

Indre Hordaland Miljøverk,
Bjørke fyllplass
Årsrapport 2001



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

551



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2001

FORFATTER:

Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

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

OPPDRAGET GITT:

14.februar 2002

ARBEIDET UTFØRT:

Februar 2002

RAPPORT DATO:

4. Mars 2002

RAPPORT NR:

551

ANTALL SIDER:

16

ISBN NR:

ISBN 82-7658-369-5

EMNEORD:

- Bossplass
- Årsrapport
- Voss kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

Telefax: 55 31 62 75

E-post: 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 2001. 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 sjette årsrapporten som er utført etter samme mønster (Johnsen 1997; 1998a; 1999; 2000; 2001).

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 nedbørsmengdene (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 2001 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, 4.mars 2002

INNHOOLD

Forord	2
Innhold	2
Bjørke fyllplass	3
Bossmengde og utslipp av sigevann 2001	4
Resipientene 2001	6
Diskusjon	10
Referanser	13
Vedleggstabeller over analyseresultat for 2001	14

REFERERES SOM

JOHNSEN, G.H. 2002

Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2001

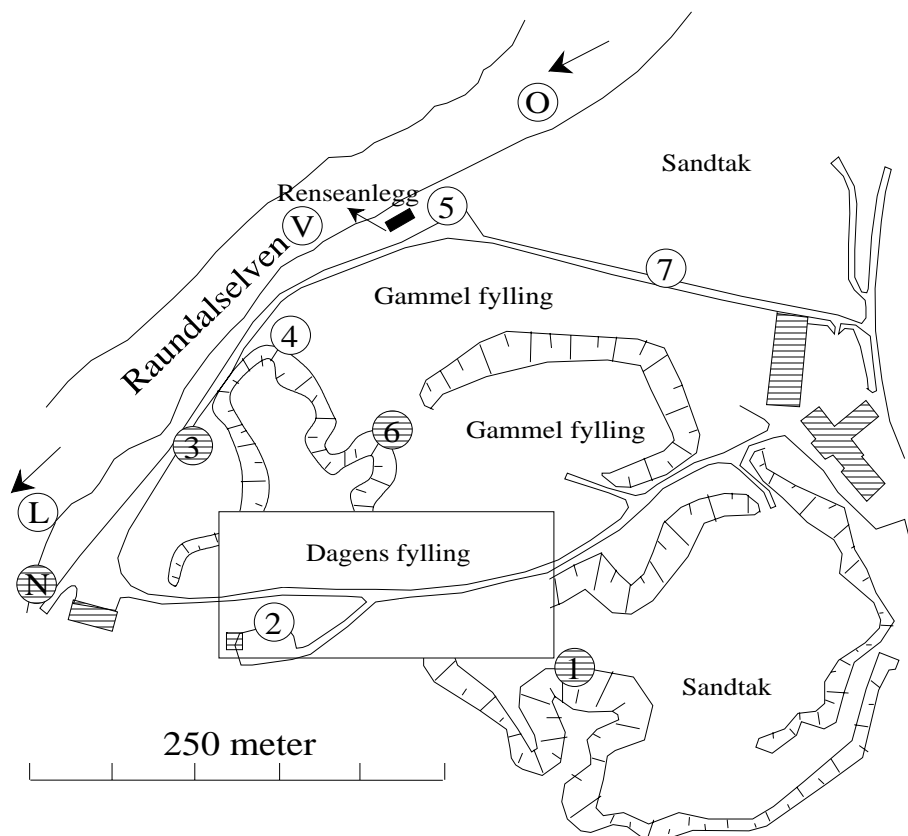
Rådgivende Biologer AS, rapport 551, 16 sider, ISBN 82-7658-369-5

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 har inntil 2000 mottatt omtrent 15.000 tonn boss årlig. I driftsåret 2000 var deponiet stengt i perioden 1. januar til 13. oktober, men for driftsåret 2001 har deponeringen skjedd kontinuerlig, men i mindre omfang enn tidligere.

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.

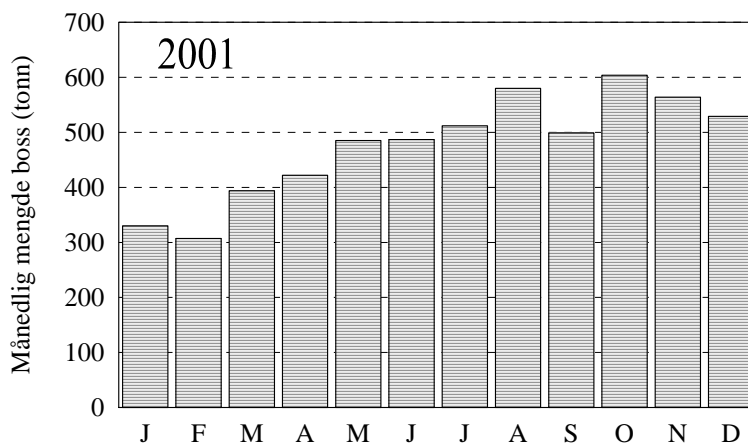


Figur 1. Oversiktskart over Bjørke fyllplass, med inntegnet plassering av renseanlegg og utslipp til Raundalselven. Prøvetakingsstedene for overvåkingen er merket på følgende måte: Prøver i Raundalselven: O=100 meter ovenfor, V=like nedstrøms ved og L=250 meter nedenfor utslippet. Grunnvannsbrønner: 1 - 7 er borehull på Bjørkemoen og N=borehull ved NAF. Skraverete borhull er prøvetatt i 2001.

BOSSMENGDE OG UTSLIPP AV SIGEVANN 2001

Det ble kun deponert 5713 tonn restavfall til Bjørkemoen avfalls- og gjenvinningsanlegg i 2001. Dette var fordelt på 3709 tonn husholdningsavfall og 2004 tonn produksjonsavfall. Det ble deponert størst mengder på høsten, med opp mot 600 tonn månedlig, mens det på vinteren var nær det halve (**figur 2**).

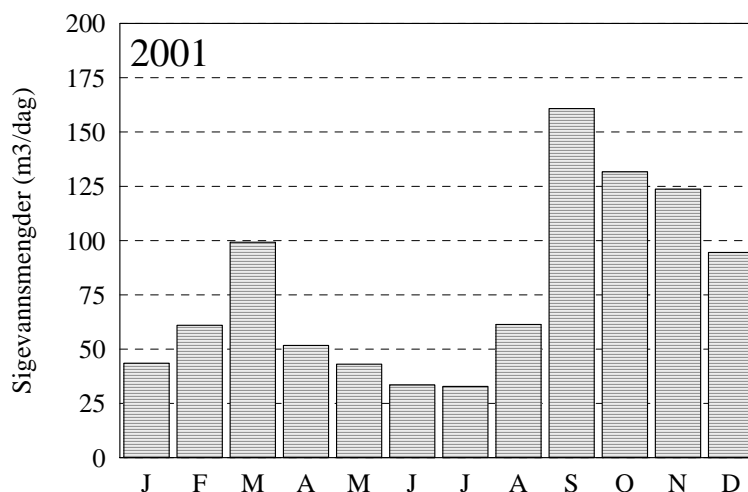
Figur 2. Samlet månedlig mengde restavfall deponert ved Bjørke Fyllplass i 2001.



Sigevannsmengder

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, dette registreres automatisk og utgjør således grunnlag for beregning av sigevannsmengder.

Figur 3. Gjennomsnittlige daglige beregnede sigevannsmengder for 2001 basert på pumpens gangtid og dens kapasitet.



I 2001 ble det registrert lave sigevannsmengder utover vinteren og sommeren, med daglige mengder under 50 m³ både i januar og i månedene mai-juli. Høyeste målte var 160 m³/dag i september i forbindelse med store nedbørsmengder (**figur 3**). Gjennomsnittlig sigevannsmengde var på 78 m³/dag i 2001.

Sigevannskvalitet

I løpet av 2001 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 2001 samsvarer godt med forrige års målinger, bortsett fra innholdet av kadmium som var bemerkelsesverdig lavt i 2001. Innholdet av PCB i sigevannet ble målt to ganger i 2001, og var begge gangene så lavt at det ikke var målbart med den benyttede analysemetodikken.

Det er en god del variasjon i konsentrasjon av de ulike parametrene de siste årene, uten at det er mulig å finne noen entydige forklaringer på variasjonen. En stor sigevannsproduksjon medfører redusert rensesgrad. 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.

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 11.

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	xxx	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	370,0	348,7	142,8	4,8	0,0	2275,5	548,4	8,3	28,4	0,3	1,0
	ant.	12	12	12	11	11	12	12	12	12	12	4
	max	516,0	493,0	187,0	9,1	0,1	3638,0	765,0	23,0	61,0	0,6	1,5
	min	282,0	272,0	107,0	1,8	0,0	460,0	401,0	1,0	12,0	0,1	0,7

Tilførsler til Raundalselven

Utslippene til Raundalselven er beregnet for mange av stoffene. Årsverdiene i **tabell 2** er beregnet på basis av månedlige målinger 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 i 2001 betydelig lavere enn tidligere år, mest på grunn av de lavere sigevannsmengdene. Men de svært reduserte tilførslene av kvikksølv og kadmium skyldes også lavere konsentrasjoner av disse stoffene i avløpet (**tabell 1**).

Tabell 2. Anslåtte årlige utslippsmengder til Raundalselven fra renseanlegget i årene 1993 og 1996 til 2001. 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.

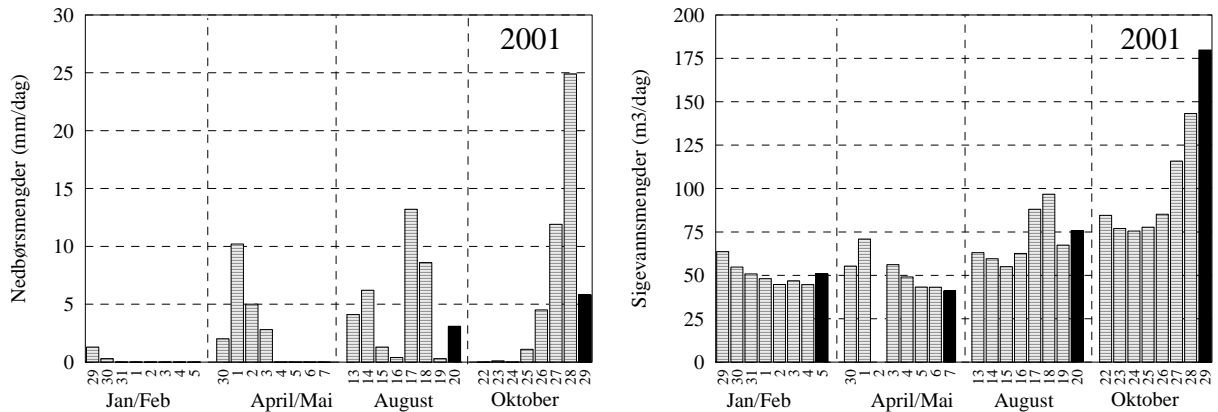
ÅR	Nitrogen kg N	Jern kg Fe	Bly g Pb	Kvikks. g Hg	KOF tonn O	Klorid tonn Cl	Kobber kg Cu	Krom kg Cr	Kadm. g Cd	Fosfor kg P
1993	865	2383			11,8					86
1996	3394	5476	115	3	3,0	9,9	3	2,6	13	6
1997	7311	8347	501	28	206,3	20,8	?	10,5	504	57
1998	10342	9432	178	16	264,4	21,7	0,2	1,2	678	61
1999	11444	7729	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

RESIPIENTENE 2001

Undersøkelsesperiodene

Det ble tatt prøver i resipientene,- Raundalselven og grunnvannsbrønner, ved fire tidspunkt i 2001; 5. februar, 7. mai, 20. august og 29. 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**), men siden NVE har stanset med måling av vannføring i Raundalselven er denne derfor ikke kjent. Disse miljøparametrene er samlet inn for å kunne forklare eventuelle store variasjoner i prøveresultatene.

Det var tørt og vinterlig med kaldt vær i uken før prøvetakingen i februar, mens det var noe mer regn på bossplassen tidlig i uken før prøvetakingen i mai. I slutten av august var det mer nedbør ved prøvetakingen, og i slutten oktober var det mest nedbør i forbindelse med prøvetakingen. Denne variasjon i nedbørmengden reflekteres også i større sigevannsmengder ved prøvetakingen i august og klart størst i oktober (**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 i fra Raundalselven og grunnvannsbrønnene i 2001.

Målinger i Raundalselven

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

Tabell 3. Gjennomsnittlige måleresultat fra fire undersøkelser av Raundalselven “over”, “ved” og “nedenfor” utslippet i 2000.

	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

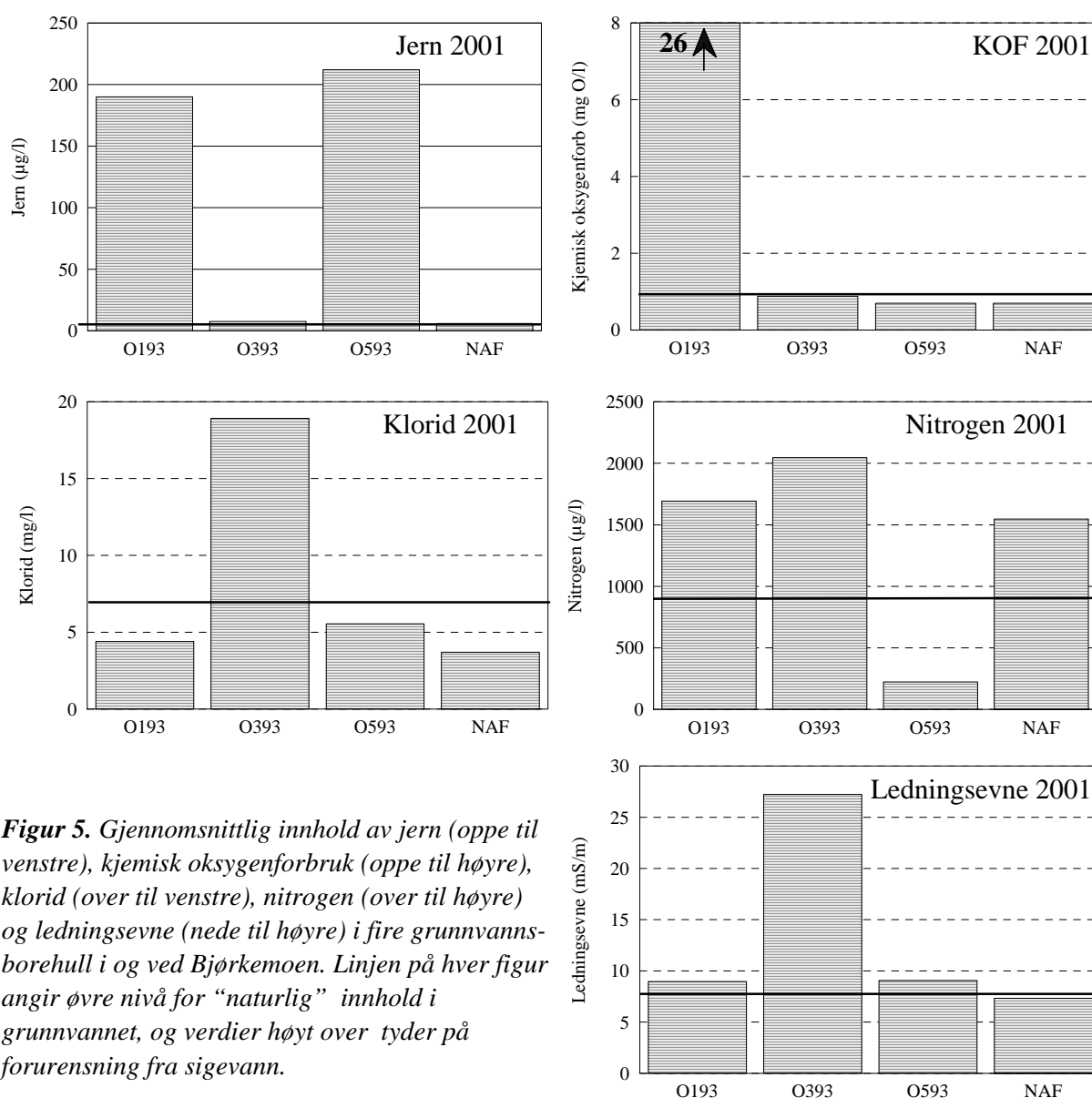
Resultatene fra 2001 viser at også dette året Raundalselven er klart påvirket av sigevannsutslippet like nedenfor utslippet, og at en også kan spore en variabel effekt av tilførslene hele 250 meter nedenfor. Dette gjelder i særlig grad for jern og nitrogenforbindelser, men også innholdet av salter (målt som ledningsevne) var påviselig høyere i elven også 250 meter nedenfor utslippet. Også fargetallet, som blant annet reflekterer innhold av jernhydroksyd, viste en forhøyet verdi 250 meter nedenfor utslippet (**tabell 3**). Målingene er konsistente med tidligere års målinger, men grad av påvirkning på de to nedenforliggende stedene er i stor grad avhengig av vannføring i elven ved prøvetaking (Johnsen 1997).

Målinger i grunnvannsbrønner

Det ble i 2001 foretatt en serie på fire målinger av vannkvalitet i fire ulike grunnvannsborehull i selve Bjørkemoen (se **figur 1** på side 3). I ett av hullene ble det bare tatt to prøver. Tilsvarende undersøkelse av grunnvannsborehull i Bjørkemoen er gjennomført tidligere, da med andre benevnelser på hullene (**tabell 4**).

Tabell 4. Overføring av tidligere til nåværende navnsetting av borehullene på Bømoen (**figur 1** side 3). Borehullene som er undersøkt i 2001 er uthevet.

Gamle navn:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nye navn:	0193	0293	0393	04a93	04b93	0593	0693	0793	Vass- merket	Nodest	NAF	Bø- moen



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

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 påvirkingsgrad. Tidligere måleserier og resultat fra kontrollbrønnene, har vist at følgende grove grenser kan settes for når en grunnvannsbrønn ikke er påvirket (**figur 5** på forrige side):

- 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

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 5**, der det også er foretatt en samlet vurdering av hvert enkelt borehull.

Tabell 5. Oppsummering av resultatene fra borehullsundersøkelsene i 2001, 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- *) Målingene av jern er betydelig lavere enn tidligere år, og det er kun enkeltmålinger som drar opp gjennomsnittet.

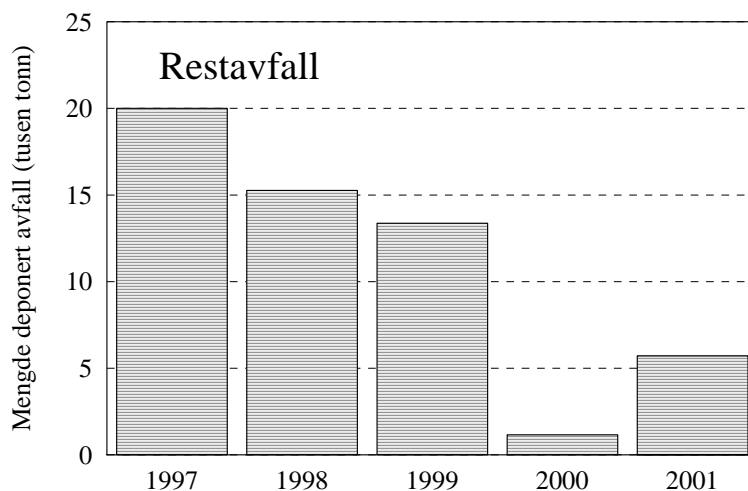
BRØNN	Jern	KOF	Klorid	Nitrogen	Salter (ledn)	Samlet
0193	påvirket *	mye påvirket	ikke påvirket	påvirket	noe påvirket	påvirket
0393	ikke påvirket	svakt påvirket	mye påvirket	påvirket	mye påvirket	påvirket
0593	påvirket *	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	noe påvirket	påvirket
NAF	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	noe påvirket	lite påvirket	ikke påvirket

Måleresultatene er for det meste i samsvar med tidligere målinger, bortsett fra innholdet av jern og ammonium for de mest påvirkete borehullene. Innholdet av jern i 2001 var omtrent en tusendel og innholdet ammonium tilsvarende en femtidel av målingene i 2000. Det er kun enkeltmålinger som drar opp gjennomsnittet. Grunnen til at jernmålingene er så lave, er at prøvene fra 2001 er filtrert før analyse, hvilket ikke var tilfellet tidligere år. Spredningen i resultatene viser at dette sannsynligvis ikke er en komma- eller benevningsfeil (**tabell 8** bakerst), men må enten skyldes mindre forurensing eller målefeil.

Resultatene er ikke entydige når det gjelder påvirkingsgrad for de ulike borehullene, noe som heller ikke ble funnet de tre foregående årene. Generelt burde en 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 2001 er forbausende sammenfallende med det som ble funnet i 1999 og 2000. Det er derfor tydelig at de ulike hullene er systematisk og ulikt påvirket. Samlet sett er borehullene utenom hullet ved “NAF” påvirket av sigevann, slik det har vært de tidligere årene også. Det må være andre kilder til nitrogen-forurensingen i hullet ved NAF.

DISKUSJON

Årsrapporten for 2001 utgjør den syvende i en serie med rapporter der en vurderer miljøvirkningene av aktiviteten på Bjørkemoen. Disse er listet i referanselisten på side 14. Mengde deponert restavfall er betydelig lavere de siste årene enn i den perioden midt på 90-tallet da store mengder ble tilkjørt fra Bergen kommune. Mengden deponert restavfall i 2001 var på en tredel av det en hadde i disse årene (**figur 6**).

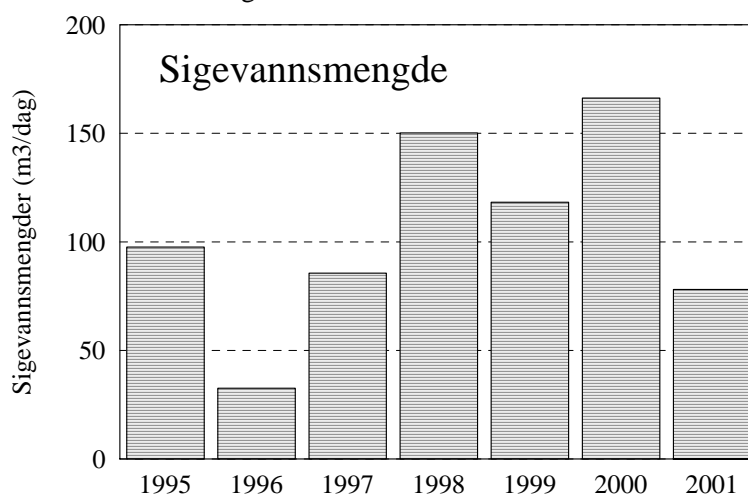


Figur 6. Årlig deponert mengde restavfall ved Bjørke fyllplass de siste fem årene.

Sigevannsmengder

Sigevannsmengden har variert en del de siste årene, og generelt vist en stigende tendens fram til 2001. Den gjennomsnittlige sigevannsmengden på 78 m³/dag i 2001 er imidlertid betydelig lavere enn det som er registrert de foregående årene (**figur 7**). Sigevannsmengdene er i hovedsak avhengige av nedbørsmengde og mengde deponert avfall. Mengde avfall var betydelig mindre i 2001 enn mot slutten på 90-tallet (**figur 6**).

Det vil først på noen års sikt være mulig å skille ut betydningen av variasjon i nedbør mellom og innen årene for variasjonen i den årlige sigevannsmengden. Dessuten ble et nytt deponi på 8 da ferdig og tilkoblet i november 1997. All nedbøren på dette deponiet har gått direkte i systemet uten forsinkelse eller avrenning annet sted. Dette kan også forklare noe av økningen siden 1997.



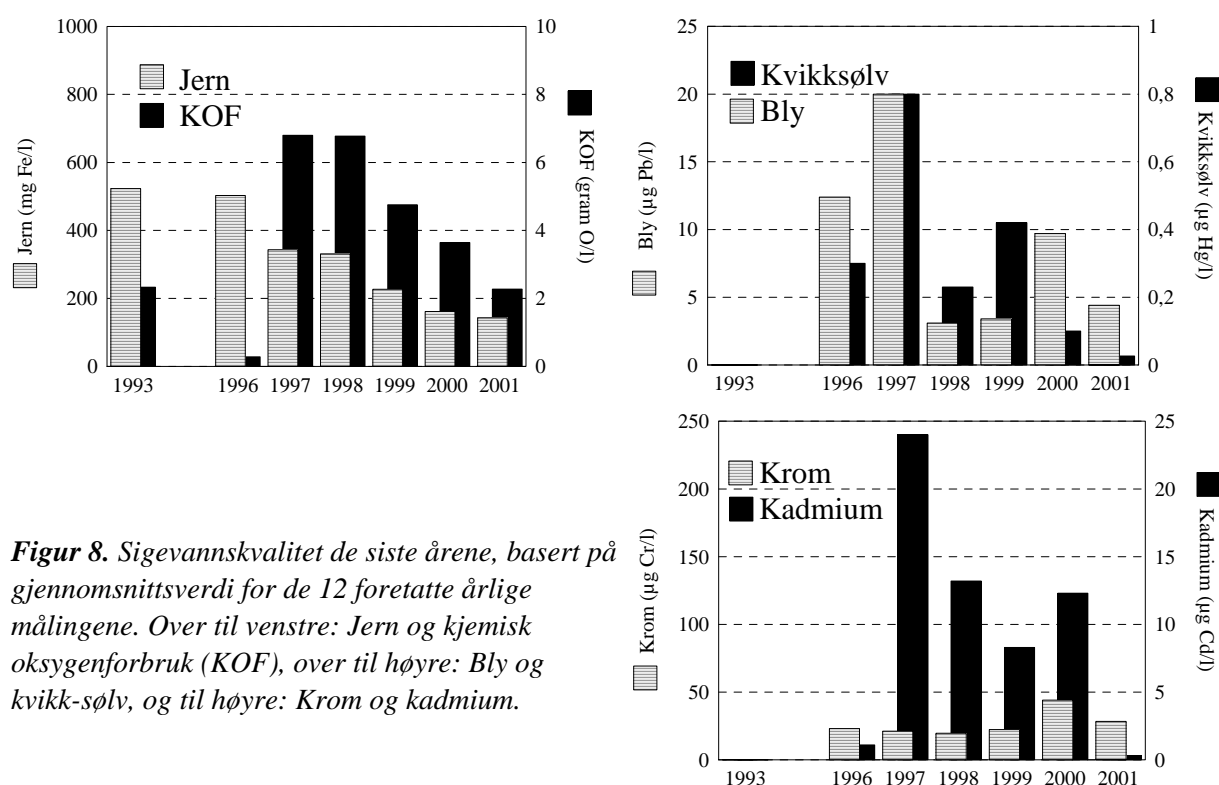
Figur 7. Gjennomsnittlig daglig beregnet sigevannsmengde for årene 1995 til 2001.

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, - det skjer altså 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 i denne sammenheng representerer imidlertid innholdet av stoffer i 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 innholdet av sigevannsutslippet alene.

I 2001 var "produksjon" og utslipp av sigevann relativt stabil i dagene forut for de tre første prøvetakingene, slik at en må kunne anta at målingene som er gjort er representative for sigevannet i den aktuelle perioden. Innhold av jern og organisk stoff (målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF) i sigevannet har vært jevnt avtagende siden 1997, men KOF-målingene fra 1996 var under 5% av dette (**figur 8**). Dette skyldes sannsynligvis ikke en endring i sigevannskvalitet fra 1996 av, men må tilskrives forhold knyttet til analysene. Når det gjelder innhold av metaller i sigevannet, har det vært til dels stor variasjon mellom de ulike årene, mens det for bly og krom er en svak økning de siste årene. Blykonsentrasjonene var likevel høyere i 1996 og 1997. Konsentrasjonene av kvikksølv og kadmium var betydelig lavere i 2001 enn tidligere års registreringer, uvisst av hvilken grunn (**figur 8**).



Figur 8. 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 kvikk-sølv, og til høyre: Krom og kadmium.

Påvirkning på Raundalselven

Også i 2001 ble Raundalselven i hovedsak påvirket lokalt like nedenfor utslippet. De vannløselige saltene, som i liten grad holdes igjen i renseanlegget, påvirker elven i noe større grad. Dette gjelder klorid, kalsium, magnesium, natrium og lignende salter, som i første rekke gir seg utslag i målbar økning i ledningsevne og fargetall også et stykke nedover i elven. I de aller fleste tilfellene gir dette en markert økning like nedenfor utslippet, men også en signifikant økning i for eksempel i ledningsevne ved målepunktet 250 meter nedenfor.

Det er tidligere vist at virkningen i elven er avhengig av vannføring, og at effekten av utslippet er størst ved vannføringer under 10 m³/sekund (Johnsen 1997). Dette beror seg både på at utslippet da kan ha vært mest konsentrert med hensyn på disse stoffene, samtidig som vannføringen i elven ikke fortynnet utslippet i samme grad. Det er også nylig gjennomført en vurdering av det okerbrune slammet i elven nedenfor utslippet, hvilket i all hovedsak utgjøres av jernhydroksyd (Soldal & Larsen 2001).

Påvirkning på grunnvannsbrønnene

Måleresultatene er for det meste i samsvar med tidligere målinger, bortsett fra at både innholdet av jern og ammonium var bemerkelsesverdig lavere i de mest påvirkete borehullene. Samlet sett er nesten alle borehullene i større eller mindre grad påvirket av sigevannstilførsler. I utgangspunktet bør en vente 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.

Brønn 0193 ligger i gammelt sandtak sør og øst for fyllingene og det har i liten grad vært påvist lekkasjer dit tidligere. For alle brønnene var bildet i 2001 mye det samme som ble funnet de tre foregående årene. Det er borehullene som ligger mellom den gamle fyllingen og elven som er mest utsatt for sig fra fyllingen.

Konklusjon

Sigevannsmengdene i 2001 var de laveste enn på mange år. Konsentrasjonene av stoffer som jern og organisk materiale var derfor noe lavere enn tidligere, mens enkelte av metallene hadde noe høyere målte konsentrasjoner i sigevannet. Den reduserte utslippsmengden av enkelte stoff skyldes i hovedsak reduksjon i sigevannsmengden, men for kadmium også en betydelig reduksjon i konsentrasjon i utslippet.

Resipienten Raundalselven er i hovedsak påvirket lokalt like ved utslippet. Grad av påvirkningen er avhengig av vannføring, slik som vist i detalj for tidligere måleserier (Johnsen 1997). Innholdet av vannløselige stoffer er derfor periodevis merkbar også 250 nedenfor utslippet, og det har lagt seg et okerbrunt belegg på steinene langs elven nedenfor utslippspunktet. Dette inneholder i all hovedsak jernhydroksyd (oker).

Sigevannet fra fyllingene påvirker også grunnvannet i 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 er den samme som foregående år, bortsett fra at innholdet av jern og ammonium var mye lavere i 2001 enn tidligere.

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
- 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 2001

Tabell 6. Månedlige måleresultat fra sigevannesutslippet fra rensenanlegget i 2001.

Parameter	Enhet	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des
Vassmengd	m ³ /d	43,5	60,95	99,28	51,7	43,07	33,48	32,85	61,37	160,8	131,7	123,7	94,53
pH	-	7,55	7,64	7,63	7,24	7,07	7,1	7,18	7,16	6,86	7,19	7,18	7,12
Leidningsevne	mS/m	650	660	585	815	582	713	712	543	540	655	623	480
Tot N	mg/l	413	416	364	516	325	393	391	282	298	372	374	296
Ammonium	mg/l	380	391	337	493	307	367	372	272	283	351	355	276
Klorid	mg/l	516	556	535	765	490	658	641	470	497	545	507	401
Natrium	mg/l	459	518	533	661	446	620	542	463	450	545	499	403
KOF	mg/l	1833	1440	1380	3457	2639	3482	3638	2230	1995	460	2317	2435
Kvikksølv	ug/l	0,05	0,03	0,07	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,02
Bly	ug/l	9,1	8,2	8,1	2,6	<0,40	1,8	6,5	2,35	2,83	4,38	3,53	3,48
Kadmium	ug/l	0,49	0,6	0,5	0,23	0,12	0,19	0,16	0,21	0,25	0,31	0,27	0,28
Jern	mg/l	187	151	141	121	134	171	173	138	117	164	110	107
Krom	ug/l	60	61	55	29	27	13	12	18	20	18	13	15
Kobber	ug/l	9	7	9	3	7	1	4	3	23	6	15	13
Bor	mg/l		1527			1444			963			1682	
Total fosfor	mg/l		1,45			1,03			0,85			0,67	
BOF	mgO/l		570			1653			1349			1368	
Hardhet	dH		4,38			8,96			8,46			1,59	
Arsen	ug/l		16,9			25,9			28,1			25,1	
Kalium	mg/l		252			218			221			249	
Sulfat	mg/l		13,8			19,3			10,4			16,3	
Aluminium	ug/l		260			238			219			52	
Sink	ug/l		640			180			186			69	
Nikkel	ug/l		21			7			9			6	
AOX	mg/l		0,39			0,37			0,542				
Fenol	ug/l		66						760				
Aromat	ug/l		240						<1				
PCB	ug/l		<0,25						<0,25				
PAH/Priority.pol									2,5				

Tabell 7. Måleresultat fra Raundalselven 100 meter over, ved og 300 meter nedenfor utslippet i 2001.

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
pH	-	6,64	6,54	6,61	6,38	6,87	6,71	6,65	6,91	6,67	6,54	6,64	6,62
Jern	ug/l	<1	29	12	11	2370	263	71	324	547	103	77	89
Fargetal	mgPt/l	2	10	6	8	17	14	8	19	4	12	7	10
Leidningsevne	mS/m	1,83	1,52	0,73	0,92	21,6	3,15	1,1	5,5	6,66	2,29	1,07	1,6
Tot N	ug/l	247	179	78	121	8142	907	330	1964	1709	326	180	1598
Ammonium	ug/l	<10	13	<10	14	5800	819	166	1962	1699	145	105	214
Klorid	mg/l	3,3	3	1,7	2	14,3	3,7	2	4,5	5,7	3,3	1,9	2,4
KOF	mg/l	<1	1,4	<1	1,3	3,7	2	<1	2,1	1	1,5	<1	1,4

Tabell 8. Måleresultat fra de fire undersøkte grunnvannsbrønnene ved Bjørke fyllplass i 2001.

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
Surleik	pH	6,46	6,56	6,5	6,45	6,25	6,08	6,18	6,11			6,21	6,03	6,02	5,76	6,05	5,82
Jern	ug/l	3	11	748	<1	<1	<1	7	22			415	9	11	<1	6	<1
Leidningsevne	mS/m	9,23	7,25	9,16	10,2	33,2	30,1	20,9	24,7			8,52	9,6	7,84	6,39	7,6	7,5
Tot N	ug/l	2814	1244	1105	1605	521	1487	3770	2405			229	215	1005	1106	2130	1947
Ammonium	ug/l	10	15	<10	22	69	73	<10	19			<10	12	<10	66	<10	15
Klorid	mg/l	5	4,2	4,3	4,1	25,1	22	12,4	16,2			5,4	5,7	4	3,6	3,6	3,6
KOF	mg/l	95	8	2,7	<1	1,4	<1	<1	<1			<1	<1	<1	<1	<1	<1