

8042-2025

# Vurdering av kalking i Ekso og Frøysetvassdraget basert på vannkjemidata



# Rapport

## Norsk institutt for vannforskning

Løpenummer: 8042-2025

ISBN 978-82-577-7779-1  
NIVA-rapport  
ISSN 1894-7948

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

Øyvind Kaste  
Prosjektleder

Hans Fredrik Veiteberg  
Braaten  
Forskningsleder

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

[www.niva.no](http://www.niva.no)

<b>Tittel</b> Vurdering av kalking i Ekso og Frøysetvassdraget basert på vannkjemidata	<b>Sider</b> 19 + vedlegg	<b>Dato</b> 15.01.2025
<b>Forfatter(e)</b> Øyvind Kaste og Marianne Stave Sekkenes	<b>Fagområde</b> Kalking og forsuring	<b>Distribusjon</b> Åpen

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Statsforvalteren i Vestland	<b>Kontaktperson hos oppdragsgiver</b> Kjell Hegna og Joachim Holmøyvik
--	--

**Utgitt av NIVA**  
Prosjektnummer 220011-26

### Sammendrag

Ekso og Frøysetvassdraget har vært kalket siden 1990-tallet for å bedre vannkvaliteten for laksefisk og andre forsuringfølsomme arter. Siden den gang har man sett en bedring av laksebestanden i begge vassdragene. Nå er det et ønske om å vurdere om det fortsatt er behov for helårskalking i Ekso og Frøysetvassdraget, eller om kalkingen kan stanses om høsten (juli-desember). Det er gjort en analyse av vannkjemidata i kalka og ukalka vann samt driftsdata fra kalkningsanleggene i de to vassdragene de siste årene for å gi et vurderingsgrunnlag for dette. Ifølge dataene er vannkvaliteten for laksefisk og andre forsuringfølsomme arter god i kalket del av Ekso og Frøyset på høsten, med noen unntak i forbindelse med høy vannføring. I ukalket del av vassdragene ser man derimot at pH er betydelig lavere og konsentrasjonene av labilt aluminium høyere enn målene for de lakseførende strekningene, også på høstparten. Det anbefales derfor å opprettholde dagens kalkingsstrategi for både Ekso og Frøyset inntil videre, noe som innebærer å fortsette kalkingen også om høsten.

**Emneord:** Vassdrag, forsuring, kalking, vannkvalitet

**Keywords:** River system, acidification, liming, water quality

# Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
1 Introduksjon	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Mål med rapporten	8
2 Materialer og metode	9
2.1 Driftsdata fra kalkingsanlegg	9
2.2 Vannkjemidata	9
3 Resultater	10
3.1 Ekso	10
3.2 Frøysetvassdraget	14
4 Samlet vurdering	18
5 Referanser	19
6 Vedlegg	20
Vedlegg 1. Overvåkingsstasjoner i Ekso og Frøysetvassdraget	20
Vedlegg 2. Nedbørfeltdata for Ekso og Frøysetvassdraget	21
Vedlegg 3. Vannføring og kalkdosering i Ekso fra 2021 til 2024	22
Vedlegg 4. Vannføring og kalkdosering i Frøysetvassdraget fra 2021 til 2024	24
Vedlegg 5. Akkumulert kalkforbruk i Ekso fra 2021 til 2024	26
Vedlegg 6. Akkumulert kalkforbruk i Frøysetvassdraget fra 2021 til 2024	27

# Forord

For å kunne vurdere behovet for kalking om høsten i Ekso og Frøysetvassdraget, ønsket Statsforvalteren i Vestland å få gjennomført en analyse av tilgjengelig data som beskriver vassdragenes tilstand gitt kalkingen som gjennomføres i dag.

NIVA ble forespurt om å lage et løsningsforslag og et tilbud for gjennomføring av en slik analyse. Tilbudet ble sendt til Statsforvalteren den 26. juni 2024, og det ble akseptert og avtale inngått den 21. oktober 2024.

Kontaktpersoner hos Statsforvalteren har vært Joachim Holmøyvik og Kjell Hegna.

Grimstad, 10.1.2025

# Sammendrag

Ekso og Frøysetvassdraget har vært kalket siden 1990-tallet for å bedre vannkvaliteten for laksefisk og andre forsurningsfølsomme arter. Det er satt pH-mål for kalkingen for å sikre god nok vannkvalitet på den lakseførende strekningen i elvene. Etter at kalkingsaktivitetene ble startet opp, har bestanden av voksen laks og årsyngel økt i begge vassdragene. Man ønsker nå å vurdere om det fortsatt er behov for helårskalking i Ekso og Frøysetvassdraget, eller om kalkingen kan stanses om høsten (juli-desember). Det er gjort en analyse av vannkjemidata i kalka og ukalka vann samt driftsdata fra kalkningsanleggene i de to vassdragene de siste årene for å gi et vurderingsgrunnlag for dette.

Ifølge driftsdata fra 2021 til 2024 ved kalkningsanleggene i begge vassdragene er det perioder med høy vannføring og derav økt kalkdosering på høstparten, men dette kan variere fra år til år. I disse periodene ser man en reduksjon i pH både oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren i Ekso og Frøysetvassdraget. For begge vassdragene er pH nedstrøms stort sett over pH-målet, til forskjell fra pH oppstrøms der pH i perioder ligger under. Driftsdataene fra doseringsanleggene i begge vassdrag viser at det fremdeles er behov for å dosere ut betydelige mengder kalk i løpet av høsthalvåret (juli-desember) for å holde pH over målet på 6,0 på den lakseførende strekningen.

I Ekso er nivåene for kalsium og pH jevnt over betydelig lavere og konsentrasjonene av labilt aluminium høyere i ukalka vann (Tverrbekken) enn i kalka vann (Eide). Ved Eide hadde man to episoder med for høye nivåer av labilt aluminium på høsten 2022 og 2023 i forbindelse med høy vannføring. Dette på tross av at det ble dosert ut store mengder kalk.

I Frøysetvassdraget er vannkvaliteten oppstrøms dosereren (Ostavatnet) fremdeles sur med pH som i lange perioder ligger under 5,5. Høsten 2023 hadde man en episode med høy vannføring hvor pH nedstrøms kalking (ved Frøyset) sank til nærmere 5,5 samtidig som kalsiumkonsentrasjonen var lav og konsentrasjonen av labilt aluminium overskred Vannforskriftens grense for «god tilstand».

Resultatene for både Ekso og i Frøysetvassdraget viser at dagens kalking fortsatt er viktig, også om høsten, for å nå vannkvalitetsmålene for den lakseførende strekningen. På bakgrunn av foreliggende data fra tiltaksovervåkingen samt driftsdata for kalkingsanleggene anbefales det per nå å opprettholde dagens kalkingsstrategi i begge vassdragene. Det kan derimot være aktuelt å vurdere behovet for kalking på høsten på ny dersom surheten og konsentrasjonene av labilt aluminium reduseres ytterligere i de ukalkede delene av vassdragene.



# 1 Introduksjon

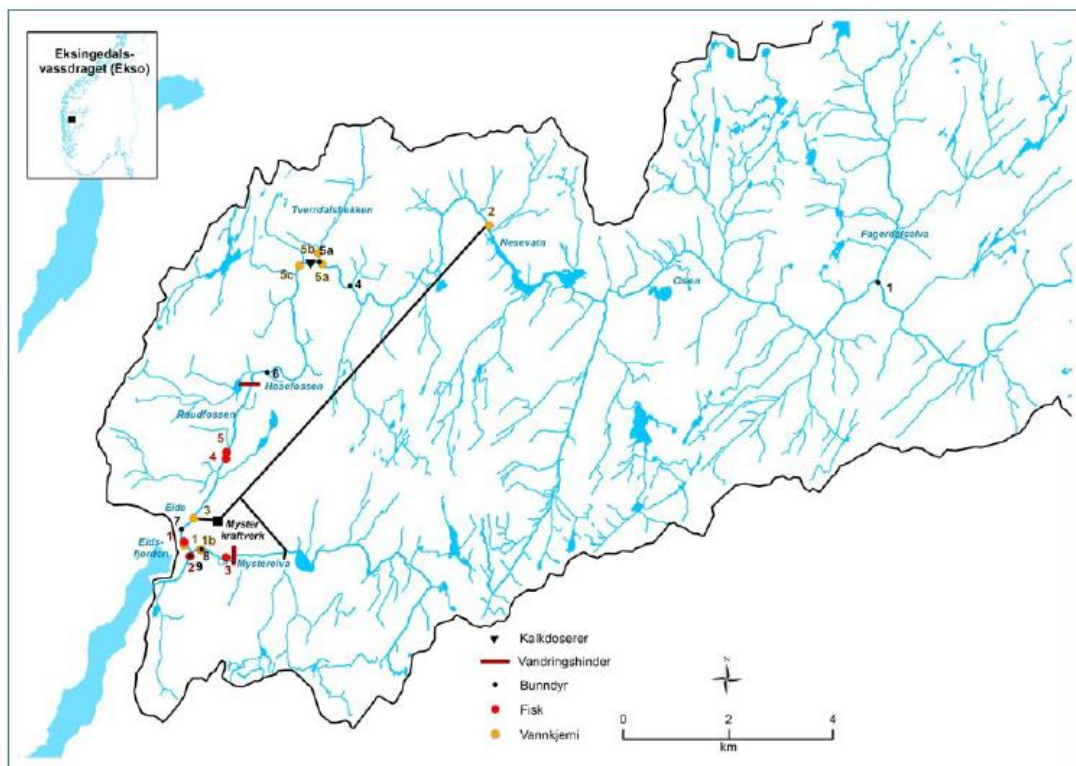
## 1.1 Bakgrunn

### 1.1.1. Ekso

Ekso, også kalt Eksingedalsvassdraget, har en doserer i restfeltet nedstrøms Nesevatn (Figur 1), og kalkdosering startet for fullt 15. april 1997. Vassdraget er regulert til vannkraftformål.

Vannkvalitetsmålet for den lakseførende strekningen ved Eide i Ekso er  $\text{pH} \geq 6,2$  i perioden 1/1-14/3, deretter  $\text{pH} \geq 6,4$  i perioden 15/3-1/7, samt  $\text{pH} \geq 6,0$  resten av året (Miljødirektoratet 2024). Årlig kalkforbruk siden 2013 er vist i Tabell 1. Informasjon om overvåkingsstasjonene og nedbørsfeltdata for Ekso finnes i henholdsvis vedlegg 1 og 2.

Nedre del av Ekso har vært preget av forsurening som bidro til en sterkt redusert laksebestand i vassdraget frem til midten av 1990-tallet. Siden den gang har tiltak som kalking, utplanting av lakseegg og bygging av laksetrapp gitt en positiv utvikling for laksebestanden. I 2022 ble det rapportert om høy tetthet av eldre laks og årsyngel i Ekso (Miljødirektoratet, 2023). Tetthet av eldre ørret har derimot hatt en synkende tendens i tråd med den økende tettheten av laks på grunn av naturlig konkurranse mellom artene. For bunndyrsamfunnet har det også vært en betydelig bedring siden oppstarten av kalking. Det er kommet tilbake forsureningssensitive arter ved enkelte prøvestasjoner, men indeksverdier ved enkeltstasjoner indikerer samtidig en større forurensningspåvirkning de siste årene (Miljødirektoratet 2023).



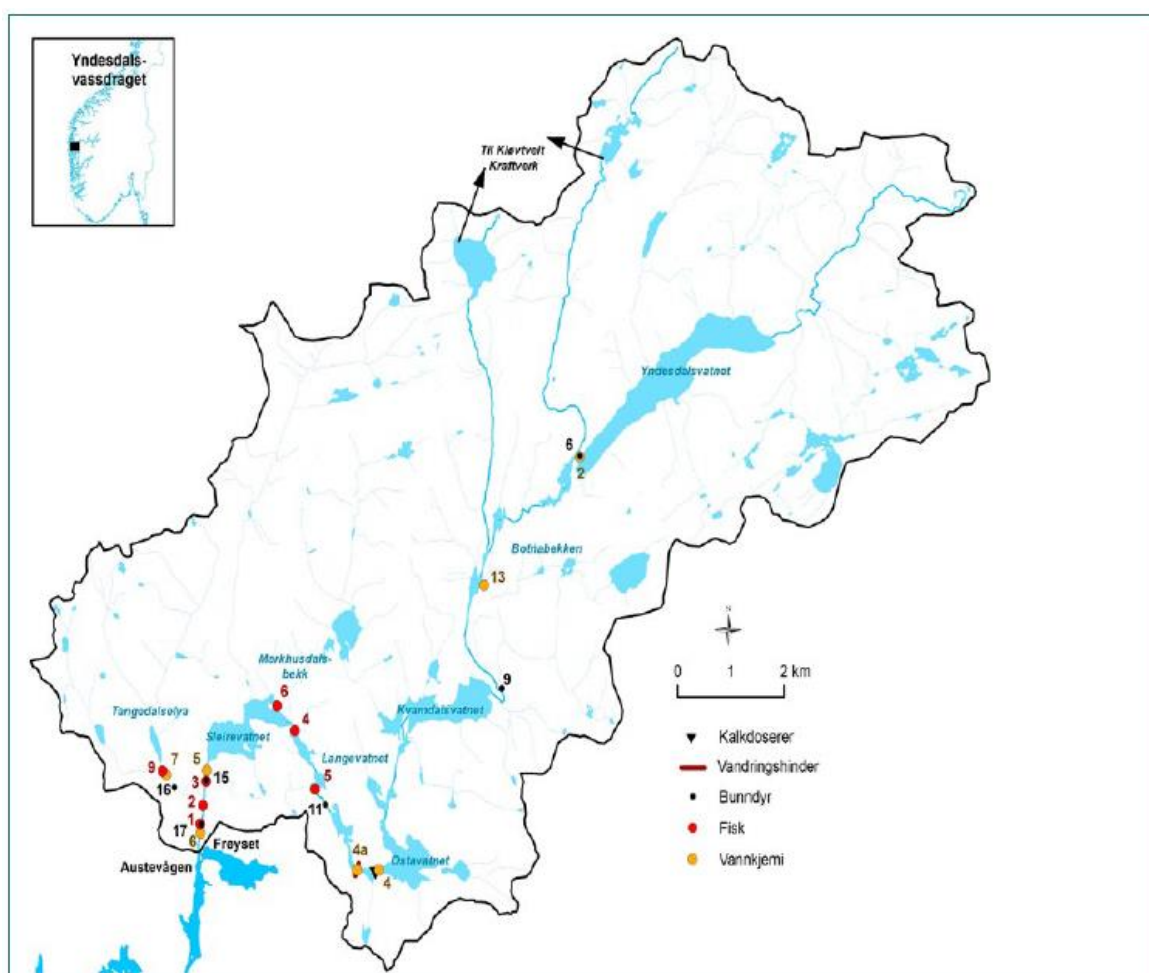
Figur 1. Ekso: Kart som viser prøvetaksstasjoner, kalkdoserer, vandringshinder for laks og overføringer til vannkraftverk (Miljødirektoratet 2023).

Tabell 1. Årlig kalkforbruk i tonn ved kalkingsanlegg i Ekso fra og med 2013 til og med 2023, uttrykt som 100 % CaCO<sub>3</sub> (Miljødirektoratet 2024).

År	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Kalkforbruk (tonn/år)	440	480	480	338	360	400	200	260	320	230	328

### 1.1.2. Frøyset

Frøysetvassdraget, også kalt Yndesdalsvassdraget, har vært fullkalket siden 1991 (Figur 2). Yndesdalsvatnet ble kalket fra 1991 til 2003. I tillegg ble dosering av kalk i utløpet av Ostavatnet startet opp høsten 1994. Fra 2004 har kalking kun skjedd med kalkdosereren i Ostavatnet (Lehmann mfl. 2020, Miljødirektoratet 2024). Årlig kalkforbruk siden 2013 er vist i Tabell 2. Vannkvalitetsmålet for den lakseførende strekningen i Frøysetvassdraget er pH  $\geq$  6,2 fra 1/1-15/3, deretter pH  $\geq$  6,4 frem til juli, og pH  $\geq$  6,0 resten av året (Miljødirektoratet 2024). Informasjon om overvåkingsstasjonene og nedbørsfeltdata for Frøysetvassdraget finnes i henholdsvis vedlegg 1 og 2.



Figur 2. Frøysetvassdraget: Kart som viser prøvetakingsstasjoner, kalkdoserer, vandringshinder for laks og overføringer til vannkraftverk (fra Miljødirektoratet 2023).

Det har vært dokumentert forsuring i vassdraget siden midten av 1970-tallet. Etter at kalkingen startet opp har det vært en økning av laksebestanden, både av eldre laks og årsyngel. Ørretbestanden har derimot blitt redusert i tråd med økning i laksebestanden på grunn av naturlig konkurranse mellom artene (Miljødirektoratet, 2022). Fangstene av laks hadde en topp i 2005, men har gått noe tilbake i senere år (Lehmann mfl. 2020). Undersøkelser av bunndyrsamfunn i Frøysetvassdraget indikerer en svakere vannkvalitet i kalket del i 2023 sammenlignet med tidligere år (Miljødirektoratet 2024).

*Tabell 2. Årlig kalkforbruk i tonn ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget fra og med 2013 til og med 2023, uttrykt som 100 % CaCO<sub>3</sub> (Miljødirektoratet, 2024)*

År	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Kalkforbruk (tonn/år)	660	760	1023	922	835	560	700	760	460	680	500

## 1.2 Mål med rapporten

I Uskedalselva og Modalselva i Vestland fylke har man vurdert at det ikke er nødvendig å kalke om høsten, og i Flekke-Guddalsvassdraget er det foreslått å gjøre forsøk med å stanse kalking helt (Kaste 2024). Formålet med denne rapporten er å vurdere om det er nødvendig å kalke Ekso og Frøysetvassdraget om høsten, basert på tilgjengelige vannkjemidata og driftsdata for kalkingsanleggene i vassdragene.



## 2 Materialer og metode

### 2.1 Driftsdata fra kalkingsanlegg

Driftsdata fra kalkingsanlegget i Ekso (stasjonsnummer 167) og i Frøysetvassdraget (stasjonsnummer 166) er hentet fra databasen MikaCom<sup>1</sup>. Dataene som er benyttet er fra de siste fire årene (01.01.2021 til 01.11.2024). Driftsdataene inneholder relevant informasjon om vannføring, kalkdosering og pH oppstrøms og nedstrøms ved kalkingsanlegget. Det er gjort en enkel kvalitetssikring av dataene på forhånd.

### 2.2 Vannkjemidata

Vannkjemidata er hentet fra overvåkingsstasjoner i Ekso og Frøysetvassdraget som inngår i tiltaksovervåkingen for kalkede laksevassdrag (Miljødirektoratet 2024). En oversikt over alle prøvetakingsstasjoner i vassdragene er gitt i Vedlegg 1.

Vannkjemidata for hver overvåkingsstasjon er hentet fra Vannmiljø<sup>2</sup>. I tiltaksovervåkingen inngår følgende parametere; pH, konduktivitet, alkalinitet, totalt fosfor (Tot-P), totalt nitrogen (Tot-N), nitrat (NO<sub>3</sub>-N), totalt organisk karbon (TOC), reaktivt aluminium (RAL), ikke-labilt aluminium (ILAL), labilt aluminium (LAL), klorid (Cl), sulfat (SO<sub>4</sub>), kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg), natrium (Na), silikat (SiO<sub>2</sub>) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).

I denne rapporten har vi valgt å hente ut data for pH, Ca og LAL fra en (kalket) målestasjon nær kalkingsanlegget og en (ukalket) referansestasjon for hvert av vassdragene. Det vil si målestasjonen Eide og referansestasjonen Tverrbekken for Ekso, og målestasjonen Frøyset og referansestasjonen Ostavatnet for Frøysetvassdraget.

For vurdering av LAL-konsentrasjoner i forhold til giftighet for vannlevende organismer, brukes Vannforskriftens klassegrenser for LAL i anadrome elvestrekninger. Ved LAL-konsentrasjoner <10 µg/L oppnår man «god tilstand», men ved høyere konsentrasjoner kan det ha en toksisk effekt på vannlevende organismer (Direktoratsgruppen 2018). Siden små overskridelser (<5 µg/L) av grensen for «god tilstand» kan skyldes måleusikkerhet ved målestasjonene, har ikke verdier <15 µg/L blitt vektlagt, som for tiltaksovervåkingen (Miljødirektoratet, 2024).

---

<sup>1</sup> Nettside: [mikacom.no](http://mikacom.no) (brukertilgang nødvendig)

<sup>2</sup> Nettside: [vannmiljo.miljodirektoratet.no](http://vannmiljo.miljodirektoratet.no)

## 3 Resultater

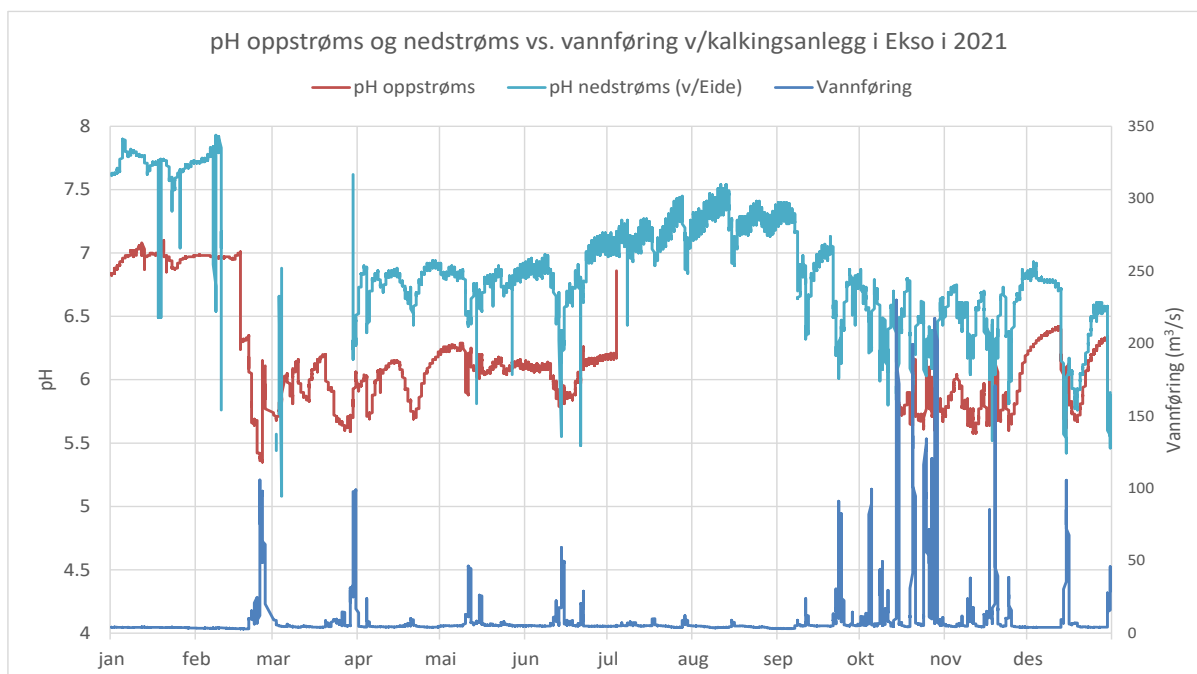
Ettersom formålet med denne rapporten er å se på kalkingsbehovet på høstparten i Ekso og Frøysetvassdraget, fokuseres det på tilgjengelige data for perioden 1. juli og ut året. Dette er da pH-målet justeres ned til 6,0 etter smoltifiseringsperioden for både Ekso og Frøysetvassdraget.

### 3.1 Ekso

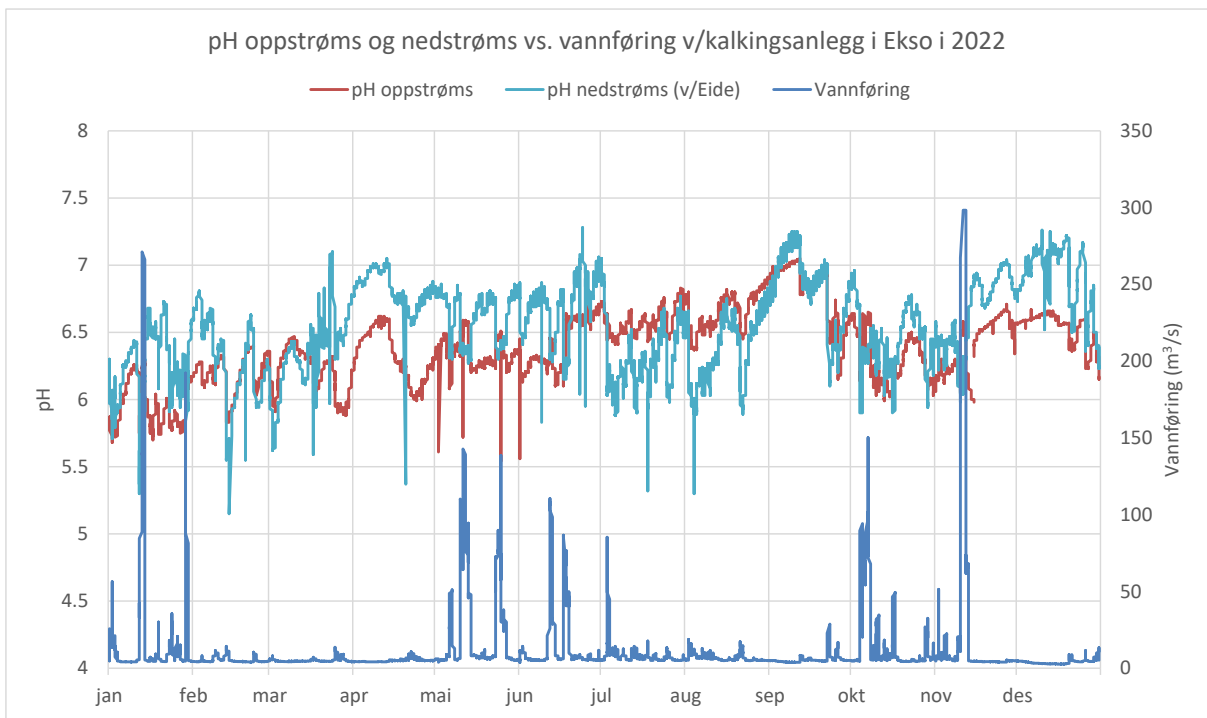
#### 3.1.1. Driftsdata fra kalkingsanlegget

Dosering av kalk i forhold til vannføring ved kalkingsanlegget i Ekso fra 2021 til oktober 2024 er vist i Figur 13 til Figur 16 i vedlegg 3, og det akkumulerte kalkforbruket er vist i Figur 21 i Vedlegg 5. Figurene viser at mengde dosert kalk stort sett følger vannføringen. Det er ofte episoder med høy vannføring på høsten (juli-desember) hvor store mengder kalk doseres ut, men dette varierer fra år til år. Det årlige kalkforbruket de siste ti årene i Ekso (Tabell 1 i kapittel 1.1.1) viser også at det er relativt store variasjoner fra år til år.

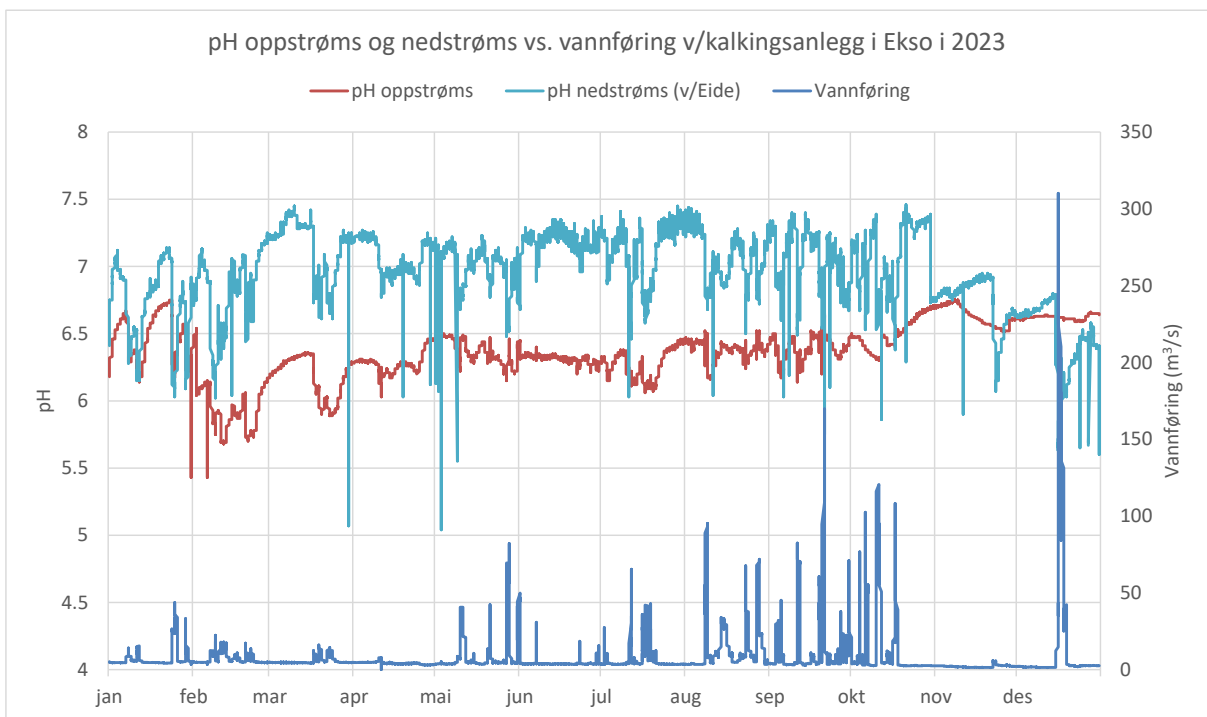
pH oppstrøms og nedstrøms kalkingsstasjonen i forhold til vannføring fra 2021 til oktober 2024 er vist i Figur 3 til Figur 6 nedenfor. Merk at det er støy/drift for pH-målingene i enkelte perioder. Det er flere episoder på høstparten (juli-desember) med høy vannføring hvor man kan se en reduksjon i pH både oppstrøms og nedstrøms kalkingsstasjonen. Den negative påvirkningen på pH nedstrøms skyldes i hovedsak tilførsel fra sure sidebekker i perioder med høy vannføring. pH oppstrøms doseringsanlegget ligger vanligvis i overkant av 6,0 om høsten, men kan også synke til under pH-målet ved høye vannføringer (slik som i 2021). pH ved Eide var tilsynelatende unødvendig høy i perioder av høsten 2023 og 2024, men det bidro sannsynligvis til å avverge alvorlige pH-dropp ved de høyeste vannføringene.



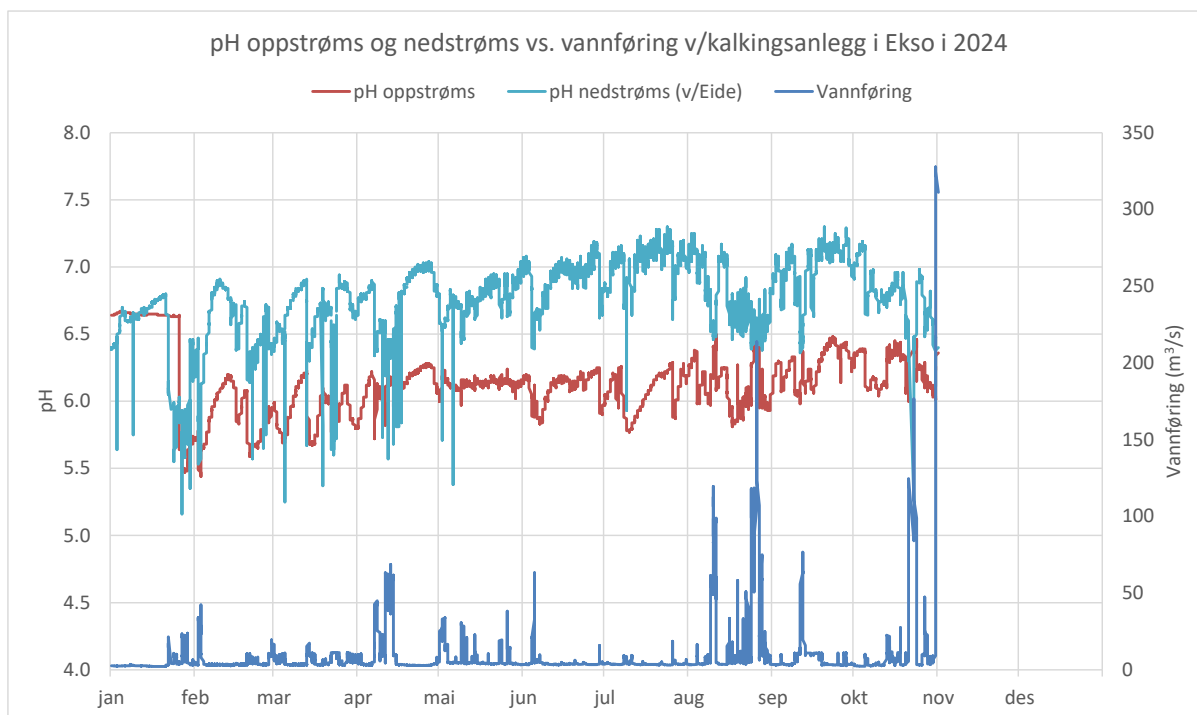
Figur 3. pH oppstrøms og nedstrøms kalkingsanlegget sammenlignet med vannføring i ved Eide i 2021. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 4. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Ekso i 2022. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 5. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Ekso i 2023. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 6. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Ekso i 2024 (frem til november). Data er hentet fra MikaCom.

### 3.1.2. Vannkjemidata

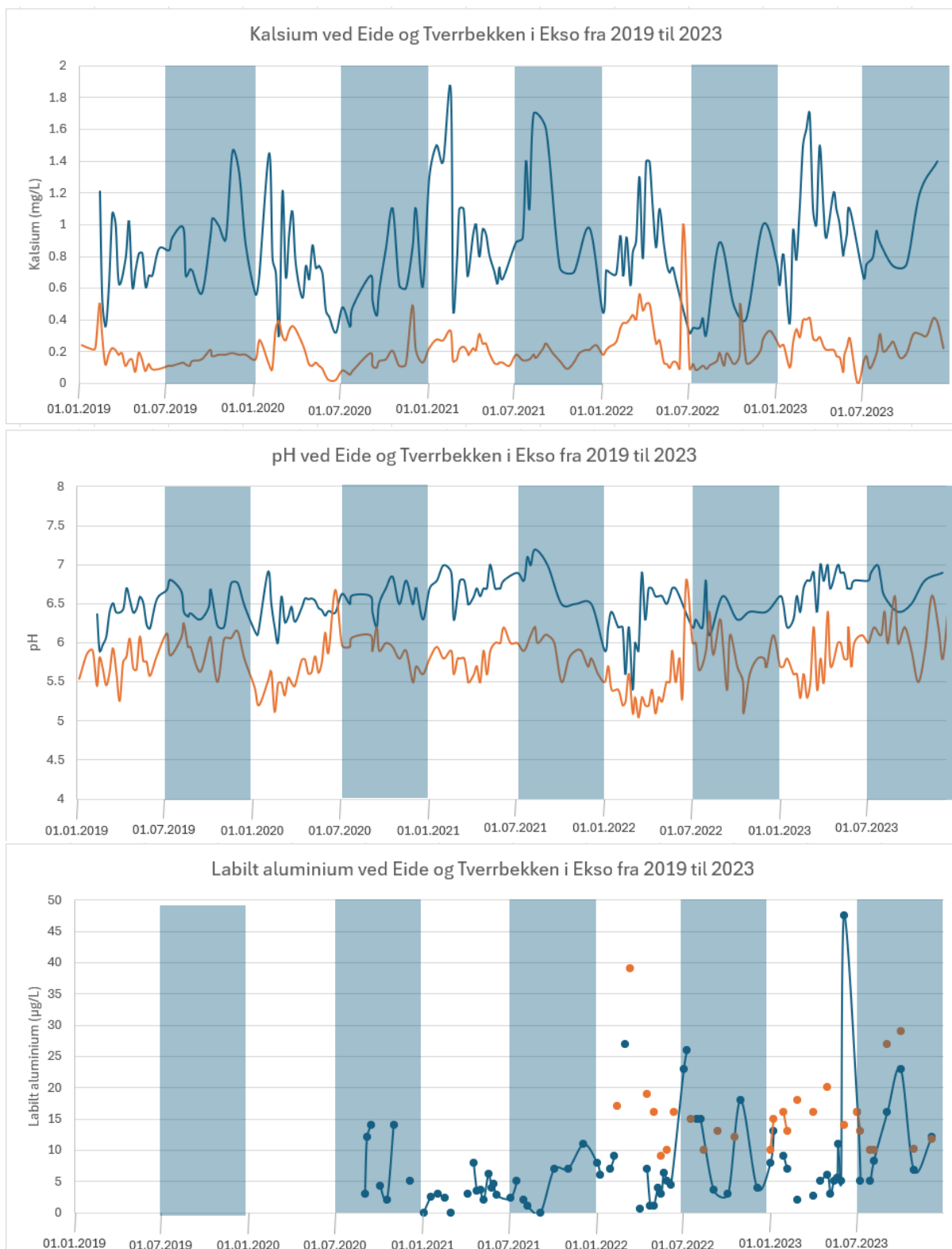
pH og konsentrasjoner av kalsium og labilt aluminium i vannprøver fra Eide og Tverrbekken de siste fem årene (2019-2023) er vist i Figur 7. Stasjonen ved Eide ligger på lakseførende strekning nedstrøms kalkingsanlegget, mens Tverrbekken er en referansestasjon som representerer ukalket vannkvalitet.

Kalsiumkonsentrasjonen ved Eide viser en del variasjon fra prøve til prøve, men ligger stort sett i intervallet 0,5-1,5 mg/l. I Tverrbekken er det et betydelig lavere kalsiuminnhold (oftest under 0,4 mg/l), noe som viser at den syrenøytraliserende kapasiteten i det ukalkede lokalfeltet nedstrøms dosereren fortsatt er lav. De høyere kalsiumkonsentrasjonene i hovedelva ved Eide skyldes i hovedsak kalkingen lenger oppe. pH i høstprøvene fra Eide har stort sett ligget over målet på 6,0 de siste fem årene. Til sammenligning ligger pH i Tverrbekken vanligvis i intervallet 5,5-6,0. Da Tverrbekken er funnet å være nokså representativ for vannkvaliteten de øvrige sidebekkene nedstrøms kalkdosereren (Kaste og Sekkenes 2024), gir det en indikasjon på hva pH-verdien i hovedelva ved Eide kunne vært uten kalking<sup>3</sup>.

Konsentrasjonen av labilt aluminium oversteg grenseverdien for «god tilstand» (10 µg/L)<sup>4</sup> i både kalkede og ukalkede deler av vassdraget, og kan derfor ha vært skadelig forsurningsfølsomme arter som laksefisk. I kalket vann ved Eide hadde man to episoder med for høye nivåer av labilt aluminium på høsten 2022 og 2023 i forbindelse med høy vannføring. Dette på tross av at det ble dosert ut store mengder kalk (se hhv. Figur 14 og Figur 15 i vedlegg 3). I samme periode var det en reduksjon i pH og kalsiuminnhold ved Eide, men uten at pH sank under målet. I ukalket vann ved Tverrbekken var pH 5,5 og lavere i de samme periodene, mens nivåene av labilt aluminium oversteg 25 µg/l i to av prøvene fra høsten 2023.

<sup>3</sup> Minstevannføringen av «godt vann» fra Nesevatn er kun 2 m<sup>3</sup>/s i perioden 15.5-15.10 og 1 m<sup>3</sup>/s ellers i året. Mesteparten av det sure vannet på den lakseførende strekningen av elva tilføres derfor fra sidebekkene nedenfor kalkdosereren.

<sup>4</sup> Verdier for labilt aluminium <15 µg/L har ikke blitt vektlagt på grunn av måleusikkerhet.



Figur 7. Kalsium (mg/L), pH og labilt aluminium ( $\mu\text{g/L}$ ) målt ved Eide (blå linje) og Tverrbekken (oransje linje) fra 2019 til 2023. Farget bakgrunn markerer høstparten av året (juli-desember). Data er hentet fra Vannmiljø. Merk: Verdien på  $>45 \mu\text{g/L}$  ved Eide i juni 2023 er markert som usannsynlig i rapporten fra tiltaksobservasjonen (Miljødirektoratet, 2024), og den er derfor heller ikke vektlagt her.



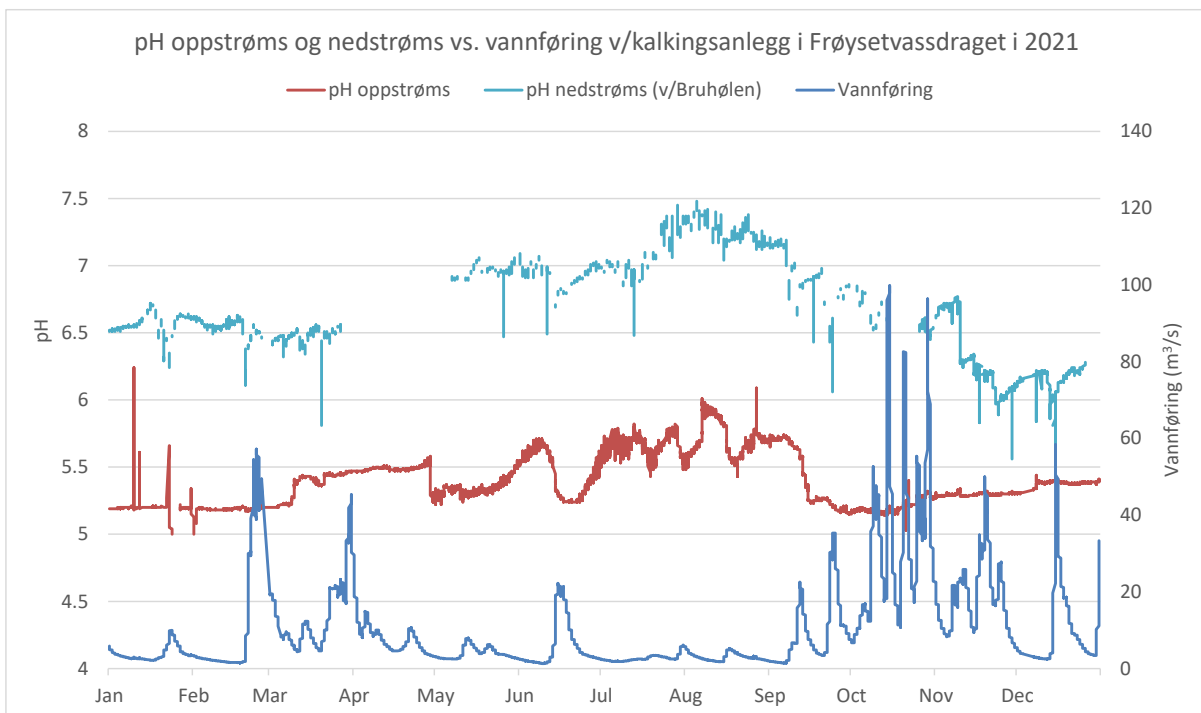
## 3.2 Frøysetvassdraget

### 3.2.1. Driftsdata fra kalkingsanlegget

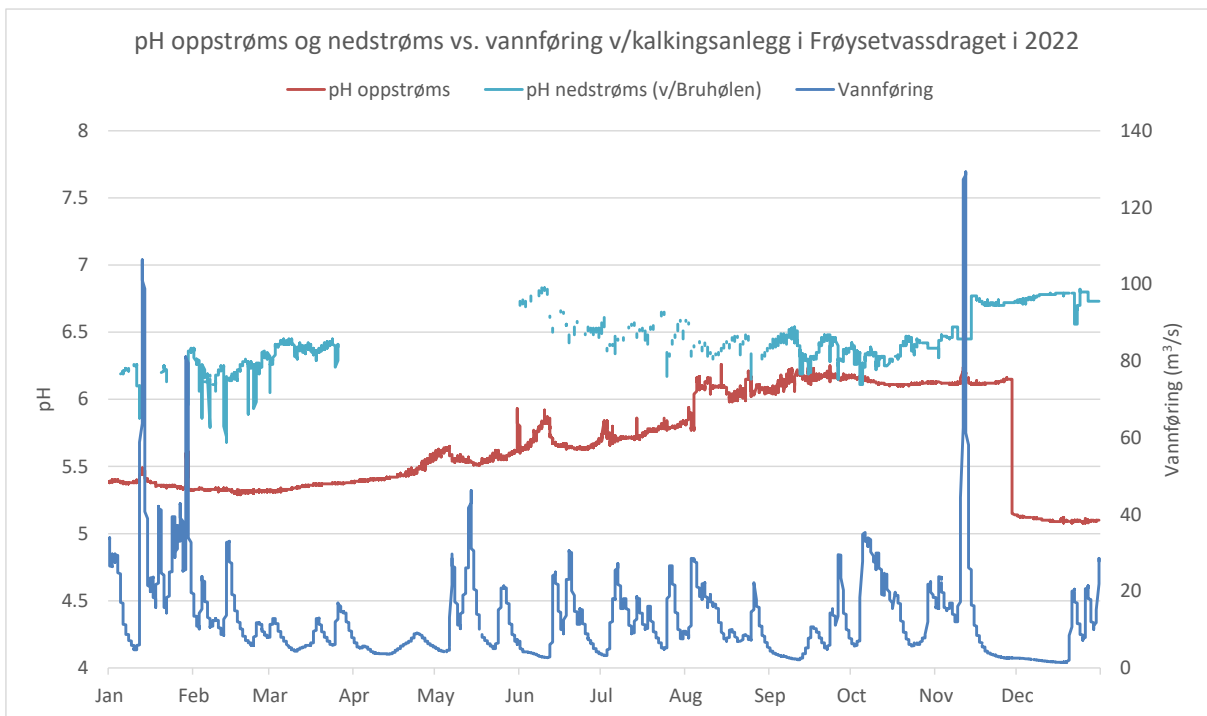
Dosering av kalk i forhold til vannføring ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget fra 2021 til oktober 2024 er vist i henholdsvis Figur 17 til Figur 20 i vedlegg 4. Akkumulert kalkforbruk i de enkelte årene er vist i Figur 22 i Vedlegg 6. Figurene viser at det stort sett var en god sammenheng mellom kalkdosering og vannføring. I alle årene var det episoder med høy vannføring og betydelig utdosering av kalk på høsten (juli-desember), men hyppigheten og størrelsen av flommene varierte fra år til år. Det årlige kalkforbruket de siste ti årene (

Tabell 2 i kapittel 1.1.2) viser at det er relativt store årsvariasjoner i kalkingsbehovet.

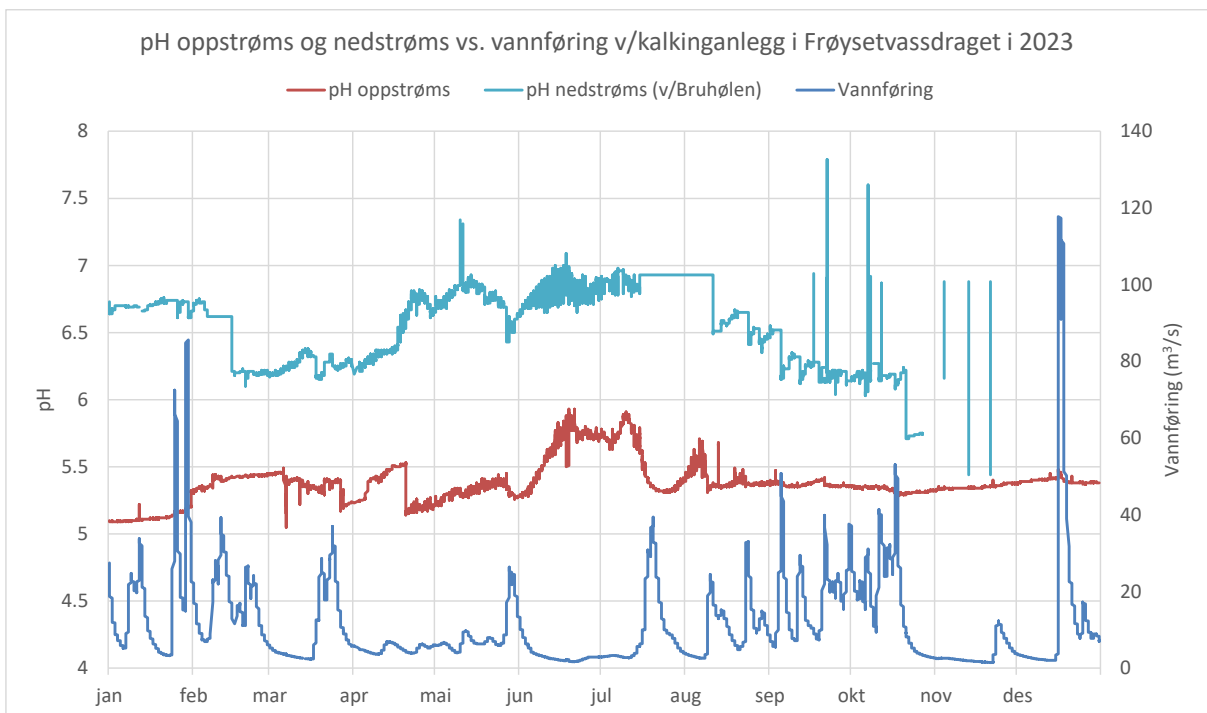
pH oppstrøms og nedstrøms kalkingsanlegget i forhold til vannføring fra 2021 til oktober 2024 er vist i Figur 8 til Figur 11. Det er støy/drift i pH-målingene i enkelte perioder, spesielt for pH-måleren nedstrøms. Figurene viser at det er flere episoder med høy vannføring på høsten (juli-desember) hvor det skjer en reduksjon i pH både oppstrøms og nedstrøms kalkingsanlegget. Nedstrøms holder pH seg stort sett over målet på 6,0 på høsten, mens pH oppstrøms oftest ligger lavere enn målet.



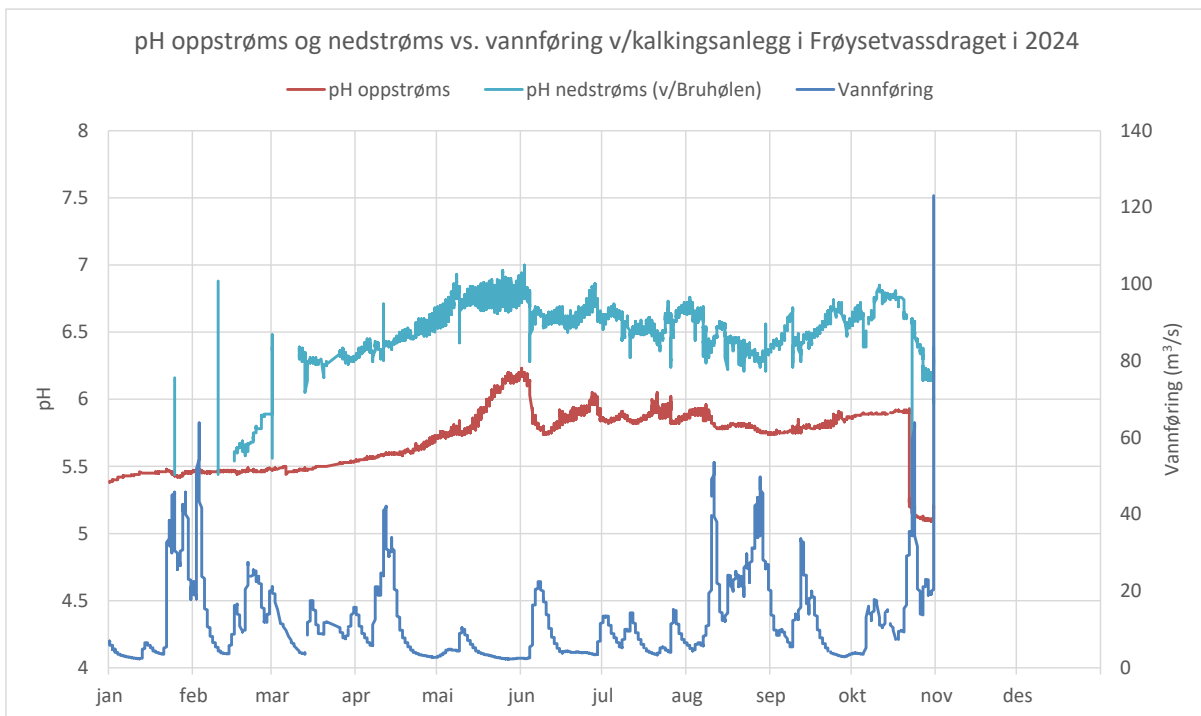
Figur 8. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Frøysetvassdraget i 2021. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 9. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Frøysetvassdraget i 2022. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 10. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Frøysetvassdraget i 2023. Data er hentet fra MikaCom.



Figur 11. pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren sammenlignet med vannføring i Frøysetvassdraget i 2024 (frem til november). Data er hentet fra MikaCom.

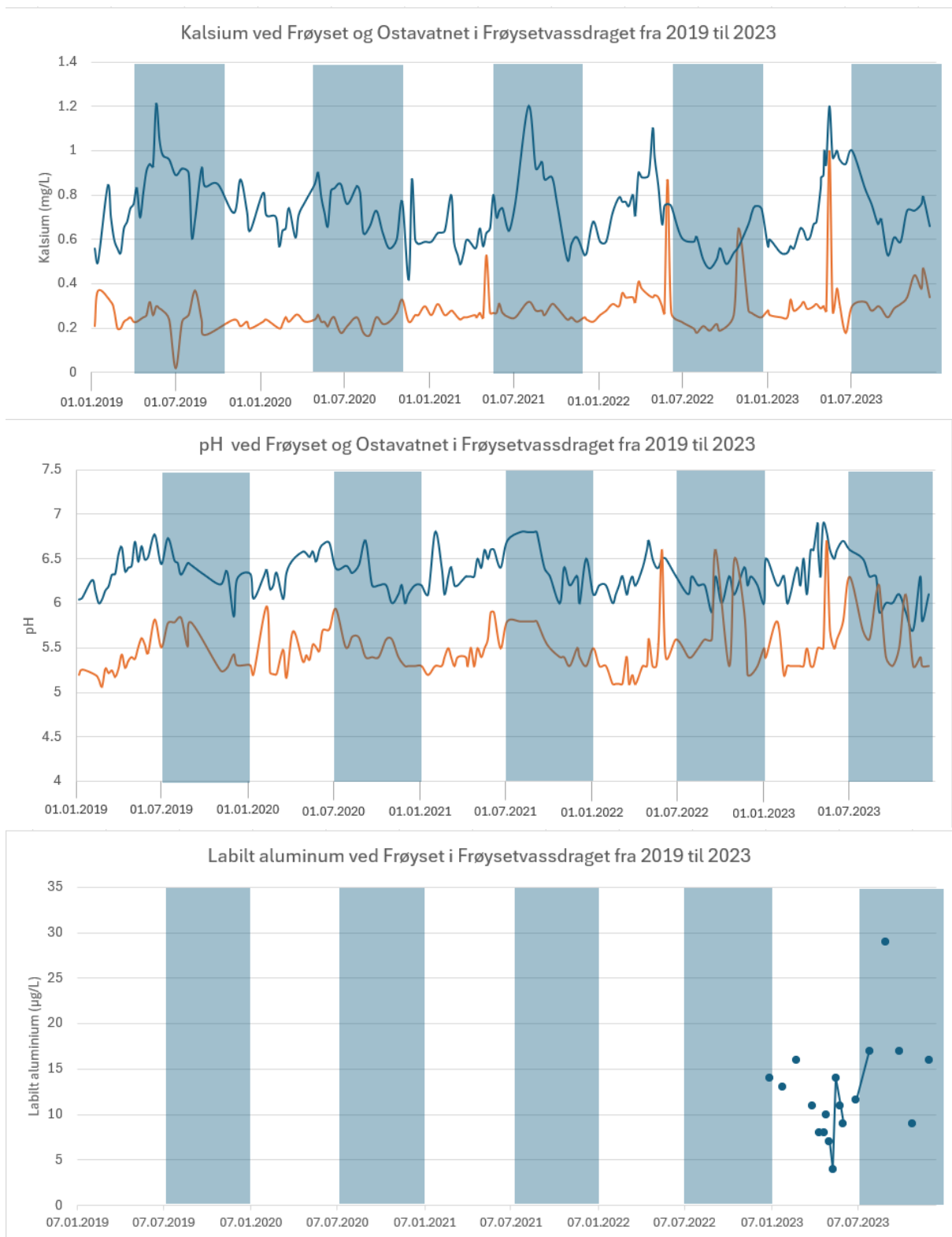
### 3.2.2. Vannkjemidata

pH og konsentrasjoner av kalsium og labilt aluminium i vannprøver fra Frøyset og Ostavatnet de siste fem årene (2019-2023) er vist i Figur 12. Målestasjonen ved Frøyset ligger nederst i vassdraget og representerer kalket vannkvalitet, mens Ostavatnet er en ukalket referansestasjon i hovedelva oppstrøms doseringsanlegget.

Det er noe variasjon i kalsiumkonsentrasjonen i den kalkede delen av hovedelva ved Frøyset, men nivåene ligger stort sett i intervallet 0,5-1,2 mg/L. I ukalket vann ved Ostavatnet er kalsiumnivåene betydelig lavere, vanligvis rundt 0,2-0,3 mg/L, men med enkelte kortvarige topper opp mot 1 mg/L som muligens skyldes tilbakeslag av kalket vann fra doseringsanlegget nedstrøms. pH i vannprøvene fra Frøyset ligger stort sett over målet på 6,0, bortsett fra enkelte tilfeller høsten 2023 da pH sank ned mot 5,7. Ved Ostavatnet, oppstrøms doseren, er vannkvaliteten fremdeles sur med pH som i lange perioder ligger under 5,5. Dette viser at kalkingen i Frøysetvassdraget fortsatt er nødvendig og har en effekt på vannkvaliteten nedstrøms.

Høsten i 2023 hadde man en episode med høy vannføring i Frøysetvassdraget (se Figur 19 i vedlegg 4) hvor pH ved Frøyset sank til nærmere 5,5 samtidig som kalsiumkonsentrasjonen var lav. Tilgjengelige målinger for labilt aluminium ved Frøyset i samme periode viser nivåer som overskred Vannforskriftens grense for «god tilstand» (10 µg/L)<sup>5</sup>. Slike episoder kan utgjøre en risiko ovenfor bestanden laksefisk og andre forsurefølsomme arter. Det finnes ingen måledata for labilt aluminium for referansestasjonen Ostavatnet, men pH og kalsiumkonsentrasjonen ved Ostavatnet i denne perioden var betydelig lavere enn ved Frøyset.

<sup>5</sup> Verdier for labilt aluminium <15 µg/L har ikke blitt vektlagt på grunn av måleusikkerhet.



Figur 12. Kalsium (mg/L), pH og labilt aluminium (µg/L) målt ved Frøyset (blå linje) og Ostavatnet (oransje linje) fra 2019 til 2023. Farget bakgrunn markerer høstperiodene (juli-desember). Det foreligger Ingen data for labilt aluminium ved Ostavatnet. Data er hentet fra Vannmiljø.

## 4 Samlet vurdering

Driftsdata fra doseringsanlegget i Ekso viser at det fremdeles er behov for å dosere ut betydelige mengder kalk i løpet av høsthalvåret (juli-desember) for å holde pH over målet på 6,0 på den lakseførende strekningen. Det er ofte episoder med høy vannføring på høsten hvor store mengder kalk doseres ut, men dette varierer fra år til år. I både 2021 og 2024 ble det dosert mer kalk i 2. halvår sammenlignet med 1. halvår. Nivåene for kalsium og pH er jevnt over betydeligere lavere og konsentrasjonene av labilt aluminium høyere i ukalka vann (Tverrbekken) enn i kalka vann (Eide). Ved Eide hadde man to episoder med for høye nivåer av labilt aluminium på høsten 2022 og 2023 i forbindelse med høy vannføring. Dette på tross av at det ble dosert ut store mengder kalk. Dette viser at dagens kalking fortsatt er viktig, også om høsten, for å nå vannkvalitetsmålene for den lakseførende strekningen av Ekso.

Også i Frøysetvassdraget viser driftsdata for doseringsanlegget at det doseres ut betydelige mengder kalk i løpet av høsthalvåret (juli-desember) for å oppnå pH-målet på den lakseførende strekningen. I 2021 ble det dosert nesten dobbelt så mye kalk i 2. halvår sammenlignet med 1. halvår. Ved Ostavatnet, oppstrøms dosereren, er vannkvaliteten fremdeles sur med pH som i lange perioder ligger mellom 5,0 og 6,0. Høsten i 2023 hadde man en episode med høy vannføring hvor pH ved Frøyset sank til nærmere 5,5 samtidig som kalsiumkonsentrasjonen var lav og konsentrasjonen av labilt aluminium overskred Vannforskriftens grense for «god tilstand». Dette viser at dagens kalking fortsatt er viktig, også om høsten, for å nå vannkvalitetsmålene for den lakseførende strekningen i Frøysetvassdraget.

På bakgrunn av disse vurderingene anbefales det å opprettholde dagens kalkingsstrategi i både Ekso og Frøysetvassdraget per nå. Det kan derimot være aktuelt å vurdere behovet for kalking på høsten på ny dersom surheten og konsentrasjonene av labilt aluminium reduseres ytterligere i de ukalkede delene av vassdragene.



## 5 Referanser

Direktoratsgruppen 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018. Direktoratsgruppen vanndirektivet.

Kaste Ø, Sekkenes MS. 2024. Estimering av ukalket vannkvalitet i Ekso, Modalselva og Frøysetvassdraget. NIVA-notat, 11.10.2024.

Lehmann GB, Barlaup BT, Gabrielsen SE. 2020. Situasjonen for laksefisk i Yndesdalsvassdraget pr. 2020. LFI-rapport nr. 391. 30 s.

Miljødirektoratet 2022. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking i 2021. Miljødirektoratet rapport M-2372|2022.

Miljødirektoratet 2023. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking i 2022. Miljødirektoratet rapport M-2606|2023.

Miljødirektoratet 2024. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – tiltaksovervåking i 2023. Miljødirektoratet rapport M-2850|2024

## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1. Overvåkingsstasjoner i Ekso og Frøysetvassdraget

Tabell 3. Overvåkingsstasjoner i Ekso som inngår i tiltaksovervåkingen (Miljødirektoratet 2023).

VannID	St. nr.	Stasjonsnavn	UTM X_32	UTM Y_32	Merknad
063-58806	2	Ekso ved utløp Nesevatnet	331596	6743691	Referanse
063-58807	5a	Ekso oppstrøms doserer	328393	6742957	Referanse
063-58808	5b	Tverrbekken ved utløp Ekso	328347	6743049	Referanse
063-58805	5c	Ekso nedstrøms doserer	327952	6742923	Kalket
063-58802	3	Ekso ved Eide	325930	6738083	Kalket
063-62170	1b	Mysterelva	326056	6737492	Referanse
063-58804	1	Ekso ved Mysterøyri	325747	6737576	Kalket

Tabell 4. Overvåkingsstasjoner i Frøysetvassdraget som inngår i tiltaksovervåkingen (Miljødirektoratet 2023).

VannID	St.nr	Stasjonsnavn	UTM X_32	UTM Y_32	Merknad
067-40687	2	Yndesdalsvatnet, utløp	301313	6759788	Referanse
067-55419	5	Sleirevatnet, utløp	294304	6754751	Kalket
067-58825	6	Yndeldselva ved Frøyset	294186	6753746	Kalket
067-58826	4a	Lågen ved Hindfossen, nedstr. doserer	297131	6753148	Kalket
067-55330	4	Ostavatn, utløp	297539	6753150	Referanse
067-58824	13	Botnabekken, innløp Byrkjelandsvatnet	299512	6757722	Referanse
067-79150	7	Tangedalselva	293545	6754677	Referanse

## Vedlegg 2. Nedbørfeltdata for Ekso og Frøysetvassdraget

Oversikt over nedbørfelt- og avrenningsdata for hver av overvåkingsstasjonene og totalt for hele nedbørfeltet er gitt i Tabell 5 til Tabell 6 for henholdsvis Ekso og Frøysetvassdraget. Dataene er hentet fra NVEs database NEVINA<sup>6</sup>.

*Tabell 5. Nedbørfelt- og avrenningsdata for vannkjemiske overvåkingsstasjoner i Ekso i tiltaksovervåkingen. Arealer: s=sidefelt, h=hovedelv. Basert på data fra nevina.nve.no, som ikke tar hensyn til reguleringer og overføringer. Avrenning og tilsig er basert på normalperioden 1991-2020.*

St. nr.	Stasjonsnavn	Areal-s (km <sup>2</sup> )	Areal-h (km <sup>2</sup> )	Avrenning (mm/år)	Tilsig (mill. m <sup>3</sup> /år)	% av totalt tilsig
2	Ekso ved utløp Nesevatnet		354	3045	1078	82
5a	Ekso oppstrøms doserer		369	3076	1135	86
5b	Tverrbekken ved utløp Ekso	4,3		3668	16	1,2
	Skredbekken*	Ikke data		-	-	-
5c	Ekso nedstrøms doserer		374	3084	1153	88
3	Ekso ved Eide		392	3129	1227	93
1	Ekso ved Mysterøyri		392	3130	1227	93
1b	Mysterelva	19,5		4488	88	7
<b>Totalt for nedbørfeltet</b>			<b>412</b>	<b>3193</b>	<b>1316</b>	<b>100</b>

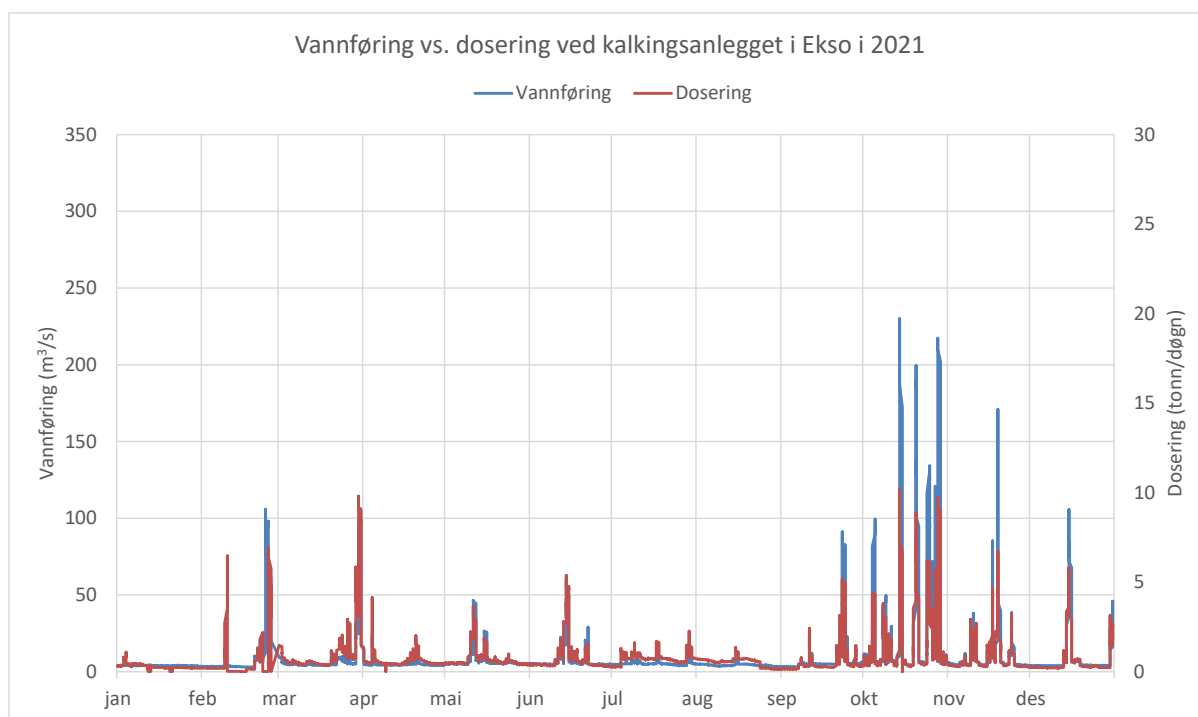
\* Målestasjoner for sidebekker undersøkt av Rådgivende biologer (Johnsen og Hellen 2022, Johnsen 2023).

*Tabell 6. Nedbørfelt- og avrenningsdata for vannkjemiske overvåkingsstasjoner i Frøysetvassdraget i tiltaksovervåkingen. Arealer: s=sidefelt, h=hovedelv. Basert på data fra nevina.nve.no, som ikke tar hensyn til reguleringer og overføringer. Avrenning og tilsig er basert på normalperioden 1991-2020.*

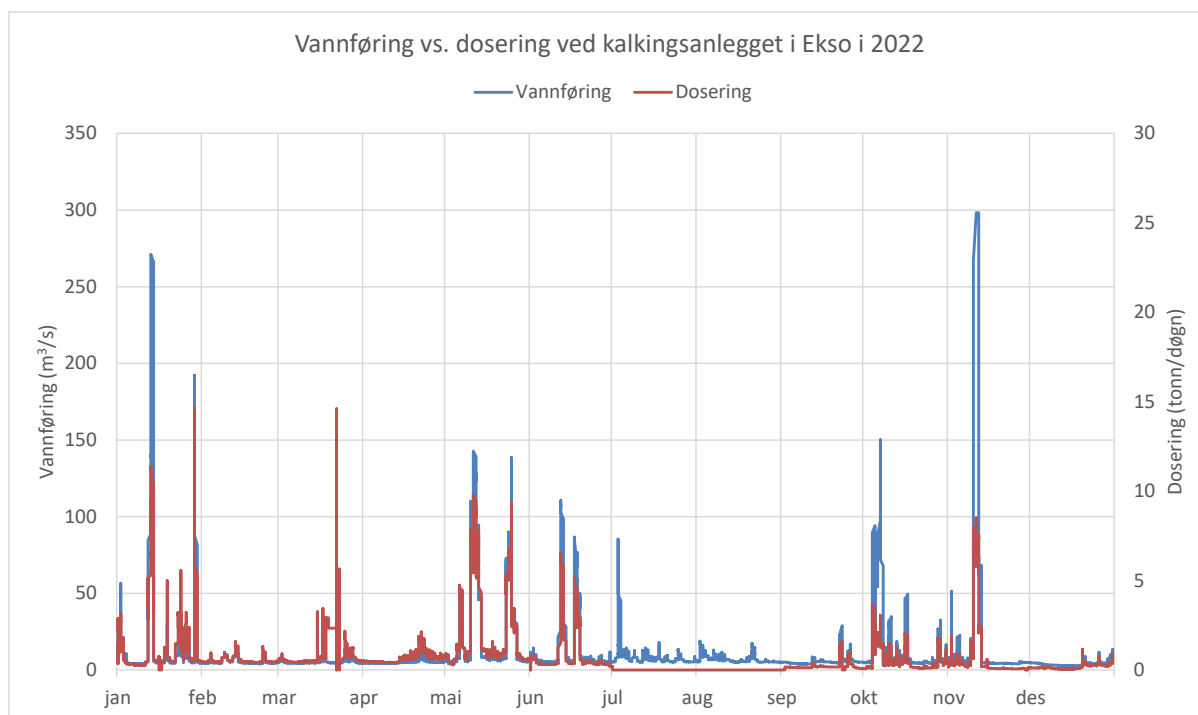
St.nr.	Stasjonsnavn	Areal-S	Areal_H (km <sup>2</sup> )	Avrenning (mm/år)	Tilsig (mill. m <sup>3</sup> /år)	% av totalt tilsig
2	Yndesdalsvatnet, utløp		40	3951	158	35
13	Botnabekken	4,9		3560	17	4
4	Ostavatnet, utløp		85,2	3713	316	70
4a	Hindfossen, nedstr. dos.		86,4	3701	320	71
5	Sleirevatnet, utløp		113	3632	410	91
7	Tangedalselva	10,8		3114	34	7
6	Yndeldalselva ved Frøyset		126	3577	451	100
<b>Totalt for nedbørfeltet</b>			<b>126</b>	<b>3577</b>	<b>451</b>	<b>100</b>

<sup>6</sup> Nettside: nevina.nve.no

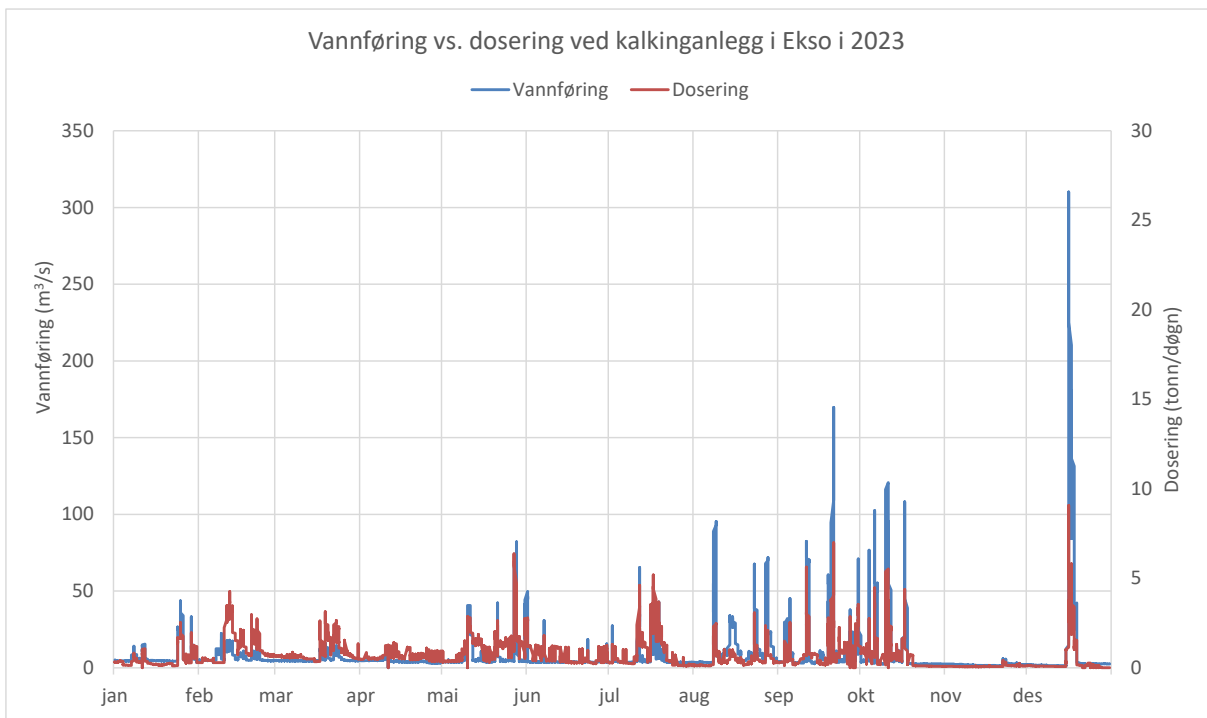
### Vedlegg 3. Vannføring og kalkdosering i Ekso fra 2021 til 2024



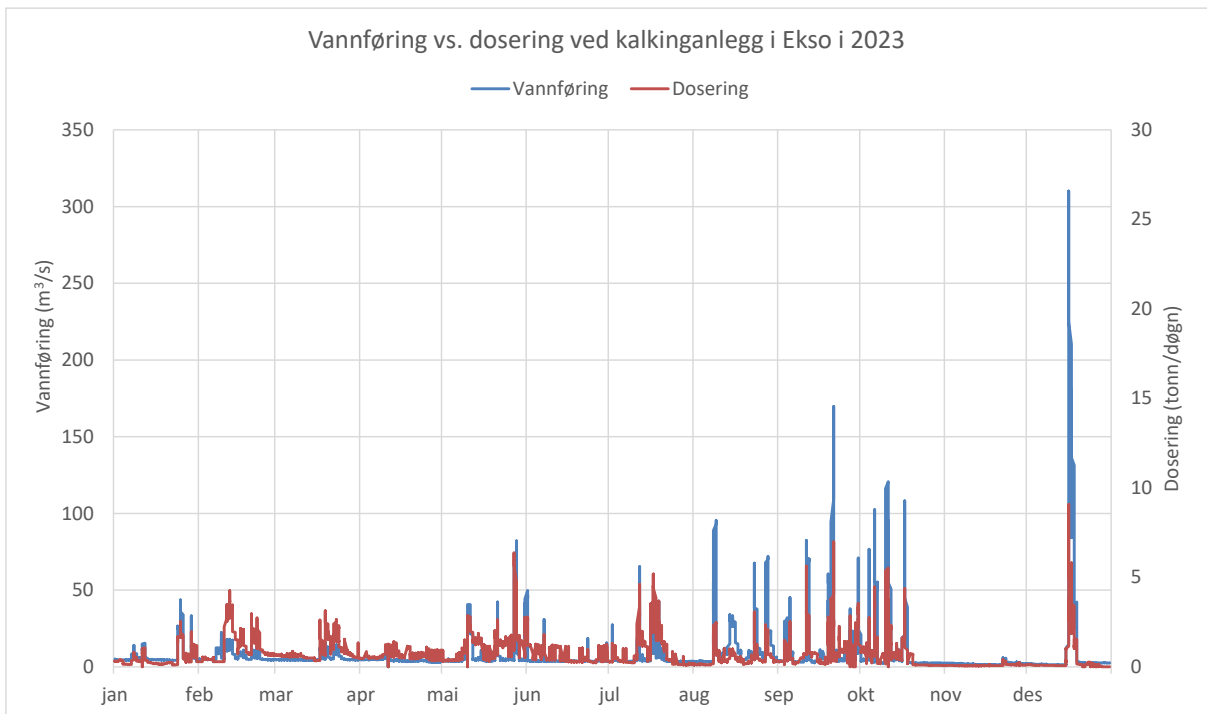
Figur 13. Vannføring (m<sup>3</sup>/s) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Ekso i 2021.



Figur 14. Vannføring (m<sup>3</sup>/s) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Ekso i 2022.



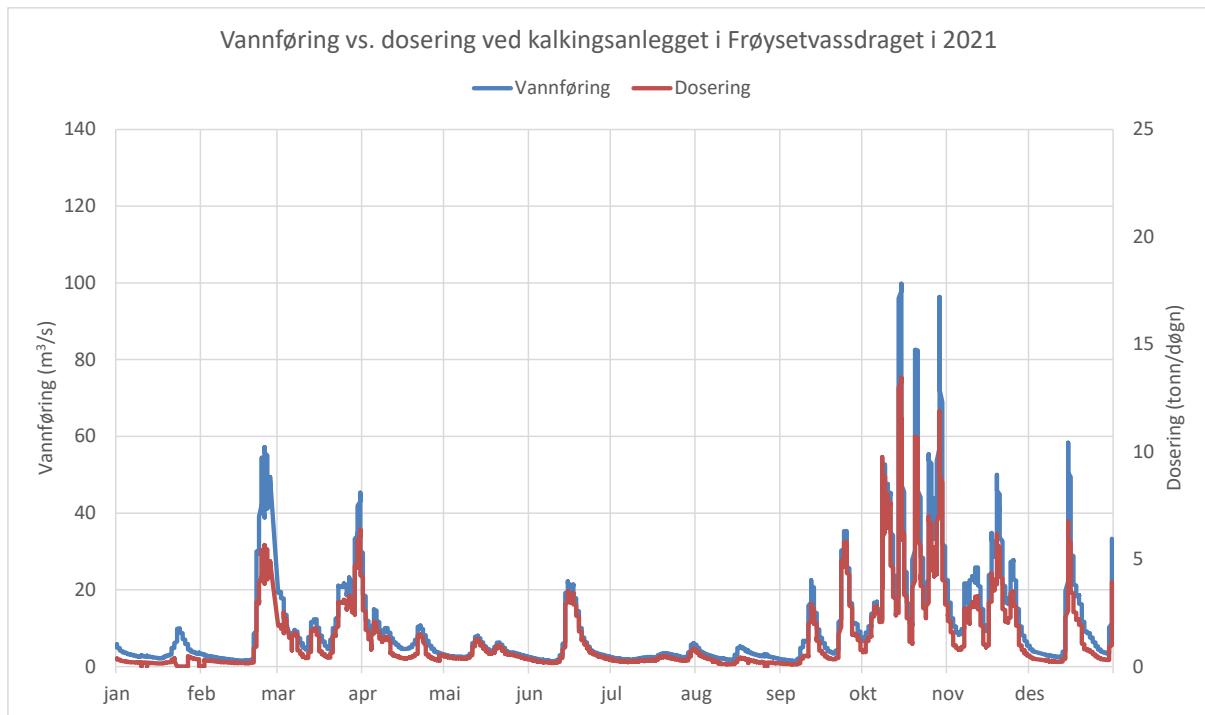
Figur 15. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Ekso i 2023.



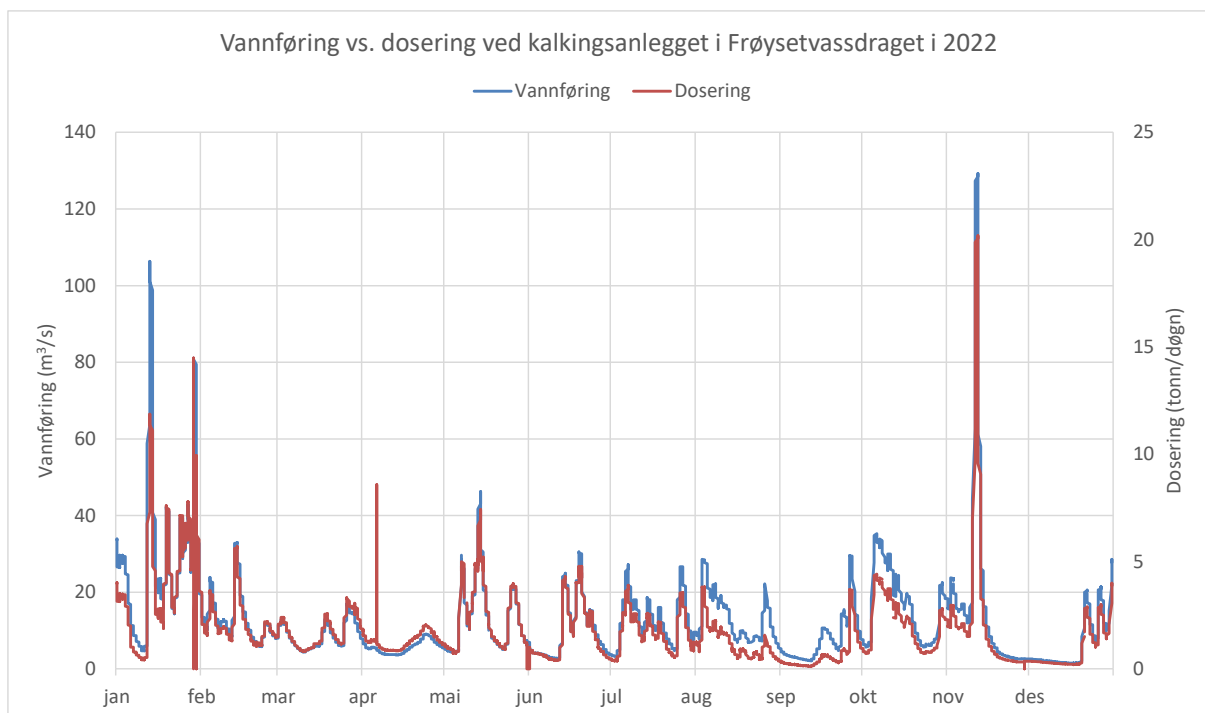
Figur 16. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Ekso i 2024 (frem til november).



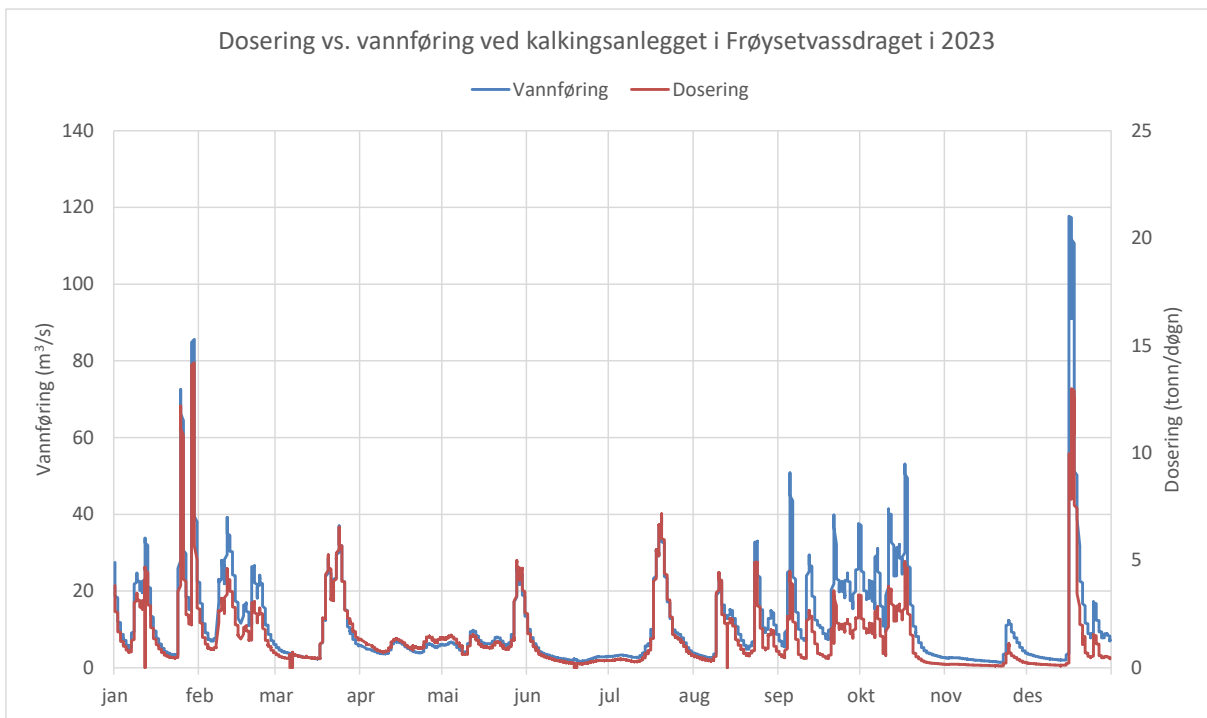
## Vedlegg 4. Vannføring og kalkdosering i Frøysetvassdraget fra 2021 til 2024



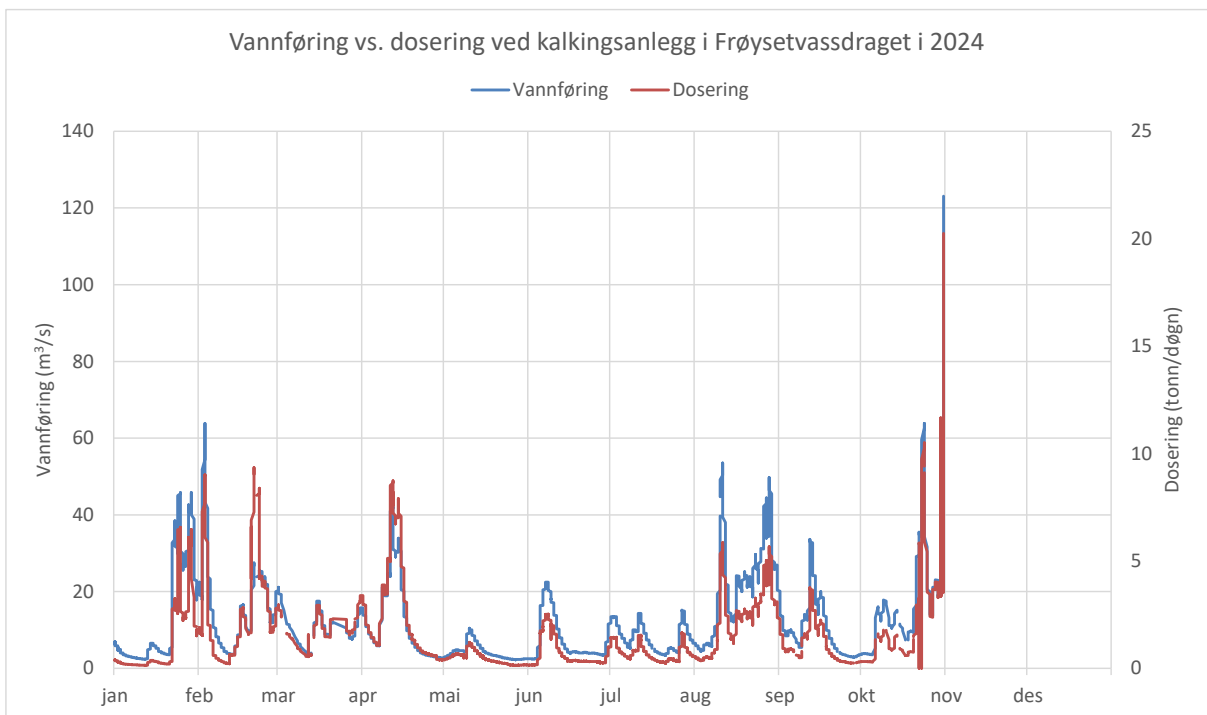
Figur 17. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk ( $tonn/døgn$ ) ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget i 2021.



Figur 18. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk ( $tonn/døgn$ ) ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget i 2022.

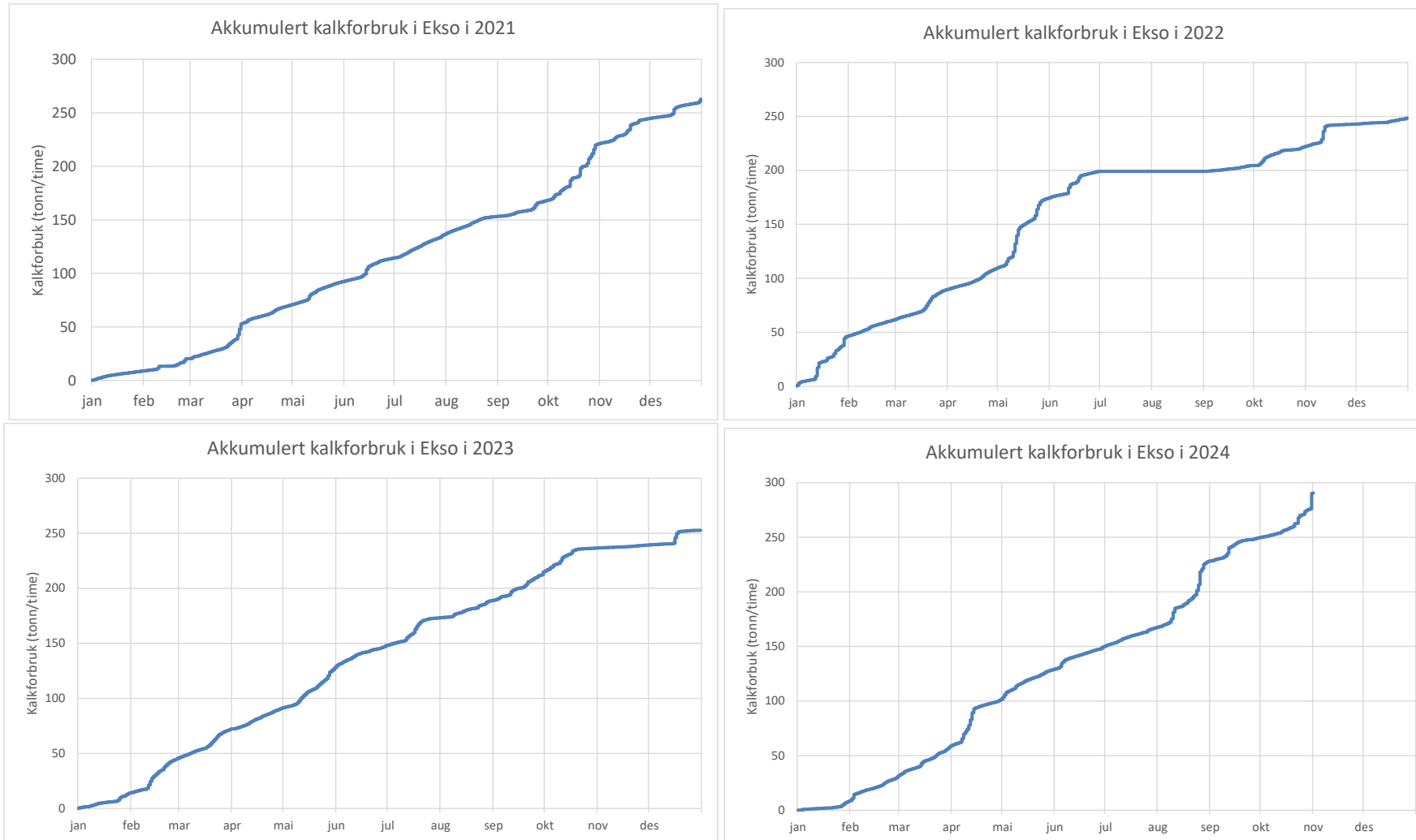


Figur 19. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget i 2023.



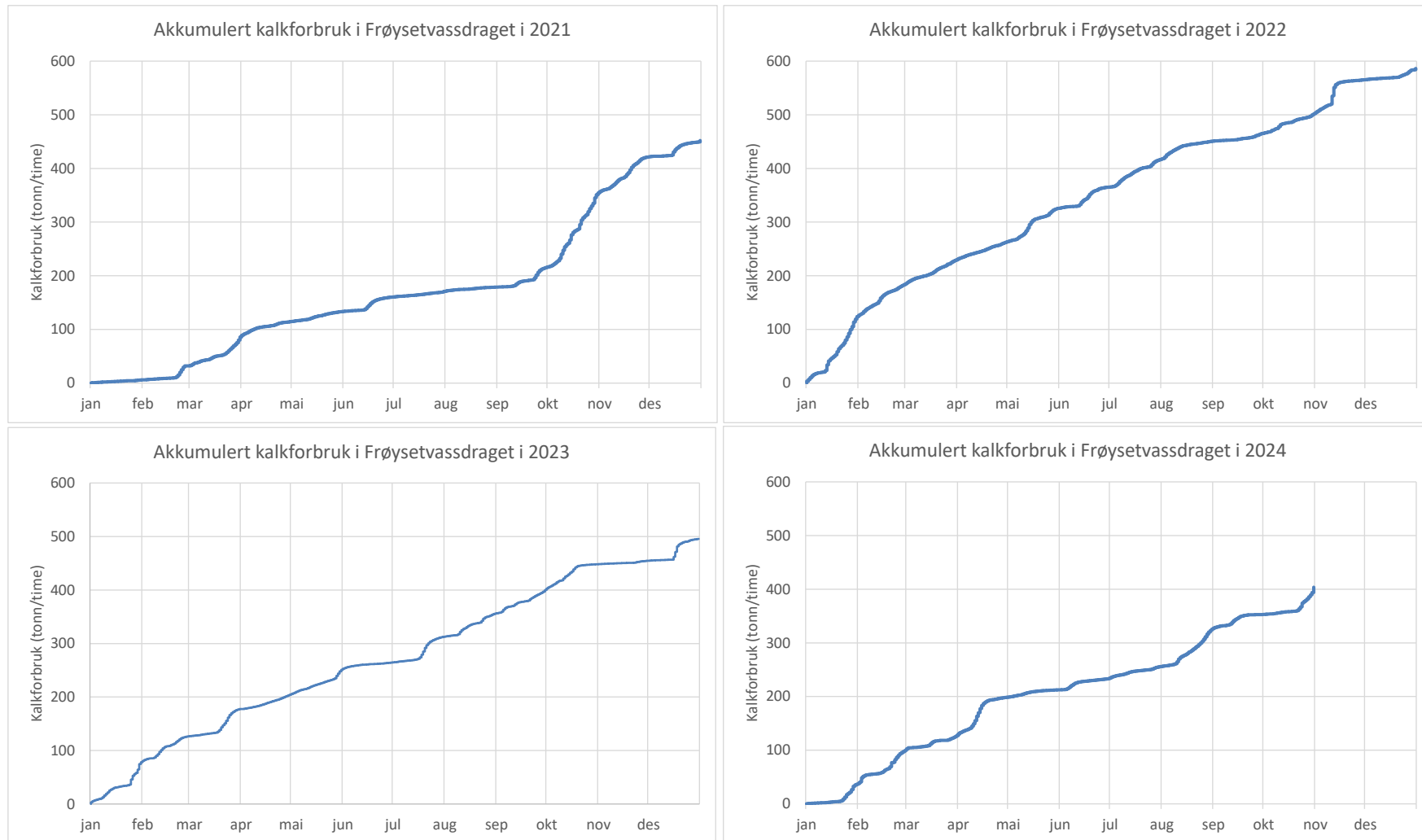
Figur 20. Vannføring ( $m^3/s$ ) sammenlignet med dosering av kalk (tonn/døgn) ved kalkingsanlegget i Frøysetvassdraget i 2024 (frem til november).

## Vedlegg 5. Akkumulert kalkforbruk i Ekso fra 2021 til 2024



Figur 21. Akkumulert kalkforbruk i Ekso fra 2021 til (delvis) 2024. Data er hentet fra MikaCom.

## Vedlegg 6. Akkumulert kalkforbruk i Frøysetvassdraget fra 2021 til 2024



Figur 22. Akkumulert kalkforbruk i Frøysetvassdraget fra 2021 til (delvis) 2024. Data er hentet fra MikaCom.



### **Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.