

Vurdering av effekter
ved utslipp fra Nye Ingersvann
vannbehandlingsanlegg



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

754



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Vurdering av effekter ved utslipp fra Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg

FORFATTER:

Geir Helge Johnsen & Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAKSGIVER:

Askøy kommune, ved Siv Ådland, 5300 Kleppestø

OPPDRAGET GITT:

27. august 2004

ARBEIDET UTFØRT:

2004

RAPPORT DATO:

17.september 2004

RAPPORT NR:

754

ANTALL SIDER:

12

ISBN NR:

ISBN 82-7658-261-3

EMNEORD:

- Utslipp fra drikkevannsrensanlegg
- Økologiske effekter
- Askøy kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 **Telefax:** 55 31 62 75 **E-post:** post@radgivende-biologer.no

Forsidefoto: Kanalen nedstrøms Ingersvannet sett fra demningen og ned mot eksisterende vannbehandlingsanlegg 2.september 2004.

FORORD

Rådgivende Biologer as. har, på oppdrag fra Askøy kommune, foretatt en teoretisk vurdering av mulige effekter ved eventuelle utslipp av dekant- og modningsvann i forbindelse med humusfelling i råvannet i drikkevannskilden Ingersvannet.

Høyt humusinnhold i råvannet er et stort problem for mange drikkevannsanlegg i kystkommunene på Vestlandet. Aluminium har vært mest benyttet til felling av humus, men de siste årene har flere anlegg tatt i bruk treverdige jern som fellingsmiddel i stedet. Jern har i flere år vært i bruk som fellingsmiddel for fosfat i kloakkrensingsanlegg, da tilsatt som FeClSO_4 .

Askøy kommune er i ferd med å oppgradere vannbehandlingsanlegget ved Ingersvannet, og det er aktuelt å lede både dekant- og modningsvannet tilbake til råvannskilden. Vannkvaliteten på dette vannet vil være preget av kjemikaliene som brukes til humusfellingen. Askøy kommune ønsker en nærmere gjennomgang av disse forholdene slik at en kan legge avløpet "riktigst" mulig.

Rapporten baserer seg ikke på nye undersøkelser eller innsamling av nye resultat, men i hovedsak på foreliggende kunnskap og erfaringer fra andre vannverk, samt en enkel befaring til Ingersvannet torsdag 2. september 2004.

Rådgivende Biologer AS takker Siv Ådland for oppdraget.

Bergen, 17. september 2004.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	Side 2
Innholdsfortegnelse	Side 2
Sammendrag	Side 3
Tiltaksbeskrivelse	Side 4
Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg	Side 4
Ingersvann	Side 5
Moldeprosessen	Side 7
Omfang og virkning av tiltaket	Side 9
Tilførsler av surhetsregulerende stoffer	Side 9
Tilførsler av organisk materiale	Side 9
Tilførsler av jern	Side 10
Estetiske visuelle effekter	Side 11
Referanser	Side 12

SAMMENDRAG

JOHNSEN, G.H. & A.E.BJØRKLUND 2004.

*Vurdering av effekter ved utslipp fra Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg
Rådgivende Biologer AS, rapport 754, 12 sider, ISBN 82-7658-261-3.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Askøy kommune foretatt en vurdering av plassering av utslippet fra Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg. Rapporten er basert på generell vurdering av miljø- og visuelle effekter av utslippet, samt en befaring til området.

Høyt humusinnhold i råvannskilder for drikkevann er et stort problem for mange vannbehandlingsanlegg på Vestlandet. Askøy kommune er i ferd med å oppgradere vannbehandlingsanlegget ved Ingersvannet, der en skal benytte jern som fellingsmiddel for å fjerne humus. Denne prosessen medfører at det produseres betydelige mengder forurenset vann ved rengjøring av filtrene, og disse vannmengdene vurderes sluppet tilbake til vannkilden.

De økologiske effektene kan grovt sett deles i tre virkningsmåter; de surhetsrelaterte (kalsium, pH, alkalitet), de oksygenrelaterte (hovedsakelig TOC) og de potensielt direkte skadelige (jern). De fleste av disse stoffene vil imidlertid påvirke/påvirkes av de andre stoffene, og denne inndelingen er derfor ikke absolutt.

Ut fra foreliggende litteratur og erfaringer fra andre vannverk, er det ingen ting som skulle tilsi store negative effekter av utslipp av de omtalte stoffene til Ingersvannet. Dette forutsetter imidlertid at en relativt god vannkvalitet og gode oksygenforhold opprettholdes i innsjøen.

Estetisk vil en imidlertid måtte regne med en negativ effekt da erfaringer viser at utslippene vil kunne sees i form av brunt vann i perioden som utslippet pågår dersom det ikke føres ut på slik dyp at det ikke er umiddelbart synlig selv ved lave vannstander i innsjøen.

Dersom utslippet i størst mulig grad skjer til overflatevannet i Ingersvannet, vil det skje en betydelig fortykning, samtidig som oksygenforholdene der alltid er gode. Det må da ledes ned på minst 7 meters dyp, siden innsjøen periodevis kan være opp til 6,2 meter nedtappet.

Dette vil ikke påvirke kvaliteten på eventuelle flomoverløp til kanalen nedstrøms demningen ved Ingersvannet, verken med hensyn på de miljømessige sidene ved et slik avløp eller med hensyn på estetiske aspekter. Overløpet fra Ingersvannet drenerer til Pollelva, der det også er sjøaure og friluftssinteresser.

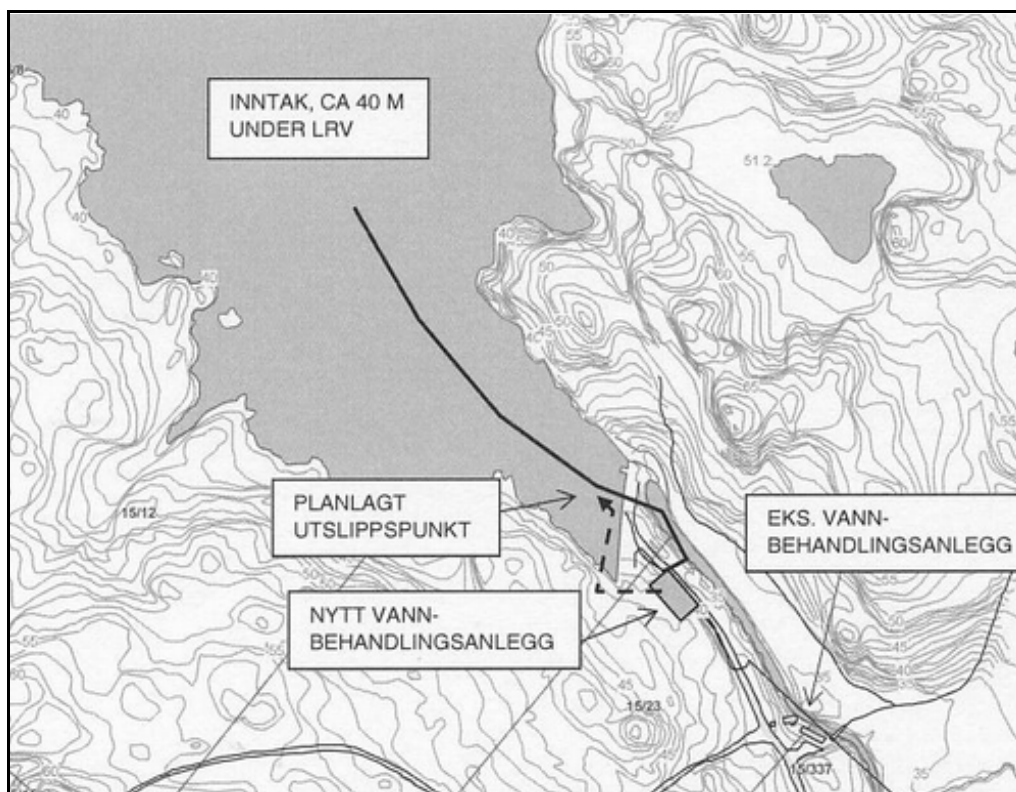
TILTAKSBESKRIVELSE

Høyt humusinnhold i råvannet er et stort problem for mange drikkevannsanlegg i kystkommunene på Vestlandet. Aluminium har vært mest benyttet til felling av humus, men de siste årene har flere anlegg tatt i bruk treverdig jern som fellingsmiddel i stedet. Jern har vært i bruk i mange år som fellingsmiddel for fosfat i kloakkrensning, da tilsatt som FeClSO_4 . Askøy kommune skal bygge nytt vannbehandlingsanlegg ved Ingersvann.

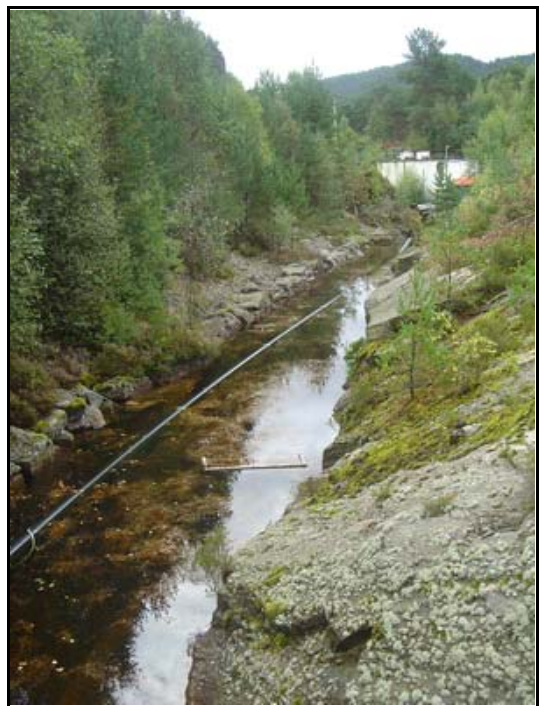
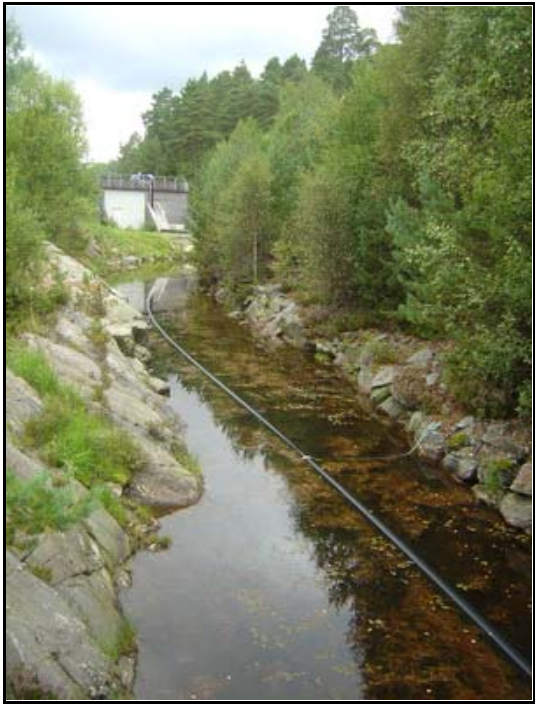
Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg

Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg skal benytte Ingersvann som råvannskilde, akkurat slik som dagens Ingersvann vannbehandlingsanlegg. Dagens anlegg leverer vann med betydelig brunfarge, og Askøy kommune har i påvente av nytt anlegg tilbudt abonnentene å dekke kostnadene til innkjøp av flaskevann. Det nye anlegget planlegges med et midlere forbruk av vann på 40 l/s og et maksimalt døgnforbruk på det dobbelte. Dette utgjør i gjennomsnitt 1,26 mill $\text{m}^3/\text{år}$. Anlegget skal benytte jern til felling av humus i den såkalte "Molde-prosessen".

Anlegget planlegges etablert like ved demningen i Ingersvann, med råvannsinntak på 40 meters dyp i Ingersvann og med avløp fra vannbehandlings-prosessen tilbake til råvannskilden eller alternativt til kanalen nedstrøms demningen (**figur 1 og 2**).



Figur 1. Skisse over Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg med planlagt plassering av anlegg, råvannsinntak og avløp, samt eksisterende vannbehandlingsanlegg (fra Asplan Viak 2004a).

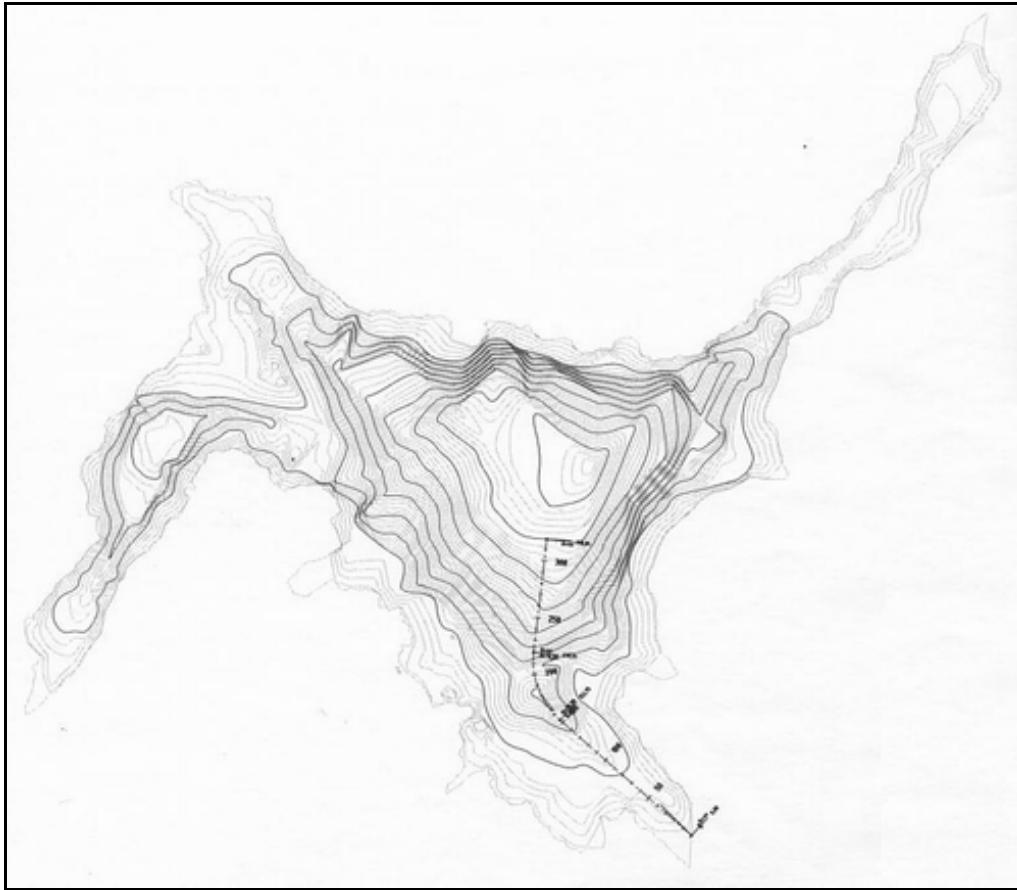


Figur 2. Demningen i Ingersvann med overløpsterskel i bakgrunnen og overføringsledninger for drikkevannet til Kleppevannet over demningstoppen (over til høyre). Kanalen nedstrøms Ingersvannet sett oppover mot demningen (over) og sett fra demningen og ned mot eksisterende vannbehandlingsanlegg (til høyre). Bildene er tatt ved befaringen 2.september 2004.

Ingersvann

Ingersvann (innsjønummer 26600) ligger "midt på" søre del av Askøy (UTM-koordinater 32V KN 905 080) og har et overflateareal på 0,1626 km². Innsjøen har et lite nedbørfelt på 1,58 km², stort sett bestående av blandingsskog med dominans av furu. Det er ikke noen bosetting eller landbruksmessig utnyttelse av feltet, som i hovedsak er gjerdet inn for å hindre beitende dyr adkomst til vannkilden.

Ingersvann har en årlig tilrenning på 3,0 mill m³/år, og innsjøen er regulert med en demning i utløpet. Høyeste regulerte vannstand er på 39,2 moh (HRV) og laveste tillatte regulerte vannstand er på 33 moh, altså en reguleringshøyde på 6,2 meter. Største dyp er på vel 48 meter (**figur 3**).



Figur 3. Dybdekart over Ingersvann med 1-meters koter og uthevede 5-meters koter. Eksisterende råvannsinntak, som skal beholdes for Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg, er vist fra demningen og ned på 40 meters dyp (fra Asplan Viak 2004a).

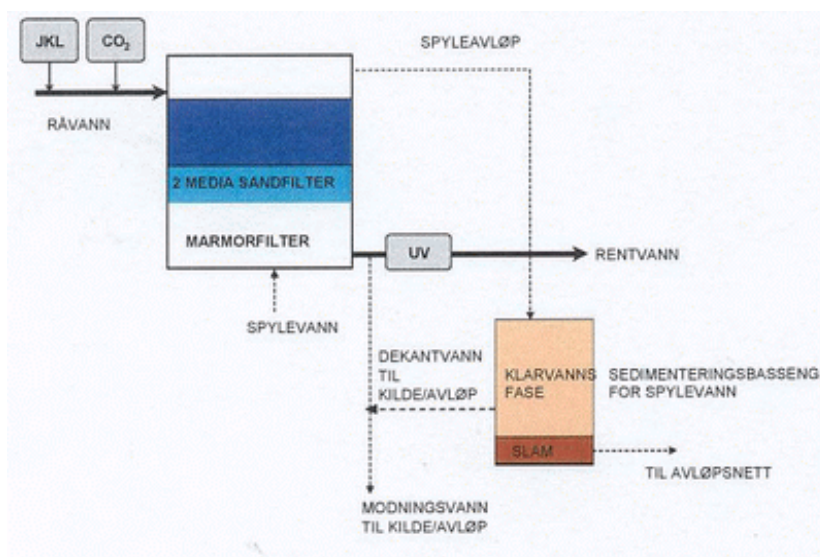
Kalkingsplan for Askøy fra 1996 slo fast at vannkvaliteten i Ingersvann var preget av relativt stabilt sure forhold, med pH-verdier rundt 5,0. Dette skyldes både myrpåvirkning og at bikarbonatbuffersystemene stort sett er "brukt opp", slik at det er liten eller ingen bufferkapasitet igjen til å motstå den sure nedbøren og den sure tilrenningen fra feltet (Bjørklund mfl 1996). Også en pH-måling fra april 2004 viste verdier på 5,18. Myrpåvirkningen gjør at humusinnholdet (og dermed fargetallet) er høyt (filtrert prøve fra april 2004 hadde et fargetall på 46mg Pt/l).

I forbindelse med kalkingsplanen for Askøy ble det også foretatt en oppdatering av tidligere spørreundersøkelser vedrørende status for fiskebestandene i innsjøen. Denne viser at det da var en tett/overtalling bestand av aure, som ikke hadde vist noen endring de siste årene (Bjørklund mfl. 1996). Det antas å ha sammenheng med gode gyte- og rekrutteringsforhold i innløpsbekkene, samtidig som den sure vannkvaliteten avgiftes av det høye humusinnholdet.

Moldeprosessen

Ved humusfelling blir råvannet tilsatt jern(III)klorid, FeCl_3 , i en sur løsning der pH ligger rundt 4,0 - 4,3. Ved denne pH vil treverdig jern foreligge hovedsakelig som reaktivt ikke bundet jern. Kort oppsummert vil jern forårsake en binding av organiske stoffer i vannet som for det meste vil kunne filtreres fra gjennom sandfiltre. Jern vil imidlertid være tilsatt i overskudd, og etter sandfiltreringen vil vannet fremdeles inneholde en del reaktivt jern. Dette vannet vil deretter filtreres gjennom et marmorfilter, der vannet alkaliseres og pH øker opp til i overkant av pH 8. Det reaktive jernet vil da felles ut som ikke reaktivt jernhydroksyd $\text{Fe}(\text{OH})_3$, og forekomme som kolloider med positiv ladning. Disse vil kompleksbindes til resterende humus-syrer og holdes tilbake i marmorfilteret (**figur 4**).

Ved slik behandling vil filtrene måtte rengjøres relativt ofte. Dette skjer ved å tilbake-spyle filtrene med vann; vannstrømmen går da motsatt vei i forhold til ved renseprosessen. Denne tilbakesylingen vil skje med rentvann, og spylevannet samles så opp, og lagres slik at det organiske materialet sedimenterer.



Figur 4. Skjematisk framstilling av forløpet ved humusfelling med Moldeprosessen (fra Asplan Viak 2004a).

Etter sedimenteringen vil spylevannet bestå av to deler, det sedimenterte slammet og en vannfase (dekantvannet). Slammet sendes til offentlig avløpsnett, mens dekantvannet, som utgjør omtrent 90 % av det totale spylevannet, planleggs ført i avløp tilbake til råvannskilden. I tillegg til dekantvannet, vil også modningsvannet føres i samme avløp. Modningsvann er vann som produseres i filteret den første tiden etter tilbakespyling. Det tar en viss tid etter oppstart (modningstid) før filteret produserer vann i henhold til gjeldende kvalitetskrav. Mengden dekantvann og modningsvann en forventer ved bruk av Moldeprosessen er oppgitt i tabellen under (**tabell 1**).

Modningstiden utgjør omtrent 45 minutter ved Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg. I denne fasen endres vannkvaliteten dramatisk, fra en turbiditet på langt over 2 til omtrent 0,2 FTU, fargetallet endres fra omtrent 95 til under 5 mg Pt/l og jerninnholdet endres fra oppunder 1,2 til under 0,1 mg Fe/l (Asplan Viak 2004b). Det er således helt åpenlyst at dette vannet ikke kan ledes til nettet for distribusjon til abonnentene, men må håndteres separat.

Tabell 1. Anslått mengde dekant- og modningsvann ved Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg, samt naturlig tilrenning og vannkvalitet ved de ulike vanntypene. Maksimalverdier er angitt i parenteser. Mengdene er beregnet av Asplan Viak (2004a).

Forhold	Enhet	Dekantvann	Modningsvann	Naturlig tilrenning
Midlere vannprod.	mill m ³ /år	0,06 (0,13)	0,11 (0,22)	3,0
Organisk stoff	mg TOC /l	12	3	6,1
	tonn TOC/år	0,72 (1,56)	0,32 (0,64)	18,3
Jern	mg Fe/l	5-7	0,5	0,24
	tonn Fe/år	0,36 (0,78)	0,05 (0,11)	0,72
Kalsium	mg Ca/l	4	16	0,86
	tonnCa /år	0,24 (0,52)	1,70 (3,39)	2,58

OMFANG OG VIRKNING AV TILTAKET

De økologiske effektene av utslipp av dekant og modningsvann, kan grovt sett deles i tre virkningsmåter; de surhetsrelaterte (kalsium, pH, alkalitet), de oksygenrelaterte (hovedsakelig TOC) og de potensielt direkte skadelige (jern). De fleste av disse stoffene vil imidlertid påvirke/påvirkes av de andre stoffene, og denne inndelingen er derfor ikke absolutt. Videre kan avløp fra et slikt vannbehandlingsanlegg medføre klare estetiske effekter dersom det ikke føres bort.

Tilførsler av surhetsregulerende stoffer

Kalsium, alkalitet og surhet er parametre som i vann vil være knyttet til hverandre ved at endring i mengder av den ene til en viss grad vil føre til endring av de to andre på grunn av stoffenes likevekter i vann. Kalsium og alkalitet påvirker vannets surhetsgrad, og resultatet avleses som pH. Økte tilførsler av kalsium gjør vannet i stand til å nøytralisere mer av de sure tilførslene som kommer med nedbøren, og høyere alkalitet vil dempe effekten av tilførsler slik at pH forblir relativt stabil selv om vannet mottar sure tilførsler.

Både i spylevannet og modningsvannet vil kalsium-innholdet være betydelig høyere enn i råvannet fra Ingersvann, og det antas at surheten vil ligge i overkant av pH 8. I spylevannet fra filtrene blir kalsiuminnholdet høyt fordi kalsiumkarbonat (CaCO_3) løses ut fra marmorfilteret. Kalsium er et stoff som øker vannets evne til å nøytralisere sure tilførsler.

Kalsiumtilførslene til Ingersvannet fra nedbørfeltet er beregnet ut fra en vannprøve av råvannet til å være på rundt 2,5 tonn årlig. I størrelsesorden vil dette i gjennomsnitt dobles ved tilførsler fra Nye Ingersvann vannbehandlingsanlegg. I en innsjø som i utgangspunktet er sur, vil ikke dette være negativt, og selv umiddelbart ved utslippspunktet vil innblandingen være såpass god at det ikke har noen direkte skadelige effekter.

Tilførsler av organisk materiale

Organisk stoff tilføres vassdrag fra både naturlige og menneskeskapt eksterne kilder i nedbørfeltet, og fra innsjøens egen biologiske produksjon av planter, alger og dyr. Slike tilførsler deles i to hovedgrupper, humusstoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og har en rask biologisk omsetning. I forbindelse med den planlagte vannbehandlingen, vil spylevannet som tilbakeføres, inneholde rester av organisk stoff som opprinnelig kommer fra råvannet. Dette vil selvfølgelig være en blanding av både tungt- og lettere nedbrytbart organisk materiale, slik en finner i råvannskilden. Det tilføres ikke noe nytt organisk stoff fra vannbehandlingskjemikaliene.

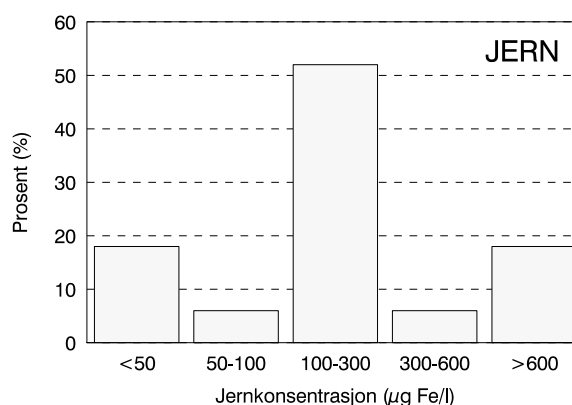
Innholdet av organisk stoff i råvannet i Ingersvann er høyt, og basert på en vannprøve klassifisert til SFTs tilstand III="mindre god". Fremdeles basert på den ene vannprøven fra april 2004, er det årlige naturlige tilførslene beregnet til 18,3 tonn, mens avløpet fra vannbehandlingsanlegget til sammen vil bidra med årlige mengder tilsvarende 1tonn. Dette utgjør en økning på rundt 5% årlig, fordelt med 1/3 på modningsvannet og 2/3 på dekantvannet, fordi en her vil tilbakeføre humus fra vann som ellers ville gått i overløp fra innsjøen.

Tilførsler av jern

Etter aluminium er jern det vanligste metallet på jorden, og det forekommer også i forskjellige former i vann. Forekomst av jern i overflatevann langs kysten i Hordaland er regionalt omtalt for Sotra (Johnsen & Bjørklund 1993). Konsentrasjonene er til dels meget høye (**figur 5**), og innholdet i Ingersvann er klassifisert som tilstand III = "mindre god" i henhold til SFTs vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1997).

Jernkonsentrasjonene i dekant- og modningsvannet etter vannbehandlingen, vil imidlertid være adskillig høyere enn i den naturlige avrenningen. Utslipp av dekant-/modningsvann vil føre til at de totale jerntilførslene omtrent dobles til innsjøen. Beregningene er rett nok basert på en eneste vannprøve fra råvannet, men resultatet er sannsynlig ut fra både det høye fargetallet, det høye innholdet av humus.

Figur 5. Fordeling av jern i vannprøver i måleserier fra 16 drikkevannskilder på Sotra. Resultatene er hentet fra Johnsen & Bjørklund (1993).



Høye konsentrasjoner av jern er rapportert å ha medført skader på vannlevende organismer, men dette er kun rapportert under helt spesielle forhold. Slike episoder kan forekomme dersom en innsjø får oksygenfritt bunnvann. Ved oksygenfritt miljø vil toverdige jern reduseres til toverdige jern som kan frigjøres fra sedimentene dersom det har vært oksygenfrie forhold over tid (redokspotensialet må nærme seg 200mV). Toverdige jern vil oksyderes til treverdige ved kontakt med oksygenrikt vann eller luft, og da raskt felles ut som jern-hydroksyd $\text{Fe}(\text{OH})_3$, som igjen polymeriserer til større kolloider. Det er i denne tidlige polymeriseringsfasen at dette kan klebe på fiskegjeller og føre til såkalt "oker-kvelning".

Det er imidlertid liten sannsynlighet for at dette toverdige jern vil komme opp i de frie vannmassene fordi det med stor sannsynlighet raskt vil bindes til andre stoffer i vannet og felles igjen som tungtløselige forbindelser.

I kalkrikt vann (med høy konsentrasjon av CaCO_3) vil Fe^{2+} bindes til CO_3^{2-} og danne FeCO_3 som er meget tungtløselig og felles ut. I innsjøer med lavere konsentrasjon av CO_3^{2-} , vil vanligvis vannet ha en noe høyere konsentrasjon av Fe^{2+} fordi løseligheten av de andre aktuelle jernforbindelsene er noe høyere. Dersom det kommer oksygen til vil imidlertid Fe^{2+} raskt oksyderes til Fe^{3+} som felles som tungtløselig $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Dersom Fe^{2+} løses ut i innsjøer med lavt kalkinnhold og det samtidig er sulfid til stede vil jern og sulfid reagere og danne jernsulfid (FeS) som er tungtløselig og felles umiddelbart. Dersom Fe^{2+} løses under litt mindre reduserende forhold og det samtidig er en næringsrik innsjø, vil jernet felles ut med fosfat som FePO_4 . Dette er også tungtløselig og vil felles umiddelbart. Og dersom Fe^{2+} løses i innsjøer med høyt humusinnhold vil det toverdige jernet felles igjen som komplekser med humusen.

Det er derfor, teoretisk sett, kun ved begynnende oksygenfrie forhold i en næringsfattig og sur innsjø at løst toverdig jern fra sedimentene kan komme ut i vannmassene. Hvis disse forbindelsene kommer i kontakt med oksygenholdige vannmasser, vil det toverdige jernet oksyderes til treverdig jern med påfølgende utfelling til jern(III)-hydroksyd. Så vidt vi kjenner til i dag er det kun under slike forhold at jerninnholdet i en innsjø kan forårsake skader på enkelte vannlevende organismer.

I dekant- og modningsvannet antar man imidlertid at jernet, under vanlige forhold, i hovedsak foreligger som jern(III)hydroksyd ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), samt at noe vil være kompleksbundet til organiske stoffer. Dette er tungtløselige forbindelser som, når disse føres ut i resipienten, vil sedimentere og bli liggende på innsjøbunnen eller elvebunnen.

Estetiske visuelle effekter

Avløpet fra vannbehandlingsanlegget vil ha et høyt jerninnhold med tilhørende høyt fargetall og turbiditet. Vannet vil med andre ord ha en brunlig farge. Dersom dette føres til avløp "i dagen" der forbipasserende har innsyn, vil dette ha en stor negativ effekt for naturopplevelse og ikke minst for følelsene knyttet til det å drikke vannet fra et slik anlegg som "spyr ut" den slags stoff.

Det vil, av samme årsaker, ikke være formålstjenlig om avløpet plasseres umiddelbart på innsiden av demningen. Med periodevis nedtapping av Ingersvann med hele 6 meter, vil et slikt avløp kunne ligge i dagen med en brun og slamrik sildrebekk ned til innsjøens vannspeil. Da er det bedre å legge ledningen de nødvendige 110 metrene ned på en meters vanddyb under laveste nedtapping, på 7 meters dyp under full vannstand.

Her vil tilførselene alltid ligge i innsjøens oksygenrike "overflatevann", fordi temperatursjiktningen om sommeren vanligvis vil ligge omtrent på dette dypet eller mer. Da vil avløpet ligge adskilt fra råvannsinntaket, som ligger så dypt at det gjennom detmeste av året tar inn kaldt dypvann. Videre vil de tilførte stoffer også kunne regnes med å sedimentere i den lokale dyp-lommen 70 meter lengre ute i innsjøen. Der er det 15 meter dypt, med en påfølgende grunn terskel på vel 11 meter før det igjen går videre ned mot innsjøens dypeste basseng, der råvannsinntaket ligger på 40 meters dyp.

REFERANSER

ASPLAN VIAK 2004a

Ingersvann, Utslipp fra nytt vannbehandlingsanlegg
Notat fra Tom Monstad 30.august, 5 sider

ASPLAN VIAK 2004b

Ingersvann vannbehandlingsanlegg
Rapport til Askøy kommune, sidene 9 og 10.

BJØRKLUND, A.E., G.H. JOHNSEN & S.KÅLÅS 1996

Kalkingsplan for Askøy kommune 1995
Rådgivende Biologers rapport 185, 32 sider. ISBN 82-7658-082-3

BJØRKLUND, A.E. & G.H. JOHNSEN 2001.

Utslipp fra behandlingsanlegg for drikkevann. Teoretisk vurdering av vannkjemiske og økologiske effekter i Jordalsvatnet og Svartediket i Bergen.
Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 508, 21 sider. ISBN 82-7658-347-4.

JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993

Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag.
Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider. ISBN 82-7658-013-0

