

Utvikling i forsureningstilstand i vann og tjern i Romeriksåsene fra 1986 til 2017



Lise Heier

Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon

Versjon: oktober 2020

Sammendrag

Vannkvaliteten i vann og tjern i Romeriksåsene har blitt overvåket av Fylkesmannen siden andre halvdel av 1980-tallet parallelt med kalking for å motvirke effektene av sur nedbør. Totalt inngår 100 lokaliteter i overvåkingsprogrammet, der det blant annet måles pH, alkalitet, kalsium og farge (men ikke alle parametre er målt i alle lokaliteter hvert år). Det har vært en tydelig, positiv utvikling i pH siden 1980-tallet. Alkalitet og kalsium hadde en topp på 1990-tallet etter kalking med store mengder kalk. Det ble ikke funnet noen utvikling i fargeverdiene. Noen vann ble tatt ut av kalkingsprogrammet i 2011; noen av disse ble tydelig surere og ble derfor tatt inn i kalkingsprogrammet igjen, hvorpå pH igjen steg til de samme verdiene som i de andre vannene. Det blir vist en metode for å avdekke reforsuring etter stans i kalking, basert på pH-verdier. Innsjøer og tjern har nå god vannkvalitet, men det er viktig å huske at bekker og elver, som er oppvekstområde for ørret, kan ha dårlig økologisk tilstand pga. forsuring visse tider av året, og her kan fortsatt kalking være nødvendig. Overvåkingsprogrammet har gitt en stor mengde data over et langt tidsrom, noe som er svært verdifullt både i forvaltning og i forskning. En fortsettelse av overvåkingsprogrammet vil være av stor verdi i forhold til innsats.

Forsidefoto: Innsjøene i Fylkesmannens overvåkingsprogram i Oslo og Akershus er hovedsakelig kalkfattige, humøse skogsvann. Her fra Dretnetjern. Foto: Bent Kjærstad, Gjerdrum JFF

Forord

Forsuringstilstanden i vann og tjern i Romeriksåsene blir overvåket årlig ved at frivillige i jeger- og fiskerforeningene tar vannprøver på oppdrag av Fylkesmannen. Medlemmer i Nittedal og Hakadal skog-, jakt- og fiskeforening ønsket å se utviklingen i vannene i deres område, noe som falt sammen med et ønske fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus ved Terje Wivestad, om en oppsummering av de innsamlede forsuringsdataene i de to fylkene fra 1986 fram til i dag. Dette prosjektet ble satt i gang og ledet til en større rapport: "Sammenstilling av vannkvalitetsovervåking av forsurening fra 1986 til 2017 i innsjøer i Oslo og Akershus". Basert på den ble så denne rapporten skrevet for Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon. Vannene ligger i områdene til Nittedal og Hakadal SJFF, Nannestad JFF, Holter JFF og Gjerdrum JFF, som sammen utgjør RFA, og i tillegg er det tatt med to vann i sør som kultiveres av Skedsmo JFF. Jeg vil takke Terje Wivestad for samarbeidet under arbeidet med rapportene, og Nittedal og Hakadal SJFF for gjennomlesing og kommentarer. Jeg vil også takke Norges Jeger- og Fiskerforbund for supplerende data. Jeg takker Trond Reitan ved Universitetet i Oslo for statistisk rådgivning, og professor Rune Halvorsen og professor Tom Andersen ved Universitetet i Oslo for råd om metodevalg.

Lise Heier, oktober 2020



God vannkvalitet er en forutsetning for godt fiske, som er en viktig del av friluftslivet og en kilde til rekreasjon for mange. Her fra Kroktjern. Foto: Svein Erik Kopperud, Nannestad JFF

Innhold

Sammendrag	2
Forord.....	3
1 Innledning	5
2 Materiale og metode	6
2.1 Lokalteter	6
2.2 Kalkingshistorikk og inndeling av lokalitetene	7
2.3 Vannprøver	9
3 Analyse og resultater	10
3.1 Eksempel på utvikling i forsuringstilstand: Lauvtangen.....	10
3.2 Tidsutvikling og samvariasjon i de vannkjemiske parametrene	13
3.2.1 pH.....	14
3.2.2 Alkalitet, kalsium og farge.....	16
3.3 Effekten av stans i kalkingen	19
3.4 Avdekking av reforsuring	19
4 Diskusjon	20
Referanser.....	23
Vedlegg	24
V.1 Kalkingsdata: Feilkilder og feilsøking	24
V.2 Vannprøver: Feilkilder og feilsøking	24
V.3 Transformasjoner.....	25
V.4 Liste over alle lokaliteter. Reforsuring.....	25

1 Innledning

Forsuring av vann og vassdrag har vært et av de største miljøproblemene i Sør-Norge siden midten av forrige århundre. Forsuring tar livet av fisk, særlig ørret, samt edelkreps og arter av insekter, mindre krepsdyr, snegler og muslinger. Fiskedød ble registrert allerede på begynnelsen av 1900-tallet, og i 1921 ble den satt i sammenheng med forsuret vann.⁽¹⁾ Men det var først på slutten av 1950-tallet at man forsto at den skyldtes sur nedbør,⁽²⁾ og det gikk enda noen år før man så at kilden var langtransportert forurensning.⁽³⁾ Da hadde industrien i Europa sluppet ut svovel- og nitrogenforbindelser, som dannes ved forbrenning av kull og olje, i over hundre år. Forbindelsene reagerer med fuktigheten i lufta og blir transportert med vinden til Sør-Norge, hvor de faller ned med regn og snø.

Surt vann er i seg selv uheldig for mange arter, men den viktigste grunnen til at fisken dør, er at aluminium i jordsmonnet løses opp og kommer ut i vannet. Aluminiumen fester seg på gjellene til fisken, og resultatet er dårlig oksygenopptak og fiskedød.⁽⁴⁾ Det mest følsomme stadiet til ørreten er yngel og ungfisk. Andre dyr i ferskvann har forskjellig følsomhet for forsuring, og hvordan de påvirkes, varierer fra gruppe til gruppe.⁽⁴⁾ Problemene er størst i områder med kalkfattig grunn, typisk skogsområder over den marine grense (ca. 200 moh), da kalk i jordsmonnet motvirker forsuring.

Da man forsto at fiskedøden skyldtes forsuring, begynte man å behandle vassdrag med kalk i ulike former. Men det var først midt på 1980-tallet, med offentlige tilskudd og kalkingshåndbok fra DN⁽⁵⁾, at arbeidet kom i gang i større omfang og med vitenskapelig forankrede metoder og dosering.

Også i Romeriksåsene ble det før 1986 kalket i mindre skala enkelte steder i et forsøk på å motvirke den stadig økende forsuringen. Fra 1986 steg både antallet vann og kalkmengdene,⁽⁶⁾ og i 1988 ble Aksjon 88 satt i gang – en storstilt undersøkelse av vannkvaliteten i over 900 vann i Akershus.⁽⁷⁾ Dataene viste lav pH mange steder, og kalkingsaktiviteten kom i gang for alvor. Et stort antall vann ble kalket, også vann som i dag anses som relativt kalkrike (som Kirkebygjermmeningen). Det ble først og fremst benyttet kalksteinmel, med tilskudd av korallgrus enkelte steder. Korallgrus, som løser seg opp langsommere enn kalksteinmel, ble ellers benyttet i bekker og elver. Senere ble antallet vann innskrenket samtidig som man fikk bedre oversikt over kalkbehovet i de enkelte vannene. Kalkmengdene ble stabilisert, ofte på et noe redusert nivå.¹

Samtidig som kalkingsarbeidet har pågått, har myndigheter og industribedrifter i Europa gjort et omfattende arbeid med å rense sine utslipp til luft. Dette er et resultat av Langtransportkonvensjonen, som trådte i kraft i 1979. Arbeidet har ført til en kraftig nedgang i mengden sur nedbør siden 1980, rundt 85 % for svovel og 50 % for nitrogen i 2017.⁽⁸⁾ I Oslo og Akershus har man kunnet redusere mengden kalk som blir tilsatt hvert år, og fra 2011 har Fylkesmannen forsøksvis stanset kalkingen i enkelte vann der vannkvaliteten har blitt tilfredsstillende. Disse blir overvåket nøye, og noen er tatt inn i kalkingsprogrammet igjen etter at man observerte reforsuring.

Vannkvaliteten har vært overvåket årlig i de fleste vann i Romeriksåsene siden Aksjon 88. Vannkjemidataene viser utviklingen fra den mest forsurrede perioden til i dag. I de enkelte vannene kan det være store fluktuasjoner på kort tid slik at en underliggende utvikling kan være vanskelig å se. Dette skyldes at vannkjemien er avhengig av ikke bare jordsmonnet og innholdet i nedbøren, men også av nedbørmengde, gjennomstrømning, sjiktning vs. omrøring i vannmassene, snøsmelting,

¹ Kalktyper og -mengder framgår av datamaterialet.

med mer. Det ville kreve mye datainnsamling å korrigere for alle disse faktorene. Men når vannkjemidataene slås sammen over større områder, f.eks. ved gjennomsnitt, vil den uforklarte variasjonen i stor grad jevne seg ut, og den underliggende utviklingen blir synlig.

De vannkemiske parametrene som er oppsummert i denne rapporten, er:

- pH, som viser vannets surhetsgrad direkte
- alkalitet, som viser hvor "resistent" vannet er mot forsurening, dvs. hvor mye syre som kan tilsettes før pH synker vesentlig
- kalsiuminnhold
- farge, som gjenspeiler humusinnholdet i vannet. Humus inneholder organiske syrer, som påvirker pH. Organiske syrer påvirker også bufferevnen til vannet⁽⁹⁾

I tillegg finnes det målinger av ANC (vannets syrenøytraliserende kapasitet), som uttrykker vannets motstandsevne mot forsurening på en mer robust måte enn alkalitet; labilt aluminium, som er det som er mest skadelig for fisken; totalt organisk karbon, som gjenspeiler humusinnholdet; konduktivitet, eller vannets evne til å lede elektrisk strøm, som reflekterer den totale mengden salter (eller ioner) i vannet; og turbiditet, som viser mengden partikler i vannet. For disse parametrene er det langt færre målinger, og det er vanskeligere å vise noen klar utvikling.

I denne rapporten vises utviklingen i parametrene over tid, først gjennom et eksempel (Lauvtangen), deretter der lokalitetene er gruppert etter hvilken forening de tilhører. Samvariasjonen (korrelasjonen) mellom parametrene blir vist i plott. Effekten av stans i kalkingen blir vist, og til slutt blir det presentert en metode for å avdekke reforsuring av lokalitetene.

2 Materiale og metode

2.1 Lokalteter

Lokalitetene i denne sammenstillingen er de som per 2018 inngikk i Fylkesmannen i Oslo og Akershus' overvåkingsprogram for forsurening av vassdrag (se tabell V.1 i vedlegget) i Romeriksåsene. Lokalitetene er i all hovedsak kalkfattige skogsvann (se kart i neste underkapittel). Alle lokalitetene kan finnes i Miljødirektoratets database Vannmiljø⁽¹⁰⁾, hvor de har et unikt og søkbart lokalitetsnummer. I enkelte vann er det opprettet flere prøvepunkter, og i de tilfellene hvor det ligger relevante data på mer enn ett lokalitetsnummer, er disse slått sammen og tatt med her (se tabell V.2 i vedlegget). I overvåkingsprogrammet er det til sammen 100 vann i Romeriksåsene, hvorav 61 kalkes, mens 39 ikke ble kalket i 2015 eller 2016. Alle lokalitetene er tegnet inn på norgeskart.no² i forbindelse med dette prosjektet.

² Alle lokalitetene kan sees i norgeskart.no med følgende lenke. Lenken må kanskje oppdateres en gang før punktene vises på kartet. Det er brukt andre farger enn i figur 2.
https://norgeskart.no/#!?project=seeiendom&layers=1002,1015&zoom=7&lat=6668330.69&lon=299168.46&markerLat=6662491.561969905&markerLon=309915.8354795983&panel=searchOptionsPanel&sok=%C3%98stre%20Gullroskne&drawing=nyQi828B5_wC0r8ndC8Z

2.2 Kalkingshistorikk og inndeling av lokalitetene

Kalkingsdata ble hentet fra Miljødirektoratets database Kalkingsbasen⁽¹¹⁾, som inneholder data fra 1995 til i dag. Ut fra vannenes navn og koordinater i det digitale kartet ble alle kalkede vann koblet sammen med lokalitetene i overvåkingsprogrammet. For årene før 1995 ble det benyttet datafiler fra NJFF Akershus og en rapport fra Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon⁽⁶⁾. Disse kildene inneholder kalkings- og vannkjemidata. For detaljer om feilkilder og feilsøking i kalkingsdataene, se vedlegget.

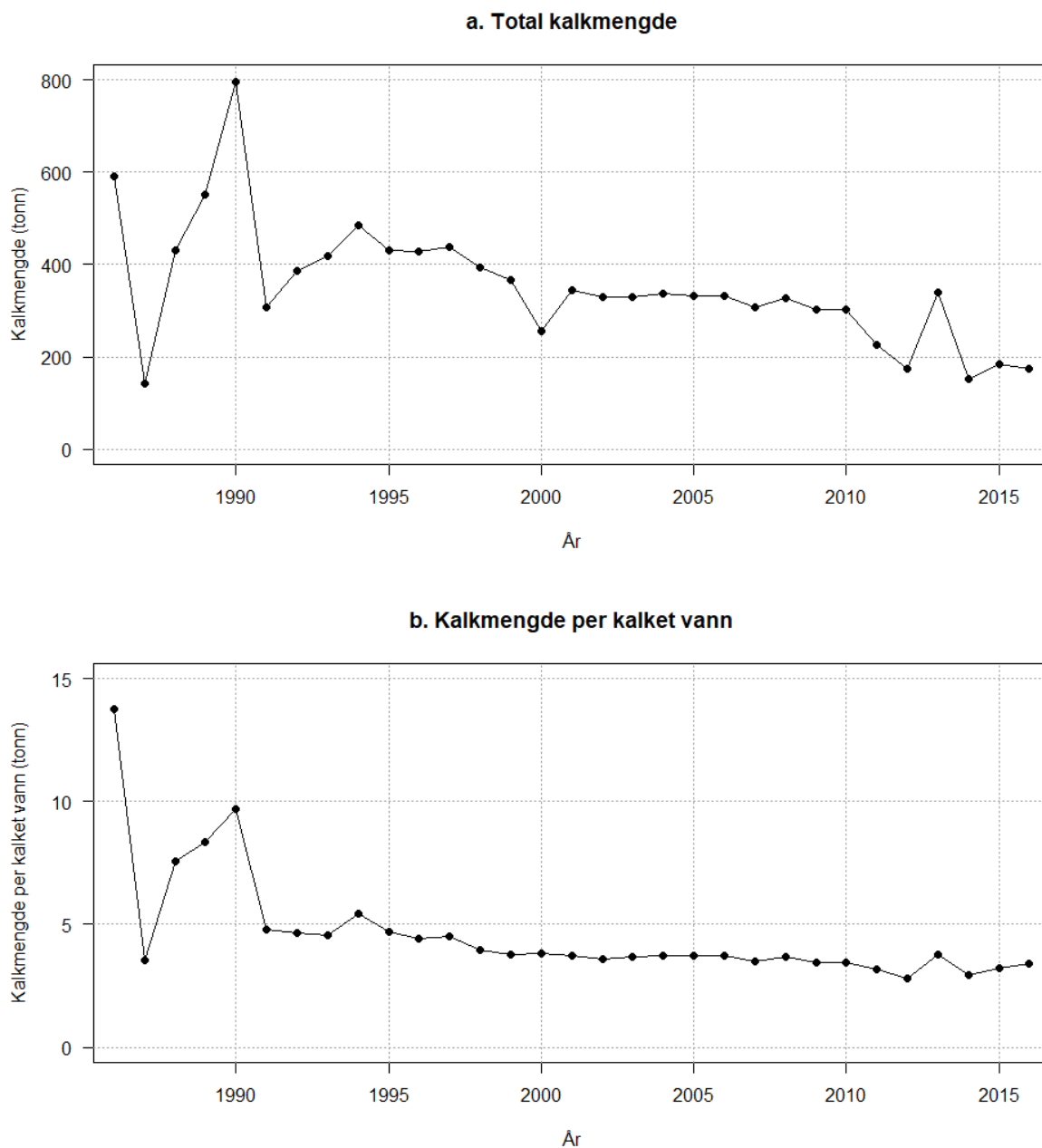
Den totale årlige mengden kalk (kalksteinmel) som ble benyttet i lokalitetene i denne rapporten, var rundt 600 tonn i 1986, falt deretter til rundt 150 tonn i 1987, og økte så til 800 tonn i 1990 (figur 1a). Deretter sank mengden til rundt 400 tonn videre på 1990-tallet, og deretter til rundt 200 tonn etter 2010. Gjennomsnittet for vannene som ble kalket, var nesten 14 tonn per vann i 1986, sank deretter til 3,5 tonn i 1987, og økte igjen til 10 tonn i 1990. Etter det har mengden vært svakt synkende fra 5 tonn per vann i 1991 til dagens nivå på rundt 3,5 tonn (figur 1b). Hvor mye kalk som ble brukt per vannmasse (kubikkmeter) er imidlertid også avhengig av størrelsen på vannene som var med det enkelte året, og man må derfor ikke tolke for mye ut fra gjennomsnittstallene.

Hvilke vann som er kalket hvert enkelt år, har variert opp gjennom perioden. Noen vann er kalket mer eller mindre hvert år, mens andre er kalket i en eller flere perioder. Noen lokaliteter kom sent med i kalkingsprogrammet. Vannene kan også ha vært påvirket av kalking høyere oppe i vassdraget.

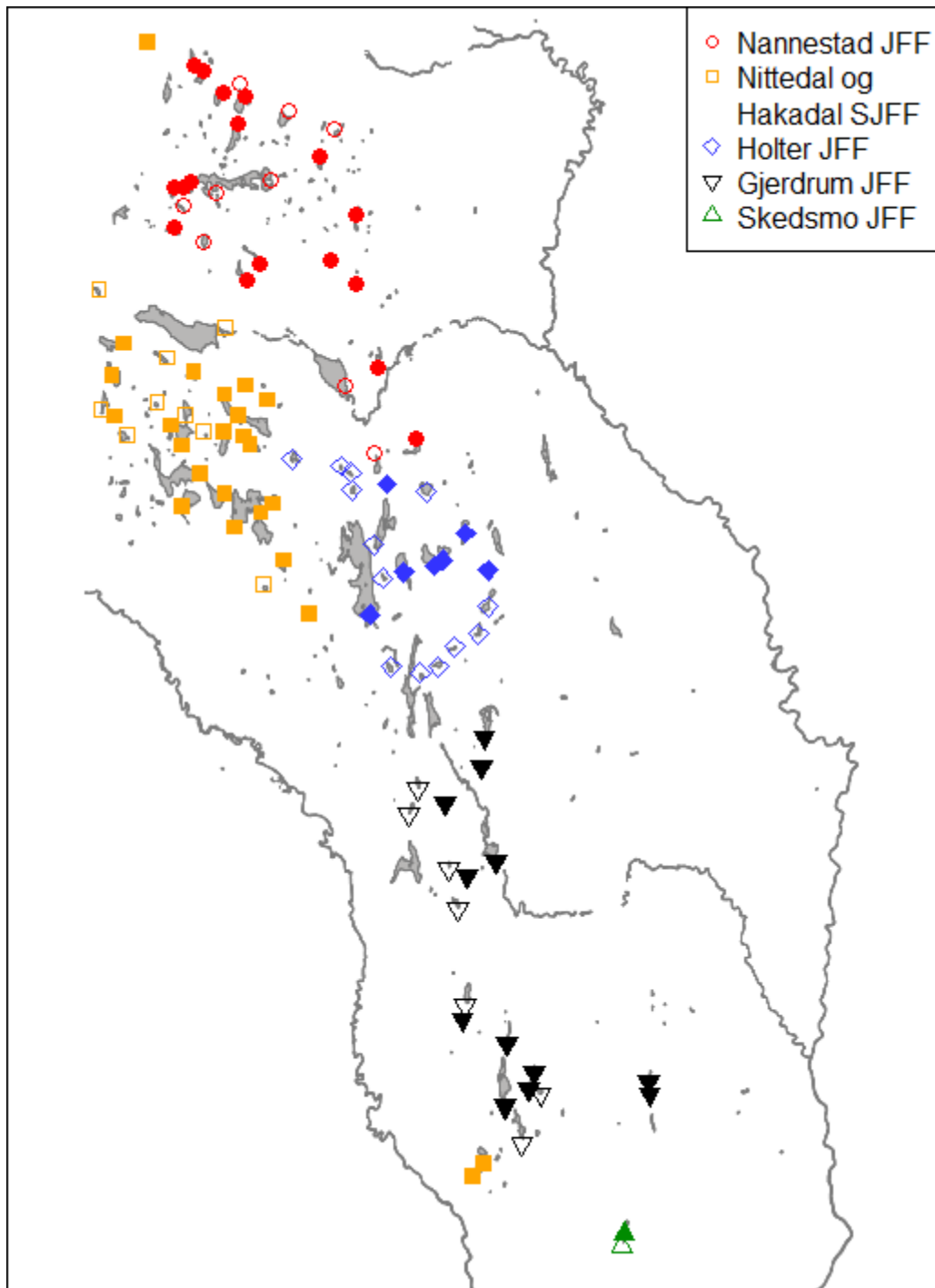
I denne rapporten er lokalitetene inndelt etter tilknytning til jeger- og fiskerforeningene. Inndelingen er som følger:

- 26 vann tilknyttet Nannestad JFF
- 33 vann tilknyttet Nittedal og Hakadal SJFF
- 20 vann tilknyttet Holter JFF
- 19 vann tilknyttet Gjerdrum JFF
- 2 vann tilknyttet Skedsmo JFF (ikke del av RFA)

Alle lokalitetene er vist i kart i figur 2, der inndelingen er vist med farger.



Figur 1. a. Total kalkmengde brukt i innsjøer og tjern i Romeriksåsene hvert år fra 1986 til 2016. b. Gjennomsnittlig kalkmengde i de vannene som ble kalket hvert enkelt år. Tallene gjelder de lokalitetene som er med i Fylkesmannens kalkingsprogram. I tillegg er det i starten av perioden blitt kalket i enkelte vann som Smalgjermeningen, Gåsetjern og Merratjern. De høye verdiene i 1986 skyldes delvis at Råsjøen fikk 116 tonn kalk det året.



Figur 2. Kart over lokalitetene. Farge viser tilhørighet til jeger- og fiskerforening. Fylte symboler: vann som fortsatt kalkes. Åpne symboler: vann som er kalket tidligere.

2.3 Vannprøver

I de fleste lokalitetene er det tatt årlige vannprøver, enten om våren eller om høsten. Prøvene er tatt av frivillige i jeger- og fiskerforeningene i forbindelse med utsetting av fisk. Totalt er ca. 2/3 av prøvene tatt om våren, resten om høsten. I fem lokaliteter er det tatt vannprøver både vår og høst. I løpet av de årene prøvene har blitt samlet inn, har det skjedd endringer i bl.a. tidspunkt for prøvetaking og hvilke lokaliteter som overvåkes. Det er derfor kortere eller lengre opphold i

prøvetakingen for noen lokaliteter. Det er også slik at ikke alle vannkjemiske parametre er analysert for hver prøve.

Vannkjemidataene ble hentet fra databasen Vannmiljø⁽¹⁰⁾. I tillegg ble det brukt de før nevnte datafilene fra NJFF Akershus og rapporten for Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon, som til sammen inneholder data for perioden 1986–1997. For detaljer om feilkilder og feilsøking, se vedlegget.

Hvilke vannkjemiparametre som er registrert når og hvor, varierer en del i datamaterialet. I alle prøvene er det registrert pH. I 1986 ble det registrert pH, alkalitet og kalsium mange steder. I 1987 var det noe pH-data, ellers lite. I 1988 ble alle de fire parametrene registrert på nesten alle lokalitetene i forbindelse med Aksjon 88. I 1989 var det en del pH-data, og mellom 1990 og 1994 var det pH- og alkalitetsdata. Fra og med 1995 er det målinger av pH, alkalitet, kalsium og farge på nesten alle lokaliteter gjennom hele perioden (unntatt farge i 2001–2003).

3 Analyse og resultater

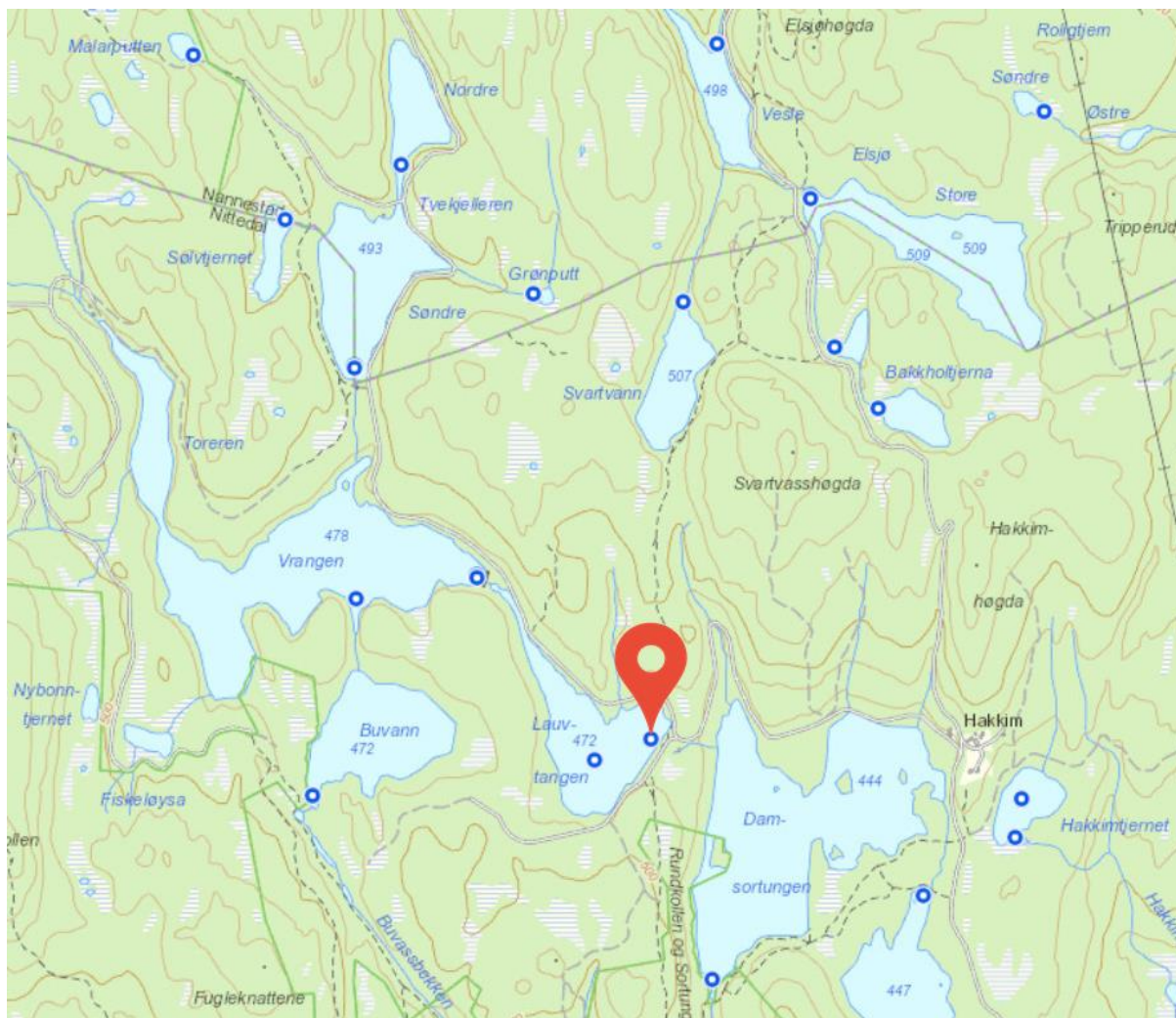
Vannkemi- og kalkingsdataene ble organisert i Excel og analysert i statistikkpakken R⁽¹²⁾. Alle parametrene unntatt pH ble transformert (se vedlegget). Bakgrunnskartene ble lagd i kartprogrammet QGIS med data hentet fra Kartverket.

3.1 Eksempel på utvikling i forsureningstilstand: Lauvtangen

Lauvtangen, et vann vest i Romeriksåsene (figur 3), kan tjene som eksempel på utviklingen i vannkjemien fra midt på 1980-tallet til i dag. Vannet ble valgt fordi det finnes både vår- og høstdata gjennom hele perioden, fordi utgangspunktet var ganske surt, og fordi det er kalket årlig inntil nylig.



Lauvtangen. Foto: Lise Heier

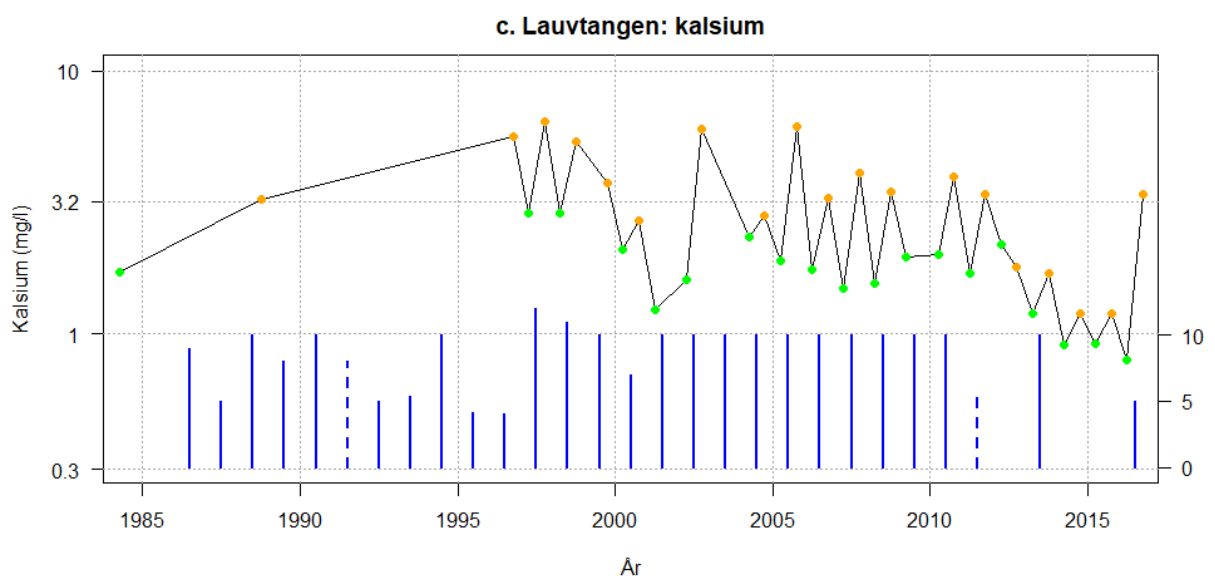
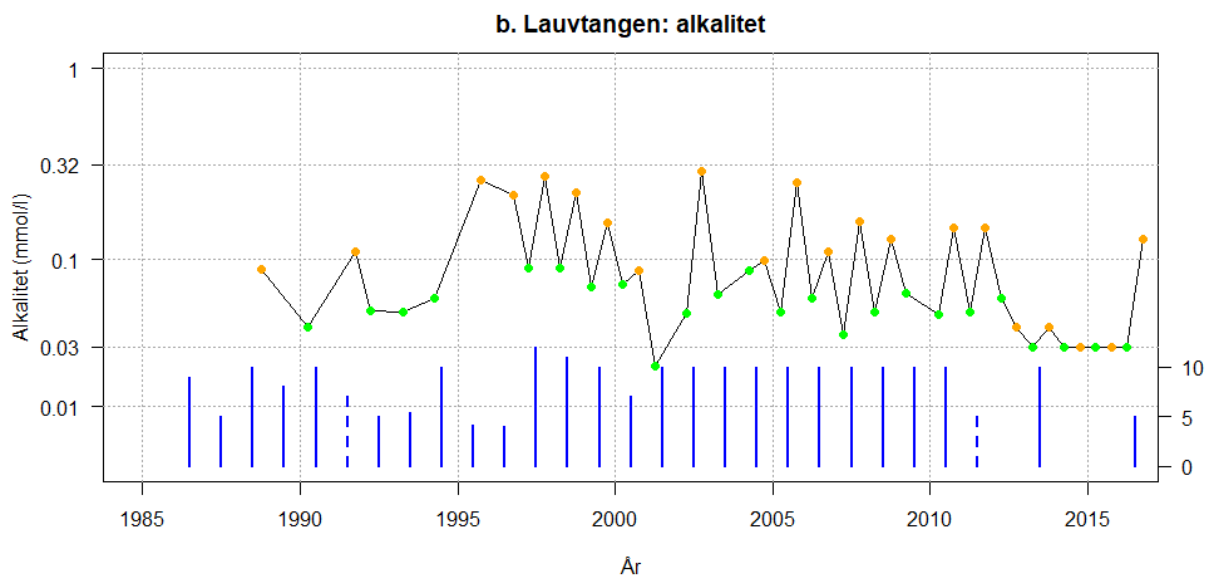
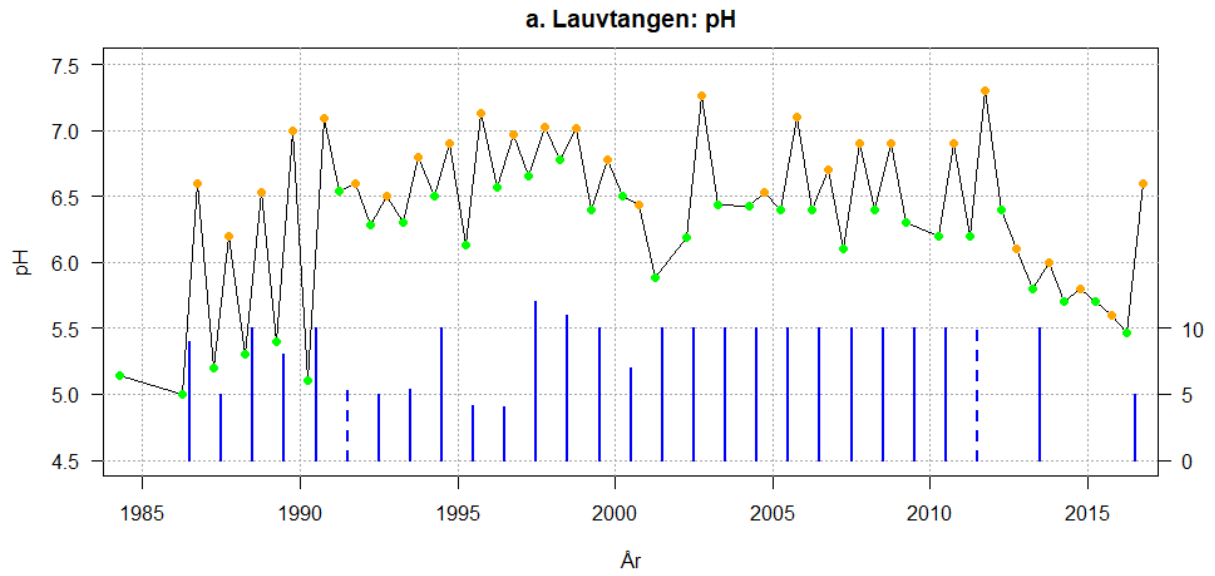


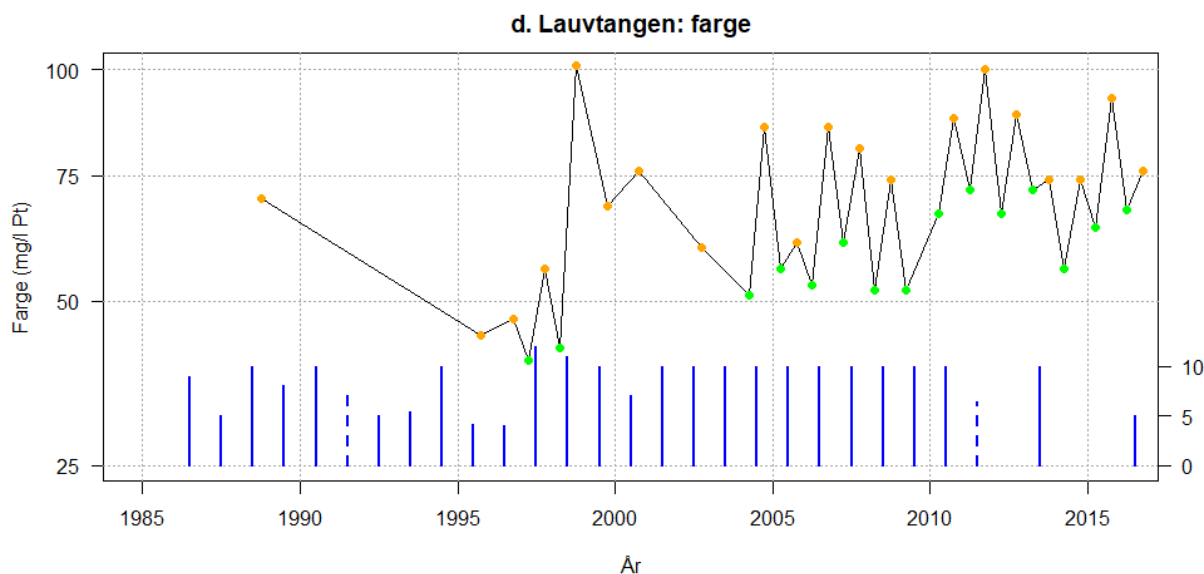
Figur 3. Lauvtangen i Romeriksåsene. Denne innsjøen får vann fra Vrången/Toreren, som igjen får vann fra Søndre Tvekjeller, Piperen m.fl. Lauvtangen drenerer til Damsortungen. Markøren viser hvor vannprøvene er tatt. Kartet er hentet fra Vannmiljø⁽¹⁰⁾.

Utviklingen i pH (figur 4a) begynte med verdier på 5,2 og 5 midt på 1980-tallet. Det ble satt i gang kalking hver sommer, noe som ga betydelig høyere pH den påfølgende høsten (men noe av forskjellen kan også skyldes naturlige sesongvariasjoner). Neste vår var det igjen lave verdier, men stort sett stigende fra år til år. Fra begynnelsen av 1990-tallet lå pH nokså stabilt på 6,5. Etter stans i kalking kom det en nedgang i 2012. Ny kalking i 2013 ga en liten bedring, men pH gikk deretter videre ned, før den igjen økte etter en ny kalking i 2016. Når pH-utviklingen ikke alltid stemmer med kalking, kan det skyldes en rekke andre påvirkninger, f.eks. nedbørmengde og temperatur. Særlig det lave punktet i 2001 kan skyldes uvanlige værforhold det året; det ble målt lav pH i mange lokaliteter dette året.

Utviklingen i alkalitet (figur 4b) er mindre tydelig, kanskje fordi det mangler data for starten av perioden. Men man ser en økning fra 1990 til 1995 og deretter en gradvis nedgang fram til 2015.

Kalsiumnivåene (figur 4c) viser en klar oppgang fra midten av 1980-tallet til midten av 1990-tallet, og deretter en gradvis nedgang fram til 2015, som for alkalitet.





Figur 4. Utvikling i pH (a), alkalitet (b), kalsium (c) og farge (d). Grønne punkter: vår. Oransje punkter: høst. Blå linjer: kalking, utført om sommeren (antall tonn vist på akse til høyre). Stiplede linjer: kalking i vann som drenerer til Lauvtangen (ingen kalking i Lauvtangen).

Farge er ikke et tegn på forsurening i seg selv, men kan bidra til forsurening, og tas med for å gi et helhetlig bilde av vannkvaliteten. Fargeverdiene (figur 4d) viser ingen klar utvikling, men det er muligens en økning fra 2005 til 2015. At verdiene er høyere om høsten enn om våren, kan skyldes nedbryting av løv fra trærne. Høstprøvene er tatt i månedsskiftet oktober/november.

For resten av parametrene finnes det lite data for dette vannet, og for aluminium er det i tillegg mye "støy" i dataene. Disse utelates derfor fra dette eksempelet.

3.2 Tidsutvikling og samvariasjon i de vannkjemiske parametrene

Tidsutviklingen i de forskjellige vannkjemiske parametrene er her vist som gjennomsnitt over lokalitetene der disse er gruppert etter foreningstilhørighet. For noen av parametrene er noen lokaliteter utelatt fordi de mangler data i begynnelsen eller slutten av perioden. Disse ville ellers gjøre at gjennomsnittet stiger eller synker brått uten at det er noen reell endring fra det ene året til det andre. Videre er det fortrinnsvis brukt vårdata, dvs. for de fleste lokalitetene, men der dette ikke finnes, er det brukt høstdata. Selv om det nok er sesongvariasjoner i parameterverdiene, er det ikke vist halvårlige data her, da de fleste vannene bare er målt én gang i året og sesongvariasjonen i hvert vann derfor ikke er kjent. I de tilfellene hvor det er gjort flere målinger gjennom våren eller høsten, er gjennomsnittet innenfor sesongen brukt.

Samvariasjonen (korrelasjonen) mellom parametrene er vist i plott der hvert punkt representerer en enkelt vannprøve. På denne måten blir verdien av én parameter plottet mot verdien av en annen parameter fra den samme prøven. I noen få tilfeller er det tatt flere prøver samme dag, og det er da brukt gjennomsnittlige verdier fra prøvene.

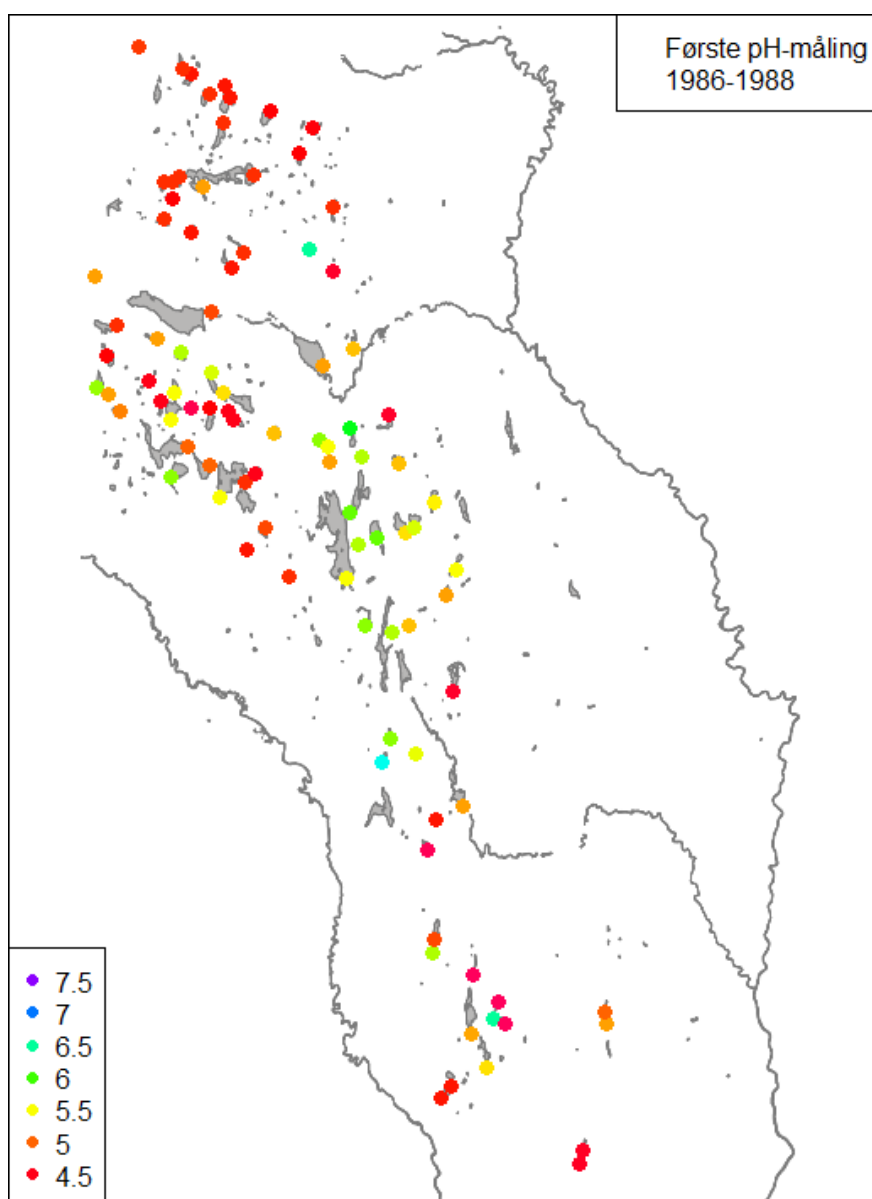
I det følgende er det vist resultater for pH, alkalitet, kalsium og farge. I tillegg er det lagd en video som viser utviklingen i pH i hver enkelt lokalitet (se vedlegg). Tidsutviklingen i de enkelte vannene

kan sees på vannmiljo.miljodirektoratet.no ved at man klikker på den aktuelle lokaliteten i kartet, deretter på “Fakta-ark” i bunnen av boksen som kommer opp, og til slutt på “Vis detaljer” utenfor den aktuelle parameteren.

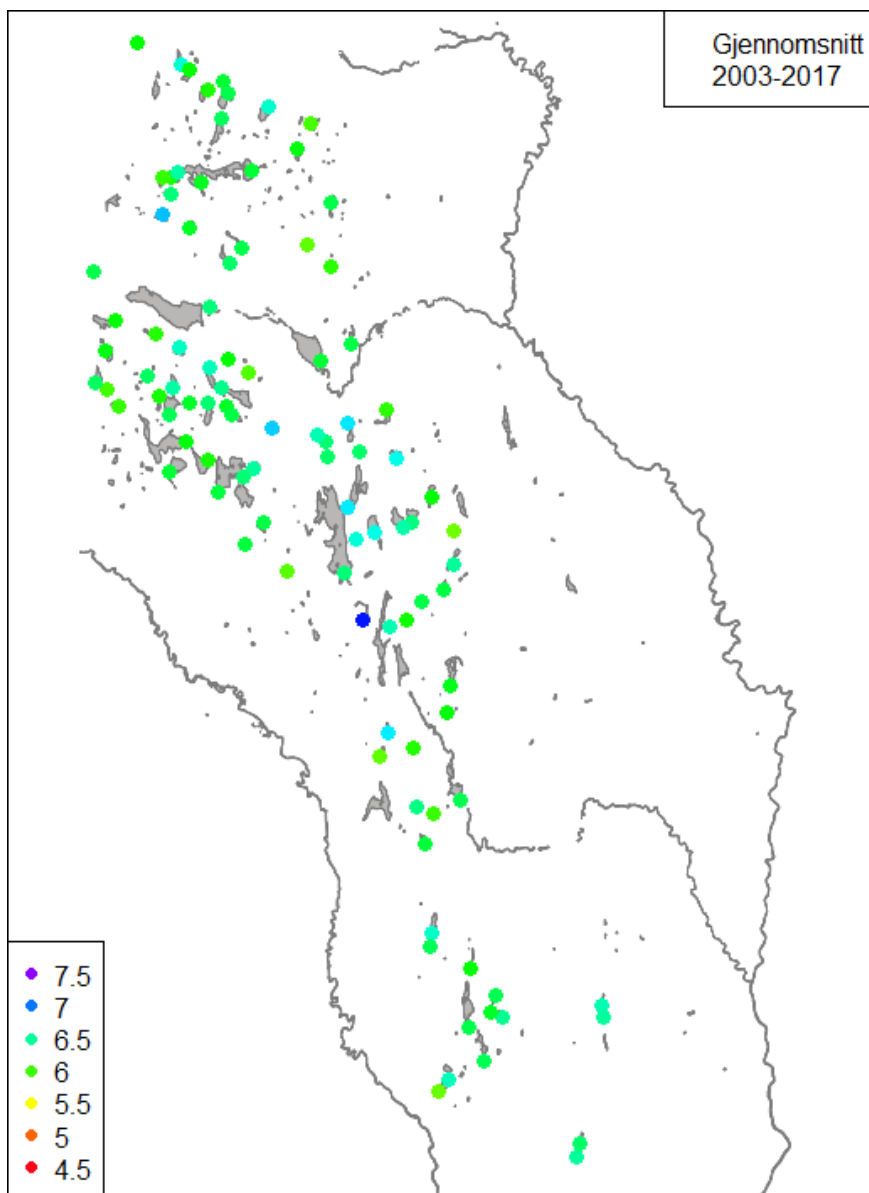
3.2.1 pH

Datamaterialet inneholder rundt 4700 pH-verdier. For 1986 og 1987 finnes det verdier for en del lokaliteter, og i 1988 ble det målt svært mange steder. For 1989–2017 finnes det data for omtrent alle lokaliteter hvert år, med enkelte unntak.

Den første pH-målingen i hvert vann i perioden 1986–1988 viser at det var surt mange steder (figur 5). Kalking begynte gjerne rett etter første prøvetaking, men i noen vann var kalkingen allerede i gang. Situasjonen før kalking kan derfor ha vært enda mer kritisk enn det som går fram av kartet i figur 5. Fra 2003 har pH-verdiene ligget nokså stabilt, og nivået er mye høyere enn midt på 1980-tallet (figur 6).

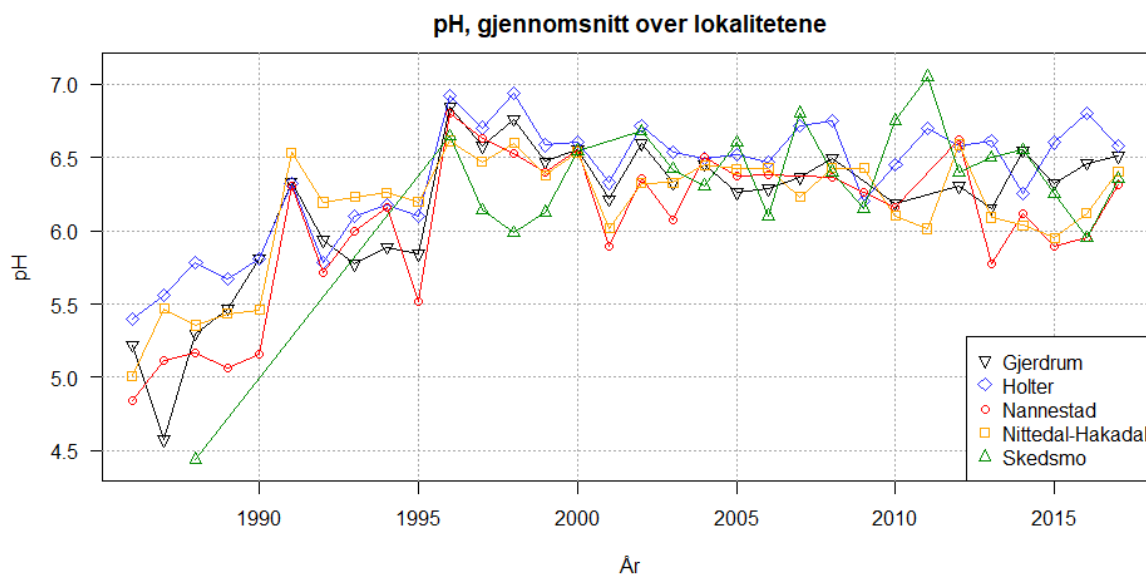


Figur 5. Første målte pH-verdi mellom 1986 og 1988, som for de fleste stedene var før kalkingen startet.



Figur 6. Gjennomsnittlig pH i perioden 2003–2017, etter at kalkingsprogrammet var kommet godt i gang. Det er i hovedsak brukt gjennomsnitt av vårverdier, ellers høstverdier der kun dette var tilgjengelig.

Tidsutviklingen til pH der lokalitetene er gruppert etter forening, viser en økning i alle gruppene (figur 7). Nivåene for 1986 og 1987 er usikre, både pga. lite data og pga. kjent og ukjent kalking i alle gruppene tidlig i perioden. Vi ser likevel en klar økning fra slutten av 1980-tallet til 1996. Deretter har pH-verdiene vært stabile, muligens med en liten nedgang mot slutten av perioden. For å unngå skjevheter i datagrunnlaget ble det bare brukt lokaliteter som hadde data i begge periodene 1986–1989 og 2003–2017.



Figur 7. Utvikling i pH-verdier fra 1986 til 2016. Farge og symbol angir området til de respektive jeger- og fiskerforeningene.

Før kalking lå pH på gjennomsnittlig 5,00 i årene 1986–1988. Dette tallet kan imidlertid være for høyt fordi noen av lokalitetene kan allerede ha blitt kalket – mange lokaliteter hadde pH på firetallet midt på 1980-tallet. Den gjennomsnittlige endringen fra starten til i dag er 1,26 pH-enheter, til gjennomsnittlig 6,26. “Starten” betyr her første registrerte pH-verdi i perioden 1986–1988, mens “i dag” er gjennomsnittet av alle vårmålinger i perioden 2012–2017, evt. høstmålinger det det mangler vårmålinger. Konfidensintervallet, som viser usikkerheten til økningen, går fra 1,10 til 1,43. Lokaliteter som kan være påvirket av kalking høyere oppe i vassdraget, er ikke tatt med i denne analysen. Antallet lokaliteter i denne analysen var 56.

3.2.2 Alkalitet, kalsium og farge

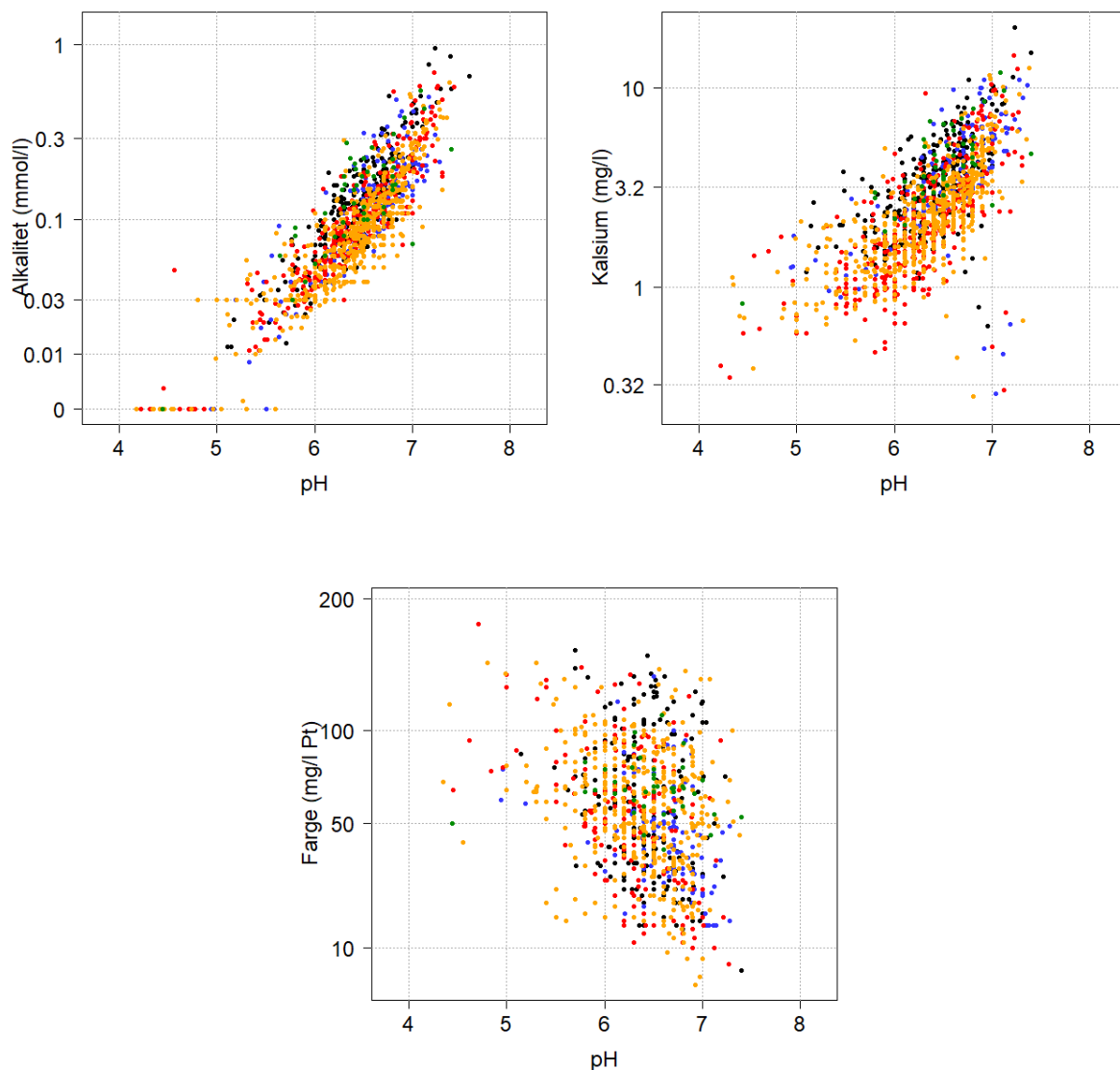
For alkalitet inneholder datamaterialet rundt 2900 målinger. I 1986 ble det gjort noen målinger, og i 1988 ble det målt mange steder. Fra og med 1990 finnes det målinger fra de fleste vann i Romeriks-åsene.

For kalsium inneholder datamaterialet rundt 2300 målinger. I 1986 ble det gjort noen målinger, og i 1988 og fra og med 1995 er det gjort målinger over hele området.

For farge inneholder datamaterialet rundt 2000 målinger. Det ble gjort mange målinger i 1988 og fra og med 1995, med unntak av 2001–2003, da det var få målinger.

Plott av målinger av pH mot alkalitet og kalsium (figur 8) viser sterk sammenheng mellom disse parametrene: Ved en økning i én parameter ser man også økning i de andre parametrene. Korrelasjonen mellom pH og alkalitet er sterkere enn mellom pH og kalsium. I alkalitetverdiene ser man to rader med punkter (figur 8a), som er verdier satt til null (nederste rad) eller lik deteksjonsgrensen (rad ved 0,03). Dette viser at de virkelige verdiene i disse prøvene ikke er kjent. Mellom pH og farge ble det funnet en svak, negativ korrelasjon.

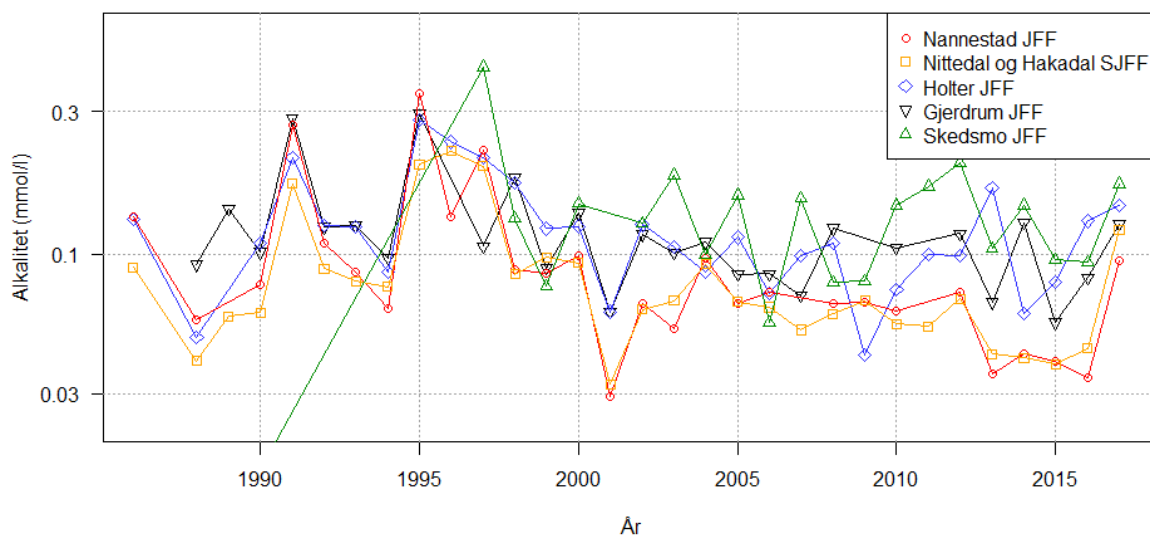
Tidsutviklingen i alkalitet (figur 9a) viser en økning fra begynnelsen av perioden med topper i 1991 og 1995, og deretter en stabilisering på rundt 0,1 mmol/l. For kalsium (figur 9b) er det sparsomt med data i begynnelsen av perioden, men man ser en klar topp mellom 1995 og 2000, og deretter en stabilisering på rundt 3 mg/l, muligens med en svak nedgang. Tidsutviklingen i farge (figur 9c) viser ingen klar trend.



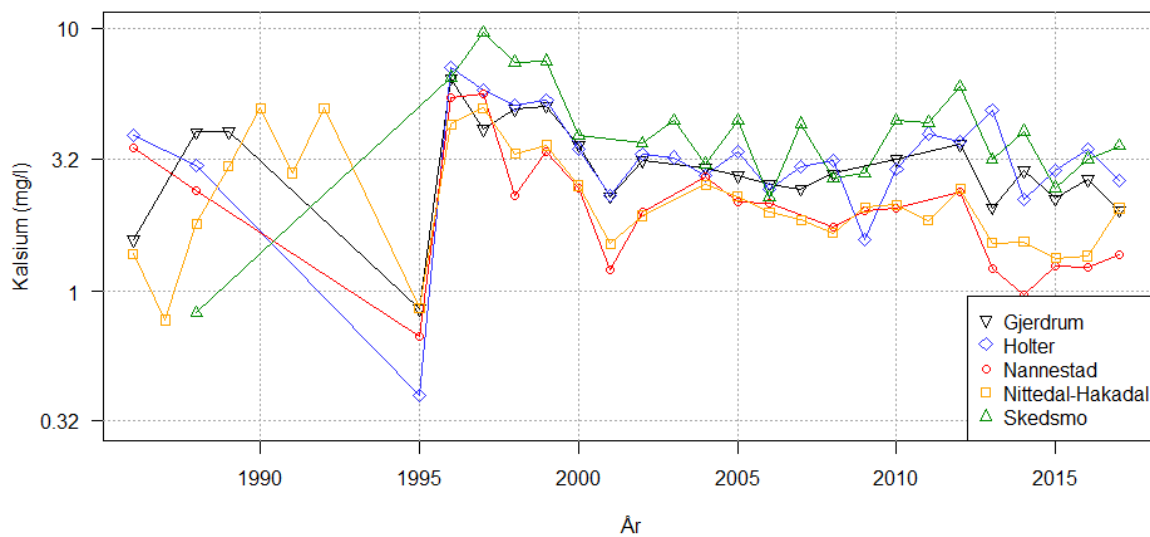
Figur 8. Målinger av alkalitet, ANC, kalsium og pH plottet mot hverandre (hvert punkt tilsvare en vannprøve). Fargekoden er den samme som i figur 2.

Figur 9. Utvikling i alkalitet (a), kalsium (b) og farge (c). Punktene viser gjennomsnitt over lokalitetene. Lite data fram til 1995 gjør at enkeltmålinger kan gi store utslag. Det ble bare brukt lokaliteter som hadde data i begge periodene 1986–1989 og 2003–2017 (som for pH).

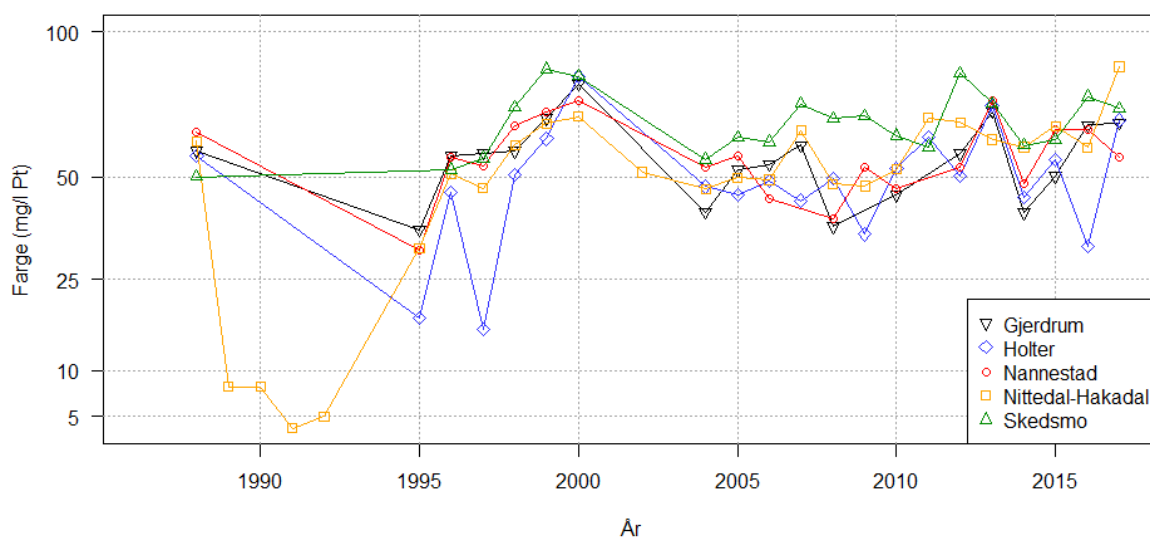
a. Alkalitet, gjennomsnitt over lokalitetene



b. Kalsium, gjennomsnitt over lokalitetene

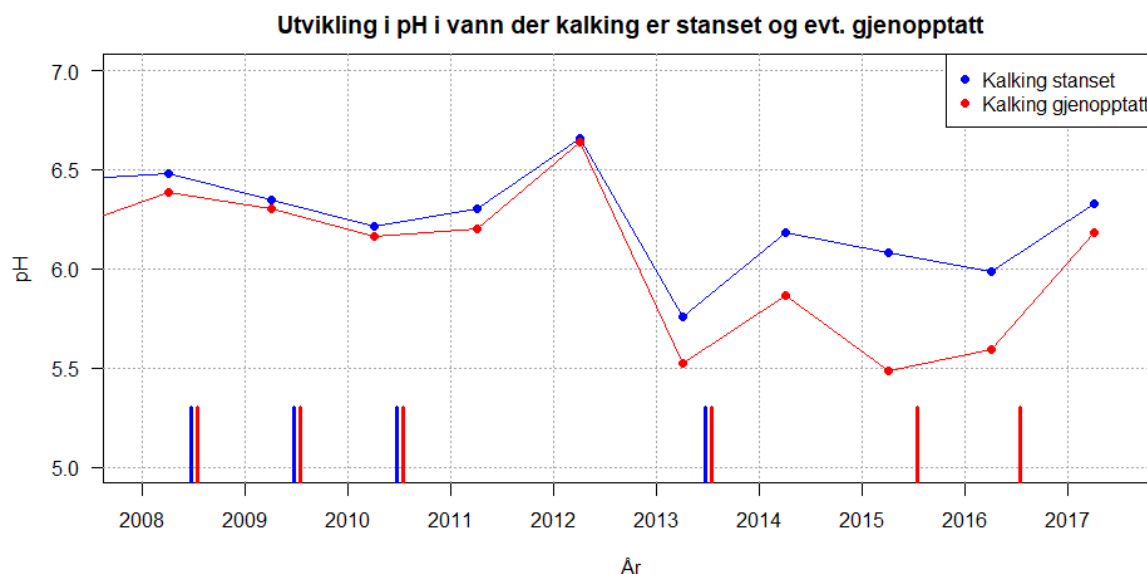


c. Farge, gjennomsnitt over lokalitetene



3.3 Effekten av stans i kalkingen

I 2011 ble det forsøkt å stanse kalkingen i en del lokaliteter som hadde hatt stabil pH gjennom mange år (figur 10). Disse ble ikke kalket i 2011 eller 2012. pH holdt seg god til og med våren 2012, noe som kan forklares av at kalking har effekt i to år. En mulig årseffekt kan også spille inn (2012 kan ha vært et generelt godt år). 2013 var et år med lav pH i mange vann, både vann som fortsatt ble kalket, og vann som ikke ble kalket. Dette året ble kalkingen gjenopptatt, og pH-verdiene ble igjen bedre våren 2014. Sommeren 2014 forsøkte man igjen å stanse kalkingen i de utvalgte vannene. En del vann beholdt en god pH, men i andre sank den betydelig, og i disse vannene ble kalkingen gjenopptatt. pH steg da til det samme nivået som i de vannene som klarte seg uten mer kalking.



Figur 10. Utvikling i pH i vann som ikke ble kalket i 2011 eller 2012. Alle vannene ble kalket i 2013. Blå kurve viser gjennomsnittet over 8 lokaliteter der kalking ikke har vært nødvendig siden 2014. Rød kurve viser gjennomsnittet over 8 lokaliteter der kalkingen ble gjenopptatt i 2015. Datapunktene viser prøver tatt om våren. Blå og røde søyler viser om det ble kalket om sommeren i hhv. de vannene der kalking ble stanset, og de vannene der kalking ble stanset og gjenopptatt.

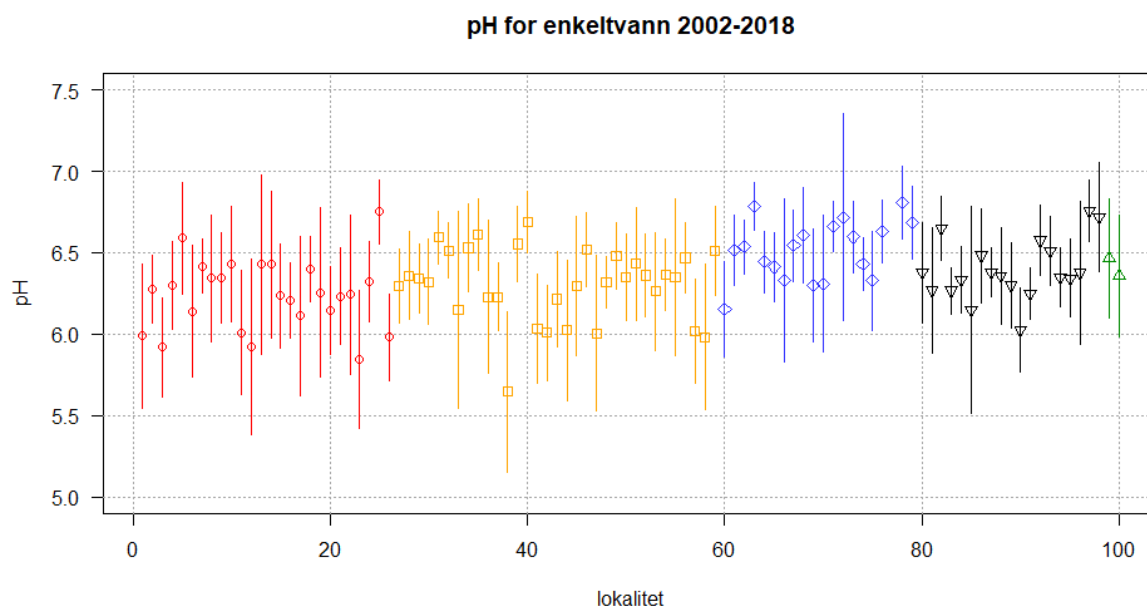
3.4 Avdekking av refsoring

Utviklingen i vannkvaliteten i et vann etter at kalking har opphørt, kan være vanskelig å forutsi. Den gode vannkvaliteten kan fortsette, eller den kan bli dårligere. Fortsatt overvåking er nødvendig hvis man skal fange opp en eventuell refsoring og gjenoppta kalking. Imidlertid vil det også være naturlig variasjon i vannkvaliteten fra år til år uavhengig av om det pågår en refsoring eller ikke. Skal man vurdere om dårlige verdier viser refsoring eller bare naturlig variasjon, må man kjenne størrelsen til den naturlige variasjonen i det aktuelle vannet.

Det er her utviklet en enkel metode for å vurdere om et vann er i ferd med å bli refsuret. For hver lokalitet er det beregnet gjennomsnitt, standardavvik og eventuell tidskorrelasjon³ (figur 11), basert på data fra perioden 2002–2018 (vårdata fra 2018 var tilgjengelige da analysen ble gjort). Deretter er det funnet grenser for hvor mye pH kan synke før man kan konkludere at refsoring finner sted (det

³ For mange lokaliteter var det relativt lite data å beregne tidskorrelasjon fra. Estimater kunne da bli svært usikkert. For å unngå dette ble det utført en korrelasjonstest for hver lokalitet. Dersom testens p-verdi var større enn 0,25, ble tidskorrelasjonen satt til 0.

antas her at den årlige variasjonen er normalfordelt). Grensene er beregnet for målinger gjort ett år, to år og tre år, der det for to og tre år er brukt gjennomsnitt. Tabell V.1 i vedlegget viser grensene for alle de aktuelle lokalitetene.



Figur 11. Gjennomsnitt og standardavvik for pH i hver lokalitet for perioden 2002–2018. Fargekoden er som i figur 2.

Ved bruk av slike tester vil det alltid være en liten sannsynlighet for at testen gir utslag feilaktig. I denne sammenhengen betyr det å få at en lokalitet er forsuret uten at den faktisk er det. Sannsynligheten for dette er noe man bestemmer på forhånd, og her er den satt til 0,05. Det betyr at om man tester 100 vann, kan man forvente å få feilaktig utslag på 5 av dem. Dette antallet kan man redusere, men da blir testen dårligere til å avdekke reell refsuring. Man kan finne et balansepunkt ved å veie kostnaden ved refsuring mot kostnaden ved å kalke. Om man ikke ønsker å gå så grundig til verks, men lurer på om et resultat er reelt, kan man se på det observerte pH-nivået i forhold til de oppsatte grensene. Er det mye lavere, er det rimelig å anta at det pågår en refsuring. Videre overvåking vil også oftest gi svar på spørsmålet.

4 Diskusjon

De innsamlede vannkjemidataene fra midten av 1980-tallet til i dag viser at det har vært en klar forbedring i den kjemiske tilstanden i vannene. Stans i kalkingen kan imidlertid føre til refsuring i mange vann, og det er derfor viktig å fortsette å overvåke vann der kalking har opphørt.

Det store datagrunnlaget er et godt utgangspunkt for analyser, med rundt 4700 pH-målinger og flere tusen målinger for hver av de andre parametrene, fordelt i tid og rom. Begynnelsen av perioden, da tilstanden var på det dårligste, er dårlig representert i databasene Vannmiljø og Kalkingsbasen, bortsett fra året 1988 da den brede undersøkelsen Aksjon 88 ble gjennomført. Da hadde kalking allerede begynt mange steder. Det var viktig å få med flere tidlige år, og i denne rapporten er det derfor også brukt data fra andre kilder.

Dataene er ikke alltid uavhengige. Det kan være avhengighet fra år til år, og mellom vann som ligger i samme vassdrag. Annen romlig korrelasjon kan også spille inn, f.eks. værforhold. Det er her korrigeret for mulig avhengighet der det har vært mulig.

pH er den parameteren det er mest data for, med data fra omtrent hver lokalitet hvert år i omtrent hele perioden. Før kalking lå den på gjennomsnittlig 5,00, men verdien er usikker pga. mulig kalking som ikke er registrert i de tidlige kalkingsdataene. Det er registrert pH på firetallet i mange lokaliteter midt på 1980-tallet. Det har vært en klar forbedring i pH, med en økning på 1,26 enheter fram til i dag.

Alkaliteten var sterkt korrelert med pH. Utviklingen viste en topp tidlig på 1990-tallet, men ingen klar forbedring i dag i forhold til 1980-tallet. Dette kan skyldes at det oppstår problemer med deteksjonsgrense ved lav alkalitet, som nettopp er et område hvor man ønsker gode verdier. Alkalitet måles ved tilsetning av en sterk syre, og jo surere vannet er i utgangspunktet, desto mindre syre kan tilsettes før pH endres vesentlig, og det blir vanskelig å måle. Plott av alkalitet mot pH viser at deteksjonsgrensen kan nås ved pH allerede mellom 5 og 6. I datamaterialet er det også verdier satt til 0 uten at deteksjonsgrensen er oppgitt.

Kalsium viste også sterk sammenheng med alkalitet og pH, unntatt ved lave verdier av disse, noe som antagelig skyldes at de også er avhengig av andre ioner. Fra år 2000 har nivåene ligget nokså konstant.

Farge hadde en svakere, negativ sammenheng med pH. Det er kjent at høyt innhold av organisk materiale, som er bl.a. organiske syrer, gir surere vann. Dataene viser ingen klar endring i perioden. I en større rapport for Oslo og Akershus⁽¹³⁾, som denne rapporten bygger på, ble det funnet en svak økning, noe som også er observert i andre studier og knyttet til reduksjon i sur nedbør.⁽¹⁴⁾ Dette motvirker dermed den positive effekten av mindre forurensning.

De andre parametrene – ANC, labilt aluminium, totalt organisk karbon og konduktivitet, var det mindre data for, og derfor vanskeligere å se noen utvikling i. Rapporten for Oslo og Akershus⁽¹³⁾ konkluderer at ANC er en god parameter da den er mer robust enn alkalitet og pH, og kan gjerne brukes mer. Videre er innholdet av labilt aluminium en viktig parameter, da det først og fremst er dette som skader fisken ved lav pH. Men det ser ut til at det er stor usikkerhet i målingene slik de er gjort. Totalt organisk karbon var svært korrelert med farge og viste samme trend. Konduktivitet viste ingen tydelig endring gjennom perioden og antas å ikke være noen god forurensningsindikator.

Kalking har hatt en tydelig effekt på tilstanden. På slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet ble det brukt store mengder kalk, som fikk pH opp til 6,5 gjennomsnittlig. Kalkingen gjorde at fiskestammer og bunndyr kunne berges mens man ventet på at nedbøren skulle forbedres. Senere har man godtatt litt lavere pH-verdier, og samtidig med at nedbøren har blitt mindre forurenset, har man kunnet opprettholde disse pH-verdiene gjennom kalking med reduserte mengder.

Fra 2011 ble det forsøkt å stanse kalkingen i en del vann, basert på en vurdering gjort av NIVA.⁽¹⁵⁾ I noen av disse vannene holdt vannkvaliteten seg god, mens i andre begynte pH å synke, og man måtte gjenoppta kalkingen for å få pH tilbake til tilfredsstillende verdier. Ved stans i kalking er det viktig å fortsette overvåkingen slik at en eventuell reforsuring oppdages. I denne rapporten gis det en tabell over hvilke pH-verdier som kan regnes som normale for hvert vann, ut fra hva pH har vært i vannet i perioden 2002–2018.

At mange vann har hatt en god vannkjemi i lengre tid, bekreftes av en økologisk undersøkelse i Romeriksåsene.⁽¹⁶⁾ Men det er viktig å huske at livet i vassdragene også er avhengig av bekkene og elvene, og den vannkemiske tilstanden der kan ha mye større svingninger enn vannene.⁽¹⁶⁾ Under snøsmeltingen om våren kan pH komme helt ned på firetallet, med tilhørende høye verdier av aluminium. Avhengig av hvor lenge dette pågår, kan dette være svært skadelig for fiskeyngel og virvelløse dyr. Selv om et vann ikke lenger har behov for kalking, kan det derfor likevel være viktig å kalke bekkene som er tilknyttet vannet.

Overvåkingsdataene gir et svært godt innblikk i utviklingen i den vannkemiske tilstanden i vann i Romeriksåsene. Dataene er samlet inn av medlemmene i jeger- og fiskerforeningene, som fortjener stor takk for sin innsats. Dette er et verdifullt datamateriale, ikke minst fordi innsamlingen har pågått over så mange år og i de samme vannene år etter år. Datamaterialet er så stort og detaljert at det også kan være interessant i forskningsprosjekter. En fortsettelse av overvåkingen er en liten investering i forhold til den store verdien den gir.



Medlemmene i foreningene gjør hvert år en uvurderlig innsats med vannprøvetaking. Her er Rune Torp Johnsen fra Nannestad JFF i ferd med å ta en vannprøve ved utløpet av Råsjøen.

Referanser

1. Dahl, K. 1921. Undersøkelser over ørretens utdøen i det sydvestlige Norges fjeldvand. N.J.&F.Fs tidskr. 249-267.
2. Dannevig, A. 1959. Nedbørens innflytelse på vassdragenes surhet og på fiskebestanden. Jæger og Fisker 3, 116–118
3. Odén S. 1972. The extent and effects of atmospheric pollution on soils. FAO Soils Bull. 16, 179–194
4. Gensemer, R. W. og Playle, R. C. 1999. 'The Bioavailability and Toxicity of Aluminum in Aquatic Environments', Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 29: 315–450
5. Direktoratet for naturforvaltning. 1985. Håndbok i kalking av surt vann.
6. Wilberg, J. H. 1990. Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon. Virksomheten i perioden 1982 til 1989. Fiskebestandene i de enkelte vannene. Resultater fra prøvefisket 1988. Akershus Jeger- og Fiskerforbund
7. Pedersen, H. B., B. Oppegård og J. H. Wilberg. 1990. Aksjon 88 – forsuringssituasjonen i Akershus. Rapport fra Akershus Jeger- og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus. 84 sider + vedlegg.
8. Aas W., Fiebig M., Solberg S. og Yttri K. E. 2018. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway, Annual Report 2017. Miljødirektoratet-rapport No. M-1064|2018. ISBN: 978-82-425-2925-1
9. Lydersen E, Larssen T, Fjeld E. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. Sci Total Environ. 2004;326(1-3):63-9
10. <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>
11. <https://kalkingsbasen.miljodirektoratet.no/>
12. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org/>
13. Heier, L. Sammenstilling av vannkvalitetsovervåking av forsuring fra 1986 til 2017 i innsjøer i Oslo og Akershus. 2020.
14. Riise, Gunnhild; Müller, Roger; Haaland, Ståle Leif; Weyhenmeyer, Gesa A. Acid rain – a strong external driver that has suppressed water colour variability between lakes. Boreal environment research 2018; Volum 23. s. 69-81
15. Garmo, Ø. A., Kroglund, F. og Austnes, K. 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oslo og Akershus. NIVA Rapport l.nr. 6151-2011
16. Heier L., Pettersen R.A. Økologisk tilstand i kalkete bekker og innsjøer i Romeriksåsene 1989–2014. Norges Jeger- og Fiskerforbund Akershus. 2018. ISBN 978-82-91143-34-7

Vedlegg

V.1 Kalkingsdata: Feilkilder og feilsøking

Kalkingsdataene fra kalkingsdatabasen ble gjennomgått sammen med kontaktpersonen hos Fylkesmannen OA. Kalkmengden tilsatt i hvert vann var omtrent den samme fra år til år, og med dette som utgangspunkt ble følgende feil funnet og rettet opp:

- Dataene for 2003 var lagt inn to ganger og viste derfor dobbel mengde i forhold til årene før og etter.
- De fleste dataene for 2013 viste data for 2013 og 2012 sammenlagt. Her ble dataene for 2012 trukket fra.
- Kalkmengden for Nedre Ringnestjern i 2012 var opplagt gal og ble endret til nivået for årene før.

I kalkingsdatabasen er eksakt dato for kalkingene som regel ikke er oppgitt. I stedet er det oppgitt en "default" dato, men kalkingen er utført over en periode på rundt to uker, gjerne i slutten av juli / begynnelsen av august. Man kan anta at kalkingen er utført etter at alle vårprøver er tatt, og før man begynte å ta høstprøver. Denne antagelsen holder i hvert fall tilbake til begynnelsen av 2000-tallet.

Kalkingsdataene som ble funnet hos NJFF Akershus, lå i flere separate datafiler. Her ble det, ut fra oppgitte pH-verdier, funnet enkelte mangler i kalkingsdataene. Det ble ikke gjort forsøk på å rette opp dette, bortsett fra at enkelte pH-verdier ble utelatt fra analysene fordi de sannsynligvis var respons på kalking som det ikke fantes data for.

I perioden 1995–1997 var det overlappende data i kalkingsdatabasen og dataene fra NJFF Akershus ved Romeriksåsenes Fiskeadministrasjon. Der det var uoverensstemmelse mellom disse dataene, ble dataene fra RFA brukt.

I kalkingsdatabasen var alle lokalitetene i Gjerdrum lagt inn under Ullensaker.

V.2 Vannprøver: Feilkilder og feilsøking

Vannkjemidataene er samlet inn over mange år, og analysene er gjort av forskjellige laboratorier. Dataene er registrert av forskjellige personer og lagret i forskjellige formater i lang tid. Alt dette gir risiko for feil i dataene. Følgende ble funnet og rettet:

Alkalitet

Enkelte alkalitetdata var tusen ganger høyere enn de andre dataene for lokaliteten. Alkalitet regnes i mekv/L, men det har tidligere også blitt brukt μ ekv/L. Kalsiumnivåene, som er sterkt korrelerte med alkalitet, bekreftet at benevnningen var gal. Disse verdiene ble delt på tusen.

Tid og sted

I de gamle datafilene fra NJFF Akershus var det noen ganger uklart når kalking og vannprøvetaking hadde funnet sted. Det ble derfor utelatt noen pH-målinger der det er uklart om målingen ble gjort før eller etter kalking, eller der de sannsynligvis var respons på kalking som ikke var registrert.

Det ble også funnet at en vannprøve var lagt inn på galt lokalitetsnummer: Svartputt, lokalitetsnummer 002-39282 september 2017, med pH på 8 og alkalitet på 2,9 osv. Oppdragsgiver for analysen stemmer ikke med området. Alle data fra denne vannprøven ble fjernet.

V.3 Transformasjoner

Måleenheten til parameterverdiene er en konsentrasjon i en eller annen form. Når man skal analysere data statistisk, er dette ofte en uegnet skala, fordi en endring i konsentrasjon har mye større effekt dersom den i utgangspunktet var liten, enn om den var stor. Dette problemet kan man løse ved å transformere dataene.

Korrelasjonsplott av uttransformerte data ga sterkt ikke-lineære sammenhenger mellom parametrene. For hver parameter ble det valgt en transformasjon som ga den mest rettlinjede sammenheng med de andre, samt minst "luft" på den ene eller andre enden av skalaen.

Det ble valgt logaritmisk transformasjon av alkalitet og kalsium, med 10 som grunntall. (pH er allerede den log-transformerte konsentrasjonen av H⁺-ioner.) For eksempel ga log-transformasjon av alkalitetdata en rettlinjert og sterk sammenheng med pH. Med andre ord, små endringer i lave alkalitetdata har stor effekt på pH. Log-transformasjon gjør at disse endringene får samme vekt som store endringer i store verdier, som har tilsvarende effekt på pH.

Det ble lagt til 0,01 før log-transformasjon for å unngå å ta logaritmen av tallet 0, og for å komprimere skalaen der det ble mye "luft" mellom dataene. For farge ble det valgt å transformere vha. kvadratrot.

V.4 Liste over alle lokaliteter. Reforsuring

Alle vannlokalitetene som er med i denne rapporten, er oppgitt i tabell V.1. For lokaliteter der det finnes data på flere lokalitetsnumre, se tabell V.2.

Den utarbeidede metoden for å undersøke mulig reforsuring er som følger: Ta målinger fra lokaliteten ett, to eller tre år. (Det er viktig å ta prøvene omtrent på samme tid på året som man har pleid å gjøre.) Ta gjennomsnittet av målingene om det er to eller tre år. Bruk tabell V.1 til å se om verdien ligger utenfor den angitte grensen for det aktuelle vannet. Grensene er funnet vha. gjennomsnittet, variansen og tidskorrelasjonen for hver lokalitet, under antakelse om normalfordelte data (ensidig test).

Tabell V.1. Liste over alle lokalitetene med navn og nummer slik de er oppgitt i Vannmiljø, og kommune. Deretter gjennomsnittlig pH i perioden 2002–2018 der det er brukt vårdato der dette er tilgjengelig, ellers høstdato. Så standardavvik og korrelasjonen fra år til år i dataene. Til slutt grenser for hvor langt pH kan synke innenfor den naturlige variasjonen. For to og tre år gjelder grensene gjennomsnitt over årene.

Lokalitetsnummer	Navn på lokaliteten	Kommune	Gj.snitt	Standardavvik	Tidskorrelasjon	Ett år	To år	Tre år
002-39173	Nordre Bakkholtjern utløp	Nittedal	6,30	0,23	0,00	5,92	6,03	6,08
002-39174	Søndre Bakkholtjern utløp	Nittedal	6,36	0,27	0,00	5,92	6,05	6,10
002-39175	Bellrottjern utløp	Nannestad	6,15	0,29	0,00	5,67	5,81	5,87

Lokalitetsnummer	Navn på lokaliteten	Kommune	Gj.snitt	Standardavvik	Tidskorrelasjon	Ett år	To år	Tre år
002-39176	Bergtjern utløp	Nannestad	5,99	0,44	0,00	5,26	5,47	5,57
002-39177	Bjertnessjøen utløp	Nannestad	6,28	0,21	0,00	5,94	6,04	6,08
002-39178	Blekketjern utløp	Nannestad	5,92	0,30	0,00	5,42	5,56	5,63
002-39179	Botnetjern utløp	Nannestad	6,34	0,21	0,00	5,99	6,09	6,14
002-39180	Breidsortungen utløp	Nannestad	6,30	0,27	0,00	5,86	5,99	6,05
002-39182	Vestre Buvann utløp	Nannestad	6,51	0,22	0,00	6,16	6,26	6,31
002-39183	Østre Buvann utløp	Nannestad	6,54	0,17	-0,74	6,26	6,38	6,43
002-39184	Buvatnet utløp	Gjerdrum	6,38	0,31	-0,48	5,87	6,13	6,22
002-39185	Damsortungen utløp	Nittedal	6,32	0,26	0,00	5,89	6,01	6,07
002-39186	Djupøyungen utløp	Nannestad	6,78	0,15	0,00	6,54	6,61	6,64
002-39187	Dretnetjernet utløp	Gjerdrum	6,27	0,38	0,00	5,64	5,82	5,90
002-39188	Elsjøane lille utløp	Nannestad	6,59	0,16	0,00	6,33	6,40	6,44
002-39189	Elsjøane store utløp	Nannestad	6,51	0,17	0,00	6,24	6,32	6,35
002-39190	Fagertjern utløp	Nannestad	6,59	0,34	0,68	6,02	6,07	6,13
002-39191	Flabben utløp	Gjerdrum	6,65	0,20	0,00	6,32	6,42	6,46
002-39192	Flatnertjern nordre utløp	Nannestad	6,44	0,19	0,99	6,13	6,19	6,23
002-39193	Flatnertjern søndre utløp	Nannestad	6,41	0,21	0,00	6,06	6,17	6,21
002-39194	Grimstjern utløp	Nannestad	6,14	0,40	0,00	5,48	5,67	5,76
002-39195	Grønputt utløp	Nannestad	6,15	0,60	0,00	5,16	5,45	5,58
002-39196	Grøssåkerputten utløp	Nannestad	6,33	0,50	0,00	5,51	5,75	5,86
002-39197	Guriputten utløp	Nannestad	6,54	0,22	0,00	6,18	6,29	6,34
002-39198	Hakkimtjernet utløp	Nittedal	6,53	0,27	0,25	6,09	6,20	6,25
002-39200	Helletjernet utløp	Nannestad	6,61	0,29	0,77	6,13	6,24	6,30
002-39201	Herretjern vestre utløp	Nannestad	6,42	0,16	-0,42	6,15	6,27	6,31
002-39202	Herretjern østre utløp	Nannestad	6,34	0,39	-0,68	5,71	6,02	6,13
002-39203	Joputten utløp	Nannestad	6,35	0,28	0,00	5,89	6,02	6,08
002-39204	Kløyvningstjern utløp	Nannestad	6,61	0,22	0,41	6,25	6,30	6,34
002-39205	Kroktjernet utløp	Nannestad	6,23	0,47	0,72	5,45	5,50	5,59
002-39206	Kolsjøen utløp	Nannestad	6,23	0,21	0,00	5,89	5,99	6,03
002-39207	Kroktjern utløp	Nannestad	6,43	0,35	0,00	5,85	6,02	6,09
002-39208	Krustjernet utløp	Gjerdrum	6,27	0,14	0,00	6,03	6,10	6,13
002-39209	Kuletjern midtre utløp	Nannestad	6,01	0,38	0,00	5,39	5,57	5,65
002-39210	Kuletjern vestre utløp	Nannestad	5,92	0,54	0,00	5,04	5,30	5,41
002-39211	Kuletjern østre utløp	Nannestad	6,43	0,55	0,00	5,52	5,79	5,90
002-39212	Kålputten utløp	Nannestad	6,30	0,35	0,00	5,73	5,90	5,97
002-39213	Langevann nordre utløp	Nannestad	6,43	0,45	0,59	5,69	5,75	5,84
002-39214	Langvann søndre utløp	Nannestad	6,23	0,32	0,44	5,71	5,78	5,84
002-39215	Langvann utløp	Gjerdrum	6,33	0,20	0,00	6,00	6,09	6,14
002-39217	Låketjernet utløp	Nannestad	6,21	0,23	0,00	5,82	5,94	5,99
002-39218	Magnhildputten utløp	Nannestad	6,31	0,42	0,00	5,62	5,82	5,91
002-39219	Malerputten utløp	Nannestad	5,65	0,50	0,00	4,83	5,07	5,17
002-39220	Mårratjern utløp	Gjerdrum	6,15	0,63	-0,86	5,11	5,89	-
002-39221	Ovatna nordre utløp	Gjerdrum	6,55	0,23	0,00	6,18	6,29	6,34
002-39222	Ovatna søndre utløp	Gjerdrum	6,69	0,19	0,00	6,38	6,47	6,51
002-39223	Piperen utløp	Nittedal	6,03	0,33	0,00	5,49	5,65	5,72

Sammenstilling av vannkvalitetsovervåking i Romeriksåsene

Lokalitetsnummer	Navn på lokaliteten	Kommune	Gj.snitt	Standardavvik	Tidskorrelasjon	Ett år	To år	Tre år
002-39224	Piperfløyta utløp	Nittedal	6,01	0,29	0,00	5,53	5,67	5,73
002-39225	Prestkona utløp	Nannestad	6,11	0,49	0,00	5,31	5,54	5,65
002-39226	Vestre Roligtjern utløp	Nannestad	6,21	0,29	0,00	5,74	5,88	5,94
002-39227	Roligtjern søndre utløp	Nannestad	6,02	0,43	0,00	5,31	5,52	5,61
002-39228	Rundetjern utløp	Gjerdrum	6,48	0,29	0,00	6,01	6,15	6,21
002-39230	Ryggevann søndre utløp	Nittedal	6,38	0,15	0,00	6,13	6,21	6,24
002-39233	Skjellbreia utløp	Nannestad	6,66	0,15	0,00	6,41	6,48	6,52
002-39234	Skutetjern nord utløp	Gjerdrum	6,36	0,30	0,00	5,86	6,01	6,07
002-39235	Skutetjern syd utløp	Gjerdrum	6,30	0,26	0,00	5,87	5,99	6,05
002-39236	Smalsortungen utløp	Nannestad	6,40	0,20	0,00	6,07	6,16	6,21
002-39237	Snellingen store utløp	Lunner	6,29	0,43	0,78	5,59	5,62	5,70
002-39238	Spikertjernet utløp	Gjerdrum	6,03	0,26	0,00	5,60	5,72	5,78
002-39239	Steinsortungen utløp	Nittedal	6,52	0,23	0,00	6,15	6,26	6,31
002-39278	Sætertjernet utløp	Nittedal	6,01	0,48	0,00	5,22	5,45	5,55
002-39279	Stråsjøen utløp	Gjerdrum	6,25	0,16	0,00	5,99	6,07	6,10
002-39280	Stubbetjern utløp	Nannestad	6,26	0,52	0,00	5,40	5,65	5,76
002-39281	Stårsjøen utløp	Nannestad	6,32	0,16	0,00	6,05	6,13	6,17
002-39282	Svartputt utløp	Nannestad	6,72	0,64	0,00	5,67	5,98	6,11
002-39283	Svartvann utløp	Nittedal	6,48	0,20	0,00	6,15	6,24	6,29
002-39284	Svarttjern utløp	Nannestad	6,14	0,27	0,00	5,70	5,83	5,89
002-39285	Sølvbjerg utløp	Nannestad	6,35	0,26	0,00	5,92	6,04	6,10
002-39286	Tangetjern utløp	Nannestad	6,23	0,30	0,00	5,75	5,89	5,95
002-39287	Tjerntjernet utløp	Nannestad	6,60	0,22	0,00	6,24	6,34	6,39
002-39288	Tollestjern utløp	Nannestad	6,24	0,49	0,00	5,44	5,67	5,78
002-39289	Torestjern utløp	Nannestad	5,84	0,42	0,00	5,15	5,35	5,44
002-39290	Trestikka utløp	Nannestad	6,43	0,16	0,00	6,16	6,24	6,27
002-39291	Søndre Tvekjeller utløp	Nittedal	6,43	0,35	0,44	5,86	5,95	6,02
002-39292	Nordre Ulvedalstjern utløp	Gjerdrum	6,58	0,21	-0,58	6,22	6,40	6,45
002-39293	Søndre Ulvedalstjern utløp	Gjerdrum	6,51	0,21	-0,63	6,16	6,33	6,39
002-39294	Vardåstjernet utløp	Nannestad	6,33	0,31	0,00	5,82	5,97	6,04
002-39295	Buvann utløp	Nittedal	6,36	0,25	0,41	5,95	6,02	6,07
002-39296	Vrangen utløp	Nittedal	6,26	0,36	0,41	5,66	5,77	5,85
002-39297	Åbortjern utløp	Nittedal	6,37	0,22	0,00	6,00	6,11	6,16
002-39303	Ringnestjern nedre utløp	Skedsmo	6,47	0,37	0,00	5,86	6,04	6,12
002-39304	Ringnestjern øvre utløp	Skedsmo	6,36	0,37	0,00	5,74	5,92	6,00
002-39334	Lauvtangen utløp	Nittedal	6,35	0,48	0,61	5,56	5,65	5,75
002-41231	Storøyungen utløp	Nannestad	6,63	0,19	0,00	6,31	6,41	6,45
002-41287	Råbjørn	Nannestad	6,32	0,25	0,45	5,91	5,96	6,01
002-41312	Nordre Ryggevan	Nittedal	6,35	0,18	0,00	6,06	6,14	6,18
002-41503	Råsjøen	Nannestad	6,47	0,22	0,00	6,11	6,21	6,26
002-42074	Haugspalten	Nittedal	6,34	0,24	0,00	5,95	6,07	6,12
002-42265	Dagrosputten utløp	Gjerdrum	6,38	0,44	0,00	5,65	5,86	5,96
002-42266	Svarttjern nordre utløp	Nittedal	6,76	0,19	0,00	6,44	6,54	6,58
002-42267	Svarttjern søndre (Ramndalstjernet) utløp	Nittedal	6,72	0,34	0,00	6,16	6,33	6,40

Lokalitetsnummer	Navn på lokaliteten	Kommune	Gj.snitt	Standardavvik	Tidskorrelasjon	Ett år	To år	Tre år
002-42268	Aurtjern utløp	Nittedal	7,11	0,29	0,00	6,63	6,77	6,83
002-42269	Engelstadtjernet utløp	Nannestad	6,81	0,22	-0,98	6,45	6,60	6,65
002-42270	Gjevtjernet utløp	Nannestad	6,68	0,23	0,00	6,31	6,42	6,47
002-42326	Dalstjernet utløp	Nannestad	6,75	0,20	0,78	6,43	6,48	6,52
002-42327	Trasletjernet utløp	Nannestad	5,98	0,27	0,00	5,54	5,67	5,73
002-42336	Dampiperen utløp	Nannestad	6,02	0,32	0,00	5,49	5,65	5,72
002-42337	Guritjern utløp	Nittedal	5,98	0,45	0,73	5,24	5,31	5,40
002-42338	Tvekjeller nordre utløp	Nannestad	6,51	0,27	0,00	6,06	6,19	6,25

Tabell V.2 Vann med data registrert på flere lokalitetsnumre. I denne rapporten er dataene overført fra det første nummeret til det andre.

Navn på lokaliteten	Data overført	
	fra nummer	til nummer
Engelstadtjernet	002-60682	002-42269
Gjevtjern	002-60685	002-42270
Aurtjern	002-60689	002-42268