

Effekter på, og reetablering av,
bunnfaunaen etter utslipp av forurenset
slukkevann i Aulivassdraget fra brannen
ved Revac AS i juli 2014.
Oppfølging i november 2014



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Effekter på, og reetablering av, bunnfaunaen etter utslipp av forurenset slukkevann i Aulivassdraget fra brannen ved Revac AS i juli 2014. Oppfølging i november 2014.	Løpenr. (for bestilling) 6801-2015	Dato 17.02.2015
	Prosjektnr. Undernr. 14277	Sider Pris 16
Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Biologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

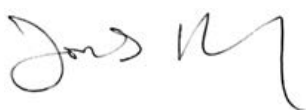
Oppdragsgiver(e) Revac AS	Oppdragsreferanse Jørn Svinsholt
------------------------------	-------------------------------------

Sammendrag

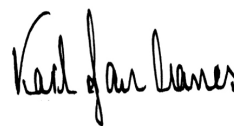
En brann i et utendørs lager av plast iblandet fraksjoner av elektronikkavfall ved gjenvinningsbedriften til Revac AS i Vestfold 21. juli 2014 førte til utslipp av forurenset vann brukt i forbindelse med slukkingen av brannen til Aulivassdraget. Utslipet førte til fiskedød. Etter ulykken fikk NIVA i oppdrag å utrede konsekvensene brannen hadde på akvatisk miljø. Resultatene fra denne første omgangen med prøvetaking og analyser er presentert i Fjeld et al. (2014). Bunndyrprøver ble da tatt 13. august, noe tidligere enn anbefalt i overvåkingsveilederen 02:2009 (Direktoratsgruppen, 2010). Resultatene viste at bunndyrsamfunnene var hardt påvirket og sterkt reduserte nedstrøms utslippet.

For å følge opp utviklingen i bunndyrsamfunnene etter utslippet, og for å få mer representative bunndyr-prøver, ble nye prøver tatt den 26. november 2014. Resultatene fra disse viser at bunndyrsamfunnene har begynt å restituere seg etter utslippet. Men, ut fra en sammenlikning med forholdene på referansestasjonene, var den økologiske tilstanden nedstrøms utslippet fortsatt dårligere enn forventet. Dette gjaldt spesielt for stasjon F, i nedre deler av Merkedamsvassdraget, som fortsatt i november var betydelig mer påvirket enn stasjon C og D, nedstrøms utslippet i Bjunebekken. Nedre deler av vassdraget er imidlertid påvirket av flere andre forurensningskilder som blant annet bidrar med en høy belastning av organisk materiale. Dette kan bidra til å opprettholde en lav økologisk status ved stasjon F.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Bunndyr	1. Macroinvertebrates
2. Ferskvann	2. Freshwater
3. Forurensing	3. Pollution
4. Restituering	4. Recovery



Prosjektleder
Jonas Persson



Forskningsleder
Karl Jan Aanes

Forord

Mandag 21. juli 2014 begynte det å brenne i et utendørs lager av plast iblandet fraksjoner av EE-avfall på gjenvinningsbedriften Revac AS på Linnestad industriområde i Vestfold. Det forurensede slukkevannet rant ut i Aulivassdraget og førte til omfattende fiskedød. I et møte med miljøvernavdelingen og bedriften fikk NIVA i oppdrag å utrede konsekvensene av brannen på akvatisk miljø. Oppdragsgiver var bedriften, Revac AS.

Eirik Fjeld var prosjektleder og prosjektet hadde ni prosjektmedarbeidere med ansvar for ulike aspekter av de oppfølgende undersøkelsene. I Fjeld et al. (2014) presenteres resultatene fra undersøkelsen. I denne rapporten presenteres resultatene fra en oppfølgende undersøkelse av bunndyrsamfunnene i resipienten.

Karl Jan Aanes har kvalitetssikret rapporten og kommet med verdifulle kommentarer. Eirik Fjeld og Tor Erik Eriksen har bidratt under rapporteringen

Oslo, 17. februar 2015

Jonas Persson

Innhold

Sammendrag	5
Summary	5
1. Bakgrunn	6
2. Introduksjon bunndyr	6
3. Metodikk	7
4. Resultat	10
5. Konklusjon og diskusjon	11
6. Referanser	16

Sammendrag

En brann i et utendørs lager av plast iblandet fraksjoner av elektronikkavfall ved gjenvinningsbedriften til Revac AS i Vestfold 21. juli 2014 førte til utslipp av forurenset vann brukt i forbindelse med slukkingen av brannen til Aulivassdraget. Utslipet førte til fiskedød. Etter ulykken fikk NIVA i oppdrag å utrede konsekvensene brannen hadde på akvatisk miljø. Resultatene fra denne første omgangen med prøvetaking og analyser er presentert i Fjeld et al. (2014). Bunn dyrprøver ble da tatt 13. august, noe tidligere enn anbefalt i overvåkingsveilederen 02:2009 (Direktoratsgruppen, 2010). Resultatene viste at bunndyr samfunnene var hardt påvirket og sterkt reduserte nedstrøms utslippet.

For å følge opp utviklingen i bunndyr samfunnene etter utslippet, og for å få mer representative bunndyrprøver, ble nye prøver tatt den 26. november 2014. Resultatene fra disse viser at bunndyr samfunnene har begynt å restituere seg etter utslippet. Men, ut fra en sammenlikning med forholdene på referanse stasjonene, var den økologiske tilstanden nedstrøms utslippet fortsatt dårligere enn forventet. Dette gjaldt spesielt for stasjon F, i nedre deler av Merkedamsvassdraget, som fortsatt i november var betydelig mer påvirket enn stasjon C og D, nedstrøms utslippet i Bjunebekken. Nedre deler av vassdraget er imidlertid påvirket av flere andre forureningskilder som blant annet bidrar med en høy belastning av organisk materiale. Dette kan bidra til å opprettholde en lav økologisk status ved stasjon F.

Summary

Title: Effects on, and recovery of, macroinvertebrates after a discharge of polluted quench water in the Auli river system after the fire at Revac AS in July 2014 – a follow up in November 2014

Year: 2015

Author: Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6536-1

A fire in an outdoor storage of plastics mixed with electronic components at the recycling plant company of Revac AS in Vestfold on July 24th 2014 led to discharge of polluted quench water into the Auli river system – with a following episode of fish death. After the accident NIVA got the assignment to assess the consequences of the discharge on the aquatic environment. The results from this first round of sampling are presented in Fjeld et al. (2014). The samples of macroinvertebrates were then taken on August 13th, which is considerable earlier than recommended by the national guidance document (Overvåkingsveilederen 02:2009; Direktoratgruppen, 2010). The results showed that the invertebrate communities downstream the discharge were strongly affected and much reduced.

To follow up on the development of the macroinvertebrate communities after the discharge, and to get more representative samples, more samples were taken in a second sampling round on November 26th 2014. The results from these November samples show that the macroinvertebrate communities have begun to recover after the discharge. But, when compared to the reference stations, the ecological status still appear to be worse than expected. Especially station F, in the lower parts of the water course Merkedamsvassdraget, does not seem to be more negatively affected than stations C and D closer to the discharge in the stream Bjunebekken. However, the lower section of the water course is affected by other sources of pollution that, among other things, contribute a high load of organic material. This could contribute to a low ecological status at station F.

1. Bakgrunn

En brann i et utendørs lager av plast iblandet fraksjoner av elektronikkavfall ved gjenvinningsbedriften til Revac AS i Vestfold 21. juli 2014 førte til utslipp av forurenset slukkevann i Aulivassdraget – med påfølgende episode av fiskedød. Etter ulykken fikk NIVA i oppdrag å utrede konsekvensene brannen hadde på akvatisk miljø. Resultatene fra denne første omgang med prøvetaking og analyser presenteres i Fjeld et al. (2014).

Bunndyrprøver ble den gangen tatt 13. august, hvilket er tidligere enn anbefalt i overvåkingsveilederen 02:2009 (Direktoratsgruppen, 2010). For å følge opp utviklingen i bunndyrsamfunnene etter utslippet, og for å få mer representative bunndyrprøver ihht vannforskriften, ble prøver også tatt noe senere den 26. november 2014. Resultatene fra disse prøvene presenteres i denne rapporten.

2. Introduksjon bunndyr

Vannlevende organismer er gjennom en lang utviklingshistorie tilpasset miljøene de i dag lever i, og fysiske-kjemiske endringer på en lokalitet kan spores i bunndyrsamfunnets sammensetning og undersøkelser av bunndyrsamfunnet på en lokalitet gir oss viktig informasjon om vassdragets helsetilstand. Følsomme bunndyrarter og -slekter tåler ikke store endringer i miljøet før det gir seg utslag i deres tilstedeværelse på en lokalitet. Disse organismene anses å være indikatorer (varslere) fordi de ville bli eliminert eller tvunget til å «flytte» hvis de ble utsatt for ugunstige forhold ut over deres ofte smale toleransegrense. De kan sammenlignes med kanarifuglene som gruvearbeideren tok med ned i graven – fuglenes negative reaksjoner på et senket oksygeninnhold var en advarsel for gruvearbeidene om at noe var feil. På samme måte bruker vi i dag biologiske indikatorer i vassdragsovervåking ved å sammenligne det vi forventer å finne i et ideelt, sunt, økosystem med eventuelt fravær av arter/taksa eller reduserte antall av organismer i potensielt påvirkede områder. Denne informasjonen gir varseltegn og nyttig informasjon om miljøtilstanden i våre vannressurser.

Bruken av biologiske variabler til å undersøke miljøtilstander kalles biologisk vurdering. I motsetning til følsomme organismer tilpasser tolerante arter seg lettere til endringer i vann- eller habitatkvalitet, og antallet av organismer med et stort toleransespekter for den aktuelle påvirkningen kan noen ganger øke dramatisk mens de mer følsomme forsvinner. Biologisk vurdering er basert på tilstedeværelsen eller fraværet av forventede taksa, andelen følsomme eller tolerante organismer, mangfold og antall. Bunndyr er svært egnede som indikatorer på vannkvalitet av mange grunner: de er stedefne og beveger seg ikke noe særlig, og det finnes mange arter som representerer et bredt spekter av følsomhet for endringer i det akvatiske miljøet. De har et langt livsløp, og de sitter som små sensorer ute i vassdraget og overvåker vannkvaliteten og integrerer en samlet påvirkning.

Bunndyr har i lang tid vært anvendt til å vurdere vannkvalitet og forurensningstilstand i vassdrag (Aanes og Bækken 1989). Denne gruppen av smådyr er et viktig næringsgrunnlag for fisken og mye av den fuglefaunaen vi finner langs vassdragene våre. Ytre påvirkninger, som for eksempel store tilførsler av uorganisk finpartikulært materiale, organiske forbindelser, næringsalter og giftige forbindelser, vil kunne endre bunndyrsamfunnenes oppbygning. Ofte får vi et samfunn med en lavere diversitet (mindre variasjon/mindre mangfold) dominert av én eller noen få dyregrupper som ofte har fått økt tetthet.

3. Metodikk

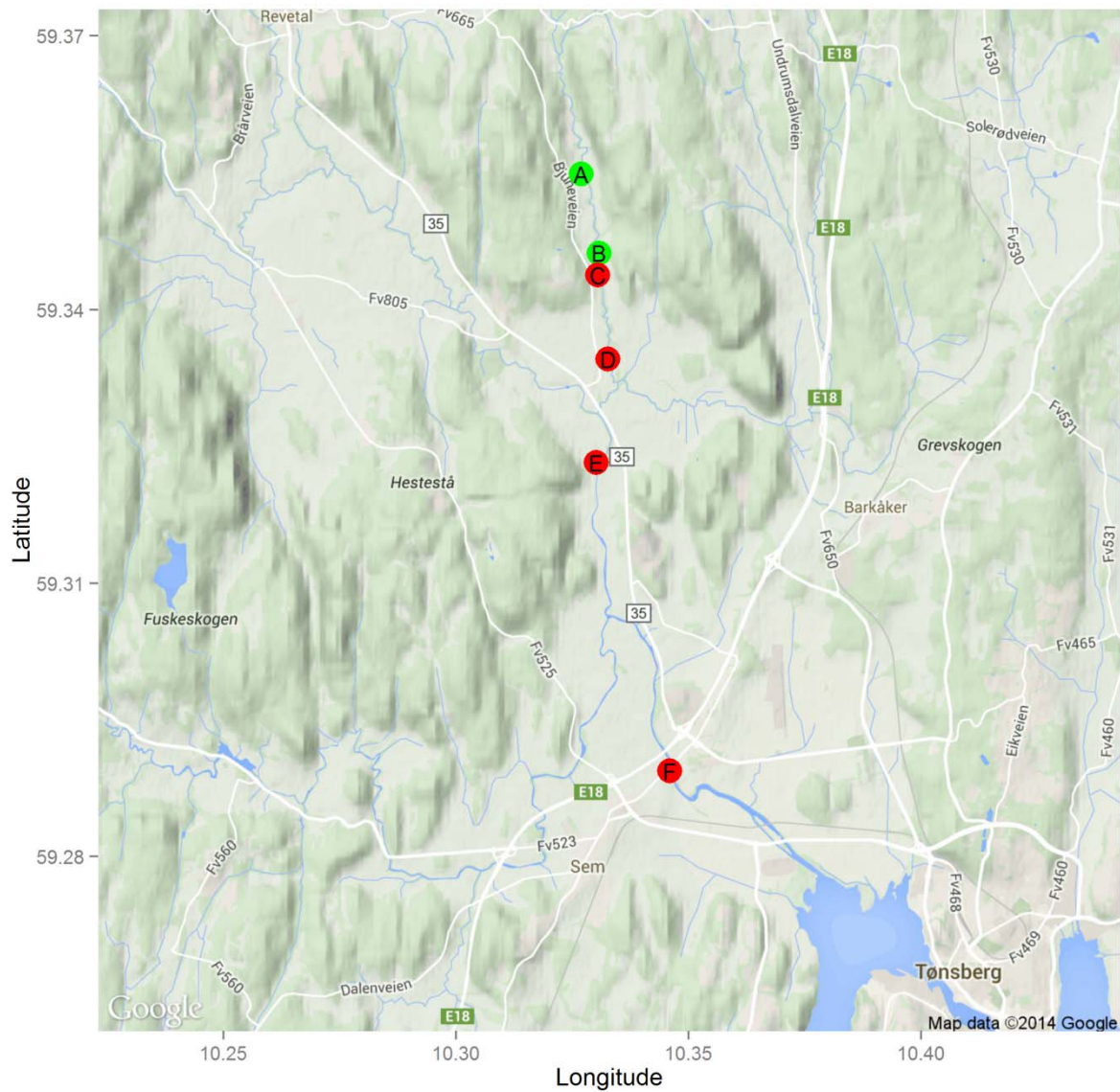
Den 13.8.2014 og 26.11.2014 samlet NIVA inn prøver av bunndyr i 6 elvelokaliteter i Aulivassdraget – to oppstrøms og fire nedstrøms utslippet. Feltarbeidet ble utført av Jonas Persson fra NIVA.

NIVAs innsamlingsmetode for bunndyr er i henhold til den reviderte Veilederen for Vanndirektivet 02:2013 (Direktoratsgruppen, 2013), der det ved innsamling av bunndyrmateriale anbefales bruk av en såkalt sparkemetode (NS-EN ISO 10870:2012). Det anvendes en håndholdt håv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnsstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirket materiale føres inn i håven. Det tas 9 delprøver fra stasjonen, hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Når tre slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt og disse samles så i ett glass og utgjør prøven fra stasjonen. Bunndyrtettheter som senere er gitt i rapporten refererer altså til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter. Prøvene blir tatt i strykpartier når det er mulig, da klassegrensene i vurderingssystemet ikke er tilpasset sakteflytende elver. Prøvene blir konservert i felt med etanol. Bunndyrmaterialet blir så talt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået varier, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), de såkalte EPT-taksa, blir så langt det er mulig identifisert til art/slekt. Gruppen EPT inneholder mange taksa som er følsomme for forurensning og bidrar med relativt høye verdier i vurderingssystemet.

Vurdering av forurensningsbelastning og økologisk tilstand baseres på indeksen ASPT (Average Score Per Taxon; Armitage et al. 1983). Denne indeksen gir gjennomsnittlig forurensningstoleranse for familiene i bunndyrsamfunnet og anvendes som vurderingssystem i Vanndirektivet. For ASPT gjelder at forholdet mellom målt verdi og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). Indeksverdiene kan også regnes om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) for enklere sammenligning med andre indekser og andre europeiske land. ASPT-indeksen har vært gjennom en interkalibreringsprosess; det vil si at grensene mellom de økologiske tilstandsklassene tilsvarer grensene hos andre nord-europeiske land. Alle klassegrenser for økologisk tilstand er i henhold til Vanndirektivet.

Når det gjelder belastning knyttet til organisk materiale og næringssalter så vil dette i en bekk som er forsuret gi det resultat at taksa som skårer lavt for ASPT (bl.a. snegler og igler som indikerer organisk belastning) forsvinner, mens de gruppene som skårer høyt (f.eks. steinfluer) blir igjen. Dette gjør at økologisk tilstand basert på ASPT blir kunstig høy og misvisende under slike forhold. I kalkfattige områder er det derfor viktig at man i tillegg til ASPT vurderer effekten av forsuring, og dette vil her bli gjort ved å benytte Raddum 2-indeksen for bunndyr.

Bunndyr skal i henhold til overvåkingsveilederen 02:2009 (Direktoratsgruppen, 2010) prøvetas på våren i april/mai, eller på høsten i oktober/november da en stabil situasjon er etablert og de tilstedeværende bunndyrene er tilstrekkelig store for sikker identifisering. Identifiseringen og tellingen av bunndyrene i denne rapporten gjordes av Jonas Persson (NIVA).



Figur 1. Kart over prøvetakingslokalitetene for bunndyr. Referansestasjoner er markert med grønn farge og stasjoner nedstrøms utslippet med rød farge. Produsert med ggmap (Kahle & Wickham 2013) i R (R Core Team 2014, versjon 3.1.1) på Google maps©.

Tabell 1. Koordinater for prøvetakingslokalitetene.

Stasjon	Lengdegrad	Breddegrad
A (referanse)	10.32688	59.35485
B (referanse)	10.33072	59.34621
C	10.33045	59.34378
D	10.33269	59.33456
E	10.33013	59.32322
F	10.34598	59.28939



Figur 2. Fotografier fra stasjonene ved prøvetakingen i november 2014. (Foto: J. Persson)

Tabell 2. Bunnssubstratets sammensetning ved lokalitetene. Verdiene er estimert av prøvetaker.

Stasjon	Blokk	Stor stein	Mellomstor stein	Små stein	Grus	Sand	Silt
A (referanse)	20 %	25 %	25 %	10 %	10 %	10 %	
B (referanse)				15 %	30 %	40 %	15 %
C				10 %	20 %	40 %	30 %
D	10 %	30 %	20 %	20 %	10 %	10 %	
E	20 %	20 %	20 %	10 %			30 %
F	30 %	30 %		15 %	25 %		

4. Resultat

Det var ikke mulig å ta prøver fra stasjon E i november på grunn av høy vannføring. Det var relativt roligflytende vann og fint bunnssubstrat på stasjon C, D og E. Med hensyn til substratet på lokalitetene (Tabell 2) var forholdene på stasjon A beste som referanse for D og F da disse tre domineres av mellomstor eller større stein. Referansestasjon B var mest lik stasjonene C og E, som har relativt mye sand og silt i bunnssubstratet.

Resultat fra august 2014

ASPT/ EQR verdiene var ikke egnet i dette tilfellet da prøvene ikke er tatt på rett tidspunkt mht årstid. Utslippet tilknyttet brannen på REVAC AS hadde vist at bunndyrprøvene fra august hadde en tydelig, negativ, effekt på bunndyrsamfunnet på de fire stasjonene som ligger nedstrøms utslippet. Antall EPT taksa var merkbart høyere på de to referansestasjonene enn de stasjoner som ligger nedstrøms utslippet (Figur 1, 4). I august, tre uker etter utslippet, var alle EPT-taksa (dyregruppene døgn-, stein- og vårfluer) helt fraværende fra de påvirkede lokalitetene med unntak av en eneste steinflue på stasjon D og E. Disse to steinfluene hadde mest sannsynlig blitt transportert hit med vannet fra oppstrøms liggende upåvirkede lokaliteter.

Fjærmygglarver og fåbørstemark var dominerende på de fleste lokalitetene, dette er en naturlig og vanlig forekommende situasjon. Dette er dyregrupper som lever nede i bunnssubstratet og kan ha blitt beskyttet noe og derved hatt økt overlevelse. Tre uker er tilstrekkelig tid til at flere av artene skulle ha kunnet øke i mengde og/eller rekolonisert de påvirkede stasjonene etter utslippet. Men dette var altså ikke tilfelle for EPT-taksene som fortsatt var fraværende.

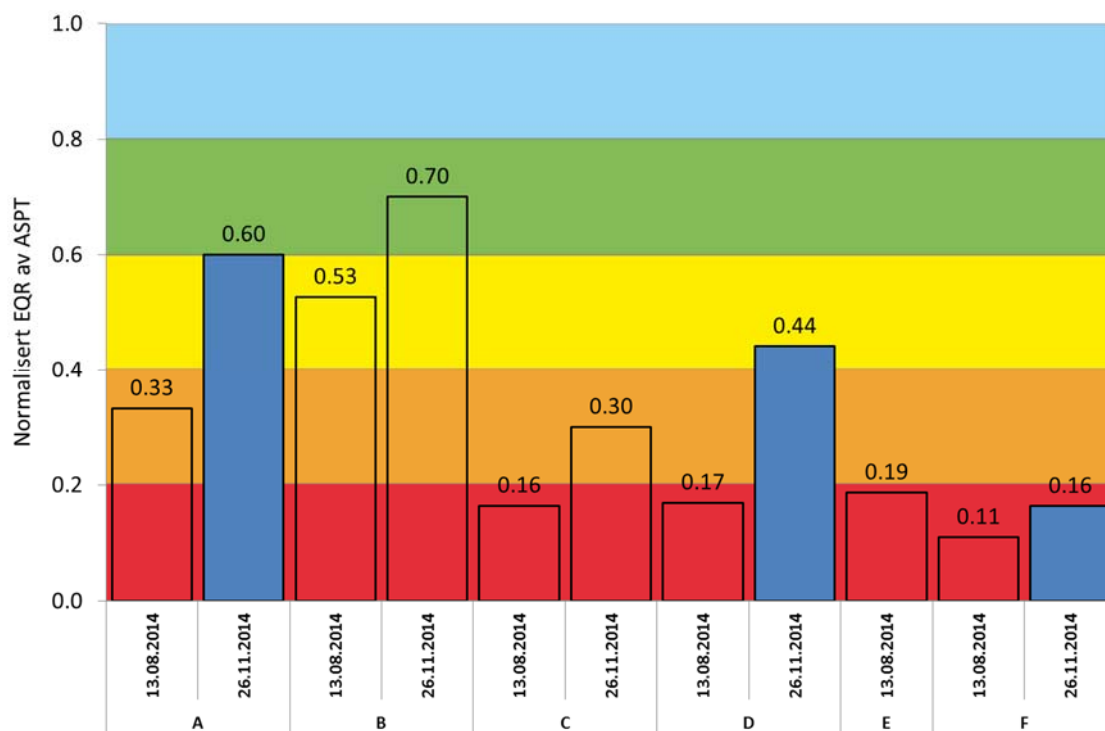
Resultat fra november 2014

Raddum 2's forsuringindeks påviste ikke noen problemer med forsuring i november, alle hadde indeksverdier på over 1,5 som motsvarer svært god tilstand. Bunnssubstratet ved stasjonene B og C var dominert av sand og silt (Tabell 2), noe som gjør at en normalisert EQR fra disse er usikre. Men tross dette antyder nEQR at den økologiske statusen har økt på alle stasjonene fra prøvetakingen i august 2014 (Fig 3). De relativt pålitelige verdiene fra november for stasjon D og F antyder henholdsvis moderat og svært dårlig økologisk tilstand (Fig 3). EPT-taksa, som var fraværende i august, er igjen til stede i november (Fig 4). Dette er et godt tegn på at tilstanden har blitt bedre. At bunndyrsamfunnene fortsatt domineres av fjærmygglarver og fåbørstemark (Fig 5, tabell 4) er en normal situasjon i denne type lokaliteter.

5. Konklusjon og diskusjon

Resultatene fra november 2014 viser at bunndyrsamfunnene har begynt å restituere seg etter utslippet den 21. juli samme år. Men, ut fra en sammenlikning med bunnfaunaen på referansestasjonene, var den økologiske tilstanden nedstrøms utslippet fortsatt dårligere enn forventet. Dette gjaldt spesielt for stasjon F, i nedre deler av Merkedamsvassdraget, som fortsatt var betydelig mer påvirket enn stasjon C og D, nedstrøms utslippet i Bjunebekken.

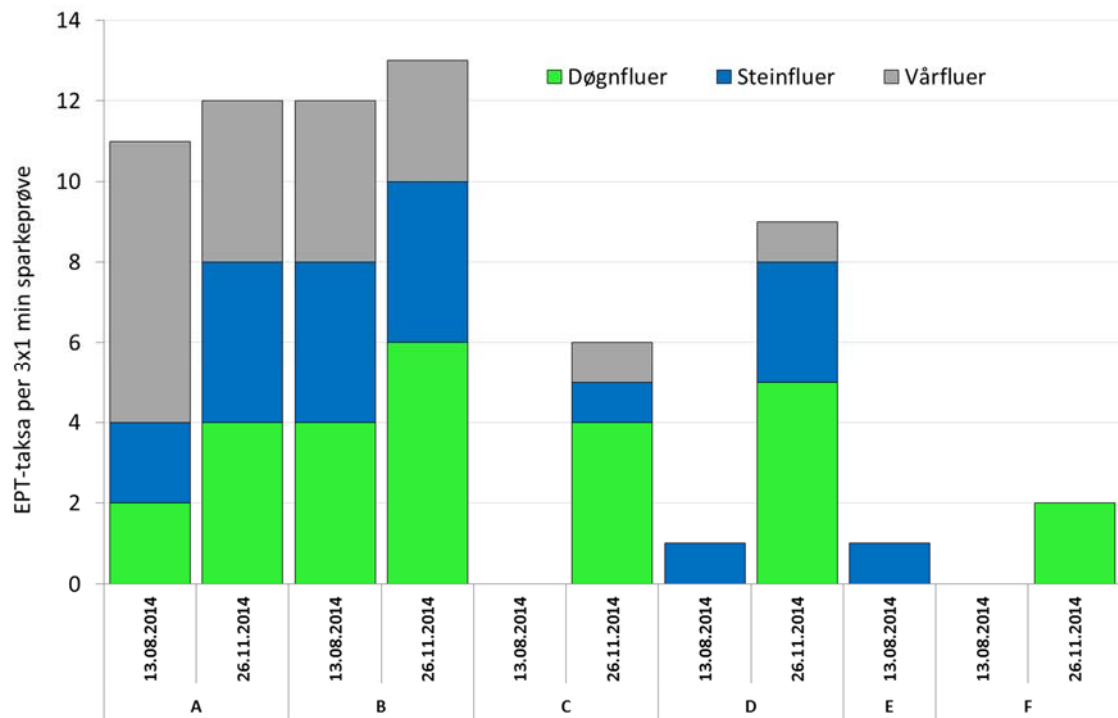
Fjeld et al. (2014) som analyserte begroingsprøver fra tilsvarende stasjoner konkluderte at «begroingssamfunnene bærer ellers preg av eutrofiering og en høy organisk belastning, særlig i Aulielvas nedre områder, noe som ikke kan relateres til utslippene etter brannen ved Revac AS.» Den dårlige tilstanden vi registrer i bunndyrsamfunnet på stasjon F kan derfor nå i større grad være forårsaket av andre påvirkninger enn utslippet fra Revac AS.



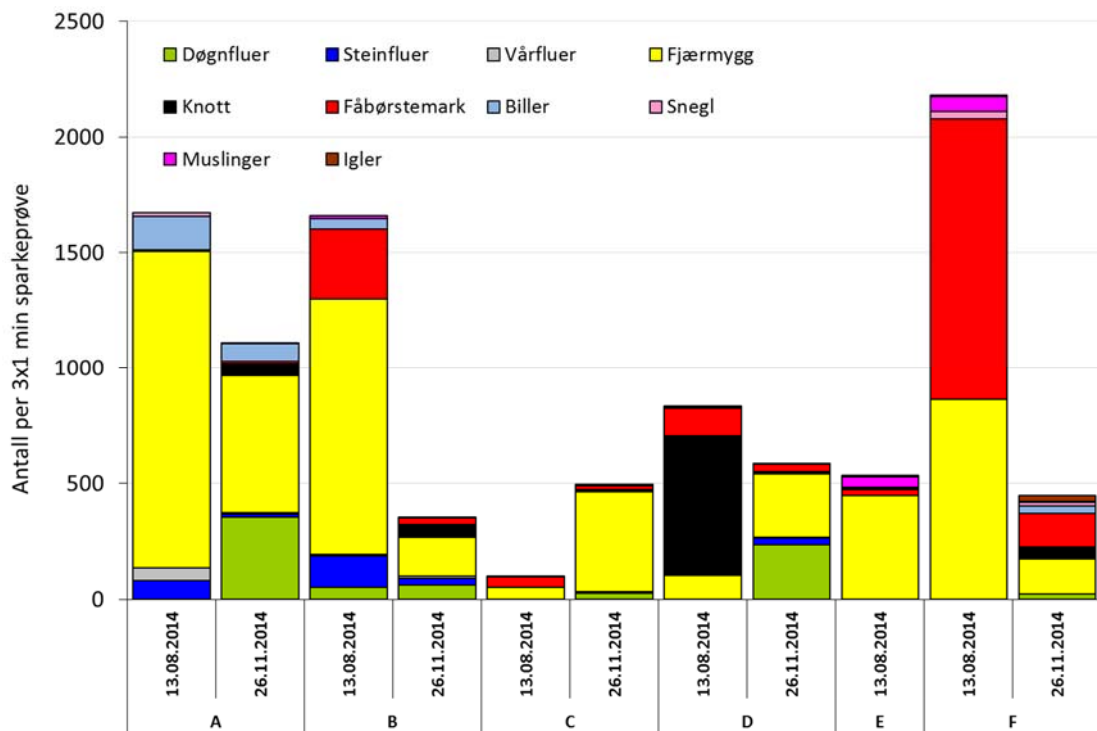
Figur 3. Økologisk tilstand (normalisert EQR av ASPT). nEQR basert på prøvene fra august kan være misvisende og vises uten fyll i søylene i figuren. Også for stasjon B og C i november er søylene uten fyll, da bunnsubstratet her var dominert av sand og silt, noe som gir en usikker nEQR.

Tabell 3. Generelle normative definisjoner for de økologiske tilstandsklassene. (Tabell 3-1 i Revidert klassifiseringsveileder (Direktoratsgruppen 2013)).

Tilstandsklasse	Normativ definisjon
Svært god	Det er ingen, eller bare ubetydelige, menneskeskapte endringer i verdiene for fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementer for den aktuelle typen overflatevannforekomst i forhold til dem som normalt forbindes med denne typen under uberørte forhold. Verdiene for biologiske kvalitetselementer for overflatevannforekomsten tilsvarer dem som normalt forbindes med denne typen under uberørte forhold, og viser ingen, eller ubetydelige, tegn på endring. Det dreier seg om typespesifikke forhold og samfunn.
God	Verdiene for biologiske kvalitetselementer for den aktuelle typen overflatevannforekomst viser nivåer som er svakt endret som følge av menneskelig virksomhet, men avviker bare litt fra dem som normalt forbindes med denne typen overflatevannforekomst under uberørte forhold. De fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementene når ikke nivåer som er utenfor intervallet som er fastsatt for å sikre at det typespesifikke økosystemet fungerer, og for at verdiene angitt for god tilstand for de biologiske kvalitetselementene oppnås.
Moderat	Verdiene for biologiske kvalitetselementer for den aktuelle typen overflatevannforekomst avviker moderat fra dem som normalt forbindes med denne typen overflatevannforekomst under uberørte forhold. Verdiene viser moderate tegn på endring som følge av menneskelig virksomhet og er vesentlig mer endret enn under forholdene for god tilstand. Forholdene for de fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementene er slik at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt for moderat tilstand kan oppnås.
Dårlig	Verdiene for biologiske kvalitetselementer for den aktuelle typen vannforekomst viser tegn på omfattende endringer, og avviker vesentlig fra det som normalt forbindes med typen overflatevannforekomst under uberørte forhold.
Svært dårlig	Verdiene for biologiske kvalitetselementer for den aktuelle typen vannforekomst viser tegn på alvorlige endringer, og store deler av de relevante biologiske samfunnene som normalt forbindes med typen overflatevannforekomst under uberørte forhold er fraværende.



Figur 4. Antall EPT-taksa på stasjonene



Figur 5. Bunndyrsamfunnets sammensetning

Tabell 4. Sammensetningen av bunndyrsamfunnene.

		A		B		C		D		E		F	
		13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014
Amphipoda	<i>Gammaridae gen. Sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Aranea	<i>Argyroneta aquatica</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	<i>Sphaeriidae gen. Sp.</i>	0	0	14	0	0	1	0	0	44	64	2	
Coleoptera	<i>Dytiscidae gen. Sp. lv.</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	<i>Elmidae gen. Sp. lv.</i>	48	0	22	0	0	1	1	0	0	0	0	30
Coleoptera	<i>Elmis aenea ad.</i>	6	30	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Coleoptera	<i>Elmis aenea lv.</i>	60	28	8	1	1	0	2	0	3	0	0	3
Coleoptera	<i>Hydraena sp. ad.</i>	18	18	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Coleoptera	<i>Limnius volckmari Ad</i>	12	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. Sp.</i>	120	1	34	10	51	20	30	3	104	4	3	
Diptera	<i>Chironomidae gen. Sp.</i>	1368	592	1104	168	51	432	104	272	448	864	152	
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>	0	1	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Diptera	<i>Limoniidae gen. Sp.</i>	6	0	160	22	0	8	1	10	0	0	0	0
Diptera	<i>Muscidae gen. Sp.</i>	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	<i>Psychodidae gen. Sp.</i>	3	8	0	1	12	2	0	3	6	0	0	5
Diptera	<i>Simuliidae gen. Sp.</i>	0	54	0	56	1	8	600	12	0	0	0	50
Diptera	<i>Tabanidae gen. Sp.</i>	0	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	<i>Tipulidae gen. Sp.</i>	12	0	40	0	5	1	1	0	6	0	0	1
Ephemeroptera	<i>Baetis muticus</i>	0	14	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Baetis niger</i>	0	8	0	6	0	3	0	14	0	0	0	2
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>	1	304	8	48	0	22	0	188	0	0	0	22
Ephemeroptera	<i>Baetis sp.</i>	1	30	38	0	0	2	0	18	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>	0	0	0	3	0	1	0	10	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Ephemera danica</i>	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae gen. Sp.</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Gastropoda	<i>Lymnaeidae gen. Sp.</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	14
Gastropoda	<i>Planorbidae gen. Sp.</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	<i>Radix sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
Hirudinea	<i>Erpobdella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	18
Hirudinea	<i>Glossiphonia Sp.</i>	0	0	0	0	0	2	1	1	6	0	0	10
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. Sp.</i>	36	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
Megaloptera	<i>Stalis sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	9	10	304	28	45	18	120	30	26	1216	144	

Fortsettelse tabell 4.

		A		B		C		D		E	F	
		13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	13.08.2014	26.11.2014	
Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Amphinemura sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>	0	6	0	2	0	0	0	5	0	0	0
Plecoptera	<i>Capnia bifrons</i>	0	2	0	24	0	4	0	24	0	0	0
Plecoptera	<i>Isoperla sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Leuctra fusca fusca</i>	18	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Leuctra sp.</i>	60	2	104	0	0	0	0	0	1	0	0
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea cinerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plecoptera	<i>Plecoptera gen. sp.</i>	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Plecoptera gen. Sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Hydropsyche sp.</i>	3	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Ithytrichia sp.</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Limnephilidae gen. Sp.</i>	0	2	1	8	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Polycentropodidae gen. Sp.</i>	18	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Rhyacophila fasciata fasciata</i>	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Trichoptera	<i>Rhyacophila sp.</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. Referanser

- Armitage, P. D., D. Moss, J. F. Wright og M. T. Furse (1983) The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17(3): 333-347
- Aanes, K. J. og T. Bækken. (1989) Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitets-klassifisering. Rapport 1: Generell del. NIVA-rapport no. 2278.
- Direktoratsgruppen (2010) Veileder 02:2009 Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking iht. kravene i Vannforeskriften. <http://www.vannportalen.no>.
- Direktoratsgruppen (2013) Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringsystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Fjeld, E., I. Allan, K. Bæk, Ø. Garmo, E. Lund, T. Fosholt Moe, J. Persson, J. Thaulow og H. F. Veiteberg Braathen (2014) Miljøundersøkelse i Aulivassdraget, konsekvenser av brannen ved Revac AS i 2014. NIVA-rapport 6757-2014
- Kahle, D. & Wickham, H. (2013). ggmap: A package for spatial visualization with Google Maps and OpenStreetMap. R package version 2.3. <http://CRAN.R-project.org/package=ggmap>
- NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse. Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater I ferskvann. Standard Norge.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no