

Utredning av konsekvenser av uhellsutslipp av PAH fra Tizir Titanium & Iron AS



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Utredning av konsekvenser av uhellsutslipp av PAH fra Tizir Titanium & Iron AS	Løpenummer 7535-2020	Dato 25.09.2020
Forfatter(e) Anders Ruus, Sissel Ranneklev, Lars Golmen, Merete Grung, Ian Allan og Sigurd Øxnevad.	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hardangerfjorden	Sider 40 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Tizir Titanium & Iron AS	Oppdragsreferanse J.nr. 0319/20
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200225

<p>Sammendrag</p> <p>Tizir Titanium & Iron AS hadde et uhellsutslipp av 217 kg PAH-forbindelser i løpet av 28 timer i juni 2020. Kortsiktige og langsiktige effekter av utslippet ble vurdert. Tidligere modellering av fortykning og spredning av bedriftens regulerte utslippspunkt ble benyttet. Beregnede konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannsøyle ved diffusor og ca. 1 km fra diffusor (nordvestlig retning) viste at grenseverdier for flere PAH-forbindelser ble oversteget i løpet av de 28 timene uhellsutslippet vedvarte. Beregnede kortvarige konsentrasjoner kan gi akutte toksiske effekter på organismer inntil 1 km fra diffusor. Blåskjell innsamlet ca. to måneder etter uhellsutslippet hadde tilsvarende konsentrasjoner av PAH som i blåskjell samlet inn i 2019. Konsentrasjonene var godt under grenseverdier gitt i vannforskriften. En konservativ og teoretisk beregning av tilførsler av PAH til sedimenter utenfor Tizir Titanium & Iron AS, indikerer at tilførselene av PAH er beskjedne i forhold til de eksisterende konsentrasjonene i sedimentene. NIVA kan ikke se at det noen tiltak som kan iverksettes for å motvirke konsekvenser av utslippet. En blåskjellstasjon ved Apold bør følges opp videre.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Polysykliske aromatiske hydrokarboner Utslipp Konsekvenser Tyssedal 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Polycyclic aromatic hydrocarbons Spill Consequences Tyssedal
--	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Anders Ruus
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7270-3
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Utredning av konsekvenser av uhellsutslipp av
PAH fra Tizir Titanium & Iron AS

Forord

I forbindelse med oppstart etter en vedlikeholdsstans i juni d.å. hadde Tizir Titanium & Iron AS et uhellsutslipp av en større mengde polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) til Sørfjorden. Det er estimert at 217 kg PAH ble sluppet ut mellom 5. og 6. juni 2020, og at det totalt ble sluppet ut 266 kg PAH i perioden fra 5. til 11. juni.

Tizir Titanium & Iron AS varslet om hendelsen til Miljødirektoratet. I Miljødirektoratets «Varsel om pålegg om utredning av konsekvensene av utslipp fra Tizir» (datert 03.07.2020) og senere «Pålegg om utredning av konsekvensene fra auhellsutslipp» (datert 16.07.2020) påpeker miljødirektoratet at Tizir Titanium & Iron AS har en utslippsgrense på 250 kg per år til vann. Tizir har dermed overskredet sin årlige grense, og årsgrensen er ikke satt for å ta høyde for denne type hendelser. Miljødirektoratet vurderer derfor utslippet som ulovlig.

Miljødirektoratet har derfor pålagt Tizir Titanium & Iron AS å vurdere konsekvensene av utslippet, og eventuelle tiltak som er nødvendige for å avbøte skadevirkninger av hendelsen. Denne vurderingen må gjøres av tredjepart med relevant kompetanse, og må ta for seg:

1. Årsak til utslippet.
2. Det totale omfanget av utslippet.
3. Kortsiktige konsekvenser av utslippet for resipienten.
4. Langsiktige konsekvenser av utslippet som f.eks. hvorvidt utslippet vil ha påvirkning på miljømålene for vannkvaliteten i Sørfjorden.
5. Forslag til tiltak for å motvirke negative konsekvenser av utslippet.
6. Forslag til tiltak for å hindre at slike hendelser forekommer igjen.

Foreliggende oppdrag utført av NIVA og rapportert her skal besvare punktene 3. - 5., altså:

3. Kortsiktige konsekvenser av utslippet for resipienten.
4. Langsiktige konsekvenser av utslippet som f.eks. hvorvidt utslippet vil ha påvirkning på miljømålene for vannkvaliteten i Sørfjorden.
5. Forslag til tiltak for å motvirke negative konsekvenser av utslippet.

Oslo, september 2020

Anders Ruus

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	7
1.1	Sørfjorden – topografi, historie og miljøtilstand.....	7
1.1.1	Topografi	7
1.1.2	Historie og miljø	7
1.2	Uhellsutslippet.....	15
1.3	Mål med undersøkelsen	17
2	Materiale og metoder	18
2.1	Prøvetaking av prosessavløpsvann og blåskjell, og utplassering/innhenting av passive prøvetakere	18
2.1.1	Prøvetaking av vann	18
2.1.2	Prøvetaking av blåskjell	18
2.1.3	Utplassering og innhenting av passive prøvetakere	18
2.2	Analyse av PAH-forbindelser i vann, blåskjell og passive prøvetakere	20
2.2.1	Vann.....	20
2.2.2	Blåskjell.....	20
2.2.3	Passive prøvetakere.....	20
3	Resultater og diskusjon	21
3.1	Utslippspunkt til sjø og egenskaper ved prosessavløpsvann	21
3.2	Prosessavløpsvann forbundet med uhellsutslippet.....	22
3.3	Beregning av fortykning av utslippet og påvirkning av resipienten.....	26
3.3.1	Vannsøylen	26
3.3.2	Sediment	30
3.4	Eventuell nedbrytning av PAH i resipienten	32
3.5	PAH i blåskjell.....	33
3.6	PAH i passive prøvetakere	36
4	Sammendrag og konklusjon	38
5	Referanser	40

Sammendrag

Tizir Titanium & Iron AS hadde et uhellsutslipp av 217 kg PAH-forbindelser i løpet av 28 timer i juni 2020. Uhellsutslippet ble sluppet ut fra bedriftens regulerte utslippspunkt for prosessavløpsvann til Sørfjorden.

For vurdering av kortsiktige konsekvenser av utslippet for resipienten ble konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannsøyla i Sørfjorden som følge av uhellsutslippet vurdert opp mot grenseverdier gitt i vannforskriften. I tillegg ble blåskjell samlet inn og analysert for PAH ca. to måneder etter uhellsutslippet. For langsiktige konsekvenser av utslippet ble det vurdert hvorvidt uhellsutslippet har påvirkning på miljømålene i Sørfjorden.

Tidligere modelleringsarbeid for Tizir Titanium & Iron AS sitt regulerte utslipp ble benytte til å beregne fortykning og spredning av uhellsutslippet. Resultater fra to fagmiljøer beregnet 400 x fortykning av prosessavløpsvann rett utenfor diffusor og ca. 1 000 x fortykning 1 km fra diffusor. Utslippets innlagringsdyb ble beregnet til å være på 28-36 m dyp og utslippet vil ikke nå overflaten.

Beregnete konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannsøyle ved diffusor og ca. 1 km fra diffusor (nordvestlig retning) viste at grenseverdier for flere PAH-forbindelser ble oversteget i løpet av de 28 timene uhellsutslippet vedvarte. Beregnede konsentrasjoner var inntil to størrelsesordener over grenseverdier (MAC-EQS) som kan gi akutte toksiske effekter på organismer 1 km fra diffusor. På lengre sikt (> 28 timer) vil konsentrasjonene av PAH-forbindelser være under konsentrasjoner som gir akutte toksiske effekter, og raskt nærmer seg bakgrunnsnivåer i vannmassene.

Basert på en konservativ og teoretisk beregning av tilførsler til sedimenter utenfor Tizir Titanium & Iron AS, så vurderes de sedimenterende mengdene av PAH fra utslippet som et beskjedent tillegg til de eksisterende sedimentkonsentrasjonene.

Konsentrasjon av PAH i blåskjell som ble samlet inn i 2020 utenfor Tizir Titanium & Iron AS, sammenfaller med konsentrasjoner i blåskjell samlet inn i 2019 i forbindelse med tiltaksrettet overvåking for vannområdet Hardanger. Det betyr at kjemisk og økologisk tilstand med hensyn til PAH i blåskjell er da uendret etter uhellsutslippet på stasjoner hvor man kunne forventet en økning i konsentrasjonen.

NIVA kan ikke se at det er noen tiltak som kan iverksettes for å motvirke negative konsekvenser av utslippet. Videre overvåking som er planlagt bør fortsette, og en blåskjellstasjon på Apold bør følges opp.

Summary

Title: Investigation of the consequences of PAH spill from Tizir Titanium & Iron AS

Year: 2020

Author(s): Anders Ruus, Sissel Ranneklev, Lars Golmen, Merete Grung, Ian Allan, and Sigurd Øxnevad

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7270-3

Tizir Titanium & Iron AS had an accidental discharge of 217 kg PAH compounds during 28 hours in June 2020. The accidental discharge was released from the company's regulated discharge point for process wastewater to Sjørfjorden.

For assessment of short-term consequences of the discharge for the recipient, concentrations of PAH compounds in water in Sjørfjorden were assessed with respect to environmental quality standards from the Water Regulation ("vannforskriften"). In addition, blue mussels were collected and analyzed for PAH approximately two months after the accident. For long-term consequences of the accidental discharge, impacts on the chemical and ecological status in Sjørfjorden were considered.

Previous modeling work for Tizir Titanium & Iron AS's regulated discharge point was used to calculate the dilution and spreading of the accidental discharge. Results from two consultancies calculated 400 x dilution of process wastewater just outside the diffuser and approximately 1 000 x dilution 1 km from diffuser. The neutral depth was calculated to be from 28 to 36 m, and process wastewater will not break through to the surface.

Calculated concentrations of PAH compounds in water close to the diffuser and approx. 1 km from the diffuser (northwestern direction) showed that environmental quality standards for several PAH compounds were exceeded during the 28 hours the accidental discharge endured. Estimated concentrations were up to two orders of magnitude above the environmental quality standards (MAC-EQS) which can give acute toxic effects on organisms 1 km from the diffuser. In the longer term (> 28 hours), the concentrations of PAH compounds will be below concentrations that give acute toxic effects, and rapidly approach background levels in the water.

Based on a conservative and theoretical calculation of inputs of PAH to sediments outside Tizir Titanium & Iron AS, the amounts of PAH from the discharge that will sedimentate is considered as modest with respect to the existing sediment concentrations of PAH.

Concentration of PAHs in blue mussels collected in 2020 outside Tizir Titanium & Iron AS coincides with concentrations in blue mussels collected in 2019 in connection with operational monitoring for the sub-district Hardanger. Chemical and ecological status of PAH in blue mussels is unchanged after the accidental discharge at monitoring stations where we would expect an increase in the concentrations.

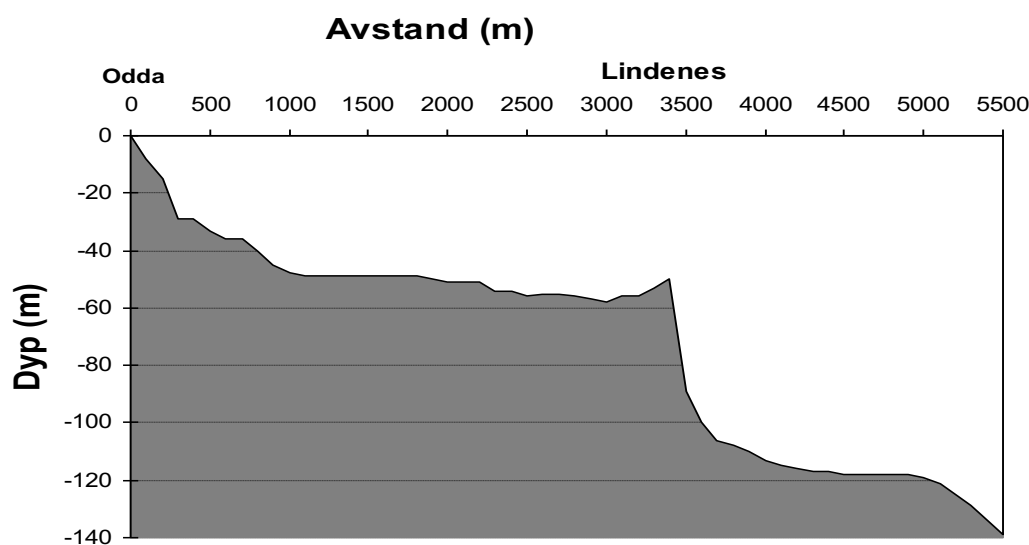
NIVA concludes that there is either no need for or feasible measures that can be implemented to counteract the potential negative consequences of the enhanced discharge. Future and already planned monitoring should continue, and a blue mussel station at Apold should be followed up.

1 Bakgrunn

1.1 Sørfjorden – topografi, historie og miljøtilstand

1.1.1 Topografi

Sørfjorden (se kart i Figur 6) er ca. 38 km lang, rett og relativt smal. Innenfor Lindenes er fjorden på sitt grunneste, med omkring 40-45 m dyp i Havnebassenget og økende til omkring 60 m dyp ved Lindenes (Figur 1). Videre utover øker dypet raskt og når 200 m litt nord for Tyssedal og 300 m dyp litt nord for Digraneset. Mellom Digraneset og Børve er et langstrakt område der fjorden har sitt største dyp på 385-387 m (Ruus et al. 2013).



Figur 1. Langsgående bunnprofil fra Odda til Tyssedal. Indre del av Sørfjorden har ingen terskel av betydning som kan hindre vannutskiftingen (Ruus et al. 2013).

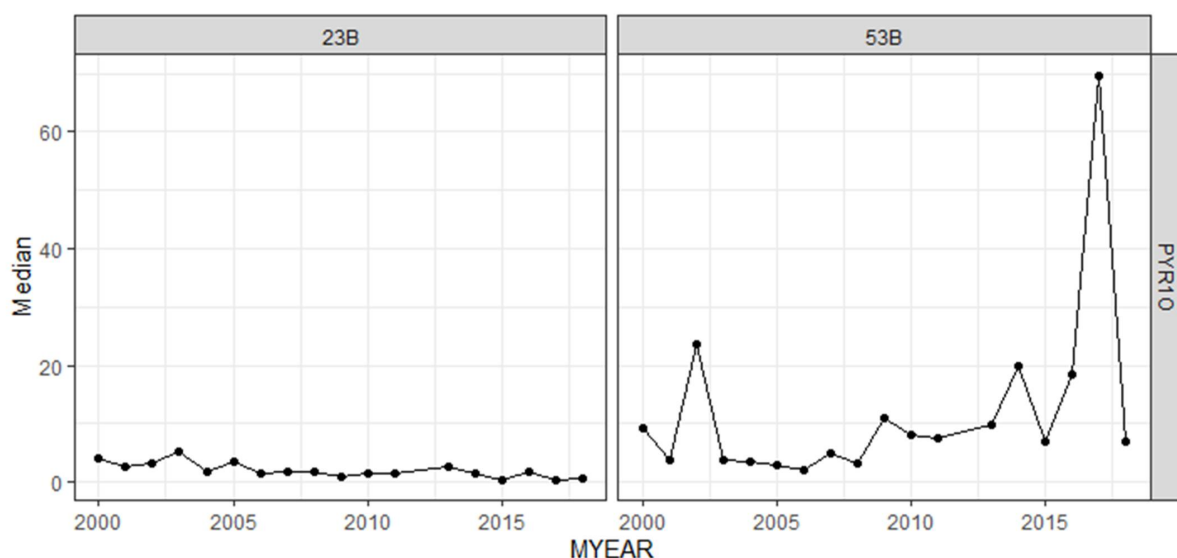
1.1.2 Historie og miljø

På begynnelsen av 1900-tallet gjorde tilgang på elektrisitet det mulig å drive kraftkrevende industrier. Først ble Odda smelteverk anlagt i Odda i 1908 (nedlagt i 2002). Deretter kom D.N.N. Aluminium i Tyssedal i 1916, som i 1988 ble overtatt av Tinfos Jernverk (nå Tizir Titanium & Iron AS). I 1929 kom Det Norske Zinkkompani på Eitrhemsneset (nå Boliden Odda AS). Tidvis har det vært store utslipp av tjærestoffer/polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra aluminiumsverket i Tyssedal før det ble nedlagt i 1982, og fra Odda smelteverk (nedlagt i 2002). I dag produserer Tizir Titanium & Iron AS titanholdig slagg og jern.

Miljøvernkomiteen startet å arbeide i Sørfjorden på 1970-tallet (Miljøverndepartementet ble opprettet i 1972). På 1970-tallet ble det påpekt spesielt stor metall-forurensning i Sørfjorden (Skei et al. 1972). Miljøovervåkingen av Sørfjorden har vært sammenhengende siden 1979. Tidligere var det Miljødirektoratet (da Statens forurensningstilsyn og senere Klima- og forurensningsdirektoratet) som administrerte den statlige miljøovervåkingen i Sørfjorden, med finansielt bidrag fra den lokale industrien. Det inngår miljøovervåking av Sørfjorden i the Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) som administreres av Oslo-Paris (OSPAR) konvensjonen gjennom

Miljødirektoratet i form av prosjektet «Miljøgifter i norske kystområder, MILKYS». Overvåkingen av Sjørfjorden har inneholdt ulike elementer gjennom årenes løp, blant annet analyser av ulike miljøgifter i sjøvann, blåskjell, fisk, tang og sedimenter.

Gjennom MILKYS overvåkes miljøpåvirkning med hensyn på PAH-eksponering ved å undersøke nedbrytningsstoffer (metabolitter) av PAH-forbindelser i galle fra torsk. En slik metabolitt er 1-hydroksy-pyren (OH-pyren). Denne overvåkingen viser en PAH-påvirkning i Sjørfjorden som er variabel og høyere enn ute på kysten ved Bømlo (Figur 2), som anses som en relativt upåvirket referanselokalitet (Green et al. 2019).



Figur 2. Årlige medianverdier av konsentrasjoner av 1-hydroksy-pyren (ng/g; normalisert til absorpsans ved 380 nm) i galle fra torsk fra Bømlo (stasjon 23B; venstre figur) og Sjørfjorden (stasjon 53B; høyre figur) årene 2000-2018 (Green et al. 2019).

Siden 2015 har det vært gjennomført tiltaksrettet overvåking etter vannforskriften i vannområdet Hardanger, som inkluderer Sjørfjorden. Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås for kjemisk tilstand og for økologisk tilstand. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås. Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand fastsettes på basis av målte konsentrasjoner av EUs prioriterte stoffer i vann, sedimenter eller organismer. De prioriterte stoffene omfatter et bredt utvalg av metaller, PAHer, klorerte forbindelser og andre miljøfremmede stoffer. Stasjonene klassifiseres til tilstand «god» eller «ikke god» etter etablerte grenseverdier, også kalt EQS-verdier (Environmental Quality Standards) eller miljøkvalitetsstandarder. Alle konsentrasjoner av de prioriterte stoffene må være under grenseverdiene for å oppnå god kjemisk tilstand. Ved overskridelse av EQS for årlig gjennomsnitt (AA-EQS) er det sannsynlig med kroniske effekter på organismer, mens det ved overskridelse av EQS for maksimalt akseptable konsentrasjon (MAC-EQS) er sannsynlig med akutte effekter på organismer.

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/ indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), generelle fysisk-kjemiske kvalitetselementer (f.eks. næringsalter), hydromorfologiske kvalitetselementer (f.eks. strøm og eksponering) og konsentrasjon av vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte stoffer). Dersom noen av de vannregionspesifikke stoffene overskrider oppgitte grenseverdier for vann, sedimenter eller biota i en vannforekomst vil det ikke være mulig å oppnå miljømålet om god økologisk tilstand; selv om de biologiske kvalitetselementene er i god eller svært god tilstand vil de vannregionspesifikke stoffene nedgradere økologisk tilstand til moderat (men ikke dårligere), dersom målte konsentrasjoner overskrider grenseverdiene.

Tabell 1 viser grenseverdiene for de PAH-forbindelsene som er kategorisert som prioriterte stoffer og som legges til grunn for tilstandsklassifisering av kjemisk tilstand. Tabell 2 viser grenseverdiene for PAH-forbindelser som er kategorisert som vannregionspesifikke stoffer og som inngår i fastsettelse av økologisk tilstand.

Tizir Titanium & Iron AS ligger omtrent på grensen mellom vannforekomstene «Sørfjorden indre del» og «Sørfjorden ytre del». Sørfjorden indre del (ID 0260040900-1-C) er i Vann-nett (www.vann-nett.no) karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (polyhalin; saltholdighet 18-30). Vannforekomsten er vurdert til å ha dårlig økologisk tilstand og ikke god kjemisk tilstand, på grunn av forhøyede konsentrasjoner av særlig bly, kadmium og kvikksølv, men også flere PAHer. Sørfjorden ytre del (ID 0260040900-2-C) er i Vann-nett karakterisert som en ferskvannspåvirket beskyttet fjord (polyhalin; saltholdighet 18-30). Vannforekomsten er vurdert til å ha moderat økologisk tilstand (på grunn av forhøyede konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer, som sink). Vannforekomsten er også klassifisert til å ikke oppnå god kjemisk tilstand på grunn av forhøyede konsentrasjoner av særlig bly og kvikksølv, men også flere PAHer.

Tabell 1. Grenseverdier for PAHer som er listet blant EUs prioriterte stoffer og som inngår i klassifisering av kjemisk tilstand (Veileder 02:2018).

Parameter	Enhet	Grenseverdi (Årlig gjennomsnitt for kystvann; AA-EQS)	Grenseverdi (Maksimal verdi for kystvann; MAC-EQS)
Prioriterte stoffer i vann			
Antracen	µg/L	0,1	0,1
Fluoranten	µg/L	0,0063	0,12
Naftalen	µg/L	2	130
Benzo(a)pyren	µg/L	$1,7 \times 10^{-4}$	0,027
Benzo(b)fluoranten	µg/L	*	0,017
Benzo(k)fluoranten	µg/L	*	0,017
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	*	$8,2 \times 10^{-4}$
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	*	Ikke oppgitt
Prioriterte stoffer i sediment			
Antracen	mg/kg TS	0,0046	
Fluoranten	mg/kg TS	0,40	
Naftalen	mg/kg TS	0,027	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,18	
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0,14	
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0,14	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,084	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,063	
Prioriterte stoffer i biota			
Antracen	µg/kg VV	2400	
Fluoranten	µg/kg VV	30	
Naftalen	µg/kg VV	2400	
Benzo(a)pyren	µg/kg VV	5	
Benzo(b)fluoranten	µg/kg VV	**	
Benzo(k)fluoranten	µg/kg VV	**	
Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg VV	**	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg VV	**	

* Miljøkvalitetsstandardene for årlig gjennomsnitt refererer til konsentrasjonen av benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren kan betraktes som en markør for de andre PAHene, og det er kun benzo(a)pyren som må overvåkes for å sammenligne med årlig gjennomsnitt.

** Miljøkvalitetsstandardene i organismer refererer til konsentrasjonen av benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren kan betraktes som en markør for de andre PAHene, og det er kun benzo(a)pyren som må overvåkes for å sammenligne med EQS i organismer (blåskjell er en anbefalt organisme for overvåking av PAH).

Tabell 2. Grenseverdier for PAHer som er listet som vannregionspesifikke stoffer og som inngår i bestemmelse av økologisk tilstand (Veileder 02:2018).

Parameter	Enhet	Grenseverdi (Årlig gjennomsnitt for kystvann; AA-EQS)	Grenseverdi (Maksimal verdi for kystvann; MAC-EQS)
Vannregionspesifikke stoffer i vann			
Acenaftylen	µg/L	1,28	3,3
Acenaften	µg/L	3,8	3,8
Fluoren	µg/L	1,5	6,8
Fenantren	µg/L	0,5	6,7
Pyren	µg/L	0,023	-
Benzo(a)antracen	µg/L	0,012	0,018
Krysen	µg/L	0,07	0,07
Dibenzo(ah)antracen	µg/L	0,0006	0,014
Vannregionspesifikke stoffer i sediment			
Acenaftylen	mg/kg TS	0,033	
Acenaften	mg/kg TS	0,10	
Fluoren	mg/kg TS	0,15	
Fenantren	mg/kg TS	0,78	
Pyren	mg/kg TS	0,084	
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0,06	
Krysen	mg/kg TS	0,28	
Dibenzo(ah)antracen	mg/kg TS	0,027	
Vannregionspesifikke stoffer i biota			
Benzo(a)antracen	µg/kg VV	304	

Sedimenter

Sedimenter inngikk i overvåkingen av vannområdet Hardanger i 2018 og ble analysert for PAH. Følgende ble konkludert (Ruus et al. 2019):

- Vannregionspesifikke stoffer i vann (metaller), og særlig i sediment (metaller og PAH-forbindelser) oversteg i mange tilfeller grenseverdien/miljøkvalitetsstandarden og begrenset økologisk tilstand til moderat på de fleste stasjoner.
- Også EUs prioriterte stoffer i sediment (metaller og PAH-forbindelser) oversteg miljøkvalitetsstandarden og førte til at god kjemisk tilstand ikke ble oppnådd på de fleste stasjoner.

Stasjonene S1/4 og S2/5 fra tidligere overvåking ligger nærmest Tyssedal. Tabell 3 viser en oversikt over økologisk og kjemisk tilstand på disse stasjonene i 2018. Det kommer frem at økologisk tilstand ikke kan være bedre en moderat (gul) da både vannregionspesifikke metaller og PAH-forbindelser overskred grenseverdiene. Kjemisk tilstand var ikke god (rød), da prioriterte metaller og PAH-forbindelser også oversteg grenseverdiene.

Tabell 3. En samlet oversikt over økologisk og kjemisk tilstand på stasjonene S1/4 og S2/5 i Sørfjorden 2018 (Ruus et al. 2019). Farge angir økologisk og kjemisk tilstand. Klassifisering av økologisk tilstand: Blå=Svært god, grønn=God, gul=Moderat, oransje=Dårlig og rød=Svært dårlig. Klassifisering av kjemisk tilstand: Blå=God og rød=Ikke god. For økologisk tilstand i moderat tilstand eller dårligere er i tillegg det dårligst klassifiserte kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle prioriterte stoffer som overskrider EQS angitt.

Stasjonskode	Vannforekomst	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
S1/4	Ytre Sørfjorden	Vannregionspesifikke stoffer i sediment: Zn, As, pyren, benzo(a)antracen, krysen og dibenzo(ah)antracen	Prioriterte stoffer i sediment: Pb, Ni, Hg og samtlige PAH-forbindelser
S2/5	Ytre Sørfjorden	Vannregionspesifikke stoffer i sediment: Zn, As, pyren, benzo(a)antracen, krysen og dibenzo(ah)antracen	Prioriterte stoffer i sediment: Pb, Hg, antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren Indeno(123-cd)pyren og Benzo(ghi)perylene Prioriterte stoffer i brosm: Hg

Det er tidligere også påpekt høye konsentrasjoner av PAH i sedimenter fra indre Sørfjorden, og at nivåene var høyest ikke langt fra det tidligere utslippet fra Odda Smelteverk (Skei et al. 2010).

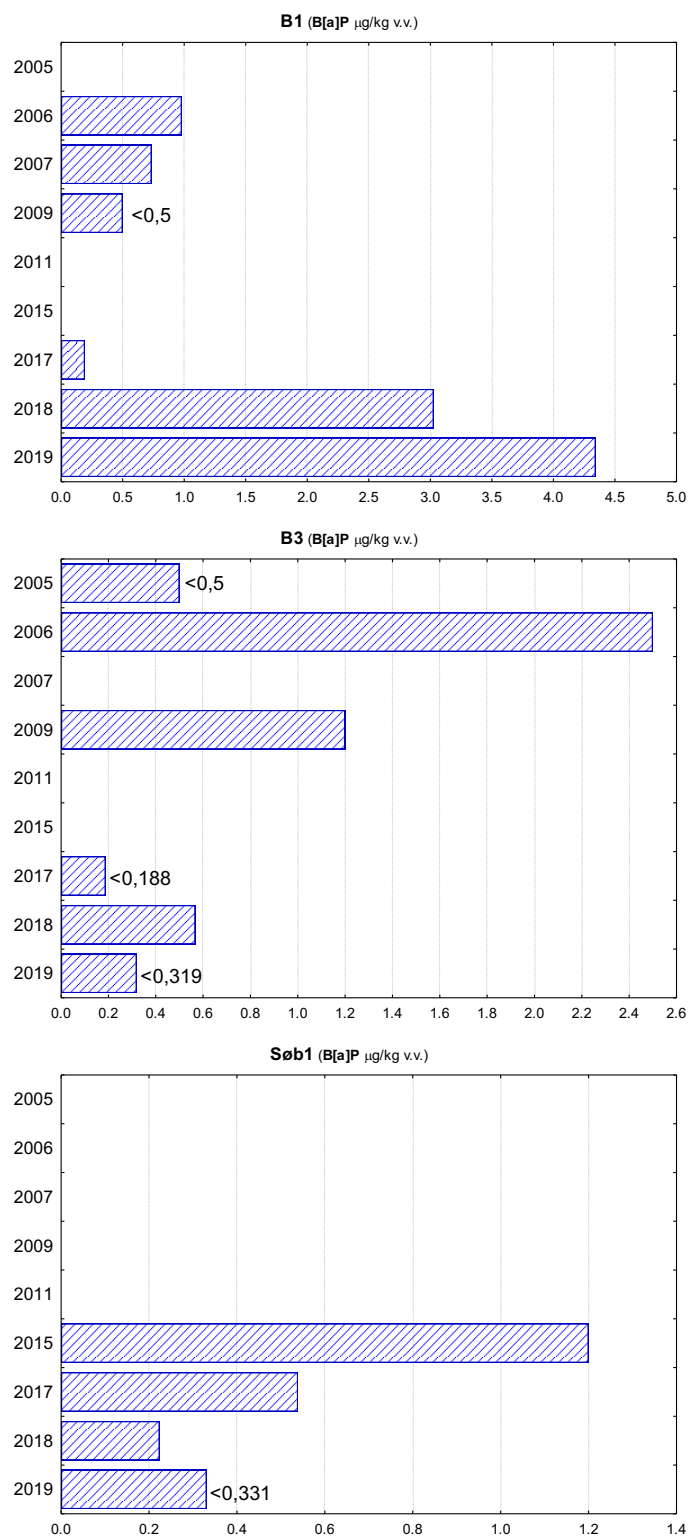
Blåskjell

I overvåkingen av vannområdet Hardanger har blåskjell fra (bl.a.) Tyssedal og en stasjon noe syd for Tyssedal («Søb1») vært analysert for PAH-forbindelser de siste 3 årene. Verken prioriterte (antracen, fluoranten, naftalen, benzo(a)pyren), eller vannregionspesifikke (benzo(a)antracen) PAH-forbindelser oversteg grenseverdiene (Ruus et al. 2018, 2019 og 2020). Figur 3 viser en oversikt over konsentrasjoner av benzo(a)pyren i blåskjell fra Sørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (2005-2011), samt i tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger (2015-2019) (Ruus et al. 2020).

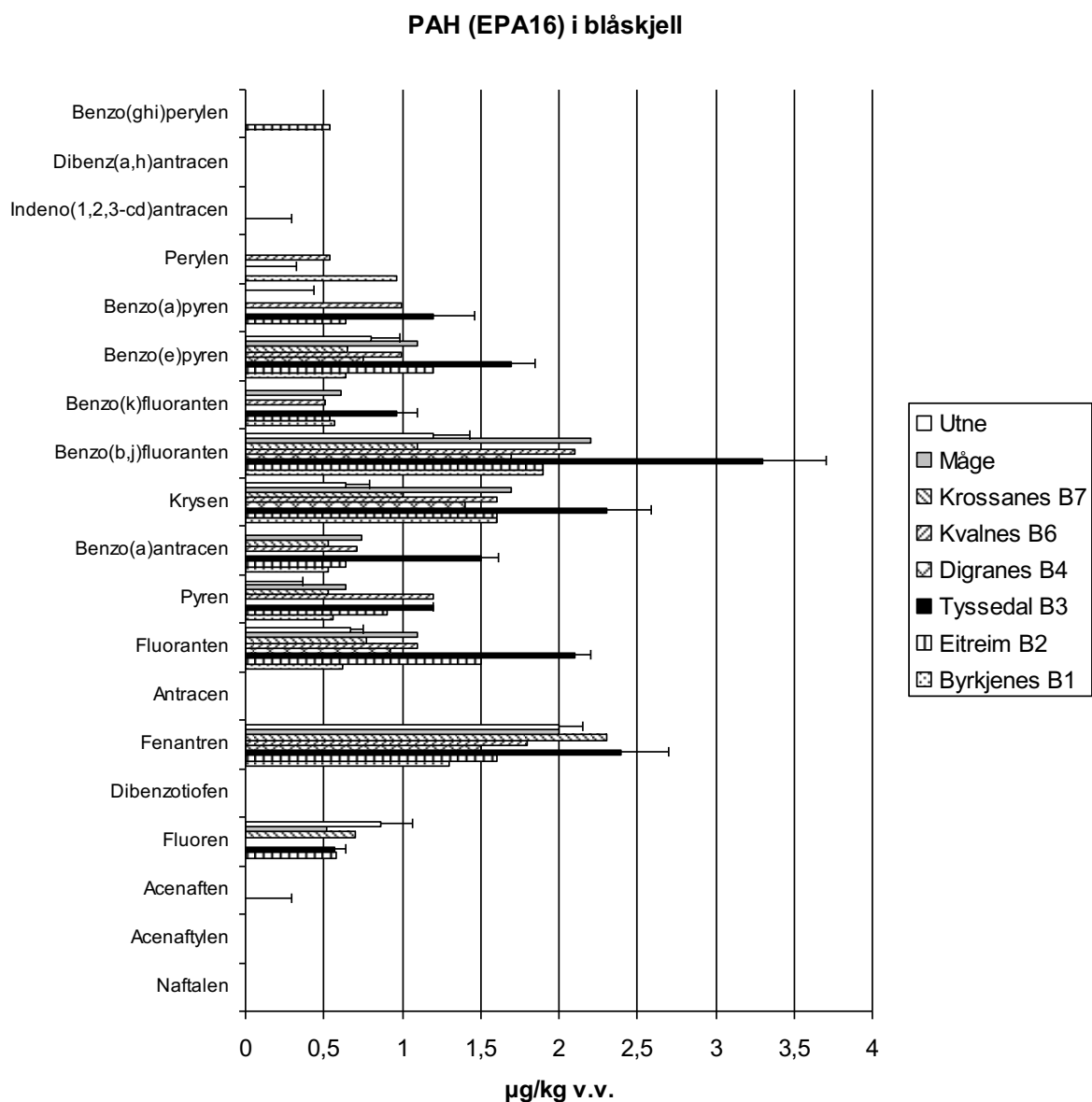
Sist PAH-forbindelser ble analysert i blåskjell fra et større nettverk av stasjoner rundt Sørfjorden, inkludert ved Tyssedal, var i 2009. Konsentrasjonene av PAH-forbindelsene fra denne undersøkelsen er fremstilt grafisk i Figur 4 (Ruus et al. 2010).

Sjøvann

Det er ikke noe datasammenligningsgrunnlag for PAH i sjøvannet i Sørfjorden.



Figur 3. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av benzo(a)pyren i blåskjell fra Sørfjorden samlet og analysert innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (2005-2011), samt i tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger (2015-2019), på stasjonene B1 (Byrkjenes, innerst i Sørfjorden; øverst), B3 (Tysedal; midten) og Søb1 (ved Lindenes, ca. 2 km sør for Tysedal; nederst). Merk: Ulik skala på aksene. Fra Ruus et al. (2020). Søb1 ligger like syd for Tysedal.



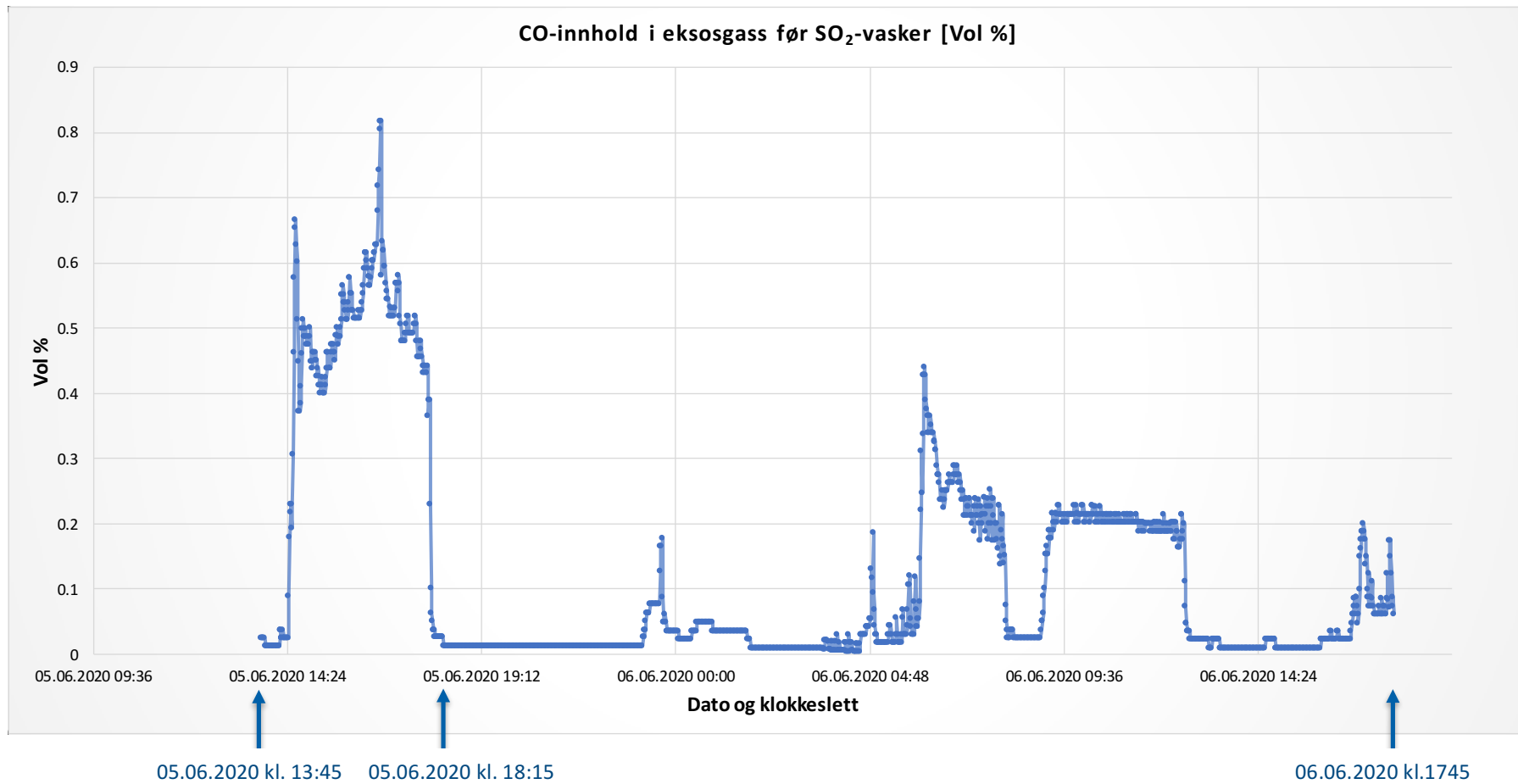
Figur 4. Konsentrasjoner ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt) av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell fra stasjonsnettet i Sør fjorden, 2009. Median av 3 replikater på stasjon B3 (Tyssedal) og stasjon "Utne". Standard avvik er angitt for disse. Fra Ruus et al (2010).

1.2 Uhellsutslippet

I forbindelse med oppstart etter en vedlikeholdsstans i juni d.å. hadde Tizir Titanium & Iron AS et uhellsutslipp av en større mengde PAH til Sørfjorden. Det er estimert at 217 kg PAH ble sluppet ut mellom 5. og 6. juni (fra kl. 13:45 den 5. juni til kl. 17:45 den 6. juni, et tidsrom på 28 timer). Det er videre estimert at totalt 266 kg PAH ble sluppet ut i perioden fra 5. til 11. juni. Uhellsutslippet ble sluppet ut fra bedriftens regulerte utslippspunkt for prosessavløpsvann til Sørfjorden.

Ifølge opplysninger fra Tizir Titanium & Iron AS skjedde uhellsutslippet i forbindelse med oppstart av forreduksjon, hvor rulleovn forvarmes ved hjelp av en dieselvarmer. Under produksjonen er kull brennstoff. I denne oppstartsprosessen ble det erfart at det var for lite luft til stede, hvilket resulterte i dannelse av PAH-er, da man hadde ufullstendig forbrenning av diesel og kull. I en dieselbrenner som ikke er optimal, vil det dannes oljesot. Ut kommer blant annet uforbrente oljedråper, flyktige organiske forbindelser, sot, karbonmonoksid (CO), karbondioksid (CO₂), oksygen (O₂) og nitrogen (N₂). Det er derfor rimelig å anta at det er en blanding av PAH-forbindelser med både petrogen og pyrogen opprinnelse som er revet med avgassen ut fra prosessen og havnet i vasketårnet. Det er imidlertid ikke meldt om observasjon av oljefilm på sjøoverflaten i Sørfjorden, og petrogent bidrag (fra diesel) anses å være svært begrenset og i form av enkelte uforbrente dråper. Før utslipp til Sørfjorden var uhellsutslippet gjennom elektrostatfilter og poleringsfilter.

Figur 5 viser karbonmonoksidinnholdet (i vol %) i eksosgassen før SO₂-vaskeren. Figuren er basert på data mottatt fra Tizir Titanium & Iron AS, og det er altså rimelig å anta at perioder med høy andel CO er forbundet med perioder med liten O₂-tilgang, og således dannelse av PAH-forbindelser i utslippet. Figuren viser en ujevn mengde CO i eksosgassen i perioden fra kl. 13:45 den 5. juni 2020, til kl. 17:45 den 6. juni 2020 (et tidsrom på 28 timer). Figuren antyder at en stor andel (anslagsvis halvparten) av PAH-forbindelsene i utslippet kan ha blitt dannet de første ~5 timene.



Figur 5. Innhold av karbonmonoksid (CO; vol %) i eksosgassen før SO₂-vaskeren. Figuren er basert på data mottatt fra Tizir Titanium & Iron AS.

1.3 Mål med undersøkelsen

Som nevnt skal denne rapporten adressere følgende punkter:

- Kortsiktige konsekvenser av utslippet for resipienten.
- Langsiktige konsekvenser av utslippet som f.eks. hvorvidt utslippet vil ha påvirkning på miljømålene for vannkvaliteten i Sørfjorden.
- Forslag til tiltak for å motvirke negative konsekvenser av utslippet.

Det er tidligere utført modelleringer av det regulære utslippet fra Tizir Titanium & Iron AS, og fortykning, innlagring og videre spredning av utslippet er godt dokumentert fra to uavhengige fagmiljøer (Molvær, 2009; Golmen, 2012 og Johansen og Haave, 2015). Ved hjelp av denne kunnskapen, samt data fra analyser av avløpsvannet (besørget av Tizir Titanium & Iron AS) gjøres beregninger av fortykningen av PAH i utslippet. Resulterende konsentrasjoner i resipienten sammenlignes med grenseverdiene (EQS) som foreligger for PAH-forbindelser (veileder 02:2018). Eventuelle overskridelser av grenseverdier indikerer om det kan forventes kroniske (AA-EQS) eller akutte (MAC-EQS) toksiske effekter på organismer i påvirkningsområdet vannsøylen.

Tizir Titanium & Iron AS har sørget for innsamling av blåskjell som er analysert for PAH. Konsentrasjonene i disse skjellene anvendes som indikasjon på eventuell PAH-påvirkning.

Tizir Titanium & Iron AS har også besørget utplassering av passive prøvetakere og analyse av PAH i disse. Resultatene skal gi et integrert mål på mengde PAH i sjøvannet i tidsrommet de har stått i sjøen. Konsentrasjonene i disse prøvetakerne anvendes også som indikasjon på eventuell PAH-påvirkning fra uhellsutslippet. Dessuten sammenlignes de estimerte vannkonsentrasjonene med miljøkvalitetsstandardene (EQS) som foreligger for PAH-forbindelser (veileder 02:2018).

2 Materiale og metoder

2.1 Prøvetaking av prosessavløpsvann og blåskjell, og utplassering/innhenting av passive prøvetakere

2.1.1 Prøvetaking av vann

Prøvetaking av vann ble ivaretatt av Tizir Titanium & Iron AS. Prøver av prosessavløpsvannet ble tatt fra en automatisk vannprøvetaker som samler opp mengdeproporsjonale vannprøver over bestemte tidsrom. Innsamlet vann ledes direkte til flaske i et kjøleskap hvor det oppbevares fram til kjemisk analyse. Vannprøven av interesse for denne undersøkelsen representerer tidsrommet 05.06.2020 kl. 13:45 til 06.06.2020 kl. 17:45, altså 28 timer. Avløpsvannprøve ble sendt inn til ALS sitt akkrediterte laboratorium for analyse av PAH16. Det ble for øvrig også tatt prøver som representerer ulike tidsrom i timene og dagene som fulgte (se f.eks. Figur 8).

2.1.2 Prøvetakning av blåskjell

Hardanger Miljøsender har samlet inn blåskjell for Tizir Titanium & Iron AS. Blåskjell ble hentet på stasjonene «Tyssedal» og «Apold» (Figur 6). Stasjon «Tyssedal» er samme stasjon (B3) som prøvetas i forbindelse med tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger (Ruus et al. 2020). Skjellene ble samlet inn 6. august 2020.

Tyssedal

Blåskjell ble samlet inn fra flytebrygge for småbåter. Skjellene ble skrapet av fra flytepontong av plast med en jernrake og plassert i plastpose. Innsamlede skjell ble videre grovsortert og skylt i springvann ved Hardanger Miljøsender. De største skjellene ble pakket om i plastposer og levert til ALS umiddelbart for kjemisk analyse.

Apold

Blåskjell ble samlet inn ved flytebrygge som benyttes til bading. Skjellene tatt fra tau som benyttes for ankerfeste av bryggen. Innsamlede skjell ble plassert i plastposer og videre grovsortert og skylt i springvann ved Hardanger Miljøsender. De største skjellene ble pakket om i plastposer og levert til ALS umiddelbart for kjemisk analyse.

2.1.3 Utplassering og innhenting av passive prøvetakere

Passive prøvetakere ble satt ut 4.8.2020 og samlet inn 1.9.2020 av Hardanger Miljøsender. Prøvetakerne ble plassert ut ved tre stasjoner: «Tyssedal», «Velure» og «Apold» (Figur 6).

Prøvetakere av typen SPMD ble benyttet. Prøvetakere og metallbur for utplassering ble levert av ALS. Under utplassering og innsamling ble feltblank benyttet, slik at eventuelt kontaminering fra luft påvises, og kan subtraheres fra konsentrasjonene målt i Sørfjorden. Ved håndtering av prøvetakerne ble sterile gummihansker anvendt. Etter innsamling ble prøvetakerne plassert på kjølerom over natten, og sendt til ALS den påfølgende dagen i kjølebag for kjemisk analyse.

Velure

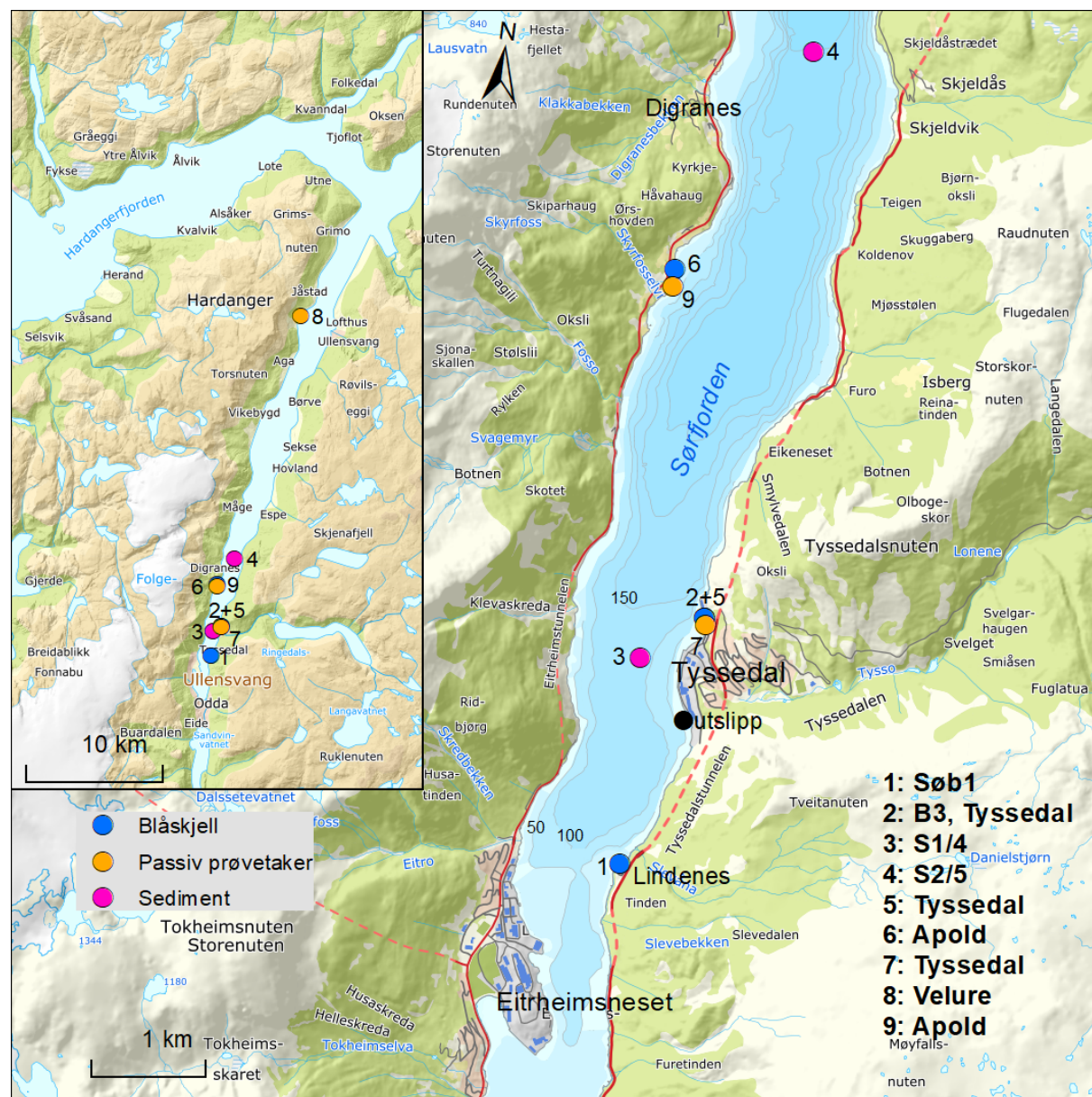
Prøvetakerne ble festet i tau fra brygge ved et båtnaust. Prøvetaker lå på ca. 1,5 m dyp og traff sjøbunn under fjære. Ved naustet renner det ut en liten bekk.

Tyssedal

Prøvetakeren ble festet i kai som ligger ved siden av flytebrygge hvor blåskjellene ble tatt (ved småbåthavn). Prøvetakerne lå på ca. 2 m dyp, og nådde ikke bunnen under fjære.

Apold

Prøvetaker ble festet på land, men ble slitt av og forsvant.



Figur 6. Kart med anvisning av stasjoner for blåskjellinnsamling (foreliggende undersøkelse, samt tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger (Ruus et al. 2020), passive prøvetakere (foreliggende undersøkelse) og sediment (tiltaksrettet overvåking av kystvann i vannområdet Hardanger; Ruus et al. 2019). Utslippspunkt for prosessavløpsvann fra Tizir Titanium & Iron AS er også angitt.

2.2 Analyse av PAH-forbindelser i vann, blåskjell og passive prøvetakere

2.2.1 Vann

Avløpsvannprøve ble sendt inn til ALS sitt akkrediterte laboratorium for analyse av PAH16. En metode beskrevet av US EPA 8000D ble benyttet. Kvantifiseringen av PAH-forbindelsene ble gjort ved GC-MS og GC-MS/MS. Analysen ble gjort på en totaloppsluttet vannprøven, det vil si at en tynn film med olje, samt partikler ble inkludert i prøveopparbeidelsen.

2.2.2 Blåskjell

Konsentrasjonene av PAH16 ble bestemt etter en modifisert metode av US EPA 429/TN EN 16619 ved ALS sitt laboratorium i Tsjekkia. Det ble benyttet en metode basert på isotopfortynning og kvantifisering ved bruk av HR-GC-HR-MS. Beregnet måleusikkerhet (95% konfidensintervall) for hver individuell PAH-forbindelse antas være 30%.

2.2.3 Passive prøvetakere

PAH-forbindelsene i de passive prøvetakerne ble ekstrahert og kvantifisert med metoder som baserer seg på EPA 429, ISO 11338 og IP 346. Prøvetakerne ble ekstrahert med heksan. Konsentrasjonene av PAH-forbindelsene ble bestemt ved hjelp av HRGC-HRMS med isotopfortynning. Metodene som benyttes til ekstraksjon og kvantifisering er akkreditert. Beregningen fra ng/SPMD til vannkonsentrasjoner er ikke akkreditert, og er foretatt av ALS.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Utslippspunkt til sjø og egenskaper ved prosessavløpsvann

Tizir Titanium & Iron AS har utslipp av prosessavløpsvann (fra skrubber) til sjø på 35 meter dyp i Sørfjorden. Til vasking av skrubberer benyttes sjøvann som hentes inn fra ca. 40 m dyp. Utslipppet føres ut via diffusor til et område hvor sjøbunnen skrår vestover til et dyp på ca. 100 m. Temperaturen i avløpsvannet er om lag 33°C.

Fortynning, innlagring og videre spredning av utslippet er godt dokumentert fra to uavhengige fagmiljøer og rapportert av Molvær (2009), Golmen (2012) og Johansen og Haave (2015). Modelleringen av utslippet er av begge miljøer utført med dataprogrammet Visual Plumes (US-EPA). I beregningene er det blant annet lagt til grunn utforming og plassering av diffusor, utslippsmengde, saltholdighet og temperatur. I 2015 ble det i tillegg innhentet nye vertikale målinger av strømforhold og hydrografi (temperatur, saltholdighet og tetthet) i Sørfjorden. En oppsummering av utslippets karakter med beregninger fra Johansen og Haave (2015) er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Estimer for parametere som beskriver innlagring, fortynning og spredning av prosessavløpsvann fra TTI i Sørfjorden (Johansen og Haave, 2015).

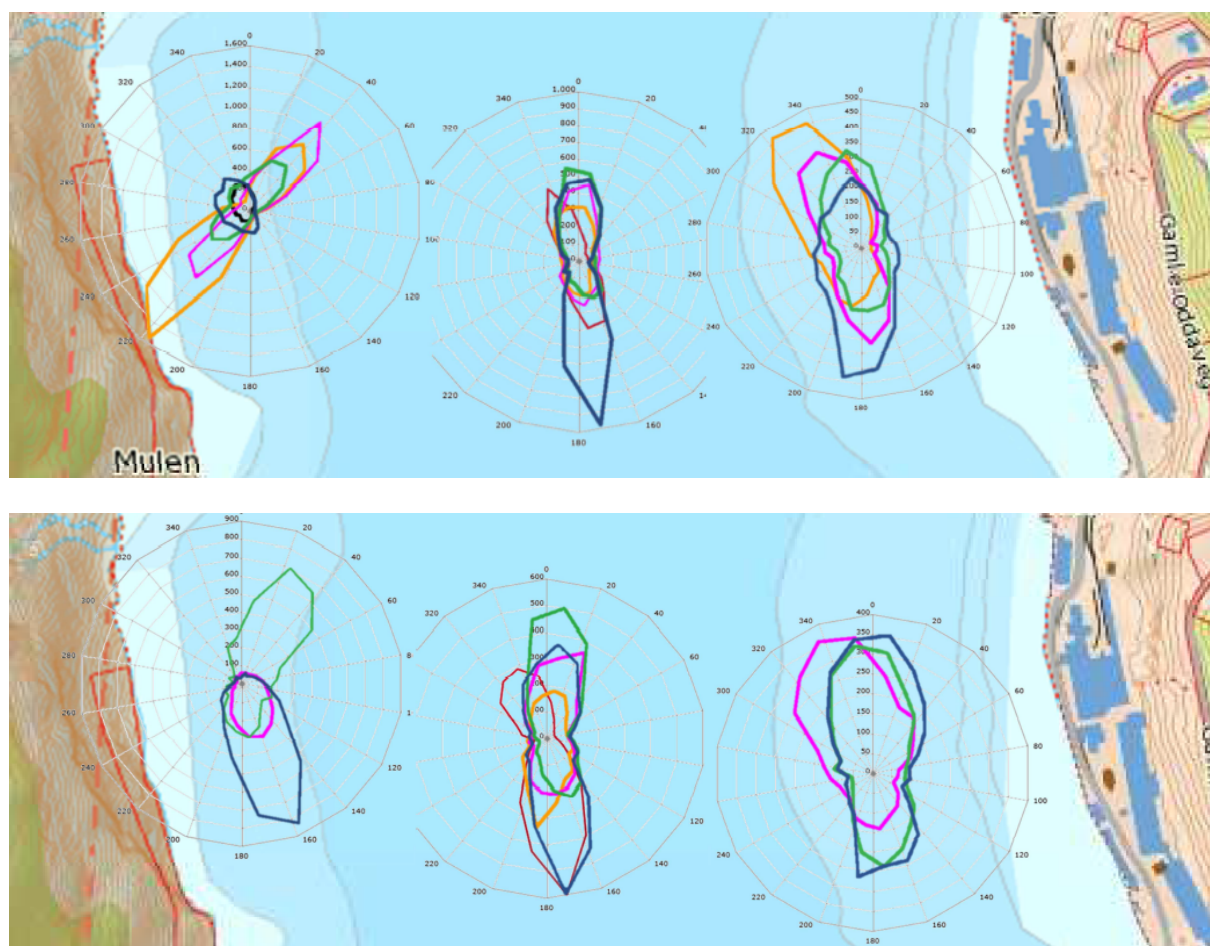
Parameter	Estimat
Innlagringsdyp	28-36 m (snitt 31-32 m)
Fortynning ved diffusor	Ca. 400
Fortynning 1-2 km fra utslippspunktet	Ca. 1 000
Spredning av utslipp	Vest, nordvest og sørvestlig retning

Resultatene fra Johansen og Haave (2015) som vist i Tabell 4, stemmer overens med modelleringen til Molvær (2009) og Golmen (2012). Utslippsmengde (m^3/h) av prosessavløpsvann var 1 400 (m^3/h) i studiet fra 2015, mens fra 2009 var utslippsmengden 1 200 (m^3/h). Under uhellsutslippet ble mengde prosessavløpsvann beregnet til å være 1 086 (m^3/h), og vi legger derfor til grunn at utslippsmengden var i samme størrelsesorden som studiene i 2009 og 2015.

Elva Opo og Tyssedalselva er viktige kilder til ferskvannstilførsler i Sørfjorden og bidrar til at det er et brakkvannsjikt i vannmassene. Brakkvannsjiktet strekker seg fra overflate ned til ca. 15 meters dyp (april-mai, ved snøsmelting). Ved et innlagringsdyp på 28-36 meter vil ikke prosessavløpsvannet nå brakkvannslaget og spres i øvre vannmasser. Prosessavløpsvannet vil da heller ikke bryte vannoverflaten (Molvær, 2009; Johansen og Haave, 2015).

Ved diffusorens utslippspunkt ble prosessavløpsvannet beregnet til å være fortynnet ca. 400 x. Dette representerer primærfortynningen eller initialfortynningen som er resultat av energien av avløpsstrålens kinetiske energi og tetthetsforskjeller mellom avløpsvann og omliggende vannmasser. Beregning av videre fortynning i vannmassene (sekundærfortynningen) som i hovedsak skyldes strømforhold, diffusjon og tetthetsforskjeller indikerte 1000 x fortynning 1-2 km fra diffusorens utslippspunkt. Modellen som har beregnet sekundærfortynningen tar i liten grad hensyn til vertikale prosesser i vannmassene, bølger, tidevann, vind og lufttrykk, og den beregnede fortynningen antas derfor å være underestimert (Molvær, 2009; Johansen og Haave, 2015).

Strømmålinger fra 2015, sammen med informasjon om bunntopografi og Sørfjordens form, indikerer at spredningen av prosessavløpsvannet vil gå mot vest, deretter mot sør og nord, begrenset av land mot vest og styrt av vannets hovedretning som varierer noe med dypet (Figur 7). Ved 30 meters dyp går hovedvanntransporten av vann i retning sør/sør-øst, mens ved 20 meters dyp er vanntransporten hovedsakelig nordgående (Johansen og Haave, 2015). Fra undersøkelsen i 2014-2015 er det ikke innhentet strømmålinger fra sommermånedene og hele innlagingsdypet. Da utslippet skjedde i sommermånedene i 2020, må konklusjoner på spredning tolkes med varsomhet. Det var springflo på Vestlandet i tidsrommet da uhellsutslippet i juni 2020 skjedde (Lars Golmen (NIVA) pers. med.). Det kan antas at tidevannseffekten på strømmen var tydelig da. Styrken kan ha variert fra stillestående vann i kortere perioder ved strømsnu, til tydelig strøm ut/inn fjorden i lengre perioder. I perioder med stillestående vann vil innlagringen skje grunnere (mellom 20 og 30 m dyp) enn når det er strøm (Golmen 2012). Utslippet kan ha fordelt seg over et relativt tykt sjikt i fjorden (20-40 m dyp), selv om verdier rundt 30 m er mest sannsynlig siden utslippet skjedde i en sommersituasjon.



Figur 7. Resultat av strømmålinger ved Tyssedal høsten 2014 (øverst) og våren 2015. Blå kurve er for overflatestrøm, grønn kurve for strøm i 20 m dyp og rosa for 40-45 m dyp (Johansen og Haave, 2015).

3.2 Prosessavløpsvann forbundet med uhellsutslippet

Tizir Titanium & Iron AS sørget som nevnt for prøvetaking av prosessavløpsvann under uhellsutslippet og analyser av PAH-forbindelser. PAH-konsentrasjoner i prosessavløpsvann (tatt fra mengdeproporsjonal vannprøvetaker) som representerer tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl.

17:45, 6. juni 2020, er presentert i Tabell 5. Totalt volum av utslippet i dette tidsrommet var **30 408 m³**. Dersom man gjør en antagelse om at konsentrasjonen i prøven som ble analysert gjenspeiler konsentrasjonen i hele dette volumet og i den angitt tidsperioden, kan man estimere total mengde PAH (kg) i utslippet innenfor de første 28 timene (også presentert i Tabell 5).

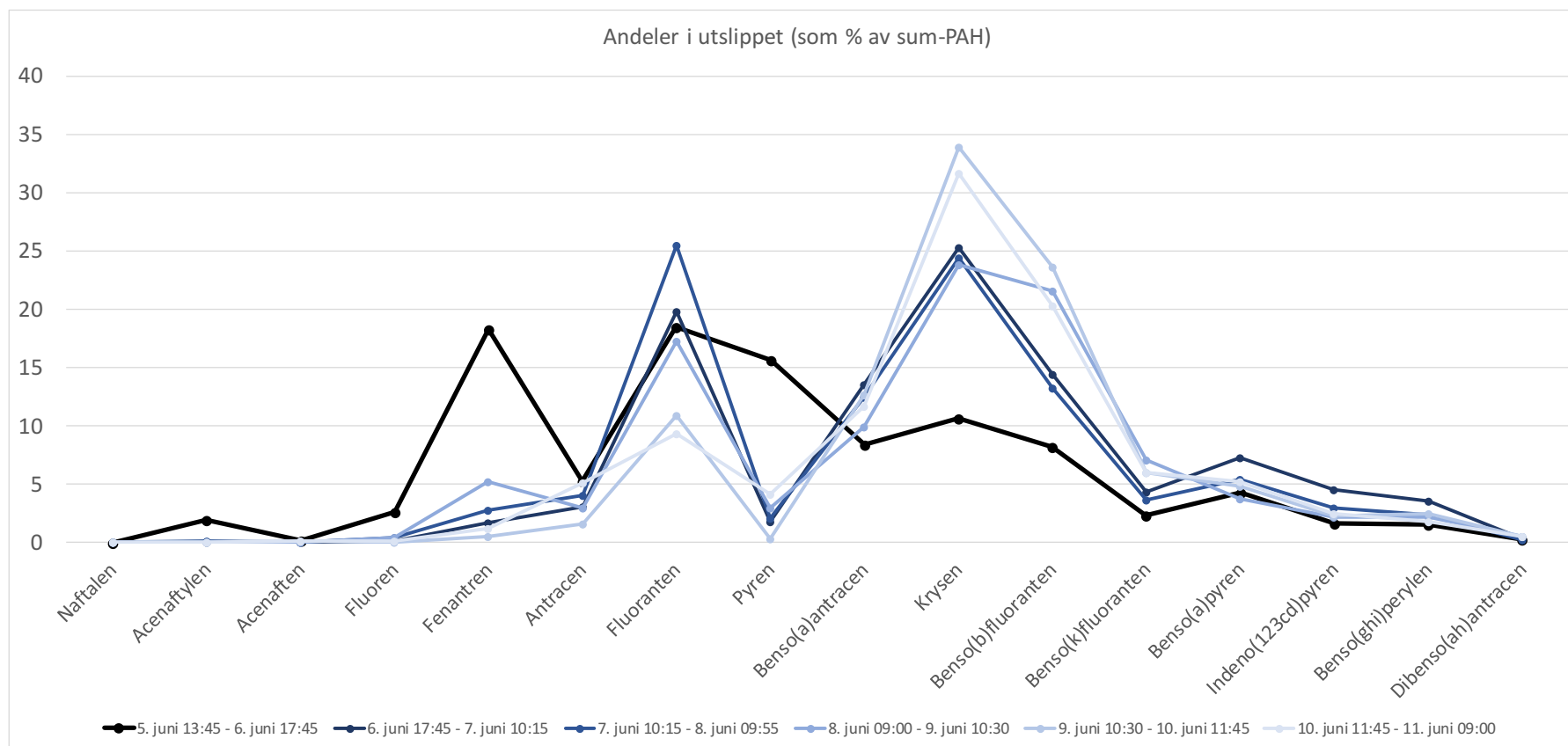
Tabell 5. Konsentrasjon ($\mu\text{g/L}$) av PAH-forbindelser i prøve av utslippsvann som representerer tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020 (et tidsrom på 28 timer). Volumet på utslippet i dette tidsrommet var **30 408 m³**. Estimert mengde av hver PAH-forbindelse (kg) i dette volumet er også presentert. Data fra Tizir Titanium & Iron AS.

PAH-forbindelse:	Konsentrasjon i prøve ($\mu\text{g/L}$)	Estimert mengde i utslippsvolumet (kg)
Naftalen	3,36	0,10
Acenaftylene	138	4,20
Acenaften	12,5	0,38
Fluoren	187	5,69
Fenantren	1310	39,83
Antracene	375	11,40
Fluoranten	1320	40,14
Pyren	1120	34,06
Benzo(a)antracene	602	18,31
Krysen	763	23,20
Benzo(b)fluoranten	585	17,79
Benzo(k)fluoranten	167	5,08
Benzo(a)pyren	310	9,43
Indeno(123cd)pyren	116	3,53
Benzo(ghi)perylene	111	3,38
Dibenzo(ah)antracene	23,4	0,71
Sum PAH-16	7 140	217,11

Det ble informert om at en tynn oljefilm ble observert på toppen av prøven som ble analysert for PAH, selv om det ikke ble observert noen oljefilm på overflaten i Sørfjorden etter utslippet. Prøven ble homogenisert og denne filmen ble dermed blandet inn i vannet, før analyse. Sammen med informasjon om prosessen og uhellens forløp (se kapittel 1.2) gir dette grunn til å anta at PAH-forbindelsene i utslippet ikke bare er av pyrogen opprinnelse, men at det også er en andel PAH av petrogen opprinnelse, dvs. har ikke vært gjennom en forbrenningsprosess.

Figur 8 gir et bilde av de relative andelene (% av konsentrasjonen av sum PAH-16) i prøven som representerer de 28 timene hvor det er antatt et utslipp av PAH-16 på 217 kg, med tilsvarende andeler i prøver av avløpsvann i timene de påfølgende dagene og timene. Dersom en sammenligner de relative andelene av de ulike PAH-forbindelsene i prøven av utslippet i tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020, med andeler de senere prøvene er det noen forskjeller (Figur 8). Prøven som representerer tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020 viser f.eks. høyere andeler fenantren og pyren, samt lavere andeler krysen. Derfor har denne prøven også en høyere fenantren:antracene-ratio. Dette er også en indikasjon (om enn noe vag) på tilstedeværelsen av noe PAH med petrogen opprinnelse (Boehm, 2005). Den høyere fenantren:antracene-ratioen kan også brukes som en grov pekepinn på om prøver i resipienten er påvirket av uhellsutslippet, dersom det observeres at dette forholdet er forhøyet.

Analyse av alkylerte PAH-forbindelser ville kunne gitt en tydeligere indikasjon på tilstedeværelse av PAH med petrogen opprinnelse, men slike forbindelser ble ikke analysert for siden det ikke ble vurdert som sannsynlig at det petrogene bidraget var av vesentlig betydning (se kapittel 1.2).



Figur 8. Andeler (% av sum-PAH) av de enkelte PAH-forbindelser i prøver av avløpsvann. Prøven som representerer tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020 er presentert sammen med prøver som er tatt i timene og dagene som fulgte. Data fra Tizir Titanium & Iron AS.

3.3 Beregning av fortynning av utslippet og påvirkning av resipienten

3.3.1 Vannsøylen

Som nevnt viser de to modelleringene som er foretatt av utslippet til Tizir Titanium & Iron AS et innlagringsdyp på ca. 30 m og en fortynning på en faktor 1 000 litt over 1 000 m fra utslippspunktet (Molvær, 2009; Johansen og Haave. 2015). Den umiddelbare fortynningen like etter diffusoren er på ca. 400x (Johansen og Haave. 2015). Dersom en antar at PAH-forbindelsene som ble sluppet ut i tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020, var jevnt fordelt i de 30 408 m³ vann som ble sluppet ut i løpet av disse 28 timene, vil avløpsvannet ha konsentrasjoner av PAH lik de presentert i Tabell 6 (for øvrig også presentert i Tabell 5). Tabell 6 presenterer også konsentrasjonene i resipienten etter de ovennevnte fortynningene på 400 ganger og 1 000 ganger for henholdsvis primærfortynning og sekundærfortynning (1 000 m fra utslippspunktet). Til sammenligning er grenseverdier for årlig gjennomsnitt (kroniske effekter) og høyeste akseptable konsentrasjon (akutte effekter) iht. til vannforskriften (veileder 02:2018) også oppgitt i Tabell 6.

Det går frem av Tabell 6 at ved 400 ganger fortynning i resipienten har man overskridelser av AA-EQS som tilsvarer et spenn fra 0 til 3 størrelsesordener, samt overskridelser av MAC-EQS fra 0 til 2 størrelsesordener. Ved 1 000 ganger fortynning har man fortsatt det samme. Overskridelsene er størst for benzo(a)pyren (AA-EQS) og benzo(ghi)perylene (MAC-EQS), som er blant forbindelsene som har de laveste grenseverdiene. For akutte effekter i resipienten er det kun relevant å sammenligne konsentrasjonene med MAC-EQS.

Det er tidligere påpekt at en ujevn mengde CO i eksosgassen i perioden fra kl. 13:45 den 5. juni 2020, til kl. 17:45 den 6. juni 2020 (Figur 5) kan antyde at en stor andel (som halvparten) av PAH-forbindelsene i utslippet kan ha blitt dannet de første ~5 timene. Ved antagelse om en konstant flow av prosessavløpsvann vil volumet i disse 5 timene være 5 430 m³ (30 408 m³ × [5/28]). Dette vil medføre en faktor 2,8 høyere konsentrasjoner i utslippet (0,5 × [28/5]), om en antar at halvparten av PAH-mengden ble sluppet ut i løpet av de første 5 timene. Tabell 7 viser i dette scenariet konsentrasjonene i avløpsvannet og i resipienten etter henholdsvis 400 og 1 000 ganger fortynning. Igjen er grenseverdier for årlig gjennomsnitt (kroniske effekter) og høyeste akseptable konsentrasjon (akutte effekter) også oppgitt, til sammenligning.

Det går frem av Tabell 7 at ved en kortere uhellsutslippssperiode (halve mengde PAH sluppet ut i løpet av 5 timer) og 400 ganger fortynning i resipienten har man overskridelser av AA-EQS tilsvarende 0 til 4 størrelsesordener, samt overskridelser av MAC-EQS tilsvarende 0 til 2 størrelsesordener. Ved 1 000 ganger fortynning har man overskridelser av AA-EQS tilsvarende 0 til 3 størrelsesordener, samt overskridelser av MAC-EQS tilsvarende 0 til 2 størrelsesordener.

På kort sikt kan man altså forvente akutte effekter på organismer som befinner seg i utslippets nærhet, enten mesteparten av PAHene fulgte med utslippet innenfor de første 5 eller 28 timene. På lengre sikt er det å forvente en ytterligere fortynning av utslippet. Ifølge Molvær (2009) vil et utslipp på ca. 28 000 m³/døgn (som stemmer overens med volumet i det aktuelle tidsrommet) fortynnes i en vannmasse på over 650×10⁶ m³. Når man antar en typisk oppholdstid for vannet i hoveddelen av Sørkjorden på 12-14 dager, sier Molvær (2009) at dette tilsvarer en vannutskifting på 50×10⁶ m³/døgn i vannmassen hvor utslippet innlagres og fortynnes.

Tabell 6. Konsentrasjon ($\mu\text{g/L}$) av PAH-forbindelser i avløpsvann under uhellsutslipp i tidsrommet fra kl. 13:45, 5. juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020 (PAH i **30 408 m³** vann sluppet ut over **28 timer**), samt konsentrasjoner i resipienten etter henholdsvis 400 og 1 000 ganger fortynning. Grenseverdier for årlig gjennomsnitt (kroniske effekter) og høyeste akseptable konsentrasjon (akutte effekter) er også oppgitt. Konsentrasjoner som overstiger grenseverdiene er markert med i **brunt** (overskridelse av AA-EQS, men ikke MAC-EQS), eller **rødt** (overskridelse av MAC-EQS).

PAH-forbindelse	Konsentrasjon i avløpsvann (før diffusor; $\mu\text{g/L}$)	Konsentrasjon i primærfortynning (400 x fortynning; $\mu\text{g/L}$)	Konsentrasjon ~1000 m fra diffusor (1000 x fortynning; $\mu\text{g/L}$)	AA-EQS ($\mu\text{g/L}$)	MAC-EQS ($\mu\text{g/L}$)
Naftalen	3,36	0,0084	0,00336	2	130
Acenaftylen	138	0,345	0,138	1,28 *	3,3 *
Acenaften	12,5	0,03125	0,0125	3,8 *	3,8 *
Fluoren	187	0,4675	0,187	1,5 *	6,8 *
Fenantren	1310	3,275	1,31	0,5 *	6,7 *
Antracen	375	0,9375	0,375	0,1	0,1
Fluoranten	1320	3,3	1,32	0,0063	0,12
Pyren	1120	2,8	1,12	0,023 *	
Benzo(a)antracen	602	1,505	0,602	0,012 *	0,018 *
Krysen	763	1,9075	0,763	0,07 *	0,07 *
Benzo(b)fluoranten	585	1,4625	0,585		0,017
Benzo(k)fluoranten	167	0,4175	0,167		0,017
Benzo(a)pyren	310	0,775	0,31	0,00017	0,027
Indeno(123cd)pyren	116	0,29	0,116		
Benzo(ghi)perylene	111	0,2775	0,111		0,00082
Dibenzo(ah)antracen	23,4	0,0585	0,0234	0,0006 *	0,014 *
Sum PAH-16	7140	17,85	7,14		

* Vannregionspesifikt stoff

Tabell 7. Konsentrasjon ($\mu\text{g/L}$) av PAH-forbindelser i avløpsvann under uhellsutslipp i tidsrommet fra kl. 13:45 til 18:45, 5. juni 2020 (halve totalmengden PAH i **5 430 m³** vann sluppet ut over **5 timer**), samt konsentrasjoner i resipienten etter henholdsvis 400 og 1000 ganger fortytning. Grenseverdier for årlig gjennomsnitt (kroniske effekter) og høyeste akseptable konsentrasjon (akutte effekter) er også oppgitt. Konsentrasjoner som overstiger grenseverdiene er markert med **brunt** (overstigelse av AA-EQS, men ikke MAC-EQS), eller **rødt** (overstigelse av MAC-EQS).

PAH-forbindelse	Konsentrasjon i avløpsvann (før diffusor; $\mu\text{g/L}$)	Konsentrasjon i primærfortynning (400 x fortytning; $\mu\text{g/L}$)	Konsentrasjon ~1000 m fra diffusor (1000 x fortytning; $\mu\text{g/L}$)	AA-EQS ($\mu\text{g/L}$)	MAC-EQS ($\mu\text{g/L}$)
Naftalen	9,408	0,02352	0,009408	2	130
Acenaftilen	386,4	0,966	0,3864	1,28 *	3,3 *
Acenaften	35	0,0875	0,035	3,8 *	3,8 *
Fluoren	523,6	1,309	0,5236	1,5 *	6,8 *
Fenantren	3668	9,17	3,668	0,5 *	6,7 *
Antracen	1050	2,625	1,05	0,1	0,1
Fluoranten	3696	9,24	3,696	0,0063	0,12
Pyren	3136	7,84	3,136	0,023 *	
Benzo(a)antracen	1685,6	4,214	1,6856	0,012 *	0,018 *
Krysen	2136,4	5,341	2,1364	0,07 *	0,07 *
Benzo(b)fluoranten	1638	4,095	1,638		0,017
Benzo(k)fluoranten	467,6	1,169	0,4676		0,017
Benzo(a)pyren	868	2,17	0,868	0,00017	0,027
Indeno(123cd)pyren	324,8	0,812	0,3248		
Benzo(ghi)perylene	310,8	0,777	0,3108		0,00082
Dibenzo(ah)antracen	65,52	0,1638	0,06552	0,0006 *	0,014 *
Sum PAH-16	19992	49,98	19,992		

* Vannregionspesifikt stoff

Det er lagt til grunn en konservativ antagelse for beregningene ovenfor om at PAH-forbindelsene er løst i vann og er biotilgjengelige for vannlevende organismer. Imidlertid har de tyngre PAH-forbindelsene lavest vannløselighet og vil stor grad assosieres med partikler. Dette kan illustreres f.eks. ved hjelp av Tabell 8, som viser logaritmen av oktanol-vannfordelingskoeffisienten (K_{ow}) til de ulike PAH-forbindelsene, samt avledet partikkel-vann fordelingskoeffisient (fra veileder for risikovurdering av forurenset sediment; Breedveld et al. 2015) i sedimenter med 1% organisk karbon. Denne viser at ved likevekt er konsentrasjonen av eksempelvis benzo(a)pyrene flere tusen ganger høyere i partikkelfasen enn i vannfasen. Det er også de tyngste forbindelsene som har de laveste grenseverdiene (Tabell 1 og Tabell 2). Overskridelsene av grenseverdier i scenariene ovenfor må derfor antas å være overestimert i stor grad (dvs. at de er konservative/strengt), da PAH-stoffene i stor grad vil være assosiert til partikler og lite biotilgjengelige.

Det bør også bemerkes at det kan ha vært noe dieselolje i form av enkelte oljedråper forbundet med utslippet, og som kan ha ført til dannelse av emulsjon. I et slikt tilfelle vil PAH-forbindelsene være assosiert med «oljedråpene» i vannet. Det kan også tenkes at noe PAH da (i større grad enn ellers) kan blir brakt høyere opp i vannsøylen. Det bemerkes igjen at det ikke foreligger observasjoner av oljefilm på Sørfjordens overflate og at våre vurderinger ikke har tatt hensyn til dette.

Tabell 8. Molekylvekt, (log) oktanol-vann fordelingskoeffisient (K_{ow}) og partikkel-vann fordelingskoeffisient i sediment med 1% organisk karboninnhold for PAH-forbindelser (K_d). (Fra veileder for risikovurdering av forurenset sediment; Breedveld et al. 2015).

PAH-forbindelse	Molvekt g/mol	log K_{ow} L/L	K_d sed (ved TOC 1%) L/kg t.v.
Naftalen	128,2	3,3	13
Acenaftylen	152,2	4,0	26
Acenaften	154,2	3,9	51
Fluoren	166,2	4,2	102
Fenantren	178,2	4,5	372
Antracen	178,2	4,7	295
Fluoranten	202,3	5,2	977
Pyren	202,3	5,0	589
Benzo(a)antracen	228,3	5,9	5012
Krysen	228,3	5,8	3981
Benzo(b)fluoranten	252,3	5,8	8319
Benzo(k)fluoranten	252,3	6,1	7943
Benzo(a)pyren	252,3	6,1	8318
Indeno(1,2,3-cd)pyren	276,3	6,7	23442
Dibenzo(a,h)antracen	278,4	6,6	19498
Benzo(ghi)perylene	276,3	6,6	10233

Det er videre rimelig å anta at forbindelsene etter hvert sedimentere ut av vannsøylen, assosiert med partikler. Det er derfor relevant å vurdere det eventuelle påslaget av PAH-forurensning i sedimentene i sammenheng med mulige langsiktige konsekvenser av utslippet (f.eks. hvorvidt

utslippet vil ha påvirkning på oppnåelse av miljømålene for Sørfjorden). Dette gjøres i det følgende kapittelet.

3.3.2 Sediment

Som nevnt, har det tidligere vært store utslipp av PAH fra aluminiumsverket i Tyssedal før det ble nedlagt i 1982, og fra Odda smelteverk, som ble nedlagt i 2002. Det er tidligere også påvist høye konsentrasjoner av PAH i sedimenter fra indre Sørfjorden, og at nivåene var høyest ikke langt fra det tidligere utslippet fra Odda Smelteverk (Skei et al. 2010).

PAH er analysert i sedimenter fra Sørfjorden ved flere anledninger, sist i forbindelse med tiltaksrettet overvåking av vannområdet Hardanger i 2018 (Ruus et al. 2019). Det kom da frem av undersøkelsen at stasjonene utenfor Tyssedal ikke kan klassifiseres til god økologisk eller god kjemisk tilstand, bl.a. på grunn av forurensning med PAH som overstiger grenseverdiene (se Tabell 3).

Det er ikke gjennomført en spesifikk beregning/modellering av sedimenterende PAH som følge av uhellsutslippet og hva dette bidraget betyr for forurensningskonsentrasjonen i ulik avstand fra utslippspunktet. En tilnærming har vært å sammenligne PAH-mengde i utslippet med den eksisterende tilstanden og mengder av PAH i sedimentene.

Med utgangspunkt i konsentrasjonene av PAH på stasjon S1/4 (som er den sedimentstasjonen i overvåkingen av vannområdet Hardanger som ligger nærmest Tizir Titanium & Iron AS), kan man beregne hvilket areal (km²) sjøbunn, basert på et 10 cm tykt sedimentlag, som allerede inneholder den mengden PAH som det er estimert ble sluppet ut i tidsrommet fra kl. 13:45, 5 juni 2020, til kl. 17:45, 6. juni 2020 (Tabell 5). En slik sammenligning er presentert i Tabell 9. De beregnede teoretiske arealene i Tabell 9 vil ikke tilsvare de faktisk berørte arealene fra utslippet siden slett ikke hele utslippet av PAH vil sedimentere samlet, men utslippet vil spres og transporteres ut av nærområdet og sedimentere med ulik rate over et mye større areal. Videre er det de tyngste PAH-forbindelsene som i størst grad vil sedimentere, på grunn av deres høyere partikkelaffinitet (Tabell 8). Arealene som vil bli berørt er derfor vesentlig større og med tilsvarende vesentlig mindre mengder PAH som faktisk sedimenterer innenfor de gitt arealene. Tabellen kan likevel gi en indikasjon på hva bidraget fra utslippet vil kunne bety for forurensningstilstanden i sedimentene.

Tabell 9 viser f.eks. at de øvre 10 cm sediment i et sjøbunnsområde på **0,36 km²**, med PAH-konsentrasjoner lik de på stasjon S1/4, allerede inneholder like mye **benzo(a)pyren** som den estimerte totale mengden benzo(a)pyren som ble sluppet ut under uhellsutslippet. Tatt i betraktning at den totale mengden benzo(a)pyren i utslippet ikke vil sedimentere innenfor dette begrensede området men bli fortynnet (primærfortynning 400x og sekundærfortynning 1 000x etter 1 000 m) og transportert over et område som er svært mye større enn dette (se kapittel 3.3.1) så er vår vurdering at de mengdene PAH fra utslippet som sedimenterer representerer et beskjedent tillegg til de eksisterende sedimentkonsentrasjonene. Det bemerkes også at sedimenter lenger inn i Sørfjorden inneholder enda høyere PAH-konsentrasjoner enn de på stasjon S1/4.

Tabell 9. Konsentrasjon av PAH-forbindelser i sediment på stasjon S1/4 utenfor Tyssedal (fra overvåkingen av vannområdet Hardanger i 2018; Ruus et al. 2019) og estimert mengde av PAH-forbindelser i uhellsutslippet fra Tizir Titanium & Iron AS i perioden fra kl. 13:45 den 5. juni 2020, til kl. 17:45 den 6. juni 2020, sett i forhold til hverandre. Kolonnen lengst til høyre viser areal (km²) av sjøbunn (10 cm tykt sedimentlag) med konsentrasjoner av PAH lik de på stasjon S1/4, som vil inneholde like stor mengde PAH som i uhellsutslippet.

PAH-forbindelse	Kons. av PAH i sediment på stasjon S1/4 (mg/kg tørrstoff)	Estimert mengde PAH i uhellsutslipp (kg)	Mengde S1/4-sediment med PAH-mengde tilsvarende den i uhellsutslipp (Tonn; tørt sediment)	Volum S1/4-sediment med PAH-mengde tilsvarende den i uhellsutslipp * (m ³ ; vått sediment)	Areal av 10 cm tykt S1/4-sedimentlag med PAH-mengde tilsvarende den i uhellsutslipp (km ²)
Naftalen	0,081	0,10	1267	2784	0,03
Acenaftylene	0,006	4,20	662574	1456207	14,56
Acenaften	0,067	0,38	5645	12407	0,12
Fluoren	0,041	5,69	139827	307312	3,07
Fenantren	0,677	39,83	58869	129382	1,29
Antracen	0,112	11,40	102116	224432	2,24
Fluoranten	0,993	40,14	40408	88809	0,89
Pyren	0,753	34,06	45208	99359	0,99
Benzo(a)antracen	0,317	18,31	57807	127049	1,27
Krysen	0,290	23,20	80004	175834	1,76
Benzo(b)fluoranten	1,423	17,79	12498	27468	0,27
Benzo(k)fluoranten	0,323	5,08	15706	34518	0,35
Benzo(a)pyren	0,583	9,43	16160	35516	0,36
Indeno(123cd)pyren	0,393	3,53	8968	19709	0,20
Benzo(ghi)perylene	0,517	3,38	6533	14358	0,14
Dibenzo(ah)antracen	0,114	0,71	6260	13758	0,14
Sum PAH-16	6,800	217,11	31928	70172	0,70

* Antatt standard tetthet og fraksjon tørrvekt av vått sediment, henholdsvis: $\rho_{vv} = 1,3$ kg/L og $f_{tv} = 0,35$ (fra veileder for risikovurdering av forurenset sediment; Breedveld et al. 2015).

3.4 Eventuell nedbrytning av PAH i resipienten

Et stoff kan brytes ned enten ved abiotiske prosesser eller ved hjelp av mikroorganismer (bionedbrytning). De abiotiske prosessene kan være hydrolyse, oksidering og fototransformasjon enten i luft eller i vann. ECHA (det Europeiske kjemikaliebyrået) har gjort en vurdering av fenantren (<https://echa.europa.eu/documents/10162/c62a1c4a-ceec-3a00-52a4-0a298f7d8bb3>), som er en PAH med tre ringer, og er dermed en av de mindre og lettere PAH blant de 16 PAH man vanligvis analyserer for. Det følgende tar utgangspunkt i denne rapporten.

Fenantren regnes for å være en semiflyktig PAH, mens PAH med 2 ringer (naftalen, acenaften og acenaftylen) er mer flyktige enn fenantren. 2-3 ringede PAH kan dermed forsvinne fra vann ved at de fordamper og dermed går over i gassfase der de kan bli utsatt for oksidasjon og fotolyse, men for fenantren er det hovedsakelig oksidasjon som finner sted. I vann vil kun en svært liten del av PAH være tilgjengelig for fotolyse siden lysabsorpsjonen i naturlig vann er ganske lav, og vil kun skje i de øverste få cm av vannsøylen.

Når det gjelder bionedbrytbarhet i vann, viser eksperimenter at aromatiske ringer opp til 4 ringer (pyren og fluoranten) er bionedbrytbare under aerobe forhold, men at hastigheten på mikrobiell nedbrytning av PAH-er med mer enn 4 aromatiske ringer er svært lave. Generelt sett synker hastigheten på nedbrytningen jo flere aromatiske ringer en PAH har. Dette har sammenheng med faktorer som størrelsen på PAH-molekylet (de blir mindre tilgjengelig for opptak i mikroorganismer siden de ikke så lett kan passere cellemembraner) og at de lett bindes til partikler som gjør dem mindre biotilgjengelige. Videre er det vist at halveringstiden for PAH er proporsjonal med fettløseligheten (Kow), så mer fettløselige PAH har lengre halveringstid.

Fenantren som bindes til partikler vil etter hvert sedimentere. I følge ECHAs studie, regnes fenantren i sediment for å være svært persistent (vP). For antracen (også en tre-rings PAH) er det gjort eksperimentelle studier av nedbrytbarhet som er referert i en vurdering ECHA har gjort (<https://echa.europa.eu/documents/10162/e3ed2133-5608-9edc-b7e7-a55c29515067>). I en screeningtest ble det funnet en halveringstid for antracen på 13-42 dager i vann og 420-1250 dager i sediment. Halveringstiden i vann på PAH som er større enn antracen, vil dermed være lengre enn 13-42 dager, mens PAH med to ringer antagelig vil være kortere eller lik den for antracen.

3.5 PAH i blåskjell

Konsentrasjonene av PAH-forbindelser bestemt i blåskjell samlet på stasjonene Tyssedal og Apold (6. august 2020) er presentert i Tabell 10. Her sammenlignes de med konsentrasjoner av PAH i blåskjell samlet ved Tyssedal, stasjon Søb1 (ved Lindenes, ca. 2 km sør for Tyssedal) og Byrkjenes, høsten 2019 (data fra overvåkingen av vannområde Hardanger; Ruus et al. 2020). Plasseringene av blåskjellstasjonene kan ses av Figur 6 (med unntak av Byrkjenes, som ligger helt innerst i Sørfjorden). Grenseverdiene (EQS_{biota} ; se Tabell 1 og Tabell 2) for bruk i bestemmelse av kjemisk og økologisk tilstand er også angitt. Konsentrasjonene presentert i Tabell 10 er også fremstilt grafisk i Figur 9.

Det går frem av tabellen og figuren at konsentrasjonene av PAH i blåskjell ved Tyssedal 6. august 2020 ikke er påfallende forskjellig fra de som ble observert høsten 2019. Merk at skjellene ble analysert ved to forskjellige laboratorier, som opererer med noe ulike kvantifiseringsgrenser (Tabell 10). Videre går det frem at konsentrasjonene av enkelte forbindelser er noe høyere i skjellene som ble samlet ved Apold 6. august 2020. Dermed er også konsentrasjonen av PAH-16 en faktor 3-4 høyere i skjell fra Apold, enn i skjell fra Tyssedal (Tabell 10). Konsentrasjonene av PAH i skjell fra Apold er imidlertid i hovedsak lavere enn, eller like høye som, i skjell fra Byrkjenes, innerst i Sørfjorden, høsten 2019 (Tabell 10; Figur 9). Ingen konsentrasjoner av PAH-forbindelser overstiger grenseverdiene (EQS_{biota}) for bruk i bestemmelse av kjemisk og økologisk tilstand (Tabell 10).

Noe som er iøynefallende vedrørende PAH-konsentrasjonene i blåskjell fra Apold er at PAH-forbindelsene fenatren, fluoranten og pyren forekommer i høyest konsentrasjoner (Figur 9). Det samme kjennetegner PAH-konsentrasjonene i prosessavløpsvannet fra Tizir Titanium & Iron under uhellsutslippet fra kl. 13:45 den 5. juni til kl. 17:45 den 6. juni (Figur 8). Den særegne PAH-profilen i skjellene fra Apold kan også illustreres ved den høyere fenatren:antracen-ratioen (Figur 10).

Dette er et indisium for at PAH-forbindelser fra uhellsutslippet kan ha nådd det vanddypet der blåskjellene er prøvetatt, ute ved Apold, og således har ført til en (begrenset) bioakkumulering i disse. Ifølge Johansen og Haave (2015) er nord-vest en hovedretning for horisontal spredning av utslippet. PAH kan imidlertid også ha andre kilder (avrenning fra land, skipstrafikk m.m.). En mulig konsekvens av uhellsutslippet er altså en forhøyning av PAH-konsentrasjonene i evertebrater i Sørfjorden i et begrenset tidsrom. PAH-forbindelser vil imidlertid ikke akkumulere i evertebrater, som fisk, da de effektivt metaboliserer/biotransformerer disse stoffene (hvilket også er grunnen til at PAH-eksponering evalueres ved hjelp av nedbrytningsprodukter i gallen; Figur 2).

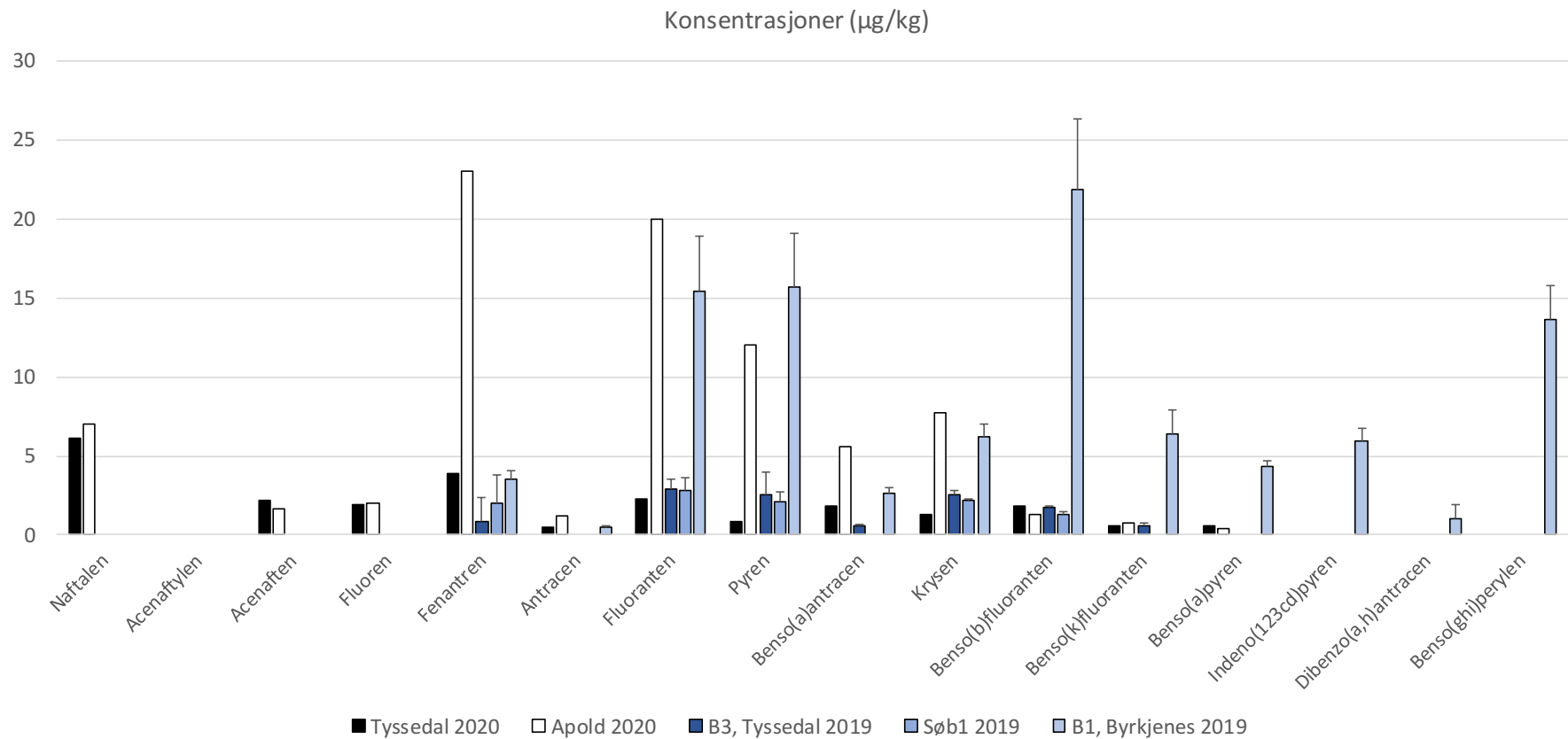
Tabell 10. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av PAH-forbindelser i blåskjell samlet på stasjonene Tyssedal og Apold (samlet 6. august, 2020) sammenstilt med konsentrasjoner av PAH i blåskjell fra Tyssedal, stasjon Søb1 (ved Lindenes, ca. 2 km sør for Tyssedal) og Byrkjenes (høsten 2019; data fra overvåkingen av vannområde Hardanger; Ruus et al. 2020; 3 replikater per stasjon). Grenseverdiene ($\text{EQS}_{\text{biota}}$) for bruk i bestemmelse av kjemisk og økologisk tilstand er også angitt.

PAH	Tyssedal	Apold	Tyssedal	Tyssedal	Tyssedal	Søb1	Søb1	Søb1	Byrkjenes	Byrkjenes	Byrkjenes	Grenseverdi (EQS)
	2020	2020	-1 2019	-2 2019	-3 2019	-1 2019	-2 2019	-3 2019	-1 2019	-2 2019	-3 2019	
Naftalen	6,1	7	< 249	< 309	< 310	< 312	< 313	< 312	< 313	< 313	< 312	2400
Acenaftalen	< 0,55	< 0,69	< 0,470	< 0,380	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	< 0,370	< 0,440	< 0,450	
Acenaften	2,2	1,6	< 0,750	< 1,14	< 1,13	< 1,14	< 1,14	< 1,08	< 1,14	< 1,14	< 1,15	
Fluoren	1,9	2	< 1,85	< 1,91	< 1,93	< 1,93	< 1,94	< 1,93	< 1,94	< 1,94	< 1,93	
Fenantren	3,9	23	< 3,43	2,6	< 2,53	3,31	2,77	< 2,55	3,18	4,18	3,09	
Antracen	0,52	1,2	< 0,299	< 0,328	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	0,451	0,595	0,513	2400
Fluoranten	2,3	20	2,39	3,55	2,71	3,63	2,13	2,71	11,7	18,6	16,1	30
Pyren	0,84	12	1,52	4,12	2,04	2,74	1,44	2	12,3	19,1	15,6	
Benzo(a)antracen	1,8	5,6	0,51	0,625	0,514	< 0,331	< 0,332	< 0,331	2,28	2,97	2,71	304 ^c
Krysen	1,3	7,7	2,77	2,27	2,62	2,03	2,23	2,16	5,4	6,38	6,92	
Benzo(b)fluoranten	1,8	1,3	1,89	1,61	1,58	1,41	1,18	1,33	16,7	24,5	24,4	^b
Benzo(k)fluoranten	0,61	0,71	0,652	0,483	0,674	< 37,0	< 0,465	< 0,380	4,64	7,52	6,96	^b
Benzo(a)pyren	0,54	0,4	< 0,299	< 0,328	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	3,98	4,58	4,47	5
Indeno(123cd)pyren	< 0,69	< 0,97	< 0,299	< 0,328	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	5	6,53	6,27	^b
Dibenzo(a,h)antracen	< 0,87	< 0,53	< 0,299	< 0,328	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	< 1,01	1,54	1,58	
Benzo(ghi)perylene	< 0,52	< 0,63	< 0,470	< 0,340	< 0,329	< 0,331	< 0,332	< 0,331	11,2	15,1	14,7	^b
Sum PAH 16, (Lowerbound ^a)	24	82	9,73	15,3	10,1	13,1	9,76	8,2	76,8	112	103	

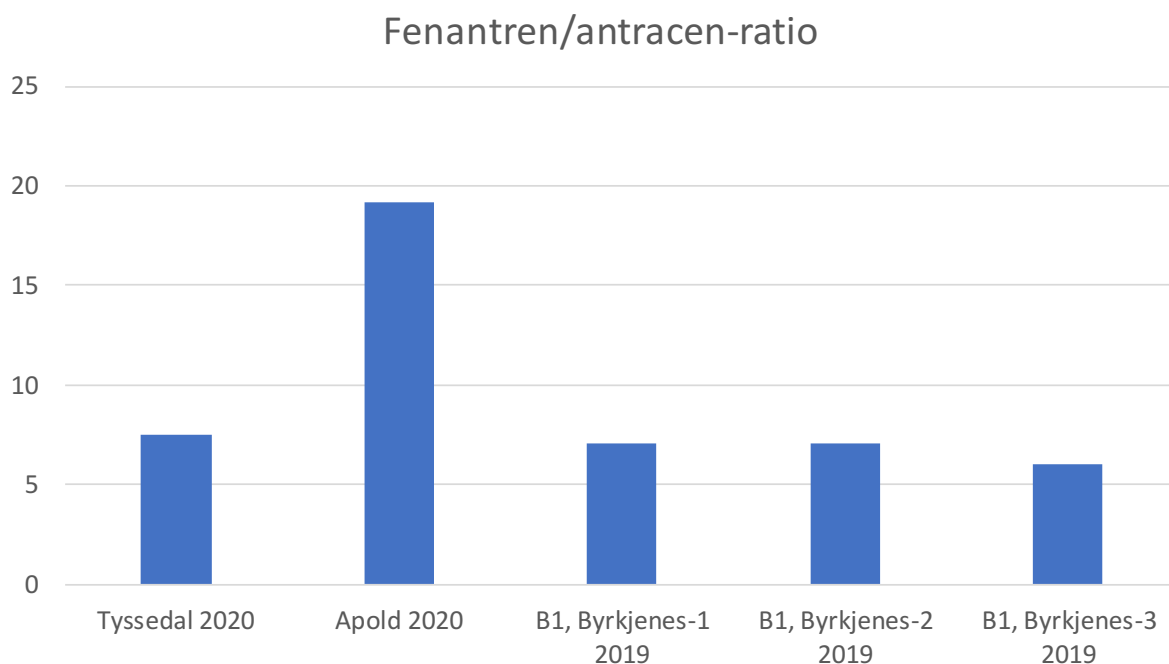
^a Verdier under kvantifiseringsgrensen settes til null (0).

^b Miljøkvalitetsstandardene i organismer refererer til konsentrasjonen av benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren kan betraktes som en markør for de andre PAHene, og det er kun benzo(a)pyren som må overvåkes for å sammenligne med EQS i organismer.

^c Vannregionspesifikt stoff.



Figur 9. Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt) av PAH-forbindelser i blåskjell samlet på stasjonene Tyssedal og Apold (6. august, 2020), sammenstilt med data fra overvåkingen av vannområde Hardanger høsten 2019, i form av konsentrasjoner av PAH i blåskjell fra Tyssedal, stasjon Søb1 (ved Lindenes, ca. 2 km sør for Tyssedal) og Byrkjenes (Ruus et al. 2020). Data fra 2019 er vist som gjennomsnitt og standardavvik for 3 replikater per stasjon.



Figur 10. Fenantren:antracen -ratio i blåskjell fra Tyssedal og Apold, samlet 6. august 2020, samt i blåskjell fra Byrkjenes, samlet høsten 2019 i forbindelse med overvåkingen av vannområde Hardanger (Ruus et al. 2020). Fenantren og antracen var under kvantifiseringsgrensen i skjell fra Tyssedal og stasjon Søb1 (ved Lindenes, ca. 2 km sør for Tyssedal) i 2019.

3.6 PAH i passive prøvetakere

Konsentrasjonene av PAH-forbindelser fra passive prøvetakere i vannmassene ved Tyssedal og Velure er vist i Tabell 11. Passive prøvetakere fanger kun opp den frie fraksjonen (ikke bundet til partikler) av PAH-forbindelser, og grenseverdier i vannforskriften gjelder for totale konsentrasjoner (summen av PAH bundet til partikler og PAH i den frie fraksjonen). Under fjære sjø ble den passive prøvetakeren ved Velure liggende i kontakt med sedimentene, og resultatene i denne prøvetakeren er usikre. Generelt ser vi at konsentrasjonen av PAH-forbindelser er høyere i Tyssedal enn ved Velure. I Tyssedal overskrider grenseverdier (AA-EQS, Tabell 1) for benzo(a)pyren. Prøvetakeren i Tyssedal var imidlertid plassert nær brygge for småbåter, og de påviste PAH-forbindelsene kan være relatert til drivstoff fra båtene, eventuelle utslipp fra Tizir Titanium & Iron AS, samt oppvirvling fra forurensede sedimenter. Da det også kun er én prøvetaker som kan benyttes til vurderingen, og det tidligere ikke foreligger data fra PAH i vannmassene i Sørfjorden, mener vi det er lite utfyllende informasjon å innhente fra denne ene prøvetakeren i Tyssedal.

Tabell 11. PAH-konsentrasjoner målt fra passive prøvetakere i vannmassene ved Tyssedal og Velure, samt feltblank. <, viser at konsentrasjoner er målt under rapporteringsgrense.

PAH-forbindelse:	Tyssedal (pg/l)	Velure (pg/l)	Feltblank (pg/l)
Naftalen	2000	1100	2200
Acenaftylen	290	50	<15
Acenaften	440	120	60
Fluoren	660	69	94
Fenantren	500	520	100
Antracen	50	9	<7
Fluoranten	2500	51	<23
Pyren	1700	29	<22
Benzo(a)antracen	340	<3	<4
Krysen	330	<3	<4
Benzo(b)fluoranten	620	<3	<4
Benzo(k)fluoranten	310	<3	<4
Benzo(a)pyren	480	<3	<4
Indeno(123cd)pyren	170	<3	<4
Benzo(ghi)perylene	110	<3	<4
Dibenzo(ah)antracen	20	<3	<4

4 Sammendrag og konklusjon

Tizir Titanium & Iron AS hadde et uhellsutslipp av 217 kg PAH-forbindelser i løpet av 28 timer i juni 2020. Hovedårsak til uhellsutslippet skyldes for lite tilførsel av oksygen under forvarming av ovn ved bruk av dieselvarmer og kull etter en vedlikeholdsstans. Konsentrasjoner av PAH-forbindelser i uhellsutslippet ble beregnet ut fra prøvetakning og analyse av prosessavløpsvann innsamlet fra en mengdeproporsjonal vannprøvetaker under uhellet. Uhellsutslippet ble sluppet ut fra bedriftens regulerte utslippspunkt for prosessavløpsvann til Sørfjorden.

Sørfjorden er godt dokumentert med hensyn til konsentrasjoner av miljøgifter. Resultater fra 2018-overvåkning i fjorden viste at konsentrasjonene av flere PAH-forbindelser er over grenseverdier gitt i vannforskriften for sedimenter, mens konsentrasjonene i blåskjell er under. For vannsøyle fins det ikke målinger av PAH-forbindelser i Sørfjorden.

For vurdering av kortsiktige konsekvenser av utslippet for resipienten ble konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannsøyla i Sørfjorden som følge av uhellsutslippet vurdert opp mot grenseverdier gitt i vannforskriften. I tillegg ble blåskjell samlet inn og analysert for PAH ca. to måneder etter uhellsutslippet. For langsiktige konsekvenser av utslippet ble det vurdert hvorvidt uhellsutslippet har påvirkning på miljømålene i Sørfjorden.

For beregning av fortytning og spredning av PAH-forbindelser i uhellsutslippet i Sørfjorden ble det benyttet tidligere modelleringsarbeid for Tizir Titanium & Iron AS sitt regulerte utslipp. Resultater fra to fagmiljøer beregnet 400 x fortytning av prosessavløpsvann rett utenfor diffusor (primærfortynning), og ca. 1 000 x fortytning 1 km fra diffusor (sekundærfortynning). Begge fagmiljøer beregnet en innlagring av utslippet ved 28-36 m dyp og ingen gjennomslag til overflate.

Beregnete konsentrasjoner av PAH-forbindelser i vannsøyle ved diffusor og ca. 1 km fra diffusor (nordvestlig retning) viste at grenseverdier for flere PAH-forbindelser ble oversteget i løpet av de 28 timene uhellsutslippet vedvarte. Beregnede konsentrasjoner var inntil to størrelsesordener over grenseverdier (MAC-EQS) som kan gi akutte toksiske effekter på organismer 1 km fra diffusor. Overskridelsene var størst for benzo(a)pyren og benzo(ghi)perylene, som er blant PAH-forbindelsene som har de laveste grenseverdiene.

Fra tidligere er det beregnet en oppholdstid på vannmassene i Sørfjorden på 12-14 dager, og en vannutskiftning på $50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{døgn}$ i vannmassen ($650 \times 10^6 \text{ m}^3$) hvor utslippet ($30\,408 \text{ m}^3$) innlagres og fortynnes. Dette indikerer ytterligere en rask (< 28 timer) 1 000 x fortytning av utslippet. På lengre sikt (> 28 timer) vil konsentrasjonene av PAH-forbindelser da være under konsentrasjoner som gir akutte toksiske effekter, og raskt nærmer seg bakgrunnsnivåer i vannmassene.

Basert på en konservativ (blant annet at alt PAH vil sedimentere i nærområdet, ikke fortynnes eller spres) og teoretisk beregning av tilførsler til sedimenter utenfor Tizir Titanium & Iron AS, så er vår vurdering at de mengdene PAH fra utslippet som sedimenterer representerer et beskjedent tillegg til de eksisterende sedimentkonsentrasjonene.

Konsentrasjon av PAH i blåskjell som ble samlet inn i 2020 utenfor Tizir Titanium & Iron AS, sammenfaller med konsentrasjoner i blåskjell samlet inn i 2019 i forbindelse med tiltaksrettet overvåkning for vannområde Hardanger. Konsentrasjonene av PAH i blåskjell fra Apold var 3-4 ganger

høyere enn konsentrasjonene i skjell fra Tyssedal. Konsentrasjonene av PAH i blåskjell ved Apold er lavere enn, eller like høye som, i blåskjell fra Byrkjenes, innerst i Sørfjorden. Ingen konsentrasjoner av PAH-forbindelser overstiger grenseverdier gitt i vannforskriften for fastsetting av økologisk og kjemisk tilstand. Kjemisk og økologisk tilstand med hensyn til PAH i blåskjell er da uendret etter uhellsutslippet på stasjoner hvor vi ville forventet en økning i konsentrasjonen.

I blåskjellene fra Apold var konsentrasjonene av fenatren, fluoranten og pyren høyest, og disse PAH-forbindelsene representerer også de høyeste konsentrasjonene i prosessavløpsvannet fra Tizir Titanium & Iron under uhellsutslippet. Ifølge strømmålinger vil prosessavløpsvannet ha en nordvestlig hovedretning for horisontal spredning. PAH kan imidlertid også ha andre kilder (avrenning fra land, skipstrafikk, oppvirvling av forurensede sedimenter m.m.). En mulig konsekvens av uhellsutslippet kan være en forhøyning av PAH-konsentrasjonene i invertebrater i Sørfjorden i et begrenset tidsrom.

NIVA kan ikke se at det er noen tiltak som kan iverksettes for å motvirke negative konsekvenser av utslippet. Videre overvåking som er planlagt bør fortsette, og en blåskjellstasjon på Apold bør følges opp.

5 Referanser

- Boehm PD. 2005. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). In Environmental Forensic (Morrison R and Myrphy B), Academic press, pp.313-337.
- Breedveld G, Ruus A, Bakke T, Kibsgaard A, Arp HP. 2015. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Rapport M-409 fra Miljødirektoratet. 106 s.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet. 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering.
- Golmen, L. 2012: Utslepp til sjø frå slamreanlegget ved ETI-Tyssedal. Beregningar av spreining og fortykning. NOTAT NIVA til Eramet 29. jan. 2012, 19s.
- Green NW, Schøyen M, Hjermann DØ, Øxnevad S, Ruus A, Beylich B, Lund E, Tveiten L, Jenssen MTS, Håvardstun J, Ribeiro AL, Doyer I, Rundberget JT, Bæk K. 2019. Contaminants in coastal waters of Norway 2018. NIVA-rapport 7412-2019. 178 s.
- Johansen PO, Haave M. 2015. Simulert spredning av utslipp til sjø ved Tyssedal Hardanger. SAM-notat nr. 14-2015. UNI Research, Miljø SAM-Marin. 10 s.
- Molvær J. 2009. Note on dilution of the TTI scrubber seawater, NIVA-notat (fra Jarle Molvær, NIVA, til Helga Gustavson, TTI). 7 s.
- Ruus A, Borgersen G, Ledang AB, Kristiansen T. 2019. Overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2018. NIVA-rapport 7338-2019. 77 s.
- Ruus A, Kristiansen T, Staalstrøm A. 2018. Overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2017. NIVA-rapport 7251-2018. 54 s.
- Ruus A, Kvassnes AJS, Ledang AB, Green N, Schøyen M. 2013. Overvåking av miljøforholdene i Sjørfjorden 2012. Metaller i vannmassene, oksygen, nitrogen og fosfor i vannmassene, miljøgifter i organismer. NIVA-rapport 6549-2013, rapport M15-2013 fra Miljødirektoratet, 107s.
- Ruus A, Ledang AB, Kristiansen T. 2020. Overvåking av kystvann i vannområde Hardanger 2019. NIVA-rapport 7501-2020. 56 s.
- Ruus A, Skei J, Green N, Schøyen M. 2010. Overvåking av miljøforholdene i Sjørfjorden 2009. Metaller i vannmassene, miljøgifter i organismer. NIVA-rapport 6018-2010, rapport TA-2679 fra Klima- og forurensningsdirektoratet, 107s.
- Skei J, Ruus A, Nilsson H, Helland A, Maage A. 2010. Tiltaksplan for forurensete sedimenter i Sjørfjorden (fase 2). NIVA-rapport 6003-2010. 64 s.
- Skei JM, Price NB, Calvert SE, Holtedahl H. 1972. The distribution of heavy metals in sediments of the Sjørfjord, West Norway. *Water Air and Soil Pollution* 1, 452–461.

Vedlegg A.

PAH-analyser av prosessavløpsvann, blåskjell og passive prøvetakere.



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2004817	Side	: 1 av 6
Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Kunde	: Tizir Titanium & Iron AS
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Kontakt	: Trine Bay
Epost	: info.on@alsglobal.com	Adresse	: Naustbakken 1 5770 Tyssedal Norge
Telefon	: ---	Epost	: tyssedal.miljo@titanorway.com
Telefon	: ---	Telefon	: ---
Prosjekt	: P571501		
Ordrenummer	: 1086762	Dato prøvemottak	: 2020-06-16 09:03
COC nummer	: ---	Analysedato	: 2020-06-18
Prøvetaker	: ---	Dokumentdato	: 2020-06-25 15:01
Sted	: ---	Antall prøver mottatt	: 8
Tilbudsnummer	: HL2020TIZIR-NO0001 (OF191032)	Antall prøver til analyse	: 8

Generelle kommentarer

Denne rapporten erstatter enhver preliminær rapport med denne referansen. Resultater gjelder Innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Prøve (r) NO2004817/005, method W-PAHGMS05 - Grunnet inhomogen prøve er resultatet gitt som et gjennomsnitt av 4 målinger.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER

Dokumentdato : 2020-06-25 15:01
 Side : 2 av 6
 Ordrenummer : NO2004817
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Analyseresultater

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				SRA-Overlep uke 25 [MTL] Avløpsvann	NO2004817005			
				Prøvenummer lab	Kundes prøvetakingsdato			
				NO2004817005	2020-06-16 00:00			
				LOR	Analysedato			
Submatris: AVLØPSVANN								
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2020-06-18	W-PV-AC	LE	a ulev
Metaller								
As (Arsen)	<0.5	---	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Ba (Barium)	62.4	± 5.25	µg/L	1.00	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cd (Kadmium)	4.83	± 0.49	µg/L	0.050	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Co (Kobolt)	21.4	± 2.14	µg/L	0.20	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cr (Krom)	<0.9	---	µg/L	0.90	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cu (Kopper)	6.88	± 0.59	µg/L	1.00	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Mo (Molybden)	<0.5	---	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Ni (Nikkel)	22.9	± 2.30	µg/L	0.60	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Pb (Bly)	764	± 75.40	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
V (Vanadium)	<0.2	---	µg/L	0.20	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Zn (Sink)	11800	± 1440.00	µg/L	4.0	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				SO2-Utlep uke 24 [MTL] Saltvann	NO2004817001			
				Prøvenummer lab	Kundes prøvetakingsdato			
				NO2004817001	2020-06-16 00:00			
				LOR	Analysedato			
Submatris: SJØVANN								
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2020-06-18	W-PV-AC	LE	a ulev
Metaller								
As (Arsen)	12.0	± 1.21	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Ba (Barium)	8.23	± 0.84	µg/L	1.00	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cd (Kadmium)	0.133	± 0.02	µg/L	0.050	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Co (Kobolt)	0.610	± 0.10	µg/L	0.20	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cr (Krom)	1.69	± 0.19	µg/L	0.90	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Cu (Kopper)	2.48	± 0.30	µg/L	1.00	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Mo (Molybden)	11.1	± 1.12	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Ni (Nikkel)	3.68	± 0.39	µg/L	0.60	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Pb (Bly)	18.8	± 1.66	µg/L	0.50	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
V (Vanadium)	3.88	± 0.37	µg/L	0.20	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev
Zn (Sink)	189	± 23.40	µg/L	4.0	2020-06-18	W-GFMS-06	LE	a ulev

Dokumentdato : 2020-06-25 15:01
 Side : 3 av 6
 Ordrenummer : NO2004817
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Parameter	Resultat	MU	Enhet	SO2-Utløp 15/6-20 Saltvann		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				LOR	Analysedato			
Submatriks: 8JØVANN				Kundes prøvenavn				
				SO2-Utløp 15/6-20 Saltvann				
				Provenummer lab NO2004817002				
				Kundes prøvetakingsdato 2020-06-16 00:00				
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	---	-	-	2020-06-18	W-PV-AC	LE	a ulev
Metaller								
Hg (Kvikksølv)	0.208	± 0.04	µg/L	0.020	2020-06-18	W-AFS-17V3b	LE	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	X-30/20-1 Saltvann		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				LOR	Analysedato			
Submatriks: 8JØVANN				Kundes prøvenavn				
				X-30/20-1 Saltvann				
				Provenummer lab NO2004817003				
				Kundes prøvetakingsdato 2020-06-16 00:00				
Polysykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aoenafnylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aoenafnen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fenantren	<0.020	---	µg/L	0.020	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Antraoen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoranten	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Pyren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)antraoen ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Kryoen ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(b)fluoranten ^A	0.018	± 0.005	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(k)fluoranten ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)pyren ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Indeno(123od)pyren ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(ghi)perylene	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Dibenso(ah)antraoen ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum PAH-18	<0.19	---	µg/L	0.19	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum of carcinogen PAH	<0.070	---	µg/L	0.070	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	X-30/20-2 Saltvann		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				LOR	Analysedato			
Submatriks: 8JØVANN				Kundes prøvenavn				
				X-30/20-2 Saltvann				
				Provenummer lab NO2004817004				
				Kundes prøvetakingsdato 2020-06-16 00:00				
Polysykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aoenafnylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aoenafnen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Dokumentdato : 2020-06-25 15:01
 Side : 4 av 6
 Ordrenummer : NO2004817
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Kundes prøvetaksdato		Metode	Utvende lab	Akkr.
				X-30/20-2		Saltvann				
				LOR	Analysedato	NO2004817004	2020-06-16 00:00			
Polysykliske hydrokarboner (PAH) - Fortsetter										
Fenantren	<0.020	---	µg/L	0.020	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Antraoen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Fluoranten	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Pyren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(a)antraoen ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Krysen ^A	0.010	± 0.003	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(b)fluoranten ^A	0.011	± 0.003	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(k)fluoranten ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(a)pyren ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Indeno(123cd)pyren ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(ghi)perylene	0.011	± 0.003	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Dibenzo(ah)antraoen ^A	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Sum PAH-18	<0.19	---	µg/L	0.19	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Sum of carcinogeno PAH	<0.070	---	µg/L	0.070	2020-06-22	W-PAHGMS05	PR	a ulev		

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Kundes prøvetaksdato		Metode	Utvende lab	Akkr.
				X-30/20-3		Saltvann				
				LOR	Analysedato	NO2004817006	2020-06-16 00:00			
Polysykliske hydrokarboner (PAH)										
Naftalen	0.066	± 0.02	µg/L	0.030	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Acenaflyen	0.077	± 0.02	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Acenaftefen	0.038	± 0.01	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Fluoren	2.08	± 0.62	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Fenantren	28.2	± 7.86	µg/L	0.020	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Antraoen	16.0	± 4.51	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Fluoranten	88.6	± 25.90	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Pyren	14.8	± 4.45	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(a)antraoen ^A	49.7	± 14.90	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Krysen ^A	119	± 35.70	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(b)fluoranten ^A	108	± 32.50	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(k)fluoranten ^A	36.4	± 10.60	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(a)pyren ^A	18.9	± 5.68	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Indeno(123cd)pyren ^A	11.0	± 3.28	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Benzo(ghi)perylene	11.2	± 3.35	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Dibenzo(ah)antraoen ^A	2.48	± 0.74	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Sum PAH-18	600	---	µg/L	0.19	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		
Sum of carcinogeno PAH	344	---	µg/L	0.070	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev		

Dokumentdato : 2020-06-25 15:01
 Side : 5 av 6
 Ordrenummer : NO2004817
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		X-30/20-4		Metode	Utvende lab	Akkred.
				Saltvann		LOR	Analysedato			
				NO2004817005						
				2020-06-16 00:00						
Kundes prøvetakingsdato		Provenummer lab								
Submatriks: 8JØVANN										
Polysykliske hydrokarboner (PAH)										
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Aoenafylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Aoenafen	0.084	± 0.03	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fluoren	0.028	± 0.008	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fenantren	0.317	± 0.10	µg/L	0.020	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Antraoen	0.882	± 0.26	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fluoranten	6.82	± 1.78	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Pyren	0.182	± 0.06	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(a)antraoen ^A	8.89	± 2.07	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Krysen ^A	18.4	± 5.52	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(b)fluoranten ^A	12.8	± 3.85	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(k)fluoranten ^A	3.28	± 0.98	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(a)pyren ^A	2.81	± 0.78	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Indeno(123od)pyren ^A	1.22	± 0.37	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(ghi)perylen	1.33	± 0.40	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Dibenso(ah)antraoen ^A	0.288	± 0.09	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Sum PAH-18	64.2	---	µg/L	0.19	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Sum of oarolinogenio PAH	46.6	---	µg/L	0.070	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		X-30/20-5		Metode	Utvende lab	Akkred.
				Saltvann		LOR	Analysedato			
				NO2004817007						
				2020-06-16 00:00						
Kundes prøvetakingsdato		Provenummer lab								
Submatriks: 8JØVANN										
Polysykliske hydrokarboner (PAH)										
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Aoenafylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Aoenafen	0.030	± 0.009	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fluoren	0.020	± 0.006	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fenantren	0.244	± 0.07	µg/L	0.020	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Antraoen	1.03	± 0.31	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Fluoranten	1.87	± 0.56	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Pyren	0.837	± 0.25	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(a)antraoen ^A	2.34	± 0.70	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Krysen ^A	8.34	± 1.90	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(b)fluoranten ^A	4.07	± 1.22	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(k)fluoranten ^A	1.20	± 0.36	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Benso(a)pyren ^A	1.06	± 0.32	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		
Indeno(123od)pyren ^A	0.602	± 0.15	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGM305	PR	a ulev		

Dokumentdato : 2020-06-25 15:01
 Side : 6 av 6
 Ordrenummer : NO2004817
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Submatris: 8JØVANN		Kundes prøvenavn			X-30/20-5 Saltvann				
		Prøvenummer lab			NO2004817007				
		Kundes prøvetakingsdato			2020-06-16 00:00				
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utførende lab	Akkred.	
Polysykliske hydrokarboner (PAH) - Fortsetter									
Benzo[ghi]perylen	0.371	± 0.11	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Dibenso[ah]antraoen*	0.114	± 0.03	µg/L	0.010	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Sum PAH-18	20.0	---	µg/L	0.19	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Sum of carcinogenio PAH	16.8	---	µg/L	0.070	2020-06-19	W-PAHGMS05	PR	a ulev	

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysosertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
W-AFS-17V3b	Bestemmelse av kvikksølv i avløpsvann ved AFS iht SS-EN ISO 17852:2008. Prøven er oppsluttet i forkant av analyse iht W-PV-AC.
W-PV-AC	Oppslutning med salpetersyre i autoklav iht oppslutningsprosedyre beskrevet i SS 28150:1993 (SE-GOP-0400).
W-SFMS-06	Bestemmelse av metaller i avløpsvann ved ICP-SFMS iht SS-EN ISO 17294-2:2016 og US EPA Method 200.8:1994. Prøven er oppsluttet i forkant iht W-PV-AC.
W-PAHGMS05	CZ_SOP_D06_03_161 (US EPA 8270, C8N EN ISO 6468, US EPA 8000D, prøveCZ_SOP_D06_03_P01 chap. 9.1, 9.4.1) Bestemmelse av semifyktige organiske stoffer ved GCMS eller GCMS/MS. Kalkulering av sum fra målte verdier.

Nøkkel: LOR = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parametrene for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matrisinterferens eller ved for lite prøvemateriale
 MU = Måleusikkerhet
 a = A etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS
 a ulev = A ulev etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør
 * = Stjerne for resultat angir ikke-akkreditert analyse.
 < betyr mindre enn
 > betyr mer enn
 n.a. = ikke aktuelt
 n.d. = ikke påvist

Måleusikkerhet:

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Utførende lab

	Utførende lab
LE	Analysene er utført av: ALS Scandinavia AB Luleå, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysočany 190 00



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2004511	Side	: 1 av 5
Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Kunde	: Tizir Titanium & Iron AS
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Kontakt	: Trine Bay
Epost	: info.on@alsglobal.com	Adresse	: Naustbakken 1 5770 Tyssedal Norge
Telefon	: ----	Epost	: tyssedal.miljo@ttinorway.com
Telefon	: ----	Telefon	: ----
Prosjekt	: P571501	Dato prøvemottak	: 2020-06-10 11:00
Ordrenummer	: 1086762	Analysedato	: 2020-06-15
COC nummer	: ----	Dokumentdato	: 2020-06-24 15:29
Prøvetaker	: ----	Antall prøver mottatt	: 5
Sted	: ----	Antall prøver til analyse	: 5
Tilbudsnummer	: HL2020TIZIR-NO0001 (OF191032)		

Generelle kommentarer

Denne rapporten erstatter enhver preliminær rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Prøve NO2004511/003, metode W-PAHGMS05 (*) = parameterne som er signert av dette symbolet, er ikke rapporterbar grunnet komplisert matriks.

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER

Dokumentdato : 2020-06-24 15:29
 Side : 2 av 5
 Ordrenummer : NO2004511
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Analyseresultater

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				X-29/20-1				
				Avløpsvann				
Provenummer lab				LOR	Analysedato			
Kundes prøvetakingsdato								
					NO2004511001			
					2020-06-05 00:00			
Polisykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Acenaftylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Acenaften	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fenantren	<0.020	---	µg/L	0.020	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Antracen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoranten	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Pyren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)antracen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Krysen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(b)fluoranten [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(k)fluoranten [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)pyren [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Indeno(123cd)pyren [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(ghi)perylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Dibenso(ah)antracen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum PAH-16	<0.19	---	µg/L	0.19	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum of carcinogenic PAH	<0.070	---	µg/L	0.070	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utøvende lab	Akkred.
				X-29/20-2				
				Avløpsvann				
Provenummer lab				LOR	Analysedato			
Kundes prøvetakingsdato								
					NO2004511002			
					2020-06-05 00:00			
Polisykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	<0.030	---	µg/L	0.030	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Acenaftylen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Acenaften	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fenantren	<0.020	---	µg/L	0.020	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Antracen	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoranten	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Pyren	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)antracen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Krysen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Dokumentdato : 2020-06-24 15:29
 Side : 3 av 5
 Ordrenummer : NO2004511
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Submatriks: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-2 Avløpsvann		
				Prøvenummer lab		NO2004511002		
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00		
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utvende lab	Akkred.
Polysykliske hydrokarboner (PAH) - Fortsetter								
Benso(b)fluoranten [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(k)fluoranten [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)pyren [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Indeno(123cd)pyren [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(ghi)perylene	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Dibenso(ah)antraen [^]	<0.010	---	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum PAH-16	<0.19	---	µg/L	0.19	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum of carcinogenic PAH	<0.070	---	µg/L	0.070	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Submatriks: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-3 Avløpsvann		
				Prøvenummer lab		NO2004511003		
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00		
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utvende lab	Akkred.
Polysykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	3.36	± 1.01	µg/L	0.030	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aenaftylene	138	± 41.50	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Aenaften	12.5	± 3.76	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoren	187	± 56.20	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fenantren	1310	± 394.00	µg/L	0.020	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Antraen	375	± 112.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Fluoranten	1320	± 395.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Pyren	1120	± 336.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)antraen [^]	602	± 180.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Krysen [^]	763	± 229.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(b)fluoranten [^]	585	± 176.00	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(k)fluoranten [^]	167	± 50.20	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(a)pyren [^]	310	± 93.10	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Indeno(123cd)pyren [^]	116	± 34.70	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Benso(ghi)perylene	111	± 33.40	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Dibenso(ah)antraen [^]	23.4	± 7.02	µg/L	0.010	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum PAH-16	7140	---	µg/L	0.19	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum of carcinogenic PAH	2570	---	µg/L	0.070	2020-06-17	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Submatriks: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-4 Avløpsvann		
				Prøvenummer lab		NO2004511004		
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00		
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utvende lab	Akkred.

Dokumentdato : 2020-06-24 15:29
 Side : 4 av 5
 Ordrenummer : NO2004511
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Submatriks: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-4 Avløpsvann			
				Prøvenummer lab		NO2004511004			
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utvørende lab	Akkred.	
Polysykliske hydrokarboner (PAH)									
Naftalen	0.080	± 0.02	µg/L	0.030	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Acenaftylen	0.081	± 0.02	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Acenaften	0.115	± 0.04	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fluoren	0.517	± 0.16	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fenantren	6.60	± 1.98	µg/L	0.020	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Antracen	12.3	± 3.70	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fluoranten	78.2	± 23.50	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Pyren	7.19	± 2.16	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(a)antracen [^]	53.6	± 16.10	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Krysen [^]	100	± 30.10	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(b)fluoranten [^]	56.9	± 17.10	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(k)fluoranten [^]	17.4	± 5.23	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(a)pyren [^]	28.9	± 8.67	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Indeno(123cd)pyren [^]	18.0	± 5.41	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(ghi)perylene	14.1	± 4.23	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Dibenso(ah)antracene [^]	1.51	± 0.45	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Sum PAH-16	395	---	µg/L	0.19	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Sum of carcinogenic PAH	276	---	µg/L	0.070	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	

Submatriks: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-5 Avløpsvann			
				Prøvenummer lab		NO2004511005			
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utvørende lab	Akkred.	
Polysykliske hydrokarboner (PAH)									
Naftalen	0.078	± 0.02	µg/L	0.030	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Acenaftylen	1.06	± 0.32	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Acenaften	0.359	± 0.11	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fluoren	2.43	± 0.73	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fenantren	15.5	± 4.65	µg/L	0.020	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Antracen	22.7	± 6.81	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Fluoranten	144	± 43.20	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Pyren	12.1	± 3.62	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(a)antracene [^]	70.4	± 21.10	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Krysen [^]	138	± 41.40	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(b)fluoranten [^]	74.9	± 22.50	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(k)fluoranten [^]	20.7	± 6.21	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Benso(a)pyren [^]	30.9	± 9.27	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	
Indeno(123cd)pyren [^]	17.1	± 5.14	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev	

Dokumentdato : 2020-06-24 15:29
 Side : 5 av 5
 Ordrenummer : NO2004511
 Kunde : Tizir Titanium & Iron AS



Submatris: AVLØPSVANN				Kundes prøvenavn		X-29/20-5		
				Kundes prøvetakingsdato		Avløpsvann		
				Prøvenummer lab		NO2004511005		
				Kundes prøvetakingsdato		2020-06-05 00:00		
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utførende lab	Akkred.
Polisykliske hydrokarboner (PAH) - Fortsetter								
Benzo(ghi)perylen	13.4	± 4.02	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Dibenso(ah)antracen*	1.48	± 0.44	µg/L	0.010	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum PAH-16	565	---	µg/L	0.19	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev
Sum of carcinogenic PAH	353	---	µg/L	0.070	2020-06-15	W-PAHGMS05	PR	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
W-PAHGMS05	CZ_SOP_D06_03_161 (US EPA 8270, CSN EN ISO 6468, US EPA 8000D, prøveCZ_SOP_D06_03_P01 chap. 9.1, 9.4.1) Bestemmelse av semflyktige organiske stoffer ved GCMS eller GCMS/MS. Kalkulering av sum fra målte verdier.

Nøkkel: LOR = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parametrene for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matrisinterferens eller ved for lite prøvemateriale
 MU = Målesikkerhet
 a = A etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS
 a ulev = A ulev etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør
 * = Stjerne for resultat angir ikke-akkreditert analyse.
 < betyr mindre enn
 > betyr mer enn
 n.a. – ikke aktuelt
 n.d. – ikke påvist

Målesikkerhet:

Målesikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Utførende lab

	Utførende lab
PR	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2007436	Side	: 1 av 3
Laboratorium	: ALS Laboratory Group avd. Oslo	Kunde	: Hardanger Miljøsent AS
Adresse	: Drammensveien 264 0283 Oslo Norge	Kontakt	: Joar Øygard
Epost	: info.on@alsglobal.com	Adresse	: Eittheimsveien 155B 5750 Odda Norge
Telefon	: ---	Epost	: joar.oygard@hm-as.no
Prosjekt	: ---	Telefon	: ---
Ordrenummer	: ---	Dato prøvemottak	: 2020-08-18 12:20
COC nummer	: ---	Analysedato	: 2020-08-24
Prøvetaker	: ---	Dokumentdato	: 2020-08-25 08:37
Sted	: ---	Antall prøver mottatt	: 2
Tilbudsnummer	: NO2020HARMIL-NO0001 (OF171256)	Antall prøver til analyse	: 2

Generelle kommentarer

Denne rapporten erstatter enhver preliminær rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultater gjelder bare de analyserte prøvene.

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Bare våte deler / dyrene i skjellene ble analysert

Underskrivere	Posisjon
Torgeir Rødsand	DAGLIG LEDER

Dokumentdato : 2020-08-25 08:37
 Side : 2 av 3
 Ordrenummer : NO2007436
 Kunde : Hardanger Miljøsent AS



Analyseresultater

Submatriks: MUSLINGER

Kundes prøvenavn

2155 Tyssedal

Biota

NO2007436001

Provenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

[2020-08-18]

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utøvende lab	Akkred.
Polysykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	6.10	± 1.83	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Acenaftalen	<0.55	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Acenaften	2.20	± 0.66	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fluoren	1.90	± 0.57	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fenantren	3.90	± 1.17	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Antraцен	0.520	± 0.16	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fluoranten	2.30	± 0.69	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Pyren	0.840	± 0.25	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(a)antraцен [^]	1.80	± 0.54	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Krysen [^]	1.30	± 0.39	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(b)fluoranten [^]	1.80	± 0.54	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(k)fluoranten [^]	0.610	± 0.18	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(a)pyren [^]	0.540	± 0.16	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Indeno(123cd)pyren [^]	<0.69	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Dibenzo(a,h)antraцен	<0.87	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(ghi)perylene	<0.52	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Sum PAH 16, Lowerbound	24	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Sum PAH 16, Upperbound	27	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev

Submatriks: MUSLINGER

Kundes prøvenavn

2155 Apold

Biota

NO2007436002

Provenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

[2020-08-18]

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utøvende lab	Akkred.
Polysykliske hydrokarboner (PAH)								
Naftalen	7.00	± 2.10	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Acenaftalen	<0.69	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Acenaften	1.60	± 0.48	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fluoren	2.00	± 0.60	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fenantren	23.0	± 6.90	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Antraцен	1.20	± 0.36	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Fluoranten	20.0	± 6.00	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Pyren	12.0	± 3.60	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Benso(a)antraцен [^]	5.60	± 1.68	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev
Krysen [^]	7.70	± 2.31	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHMS02	PA	a ulev

Dokumentdato : 2020-08-26 08:37
 Side : 3 av 3
 Ordrenummer : NO2007436
 Kunde : Hardanger Miljøsent AS



Parameter	Resultat	MU	Enhet	Kundes prøvenavn		Metode	Utførende lab	Akkred.
				2155 Apold Biota	NO2007436002			
				Prøvenummer lab				
				Kundes prøvetaksdato		[2020-08-18]		
Polysykliske hydrokarboner (PAH) - Fortsetter								
Benso(b)fluoranten [*]	1.30	± 0.39	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Benso(k)fluoranten [*]	0.710	± 0.21	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Benso(a)pyren [*]	0.400	± 0.12	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Indeno(123cd)pyren [*]	<0.97	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Dibenzo(a,h)antracen	<0.53	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Benso(ghi)perylene	<0.63	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Sum PAH 16, Lowerbound	82	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev
Sum PAH 16, Upperbound	85	---	µg/kg	-	2020-08-24	B-PAHHMS02	PA	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysecertifikatet

Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
B-PAHHMS02	CZ_SOP_D06_06_180 unntatt kap. 10.3.3.1 - 10.3.3.8 (US EPA 429, STN EN 16619): Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner ved isotopfortynning-metode ved bruk av HRGC-HRMS og utregning av polyaromatiske hydrokarboner summer fra målte verdier. Prøvene ble lagret på lab mørkt og under temperatur <4°C. Faktisk rapporteringsgrense er notert i vedlegget. Beregnet måleusikkerhet (95% konfidensintervall) for hver individual PAH is 30%, for sum av PAH4 er den 20%.

Nøkkel: LOR = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parametrene for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortynning grunnet matrisinterferens eller ved for lite prøvemateriale
 MU = Måleusikkerhet
 a = A etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS
 a ulev = A ulev etter utførende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør
 * = Stjerne for resultat angir ikke-akkreditert analyse.
 < betyr mindre enn
 > betyr mer enn
 n.a. – ikke aktuelt
 n.d. – Ikke påvist

Måleusikkerhet:

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Utførende lab

	Utførende lab
PA	Analysene er utført av: ALS Czech Republic, s.r.o., V Raji 606 Pardubice - Zelene Predmesti 530 02

Rapport**N2007936**

Side 1 (4)

EP21TPM5I



Mottatt dato 2020-09-03
Utstedt 2020-09-18

Hardanger Miljøseniter
Joar Øygaard

Eitrheimsveien 155B
N-5750 Odda
Norway

Prosjekt 2020-2362
Bestnr 2020-2362

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Kai i Tyssedal Passiv prøvetaker				
Labnummer	N00737678				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	2000	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftylene *	290	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	440	pg/l	1	1	SAHM
Fluorene *	660	pg/l	1	1	SAHM
Fenantrene *	500	pg/l	1	1	SAHM
Antracene *	50	pg/l	1	1	SAHM
Fluorantene *	2500	pg/l	1	1	SAHM
Pyrene *	1700	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracene^*	340	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^*	330	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluorantene^*	620	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluorantene^*	310	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyrene^*	480	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracene^*	20	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene^*	110	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyrene^*	170	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound"*	11000	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound"*	11000	pg/l	1	1	SAHM

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Sabra Hashimi

2020.09.18 10:14:39

Client Service

Sabra.Hashimi@alsglobal.com

Rapport

N2007936

Side 2 (4)

EP21TPM5I



Deres prøvenavn	Velur Passiv prøvetaker					
Labnummer	N00737679					
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Naftalen*	1100	pg/l	1	1	SAHM	
Acenaftalen*	50	pg/l	1	1	SAHM	
Acenaften*	120	pg/l	1	1	SAHM	
Fluoren*	69	pg/l	1	1	SAHM	
Fenantren*	520	pg/l	1	1	SAHM	
Antracen*	9,1	pg/l	1	1	SAHM	
Fluoranten*	51	pg/l	1	1	SAHM	
Pyren*	29	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(a)antracen^*	<2,5	pg/l	1	1	SAHM	
Krysen^*	<2,7	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(b)fluoranten^*	<2,6	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(k)fluoranten^*	<2,5	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(a)pyren^*	<2,4	pg/l	1	1	SAHM	
Dibenso(ah)antracen^*	<2,5	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(ghi)perylene*	<2,4	pg/l	1	1	SAHM	
Indeno(123cd)pyren^*	<2,5	pg/l	1	1	SAHM	
Sum PAH "Lowerbound"*	2000	pg/l	1	1	SAHM	
Sum PAH "Upperbound"*	2000	pg/l	1	1	SAHM	

Deres prøvenavn	Blind Passiv prøvetaker					
Labnummer	N00737680					
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Naftalen*	2200	pg/l	1	1	SAHM	
Acenaftalen*	<15	pg/l	1	1	SAHM	
Acenaften*	60	pg/l	1	1	SAHM	
Fluoren*	94	pg/l	1	1	SAHM	
Fenantren*	100	pg/l	1	1	SAHM	
Antracen*	<6,9	pg/l	1	1	SAHM	
Fluoranten*	<23	pg/l	1	1	SAHM	
Pyren*	<22	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(a)antracen^*	<4,2	pg/l	1	1	SAHM	
Krysen^*	<4,4	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(b)fluoranten^*	<4,4	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(k)fluoranten^*	<4,2	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(a)pyren^*	<4,2	pg/l	1	1	SAHM	
Dibenso(ah)antracen^*	<4,3	pg/l	1	1	SAHM	
Benso(ghi)perylene*	<4,2	pg/l	1	1	SAHM	
Indeno(123cd)pyren^*	<4,3	pg/l	1	1	SAHM	
Sum PAH "Lowerbound"*	2500	pg/l	1	1	SAHM	
Sum PAH "Upperbound"*	2600	pg/l	1	1	SAHM	

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com

Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Sabra Hashimi

2020.09.18 10:14:39

Client Service

Sabra.Hashimi@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (4)

N2007936

EP21TPM51



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"**" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</p> <p>Metode: EPA 429, ISO 11338, IP 346 Måleprinsipp: HRGC-HRMS med isotop fortykning Ekstraksjonsmåte: Membranen med innhold ekstraheres med n-heksan før en Soxhlet ekstraksjon foretas. Forbindelser som inngår i pakken: Naftalen Acenaftylen Acenaften Fluoren Fenantren Antracen Fluoranten Pyren Benzo(a)antracen Krysen Benzo(b)fluoranten Benzo(k)fluoranten Benzo(a)pyren Dibenzo(ah)antracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-c,d)pyren</p> <p>Målesikkerhet: 30% Akkreditering: Analysen av SPMD-membranen er akkreditert. Beregning fra ng/SPMD til vannkonsentrasjon er ikke akkreditert. Andre opplysninger: Prøven ble lagret hos laboratorie ved mørke og kjølige (<4°C) betingelser. Ved flere SPMD'er i samme boks blir resultatet rapportert per én SPMD (gjennomsnitt av alle SPMD'er) dersom ikke annet er avtalt.</p>

Godkjenner	
SAHM	Sabra Hashimi

Utf ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info_on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Sabra Hashimi

Client Service
Sabra.Hashimi@alsglobal.com

2020.09.18 10:14:39

Rapport

Side 4 (4)

N2007936

EP21TPM5I



Utf1

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene. Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS Sarpsborg
Yvenveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Sabra Hashimi

Client Service

Sabra.Hashimi@alsglobal.com

2020.09.18 10:14:39

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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