

Indre Hordaland Miljøverk,  
Bjørke fyllplass,  
Årsrapport 2003



*Oppover Raundalselven nedenfor utslippspunktet fra Bjørke fyllplass*

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**692**



# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2003

**FORFATTER:**

Geir Helge Johnsen

**OPPDRAGSGIVER:**

Indre Hordaland Miljøverk, ved Kåre Flatlandsmo, Postboks 161, 5701 VOSS

**OPPDRAGET GITT:**

2.februar 2004

**ARBEIDET UTFØRT:**

Februar 2004

**RAPPORT DATO:**

5.februar 2004

**RAPPORT NR:**

692

**ANTALL SIDER:**

17

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-235-4

**EMNEORD:**

- Bossplass  
- Årsrapport  
- Voss kommune

**SUBJECT ITEMS:**

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

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Indre Hordaland Miljøverk (IHM) foretatt årsrapportering av utslippene av sigevann ved Bjørke Fyllplass i Voss kommune for driftsåret 2003. Det er også foretatt en enkel vurdering av miljøvirkningene av utslippene, basert på målinger utført i resipienten Raundalselven og i grunnvannsbrønner i området. Dette er den åttende årsrapporten som er utført etter samme mønster (Johnsen 1997; 1998a; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003), men i denne rapporten er det også inkludert en vurdering av forholdene i Raundalselven i forhold til kravene angitt i EUs vanndirektiv.

Det er tidligere også gjennomført en vurdering av sammenhengene mellom innholdet av ulike stoffer i sigevannet og sigevannsmengden (Johnsen 1997), samt vist at sigevannsproduksjonen i fyllingen er en klar funksjon av nedbørmengdene (Akselberg 1995). Renseanleggets rensegrad er også tidligere vurdert, og det er vist at denne samvarierer med sigevannmengdene, og er ulik for de forskjellige stoffgruppene i sigevannet (Johnsen 1997). Vinteren 1997/98 ble det foretatt en undersøkelse av bunndyrfauna i Raundalselven for å vurdere mulige virkninger av utslippet på faunaen i elven (Johnsen 1998b), og det er også gjennomført en samlet hydrogeologisk vurdering av miljøtilførslene fra Bjørke Fyllplass (Soldal & Larsen 2001).

I konsesjonen for fyllplassen er det stilt krav om overvåking av resipientene for å vurdere mulige miljøvirkninger. Gjeldende prøvetakingsprogram er fra 1997. All prøvetaking er utført av IHM, og prøvene for 2003 er analysert ved Alex Stewart laboratoriet i Odda. Denne rapporten presenterer resultatene fra denne overvåkingen, og sammenligner dem med tidligere års målinger. Årsrapporten inneholder ingen videre konsekvensvurderinger av miljøtilførslene fra fyllingen.

Rådgivende Biologer as takker Indre Hordaland Miljøverk ved Kåre Flatlandsmo for oppdraget.

Bergen, 5.februar 2004

## INNHOOLD

Forord .....	2
Innhold .....	2
Sammendrag .....	3
Bjørke fyllplass .....	4
EUs vanndirektiv .....	5
Bossmengde og utslipp av sigevann 2003 .....	6
Effekt i resipientene 2003 .....	9
Diskusjon .....	13
Referanser .....	16
Vedleggstabeller over analyseresultat for 2003 .....	17

## SAMMENDRAG

*JOHNSEN, G.H. 2003. Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2003  
Rådgivende Biologer AS, rapport 692, 16 sider, ISBN 82-7658-235-4*

Det ble deponert 7163 tonn restavfall ved Bjørkemoen avfalls- og gjenvinningsanlegg i 2003. De årlige mengdene deponert avfall har de siste tre årene vært små i forhold til tidligere år.

Det er samlet inn månedlige vannprøver fra sigevannet, og det er foretatt fire årlige innsamlinger av vannkvalitet i Raundalselven over, ved og nedenfor utslippet. Videre er det foretatt tilsvarende hyppig innsamling av vannprøver fra tre grunnvannsbrønner i selve Bjørkemoen, samt en brønn ved NAF lenger nede langs Raundalselven. Rådgivende Biologer AS har her sammenstilt resultatene fra miljøovervåkingen, og rapporten sammenligner årets resultater med tilsvarende fra de foregående 10 årene.

Sigevannsmengdene i 2003 var i gjennomsnitt på 60 m<sup>3</sup>/døgn, noe som er de nest lavere som er registrert siden 1995. Konsentrasjonene av stoffer som jern, organisk materiale (målt som KOF), kvikksølv, bly og kadmium var lavere enn tidligere og har vist en avtagende tendens siden 1997. Den reduserte utslippsmengden av enkelte stoff skyldes i hovedsak reduksjon i sigevannsmengden, men for kadmium også en betydelig reduksjon i konsentrasjon i utslippet.

Vannkvaliteten i Raundalselven er i hovedsak påvirket lokalt like ved utslippet, men i 2003 var det også merkbar påvirkning ved prøvepunktet 250 nedenfor utslippet. Dette har også vært tilfellet tidligere år, selv om en i 2002 ikke fant en slik påvirkning. Grad av påvirkningen er vanligvis avhengig av vannføring, slik som vist i detalj for tidligere måleserier (Johnsen 1997), og det var sannsynligvis middels til liten vannføring ved prøvetakingene i 2003 slik at utslippet også hadde effekt på vannkvalitet 250 nedenfor.

Sigevannet fra fyllingene påvirker også grunnvannet i det umiddelbare nærområdet, og det er borehullene som ligger mellom den gamle fyllingen og elven som er mest utsatt for forurensning fra fyllingen. Påvirkningen av de undersøkte brønnene var i 2003 omtrent den samme som foregående år, selv om påvirkningen er noe usystematisk og sprikende. Innholdet av jern i brønnene er imidlertid entydig redusert til under en tusendel av det det var i de mest påvirkede brønnene i 1998 og 1999.

Samlet sett har både sigevannsmengder og konsentrasjonen av ulike stoff i sigevannet vært lavere de siste tre årene enn tidligere år. Dette skyldes ikke bare klimatiske variasjoner, men også både at mengden deponert restavfall er lavere enn tidligere, og at gjennomsnittsalderen på de samlede deponerte massene derfor øker år for år. I tillegg ble det mot slutten av 2002 etablert et avrenningsopplegg for overflatevannet, slik at vanntilførselen til fyllingen er redusert betraktelig. Dette har hatt en markert effekt på sigevannsmengden i 2003.

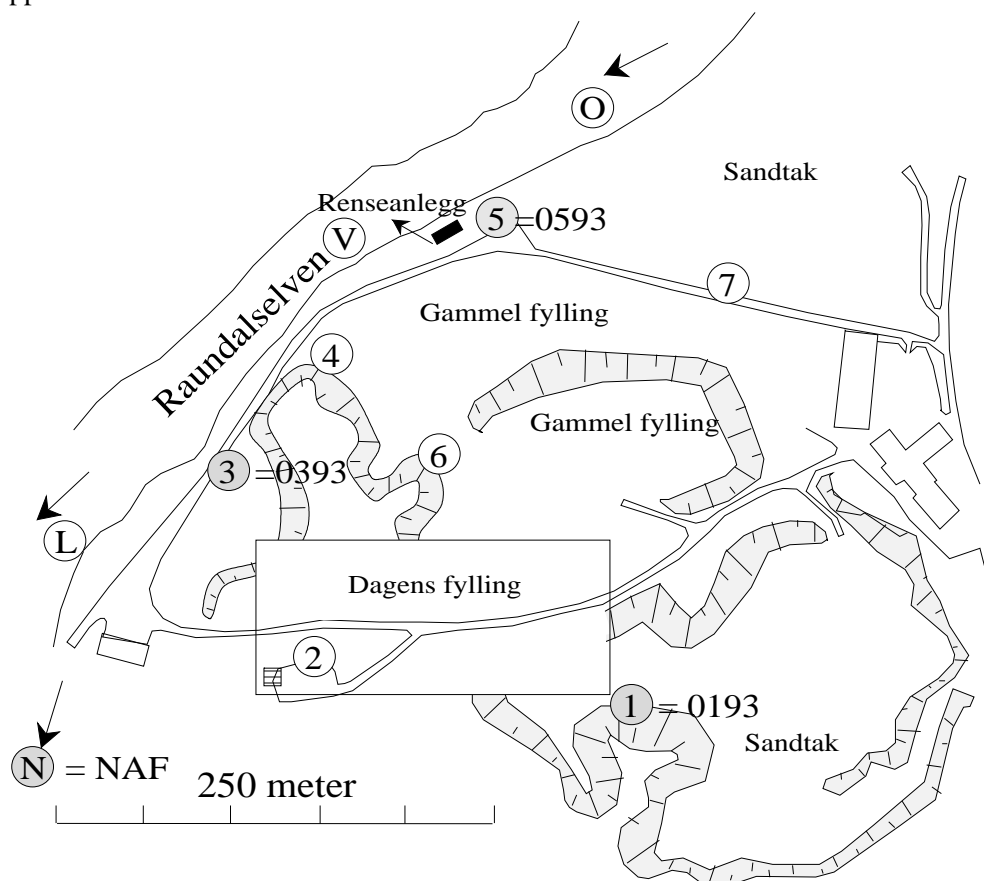
I 2003 har en dessuten tatt ut nærmere 400.000 m<sup>3</sup> deponigass fra fyllingen. Det planlegges nytt rensanlegg for sigevannet basert på et membranfilter som skal drives med energi fra oppsamlet deponigass. Dette vil være på plass i løpet av 2004, og vil medføre en betydelig reduksjon i tilførsler til Raundalselven. Det er således ingen grunn til å anta at Raundalselven ikke skulle innfri kravet om "god økologisk status" i henhold til EUs vanddirektiv innen 2015. Raundalselven har i dag generelt "høy status", mens det på strekningen nedenfor utslippet vil være områder med "god status".

## BJØRKE FYLLPLASS

Bjørke fyllplass består av to deler, en som ble etablert omkring 1980, og en nyere del som ble tatt i bruk 1. januar 1996. I november 1997 ble enda et nytt 8 da stort deponi ferdigstilt og tilkoblet. Den gamle fyllingen rommer omtrent 100.000 tonn boss, mens den nye delen fram til 2000 mottok omtrent 15.000 tonn boss årlig. I driftsåret 2000 var deponiet stengt i perioden 1. januar til 13. oktober, men i de påfølgende årene har deponeringen skjedd kontinuerlig, men med betydelig redusert omfang enn tidligere år.

Sigevannet fra den gamle fyllingen renner med naturlig fall til renseanlegget. Under denne fyllingen ligger det en glassfiberarmert duk, som stedvis er limt i skjøtene, men i hovedsak er basert på overlappende skjøter. Denne typen duk er følsom for setninger i grunnen, slik at det er stor sannsynlighet for at den ikke er tett i bunnen og at ikke alt sigevannet føres til renseanlegget.

Bunnen i den nye fyllingen ligger lavere enn den gamle, slik at sigevannet herfra pumpes til renseanlegget. Under den nye fyllingen er det en 2 mm tykk HDPE-membran som er helsveist. Den er i utgangspunktet helt tett. Sigevannet i denne fyllingen samles opp av forgreinete drenerør som ligger i et 30 cm tykt gruslag oppå membranen i bunnen.



**Figur 1.** Oversiktskart over Bjørke fyllplass, med inntegnet plassering av renseanlegg og utslipp til Raundalselven. Prøvetakingsstedene for overvåkingen er merket på følgende måte: Prøver i Raundalselven: O=100 meter ovenfor, V=like nedstrøms ved og L=250 meter nedenfor utslippet. Grunnvannsbrønner: 1 - 7 er borehull på Bjørkemoen og N=borehull ved NAF ca 250 meter nedover langs elven. Skraverte borehull er prøvetatt i 2003.

## OM EUs VANNDIREKTIV

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft 22. desember 2000, og angir et rammeverk for beskyttelse av alle vannforekomster. Direktivet har som overordnet målsetting at alle vannforekomster skal oppnå minst ”*God Økologisk Status*” (GØS) innen år 2015.

Innen utgangen av 2004 skal alle vassdrag i Norge være karakterisert i henhold til de sentrale og nasjonale veiledere og retningslinjer som er utarbeidet. Ved karakteriseringen i forbindelse med EUs vanndirektiv, skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både *fysisk tilstand*, *kjemisk tilstand* (vannkvalitet) og *biologisk tilstand*.

For de vannforekomster der det viser seg at en ikke har minst ”*god økologisk status*”, skal det utarbeides en vassdragsplan med påfølgende iverksettes av tiltak. Det er da ”problemeier”/ forurenser som skal betale for tiltakene, slik at en innen 2015 kan oppnå kravet.

EUs vanndirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFTs mer vannkvalitetsbaserte system. En benytter da en vurderingsskala for avvik fra naturtilstand som går fra 0 til 1, kalt *økologisk kvalitetsratio* (EQR) der 1 representerer naturtilstand og 0 er ekstremt avvik fra denne. Denne skala kan for så vidt også benyttes tilsvarende for vannkvalitetsmål.

Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for den enkelte vannforekomst. Beskrivelse av *økologisk status* følger denne skala:

1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

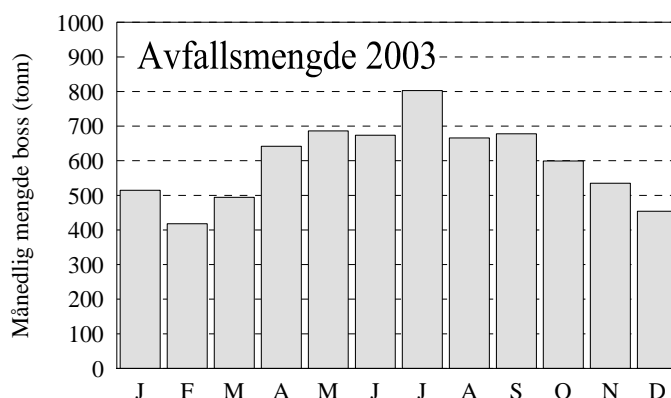
1=”Høy status” betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2=”god status” avviker litt mer fra naturtilstanden. Tilsvarende vil en EQR<0,7 tilsvare 3=”moderat status” eller dårligere.

### Denne rapporten

Denne rapporten inkluderer en enkel vurdering av hvorvidt vannforekomsten Raundalselven i dag ansees å ha minst *god økologisk status*, eller om det vil være behov for ytterligere tiltak for å oppnå dette kravet i henhold til vanndirektivet.

## BOSSMENGDE OG UTSLIPP AV SIGEVANN 2003

Det ble deponert 7.164 tonn avfall på Bjørkemoen i 2003, inkludert om lag 40 tonn eternit og 250 tonn trevirke. Av dette kom omtrent 3.324 tonn fra husholdninger og 3.840 tonn fra næringsvirksomhet. Gjennom IHM er det også levert 4.152 tonn avfall til gjenvinning. I tillegg er det en del bedrifter i IHM sitt område som leverer avfall til gjenvinning eller sluttbehandling gjennom ulike andre ordninger. Det ble deponert mest avfall i juli, med hele 800 tonn denne måneden (**figur 2**).



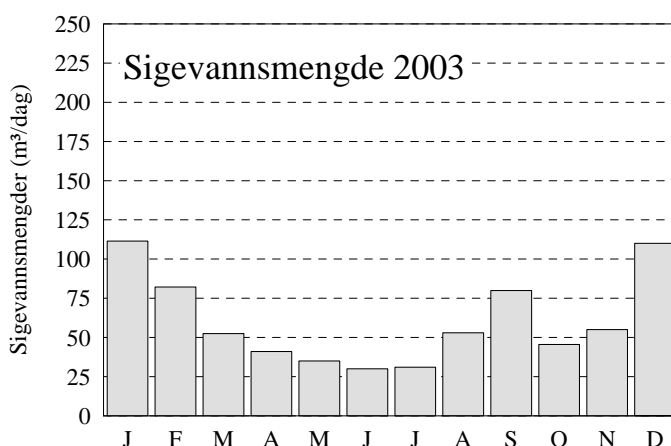
**Figur 2.** Samlet månedlig mengde restavfall deponert ved Bjørke Fyllplass i 2003.

2003 var det første hele året med effektiv uttak av deponigass fra Bjørkemoen fyllplass. Til sammen er det tatt ut 389.841 m<sup>3</sup> deponigass, hvorav 110,85 tonn metan. Metaninnholdet i gassen er omtrent 45%. Dette er blitt brent i fakler ved fyllingen, men fra april 2004 skal gassen benyttes til strømproduksjon til eget bruk lokalt. Noe av dette skal brukes til å drive et membranfilter for sigevannet, som vil være på plass i løpet av 2004.

### Sigevannsmengder

I 2003 ble det registrert høye sigevannsmengder i januar og desember med rundt 110 m<sup>3</sup>/dag. Laveste daglige sigevannsmengder ble observert i juni og juli med rundt 30 m<sup>3</sup>(**figur 3**). Gjennomsnittlig sigevannsmengde var på 60,6 m<sup>3</sup>/dag i 2003.

Sigevannsmengdene beregnes ut fra pumpetid for pumpen i renseanlegget og pumpens kapasitet. Pumpen styres av en flottør i renseanlegget, og den går bare når flottøren kommer over et angitt nivå, og slås av når den kommer under et gitt minimumsnivå. Pumpen går dermed med full pumpekapasitet i de periodene den er i gang og dette registreres automatisk.



**Figur 3.** Gjennomsnittlige daglige beregnede sigevannsmengder for 2003 basert på pumpens gangtid og dens kapasitet.

## Sigevannskvalitet

I løpet av 2003 ble det tatt månedlige vannprøver av sigevannet i utløpet fra renseanlegget (**tabell 6** bakerst). Gjennomsnittlige måleverdier for en del av de undersøkte parametrene er vist i **tabell 1**. Resultatene fra 2003 samsvarer godt med forrige års målinger, bortsett fra innholdet av kadmium som har vært bemerkelsesverdig lavt siden 2001. Innholdet av PCB i sigevannet ble målt to ganger i 2003, og var begge gangene så lavt at det ikke var målbart med den benyttede analysemetodikken.

**Tabell 1.** Gjennomsnittlig konsentrasjoner av ulike stoffer i sigevannet som ble sluppet ut fra renseanlegget i de siste årene. For videre sammenligning med resultatene fra de foregående år henvises til **figur 7** side 12. I **tabell 6** på side 16 er enkeltmålingene vist, sammen med ytterligere parametre.

ÅR		tot-N. mg N/l	Amm mg N/l	Jern mg Fe/l	Bly : g Pb/l	Kvikks. : g Hg/l	KOF mg O/l	Klorid mg Cl/l	Kobber : g Cu/l	Krom : g Cr/l	Kadm. : g Cd/l	tot-P mg P/l
1993	snitt	48,8	27,5	523	-	-	2330	-	-	-	-	3,2
	ant.	5	5	5			5					5
	max	130	95	930			3879					13,8
	min	3,2	0,55	115			421					0,6
1996	snitt	318	279	503	12,4	0,3	285	295	100	231	1,1	1,0
	ant.	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2
	max	360	340	600	28,2	0,85	370	1070	160	380	1,68	1,3
	min	282	234	405	6,2	-	236	810	50	180	0,53	0,7
1997	snitt	254	247		20	0,8	6796	751	?	212	24	2,2
	ant.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	4
	max	588	577	755	57	1,9	14295	1460	<4	1541	123	3,84
	min	97	80	3,7	4	0,23	2480	100	<1	<1	2	0,84
1998	snitt	275	251	331	3,1	0,23	6773	573	3,8	19,7	13,2	1,27
	ant.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	4
	max	401	369	418	14	1,06	9340	925	12	46	80	1,511
	min	64	51	176	1	0,01	3590	90	1	1	1	0,85
1999	snitt	311	282	227	19,8 (3,3)	0,42	4754	652	13,3	22,3	8,3	0,86
	ant.	12	12	12	12 (11)	12	12	12	12	12	12	4
	max	452	410	367	202 (15)	3,98	7612	905	124	58	35	1,21
	min	119	110	97	1	0,01	713	194	1	1	2	0,61
2000	snitt	366,3	343,5	161,6	9,7	0,1	3646,3	460,2	8	44,1	12,3	1,7
	ant.	12	12	12	11	11	12	12	12	12	10	4
	max	477	448	297	18	0,2	5969	654	13	95	42	3,2
	min	262	254	30,6	4	0	1037	31	2	5	2	0,9
2001	snitt	370	349	143	4,8	0,0	2276	548	8,3	28,4	0,3	1,0
	ant.	12	12	12	11	11	12	12	12	12	12	4
	max	516	493	187	9,1	0,1	3638	765	23	61	0,6	1,5
	min	282	272	107	1,8	0,0	460	401	1	12	0,1	0,7
2002	snitt	353	339	182	2,7	0,02	3130	621	11	45	0,20	1,07
	ant.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	4
	max	418	398	261	4,55	0,03	4475	784	27	73	0,44	1,18
	min	222	216	90,9	0,4	0,01	1390	363	4	12	0,07	0,97
2003	<b>snitt</b>	<b>390</b>	<b>350</b>	<b>113</b>	<b>4,4</b>	<b>0,02</b>	<b>1855</b>	<b>554</b>	<b>14,7</b>	<b>66</b>	<b>0,20</b>	<b>2,0</b>
	<b>ant.</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
	<b>max</b>	<b>571</b>	<b>391</b>	<b>178</b>	<b>6,71</b>	<b>0,04</b>	<b>2950</b>	<b>890</b>	<b>29,5</b>	<b>124</b>	<b>0,42</b>	<b>3,78</b>
	<b>min</b>	<b>344</b>	<b>268</b>	<b>46,6</b>	<b>2,37</b>	<b>0,01</b>	<b>903</b>	<b>182</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>0,07</b>	<b>1,28</b>



Det har tidligere været en god del variasjon i konsentrasjon av de ulike parametrene, uten at det har vært mulig å finne noen entydige forklaringer på variasjonen. En stor sigevannsproduksjon medfører redusert rensgrad. Dessuten vil forhold som aldring av det deponerte materialet og forskyvning i sammensetning av restavfallet ettersom en stadig større andel er gjenvunnet før deponering, selvsagt påvirke innhold av ulike stoffer i sigevannet.

Resultatene fra 2003 avviker imidlertid generelt lite fra de foregående årene. Det er imidlertid mange av de målte parametrene som viser avtagende verdier utover året, særlig gjelder dette for KOF, ledningsevne samt metallene aluminium, sink, jern og natrium. Reduksjonen i organisk innhold, målt som KOF, kan nok delvis forklares med uttak av deponigasser, mens reduksjonen i metaller må skyldes at disse ikke blir løst opp og fraktet bort med sigevannet i samme omfang som tidligere. Det er uvisst om dette skyldes at deponigassene luftes ut fra fyllingen.

### Tilførsler til Raundalselven

Utslippene til Raundalselven er beregnet for mange av stoffene. Årsverdiene i **tabell 2** er beregnet på basis av de månedlige målingene av konsentrasjonene av hvert stoff i avløpet (**tabell 1** forrige side) ganget opp med månedlig gjennomsnitt for sigevannsmengde (**figur 3** side 4) og så er det tatt gjennomsnitt over året for disse mengdene. Med hensyn på de fleste stoff var utslippene også i 2003 betydelig lavere enn årene før 2001, men omtrent som på nivå med de to siste årene. De svært reduserte tilførselene av kvikksølv og kadmium skyldes også lavere konsentrasjoner av disse stoffene i avløpet de siste årene (**tabell 1**). Den reduserte mengden sigevann de to siste årene bidrar betydelig til den samlede reduksjon i utslippsmengde.

**Tabell 2.** Anslåtte årlige utslippsmengder til Raundalselven fra renseanlegget i årene 1993 og 1996 til 2003. Tallene baserer seg på enkeltmålinger og de antatte volum disse representerer. For 1993 baserer beregningene seg på fem prøver tatt hver 14.dag i perioden uke 41 til uke 51. \*=basert på 11 av de 12 månedlige målingene.

ÅR	Nitrogen kg N	Jern kg Fe	Bly g Pb	Kvikks. g Hg	KOF tonn O	Klorid tonn Cl	Kobber kg Cu	Krom kg Cr	Kadm. g Cd	Fosfor kg P
1993	865	2383			11,8					86
1996	3394	5476	115	3	3,0	9,9	3	2,6	13	6
1997	7311	8347	501	28	206,3	20,8	?	10,5	504	57
1998	10342	9432	178	16	264,4	21,7	0,2	1,2	678	61
1999	11444	7729	178*	27	171,2	23,9	0,7	1,2	292	41
2000	22714	9469	588	3,1	206,0	29,0	0,5	2,6	528	125
2001	10372	3949	126	0,72	57,9	15,3	0,3	0,8	9	27,2
2002	9552	4582	71	0,4	88,3	16,0	0,3	0,8	5	29
<b>2003</b>	<b>8553</b>	<b>2487</b>	<b>94</b>	<b>0,4</b>	<b>42,1</b>	<b>12,5</b>	<b>0,3</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>49</b>

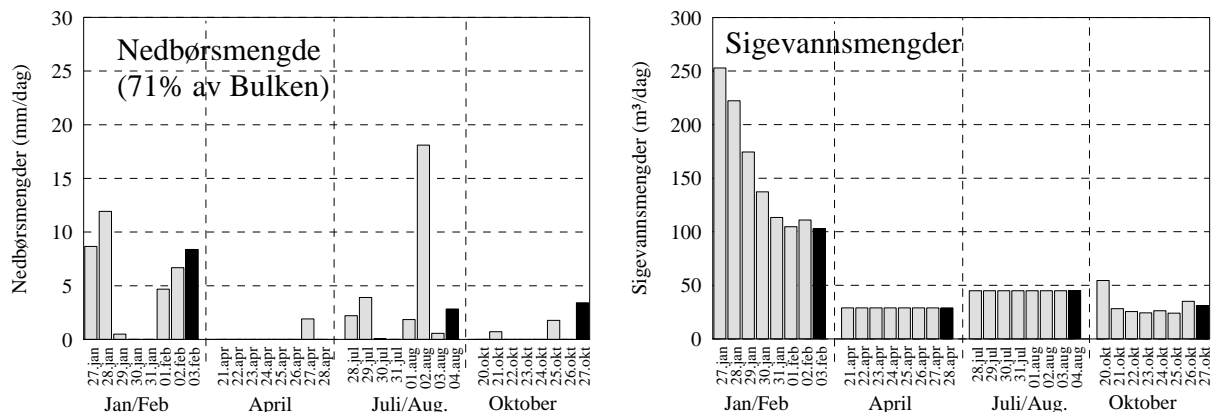
# EFFEKTER I RESIPIENTENE 2003

## Undersøkelsesperiodene

Det ble tatt prøver i resipientene,- Raundalselven og grunnvannsbrønner, ved fire tidspunkt i 2003; 3. februar, 28.april, 4. august og 27. oktober. Tidspunktene er i svært godt samsvar med tidspunktene for prøvetakingen de foregående årene. Både sigevannsmengder og nedbørsmengder ble registrert daglig i uken før prøvetakingen (**figur 4**). Disse miljøparametrene er samlet inn for å kunne forklare eventuelle store variasjoner i prøveresultatene.

Nedbørmålingene er for 2003 hentet fra nedbørstasjon Bulken. Tidligere har en benyttet den meget nærliggende stasjonen Bø, men denne er nå lagt ned. Nedbørmønsteret antas ikke å være vesentlig forskjellig, men den årlige normalen ved Bulken er på 1801 mm mens det var 1280 ved Bø. Det betyr at en må regne med i gjennomsnitt 71% av nedbørmengdene på Bulken for å få tilsvarende det en observerte på Bø (**figur 4**).

Det var en del nedbør ved prøvetakingen i februar, mens det var tørt ved prøvetakingene både i april og oktober, mens det var noe mer nedbør i dagene før prøvetakingen tidlig i august. Denne variasjon i nedbørmengden reflekteres også i klart størst sigevannsmengde ved prøvetakingen i februar og jevnt lave sigevannsmengder langt under pårsgjennomsnittet på 60 m<sup>3</sup>/dag ved de andre prøvetakingene (**figur 4**).



**Figur 4.** Daglige målinger av nedbør (til venstre) og sigevannsmengder (til høyre) i dagene før prøvetaking (svarte søyler) for de fire innsamlingene av prøver fra Raundalselven og grunnvannsbrønnene i 2003. Nedbøren er målt ved Bulken, som vanligvis har høyere nedbørmengder enn ved Bjørkemoen.

## Målinger i Raundalselven

Det er tatt vannprøver fra tre prøvepunkt i Raundalselven (**figur 1** side 3), vanligvis fire ganger årlig de siste ti årene (**tabell 3**). Det første punktet ligger omtrent 100 meter oppstrøms bossplassen, det neste ligger like nedstrøms utslippet fra renseanlegget for sigevann, mens det siste ligger omtrent 250 meter nedenfor utslippet (se bilde på forsiden).

Resultatene fra 2003 viser at Raundalselven også dette året naturlig nok er påvirket av sigevannsutslippet like nedenfor utslippet, og at det er mulig å spore effekter av tilførsene i elven også 250 meter nedenfor. Særlig var det ammonium, med 15 ganger høyere enn "over", jern med 12 ganger høyere enn over og fargetall med 50% økning, som skilte seg ut. Dette skyldes høyst sannsynlig at det var middels til lav vannføring i elven ved de fleste prøvetakingene. Resultatene er meget godt samsvarende med måleresultatene fra 2001 og tidligere, mens det i 2002 ikke ble observert tilsvarende effekt nedover i elven (**tabell 3**).

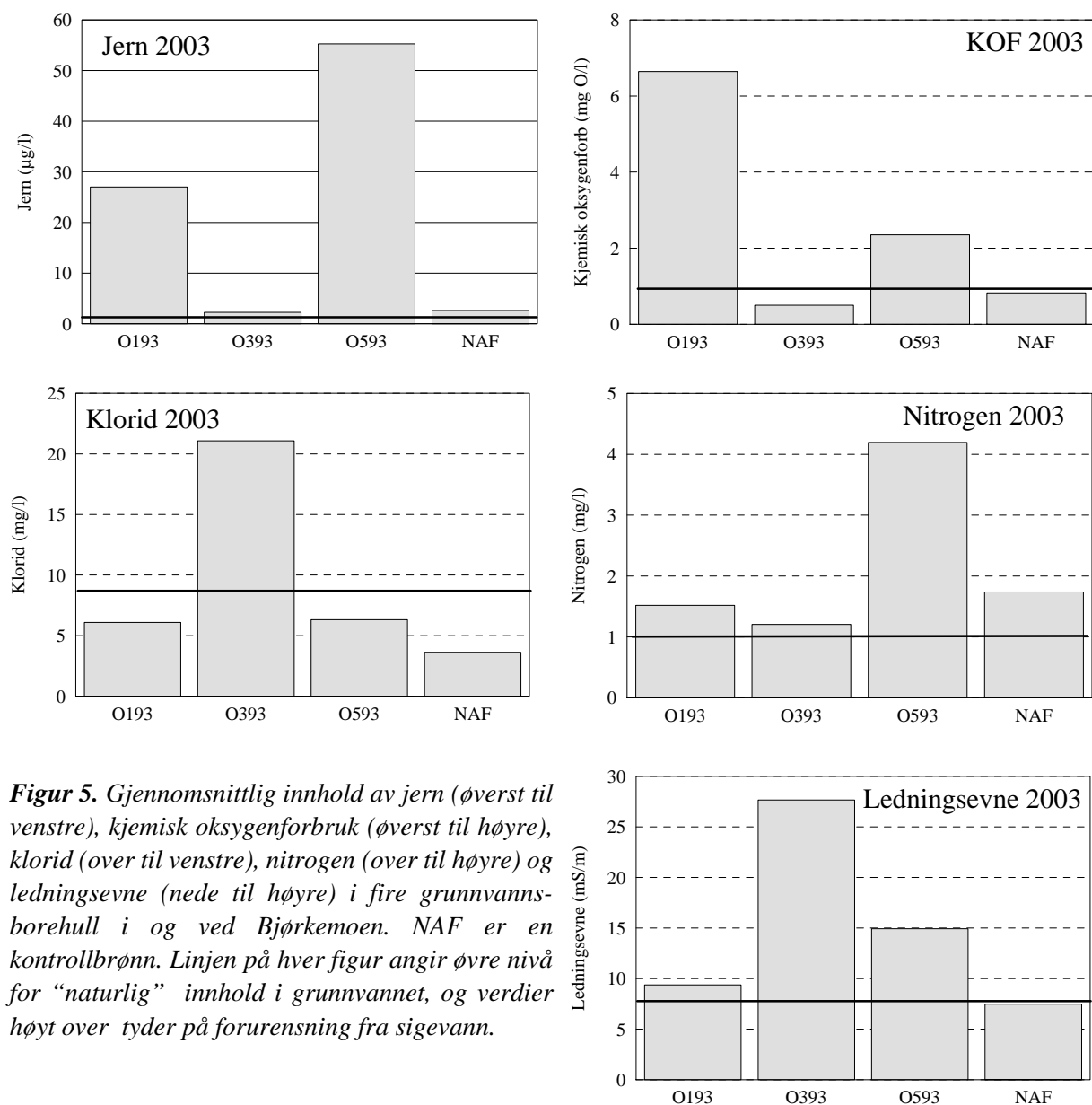
**Tabell 3.** Gjennomsnittlige måleresultat fra fire undersøkelser av Raundalselven "over", "ved" og "nedenfor" utslippet i årene fra 1993.

	Surhet pH	Ledn mS/m	Farge mg Pt/l	KOF mg O/l	Ammonium : g N/l	Tot-N : g N/l	Klorid mg Cl/l	Jern mg Fe/l
Over	6,03	4,00	2,0	0,2	-	-	-	0,02
1993 ved	6,05	9,78	30,5	1,6	-	-	-	0,33
nede	6,08	5,43	5,3	0,2	-	-	-	0,13
Over	6,23	1,45	2,0	2,4	-	-	-	-
1994 ved	6,10	3,20	6,5	1,85	-	-	-	-
nede	6,25	1,88	2,0	0,95	-	-	-	-
Over	6,05	1,50	6,0	2,5	-	-	-	-
1995 ved	6,15	2,55	8,5	2,35	-	-	-	-
nede	6,15	1,65	2,0	1,9	-	-	-	-
Over	6,55	1,45	2,0	5,4	0	-	1,5	0,05
1996 ved	6,65	4,70	10,0	3,6	1230	-	9,1	0,11
nede	6,75	2,15	10,0	3,4	60	-	4,3	0,18
Over	6,26	1,50	6,0	<30	1750	3650	2,6	0,31
1997 ved	6,12	31,33	11,0	142,5	5850	8250	25,3	0,05
nede	6,32	2,53	5,0	<30	1400	2600	1,6	0,20
Over	6,33	1,21	6,3	<1	50	150	1,25	0,022
1998 ved	6,35	4,63	24,5	1,33	807	1062	3,45	0,919
nede	6,38	2,20	12,3	1	173	245	1,25	0,251
Over	6,19	1,31	4,8	<1	11	131	4,8	0,015
1999 ved	6,50	4,00	9,3	1,55	728	925	91,5	0,646
nede	6,47	2,00	4,3	1,1	200	277	3,0	0,201
Over	6,23	1,84	4,9	0,9	12,5	213	3,6	0,025
2000 ved	6,99	4,84	12,9	2,1	1657	1832	5,2	0,460
nede	6,97	2,33	6,9	1,2	402	609	3,9	0,168
Over	6,54	1,25	6,5	0,9	13,5	156	2,5	0,017
2001 ved	6,79	7,84	14,5	2,1	2186,8	2835	6,1	0,757
nede	6,62	2,91	8,35	1,1	540,8	953	3,3	0,204
Over	6,57	1,94	8	1,5	257	467	2,6	0,08
2002 ved	6,84	6,64	17	2,5	2215	2542	5,4	0,43
nede	6,64	1,71	8	1,8	140	309	2,6	0,08
<b>Over</b>	6,52	1,90	5,8	1,3	19	304	2,4	0,013
<b>2003 ved</b>	6,78	4,92	12,8	1,9	1462	1613	4,3	0,513
<b>nede</b>	6,65	2,50	8,5	1,2	284	407	3,0	0,165

## Målinger i grunnvannsbrønner

Det ble også i 2003 foretatt en serie på fire målinger av vannkvalitet i fire ulike grunnvannsborehull i selve Bjørkemoen (se **figur 1** på side 3). Tilsvarende undersøkelse av disse grunnvannsborehullene er gjennomført siden 1997. Siden sigevannet fra fyllingen kjennetegnes ved høyt innhold av jern, salter (målt som ledningsevne og klorid), organisk stoff (målt som kjemisk oksygenforbruk) og også næringsstoff (målt som nitrogen), er disse benyttet som indikatorer på mulig påvirkningsgrad. Tidligere måleserier og resultat fra kontrollbrønnene, har vist at følgende grove grenser kan settes for når en grunnvannsbrønn ikke er påvirket (se også linjene i **figur 5**):

- C organisk stoff målt som KOF < 1 mg O/l i upåvirkede borehull
- C ledningsevnen < 10 mS/m i upåvirkede borehull
- C jern << 1 mg Fe/l i upåvirkede borehull
- C klorid < 10 mg Cl/l i upåvirkede borehull
- C nitrogen < 1 mg N/l i upåvirkede borehull



**Figur 5.** Gjennomsnittlig innhold av jern (øverst til venstre), kjemisk oksygenforbruk (øverst til høyre), klorid (over til venstre), nitrogen (over til høyre) og ledningsevne (nede til høyre) i fire grunnvannsborehull i og ved Bjørkemoen. NAF er en kontrollbrønn. Linjen på hver figur angir øvre nivå for "naturlig" innhold i grunnvannet, og verdier høyt over tyder på forurensning fra sigevann.

På grunnlag av disse kriteriene, er de observerte verdiene klassifisert etter en firedelt skala, og summert for de viktigste parametre. Resultatene er vist i **tabell 4**, der det også er foretatt en samlet vurdering av hvert enkelt borehull.

**Tabell 4.** Oppsummering av resultatene fra borehullsundersøkelsene i 2003, der det er benyttet en firedelt skala: “ikke påvirket” - “noe påvirket” - “påvirket” og “mye påvirket” og vurdert de angitte grenseverdier opp mot de observerte resultatene presentert i **figur 5** på forrige side.

BRØNN	Jern	KOF	Klorid	Nitrogen	Salter (ledn)	Samlet
0193	ikke påvirket	mye påvirket	ikke påvirket	noe påvirket	ikke påvirket	<b>noe påvirket</b>
0393	ikke påvirket	ikke påvirket	mye påvirket	noe påvirket	mye påvirket	<b>noe påvirket</b>
0593	ikke påvirket	påvirket	ikke påvirket	mye påvirket	noe påvirket	<b>noe påvirket</b>
NAF	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	noe påvirket	ikke påvirket	<b>ikke påvirket</b>

Måleresultatene er sprikende med hensyn på de ulike parametrene. Brønn 0193 ligger i gammelt sandtak sør og øst for den nye fyllingen med tett bunn, men var likevel tydelig påvirket av både jern og organisk stoff (KOF), men ikke av salter og klorid. Brønn 0392 ligger mellom dagens fylling og Raundalselven, og var tydelig påvirket av klorid, men lite av de øvrige parametrene. Brønn 0593 ligger mellom den gamle fyllingen og Raundalselven og var også mye påvirket av jern og nitrogen, men ikke av klorid.

### **Raundalselven og EUs vanndirektiv**

I forbindelse med EUs vanndirektiv vil Raundalselven bli delt opp i vannforekomster ut fra inngrep og tilstanden i vassdraget. Strekingen langs Bjørkemoen vil således bare utgjøre en liten del i en stor vannforekomst.

Raundalselven vil, i henhold til gjeldende veiledere, bli typifisert som:

***middels stor, boreal, rasktflytende, svært kalkfattig og klar = type 15***

De nedre strekningene av Raundalselven har generelt i 2004 “**høy status**” basert på følgende elementer

#### **Biologiske:**

Tarmbakterier: Lite forurenset

Bunndyr: Naturlige bestander lite preget av forsurening,

#### **Kjemiske:**

Meget næringsfattig, meget kalkfattig og klart vann (fargetall 6 mg Pt/l)

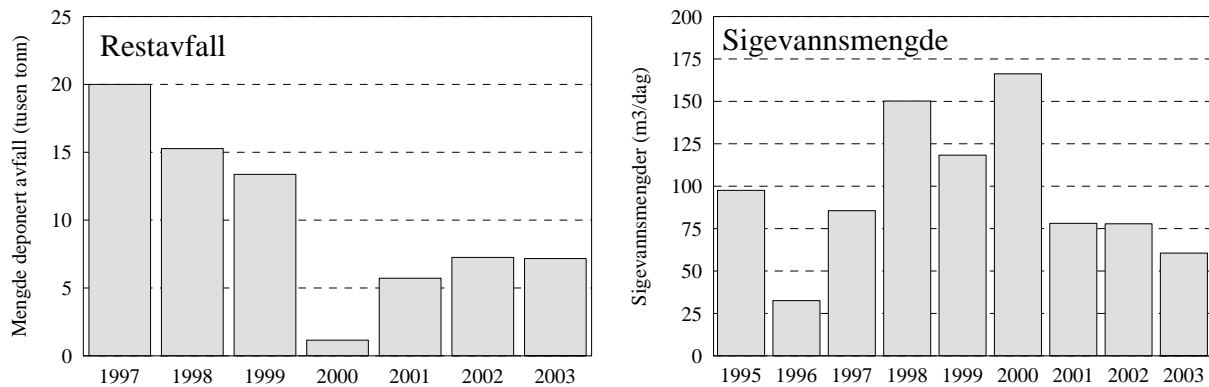
#### **Fysiske:**

Ingen inngrep som endrer vannføring, temperatur eller oksygenforhold

Ved normale vannføringer har utslippet fra Bjørke Fyllplass liten effekt utenom den helt lokale umiddelbart nedstrøms utslippspunktet. Vurdert samlet vil status på strekingen nedenfor utslippet likevel være svakt avvikende fra naturtilstand med hensyn til vannkvalitet, men ikke fauna. Dette tilsier en lokal reduksjon fra “høy” til “god status”, men dette vil ikke påvirke vannforekomstens generelle status omtalt over.

## DISKUSJON

Årsrapporten for 2003 utgjør den åttende i en serie med rapporter der en vurderer miljøvirkningene av aktiviteten på Bjørkemoen. Disse er listet i referanselisten bakerst. Mengde deponert restavfall har de siste tre årene stabilisert seg på vel syv tusen tonn årlig. Mengden er likevel bare på omtrent halvparten av nivået fra perioden på slutten av 90-tallet da store mengder ble tilkjørt fra Bergen kommune (**figur 6**).



**Figur 6.** Årlig deponert mengde restavfall ved Bjørke fyllplass de siste seks årene (til venstre) og gjennomsnittlig daglig beregnet sigevannsmengde for årene 1995 til 2003 (til høyre).

### Sigevannsmengder

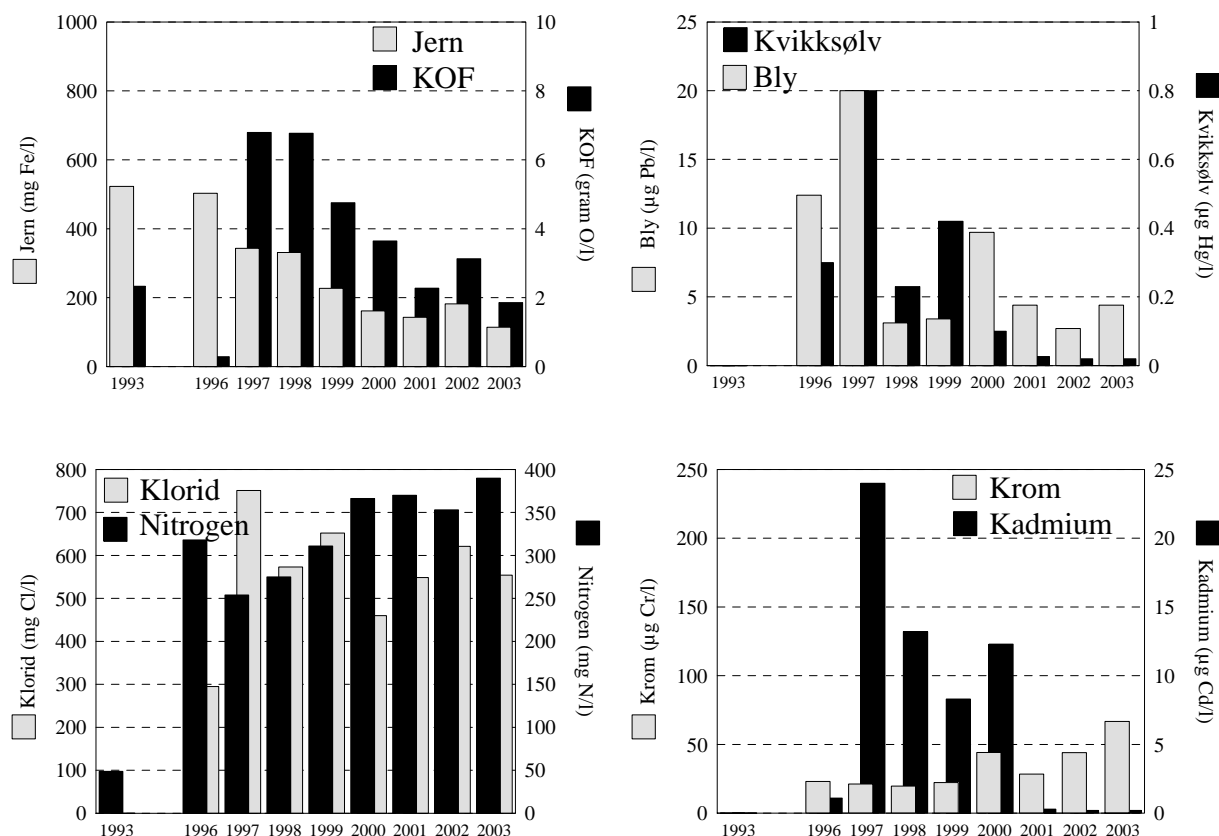
Sigevannsmengden har variert en del de siste årene, og generelt vist en stigende tendens fram til 2000, men avtatt betydelig etter dette. Den gjennomsnittlige sigevannsmengden på 60 m<sup>3</sup>/dag i 2003 er den nest laveste som er registrert siden 1995 (**figur 6**). Sigevannsmengdene er i hovedsak avhengige av nedbørsmengde og mengde deponert avfall. Mengde avfall var betydelig mindre i 2003 enn mot slutten på 90-tallet (**figur 6**), og det ble høsten 2002 etablert et eget opplegg for oppsamling og bortføring av overflatevannet fra fyllingen, noe som vil gi seg merkbare effekter på sigevannsmengden. Dessuten samles nå deponigassen opp og blir brent, hvilket også bidrar til en liten reduksjon av sigevann fra fyllingen.

### Sigevannskvalitet

Det er tidligere vist at innholdet av ulike stoffer i sigevannet i stor grad varierer i forhold til sigevannsmengden. Det er en relativt god sammenheng mellom sigevannsmengde og de vannløselige næringsstoffene nitrogen og fosfor, fordi det skjer en form for utvasking av disse stoffene når avrenningen fra bossfyllingen er som størst. Motsatt vil økende vannmengde medføre en fortykning av mengden organisk stoff i sigevannet. Dette synes også å være tilfellet for metallene, om enn ikke like klart (Johnsen 1997).

Målingene som er utført på sigevannet representerer imidlertid innholdet av stoffer i selve utslippet fra renseanlegget, og ikke det opprinnelige innholdet i sigevannet. Siden renseanleggets rensegrad også varierer i forhold til sigevannsmengdene, og dessuten er ulik for de forskjellige stoffene (Johnsen 1997), er det vanskeligere å finne forklarende sammenhenger for variasjonen i konsentrasjon av stoff i sigevannsutslippet alene.

Innhold av jern og organisk stoff (målt som kjemisk oksygenforbruk KOF) i utslippet har vært jevnt avtagende siden 1997, og målingene i 2003 er de laveste som er registrert siden målingene startet (**figur 7**). KOF-målingene fra 1996 var under 5% av dette, noe som sannsynligvis må tilskrives forhold knyttet til feil ved analysene. Når det gjelder innhold av metaller i sigevannet, har det vært til dels stor variasjon mellom de ulike årene, men for bly, kvikksølv og kadmium har det vært en gradvis nedgang, og særlig har innholdet av kvikksølv og kadmium vært svært mye lavere siden 2001. Innholdet av de vannløselige stoffene nitrogen og klorid har imidlertid variert mye og også økt de siste årene, noe også innholdet av krom synes å ha gjort. Målingene av krom var de høyeste som er registrert (**figur 7**).



**Figur 7.** Sigevannskvalitet de siste årene, basert på gjennomsnittsverdi for de 12 foretatte årlige målingene. Over til venstre: Jern og kjemisk oksygenforbruk (KOF), over til høyre: Bly og kvikksølv, nede til venstre: Klorid og nitrogen, og nede til høyre: Krom og kadmium.

### Påvirkning på Raundalselven

I 2003 ble Raundalselven i hovedsak påvirket lokalt like nedenfor utslippet, og det var også en merkbar påvirkning ved målepunktet 250 nedenfor utslippet. Det var særlig de vannløselige saltene, som i liten grad holdes igjen i renseanlegget, som påvirker elven i noe større grad. Dette gjelder fargetall, klorid, ammonium og jern. Ved målingene i 2002 ble det ikke registrert en tilsvarende økning ved målepunktet 250 meter nedenfor utslippet, men en antar at vannføringen i elven har vært høyere ved prøvetakingen dette året enn i 2003. Resultatene fra 2003 sammenfaller godt med tidligere års resultater, og representerer ikke noen ny trend med økning i påvirkning av resipienten.

Det er tidligere vist at virkningen i elven er avhengig av vannføring, og at det er størst effekt av utslippet nedstrøms i elven når vannføringen er under 10 m<sup>3</sup>/sekund (Johnsen 1997). Dette beror seg både på at utslippet i slike perioder uten nedbør da er mest konsentrert med hensyn på disse stoffene, samtidig som vannføringen i elven ikke bidrar til å fortynne utslippet i samme grad.

## Påvirkning på grunnvannsbrønnene

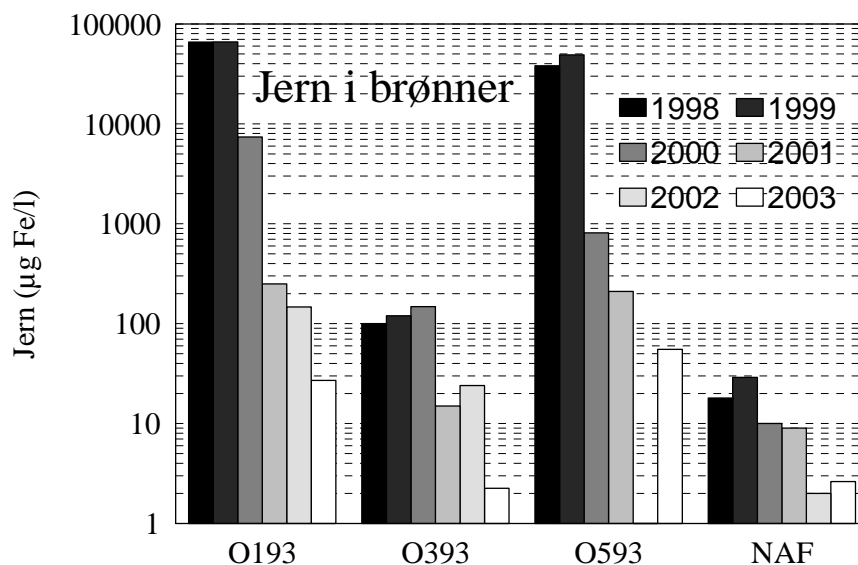
Samlet sett er borehullene utenom hullet ved "NAF" påvirket av sigevann, slik det har vært de tidligere årene også. Generelt burde en vente å finne at dersom en grunnvannsbrønn er påvirket av lekkasjer av sigevann fra fyllingen, burde dette reflekteres i høye verdier av samtlige parametre som er typiske for sigevann. Slik er det altså ikke, men resultatene fra 2003 er forbausende sammenfallende med det som ble funnet i de foregående årene.

Prøvetakingene i 2003 har vært preget av lite nedbør i dagene forut, og det er mulig at liten bevegelse i grunnvannet ved prøvetaking kan ha medført at resultatene spriker og at tidligere tilførsler "henger igjen" i brønnene.

**Tabell 5.** Oppsummering av alle måleresultatene fra borehullsundersøkelsene de siste seks årene. \*) Fra brønn 0593 ble det i 2002 bare tatt en enkelt prøve, mot fire i de øvrige hull og år.

ÅR	BRØNN 0193	BRØNN 0393	BRØNN 0593	BRØNN "NAF"
1997	påvirket	påvirket	påvirket	-
1998	påvirket	noe påvirket	mye påvirket	ikke påvirket
1999	påvirket	påvirket	påvirket	ikke påvirket
2000	påvirket	påvirket	påvirket	ikke påvirket
2001	påvirket	påvirket	påvirket	ikke påvirket
2002	påvirket	påvirket	ikke påvirket*	ikke påvirket
2003	noe påvirket	noe påvirket	noe påvirket	ikke påvirket

Når det gjelder målinger av jern i grunnvannsbrønnene, har dette utviklet seg entydig de siste seks årene. Fra høye verdier på rundt 70 mg jern/liter i de to mest påvirkete brønnene i 1998 og 1999, falt konsentrasjonene dramatisk i de påfølgende fire årene, til nivåer rundt en tusendel i 2003. Den samme utviklingen ser en forsåvidt også i de upåvirkete brønnene, der det registreres måleverdier under 1 : g/l. Dette er svært lave verdier også vurdert i forhold til SFTs klassifikasjonssystem, der mindre enn 50: g Fe/l er beste tilstandsklasse I="meget god" for overflatevann. Enten har de skjedd en generell utvikling i hele området disse årene, eller så er det noe med prøvetaking og eller analyser som også gjenspeiles i resultatene.



**Figur 8.** Gjennomsnittlig konsentrasjon av jern i de fire grunnvannsbrønnene som er fulgt de siste seks årene. NB: Merk at aksen er logaritmisk for å få de laveste målingene !



## REFERANSER

- AKSELBERG, N. 1995  
Overvakinga av vasskvalitet kring Bjørke bos plass i Voss kommune.  
Voss kommune, Teknisk kontor, 4 sider med 21 vedlegg.
- JOHNSEN, G.H. 1997  
Vurdering av utslippene fra Bjørkemoen fyllplass til Raundalselven  
Rådgivende Biologer as. rapport 262, 30 sider, ISBN 82-7658-136-6
- JOHNSEN, G.H. 1998a  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 1997  
Rådgivende Biologer as., rapport nr 329, 16 sider, ISBN 82-7658-189-7
- JOHNSEN, G.H. 1998b.  
Bunndyrundersøkelser i Raundalselven ved Bjørke fyllplass vinteren 1997/98  
Rådgivende Biologer as. rapport 371, 12 sider, ISBN 82-7658-231-1.
- JOHNSEN, G.H. 1999  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 1998  
Rådgivende Biologer as., rapport nr 393, 16 sider, ISBN 82-7658-252-4
- JOHNSEN, G.H. 2000  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 1999  
Rådgivende Biologer as., rapport nr 423, 17 sider, ISBN 82-7658-275-3
- JOHNSEN, G.H. 2001  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2000  
Rådgivende Biologer AS, rapport 481, 16 sider, ISBN 82-7658-331-8
- JOHNSEN, G.H. 2002  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2001  
Rådgivende Biologer AS, rapport 551, 16 sider, ISBN 82-7658-369-5
- JOHNSEN, G.H. 2003.  
Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2002  
Rådgivende Biologer AS, rapport 630, 17 sider, ISBN 82-7658-202-8
- SFT 1997  
Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.  
Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04. ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.
- SOLDAL, O. & T.E. LARSEN 2001  
Indre Hordaland Miljøverk.  
Hydrogeologisk vurdering av misfarge sediment i Raundalselva.  
InterConsult Group, rapport oppdrag 106759, 26 sider.

# ANALYSERESULTAT 2003

**Tabell 6. Månedlige måleresultat fra sigevannesutslippet fra rensenanlegget i 2003.**

Parameter	Enhet	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des
Vassmengd	m <sup>3</sup> /d	111,5	82,2	52,5	41,0	35,0	30,0	31,0	53,0	79,9	45,5	55,0	110,0
pH	-	7,05	7,1	7,08	7,26	7,22	7,37	7,34	7,44	7,45	7,33	7,34	7,45
Leidningsevne	mS/m	698	640	633	627	623	580	567	607	559	457	603	547
Tot N	mg/l	408	374	362	387	387	366	352	370	360	571	400	344
Ammonium	mg/l	391	346	358	371	371	346	338	356	346	268	379	330
Klorid	mg/l	711	616	604	562	585	182	890	556	530	374	556	486
Natrium	mg/l	590	599	549	597	542	406	499	423	429	354	484	438
KOF	mg/l	2920	2950	2520	2260	2250	1600	1750	1560	1310	1040	903	1200
Kvikksølv	: g/l	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	>0,01
Bly	: g/l	4,29	6,14	3,73	6,71	4,26	5,37	6,54	2,37	5,65	3,06	2,79	2,46
Kadmium	: g/l	0,11	0,42	0,37	0,07	0,2	0,16	0,08	0,1	0,09	0,16	0,08	0,07
Jern	mg/l	178	146	144	148	159	101	126	102	65,6	46,6	94,9	55,1
Krom	: g/l	58,2	124	73	76,3	67,5	76,2	52,4	68,8	66,6	65,2	22	50,4
Kobber	: g/l	13	29,5	10	12	18	25	9	12	8	7	12	21
Bor	: g/l		1,6			1,3			1,4			1,48	
Total fosfor	mg/l		3,78			1,39			1,57			1,28	
BOF	mgO/l		1440			1380			844			1304	
Hardhet	dH		5,77			9,17			5,71			7,96	
Arsen	: g/l		20,6			7,49			7,38			12,8	
Kalium	mg/l		283			250			225			258	
Sulfat	mg/l		42,3			7,42			4,85			11,2	
Aluminium	: g/l		362			205			156			107	
Sink	: g/l		514			355			246			191	
Nikkel	: g/l		8			37,2			36,9			33,6	
AOX	mg/l		0,56			0,34			0,33			0,32	
Fenol	: g/l		240						62				
Aromat	: g/l		350						230				
PCB	: g/l		<0,25						<0,05				
PAH/Priority.pl	: g/l		<1						<1				

**Tabell 7. Måleresultat fra Raundalselven 100 meter over, ved og 300 meter nedenfor utslippet i 2003.**

Parameter	Enhet	Målepunkt over utslipp				Målepunkt ved utslipp				Målepunkt nedenfor utslipp			
		1. kv	2. kv	3. kv	4. kv	1. kv	2. kv	3. kv	4. kv	1. kv	2. kv	3. kv	4. kv
Surhet	pH	6,52	6,42	6,56	6,59	6,94	6,76	6,85	6,58	6,7	6,62	6,73	6,54
Jern	: g/l	19	15	10	6	1300	301	70	381	297	90	43	231
Fargetal	mgPt/l	10	6	3	4	30	9	4	8	16	7	4	7
Leidningsevne	mS/m	3,3	1,59	0,8	1,9	10,1	3,2	1,39	4,99	3,93	2,07	1,11	2,89
Tot N	: g/l	657	145	117	297	3750	849	371	1480	787	26	273	543
Ammonium	: g/l	14	24	<10	<10	3500	799	247	1300	537	208	77	313
Klorid	mg/l	3,7	2,3	1,61	2,16	7,9	3,5	1,93	3,94	4,2	3,1	1,86	2,69
KOF	mg/l	1,5	1,2	2,1	<1	4,4	1,5	<1	1,13	2,4	1,2	<1	<1

**Tabell 8. Måleresultat fra de fire undersøkte grunnvannsbrønnene ved Bjørke fyllplass i 2003.**

Parameter	Enhet	Brønn 0193				Brønn 0393				Brønn 0593				Brønn "NAF"			
		1. kv	2. kv	3. kv	4. kv	1. kv	2. kv	3. kv	4. kv	1. kv	2. kv	3. kv	4. kv	1. kv	2. kv	3. kv	4. kv
Surhet	pH	6,58	6,47	6,55	6,49	6,33	6,16	6,21	6,11	6,05	5,88	5,98	5,9	5,98	6,14	6,11	5,92
Jern	ug/l	4	49	16	39	1	2	2	4	4	122	9	86	1	6	<1	3
Leidnings.	mS/m	8,2	8,23	9,72	11,3	40,4	18,8	19	32,4	13,7	17,6	14,2	14,2	7,57	7,15	7,42	7,75
Tot N	ug/l	948	1431	1500	2200	282	1782	1800	952	3500	6580	4200	2500	1972	1146	1900	1940
Ammonium	ug/l	<10	20	<10	<10	12	31	<10	<10	<10	206	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Klorid	mg/l	7,4	6	5,36	5,59	36	12,4	10,9	25	6,7	5,6	6,64	6,31	3,7	4,3	3,35	3,13
KOF	mg/l	3,7	11,8	9,8	1,27	<1	<1	<1	<1	4,7	2,8	<1	1,41	1,8	<1	<1	<1