

Vurdering av utslipp av krom og nikkel i indre del av Vefsnfjorden



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 Vurdering av utslipp av krom og nikkel i indre del av Vefsnfjorden	Løpenummer 7546-2020	Dato 25.11.2020
Forfatter(e) André Staalstrøm Caroline Mengeot Sigurd Øxnevad	Fagområde Hydrologi og oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vefsnfjorden	Sider 17

Oppdragsgiver(e) Alcoa Mosjøen	Oppdragsreferanse Maren Seljenes Lauritzen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200234

<p>Sammendrag</p> <p>Miljødirektoratet har bedt Alcoa Mosjøen om en vurdering av om bedriftens utslipp fra verket og deponiene kan være årsaken til de høye nivåene av nikkel og krom i blåskjell som ble påvist i overvåkingen av Vefsnfjorden i 2019. NIVA har på oppdrag for Alcoa Mosjøen gjort en vurdering av utslippene av krom og nikkel fra verket og deponiene. Basert på de vurderingene som er gjort her, så kan det sies at bidraget fra utslippet fra Alcoa når det gjelder krom kan ha hatt en betydning i 2020, hvor bakgrunnskonsentrasjonen forhøyes med omtrent 15 %. Alcoas bidrag når det gjelder nikkel i 2020 var antageligvis mindre, sammenlignet med den mengden nikkel som tilføres fjorden med Vefsna. Sige vann fra Alcoas deponier slippes ut til Vefsnfjorden ved Rynes, på ca. 40 meters dyp. En sammenligning av utslippsmengdene fra Alcoas utslipp i Vefsnas utløp og fra deponiene, viser at utslippet av nikkel er av samme størrelse som utslippet direkte fra verket. Utslippet av krom fra verket er anslagsvis 35 ganger større enn fra deponiene. Disse beregningene styrker vurderingen av at utslipp av krom direkte fra verket mest sannsynlig har hatt betydning for de høye konsentrasjonene målt i blåskjell, og at påvirkning av utslipp fra deponiet var av mindre betydning. Når det gjelder høye konsentrasjoner av nikkel i blåskjell, kan utslippet fra deponiet ha hatt en betydelig påvirkning. En betydelig usikkerhet i denne vurderingen er datagrunnlaget for konsentrasjon i utslippet fra Alcoa. Det anbefales å redusere usikkerheten gjennom en styrking av datagrunnlaget med et program for gjentatte målinger av konsentrasjon er i utslippet.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estuarin sirkulasjon 2. Industri 3. Nikkel 4. Krom 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estuarine circulation 2. Industry 3. Nickel 4. Chromium
--	--

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

Sigurd Øxnevad
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7281-9
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Vurdering av utslipp av krom og nikkel i indre del av Vefsnfjorden

Forord

På oppdrag for Alcoa Mosjøen har NIVA gjort en vurdering av utslippet av krom og nikkel som Alcoa har til Vefsnfjorden. I overvåkingen som ble gjort i 2019 ble det påvist forhøyede konsentrasjoner av krom og nikkel i blåskjell på flere steder i Vefsnfjorden. Miljødirektoratet har bedt Alcoa Mosjøen om en vurdering av om bedriftens utslipp fra verket og deponiene kan være årsaken til de høye nivåene av nikkel og krom i blåskjell.

Profilmålinger av saltholdighet og temperatur ble utført av Caroline Mengeot, med god hjelp fra Olav Lorentzen. Rapporteringen er utført av André Staalstrøm, med bidrag fra Caroline Mengeot og Sigurd Øxnevad. Kontaktperson hos Alcoa Mosjøen har vært Maren Seljenes Lauritzen.

Grimstad, 25.11.2020

Sigurd Øxnevad

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
2	Beregning av spredning og fortynning av utslipp.....	10
3	Målinger av saltholdighet	11
4	Resultater	13
5	Samlet vurdering	17
6	Referanser.....	17

Sammendrag

Miljødirektoratet har bedt Alcoa Mosjøen om en vurdering av om bedriftens utslipp fra verket og deponiene kan være årsaken til de høye nivåene av nikkel og krom i blåskjell som ble påvist i overvåkingen av Vefsnfjorden i 2019. NIVA har på oppdrag for Alcoa Mosjøen gjort en vurdering av utslippene av krom og nikkel fra verket og deponiene.

Vefsnfjorden er ca. 45 km lang fra Mosjøen og til munningen mellom Røddøya og Tjøtta. Denne rapporten fokuserer på fjordens indre del fra Mosjøen og til Alterneset. Denne delen av fjorden er ca. 6 km lang og omtrent 1200 m bred. Innerst i fjorden har elva Vefsna sitt utløp med en middelvannføring på 207 m³/s.

Alcoa har sitt utslipp rett ved elvemunningen. Vannføringen i utslippet er på 1,4-1,7 m³/s. I denne rapporten er fortynningen av dette utslippet utover i Indre Vefsnfjorden beregnet og konsentrasjoner av krom og nikkel ute i fjorden er vurdert ut ifra dette. Fortyningen er beregnet på bakgrunn av vannføring i Vefsna og utslippet til Alcoa, samt målinger av saltholdighet utover i fjorden.

Basert på de vurderingene som er gjort her, så kan det sies at bidraget fra utslippet fra Alcoa når det gjelder krom kan ha hatt en betydning i 2020, hvor bakgrunnskonsentrasjonen forhøyes med omtrent 15 %. Alcoas bidrag når det gjelder nikkel i 2020 var antageligvis mindre, sammenlignet med den mengden nikkel som tilføres fjorden med Vefsna.

Sigevann fra Alcoas deponier (Lille Åsnevdal og Store Åsnevdal) inneholder betydelig mengder metaller. Sigevannet slippes ut til Vefsnfjorden ved Rynes, på ca. 40 meters dyp. Beregninger viser at konsentrasjon av nikkel på ca. 5 m dyp rett ved utslippet fra deponiene kan komme opp i 0,94 µg/L. Det tilsvarende tallet for krom er 0,13 µg/L. En sammenligning av utslippsmengdene fra Alcoas utslipp i Vefsnas utløp og fra deponiet, viser at utslipp av nikkel er av samme størrelse som utslippet direkte fra fabrikk. Utslippet av krom fra fabrikk er anslagsvis 35 ganger større enn fra deponiene. Disse beregningene styrker vurderingen av at utslipp av krom direkte fra fabrikk mest sannsynlig har hatt betydning for de høye konsentrasjonene målt i blåskjell, og at påvirkning av utslipp fra deponiene var av mindre betydning. Når det gjelder høye konsentrasjoner av nikkel i blåskjell kan utslippet fra deponiet ha hatt en betydelig påvirkning. Det er derfor positivt at mengden nikkel i sigevannet fra deponiene har blitt redusert i løpet av perioden 2017-2019.

En betydelig usikkerhet i denne vurderingen er datagrunnlaget for konsentrasjoner i utslippet fra Alcoa. Det fins kun målinger fra en tid på året i 2016 og i 2020. Det er betydelig variasjon i både konsentrasjon av nikkel og krom mellom disse to årene, og det kan forventes en betydelig variasjon gjennom året. Det anbefales at konsentrasjon av metaller i utslippet til Alcoa overvåkes med flere målinger i løpet av året.

Det kan også være andre kilder til metaller i indre del av Vefsnfjorden, blant annet forurenset grunn.

Summary

Title: Assessment of emissions of chromium and nickel in the inner part of Vefsnfjorden
Year: 2020
Author(s): André Staalstrøm, Caroline Mengeot & Sigurd Øxnevad
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7281-9

The Norwegian Environment Agency has asked Alcoa Mosjøen for an assessment of whether the company's discharges from the plant and landfills may be the reason for the high levels of nickel and chromium in mussels that were detected in the monitoring of the Vefsnfjord in 2019. On behalf of Alcoa Mosjøen NIVA has done an assessment of the discharges of chromium and nickel from the plant and the landfills.

Vefsnfjorden is approx. 45 km long from Mosjøen out to the mouth between the islands Rødøya and Tjøtta. This report focuses on the inner part of the fjord from Mosjøen and to Alterneset, which is approx. 6 km long and about 1200 m wide. In the innermost part of the fjord, the river Vefsna has its outlet with an average water flow of 207 m³/s. Alcoa has its discharge point right at the mouth of the river. The water flow in the discharge is 1.4-1.7 m³/s. In this report, the dilution of this discharge in the Inner Vefsnfjord has been calculated and concentrations of chromium and nickel in the fjord have been assessed on this basis. The background for this is that high concentrations of these metals have been measured in blue mussels in the fjord in 2019. The dilution of the discharges of chromium and nickel has been calculated on basis if the water flow in Vefsna and the discharges from Alcoa, as well as measurements of salinity in a transect along the fjord. Based on the assessments made here, it can be said that the contribution from Alcoa's discharge in terms of chromium may have been significant in 2020, where the concentration in the fjord is increased by approximately 15%. Alcoa's contribution to the concentration of nickel in 2020 was probably smaller, compared with the effect of the amount of nickel discharged to the fjord with the river Vefsna.

Leachate from Alcoa's landfills (Lille Åsnevdal and Store Åsnevdal) contains significant amounts of metals. The leachate is discharged to the Vefsnfjord by Rynes, at approx. 40 meters depth. Calculations show that the concentration of nickel at approx. 5 m depth right at the discharge from the landfills can reach 0.94 µg /L. The corresponding number for chromium is 0.13 µg /L. A comparison of the discharge volumes from Alcoa's discharges at Vefsna's outlet and from the landfill, shows that discharges of nickel are of the same size as the discharges directly from the factory. The discharge of chromium from the factory is approximately 35 times greater than from the landfills. These calculations strengthen the assessment that discharges of chromium directly from the factory have most likely had an effect on the concentrations measured in mussels, and that the impact on discharges from the landfill was of minor importance. Regarding high concentrations of nickel in mussels, the discharge from the landfills may have had a significant impact. It is therefore positive that the concentration of nickel in leachate from the landfills has been reduced during the period 2017-2019.

A significant uncertainty of this assessment is the data basis for concentrations in the discharge from Alcoa. There are only measurements from one time period for 2016 and 2020. There is considerable variation in both the concentration of nickel and chromium between these two years, and a significant variation can be expected throughout the year. It is recommended that the concentration of metals in the discharge from Alcoa is monitored with several measurements during the year.

There may also be other sources of metals to the inner part of the Vefsnfjord. One possible source may be contaminated soil.

1 Introduksjon

Vefsnfjorden er ca. 45 km lang fra Mosjøen og til munningen mellom Rødøya og Tjøtta (**Figur 1**). Denne rapporten fokuserer på fjordens indre del fra Mosjøen og til Alterneset. Denne delen av fjorden er ca. 6 km lang og omtrent 1200 m bred. I det etterfølgende vil vi omtale denne fjordstrekningen som Indre Vefsnfjorden.

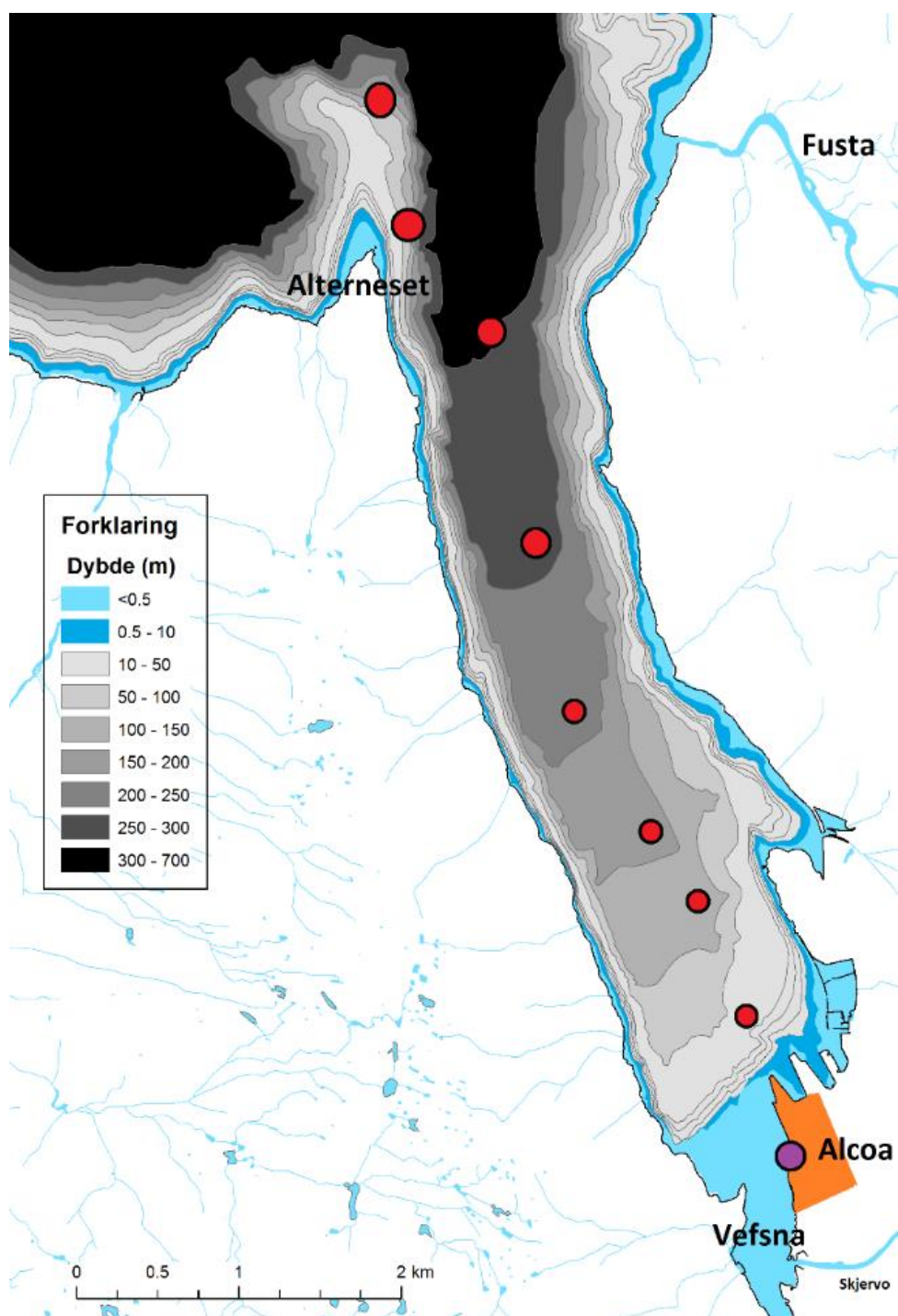


Figur 1. Oversiktskart over Vefsnfjorden

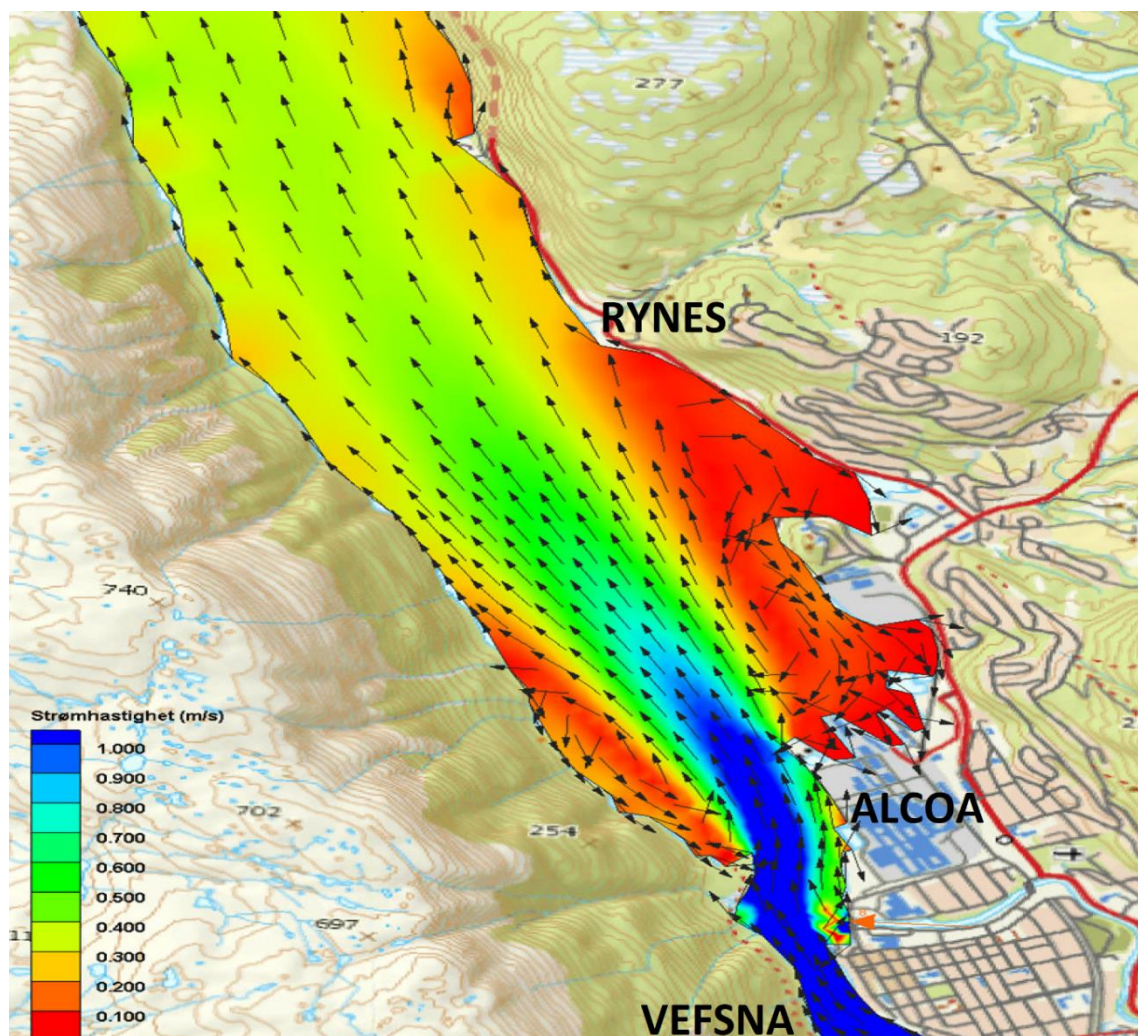
Innerst i fjorden har elva Vefsna sitt utløp, med et nedbørsfelt på 4228 km² og en årlig middelvannføring på 207 m³/s. Bortsett fra noen av sideelvene så er ikke vassdraget regulert, som gjør at vannføringen har en naturlig høy variasjon. I perioden fra 6/8 til 5/10 i 2020 varierte vannføringen mellom 63 og 1447 m³/s.

Alcoa har sitt utslipp rett ved elvemunningen (se **Figur 2**). Vannføringen i utslippet er på 1,4-1,7 m³/s. I denne rapporten skal fortynningen av dette utslippet utover i Indre Vefsnfjorden beregnes og konsentrasjoner av krom og nikkell ute i fjorden skal vurderes ut ifra dette. Bakgrunnen for dette er at det er observert høye verdier av disse metallene i blåskjell.

Når ferskvann renner ut i en fjord fører dette til det som kalles estuarin sirkulasjon. Ferskvannet fra Vefsna er lettere enn saltvannet i fjorden, og legger seg som et ferskvannslag i overflaten som beveger seg ut mot havet. Strømmen i Indre Vefsnfjorden sitt overflatelag er vist i **Figur 3**, og det er tydelig at elva påvirker strømmen i mesteparten av denne delen av fjorden. På grunn av friksjon så drar det ferske overflatelaget med seg saltvann fra vannmassene rett under ferskvannslaget. Dette resulterer i at volumtransporten og saltholdigheten i overflatelaget blir høyere. Det saltvannet som rives med vil fortynne konsentrasjon av stoffer i ferskvannslaget. I denne rapporten vil målinger av hvor stor andel ferskvann det er i overflatelaget brukes for å beregne fortynning av elvevannet, og dermed også fortynning av utslippet til Alcoa som blandes inn i elvevannet rett ved munningen.



Figur 2. Detaljert kart av Indre Vefsnfjorden. Fabrikkområdet til Alcoa er merket med oransje farge. Utslippspunktet som ligger i elvemunningen til Vefsna er markert med lilla sirkel. Fargeskalaen angir bunndybden. De røde symbolene angir posisjonene hvor det ble gjort profilerende målinger av saltholdighet og temperatur den 18/9-2020 med hjelp av Olav Lorentzen og båten hans, «Sabine».



Figur 3. Overflatestrømmen i indre del av Vefsnfjorden. Fargeskalaen angir strømstyrke mens pilene viser retningen. Data er hentet fra et modelloppsett med SMS-modellen (Molvær, 2010).

I tiltaksorientert overvåking for Alcoa Mosjøen i 2019 ble det påvist forhøyede konsentrasjoner av nikkell og krom i blåskjell i Vefsnfjorden (Øxnevad & Hjermann 2020). Det var forhøyede konsentrasjoner av nikkell i blåskjell fra alle de seks undersøkte stasjonene, og det var forhøyede konsentrasjoner av krom på fem av de seks stasjonene (**Tabell 1**). Konsentrasjonene ble vurdert i forhold til beregnede verdier for høye bakgrunnskonsentrasjoner (PROREF – provisional high reference concentration).

Tabell 1. Konsentrasjoner av metaller i blåskjell fra Vefsnfjorden i 2019. Finnvika er den innerste blåskjellstasjonen, og stasjonene Høyeneset og Korsneset ligger lengst ut fra utslippspunktet fra Alcoa. I tabellen vises også beregnede verdier for høye bakgrunnskonsentrasjoner (PROREF – *provisional high reference concentration*), som er utviklet for bruk i overvåking for Miljødirektoratet (Green m.fl. 2019)

Stoff	Enhet	PROREF	Finnvika	Rynes	Åsmulen	Alterneset	Høyeneset	Korsneset
Krom	mg/kg	0,361	6,7	2,7	5,8	0,27	0,48	2,3
Nikkell	våttvekt	0,290	3,9	1,8	3,5	0,3	0,7	1,5

2 Beregning av spredning og fortynning av utslipp

Det er nærliggende å forklare høye konsentrasjoner av miljøgifter utover i Vefsnfjorden ved at avløpsvann fra Alcoa fraktes utover med ellevannet fra Vefsna.

Konsentrasjon av et stoff ute i resipienten vil kunne beregnes fra

- konsentrasjon i utslippet, C_{ut} ,
- bakgrunnskonsentrasjon, C_{bak} ,
- og fortynningen, f .

En del av utslippsvannet vil blande seg med f deler vann med bakgrunnskonsentrasjon.

$$C = \frac{C_{ut} + f \cdot C_{bak}}{1 + f} \quad (1)$$

Hvis bakgrunnskonsentrasjonene er null får vi

$$C = \frac{C_{ut}}{1 + f} \quad (2)$$

Hvis fortynningen er null får vi at konsentrasjonen i resipienten blir lik utslippskonsentrasjonen, uavhengig av hvilken bakgrunnskonsentrasjon det er.

Ved å snu på ligning (1) får vi en ligning som kan brukes til å beregne fortynningen

$$f = \frac{C_{ut} - C}{C - C_{bak}} \quad (3)$$

Hvis et utslipp går ut i en elv vil fortynningen være begrenset av vannføringa i elva Q_{elv} . Hvis vannføringa i utslippet er Q_{ut} så blir den maksimale primærfortynninga

$$f_{pmax} = \frac{Q_{elv}}{Q_{ut}} \quad (4)$$

Når elva renner ut i fjorden settes det opp en estuarin sirkulasjon som beskrevet tidligere. Det vil si at ellevannet renner ut i overflatelaget, mens det samtidig blandes inn saltere vann nedenfra som fortynner ellevannet. Denne fortynninga kan beregnes ved å måle saltholdighet i fjorden. En kan bruke ligning (3) og si at konsentrasjonen i «utslippet» er 0 psu, siden dette jo er ellevannet i Vefsna. Bakgrunnskonsentrasjonen er saltholdigheten til det vannet som blandes opp nedenfra, S_{bak} . Konsentrasjonen i resipienten er saltholdighet i overflatelaget, S .

$$f_s = \frac{S}{S_{bak} - S} \quad (5)$$

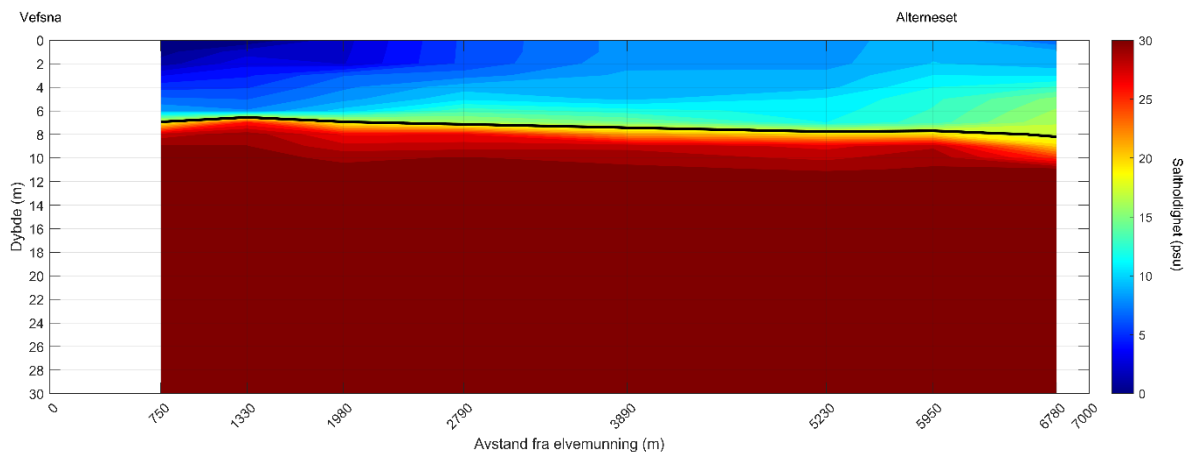
En kan anta at nord for Rynes, så har elvevannet spredd seg over hele fjordens bredde, og maksimal primærfortynning er oppnådd. Det vil si at ligning (4) gjelder. Samtidig så fortynnes elvevannet i tråd med ligning (5). Den samlede fortynninga kan beregnes ved å gange sammen primær og sekundær fortynning.

$$f_{max} = (1 + f_{pmax}) \cdot (1 + f_s) - 1 \quad (6)$$

3 Målinger av saltholdighet

Den 18/9-2020 ble det foretatt profilerende målinger av saltholdighet og temperatur på åtte stasjoner fra elvemunningen til utenfor Alterneset. Det ble brukt en profilerende sonde (CTD). Posisjonene til målingene er vist i **Figur 2**. I løpet av denne dagen økte vannføringen i Vefsna fra 137 til 462 m³/s. Vannføring midlet over døgnet var 319 m³/s, og dette kan sies å være en typisk vannføring i elva.

Variasjon i saltholdighet fra 750 m fra elvemunningen og til et stykke nord for Alterneset er vist i **Figur 4**. Fargeskalaen angir saltholdighet og verdien i overflatelaget øker fra nær null til 10-20 psu utenfor Alterneset. Tykkelsen av overflatelaget er omtrent 7 m. Saltholdigheten rett under sprangsjiktet var 30,93 ± 0,24 psu. Vi bruker 30,93 psu som bakgrunnsverdi i ligning (5).



Figur 4. Saltholdighet i Vefsnfjorden 18/9-2020 fra Vefsnas munning (til venstre i figuren) og ut forbi Alterneset (til høyre). Fargeskalaen angir saltholdigheten. Det er et kraftig sprangsjikt rundt 7 m dyp. Saltholdigheten på 12 m rett under dette sprangsjiktet var 30,93 ± 0,24 psu.

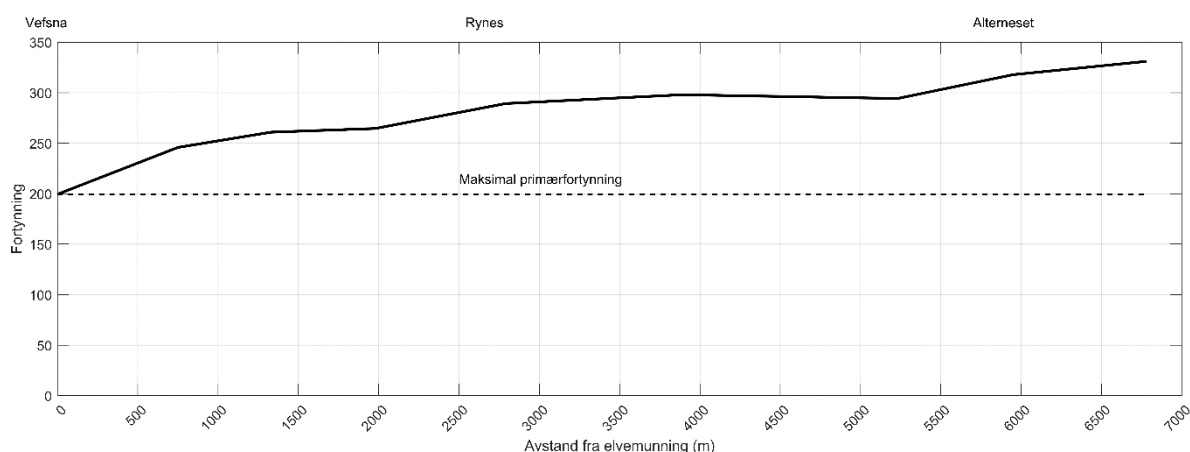
I **Tabell 2** er saltholdighet i overflatelaget beregnet fra målingene og fortynningen av elvevannet basert på ligning (5) er beregnet. Resultatet viser at det er en relativt liten andel saltvann som blandes inn. Selv på den ytterste stasjonen utenfor Alterneset består overflatelaget av 1 del ferskvann og 0,66 deler saltvann.

Tabell 2. Beregnet fortytning av elvevannet basert på CTD målinger foretatt 18/9-2020.

Stasjon	Avstand fra elvemunningen (m)	Tykkelse av ferskvannslaget (S = 18 psu)	Saltholdighet i ferskvannslaget (0 til 7,5 m)	Fortyning basert på lign. (5)
Alc8	750	6,93	5,81	0,23
Alc7	1330	6,55	7,26	0,31
Alc6	1980	6,93	7,59	0,33
Alc5	2790	7,14	9,57	0,45
Alc4	3890	7,43	10,20	0,49
Alc3	5230	7,77	9,94	0,47
Alc2	5950	7,70	11,49	0,59
Alc1	6780	8,20	12,26	0,66

4 Resultater

Basert på middelvannføring i Vefsna den 18/9-2020 og en vannføring i utslippet på 1,6 m³/s, så gir dette ifølge ligning (4) en maksimal primærfortynning på 200 ganger. Dette er vist som en stiplet linje i **Figur 5**. Den heltrukne linjen i figuren viser fortynningen av utslippet utover i fjorden beregnet fra ligning (5). Her er det antatt at utslippet blir blandet med alt ellevannet med en gang det slippes ut. Ut ifra modellert strømmønster i fjorden vist i **Figur 3**, så er nok ikke fullstendig innblanding av utslippet oppnådd før alt ellevannet har spredd seg ut over hele fjordens bredde. Dette skjer ikke før ute ved Rynes som er 2500-3000 m fra elvemunningen.



Figur 5. Beregnet maksimal fortynning i fjorden den 18/9-2020.

I **Tabell 3** er variasjonen i maksimal primærfortynning beregnet. Denne variasjonen innebærer at den stiplede linjen i 0 vil flytte seg opp og ned i forhold til verdiene i tabellen under. Basert på sekundærfortynning målt 18/9-2020 så kan fortynningen av utslippsvannet fra Alcoa utenfor Rynes ha oppnådd en fortynning på mellom 78 og 386 ganger.

Tabell 3. Beregning av maksimal primærfortynning basert på vannføring i Vefsna og vannmengden i utslippet fra Alcoa.

Dato	Vannføring i Vefsna m ³ /s	Vann ut fra Alcoa m ³ /s	Maksimal primærfortynning	Maksimal fortynning utenfor Rynes ($f_s=0,45$)
10.08.2020	197,83	1,618	122	177
17.08.2020	130,64	1,670	78	114
24.08.2020	107,42	1,426	75	109
31.08.2020	144,36	1,725	84	122
07.09.2020	86,23	1,602	54	78
14.09.2020	270,83	1,772	153	222
21.09.2020	291,73	1,693	172	250
28.09.2020	471,93	1,772	266	386
05.10.2020	119,80	1,709	70	102

Når fortynningen er kjent, kan konsentrasjonen av stoffer fra utslippsvannet beregnes fra ligning (1) hvis bakgrunnskonsentrasjon og konsentrasjon i utslippet er kjent. Det fins begrenset med målinger av konsentrasjon av krom og nikkel fra utslippet til Alcoa. Det ble tatt målinger på en dato i 2016 (men flere paralleller) og ved tre anledninger i august 2020. Data vist i 0 er et gjennomsnitt av disse målingene. Det fins ikke data på hvordan dette kan variere over året. Bakgrunnskonsentrasjonene er basert på målinger i Vefsna hentet fra elveovervåkingsprogrammet¹ til Miljødirektoratet, hvor det tas målinger flere ganger i året.

I **Figur 6** er utslippet til Alcoa vist. Alle renseanlegg bortsett fra det som kalles R3 går til et klareringsbasseng. Vann fra klareringsbasseng, samt fra renseanlegg R3 og fra et støperi, går deretter ut i sjøen rett ved Vefsnas utløp til fjorden.



Figur 6. Kart over utslippet til Alcoa.

I 2016 ble det målt høy konsentrasjon av nikkel i utslippet, men lav konsentrasjon av krom. I 2020 var situasjonen motsatt, med lav konsentrasjon av nikkel, men høy konsentrasjon av krom. I **Tabell 4** er ligning (1) brukt for å beregne konsentrasjonen i fjorden utenfor Rynes ca. 2800 m fra utslippspunktet. Det er benyttet en fortynning på 78 ganger, som er den laveste verdien fra **Tabell 3**. Bakgrunnskonsentrasjonen er beregnet fra målinger i Vefsna fra perioden 2016-2020.

¹ <https://www.miljodirektoratet.no/om-oss/roller/miljoovervaking/overvakingsprogrammer/basisovervaking/elveovervåkingsprogrammet/>

Konsentrasjonene av nikkel og krom blir noe forhøyet i fjorden pga. utslippet fra Alcoa. Økning av konsentrasjonen er størst for krom, basert på målingene fra august 2020, hvor bakgrunnskonsentrasjonen i fjorden økes med omtrent 15 %.

Tabell 4. Konsentrasjon av metallene nikkel og krom i utslippet, målt i Vefsna og beregnet i en posisjon utenfor Alterneset. Det er her brukt en fortykning på 78 ganger. Konsentrasjon i utslippet er basert på målinger fra 2016 hvor det på en bestemt dato ble tatt flere vannprøver i klareringsbassenget og i vannutløpet fra støperiet, og gjennomsnitt av tre enkeltmålinger utført hhv. 25., 26. og 29. august 2020 i klareringsbassenget og i utslipp fra renseanlegg R3. Bakgrunnskonsentrasjonen er beregnet fra måledata fra elveovervåkningsprogrammet, hvor det er en stasjon i Vefsna.

Stoff	Konsentrasjon i utslippet, C_{ut} (µg/L)		Bakgrunnskonsentrasjon, C_{bak} (µg/L) Snitt ± St. avvik	Beregnet konsentrasjon i fjorden utenfor Alterneset (µg/L) Snitt ± St. avvik	
	2016	2020		2016	2020
Nikkel	1,91	0,87	0,26 ± 0,06	0,28 ± 0,06	0,27 ± 0,06
Krom	0,50	2,31	0,09 ± 0,04	0,10 ± 0,04	0,12 ± 0,04

Ved Rynes er det utslipp til sjøen av sigevann fra Alcoas deponier. Deponiene Store Åsnevdal (SÅ) og Lille Åsnevdal (LÅ) går sammen i et basseng som kalles AM-9. Vannet herfra går sammen i en felles pumpestasjon. Vannmengden fra denne pumpestasjonen utgjør i snitt 7 L/s. Vannmengden fra AM-9 utgjør ca. 20 % av dette. Basert på måling av konsentrasjon av nikkel og krom ved AM-9 og i andre deponier fra 2017-2019, kan konsentrasjon i utslipp til sjø beregnes. Konsentrasjon av nikkel er ca. 273 µg/L og for krom 15 µg/L. Avløpsrøret ut i sjøen har mest sannsynlig en diameter på 35 cm og utslippspunktet ligger på 40 m.

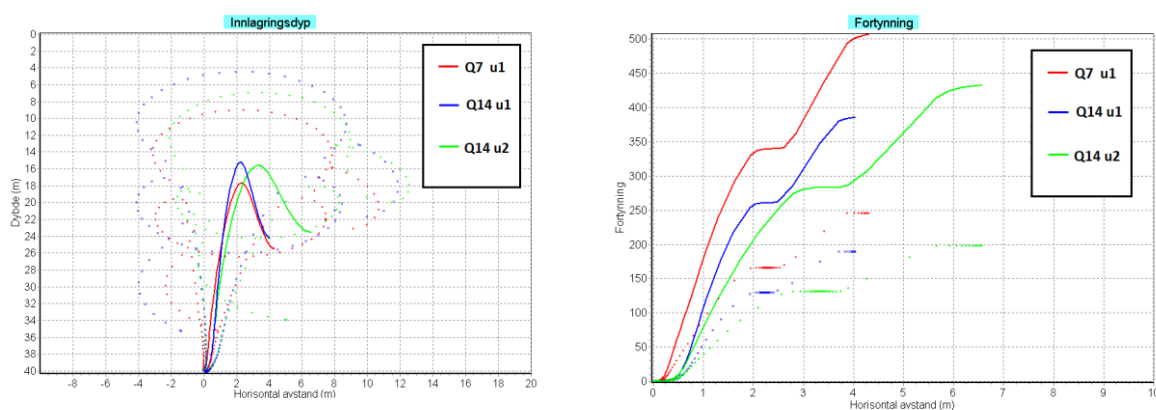
Disse tallene er benyttet i programmet Visual Plumes², som beregner innlagringsdypet og fortykning av utslippsskyen. Innlagringsdypet er det dypet hvor utslippsskyen får lik tetthet som vannet i resipienten, og er avhengig av tetthetsprofilen i resipienten. I beregningene er det benyttet profil målt rett utenfor Rynes den 18/9-2020. Resultatet av beregnet innlagringsdyp er vist til venstre i **Figur 7**.

Både vannmengden i utslippet og strømhastigheten i resipienten påvirker resultatene noe. Utslippsskyen når litt høyere opp i vannsøylen hvis vannmengden i utslippet doubles fra 7 til 14 L/s. Figur 3 viser at det typisk strømmer utover ved Rynes med en strømhastighet på ca. 10 cm/s. Under sprangsjiktet er strømhastigheten betydelig lavere. I beregningene er det benyttet to strømhastigheter under sprangsjiktet, 1 og 2 cm/s. Lav strømhastighet gjør at utslippsskyen når høyere opp i vannsøylen.

Resultatene viser at innlagringsdypet ligger mellom 15-25 m, og mesteparten av utslippet vil spres videre i fjorden i dette dypet. Denne vannmengden vil minst være fortyknet 200 ganger i løpet av 5-6 m fra utslippspunktet. En liten del av utslippsskyen vil nå opp til 5 m dyp, men fortykningen vil da være minst 400.

² <https://www.epa.gov/ceam/visual-plumes>

Basert på tallene over så kan konsentrasjonen i sjøen rett ved utslippspunktet til deponiet være 0,94 $\mu\text{g Ni/L}$ og 0,13 $\mu\text{g Cr/L}$ i ca. 5 m dyp. Vannmengden med denne konsentrasjonen vil være relativt liten og videre sekundærfortynning vil gjøre at konsentrasjonene i løpet av relativt kort avstand vil være nær bakgrunnskonsentrasjonen.



Figur 7. Til venstre vises innlagringsdypet til utslippsskyen, og til høyre vises primærfortynningen av utslippet. Det er benyttet to vannmengder i utslippet, 7 og 14 L/s. Og det er benyttet to strømhastigheter i resipienten, hhv. 1 og 2 cm/s. De prikkete linjene i venstre figur angir ytterkant av utslippsskyen. De prikkete linjene i høyre figur angir den laveste fortynningen i sentrum av utslippsskyen.

5 Samlet vurdering

Miljødirektoratet har bedt Alcoa Mosjøen om en vurdering av om bedriftens utslipp fra verket og deponiene kan være årsaken til de høye nivåene av nikkel og krom i blåskjell som ble påvist i overvåkingen av Vefsnfjorden i 2019. NIVA har på oppdrag for Alcoa Mosjøen gjort en vurdering av utslippene av krom og nikkel fra verket og deponiene.

Basert på de vurderingene som er gjort her, så kan det sies at bidraget fra utslippet fra Alcoa når det gjelder krom kan ha hatt en betydning i 2020, hvor bakgrunnskonsentrasjonen forhøyes med omtrent 15 %. Alcoas bidrag når det gjelder nikkel i 2020 var antageligvis mindre, sammenlignet med den mengden nikkel som tilføres fjorden med Vefsna.

En betydelig usikkerhet i denne vurderingen er datagrunnlaget for konsentrasjon i utslippet fra Alcoa. Det fins kun målinger fra en tid på året i 2016 og i 2020. Det er betydelig variasjon i både konsentrasjon av nikkel og krom mellom disse to årene, og det kan forventes en betydelig variasjon gjennom året. Det anbefales at konsentrasjon av metaller i utslippet til Alcoa overvåkes med flere målinger i løpet av året.

Sigevann fra Alcoas deponier (Lille Åsnevdal og Store Åsnevdal) inneholder betydelig mengder metaller. Sigevannet slippes ut på ca. 40 m dyp ved Rynes. Beregninger viser at konsentrasjon av nikkel på ca. 5 m dyp rett ved utslippet fra deponiet kan komme opp i 0,94 µg/L. Det tilsvarende tallet for krom er 0,13 µg/L. En sammenligning av utslippsmengdene fra Alcoas utslipp i Vefsnas utløp og fra deponiet, viser at utslipp av nikkel er av samme størrelse som utslippet direkte fra fabrikk. Utslippet av krom fra fabrikk er anslagsvis 35 ganger større enn fra deponiet. Disse beregningene styrker vurderingen av at utslipp av krom direkte fra fabrikk mest sannsynlig har hatt betydning for de høye konsentrasjonene målt i blåskjell, og at påvirkning av utslipp fra deponiene var av mindre betydning. Når det gjelder høye verdier av nikkel i blåskjell kan utslippet fra deponiet ha hatt en betydelig påvirkning. Det er derfor positivt at mengden nikkel i sigevannet fra deponiene har blitt redusert i løpet av perioden 2017-2019.

Det kan også være andre kilder til metaller i indre del av Vefsnfjorden, blant annet forurenset grunn.

6 Referanser

Molvær, J. 2010. Vefsnfjorden. Beskrivelse av hydrofysiske forhold i fjordens indre del. NIVA-rapport 5939-2010.

Green, N.W., Schøyen, M. Hjermann, D., Øxnevad, S., Ruus, Beylich, B., Lund, E., Tveiten, L., Jenssen, M.T.S., Håvardstun, J., Ribeiro, A.L., Doyer, I., Rundberget, J.T. & Bæk, K. 2019. Contaminants in coastal waters of Norway 2018. Miljøgifter i norske kystområder 2018. NIVA-rapport 7412-2019. Miljødirektoratet rapport M-1515/2019.

Øxnevad, S. & Hjermann, D. 2020. Tiltaksorientert overvåking av Vefsnfjorden i 2019. Overvåking for Alcoa Mosjøen. NIVA-rapport 7462-2020.

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