

Overvåking av miljøgifter i resipient for avfallsdeponier

Statens forurensningstilsyn

Ketil Haarstad, Håkon Borch

Bioforsk rapport nr. 38/06

Forord

Dette prosjektet er utført for SFT, og er en oppfølging fra fjorårets rapport om miljøgifter nedstrøms avfallsdeponier. Prosjektet omfatter et utvalg miljøgifter som inkluderer tungmetallet kvikksølv, ”klassiske” miljøgifter som PCB og plantevernmidler, samt bromerte forbindelser, i miljøet i og nedstrøms følgende avfallsdeponier for ordinært avfall; Bølstad og Brenna i Ås kommune, og Grønmo i Oslo kommune. Det er tatt prøver av sigevann (råvann), grunnvann (så nære deponiet som mulig nedstrøms), sigevannssediment (utsatt for ubehandlet sigevann), innsjøsediment og fiskelever (gjedde av høy alder). Prosjektet har vært utført av Ketil Haarstad og Håkon Borch, Bioforsk. Roar Lundeby, student ved UMB har deltatt i fisket.

Innsamlingen av fiskeprøver. Analysene er utført av Bioforsk lab og Norsk institutt for luftforskning (NILU). Formålet med prosjektet har vært å utføre konsulentbistand om utlekking av utvalgte miljøgifter fra avfallsdeponier og forekomst av miljøgiftene i sediment og fisk i Årungen og Gjersrudtjern.

Ås, 15. Oktober 2006.

Ketil Haarstad
Seniorforsker
Bioforsk Jord og Miljø

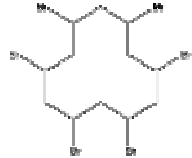
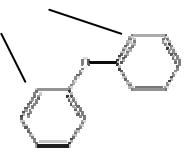
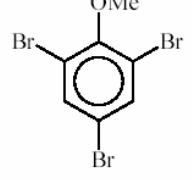
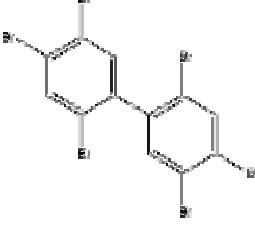
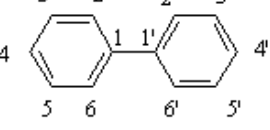
Innhold

1.	Innledning	6
2.	Metoder	8
2.1.	Prøver.....	8
2.2.	Analyser.....	9
3.	Lokalitetene	11
3.1.	Deponiet Brenna.....	14
3.2.	Deponiet Bølstad.....	15
3.3.	Deponiet Grønmo.....	17
4.	Resultater og diskusjon	20
4.1.	Analyseresultater.....	20
4.2.	Generelle parametre.....	20
4.3.	Organiske miljøgifter.....	20
4.4.	Organmålinger.....	27
5.	Referanser	29
6.	Oversikt over vedlegg	30

1. Innledning

Karakterisering av de utvalgte organiske miljøgiftene er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Kjemisk karakteristikk og generell struktur (ikke plass til alle isomerer etc.) av analyserte forbindelser*

Forbindelse	K _{ow} Log	Vannløslighet µg/l	Bio- akkumulering	Generell struktur
α-HBCDD heksabrom- syklododekan	7.7	uløselig.	18 100	
PBDE Polybromerte difenyletere	3-11	<10	n.d.	
TBA Tribromanisol			616	
PBB Polybromerte bifenyl		11,0	n.d.	
PCB Polyklorerte bifenyl	5.6	0,1	3100- >250000	

*K_{ow}=fordelingskoeffisient okatnol-vann. HBCDD= Heksabromsyklodekan, PBDE= polybromerte difenyletere (47-154). TBBP-A Tetrabrombisfenol-A. TBA=Tribromanisol. PCB data=arochlor. (EPA, 2006. Carballa et al., 2004; Kolpin et al., 2002; www.thegoodscentscompany.com/data/rw1000831.html).

Næringsstoffer, metaller (inkludert tungmetaller), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyl (PCB), ftalater og pesticider er tidligere undersøkt i sedimenter tatt fra startbryggen for roanlegget i sørenden av Årungen (Amundsen, 2003). Sedimentet hadde pH lik 6,3, og inneholdt 2,1 % organisk materiale. Innholdet av kadmium, bly, kvikksølv, nikkel, sink og kobber i sedimentet er alle lavere enn normverdier for mest følsomt arealbruk. Innholdet av krom er 2 ganger høyere enn denne normverdien, men samtidig innenfor det konsentrasjonsområdet for krom som finnes naturlig i jord. Det forhøyde innholdet av krom (også nikkel) kan tilskrives naturlige forekomster i lokale bergarter og vil

ikke medføre negative konsekvenser ved deponering på land. Innholdet av PAH og PCB i sedimentet var lavt og lavere (PAH) eller på samme nivå (PCB) som normverdien for mest følsomt arealbruk. Det ble ikke påvist ftalater og pesticider i sedimentet.

2. Metoder

2.1. Prøver

Lokaliteter og matrikser som er undersøkt er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Prøvelokaliteter.

Lokalitet	Sigevann	Sigevann-sediment	Innsjø-sediment	Grunnvann	Gjedde lever	Gjedde filet
Brenna (Årungen nedslagsfelt)	(=grunnvann) *			x		
Bølstad (Årungen nedslagsfelt)	x	x		x		
Årungen			xx		x	x
Bekk fra Grønmo	x	x				
Gjersrudtjern			xx		x	x

* Brenna-deponiet har ingen oppsamling av sigevann. Det antas derfor at grunnvannsprøven her representerer sigevannet.

Til sammen 14 prøver er undersøkt for miljøgifter. I Årungen og Gjersrudtjern er det tatt to sedimentprøver i hver sjø. Punktene ligger et stykke fra hverandre, se figurene 3, 4 og 5. Posisjonene er angitt i tabell 4

Sigevann fra Grønmo ble innsamlet i pumpekum inn til luftet lagune, med en grunfos miljøpumpe. Prøvedato: 10. desember.

Sigevann fra Bølstad ble tatt fra prøveikum mellom deponi og luftet lagune med grunfos miljøpumpe. Prøvedato: 6. desember 2005.

Alle sigevannsprøvene er tatt som en enkelt stikkprøve.

Sigevannssediment fra Bølstad ble tatt fra luftet lagune. Prøvedato: 21. desember 2005

Sigevann fra Brenna ble tatt i grunnvannsbrønn rett nedstrøms deponiet, med peristaltisk pumpe. Prøvedato: 12. desember 2005. Brønnen ble først tømt og så prøvetatt 3 dager senere.

Grunnvann fra Grønmo og Bølstad ble tatt etter at stasjonære forhold ble opprettet etter ca. 30 min. pumping. Sediment kalt Årungen 1 representerer sigevann fra Brenna. Sediment Årungen 2 representerer sigevann fra Bølstad. Sedimentprøver ble tatt med prøvetaker som består av et plastrør av ca. 5 cm. diameter med lukkeventil i bakkant, se bilde 1. Prøvene er en blandprøve av 3 delprøver langs hvert profil. Prøven representerer de 5 øverste cm. av sedimentet.

Sedimenter fra Gjersrudtjern ble prøvetatt 2. november 2005. Sedimentprøvene fra Årungen ble tatt 21. desember. Grunnvannsprøver fra Bølstad den 6. desember, og fra Grønmo den 10. desember, og fra Brenna 12. desember 2005.

Fiske i Årungen ble foretatt i Årungen med garn på flere datoer. Analyser ble gjort på blandprøver av følgende individer:

- 1 ind. 27.09.05 (kjønn ♀, lengde 60 cm, vekt 1,14kg, alder 4+, fiskeklass Årungen sør)
- 1 ind. 26.10.05 (kjønn ♀, lengde 74,1cm, vekt 2,34 kg, alder 4+, fiskeklass Årungen sør vest)

- 1 ind. 26.10.05 (kjønn ♂, lengde 65,5cm, vekt 1,43 kg, alder 4+, fiskeklass rett sør for utløpet av Bølstadbekken)
- 1 ind. 28.10.05 (kjønn ♂, lengde 66cm, vekt 1,75kg, alder 4+, fiskeklass rett sør for utløpet av Bølstadbekken)

Tilgangen på eldre fisk var ikke tilstede da det i Årungen pågår et prosjekt med utfisking av gjedde. (Dette prosjektet blir omtalt under diskusjonskapittelet 4.3.).

Fisket i Gjersrudtjern ble gjennomført 04.11.05 og 16.11.05. Ved det første fisket ble det bare fangst av suter (*Tinca tinca*) og mort (*Rutilus rutilus*). Det ble ikke tatt prøver av disse artene. Ved det siste fisket ble det fanget 2 eldre gjedder og 5 unge (2+) ind. under 1 kg.

Analysar ble gjort på blandprøver av de eldre individene med følgende data:

- 1 ind. 16.11.05 (kjønn ♀, lengde 128cm, vekt 15,01 kg, alder 14+, fiskeklass ved utløpet av Gjersrudtjern)
- 1 ind. 16.11.05 (kjønn ♀, lengde 113cm, vekt 10,81 kg, alder 10+, fiskeklass ved østsiden av Gjersrudtjern)

Alle prøver ble oppbevart nedfrosset fra innsamling og frem til analyse



Bilde 1. Sedimentprøvetaking Gjersrudtjern

2.2. Analyser

Prøvene er analysert etter program gitt i tabell 3. Karakterisering av noen av stoffene er vist i tabell 1.

Tabell 3. Analyseoversikt.

Parameter	Spesifikasjon	Laboratorium
PBDE og HBCDD	PBDE: 15, 28, 47, 49+71, 66, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 196, 206, 209. I tillegg måles Tribromanisol og PBB 153. HBCDD: alfa, beta og gamma.	NILU-lab
PCB og DDT + plantevernmidler* (felles prøveopparbeidelse)	PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, Sum PCB + plantevernmidler (se vedlegg for metodene M11, M33 og M60)	Bioforsk-lab
Kvikksølv		Bioforsk-lab

* Aklonifen,, Aldrin, Alfacypermetrin, Atrazin, Atrazin-desetyl, Atrazin-desisopropyl, Azinfosmetyl, Azoksystrobin, Cyprodinil, Cyprokonazol, DDD-, o,p', DDD-, p,p', DDE-, o,p', DDE-, p,p', DDT-, o,p', DDT-, p,p', Diazinon, 2,6-diklorbenzamid, (BAM), Dieldrin, Dimetoat, Endosulfan, sulfat, Endosulfan-alfa, Endosulfan-beta, Esfenvalerat, Fenitroton, Fenpropimorf, Fenvalerat, Fluazinam, Heksaklorbenzen, Heptaklor, Heptaklor, epoksid, Imazalil, Iprodion, Isoproturon, Klorfenvinfos, Klorprofam, Lambdacyhalotrin, Lindan, Linuron, Metalaksyl, Metamitron, Metribuzin, Penkonazol, Permetrin, Pirimikarb, Prokloraz, Propaklor, Propikonazol, Pyrimetanil, Simazin, Tebukonazol, Terbutylazin, Tiabendazol, Trifloksystrobin, Vinklozolin

Prøvene er analysert etter målemetode NILU-O-2: Determination off semivolatile persistent organic compounds. Prøvene er videre analysert etter metodene M-42, GC-MS multimetode M11, M-33, M-60 og HG-CVAAS-F ved Bioforsk LAB.

Leversomatisk indeks (LSI) og gonadeindeks (GSI) er også registrert i alle fiskeprøvene for å sammenligne med tidligere målinger. Eventuelle abnormaliteter, sykdomssymptomer etc. er også registrert. Gonadesomatisk indeks er gonadevekten hos kjønnsmodne individer uttrykt som andel av somatisk vekt, dvs. kroppsvekt uten innvoller. Leversomatisk indeks er levervekten uttrykt som andel av somatisk vekt.

3. Lokaltetene

Lokalisering av de ulike prøvestedene er gitt i tabell 4.

Tabell 4. Prøvetakingsstasjoner og UTM-koordinater (alle i sone 32 V)

Sted	Kommune	Stedstype	Prøvetype	Bredde	Lengde
Bølstad	Ås	Deponi	Sigevann, Sigevannssed.	6618418	599726
Brenna	Ås	Deponi	Grunnvann	6616129	598595
Årungen 1	Ås	Innsjø	Sediment	6616592	598490
Årungen 2	Ås	Innsjø	Sediment	6618077	598438
Grønmo	Oslo	Deponi	Sigevann	6635111	604212
Gjersrudtjern	Oslo	Innsjø	Innsjøsediment, Bekkesediment	6634299	603269

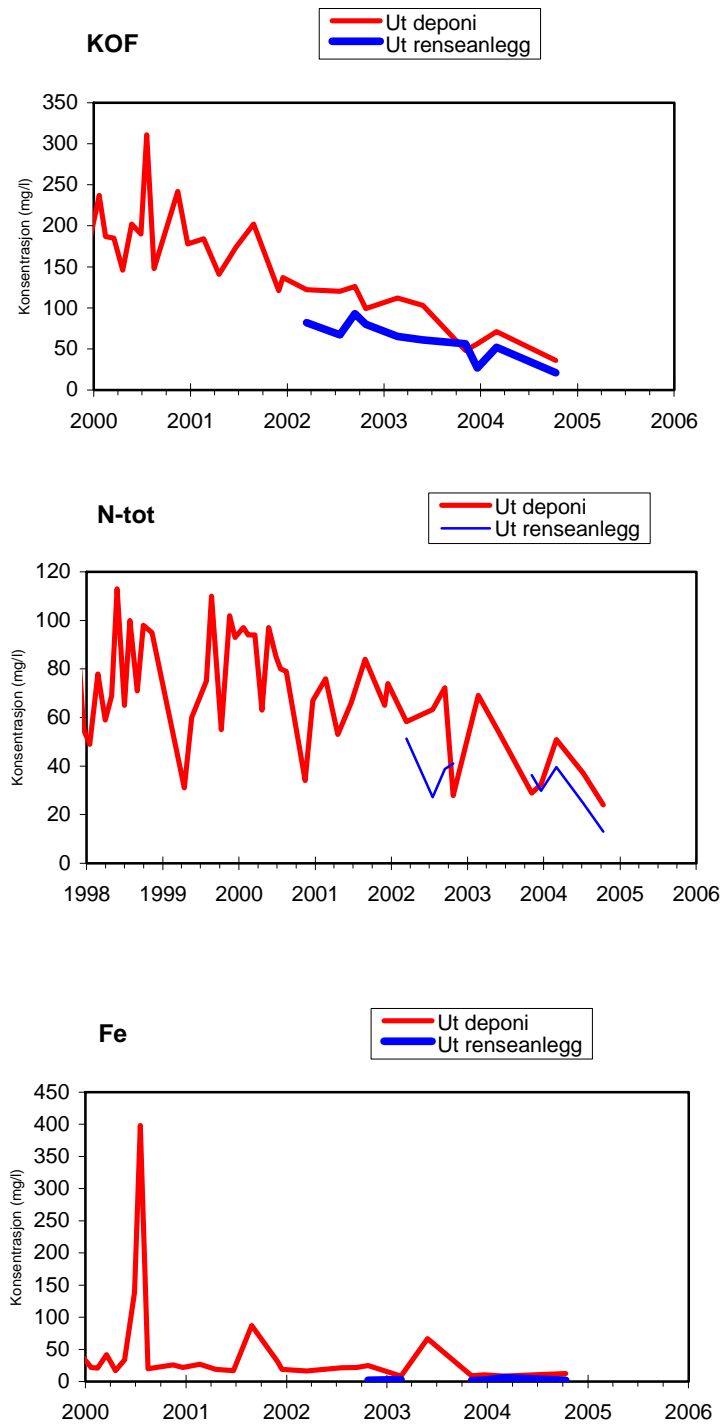
Tabell 5. Beskrivelse av sigevannet fra de aktuelle deponiene.

Deponi	Areal m ²	Sigevann m ³ /år	KOF mg/l	Tot-N mg/l	Fe mg/l	VOC µg/l
Bølstad	50 000	31 000	50	40	20	20*
Brenna	1 500					
Grønmo	333 000	320 000	350	143	7,3	6,1**

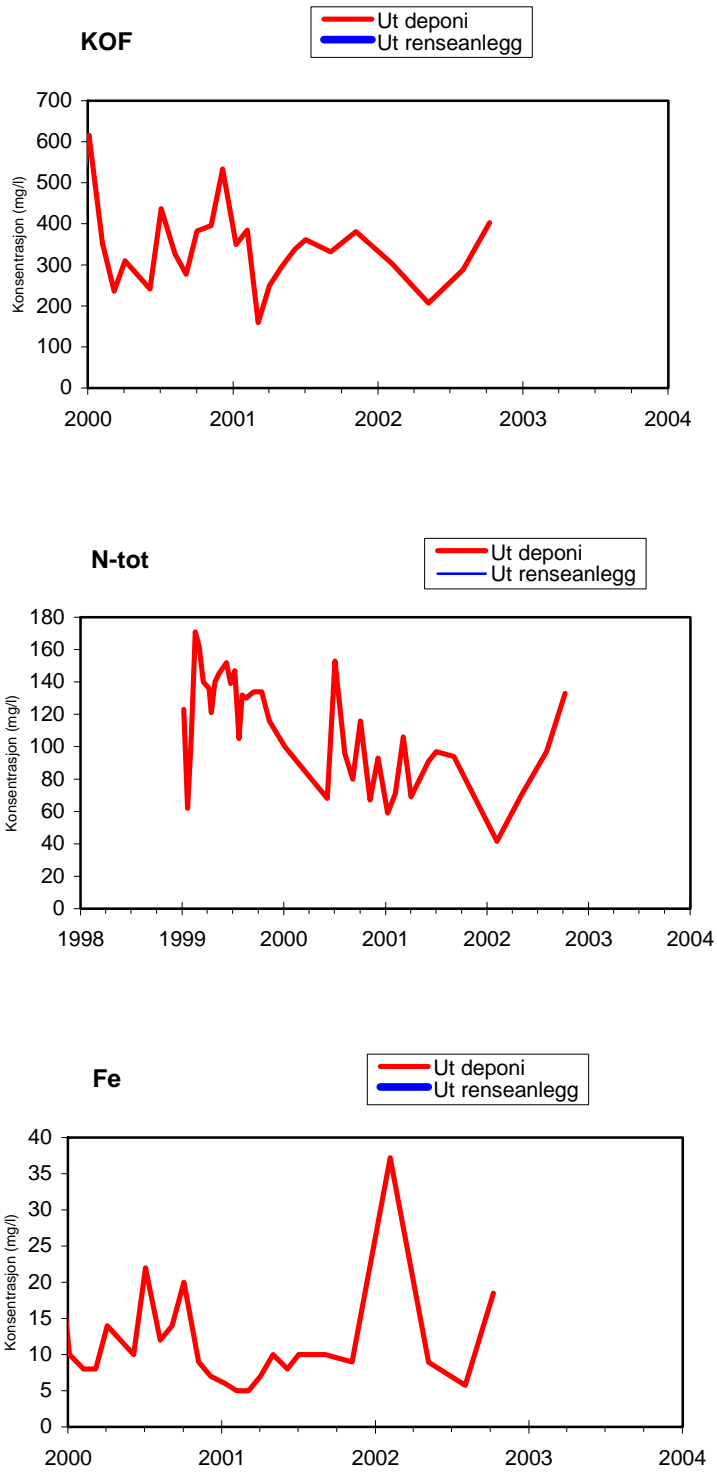
*maks.verdi: metylfenol ** ftalat

Tabell 5 viser gjennomsnittstall som karakteriserer sigevannet fra Bølstad og Grønmo. Sigevannet fra Grønmo har vesentlig høyere konsentrasjoner av typiske sigevannsparemetre som KOF og nitrogen, mens Fe er relativt lav ved Grønmo. Det foreligger ingen konkrete data over sigevannet fra Brenna-deponiet. Bølstad ble stengt som deponi i 1997, driftsårene for Brenna er ukjent, og Grønmo er fortsatt i drift.

Figurene 1 og 2 viser tidsutviklingen av hovedparametrene i sigevannet fra Bølstad og Grønmo. Sigevannet fra Bølstad ser ut til å ha en avtagende trend når det gjelder oksygenforbrukende stoff målt som KOF, mens nitrogen ser ut til forstøtt å variere mere rundt en tilnærmet stabil middelverdi. Sigevannet fra Grønmo ser ut til å ha større variasjon i konsentrasjonene.



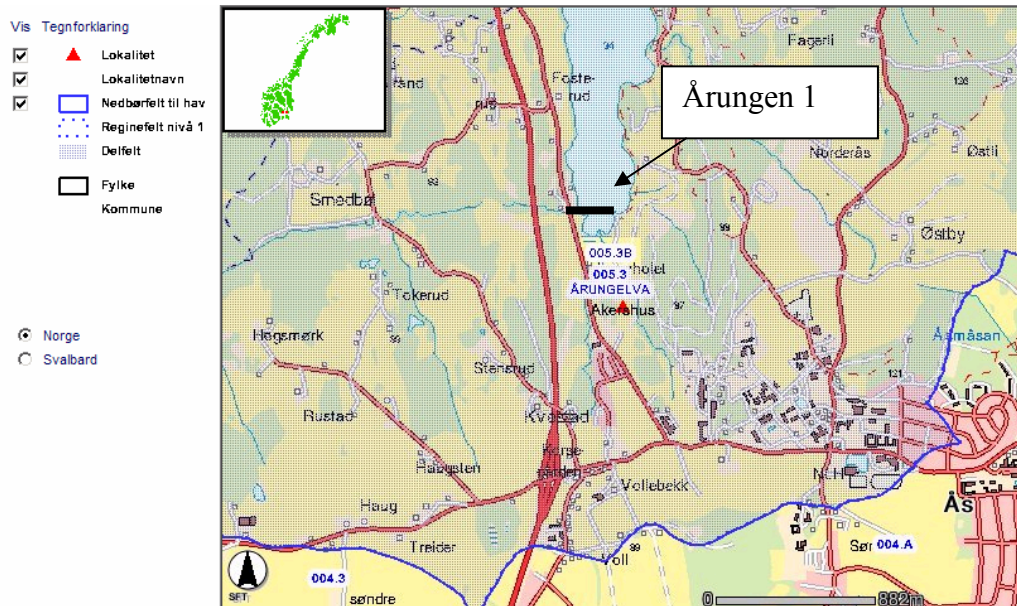
Figur 1. Tidsutvikling av organisk stoff, nitrogen og jern i sigevannet fra Bølstad



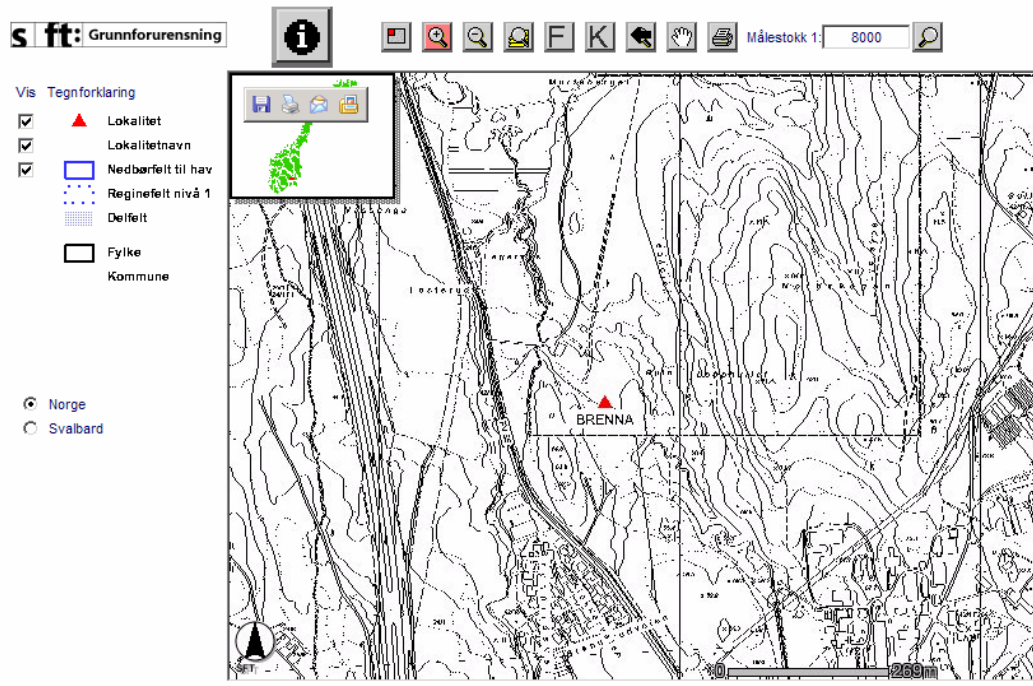
Figur 2. Tidsutvikling av organisk stoff, nitrogen og jern i sigevannet fra Grønmo.

3.1. Deponiet Brenna

Deponiet ligger i Ås kommune sør for Årungen. Deponiet ligger på marin leire like vest for en ravine som går ned mot Årungen.



Bilde 2. Lokalisering av deponiet Brenna i forhold til Årungen. Sort linje angir profil hvor sedimentprøver er tatt.



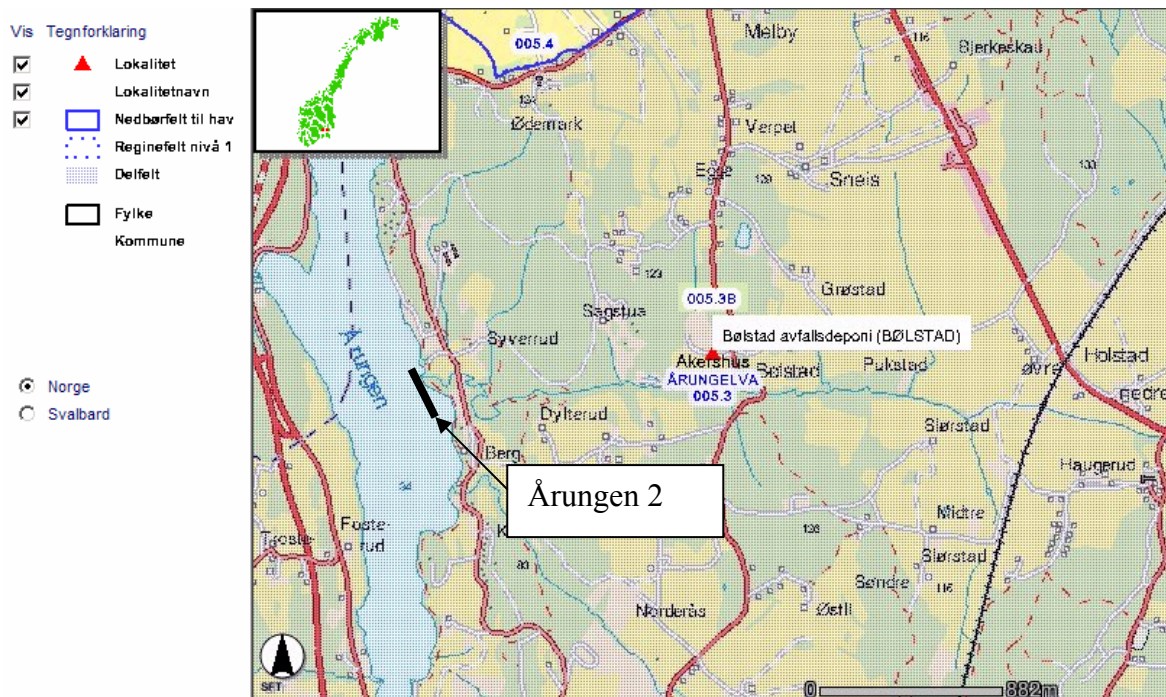
Figur 3. Kart over Brenna-deponiet (SFT, udatert). Rødt triangel markerer deponiet.



Bilde 3. Lokalisering av grunnvannsbrønn, Brenna

Det foreligger ingen informasjon om deponiet ut over mistanke om deponering av metaller, alifatiske- og aromatiske hydrokarboner samt klororganiske forbindelser som PCB og andre.

3.2. Deponiet Bølstad



Figur 4. Kart over Bølstad og Årungen (SFT, udatert). Rødt triangel markerer deponiet, sort linje angir langsmed hvilken trase det ble tatt prøver av sediment (Årungen 1).

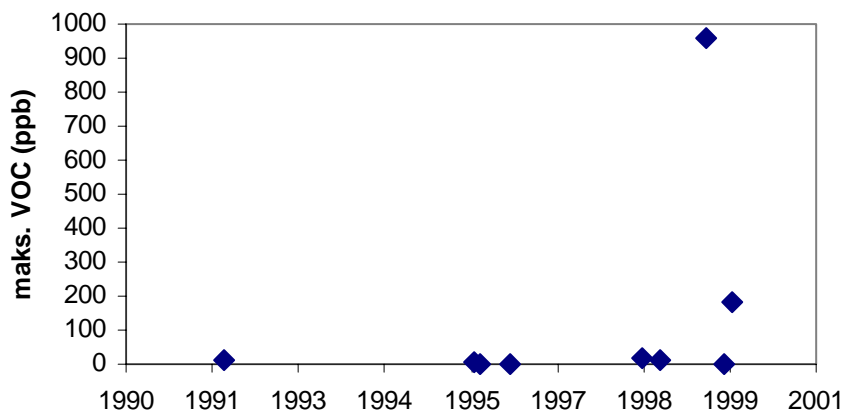


Bilde 4. Prøvetaking sediment Årungen 2.

Bølstad var aktivt som kommunalt deponi i perioden 1962-1997, for ca. 6000 personer, i 35 år. Det dekker ca. 50 dekar, og inneholder om lag 500 000 m³ avfall. Det har mottatt 3500 tonn næringsavfall pr. år, og ca. 10-20 m³ slam. Deponiet mottok farlig avfall frem til 1970.

Sigevannsproduksjonen ligger på ca. 30 000 m³ i året. Alderen på sigevannet tyder ikke på at nedbrytningen i deponiet er langt fremskreden, med en BOF/KOF-kvotepå 0,19.

Konsentrasjonene i sigevannet er forholdsvis lave sammenlignet med sigevann fra aktive deponier, og reduseres relativt hurtig, eksempelvis ser organisk stoff (KOF) på knapt 4 år (figur 1), mens episoder av utslipp av oljeforbindelser ser ut til å kunne forekomme hyppigere nå enn tidligere, se figur 5. Renseanlegget består av en luftedam og sedimenteringsdam. Rensegraden i anlegget tilfredsstiller generelt kravene, med ca. 50 % rensing av organisk stoff, og 80 % for Fe. Renset sigevann slippes ut i Bølstadbekken som munner ut i Årungen hvor sedimentprøvene er tatt.



Figur 5. Funn av organiske miljøgifter (oljeforbindelser) ved Bølstad.

3.3. Deponiet Grønmo

Ved Grønmo er det tatt prøver av sigevann fra innløpskum til luftet lagune. I tillegg er det tatt sedimentprøver i bekken ned mot Gjersrudtjern, samt 2 sedimentprøver fra selve Gjersrudtjern.

Grønmo har vært i drift siden 1969, og har mottatt usortert avfall frem til 1990, og i hovedsak sortert avfall etter dette, og er inndelt i tre hoveddeponier;

Kullebunnmyr, vel 2 millioner m³ usortert husholdnings-, nærings- og industriavfall, foruten slam fra renseanlegg, frem til 1978;

Sørlimosen, ca. 2,7 millioner m³ usortert avfall frem til 1990, med separat deponi for 50 000 tonn hydroksidslam frem til 1993, mellomlager for slam frem til 2002, samt sorteringsanlegg for bygg- og anleggsavfall;

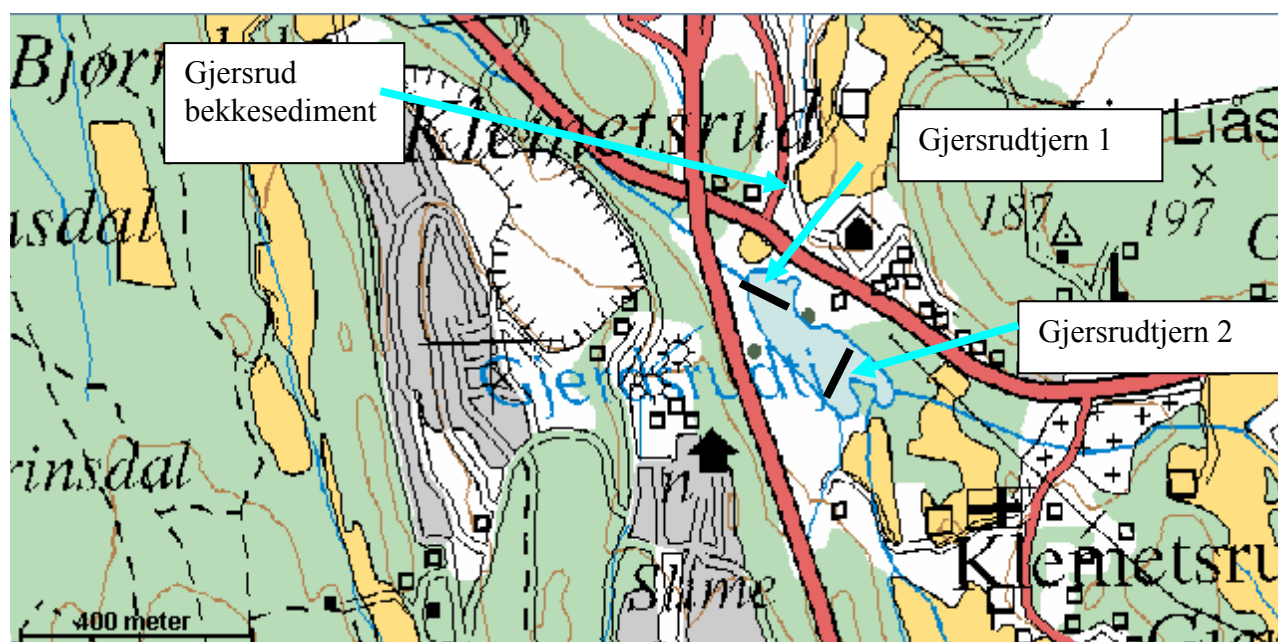
Østre areal, deponi for 45 000 tonn flyveaske frem til 1999, felt A med 0,8 millioner m³ sortert husholdnings- og næringsavfall frem til 2000, 0,3 millioner m³ slagg fra forbrenning frem til 2003, 11 000 tonn asbest frem til 2007, sorteringsplate og sikteanlegg for bunnaske fra forbrenning frem til 2009, felt B med 0,4 millioner m³ sortert husholdnings- og næringsavfall, og 0,1 millioner m³ bunnaske fra forbrenning, frem til 2000.

Følgende tiltak er gjennomført for å redusere mengden farlig avfall; 1984: etablering av mottaksanlegg for bilvrak, 1985: anlegg for mottak av farlig avfall på Brobekk, 1985: forbrenningsanlegg, 1988: eget deponi for flyveaske, 1990: sorteringsplate for metall og trevirke, 1991: anlegg for sikting av bunnaske, 1993: eget deponi for asbest, 1995: utsortering av kuldemøbler og EE-avfall, forbud mot deponering av farlig avfall, 1998: mottaksanlegg for oljeholdig avfall, som behandles og brukes som toppdekke.

Viktige miljøtiltak med betydning for utslipp med sigevannet; 1972: bekk lagt i rør gjennom Kullebunnmyr, 1973: eget renseanlegg for sigevann, slippes ut i bekk, 1980: systematisk prøvetaking av sigevann, 1982 og 1985: avskjærende overvannsledninger, lokalt renseanlegg nedlagt, sigevann til Bekkelaget renseanlegg for kommunalt avløpsvann, 1991: deponigassanlegg, 1998: lokal lufting av sigevannet, 2000: nytt renseanlegg for sigevann.

Sigevannsmengden ved Grønmo er blitt reduert de siste 10 år og var i 2003 nesten 390 000 m³ pr. år. (Mæhlum, 2004). Konsentrasjonene er moderate med KOF på knapt 400 mg/l, BOF på nesten 100 mg/l, og nitrogen ca. 150 mg/l, se figur 2.

Ved Grønmo er det i dette prosjektet tatt prøver av sigevann fra innløpskum til luftet lagune. I tillegg er det tatt sedimentprøver i bekken ned mot Gjersrudtjern, samt 2 sedimentprøver fra selve Gjersrudtjern.



Figur 6. Lokalisering av prøver, Gjersrudtjern.



Bilde 5. Prøvetakingspunkt bekkesediment ved Gjersrudtjern.



Bilde 6. Utløp av bekk mot prøvetakingspunkt Gjersrudtjern 1.



Bilde 7. Gjedde fra Gjersrudtjern.



Bilde 8. Uttak av prøver i Gjedde fra Gjersrudtjern.

4. Resultater og diskusjon

4.1. Analyseresultater

4.2. Generelle parametre

Tabell 6. Glødetap, anslått TOC, fettinnhold i sediment- og fiskeprøver og tørrstoff (TS)^a

Prøvenr	Sted	Glødetap	TOC	Fett	TS
2005-045	Sediment, Gjersrudtjern 1 NV	8,79	5,5		96,7
2005-046	Sediment, Gjersrudtjern 2 SØ	11,6	7,3		95,7
2005-047	Sediment, Gjersrudtjern bekk fra Grønmo	5,23	3,3		97,9
2005-048	Sediment, Årungen 1 Roklubben	5,53	3,5		51,8
2005-049	Sediment, Årungen 2 v. Bølstadbekken	6,37	4,0		82,0
2005-050	Sediment, sigevann Bølstad	24,7	16		90,7
2005-075	Gjedde, lever, Årungen			17,8	35,3
2005-076	Gjedde, filtet, Årungen			0,20	20,0
2005-077	Gjedde, lever, Gjersrudtjern			11,0	29,7
2005-078	Gjedde, filet, Gjersrudtjern			0,35	22,0

^a TOC = 63 % av glødetap (erfaringstall), fettinnhold = % av TS, TS=tørrstoffinnhold

Sigevannssediment fra Bølstad inneholdt mest organisk stoff av sedimentprøvene, ellers varierte innholdet av organisk stoff lite. Sedimentet Årungen 1 hadde høyt vanninnhold sammenlignet med de øvrige sedimentene.

4.3. Organiske miljøgifter

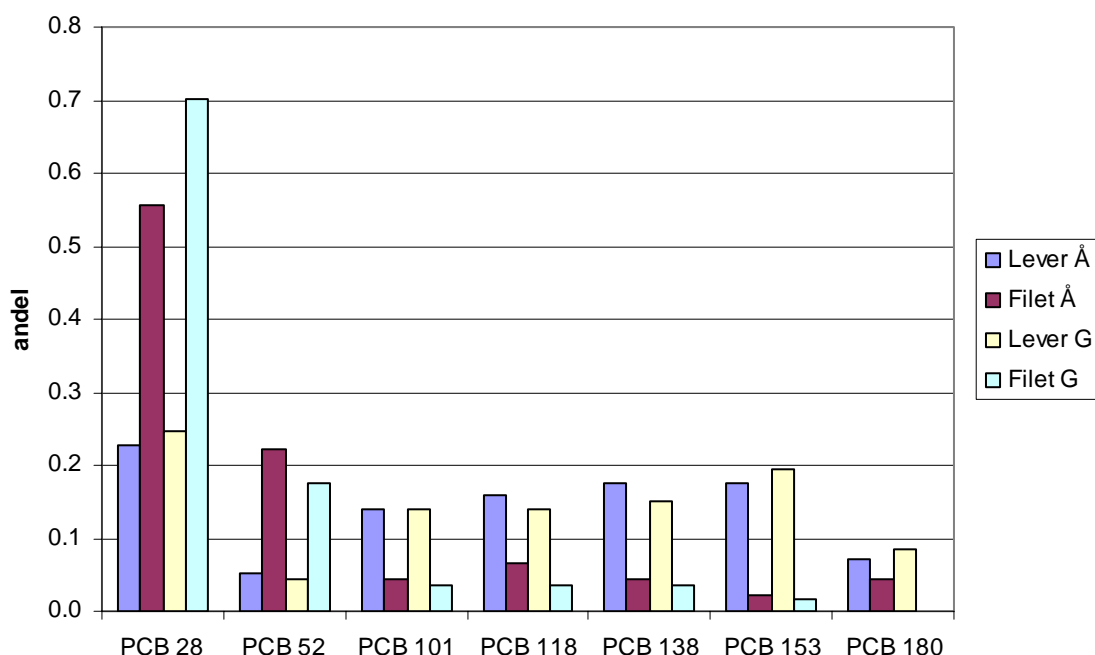
Innholdet av de ulike fraksjoner og isomerer av organiske miljøgifter er gitt i vedlegg 2. Innholdet av kvikksølv, PCB₇ og plantevernmidler er gitt i tabell 7. Vannprøvene inneholdt ingen av stoffene over deteksjonsgrensen. Sedimentene inneholdt ikke rester av plantevernmidler og lave verdier for kvikksølv og PCB. Fiskeprøvenes innhold av kvikksølv ligger lavere enn Mattilsynets grenseverdi for fiskevarer på 500 ng/g våtvekt (Økland, 2005), og faller i klasse utbetydelig forurenset (SFT, 1997) .

Tabell 7. Analyseresultater for kvikksølv, PCB og plantevernmidler i sedimenter (ng/g tørrstoff), vannprøver (µg/l) og fiskeprøver (ng/g våtvekt)

Prøvenr	Sted	Hg	Σ-PCB ^a	Σ-Plantevernmidler ^b
2005-045	Sediment, Gjersrudtjern 1 NV	150	13	<0,02
2005-046	Sediment, Gjersrudtjern 2 SØ	110	9	<0,02
2005-047	Sediment, Gjersrudtjern bekk fra Grønmo	51	2	<0,02
2005-048	Sediment, Årungen 1 Roklubben	220	2	<0,02
2005-049	Sediment, Årungen 2 v. Bølstadbekken	40	<1	<0,02
2005-050	Sediment, sigevann Bølstad	100	30	<0,02
2005-051	Grunnvann, Brenna 2 liter	<0,05	<0,01	<0,02
2005-052	Grunnvann, Bølstad 2 liter	<0,05	<0,01	<0,02
2005-053	Sigevann, Bølstad 1 liter	<0,05	<0,01	<0,02
2005-054	Sigevann, Grønmo 1 liter	<0,05	<0,01	<0,02
2005-075	Gjedde, lever, Årungen	27	570	190
2005-076	Gjedde, filet, Årungen	73	90	50
2005-077	Gjedde, lever, Gjersrudtjern	85	930	20
2005-078	Gjedde, filet, Gjersrudtjern	160	57	40

^aΣPCB = Sum polyklorete bifenyler (28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180).

^bΣPlantevernmidler: DDE-pp. En oversikt over hvilke stoffer som inngår i analysen, og funn av enkeltstoffer er gitt i vedlegg. Deteksjongrensene i M11 varierer vanligvis mellom 0,01-0,05 µg/l. Fargekoding forurensing er; ubetydelig, moderat, sterkt, meget sterkt (SFT, 1997).



Figur 7. Fordeling av PCB (vekt/vekt).

Fraksjoneringen av PCB viser at PCB₂₈ dominerer i fiskeprøvene, særlig i filet, se figur 7.

Tabell 8. Analyseresultater for kvikksølv, PCB og plantevernmidler i fiskeprøver (ng/g lipid)

Prøvenr	Sted	Hg	Σ-PCB ^a	Σ-Plantevernmidler ^b
2005-075	Gjedde, lever, Årungen	152	3 200	3 020
2005-076	Gjedde, filet, Årungen	36 500	45 000	125 000
2005-077	Gjedde, lever, Gjersrudtjern	773	8 450	610
2005-078	Gjedde, filet, Gjersrudtjern	45 714	16 290	51 950

^aΣPCB = Sum polyklorerte bifenyler (28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180).

^bΣPlantevernmidler: DDE-pp.

Innholdet av kvikksølv i fiskeprøvene varierte mellom 27-85 ng/g våtvekt i leverprøvene, og 73-160 ng/g i filetprøvene, med høyeste konsentrasjon i filet fra Gjersrudtjern. Innholdet i norsk ferskvannsfisk i henhold til tidligere målinger viste middelverdier for kvikksølv i ørret, røye, abbor, gjedde og lake i intervallet 70 (røye) - 530 (gjedde; n=13) ng/g (Fjeld et al., 2001). Innholdet av PCB i fiskeprøvene varierte mellom 570-930 ng/g våtvekt i leverprøvene, og 57-90 ng/g i filetprøvene, vesentlig høyere enn tidligere målinger gjengitt i vedlegg 1 (Haarstad & Borch, 2005; Fjeld et al., 2001).

Fiskeprøvene inneholdt rester av DDE på 20 – 190 ng/g våtvekt, på nivå med tidligere funn. Innholdet basert på lipidvekt gitt i tabell 8 blir svært høyt i filetprøvene pga. det lave fettinnholdet.

Nivåene på kvikksølv i sedimenter i Årungen og Gjersrudtjern ligger i nivå 40 – 220 ng/g TS, i nivå med tidligere undersøkelser, gjengitt i vedlegg 1, hvor kvikksølv i Årungen ble målt til 270 ng/g TS (Amundsen, 2003), og i Gjersrudtjern til 120-130 ng/g TS (OVA, 1992).

Konsentrasjonen av PCB i sedimentene varierte mellom <1 til 30 ng/g TS, og er også på linje med tidligere undersøkelser. Det ble ikke funnet rester av plantevernmidler i sedimentene.

Vannprøvene inneholdt ikke målbare rester av kvikksølv, PCB og plantevernmidler.

Tabell 9. Analyseresultater bromerte forbindelser (ng/g TS for sedimenter, ng/l for vannprøver og ng/g våtvekt for fiskeprøver)

Prøvenr	Sted	Σ -PBDE ^a	HBCDD ^b	TBA & PBB ^c
2005-045	Sediment, Gjersrudtjern 1 NV	4,76	3,01	0,08
2005-046	Sediment, Gjersrudtjern 2 SØ	2,90	<0,40	0,07
2005-047	Sediment, Gjersrudtjern bekk fra Grønmo	3,34	4,07	0,05
2005-048	Sediment, Årungen 1 Roklubben	10,4	2,71	<0,03
2005-049	Sediment, Årungen 2 v. Bølstadbekken	0,73	<0,34	<0,03
2005-050	Sediment, sigevann Bølstad	32,8	1,09	0,04
2005-051	Grunnvann, Brenna 2 liter	6,39	0,64	0,03
2005-052	Grunnvann, Bølstad 2 liter	239	0,30	0,06
2005-053	Sigevann, Bølstad 1 liter	2,53	<1,50	<0,04
2005-054	Sigevann, Grønmo 1 liter	5,06	<1,40	<0,03
2005-075	Gjedde, lever, Årungen	31,1	3,88	1,38
2005-076	Gjedde, filet, Årungen	0,22	<0,03	0,05
2005-077	Gjedde, lever, Gjersrudtjern	16,8	2,28	2,18
2005-078	Gjedde, filet, Gjersrudtjern	0,25	0,02	0,05

^a Sum PBDE = total mengde polybromerte difenyletere (28, 47, 49+71, 66, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 196, 206, 209). ^b HBCDD = heksabromsyklododekan (alfa, beta og gamma). ^c TBA = tribromanisol., PBB = polybromerte bifenyler 15 & 153)

Kostholdsrad pga. forurensning av PBDE er vurdert i samband med funn av stoffene i fisk fra Mjøsa, Glomma og Øyeren (Fjeld et al., 2004 & 2005). Funnene, som varierte fra 317 til 9857 ng/g lipidvekt i gjedde, ble imidlertid vurdert som for lave til å utgjøre noen helsefare for

mennesker (Matportalen, udatert a). Nivåene i prøvene av gjedde i denne undersøkelsen, som varierte fra 71-175 ng/g lipidvekt, er lavere enn funn i fisk fra Mjøsa, men høyere enn funn i oppdrettslaks, som ble målt til 1,1 – 4,5 ng/g (Matilsynet, udatert b).

Tabell 10. Analyseresultater bromerte forbindelser (ng/g lipid)

Prøvenr	Sted	Σ -PBDE ^a	HBCDD ^b	TBA & PBB ^c
2005-075	Gjedde, lever, Årungen	175	22	8
2005-076	Gjedde, filtet, Årungen	110	<15	25
2005-077	Gjedde, lever, Gjersrudtjern	152	21	20
2005-078	Gjedde, filet, Gjersrudtjern	71	6	14

^a Sum PBDE = total mengde polybromerte difenyletere (28, 47, 49+71, 66, 77, 85, 99, 100, 119, 138, 153, 154, 183, 196, 206, 209). ^b HBCDD = heksabromsyklododekan (alfa, beta og gamma). TBA = tribromanisol. ^c PBB = polybromert bifenyyl 15 & 153)

Analyseresultatene vist i tabellene 9 og 10 er lave i forhold til verdier målt i gjedde i Årungen og andre lokaliteter i tidligere prosjekter (vedlegg 1). Verdiene for de andre bromerte forbindelsene ser også ut til å være relativt lave og omtrent på nivå med PBDE i abbor i Øyeren, Skinnerflo og Femsjøen og noe lavere enn gjedde fra Glomma, Søre Odal.

Tilsvarende for HBCDD er dette på nivå med ørret fra Hardanger vidda og Losna og innenfor variasjon med Glomma og Haldenvassdraget. Fiskeprøvene hadde mange flere påvisninger av TBA enn PBB, se vedlegg 1.

I Årungen har det i 2004 og 2005 pågått et utfiske av stor gjedde i forbindelse med forsøk på biomanipulerende tiltak i sjøen. Arbeidet ledes fra Inst. for naturforvaltning ved UMB.

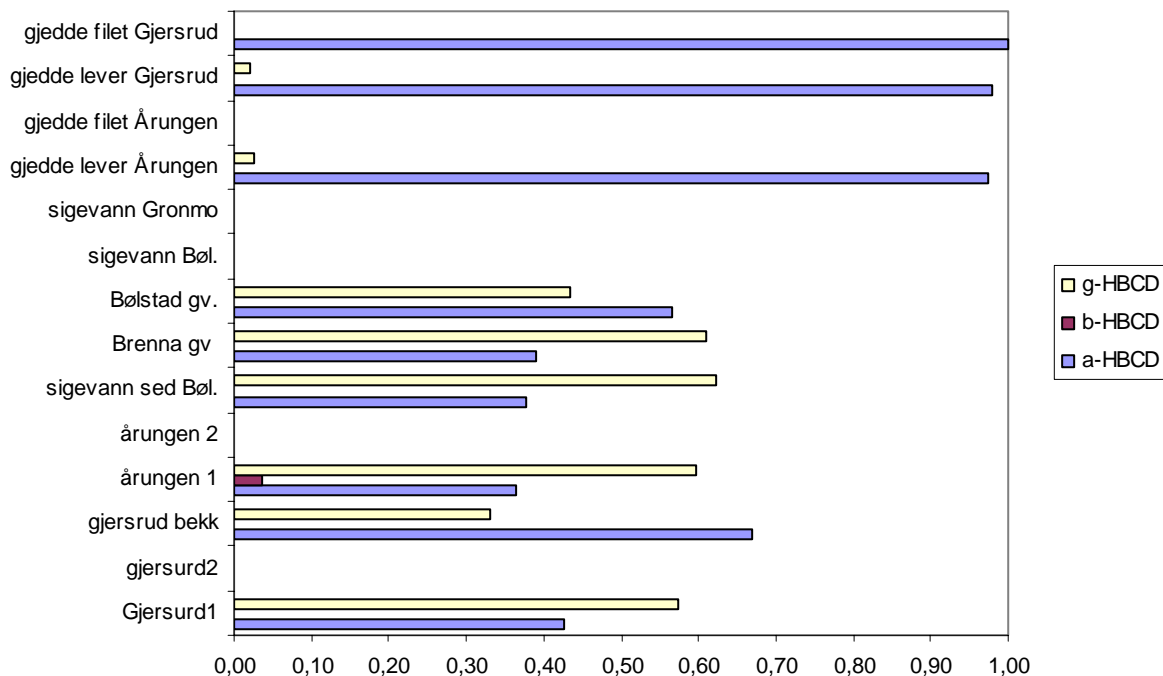
Uttaket har vært betydelig og er gjengitt i tabell 11. En kan anta sannsynligheten er stor for at utfiskingen har gitt en aldersreduksjon i bestanden og derigjennom redusert eksponering for miljøgifter. Dette vil kunne gi reduksjon av innholdet i bioakkumulerende miljøgifter i fisken. Effekten av utfiskingen vil også være at fisk som er 4 kg tatt i denne undersøkelsen vil være yngre enn fisk som er 4 kg tatt i tidligere undersøkelser, fordi større og eldre fisk i stor grad er borte. Veksthastigheten vil ved et slikt utfiske øke. Dette kan forklare forskjeller mellom de ulike undersøkelsene

Tabell 11. Uttak av gjedde i Årungen i 2004 og 2005 (Lundby 2006).

Lengdegruppe cm	År	Bestandsestimat før utfisking	Estimert uttak av bestand
55-64,9	2004	530	40,2%
55-64,9	2005	536	26,7%
65-74,9	2004	334	52,8%
65-74,9	2005	97	56,5%
85-94,9	2004	46	50,4%
85-94,9	2005		Ingen fangst av denne gruppen

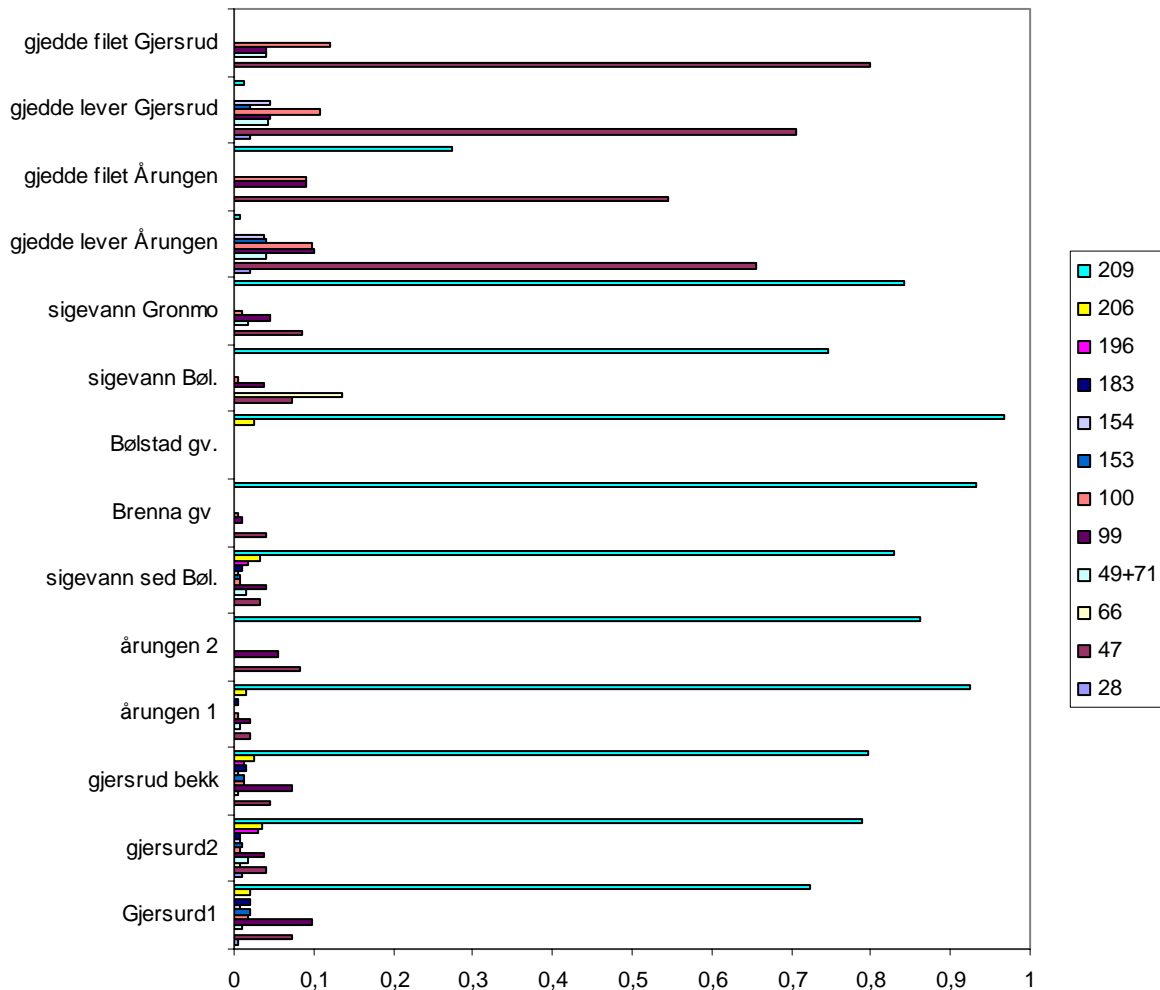
Parallelt med utfiskingen har det vært gjort analyser på flere miljøgifter bl.a. HCB, CHL, heptachlor, DDTs, dieldrin, endrin, aldrin og PCB₁₀. Undersøkelsen viser en nedgang i

innholdet i lever og filet av flere miljøgifter. Denne undersøkelsen analyserer miljøgifter på individnivå, og resultatene viser at den individuelle variasjonen er lavere innen hver lengdegruppe for gjedde sammenlignet med mort (pers.med R. Lundby). Dataene er foreløpig ikke tilgjengelig, men vil bli publisert i løpet av 2006.



Figur 8. Relativ fordeling av HBCDD (a =alfa, b =beta, g =gamma)

Figur 8 viser at prøvene av gjedde var dominert av alfa-HBCDD, mens vann- og sedimentprøvene hadde både alfa- og gamma-HBCDD. Kun sedimentprøve fra Årungen 1 hadde spor av beta-HBCDD. Et høyt innhold av alfa-isomeren av HBCDD i biologiske prøver er også funnet i andre undersøkelser, f eks. Fjeld et al. (2004; 2005).



Figur 9. Relativ fordeling av PBDE.

Figur 9 viser at sedimentprøvene (Gjersrud 1 – sigevannssediment Bølstad) og vannprøvene (Brenna Gv - sigevann Grønmo) er dominert av kongeneren BDE-209 (72-97 %, gjennomsnitt 84 %), mens prøvene av gjedde domineres av forbindelsen BDE-47 (55-71 %, gjennomsnitt 68 %). Penta- og okta-BDE var lite fremtredende i prøvene (<12 %). Tidligere undersøkelser har vist at sediment fra avfallsdeponier og moseprøver er dominert av BDE-209, og at biologiske prøver var dominert av BDE-47, på linje med denne undersøkelsen (Fjeld et al., 2001; Schlabach et al., 2002).

TBA ble funnet i sedimentet fra Gjersrud, i grunnvann, men ikke i sigevannsprøvene, i lave konsentrasjoner. Det ble også gjort funn i gjeddeprøvene, i konsentrasjonene 7 – 25 ng/g lipid. Av bromerte bifenyler (di- og hekso-BB) ble det bare gjort funn av hekso-isomeren i sedimentprøvene og i fiskeprøvene, i lave konsentrasjoner (<0,1 ng/g).

4.4. Organmålinger

Tabell 12 viser gonadesomatisk indeksverdier (GSI) og leversomatisk indeksverdier (LSI) av abbor fra Gjersrudtjern. Meget lave GSI-verdier (under 1) er vanlig hos enkeltindivider hvis de er i dårlig kondisjon og at de derved har ”hvileår”, og ikke utvikler gonadene. Hvis mange individer utvikler gonader, men de har en dårlig utvikling, vil dette kunne være en indikasjon på hormonforstyrrelser (GSI verdier fra 1 – 4, lavere for ♂ enn ♀). Verdiene i Årungen og Gjersrudtjern gir ikke indikasjoner hverken på dårlig kondisjon eller hormonforstyrrelser som påvirker gonadeutviklingen.

Tabell 12. Lengde (cm), vekt (g), gonadesomatisk indeks (GSI) og Leversomatisk indeks (LSI) hos abbor fra Gjersrudtjern, samt fra lokaliteter i Sverige.

Individnr	Lengde	Vekt	Kjønn	GSI	LSI
1	17,40	63,50	Hann	4,72	0,331
2	19,00	83,50	Hunn	8,98	0,275
3	19,50	87,00	Hann	4,02	0,264
4	24,80	199,00	Hunn	8,79	0,151
5	19,20	86,00	Hunn	9,30	0,233
6	18,20	71,50	Hunn	5,59	0,280
7	18,10	72,00	Hunn	7,64	0,278
8	19,70	94,00	Hunn	6,91	0,213
9	19,40	96,00	Hunn	7,81	0,208
10	18,90	80,50	Hann	5,59	0,248
11	19,90	93,00	Hunn	6,45	0,215
12	17,40	68,00	Hunn	5,88	0,294
13	18,00	70,50	Hunn	9,22	0,284
Hann ^a				4,78	0,28
Hunn ^a				7,66	0,24
Tidligere ^b				0,6-2,38	0,55-2,8
Ref. ^c					0,95-1,1
Påvirket ^c					1,0-1,4

^a Gjennomsnitt for hann/hunn-fisk ^b Tidligere = Haarstad & Borch, 2004 ^c Ref. = referansesjøer, Påvirket = sjøer som mottar sigevann, fra Sverige (Åkerblom, 2001)

Målinger av LSI i denne undersøkelsen er lave sammenlignet med tidligere målinger av lever i abbor i Norge og Sverige (0,8 – 1,5 i fire sjøer i Sverige) (Åkerblom 2001). Undersøkelser har vist at det kan være stor variasjon mellom sjøer uten at det er kjent hvorfor (Åkerblom

2001). Ofte observeres endring av leveren hos fisker som lever i områder forurenset av tungt nedbrytbare organiske stoffer f.eks. klorerte organiske stoffer, og hos fisker som i laboratorieforsøk eksponeres for ulike klororganiske forurensinger. Slike endringer kan være resultat av økt fettlagring, glykogenopplagring og/eller stimulert proteinsyntese i levercellene. Det er ikke klarlagt hvilke faktorer som påvirker dette, men det er trolig en følge av miljøgifts-induserte metabolske forstyrrelser. I dette datasettet var det lave LSI verdier i Gjersrudtjern sammenlignet med tidligere undersøkelser (Haarstad & Borch 2004, Åkerblom 2001). Det er ukjent om de lave verdiene er innenfor et normalområde eller indikasjon på metabolsk forstyrrelse.

5. Referanser

- Amundsen, C-E. 2003. Analyser og vurderinger av sediment fra Årungen. Jordforsk-rapport 07/02. Bioforsk, F. A. Dahls v. 20, 1432 Ås, 11 s.
- Carballa, M., Omil, F., Lema, J.M., Llompart, M., Carcia-Jares, C., Rodriguez, I., Gomez, M., Ternes, T. 2004. Behaviour of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant. *Water Research*, 38, 2918-2926.
- EPA, 2006. ECOTOX Database. US Environmental Protection Agency. http://mountain.epa.gov/cgi-bin/ecotox_quick_search
- Fjeld, E. et al. 2004. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter – bromerte flammehemmere, klorerte paraffiner, bisfenol A og triklosan. NIVA-rapport O-23338, Pb. 173 Kjelsås, 0411 Oslo, 106 s.
- Fjeld, E. et al. 2001. Halogenerte organiske miljøgifter og kvikksølv i norsk ferskvannsfisk, 1995-1999. SFT, TA-1813/2001; Niva-rapport 827/01.
- Fjeld, E., Rognereud, S. 2004. Kvikksølv i ferskvannsfisk fra Sør-Norge i 1998-2002, nivåer og tidsmessig utvikling. SFT, TA-2000/2003.
- Fjeld, E. et al. 2005. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. NIVA-rapport 5011-2005, Pb. 173 Kjelsås, 0411 Oslo, 97 s.
- Haarstad, K. Borch, H. 2004. Organiske miljøgifter I fisk nedstrøms avfallsdeponier. Jordforsk-rapport 41/04. 14 s.
- Haarstad, K., Borch, H. 2004. Indications of Hormonally Active Substances in Municipal Solid Waste Leachate: Mobilization and Effect Studies from Sweden and Norway. *J. of Env. Sci. & Health*, A39, 4, 901-913.
- Kolpin, D.W., Furlong, E.T., Meyer, M.T., Thurman, E.M., Zaugg, S.D., Barber, L.B., Buxton, H.T. 2002. Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in US streams, 1999-2000: A national reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.*, 36, 1202-1211.
- Lundby, R. 2006. Bestanden av gjedde (*Esox lucius*) i Årungen; et grunnlag for biomanipulering. Hovedoppgave 2006 M.Sc., Int. for naturforvaltning UMB.
- Mattilsynet, udatert a. <http://matportalen.no/Saker/1057153461.47>
- Mattilsynet, udatert b. <http://matportalen.no/Saker/1083355878.28>
- NGU, upublisert. Prosjekt byjord Oslo. Personlig medelelse fra Toril Haugland
- Oslo vann- og avløpsverk (OVA). 1992. Forurensningsnivået i sediment fra Østensjøvann og Gjersrudtjern. Notat 6 okt. 1992.
- Oslo vann- og avløpsverk (OVA). 20001. Gjersrudtjern. En sammenstilling av resultater fra overvåkingsprogrammet 1980-2000. Rapport 2001-0010, Pb. 4704, 0506 Oslo, s7 s.
- Schlabach, M. et al. 2002. Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte paraffiner. SFT TA 1924, Pb. 8100 Dep., 0032 Oslo, 69 s.
- SFT, 2004. <http://www.sft.no/nyheter/dbafile11285.html>
- Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Rapport Mattilsynet, Pb. 383, 2381 Brummundal, 269 s.
- Åkerblom, L. 2001. Effekter av lakvatten från avfallsdeponier-hur återspeglas miljöpåverkan på fiskens olika organisasjonsnivåer. Rapport 2001:1, Sveriges lantbruksuniversitet, box 7050, 750 07 Uppsala, 51 s.

6. Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- 1 Referansedata
 - 2 Analysebevis og rekvisisjoner
 - a) fra Bioforsk lab
 - b) fra NILU
 - 3 Plantevernmidler som inngår i vann-, sediment- og biologiske prøver (M60, M33 og M11)
-

