnel). I tillegg til dette ble det tatt prøver fra bekken ca. 50 m nedstrøms punktet der utslippet foregår i dag.

Konsentrasjoner av fritt klor i drikkevannsledningen var stort sett under deteksjonsgrensen (10 µg/l). Total klorrest ved øverste målepunkt lå omkring 100 µg/l. Vannføringen i drikkevannsledningen på prøvedatoene varierte fra 60 til 84 l/s. Konsentrasjonen av klor ble raskt redusert etter doseringen. Den totale klorrestkonsentrasjonen ble redusert til mellom ¼ og ½ fra øverste til nederste målepunkt. Svinratene tilsvarte en halvering i løpet av 4 timer.

Modellkjøringen ble gjort for to ulike vannføringer. Vannføringen i Heggelielva og Langlielva ble antatt å være den samme. Etter samløpet var vannføringene henholdsvis 200 l/s og 400 l/s. Nytt tilsig til elva ned til Bogstadvannet ble antatt å være lik midlere tilsig på 300 l/s. Konsentrasjonene av total klorrest ved utslipp til Heggelielva for disse to scenarioene var henholdsvis ca. 43 og 20 µg/l før den går sammen med Langlielva. Etter samløpet blir konsentrasjonen halvert. Deretter blir konsentrasjonen ytterligere redusert nedover i elva både på grunn av svinn og på grunn av fortykning. Et verste tenkelige "normalutslipp" er anslått til det doble, altså ca. 200 µg/l. Det vil medføre ca. doble konsentrasjoner også nedover i elva.

Med Heggelielva som utslippspunkt for drikkevann, vil konsentrasjonene bli det maksimale av det som er mulig til enhver tid, fordi utslippspunktet her ligger nærmest doseringsanlegget. Ved normal dosering vil konsentrasjonene av total klorrest i elva kunne overstige både anbefalingene fra miljøvernmyndigheter i USA, Canada og Europa. Det vil være en betydelig risiko for at både fisk og bunndyr i det nærmeste området nedstrøms blir negativt påvirket ved en konstant påvirkning over tid (kronisk). Både for europeiske og norske vannforekomster vil bestemmelser i Vanddirektivet sette føringer på hvilke konsentrasjonsnivåer som kan tillates.

Dersom drikkevannet slippes på Sørkedalselva omkring midtveis langs elva mellom Heggelielva og Bogstadvannet, vil konsentrasjonen i utslippet anslagsvis være redusert til 50-70 %. Det vil da gi en lavere konsentrasjon i elva enn ved utslipp til Heggelielva. Utslippspunktet ligger inne i skogen ca. 50 m fra elva. Det er usikkert hvordan vegetasjonen i området vil tåle et slikt utslipp. Trolig må det etableres et bekkeløp eller utslippet må ledes til elva i rør.

Den laveste konsentrasjonen av total klorrest ble naturlig nok påvist på det nederste punktet (Skuggen ved Bogstadvannet). Utslippet skjer i dag til en liten bekk som renner ut i Bogstadvannet. Det er sannsynlig at dyrelivet mellom utslipp og Bogstadvannet er betydelig påvirket. Dette er imidlertid ikke undersøkt. Ute i Bogstadvannet blir bekkvannet fortyknet. Det er lite sannsynlig at økosystemet i Bogstadvannet blir vesentlig påvirket. Lokalt ved bekkeoset kan det imidlertid tenkes at biologien kan

være noe påvirket. Bekken er lukket fra veien og ut i Bogstadvannet. Bekken munner ut ved en badeplass. Klorinnholdet i bekkevannet og senere i Bogstadvannet vil ikke være problematisk for badelivet.

Vi vil anbefale at det klorerte drikkevannet slippes ut ved Skuggen som i dag. Det bør vurderes å sjekke bekkens tilstand med hensyn på biologiske effekter og dens funksjon som gytebekk for ørret.

Summary

Title: Assessment of discharge sites for chlorinated drinking water from Langlia drinking water treatment plant.

Year: 2011

Author: Torleif Bækken and Torulv Tjomsland

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5839-4

Abstract: There has been an assessment of discharge sites for chlorinated drinking water along a drinking water pipeline. Concentrations of free chlorine were mostly below the detection limit of 10µg/l. Total chlorine concentration at the uppermost site was about 100 µg/l. At the lowermost site, which is the present discharge site, the concentrations were reduced to about 25- 40 µg/l. The concentrations along a potential river recipient were estimated using a model calculation. If chlorinated drinking water is discharged to the river at the uppermost site, the concentrations of total chlorine in the river water may exceed international recommendations. A small brook is the first recipient for the present discharge. After a short distance the brook enters into a lake. The brook will certainly be affected, the lake recipient will probably not be affected. Our recommendation is to use the same discharge site as to day.

1. Innledning

VAV har forespurt NIVA om å gjøre en utredning av mulige utslippspunkter for klorert drikkevann langs en rørtrasee fra Langlia vannbehandlingsanlegg. Anlegget har i dag flere mulige utslippspunkter. Det er imidlertid et punkt ved Skuggen ved Bogstadvannet som normalt er i bruk. Det var et ønske å få utredet hvilke punkter som er mest/minst egnet sett fra miljømessige forhold og eventuelle andre interesser knyttet til utslippspunktet.

Målsetninger for prosjektet har vært:

- Prøvetaking av klorholdig drikkevann på utvalgte utslippspunkter for å se hvordan klorinnholdet forandrer seg over tid nedover langs rørtraseen..
- Vurdering av utslippspunkter i forhold til mulige konsekvenser for resipienten (bunndyr og fisk, mm.) og evt. andre interesser knyttet til området.
- Forslag til mest egnet utslippspunkt.

Det anvendes en enkel modellberegning for å se på konsentrasjonsutviklingen ved utslipp til elva.

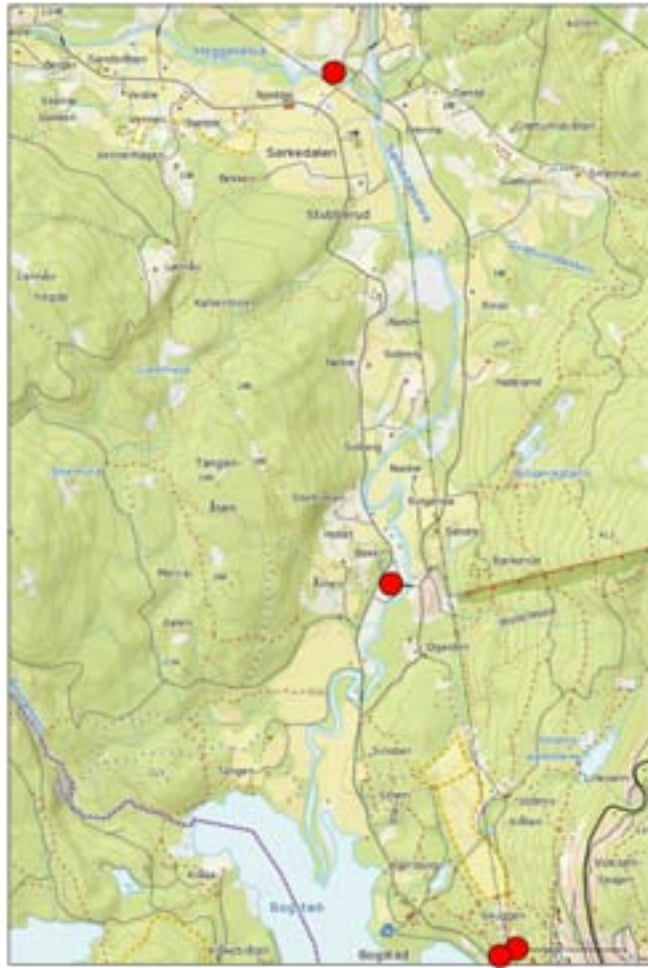
2. Metoder og materiale

2.1 Prøvetaking og analyse

Det ble vurdert å ta prøver fra 4 potensielle utslippspunkter for klorholdig drikkevann langs rørtraseen. Punkt 1 ligger ved Bogstadvannet. Punkt 2 ligger ved Sørkedalselva ca midt mellom punkt 3 og punkt 1. Punkt 3 ligger ved Heggelielva (der det ble registrert et uhellsutslipp sommeren 2010) og punkt 4 ligger i Kjelsås tunnel, rett nedenfor klordoseringsanlegget. Under befaringen viste det seg at punkt 2 var vanskelig tilgjengelig og krevde ytterligere utstyr for å kunne anvendes. Dette punktet ble derfor oppgitt. Det er derfor hentet inn vannprøver fra 3 punkter fra drikkevannsledningen. I tillegg til dette ble det tatt prøver fra bekken ca 50 m nedstrøms punktet der utslippet foregår i dag (ved Bogstadvannet). Plassering av prøvepunkter er vist i figurer nedenfor.

Prøver ble tatt på brune glassflasker og umiddelbart transportert til VAVs kjemiske laboratorium for analyse. VAV analyserte vannprøvene for innhold av "fritt klor" og "total rest klor". For å få riktige klorverdier er det meget viktig at prøvene leveres og analyseres så raskt som mulig. De ble derfor levert umiddelbart til VAVs laboratorium etter prøvetaking.

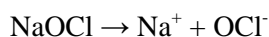
Det ble utført en befaring til området med deltagelse fra NIVA og VAV den 27. september 2010 med prøvetaking. I tillegg ble det tatt prøver fra de samme stasjonene henholdsvis den 4.10, 11.10 og 27.10. 2010. Ved alle de tre siste prøvetakingsrundene ble prøvene tatt av kvalifisert personell ved VAV.



Figur 1. Kart med Bogstadvannet, tilløpselv og prøvetakingspunkter.

2.2 Drikkevannsklor

Klorering av drikkevann ved Langlia vannbehandlingsanlegg foregår ved tilsetning av natriumhypokloritt. Ganske umiddelbart etter dosering bindes en del klor til organisk materiale m.m. i vannet. Den resten av klor som er igjen kalles "total klorrest". En del av denne reagerer med nitrogen, og er ikke tilgjengelig for desinfeksjon. Den siste delen er "fritt klor" som fungerer som desinfeksjonsmiddel. Ved tilsetning av natriumhypokloritt til vann dannes det hypoklorsyring (HOCl) som danner en likevekt med hypokloritt-ioner (OCl^-). Hypoklorsyring anses å være den desinfiserende/giftige komponenten. Andelen av denne er i likevekten er meget pH avhengig. Ved pH 6 utgjør hypoklorsyring nesten 100 %, mens den ved pH 7 er ca 60 %. Likevekten er også temperaturavhengig, men i langt mindre grad.





Figur 2. Prøvetakingspunkt like nedstrøms Langlia vannbehandlingsanlegg (Kjelsås tunnel)



Figur 3. Prøvetakingspunkt før kryssing av Heggelielva (Heggelielva)



Figur 4. Prøvetakingspunkt 2. Det ble ikke tatt prøver herfra.



Figur 5. Nederste prøvetakingspunkt før utslipp til bekk samt i bekken nedstrøms etter innblanding av drikkevann.

2.3 Modell

GEMSS er en pakke med modeller som beregner strøm, temperatur, vannkvalitet, alger, bakterier og spredning av olje mm. Resultatene kan beregnes skrittvis fremover i tid med perioder på noen minutter. Modellen er konstruert for 1 og 3 dimensjoner, gjerne i kombinasjon.

Vi har benyttet 1-dimensjonal versjon av modellen. Dette betyr at stoff som tilføres vannet antas å bli fullstendig blandet inn i hele elvas tverrsnitt. Elvestrekningene ble delt inn i beregningselementer. Resultatene ble beregnet fremover i tid med noen minutters intervall.

GEMSS er utviklet av ERM's Surfacewater Modeling Group i Exton, Pennsylvania, USA. Modellen og eksempler på bruk av modellen kan studeres nærmere på hjemmesiden <http://www.erm-smg.com>.

Ut fra en teoretisk utslippssituasjon ble det gjort en modellberegning for å simulere utviklingen av klorkonsentrasjon ved utslippspunkter til Heggelielva/Sørkedalselva.

3. Resultater

3.1 Konsentrasjoner og vannføring i vannledning

Målinger av rest av fritt klor i drikkevannsledningen viste stort sett verdier under deteksjonsgrensen på 10 µg/l ved alle målinger (**Tabell 1**). To unntak fra dette var fra prøvestedet nærmest klordoseringsanlegget den 04.10.2010 og 27.10.2010. Her ble det målt verdier på 25 µg/l. Total klorrest var da omkring 100 µg/l. Vannføringen i drikkevannsledningen på prøvedatoene varierte fra 60 til 84 l/s.

Resultatet viser at konsentrasjonen av klor ble raskt redusert etter doseringen. Den totale klorrestkonsentrasjonen ble redusert til mellom $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{2}$ av hva den var fra øverste til nederste målepunkt (**Tabell 1**). Høyeste og laveste konsentrasjon ved utslippspunktet Skuggen ved Bogstadvannet var henholdsvis 45 og 25 µg/l. Etter at drikkevannet er sluppet ut i bekken som renner ut i Bogstadvannet, lå den totale klorrestkonsentrasjonen mellom 20 og 40 µg/l. Fordi de fleste konsentrasjoner av fritt klor lå under deteksjonsgrensen for anvendte målemetode, er det ikke mulig å vite eksakt hva konsentrasjonen av denne har vært. Ved de to tilfellene der det er eksakte tall for både fritt klor og total klor er det et forhold på ca 1 del fritt klor til 4 deler total klorrest. Dette forholdet kan imidlertid ha endret seg nedover ledningen seg etter hvert som konsentrasjonene har blitt redusert.

Tabell 1. Konsentrasjon av klor i drikkevannsledningen og i bekk ved Bogstadvannet (for prøvetakingspunkter se **Figur 2** til **Figur 5**)

Dato	Merking	Fri klorrest µg/l Cl ₂	Total klorrest µg/l Cl ₂	Vannføring l/s
27.09.2010	VANNINNTAK	<10	95	79
27.09.2010	HEGGELIELVA	<10	60	79
27.09.2010	BOGSTAD/SKUGGEN	<10	40	79
27.09.2010	BEKK NEDENFOR BOGSTAD	<10	25	79
04.10.2010	KJELSÅS TUNELL	25	100	80
04.10.2010	HEGGELIELVA	<10	80	80
04.10.2010	BOGSTAD/SKUGGEN	<10	55	80
04.10.2010	BEKK NEDENFOR BOGSTAD	<10	20	80
11.10.2010	KJELSÅS TUNELL	<10	130	84
11.10.2010	HEGGELIELVA	<10	95	84
11.10.2010	BOGSTAD/SKUGGEN	<10	45	84
11.10.2010	BEKK NEDENFOR BOGSTAD	<10	40	84
27.10.2010	KJELSÅS TUNELL	25	110	60
27.10.2010	HEGGELIELVA	<10	75	60
27.10.2010	BOGSTAD/SKUGGEN	<10	25	60
27.10.2010	BEKK NEDENFOR BOGSTAD	<10	20	60

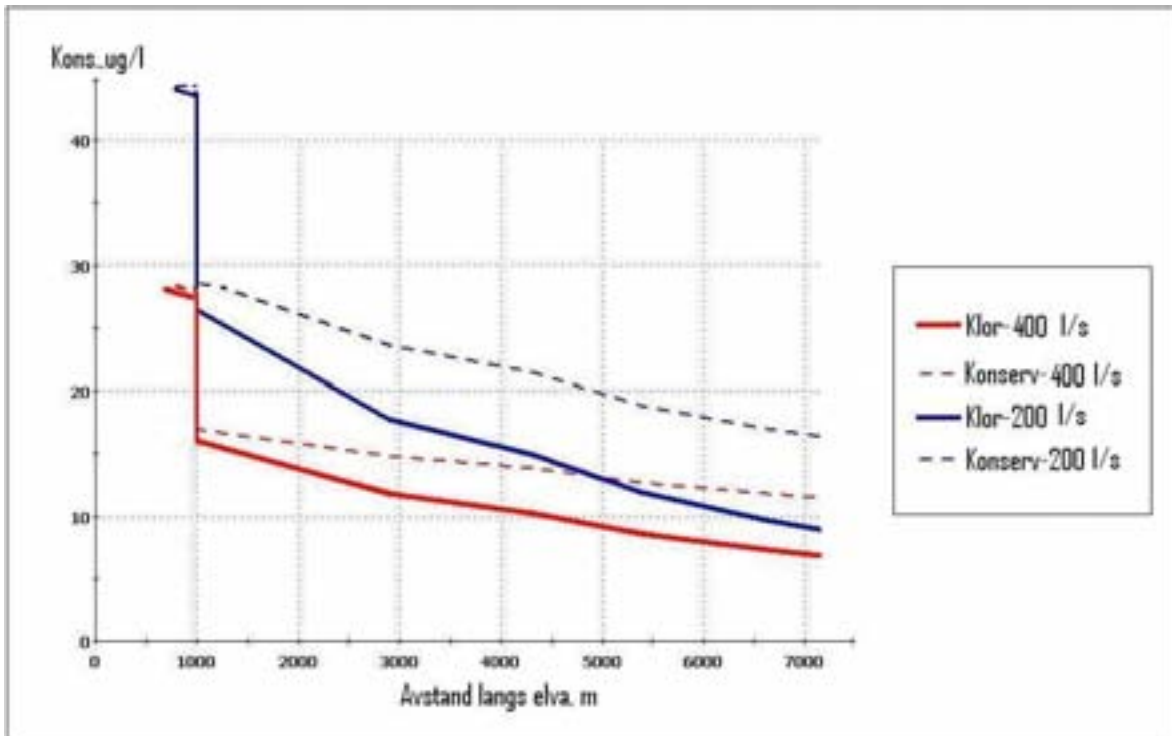
3.2 Simuleringer

Ved et utslipp til vann blir klorkonsentrasjonene redusert ved fortykning og svinn. Det ble tatt prøver av utslipp i vannledningen 4., 11, 27. oktober 2010. Konsentrasjonene ble målt like nedstrøms vannbehandlingsanlegget (Kjelsås tunnel), ved Heggelielva og ved Skuggen ved Bogstad. Svinraten av total klorrest som ble beregnet, tilsvarte en halvering i løpet av ca. 4 timer.

Vi antok et kontinuerlig utslipp i Heggelielva på 80 l/s med en konsentrasjon på 100 µg/l. Dette ble gjort for to ulike vannføringer i vassdraget. Vannføringen i Heggelielva og Langlielva ble antatt å være den samme. Etter samløpet var vannføringene henholdsvis 200 l/s og 400 l/s. Nytt tilsig til elva ned til Bogstadvannet ble antatt å være lik midlere tilsig på 300 l/s.

Konsentrasjonene av totalt klorrest ved utslipp til Heggelielva for disse to scenarioene var henholdsvis ca 43 og 20 µg/l før den går sammen med Langlielva. Etter samløpet blir konsentrasjonen halvert. Deretter blir konsentrasjonen ytterligere redusert nedover i elva både på grunn av svinn og på grunn av fortykning. Ved å sammenlikne med resultatene fra et tilsvarende utslipp av et konservativt stoff (ikke redusert ved svinn) ser vi at hver av disse to prosessene er av samme størrelse. Et verste tenkelige "normalutslipp" er av VAV anslått til det doble, altså ca 200 µg/l. Det vil medføre ca doble konsentrasjoner også nedover i elva.

Andelen av fritt klor blir trolig ytterligere redusert pga binding til organisk materiale og nitrogen. Pga av høye deteksjonsgrenser for fritt klor er imidlertid dette ikke mulig å dokumentere.



Figur 6. Simulerte konsentrasjoner av "total restklor" i Sørkedalselva fra utslipp til Heggelielva ca 100 m før samløp med Langlielva, og nedstrøms til Bogstadvannet. "Konservativt stoff" er en referanse som bare påvirkes av fortykning. Samløp ved 1000 m pkt. Det er angitt situasjonen ved to vannføringer.

4. Vurderinger og konklusjoner

De kanadiske miljøvernmyndighetene har anbefalt en grenseverdi på 2 µg/l av "total restklor" i ferskvannsresipienter for å gi en tilstrekkelig beskyttelse av fisk og invertebrater (CCREM 1993). For beskyttelse av ferskvannsfisk i Europa har EIFAC anbefalt en konsentrasjon på 4 µg/l av hypoklorsyrling (HOCl) (Alabaster & Loyd (1982)). I USA har miljøvernmyndighetene anbefalt en grense på 11 µg/l total restklor som gjennomsnitt over en periode på 4 døgn, og som ikke gjentar seg mer enn én gang hvert 3. år (US-EPA 1985). US-EPA anbefaler videre at et 1- times gjennomsnitt ikke må overstige 19 µg/l mer enn én gang hvert 3. år. Så vidt vi kjenner til finnes ikke tilsvarende kriterier for norske vannforekomster. Både for europeiske og norske vannforekomster vil imidlertid bestemmelser i Vanddirektivet sette føringer på hvilke konsentrasjonsnivåer som kan tillates.

Dersom man anvender Heggelielva som utslippspunkt for drikkevann, vil konsentrasjonene her bli det maksimale av det som er mulig til enhver tid fordi utslippspunktet ligger nærmest doseringsanlegget. Ved normal dosering vil konsentrasjonene av total klorrest i elva kunne overstige både anbefalingene fra US-EPA, Kanadas miljøvernmyndigheter og fra EIFAC. Det vil være en betydelig risiko for at både fisk og bunndyr i det nærmeste området nedstrøms blir negativt påvirket ved en konstant påvirkning over tid (kronisk). Ved utslippet til Heggelielva sommeren 2010, ble det registrert fiskedød og redusert bunndyrsamfunn i nærområdet til utslippet (Bækken og Lund 2010). Det er imidlertid uklart hvor store konsentrasjoner som da var i elva. Men mye tyder på at det har vært en høy konsentrasjon over kort tid (akutt påvirkning). Muligens ca 10-20-dobling av det som kan tenkes som påslipp ved normale konsentrasjoner. Tilstanden en ukes tid etter opphør av utslippet, syntes å være ganske normal for både ørret og bunndyrsamfunn nedstrøms samløpet med Langlielva.

Dersom drikkevannet slippes på Sørkedalselva omkring midtveis langs elva mellom Heggelielva og Bogstadvannet (pkt 2, ikke prøvetatt), vil konsentrasjonen i utslippet anslagsvis være redusert til 50-70 %. Det vil da gi en langt lavere konsentrasjon i elva enn ved utslipp til Heggelielva. Dette utslippspunktet ligger inne i skogen ca 50 m fra elva. Det er usikkert hvordan vegetasjonen i området vil tåle et slikt utslipp. Trolig må det etableres et bekkeløp eller utslippet må ledes til elva i rør.

Den laveste konsentrasjonen av total klorrest ble naturlig nok påvist på det nederste punktet (Skuggen ved Bogstadvannet), som også er dagens utslippspunkt for det klorerte drikkevannet. Sørkedalselva blir ikke påvirket av dette utslippet. Utslippet skjer i dag til en liten bekk. Særlig i tørkeperioder vil derfor en stor del av vannet i bekken nedstrøms utslippet være klorert drikkevann. Det er derfor sannsynlig at dyrelivet på strekningen mellom utslippet og Bogstadvannet er betydelig påvirket. Dette er imidlertid ikke undersøkt. Ute i Bogstadvannet blir bekkvannet fortennet. Det er lite sannsynlig at økosystemet i Bogstadvannet blir vesentlig påvirket. Lokalt ved bekket kan det imidlertid tenkes at biologien kan være noe påvirket. Bekken er lukket fra veien og ut i Bogstadvannet. Det er derfor lite sannsynlig at den kan fungere som gytebekk for ørret, men dette er ikke undersøkt. Bekken munner ut ved en bade plass. Klorinnholdet i bekkvannet og senere i Bogstadvannet vil ikke være problematisk for badelivet.

4.1 Konklusjon

Vi vil anbefale at det klorerte drikkevannet slippes ut som i dag. Det kan imidlertid vurderes å sjekke bekkens tilstand med hensyn på eventuelle biologiske effekter og dens funksjon som gytebekk for ørret.

5. Referanser

Alabaster, J.S. and Loyd, R. 1980. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. – Butterworths, London 1980

Bækken, T. og Lund, E. 2010. Biologiske virkninger av utslipp av klorholdig vann i Heggelielva. – NIVA-Notat 1.7.2010

CCREM 1993. Canadian Water Quality Guidelines, prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines of the Canadian Council of Ministers of the Environment.

US-EPA 1985. Ambient Water Quality Criteria for Chlorine 1984. - United States Environmental Protection Agency Water, Office of Water Regulations and Standards Criteria and Standards Division Washington, DC 20460, EPA 440/5-84-030, January 1985

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no