

Indre Hordaland Miljøverk,  
Bjørke fyllplass  
Årsrapport 2000



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**481**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2000

**FORFATTER:**

Geir Helge Johnsen

**OPPDRAKSGIVER:**

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

**OPPDRAGET GITT:**

22.januar 2001

**ARBEIDET UTFØRT:**

Februar 2001

**RAPPORT DATO:**

14. februar 2001

**RAPPORT NR:**

481

**ANTALL SIDER:**

16

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-331-8

**EMNEORD:**

- Bossplass  
- Årsrapport  
- Voss kommune

**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
[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 og vurdering av miljøvirkningene av sigevann ved Bjørke Fyllplass i Voss kommune for driftsåret 2000. Dette er den femte årsrapporten som er utført etter samme mønster (Johnsen 1997; 1998a; 1999; 2000).

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 nylig 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 2000 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, 14.februar 2001

## INNHold

Forord .....	2
Innhold .....	2
Bjørke fyllplass .....	3
Bossmengde og sigevann 2000 .....	4
Resipientene 2000 .....	6
Vurdering av resultatene fra 2000 .....	10
Referanser .....	13
Vedleggstabeller over analyseresultat for 2000 .....	14

## REFERERES SOM

*JOHNSEN, G.H. 2001*

*Indre Hordaland Miljøverk, Bjørke fyllplass, Årsrapport 2000*

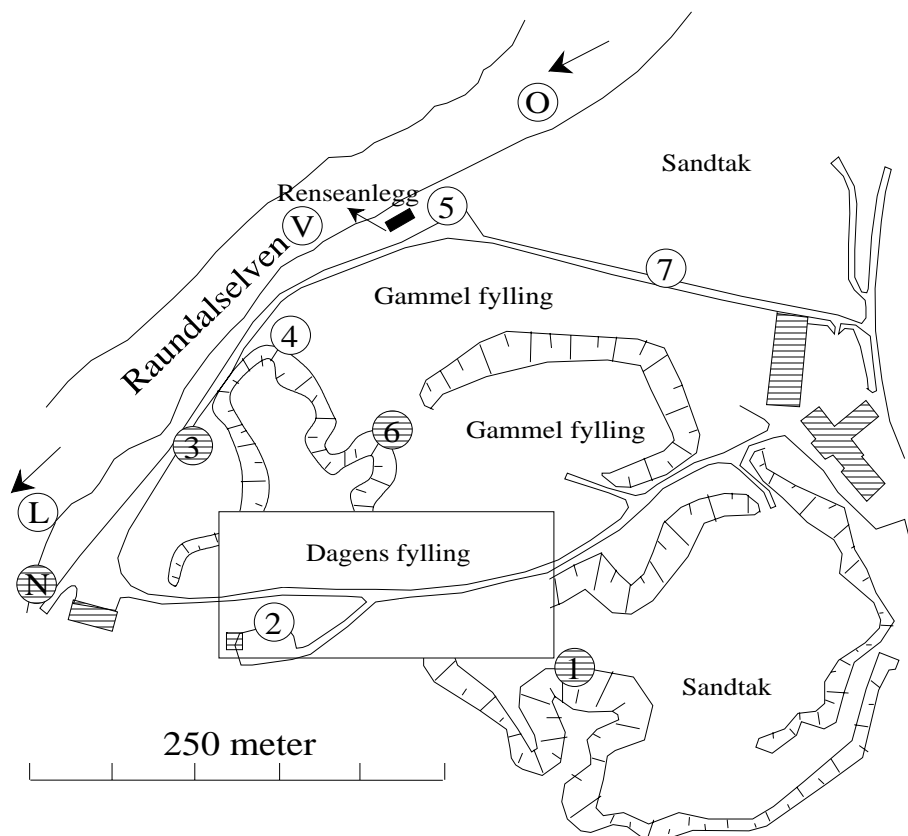
*Rådgivende Biologer AS, rapport 481, 16 sider, ISBN 82-7658-331-8*

## 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 har deponiet vært stengt i perioden 1.januar til 13.oktober. Etter dette har deponeringen skjedd som 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. Prøvetaksstedene for overvåkingen er merket på følgende måte: Prøver i Raundalselven: O=100 meter ovenfor, V=like nedstrøms ved og L=250 meter nederst for utslippet. Grunnvannsbrønner: 1 - 7 er borehull på Bjørkemoen og N=borehull ved NAF. Skraverte borhull er prøvetatt i 2000.

## BOSSMENGDE OG SIGEVANN 2000

Det ble kun deponert 1.157 tonn restavfall til Bjørkemoen avfalls- og gjenvinningsanlegg i 2000. I driftsåret 2000 har deponiet vært stengt i perioden 1.januar til 13.oktober (**figur 2**).

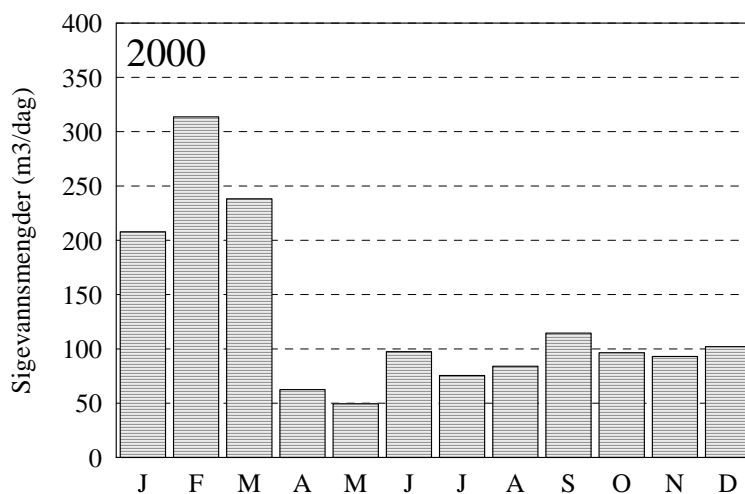
**Figur 2.** Samlet månedlig mengde restavfall deponert ved Bjørke Fyllplass i 2000.



### 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 2000 basert på pumpens gangtid og dens kapasitet.



I 2000 ble det registrert særlig store sigevannsmengder med over 200 m<sup>3</sup>/dag både i januar og mars, og over 300 m<sup>3</sup>/dag i februar. De laveste sigevannsmengdene ble registrert på vårvinteren i april og mai med ned mot 50 m<sup>3</sup> pr. dag (**figur 3**). Gjennomsnittlig sigevannsmengde var på 128 m<sup>3</sup>/dag i 2000. Sigevannsmengdene for november og desember er justert ned i forhold til registreringene, fordi det var problem med styring av pumpen. Sigevann disse to månedene er anslått ut fra vurderinger av deponering og nedbørmengder i henhold til Akselberg (1995).

## Sigevannskvalitet

I løpet av 2000 ble det tatt månedlige vannprøver av sigevannet i utløpet fra renseanlegget. (**tabell 6-8** bakerst). Gjennomsnittlige måleverdier for en del av de undersøkte parametrene er vist i **tabell 1**. 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. Økende sigevannsproduksjon reduserer renseanleggets rensegrad. Dessuten vil forhold som aldring av det deponerte materialet og forskyvning i sammensetning av restavfallet ettersom en stadig større andel er gjenvunnet for deponering, kan 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	
<b>1993</b>	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	
<b>1996</b>	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
<b>1997</b>	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
<b>1998</b>	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
<b>1999</b>	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
<b>2000</b>	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

## Tilførsler til Raundalselven

Utslippene til Raundalselven er beregnet for mange av stoffene. Årsverdiene i **tabell 1** er beregnet som månedlige gjennomsnittsverdier for hvert stoff, og disse er ganget opp med månedlig gjennomsnitt for sigevannsmengde. Med hensyn på de fleste stoff var utslippene i 2000 på nivå med tidligere. For de aller fleste av disse stoffene har det imidlertid vært store variasjoner de siste årene, og det er bare observert en signifikant økning over tid for nitrogen, klorid og jern (**tabell 2**).

**Tabell 2.** Anslåtte årlige utslippsmengder til Raundalselven fra renseanlegget i årene 1993 og 1996 til 2000. 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. Kg Cd	Fosfor kg P
1993	865	2383			11,8					86
1996	3394	5476	115	3	3,0	9,9	3	2,6	0,01	6
1997	7311	8347	501	28	206,3	20,8	?	10,5	0,50	57
1998	10342	9432	178	16	264,4	21,7	0,2	1,2	0,68	61
1999	11444	7729	178*	27	171,2	23,9	0,7	1,2	0,29	41
2000	17405	6686	403	2,0	171,0	22,9	0,4	2,0	0,44	80

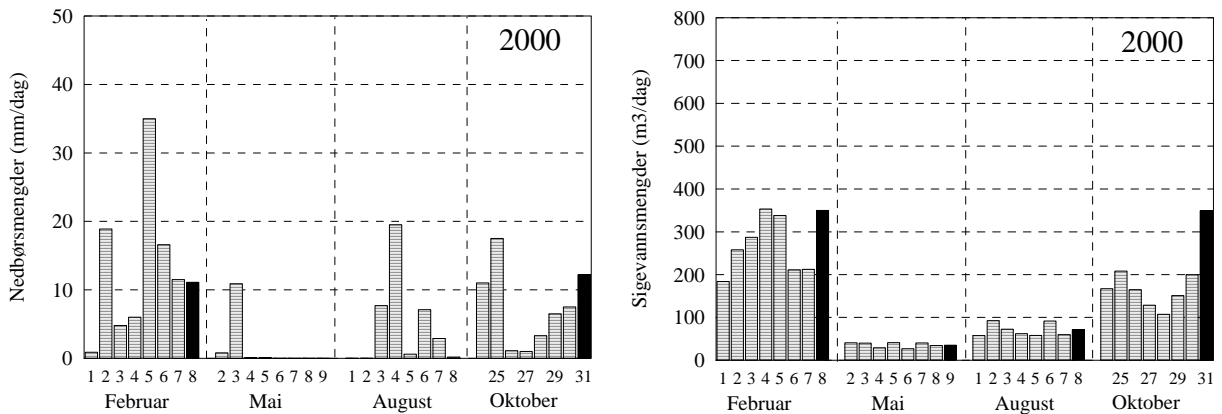


# RESIPIENTENE 2000

## Undersøkellesperiodene

Det ble tatt prøver i resipientene,- Raundalselven og grunnvannsbrønner, ved fire tidspunkt i 2000; 8. februar, 9. mai, 8. august og 31. oktober. Tidspunktene er i samsvar med tidspunktene for prøvetakingen de tre foregående årene. Både sigevannsmengder og nedbørsmengder ble registrert daglig i uken før prøvetakingen (**figur 4**), men NVE har stanset med måling av vannføring i Raundalselven og vannføringen er derfor ikke kjent. Disse miljøparametrene er samlet inn for å kunne forklare eventuelle store variasjoner i prøveresultatene.

Det var relativt mye nedbør i uken før prøvetakingen i februar, og dette kom som regn på bossplassen. I mai var det svært lite nedbør ved prøvetakingen, mens det var noe mer i uken før prøvetaking i august og også en del mer nedbør før og i forbindelse med den siste prøvetakingen i oktober 2000.



**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 2000.

De daglige sigevannsmengdene var klart størst i forbindelse med de store nedbørsmengdene forut for prøvetakingene i februar. Særlig i mai, men også i august var sigevannsproduksjonen i dagene forut for prøvetakingene stabilt lav, mens det i oktober var vesentlig høyere, og særlig på prøvetakingdagen 31.oktober. Sigevannsproduksjonen synes å ha en tydelig og rask respons på nedbør.

## Målinger i Raundalselven

Det er tatt vannprøver fra tre prøvepunkt i Raundalselven, omtrent fire ganger årlig de siste seks årene (**tabell 3**). Det første punktet ligger omtrent 100 meter oppstrøms bossplassen, det neste ligger like nedstrøms renseanlegget 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

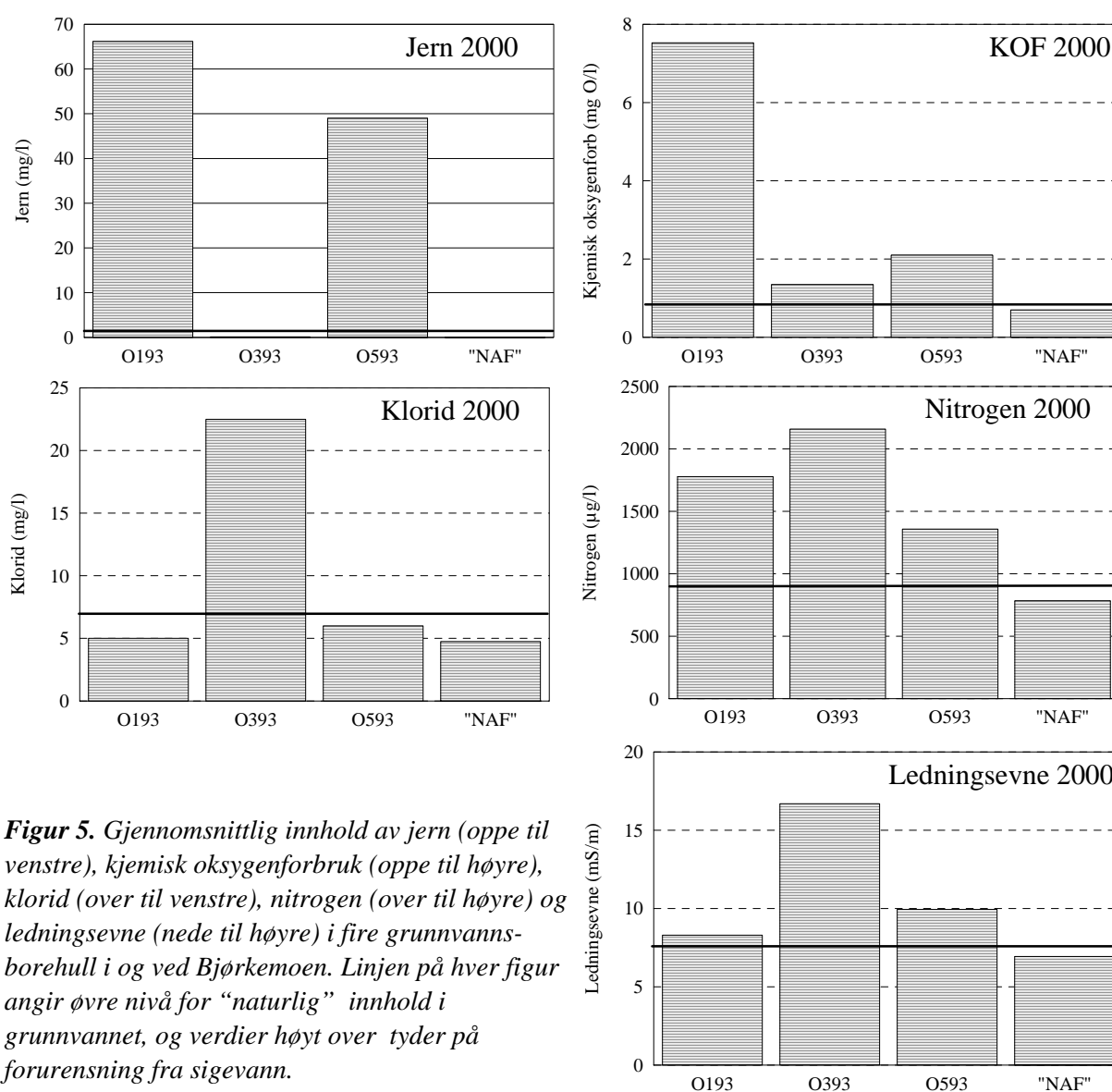
Resultatene viser at Raundalselven like nedenfor utslippet er klart påvirket av sigevannsutslippet, og at en også kan spore en variabel effekt av tilførslene hele 250 meter nedenfor. Dette gjelder i særlig grad for jern og nitrogenforbindelser, men også innholdet av salter (mål som ledningsevne) var påviselig høyere i elven også 250 meter nedenfor utslippet. Fargetallet, som også reflekterer innhold av jernhydroksyd, viste også 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 2000 foretatt en serie på fire målinger av vannkvalitet i fire ulike grunnvannsborehull i selve Bjørkemoen (**figur 5**). 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**). Hull som er undersøkt i 2000 er uthevet.

Gamle navn:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nye navn:	<b>0193</b>	0293	<b>0393</b>	04a93	04b93	<b>0593</b>	0693	0793	Vass- merket	Nodest	<b>NAF</b>	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 og fosfor), 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 **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 2000, 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	mye påvirket	mye påvirket	ikke påvirket	påvirket	noe påvirket	påvirket
0393	ikke påvirket	noe påvirket	mye påvirket	påvirket	påvirket	påvirket
0593	mye påvirket	påvirket	ikke påvirket	noe påvirket	noe påvirket	påvirket
NAF	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket	ikke påvirket

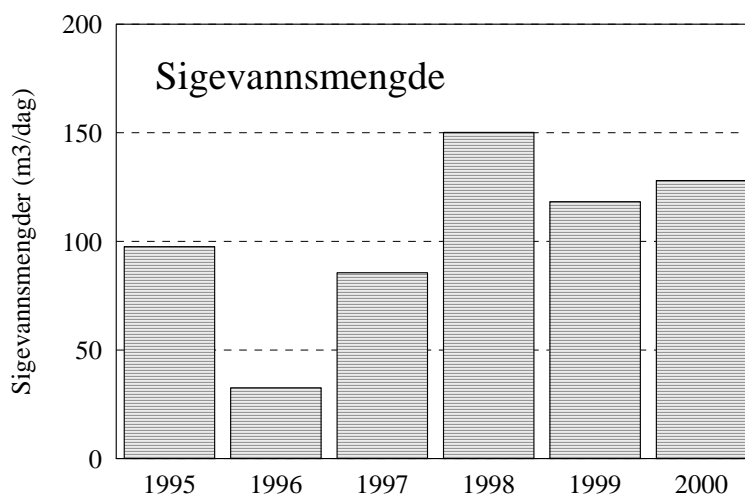
Resultatene er ikke entydige når det gjelder påvirkningsgrad for de ulike borehullene, noe som heller ikke ble funnet de tre foregående årene. Generelt burde en finne at dersom en grunnvannsbrønn er påvirket av lekkasjer av sigevann fra fyllingen, burde dette reflekteres i høye verdier av samtlige parametre som er typiske for sigevann. Slik er det altså ikke, men resultatene fra 2000 er forbausende sammenfallende med det som ble funnet i 1999. 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.

## DISKUSJON

Årsrapporten for 2000 utgjør den sjette i en serie med rapporter der en vurderer miljøvirkningene av aktiviteten på Bjørkemoen. Disse er listet i referanselisten på side 14.

### Sigevannsmengder

Sigevannsmengden har variert en del de siste årene, og den gjennomsnittlige sigevannsmengden på 128 m<sup>3</sup>/dag i 2000 skiller seg ikke ut fra de foregående årenes nivå (**figur 6**). Sigevannsmengdene er i hovedsak avhengige av nedbørsmengde og mengde deponert avfall (Akselberg 1995), og nedbørmengdene i 2000 var samlet sett på omtrent 110% av normalen, men det kom mye mer vinternedbør enn "normalt". I november 1997 ble et nytt deponi på 8 da ferdig og tilkoblet. 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.



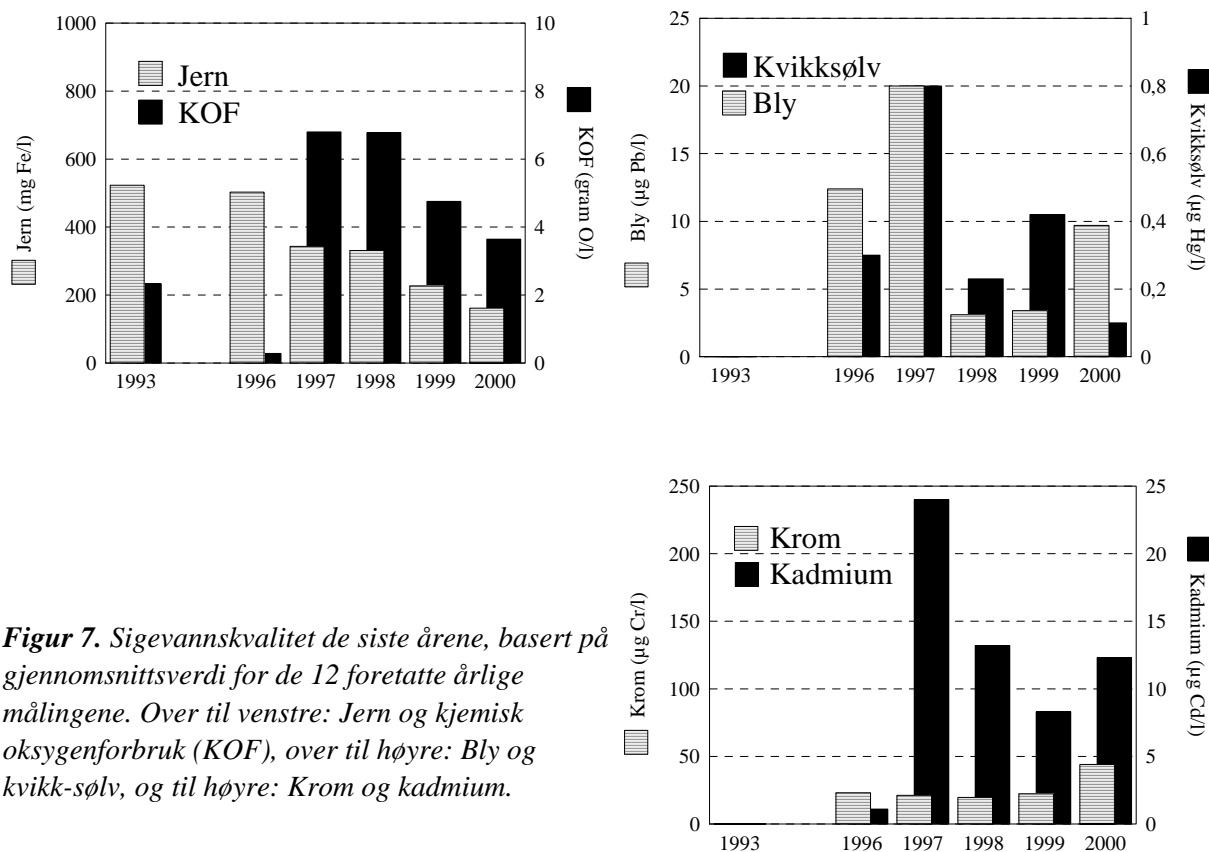
**Figur 6.** Gjennomsnittlig daglig beregnet sigevannsmengde for årene 1995 til 2000.

### 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 2000 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 7**). 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. Kvikksølvkonsentrasjonene var lavere i 2000 enn tidligere års registreringer (**figur 7**). Det er vanskelig å trekke konklusjoner utover dette.



**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 kvikk-sølv, og til høyre: Krom og kadmium.

Tilførslene av de fleste stoffene til Raundalselven i 2000 var omtrent som 1998. Beregningene av tilførsler er utført ved å vekte de enkelte måleresultatene i forhold til den sigevannsmengden (månedlige) de representerer.

### Påvirkning på Raundalselven

Også i 2000 ble Raundalselven kun 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 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 m<sup>3</sup>/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**

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, men det er ikke tilfellet. I 1999 var det flere typer mer spesifikk påvirkning:

*Brønn 0193 (tidligere nr 1) er sterkt påvirket av jern og også av organisk stoff, men i liten grad av salter.*

*Brønn 0393 (tidligere nr 3) er påvirket av salter (klorid og ledningsevne) men ikke av jern*

*Brønn 0593 (tidligere nr 6) er sterkt påvirket av jern men ikke av organisk stoff*

*Brønnen "NAF" (tidligere nr 11) er ikke påvirket*

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 2000 mye det samme som ble funnet i 1998 og i 1999. Det er borehullene som ligger mellom den gamle fyllingen og elven som er mest utsatt for sig fra fyllingen.

## **Konklusjon**

Sigevannsmengdene i 2000 var de høyeste noen gang, men samtidig ble det ikke deponert avfall på Bjørke fyllplass i perioden 1.januar til 13.oktober i 2000. 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 økte utslippsmengden av enkelte stoff skyldes i hovedsak økning i sigevannsmengden heller enn en vesentlig endring i sigevannets innhold av stoffer.

Resipienten Raundalselven er likevel 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 merkbart 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.

## 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
- 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 2000

**Tabell 6.** Månedlige måleresultat fra sigevannesutslippet fra rensenanlegget i 2000.

Parameter	Eining	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des
Vassmengd	m <sup>3</sup> /d	207,85	313,64	238,17	62,53	49,32	97,43	75,48	83,96	114,63	96,37	390,23	265,04
Surleik	pH	7,04	6,79	7,05	6,81	6,66	6,63	7,09	6,85	7,05	7,12	7,36	6,28
Leidningsevne	mS/m	380	708	448	475	666	704	739	811	586	720	579	649
Tot N	mg/l	262	477	272	301	358	353	410	437	322	440	348	416
Ammonium	mg/l	256	448	254	281	335	353	391	413	298	405	316	372
Klorid	mg/l	510	605	298	370	31	540	596	654	489	556	411	462
Natrium	mg/l	363	537	340	364,9	490	348	618	621	435	607	416	461
KOF	mg/l	2665	4706	2327	1037	4582	5969	4568	5845	3164	4114	2613	2165
Kvikksølv	ug/l	0,01	0,005	0,02	0,04	0,13	0,03	0,02	0,09	0,03	0,17	0,09	0,06
Bly	ug/l	0,5	10	8	10	5	4	4	18	6	16	13	13
Kadmium	ug/l	2	8	5	8	0,5	2	0,5	33	10	42	6	7
Jern	mg/l	43,3	121	103	142,8	237	270	30,6	297	157	156	206	175
Krom	ug/l	30	38	59	32	95	60	5	32	17	79	44	38
Kobber	ug/l	8	11	13	4	8	9	2	5	7	13	7	9
Bor	mg/l		2			1,4			1,4			1,42	
Total fosfor	mg/l		1,51			1,27			0,91			3,17	
BOF	mgO/l		2850			2926			3268			1444	
Hardhet	dH		11,8			21,3			14,1			9,9	
Arsen	ug/l		35			31			20,8			78	
Kalium	mg/l		277			265			306			222	
Sulfat	mg/l		70			8,4			2199			7,2	
Aluminium	ug/l		180			578			298			316	
Sink	ug/l		448			2050			568			597	
Nikkel	ug/l		14			40			22			11	
AOX	mg/l		0,66			0,33			0,39			0,38	
Fenol	ug/l		2220						1020				
Aromat	ug/l		473						24,1				
PCB	ug/l		<0.03						0,05				
PAH/ Priority.pollut	mg - ug/l		0,014	28374					0,141	5889			

**Tabell 7.** Måleresultat med hensyn på PAH-elementer i utslippet fra rensenanlegget i 2000

	Mars	Sept.
<b>Polycykliske aromatiske hydrokarbon(PAH) (: g/l)</b>		
Dibezofuran	274	0
Fenantren	0	1
Dibezotiofen	6208	11
Pyren	0	6
Fluoranten	0	11
Benzo(b)fluoren	0	20
Benzo(a)antracen	0	21
Chrysen	0	8
Benzo(e)pyren	0	1
Benzo(a)pyren	0	1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0	14
Benzo(g,h,i)perylene	0	15
Benzo(b)fluoranten	0	8
Benzo(k)fluoranten	0	0

**Tabell 8. Måleresultat med hensyn på prioriterte forurensningsstoffet fra utslippet fra rensenanlegget.**

	Mars	Sept.
<b>Mono og bicykliske aromat (ug/l)</b>		
Benzen	0	0
Toluen	0	0
Etylbenzen	38	0
p-m-Xylen	88	0
Styren	5	0
o-Xylen	198	0
Naftalen	5	<1
2-Metylnaftalen	3700	1
1-Metylnaftalen	2304	6
2,3-Dimetylnaftalen	155	3
2,3,5-Trimetylnaftalen	48	8
Bifenyl	896	0
<b>Fenol (ug/l)</b>		
Fenol	0	5428
o-Kresol	1031	159
m-Kresol	0	48
p-Kresol	143	18
2-Nitrofenol	4707	63
p-Nonylfenol	39	33
2,4,6-Triklorfenol	7922	0
Pentaklorfenol	327	5
<b>Fosfat-estarer (: g/l)</b>		
Tri-n-butylfosfat	286	0
Trifenylfosfat	0	0
Tricresylfosfat	0	0

**Tabell 9. Måleresultat fra Raundalselven 100 meter over, ved og 250 meter nedenfor utslippet i 2000.**

Parameter	Eining	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
Surleik	pH	6,33	6,21	5,99	6,37	6,71	8,11	6,21	6,92	6,73	8,15	6,31	6,69
Jern	ug/l	68	4	8	21	930	94	60	756	349	54	47	223
Fargetal	mgPt/l	6	<2	2	10	32	<2	2	16	14	<2	2	10
Leidningsevne	mS/m	4,14	1,52	0,62	1,08	10,9	1,81	0,8	5,85	4,8	1,68	0,71	2,12
Tot N	ug/l	488	173	57,1	132	4645	267	125	2290	1626	214	99,3	496
Ammonium	ug/l	<2,5	23	<10	<10	4390	116	96	2029	1110	60	38,3	401
Klorid	mg/l	4,1	4,3	3	3,1	8,2	4,5	3,06	5,2	4,6	4,5	3,07	3,6
KOF	mg/l	<1	<1	<1	1,3	4,5	<1	<1	2,5	2,1	<1	<1	1,4

**Tabell 10. Måleresultat fra de fire undersøkte grunnvannsbrønnene ved Bjørke fyllplass i 2000.**

Parameter	Eining	Brunn 0193				Brunn 0393				Brunn 0593				Brunn "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	6,06	6,46	6,29	6,41	6,13	6,29	6,13	6,07	6,06	6,21	6,16	6,14	5,96	6,02	5,87	5,93
Jern	ug/l	1693	829	23615	3531	296	128	124	44	571	1072	667	931	4	25	2	<1
Leidningsevne	mS/m	32,6	7,87	9,49	9,2	25,4	27,3	34	28,2	8,5	7,88	6,92	8,5	6,66	5,15	6,48	6,75
Tot N	ug/l	8195	1551	2117	1309	3657	1872	2503	5211	186	516	329	232	431	703	1631	1391
Ammonium	ug/l	1340	96	550	61	460	697	1238	259	12	60	<10	20	<2,5	19	<10	<10
Klorid	mg/l	53	5,5	5,72	4,9	16	16	20,8	16	5,5	6,4	6,42	5,9	3,2	7	4,26	4,4
KOF	mg/l	9,8	2,7	16,8	3,5	1,1	1,3	<1	<1	<1	5,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1