

# Plan for kalking av vassdrag i Norge

Handlingsplan for perioden 2022 - 2026



# Kolofon

Utførende institusjon (institusjonen er ansvarlig for innholdet i rapporten)

Miljødirektoratet

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Helge Tjøstheim

M-nummer

År

Sidetall

Miljødirektoratets kontraktnummer

2197

2022

38

Utgiver

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Helge Tjøstheim og Andreas Lium

Tittel – norsk og engelsk

Plan for kalking av vassdrag i Norge

Sammendrag – summary

Forsuring av vann og vassdrag, og senvirkninger av dette, er et av de alvorligste miljøproblemene i Norge, og en faktor som har ført til stor reduksjon av biologisk mangfold. Kalking er et viktig tiltak for å redusere effektene av sur nedbør. Handlingsplanen for kalking vil gjelde for 2022–2026, og gir føringer og prioriteringer for kalkingsvirksomheten i planperioden

Acidification of lakes and river courses is one of the largest environmental problems in Norway, and a factor that has led to a large reduction of biological diversity. Liming is an important measure to reduce the effects of acid rain. This report gives conditions priorities of the liming activity for the years 2022 – 2026.

4 emneord

Kalking, forsuring, vassdrag, plan

4 subject words

Liming, acidification, watercourse, plan

Forsidefoto

Fiske i Lygna – Foto: Alv Arne Lyse, NJFF

## Forord

Forsuring av vann og vassdrag, og senvirkninger av dette, er et av de alvorligste miljøproblemene i Norge, og en faktor som har ført til stor reduksjon av biologisk mangfold. Det eneste langsiktige tiltaket som kan redusere eller løse forsuringsskade problemene, er mindre utslipp av forsurende stoffer i Nord-Europa. Som en følge av internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner har det de siste tiårene vært en sterk reduksjon i nedfallet av sur nedbør, men forsuring er fremdeles et stort miljøproblem. Tynt jordsmonn og kalkfattig berggrunn gjør at deler av Sør-Norge har lav tålegrense for forsuring. Det tar lang tid å bygge opp igjen bufferkapasiteten i jorden etter mange års utarming, og de avtalte utslippsreduksjonene er ikke tilstrekkelig for å unngå forsuringsskader på fisk og annet biologisk mangfold i Sør-Norge. Kalking i forsurrede områder er derfor fremdeles et viktig tiltak, og vil være det i lang tid fremover.

Ordningen med statlige midler til kalking av vann og vassdrag ble innført i 1983. Etter hvert som midlene til kalkingsvirksomheten økte, ble det behov for langsiktige planer for å sikre stabile budsjetter og en helhetlig nasjonal tilnærming til forsuringsskade problematikken. Det første «*Handlingsprogram for kalking av surt vann*» kom på 1980-tallet. Slike planer har senere blitt utarbeidet for tidsperioder på inntil sju år, den siste for perioden 2016–2021.<sup>(1)</sup>

Denne planen vil gjelde for 2022–2026, og gir føringer og prioriteringer for kalkingsvirksomheten i denne perioden. Planen er en revisjon av den tidligere planen for kalking av vassdrag fra 2016, men med en bredere beskrivelse og analyse av den samfunnsøkonomiske nytten av vassdragskalking. Revisjonen er gjort av Miljødirektoratet, der Statsforvalterne i forsuringsskade området har gitt innspill i arbeidet.

Miljødirektoratet legger med dette fram forslag til plan for kalking av vassdrag i Norge i perioden 2022–2026.

Trondheim, mars 2022

Torfinn Sørensen  
avdelingsdirektør

## Sammendrag

Handlingsplanen for kalking vil gjelde for 2022–2026, og gir føringer og prioriteringer for kalkingsvirksomheten i planperioden. De regionale vannforvaltningsplanene med tiltaksprogram er retningsgivende for alle miljøtiltak i elver, innsjøer og kystvann i regionene. Denne planen for kalking av vassdrag i Norge er å anse som en temaplan for påvirkningen langtransportert forurensning og forsuring, og får betydning for prioritering av regionale og nasjonale kalkingstiltak. Miljødirektoratet og Statsforvalterne er ansvarlige for de statlig finansierte kalkingstiltakene, og den samordnede planprosessen sørger for at vannregionutvalgene og andre relevante aktører blir gjort kjent med pågående og foreslåtte nye kalkingstiltak, og dermed kan ta hensyn til dette i egen aktivitet.

Forsuring av vann og vassdrag – og senvirkninger av dette er et av de alvorligste miljøproblemene i Norge, og har ført til stor reduksjon av biologisk mangfold i elver og innsjøer. De siste tiårene har det vært en sterk reduksjon i sur nedbør som følge av utslippsreducerende internasjonale avtaler, men forsuring av vann og vassdrag er fremdeles et stort miljøproblem i Norge. Det er ventet at videre naturlig gjenhenting vil gå svært sakte. I dag regner en med at i underkant av 5 % av arealet i Norge har en avsetning av svovel og nitrogen som overskrider tålegrensene for forsuring av overflatevann. I 2030 er tilsvarende areal ventet å være om lag 4 %. Arealet med forsuringsskader er trolig større enn dette, da det tar lang tid – opptil flere tiår å bygge opp igjen naturlig bufferkapasitet.

Kalkingsvirksomheten følger kravene gitt etter vanndirektivet, der det primære formålet er å verne om – og sikre bærekraftig bruk av vannmiljøet, og å iverksette nødvendige forebyggende eller forbedrende tiltak for å sikre god eller svært god miljøtilstand. Et viktig formål med vannforskriften er å fremme en mer helhetlig og økosystembasert vannforvaltning i Norge gjennom utarbeidelse av helhetlige og regionale vannforvaltningsplaner. Det er et generelt mål at alle naturlige vannforekomster som et minimum skal ha «god økologisk tilstand», ved å sikre levekår for viktige arter og bestander i forsuringsrammede områder, og å sikre god tilgang til fritidsfiske i forsuringsrammede områder.

Miljødirektoratet utarbeidet i 2020 en rapport om samfunnsøkonomisk nytte ved kalking i laksevassdrag. Rapporten konkluderer med at det er sannsynlig at de totale samfunnsøkonomiske nyttevirkningene forbundet med vedtatte kalkingsaktiviteter overgår de totale kostnadene i analyseperioden (2022–2031). Resultatene fra analysen viser at kalking bidrar til en stor bredde av verdier, og at noen av disse har stor betydning for det norske samfunnet. Det er ikke identifisert noen negative virkninger av kalking i laksevassdragene, utover selve kostnadene forbundet med aktiviteten. Størst er verdiene forbundet med å bedre forholdene for og forhindre tap av naturarven, fiskemuligheter, og genetiske ressurser.

Kalkingsvirksomheten er delt inn i innsjø- og bekkekalking (lokale prosjekt) og kalking i laksevassdrag (nasjonale prosjekt). Den viktigste prioriteringen er felles for begge; nemlig å videreføre pågående kalking så lenge det er et behov. Dette for å unngå tap eller reduksjon av fiskebestander og annet biologisk mangfold bygget opp over tid. De siste årene er det gjennomført en omfattende nedtrapping av kalking i innsjøer som følge av at forsureningssituasjonen har bedret seg. I planperioden vil en trolig kunne avslutte kalking i flere innsjøer, samtidig som det kan bli nødvendig å starte opp igjen med kalking i enkelte innsjøer hvor kalking forsøksvis er avsluttet. Andre steder vil det fremdeles være forsuredde og ukalkede innsjøer hvor det kan være aktuelt å begynne og kalke. I laksevassdragene er det et behov for å optimalisere kalkingen i flere av vassdragene, dette for å sikre en fortsatt god – eller bedret måloppnåelse. Det vil kunne være aktuelt å starte kalking i andre forsurede vassdrag hvor det fram til nå av budsjettmessige hensyn ikke har blitt prioritert å kalke. Nødvendig kartleggings- og overvåkingsarbeid gjenstår før en endelig beslutning tas på disse.

Tabell 1: Fordeling av brukte midler for 2020 (før budsjettkutt), fordeling av midler for 2021 (med budsjettkutt) og fordeling av midler basert på 2022 budsjett. Tabellen viser konsekvensene og fravær av handlingsrom gjennom planperioden sett videreføring av 2022 budsjett (alle tall er i millioner kr). Driftsmidlene er justert for en prisøkning på 2 %.

	Fordelte midler ut fra budsjett		Fordeling av midler ut fra 2022 budsjett				
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Pågående kalking i laksevassdragene	64,5	57,5	57,5	58,1	59,3	60,5	61,7
Optimalisering i laksevassdragene		0	0	0	0	0	0
Nye vassdrag		0	0	0	0	0	0
Ventet årlig vedlikeholdsbehov kalkdoserere i laksevassdragene		0	0	0	0	0	0
FoU og utredninger		0	0	0	0	0	0
Innsjø- og bekkekalking	16,7	16,7	15,9	16,2	16,5	16,9	17,2
<b>Sum kostnader driftsmidler</b>	<b>81,2</b>	<b>74,2</b>	<b>72,9</b>	<b>74,4</b>	<b>75,8</b>	<b>77,4</b>	<b>78,9</b>
<b>Tilskuddsmidler</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>

Budsjett for 2022 er lagt til grunn for *Handlingsplan for kalking i Norge 2022 – 2026*. I 2022 ble det bevilget 72,9 millioner kroner til vassdragskalking. Dette er en videreføring av budsjettkuttet gjort for 2021, og vil medføre store endringer i virksomhetens handlingsrom. En videreføring av 2022-budsjettet i planperioden vil kunne medføre at dagens omfang av virksomheten må snevres inn. Tabellen over viser konsekvensene av dette i null handlingsrom for inkludering av nye kalkede vassdrag, optimalisering i eksisterende vassdrag, nødvendig vedlikehold av dagens kalkingsanlegg eller nye FoU-prosjekter gjennom planperioden.

## Innhold

Forord .....	3
Sammendrag.....	4
1. Målsetning og vilkår for kalking .....	7
1.1 Målsetning .....	7
1.2 Vilkår for kalking .....	8
2. Bakgrunn.....	9
2.1 Forsuring i Norge.....	9
2.1.1 Hva er forsuring .....	9
2.1.2 Forsuringsskader i Norge .....	9
2.1.3 Utvikling fremover .....	14
2.2 Kalking i Norge - en suksesshistorie .....	15
2.2.1 Historikk .....	15
2.2.2 Ansvar og organisering .....	16
2.2.3 Fylkesvis omfang av vassdragskalking .....	17
3. Samfunnsøkonomisk nytte ved vassdragskalking i laksevassdrag .....	20
3.1 Metode .....	20
3.2 Verdier som påvirkes av kalking .....	20
3.3 Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet.....	21
3.4 Overføringsverdi for innsjø- og bekkekalking.....	22
4. Kalkingsvirksomheten 2022-2026.....	23
4.1 Kalking i laksevassdrag .....	23
4.1.1 Pågående kalking i laksevassdrag .....	23
4.1.2 Optimalisering i kalkede laksevassdrag.....	24
4.1.3 Kalking av nye laksevassdrag .....	26
4.1.4 Vedlikeholdsbehov knyttet til kalkdoserere i laksevassdragene.....	28
4.2 Innsjø- og bekkekalking .....	28
4.2.1 Håndtering av kalksluttprosjekter .....	30
4.3 Grenseoverskridende kalking .....	31
4.4 Overvåking, utredning og FoU .....	32
4.5 Tilskudd til kalking som vannmiljøtiltak .....	32
4.6 Bevilgninger, kostnader og prioriteringer for planperioden .....	33
5. Litteratur .....	35

# 1. Målsetning og vilkår for kalking

## 1.1 Målsetning

De overordnede målene for vassdragskalking i perioden 2022–2026 er å:

- beskytte, forbedre eller gjenopprette minimum «god økologisk tilstand» etter vannforskriften med hensyn til forsuring, ved å sikre levevilkår for viktige arter og bestander i forsuringsrammede områder.
- sikre god tilgang til fritidsfiske i forsuringsrammede områder.

Handlingsplan for kalking i Norge følger mål og krav gitt etter vannforskriften. Herunder målet om å sikre eller gjenskape minimum «god økologisk tilstand» med hensyn til forsuring i naturlige vannforekomster. Klassegrensene for tilstand i vann er beskrevet i vannforskriften, og klassifiseringsveilederen «*Klassifisering av miljøtilstand i vann*» <sup>(2)</sup> er førende for klassifiseringsarbeidet av norske vannforekomster. Bestander av eksempelvis fisk og bunndyr skal ikke avvike mer enn 40 %, sammenliknet med en estimert upåvirket referansetilstand.

På enkelte lokaliteter kan det være aktuelt med vannkjemiske mål ut over det som følger av vannforskriften. Dette gjelder lokaliteter utsatt for forsuring over tid, hvor bufferkapasitet er nedsatt og det er stor risiko for episodisk forsuring skadelig for en eller flere prioriterte arter. For aktuelle lokaliteter må en faglig vurdering legges til grunn i hvert enkelt tilfelle ved fastsettelse av lokalt tilpassede vannkjemiske mål.

Tilgang til fritidsfiske i forsuringsrammede områder blir sikret gjennom vilkår om at allmenheten skal ha tilgang til fiske i lokaliteter som blir kalka med statlige midler. <sup>(3)</sup>

Kalkingsvirksomheten optimaliseres løpende med hensyn til kostnader og måloppnåelse. Dette sikres primært gjennom et oppdatert og stadig bedre kunnskapsgrunnlag, framskriving av forsuringssituasjonen og justeringer av kalkingsmetodikk og strategi i henhold til dette.

## 1.2 Vilkår for kalking

Vilkårene for kalking er at det opprinnelige biologiske mangfoldet er påvist eller sannsynliggjort forsureningsskadd, samt at forsuringen skal stamme fra menneskeskapte kilder.

Det er ikke slik at alt surt vann skal kalkes. Enkelte vann typer, eksempelvis humøse vannforekomster som er spesielt tallrike på Østlandet kan ha naturlig lav pH. Også mineralfattige klarvannssjøer kan ha en naturlig vannkvalitet som gjør at visse forsuringfølsomme arter ikke trives.

Følgende vilkår gjelder nå med hensyn til allmenn tilgang til fiske, ved kalking av vassdrag med bestander av anadrom laksefisk med statlige midler:

- Den allmenne tilgangen til fiske skal etter kalking være bedre enn den var før.
- Dersom den allmenne tilgangen i utgangspunktet er lavere enn 50 %, er det krav om minimum 50 % allmenn tilgang til fiske.
- Ved kalking av vassdrag der laksen har vært utdødd grunnet sur nedbør, og der kalking er nødvendig for å opprettholde en bestand som kan beskattes, skal fisket være allment tilgjengelig i samsvar med definisjonen i gjeldende retningslinjer. <sup>(4)</sup> Disse vilkårene gjelder så lenge kalkingen pågår.

Vilkårene for allmenn tilgang til fiske ble endret fra 2013, etter endring i postene til kalkingsmidler på statsbudsjettet (fra tilskuddsmidler til driftsmidler). For innsjøer og bekker ble det et krav ved statlig kalking og tilskudd til kalking at fisket blir åpnet for allmenheten. Dette kan gjøres enten gjennom tilbud om fritt fiske, eller ved organisering av fiskekortsalg til en rimelig pris. Kravet bortfaller dersom det blir kalket for å bevare arter og bestander som er truede/sårbare, eller som av andre grunner ikke skal høstes.



## 2. Bakgrunn

### 2.1 Forsuring i Norge

#### 2.1.1 Hva er forsuring

Sur nedbør er definert som nedbør med pH lavere enn 5,6, og er en konsekvens av at forsurende forbindelser reagerer med vann i atmosfæren og danner svovelsyre og salpetersyre. Menneskeskapte utslipp gjennom industrialisering og forbrenning av fossile energikilder, øker konsentrasjonen av forsurende svovel- og nitrogenforbindelser i atmosfæren.

#### 2.1.2 Forsuringsskader i Norge

Forsuringen i Norge tok til omkring forrige århundreskifte. Årsaken var økende utslipp av svovelholdige gasser fra industri og kullkraftverk i Europa. I tillegg kom etter hvert nitrogengasser fra forbrenningsmotorer i biler og skip. De første tegnene til problemer i norsk natur var trolig forsuring og fiskedød i vassdrag under spesielle episoder på 1920-tallet.

Forsuring av vann og vassdrag har ført til at laksestammene på Sørlandet og Sør-Vestlandet er blitt sterkt redusert. På Sørlandet som er hardest rammet, forsvant laksen helt. På nasjonal skala har minst 25 laksestammer vært ansett som utdødd, og minst 20 andre bestander kraftig negativt påvirket. Tilbakegangen for laksen på Sørlandet begynte allerede tidlig på 1900-tallet. Vassdrag som Mandals- og Tovdalsvassdraget hadde på 1880-tallet en samlet registrert toppfangst på opp mot 50 tonn laks i året. Laksefangsten minket dramatisk utover 1900-tallet, og elvene på Sørlandet mistet sine laksestammer rundt 1970.

Forsuringen har også påvirket innlandsfisken i stor grad. Om lag 9 600 fiskebestander forsvant fra innsjøer og vassdrag i Sør-Norge, og 5 400 andre fiskebestander ble negativt påvirket som følge av forsuring. Hele regioner sto igjen fisketomme, der det tidligere var et rikt fiske.

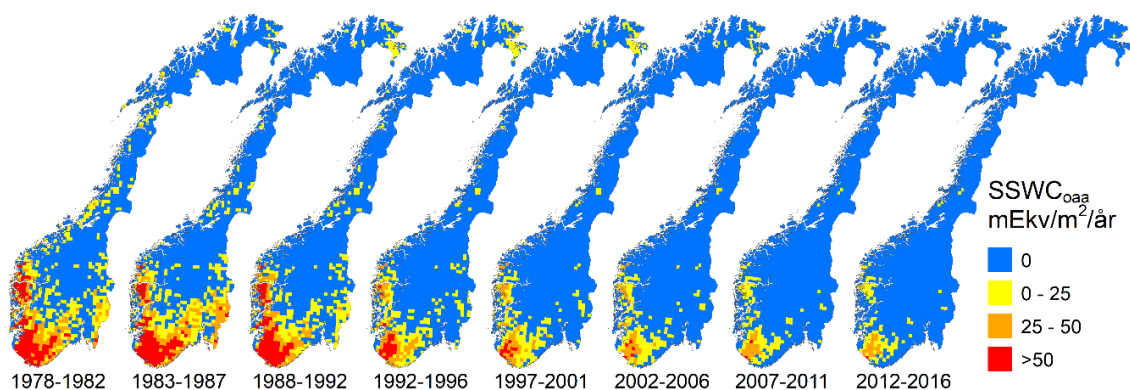
Surt miljø har effekt på hele økosystemer, ikke bare på fisk. Et eksempel på reduksjonen av andre tilstedeværende arter er i Tovdalsvassdraget, hvor en regner med at mer enn 130 dyre- og plantearter forsvant på grunn av forsuring. Artene som forsvant, utgjorde om lag 20 % av det totale mangfoldet en anslår var til stede før forsuringen tok til.

#### **Tålegrenser og ANC**

Forsuringsskader i Norge skyldes en kombinasjon av lave tålegrenser i naturen og sur nedbør. Tålegrensen for forsuring av vann uttrykker hvor sensitiv en vannforekomst i et

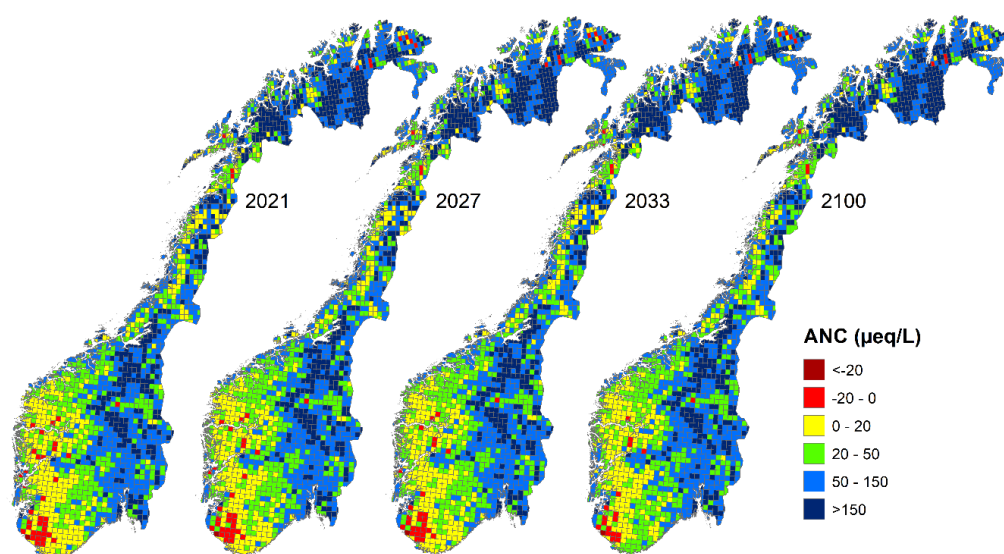
gitt område er for forsurening, og er primært satt med tanke på å opprettholde reproduserende bestander av ørret. Gjennom mange år med påvirkning fra sur nedbør, synker tålegrensen fordi bufferevnen i jorda avtar. Gjenhenting i jordas bufferevne er en svært treg prosess, og Norge har en geologi som gir oss i utgangspunktet lave tålegrenser. Dette gjør vår natur spesielt sårbar for forsuringsproblematikk.

Resultatet ved overskridelser av tålegrensen er at skadelige effekter på ørret og andre forsuringsfølsomme arter kan oppstå fordi pH reduseres, og aluminium mobiliseres i jordsmonnet og kommer ut i overflatevannet. Aluminium i surt vann er giftig for fisk og andre vannlevende arter. Et viktig moment er at laks er mer sensitiv for forsurening enn ørret. Skadelige effekter for laks kan dermed oppstå før tålegrenser satt med hensyn til ørret overskrides. Figur 1 viser hvordan overskridelsen av tålegrensene for forsurening av vann har utviklet seg fra slutten av 1970-tallet. Akseptable forhold er tidligere antatt å være oppnådd 5-20 år etter at en vannforekomst har gått fra å overskride tålegrensen, til ikke å overskride tålegrensen. Forsuringsproblematikken kan altså vedvare opptil et par tiår, selv om tålegrensen ikke lenger er overskredet. Dette skyldes forsinkelsen mellom redusert deponisjon i et nedbørfelt, og observert positiv effekt på en vannforekomst. <sup>(5)</sup>



Figur 1. Utvikling i overskridelse av tålegrensen for forsurening av overflatevann for ulike tidsperioder <sup>(6)</sup>, fra 1978 til 2016. Framskriving t.o.m. 2030 er illustrert i figur 5.

Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC, acid neutralizing capacity) er en annen god indikator for å vurdere forsuringsstatus. Figur 2 viser modellert ANC i innsjøer for årene 2021, 2027, 2033 og 2100. Det er regnet ut at avhengig av innsjøtype vil det være risiko for forsurengsskader dersom ANC er under 0-30  $\mu\text{ekv/l}$ . Det er ventet en sakte økning i ANC de kommende tiårene.



Figur 2. Modellerte ANC-verdier for overflatevann for ulike år. <sup>(7)</sup>

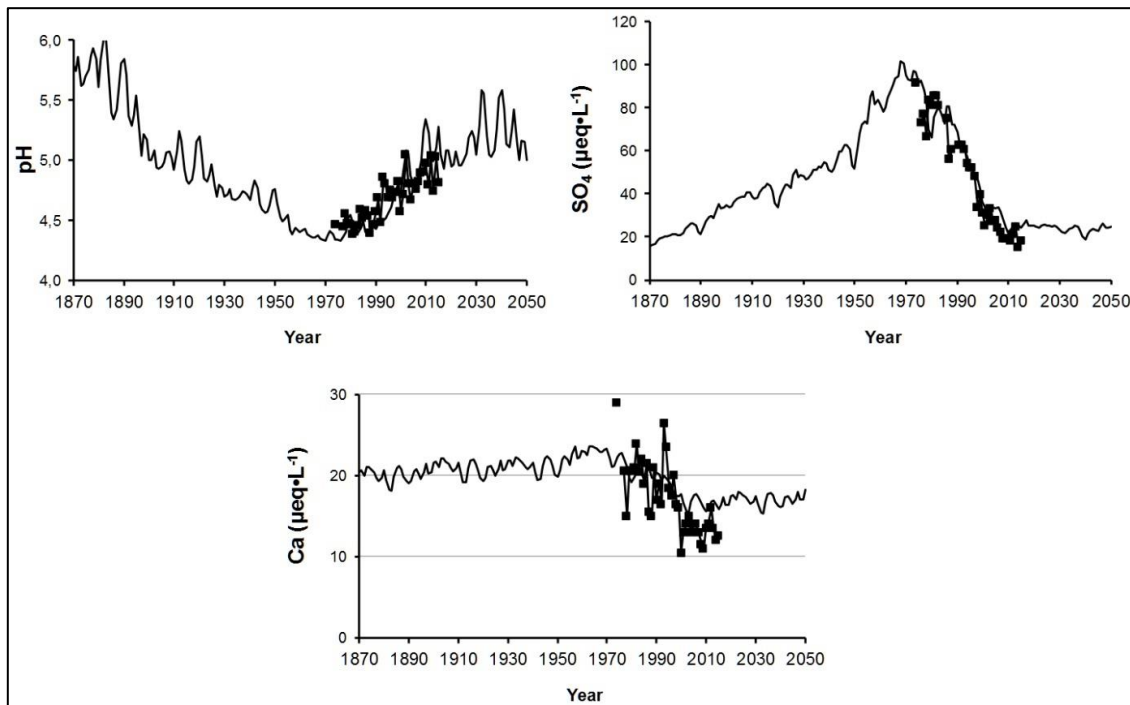
Sammenhengen mellom surt nedfall og forsurening i vann og vassdrag er sterk, fordi forsurende stoffer i nedbøren (negativt ladet sulfat og nitrat) går forholdsvis uendret gjennom jorda og ut i overflatevannet. Dette gjelder spesielt sulfat, mens en del nitrat tas opp av vegetasjonen. På veien trekker de med seg positivt ladde stoffer, særlig kalsium og magnesium. Er tilgangen på disse ionene dårlig (lav tålegrense), må syre og aluminium bidra til å opprettholde laddningsbalansen.

### Eksempelet Lille Hovvatn i Agder

I løpet av alle årene med sur nedbør er jorda gradvis tappet for kalsium og magnesium. Dette er illustrert i Figur 3, som viser hvordan sentrale forsuringsparametere (sulfat- og kalsiumkonsentrasjon, samt pH) har utviklet seg i Lille Hovvatn i Agder siden starten av den industrielle tidsalderen. Verdier bakover og framover i tid er modellert med forsuringsmodellen MAGIC. <sup>(8)</sup> Målte data er plottet sammen med modellerte, der slike data er tilgjengelige, for å vise at modellen gjenspeiler utviklingen godt. Tidsseriene viser hvordan sulfatkonsentrasjonen i denne eksempelinnsjøen økte som følge av økt surt nedfall utover på 1900-tallet. Med det avtok pH. Som følge av reduksjonen i surt nedfall fra rundt 1970 er sulfatkonsentrasjonen nå omtrent på naturlig nivå. pH har derimot ikke tatt seg helt opp igjen. Dette skyldes den kraftige utvaskingen av kalsium som vises i nederste panel av figuren.

Selv om mengden negativt ladde ioner som går gjennom jorda nå er lavere er det så lite kalsium igjen at disse ionene fortsatt må følges av syre. Det er dette som gir det middels lave pH-nivået vi ser. Modelleringen viser også at kalsiumkonsentrasjonen øker svært sakte. Dette skyldes at kalsium primært tilføres ved forvitring av berggrunnen, som er en

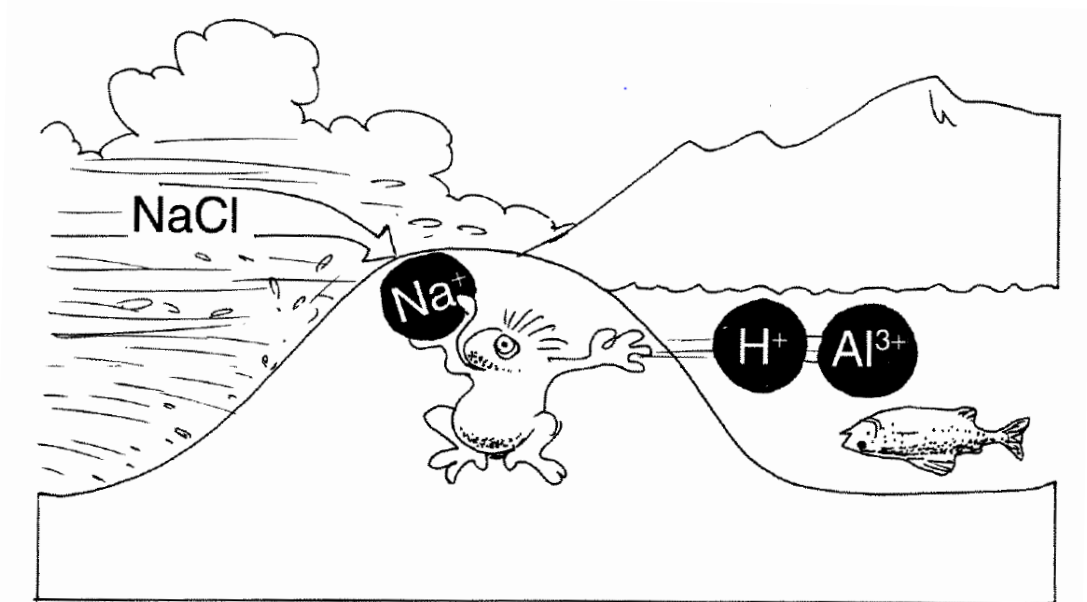
langsom prosess. For Lille Hovvatn var det fortsatt overskridelse av tålegrensen i 2012-2016 hvis man ser til de nasjonale beregningene (Figur 1).



Figur 3. Målt (punkter) og modellert utvikling i sulfatkonsentrasjon (øverst til venstre), pH (øverst til høyre) og kalsiumkonsentrasjon (nederst) for Lille Hovvatn, Agder. <sup>(9)</sup>

### Episodisk forsurening

Et fenomen som kan skape periodevis dårlig vannkvalitet, er sjøsaltepisoder. Ved sterk pålandsvind transporteres store mengder salter fra havet innover land. Natriumet fra saltet blir hengende igjen i jorda, og andre ioner må kompensere for å opprettholde ladningsbalansen. Dette kan dels være syre og aluminium i forsurede områder (Figur 4). Vannet kan dermed bli mer giftig ved slike episoder, og det er antatt at de første meldingene fra Sør-Vestlandet om fiskedød på 1920-tallet kan ha vært som følge av sjøsaltepisoder.



Figur 4. Sjøsaltepisoder kan oppstå når store mengder sjøsalt fraktes innover land og natriumet holdes igjen i jorda. <sup>(10)</sup>

Klimaendringene kan gi kraftigere og hyppigere nedbørepisoder, samt kraftigere stormer. Dette kan på den ene siden føre til mildere sjøsaltepisoder, fordi hyppigere episoder gir mindre muligheter for at syre og aluminium kan akkumuleres i jorda over tid. Samtidig kan kraftigere vind føre til at man oftere ser effekt av sjøsaltepisoder i større avstand fra kysten.

Langvarige tørkeperioder etterfulgt av regnskyll kan også forårsake forsuringsepisoder i bekker og mindre elver, grunnet dannelse av sulfat når våtmark tørker ut og oksygen slipper til. <sup>(11)</sup> Dette ble observert både på Sørlandet og i Innlandet i forbindelse med tørkesommeren 2018. <sup>(12)</sup>

### Naturlig sure vassdrag

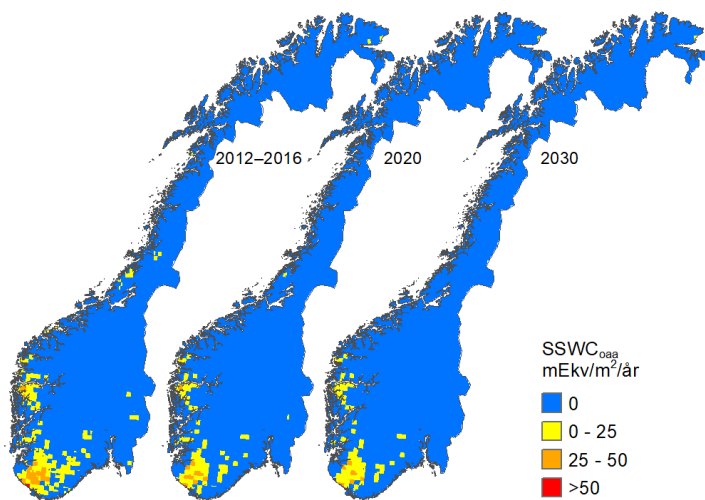
Vann og vassdrag kan også være sure fra naturens side. Det skyldes løste organiske syrer eller naturlig svært tynne vannkvaliteter. Bakenforliggende årsaker kan være større myr- og skogområder som avgir organiske syrer, eller at berggrunnen ikke avgir nok kalkstoffer. De organiske syrene blir også mer konsentrert hvis avrenningen er liten. Denne kombinasjonen finner vi særlig i Innlandet fylke og sørover langs svenskegrensen, hvor pH kan være nær eller under 5,0 av naturlige årsaker. I områder lenger vest avgir berggrunnen typisk lite kalkstoffer, og en pH nær 5,0 kan også her forekomme naturlig. Ved avtagende sur nedbør, kan det være vanskelig å skille naturlig surhet fra menneskeskapt forsuring. I en slik situasjon er det ikke tilstrekkelig å basere vurdering av forsuring på pH-verdier alene, men en er avhengig av å måle de aktuelle aluminiumsformene for å avgjøre forsuringstatus.

### 2.1.3 Utvikling fremover

Det er i stor grad de internasjonale forpliktelsene i utslippsbegrensende avtaler som avgjør utviklingen framover, i tillegg til tiden det tar med naturlig biologisk og tidligere omtalt kjemisk gjenhenting. Figur 5 viser forventet utvikling i tålegrenseoverskridelser frem til 2030, gitt gjeldende avtaler. Figuren forutsetter at landene reduserer utslippene i tråd med det de har forpliktet seg til. EUs NEC-direktiv <sup>(13)</sup> strammer opp utslippsmålene mot 2030, og fra januar 2021 trådte de strengeste IMO-kravene <sup>(14)</sup> for nitrogenoksider (Tier III) gjelde for Nordsjøen og Østersjøen i kraft.

Målet om god økologisk tilstand i norske vannforekomster har klassegrenser beskrevet i vannforskriften. Klassifiseringsveilederen «*Klassifisering av miljøtilstand i vann*» <sup>(2)</sup> er førende for klassifiseringsarbeidet i kystvann, grunnvann, innsjøer og elver i Norge.

Tiltaksovervåkingen i laksevassdrag viser at enkelte forsuringsfølsomme arter kan bruke tiår på å reetablere stabile bestander. Det er lite som tyder på at dette skyldes ustabil kalking og dårlig vannkvalitet. Spredning, konkurranse med forsuretolerante arter og beitetrykk fra etablerte fiskebestander er faktorer som kan påvirke den biologiske gjenhenting.



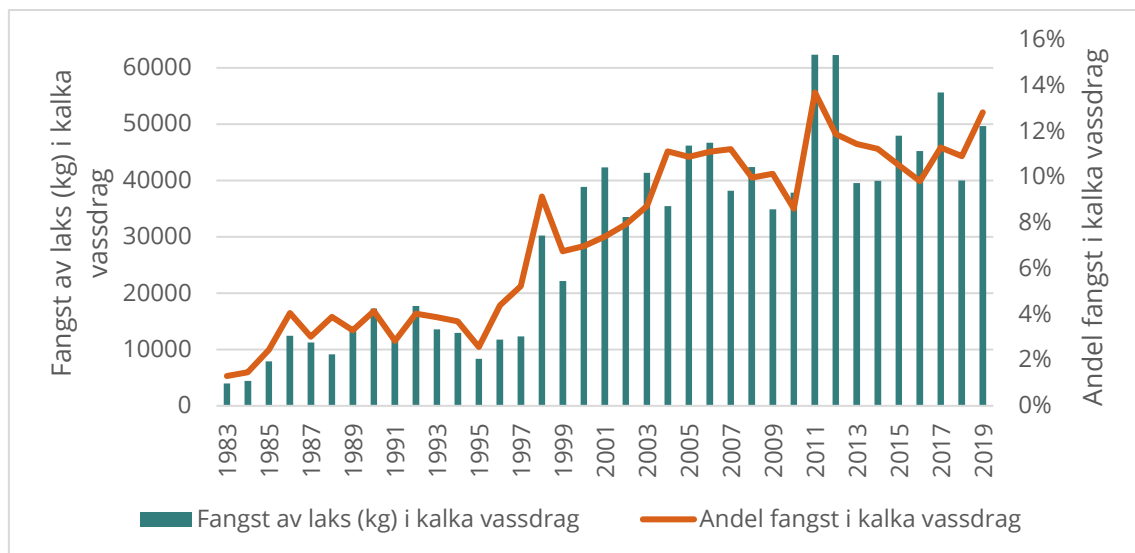
Figur 5. Overskridelse av tålegrensen for forsurening av overflatevann for siste periode med målt surt nedfall, dagens situasjon i 2020 og et framtidsscenario for 2030. <sup>(6)</sup>

## 2.2 Kalking i Norge - en suksesshistorie

### 2.2.1 Historikk

Kalking i offentlig regi i Norge kom i gang i 1983, etter krav fra flere hold om statlig engasjement for å bøte på de stadig økende forsurengsskadene. Privatpersoner i Norge hadde da allerede gjennomført kalking i mindre skala i lang tid. Da forsuringen for alvor skadet fiskebestandene i Sør-Norge på 1960- og 70-tallet, ble det benyttet kalkbrønner og skjellsand til å avsyre bekker, og det ble spredt kalksteinsmel i innsjøer. I Sverige ble det startet vellykket kalking i stor målestokk fra midten av 1970-tallet.

Satsingen på offentlige tilskudd til kalking baserte seg på resultater fra forskningsprogrammet «Kjemiske tiltak for å avgrense forsuring av vann og vassdrag», som Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk startet i 1979. I tiden etterpå har omfattende FoU-virksomhet vært med på å legge grunnlaget for økologisk og økonomisk optimalisering av kalking i Norge. Det er hele tiden blitt vektlagt at kalkingen skal være kunnskapsbasert. Aktiv bruk av tilegnet kompetanse gjennom forskning, overvåking og praktisk erfaring med kalking har gjort at kalkingsvirksomheten i Norge har vært en suksesshistorie. Fangsten av laks har økt i kalkingsvassdragene etter at kalkingen kom i gang, og i dag blir om lag 13 % av den totale elvefangsten av laks i Norge fanget i de kalkede vassdragene (Figur 6).



Figur 6. Fangst av laks (både avlivet, og gjenutsatt) i 23 kalkede laksevassdrag i perioden 1983-2019, og prosentandel (%) av den totale elvefangsten i Norge som er fanget i kalkede vassdrag.

I 2007 trådte vannforskriften i kraft. Vannforskriften gjennomfører EUs vanndirektiv i Norge. Det primære formålet med vanndirektivet er å verne om – og sikre bærekraftig bruk av vannmiljøet, og å iverksette nødvendige forebyggende eller forbedrende tiltak for å sikre god eller svært god miljøtilstand. Et viktig formål med vannforskriften er å fremme en mer helhetlig og økosystembasert vannforvaltning i Norge gjennom utarbeidelse av helhetlige og regionale vannforvaltningsplaner. Det er et generelt mål at alle naturlige vannforekomster som et minimum skal ha «god økologisk tilstand». Sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF) har mål om «godt økologisk potensial».

I tillegg til internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner, er kalking et viktig tiltak for å nå miljømålet i forsurede vannforekomster. De regionale vannforvaltningsplanene med tiltaksprogram er retningsgivende for alle miljøtiltak i elver, innsjøer og kystvann i vannregionene. Denne planen for kalking av vassdrag i Norge er å anse som en temaplan for påvirkningen langtransportert forurensning og forsuring, og får betydning for prioritering av regionale og nasjonale kalkingstiltak. Miljødirektoratet og Statsforvalteren er ansvarlige for de statlig finansierte kalkingstiltakene. Den samordnede prosessen med utarbeidelse av vannforvaltningsplaner sørger for at vannregionutvalgene og andre relevante aktører blir gjort kjent med pågående, og forslag til nye kalkingstiltak, og dermed kan ta hensyn til dette i egen aktivitet.

Kalkingsvirksomheten er delt inn i innsjø- og bekkekalking (lokale kalkingsprosjekt) og kalking i laksevassdrag (nasjonale kalkingsprosjekt). De fleste lokalitetene i innsjø- og bekkekalking er innsjøer. Innsjøene blir vanligvis kalket ved hjelp av båt eller helikopter, og kalkingen blir gjennomført én gang i året eller med noen års mellomrom. I tillegg blir i dag 24 laksevassdrag fullkalket (Figur 11).

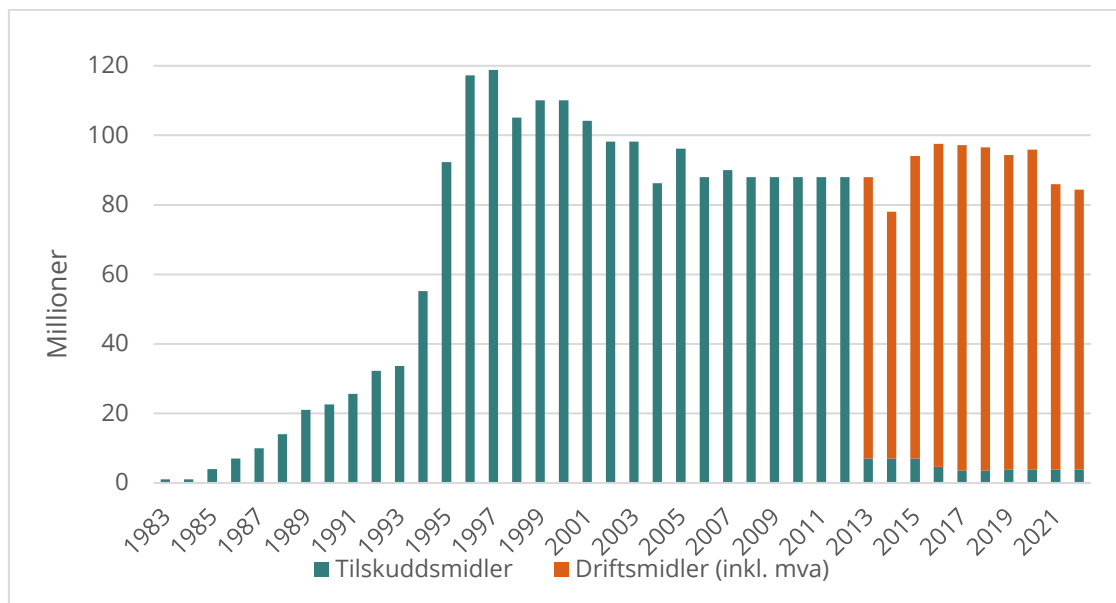
### 2.2.2 Ansvar og organisering

Miljødirektoratet koordinerer den statlige vassdragskalkingen i Norge. For innsjøer og bekker er det Statsforvalteren som avgjør hvor det skal kalkes, og som har ansvaret for overvåkingen av de kalkede lokalitetene. Det blir som regel tatt vannprøver én eller to ganger i året ved alle lokalitetene, og det blir årlig gjort biologiske undersøkelser i noen utvalgte innsjøer i hvert fylke. For kalkede laksevassdrag er det Miljødirektoratet i samråd med Statsforvalteren som prioriterer nye tiltak, og Miljødirektoratet er ansvarlig for overvåking av tiltakene. I alle kalkede laksevassdrag blir det tatt vannprøver minimum én gang i måneden. Det blir i tillegg gjort undersøkelser av ungfisk, bunndyr og i noen tilfeller vannvegetasjon hvert andre år. Miljødirektoratet utgir en årlig rapport med resultater fra tiltaksovervåkingen i de kalkede laksevassdragene. Tiltaksovervåking i kalkede innsjøer, bekker og laksevassdrag er viktig for å kunne evaluere måloppnåelsen i kalkingsvirksomheten, dette for å kunne vurdere behovet for endringer i kalkingsstrategien, og for å vurdere eventuell kalkslutt.



Kalkingsbudsjettene var relativt små da kalkingen kom i gang på 1980-tallet, men utover på 1990-tallet økte de og ga større rom for innsats i både laksevassdrag og innlandsvassdrag. Bevilgningene til vassdragskalking har de siste årene ligget på rundt 83 millioner kr eks. mva. per år. I 2020 gikk ca. 65 % av kalkingsmidlene til kalking og overvåking i laksevassdrag, 25 % gikk til kalking og overvåking i innsjøer og bekker, rundt 5 % gikk til ulike prosjekter (inkludert FoU), mens 1 % ble brukt på kontroll og analyse av kalken. Fordelingen av midler mellom de ulike formålene har vært relativt stabil de siste årene. Fram til og med 2012 var alle kalkingsmidlene tilskuddsmidler, men i 2013 ble en stor del av midlene flyttet over til driftspost. Fra 2014 ble kalkingsmidlene over statsbudsjettet gitt ekskludert merverdiavgift, noe som skyldes nettoføringsordningen i staten. Utviklingen i kalkingsbevilgninger vises i Figur 7. Denne grafen viser kalkingsmidler inkludert merverdiavgift for alle år, da for å kunne sammenligne beløpene før og etter endringen i 2014.

Det er fremdeles mulig å søke Miljødirektoratet om tilskuddsmidler gjennom tilskuddsordningen for kalking. Tiltak som kan få tilskudd er kjøp av kalk, transport og spredning av kalk, informasjon og veiledning om kalking i vassdrag, og reetablering av opprinnelig naturmangfold i kalkede vassdrag.

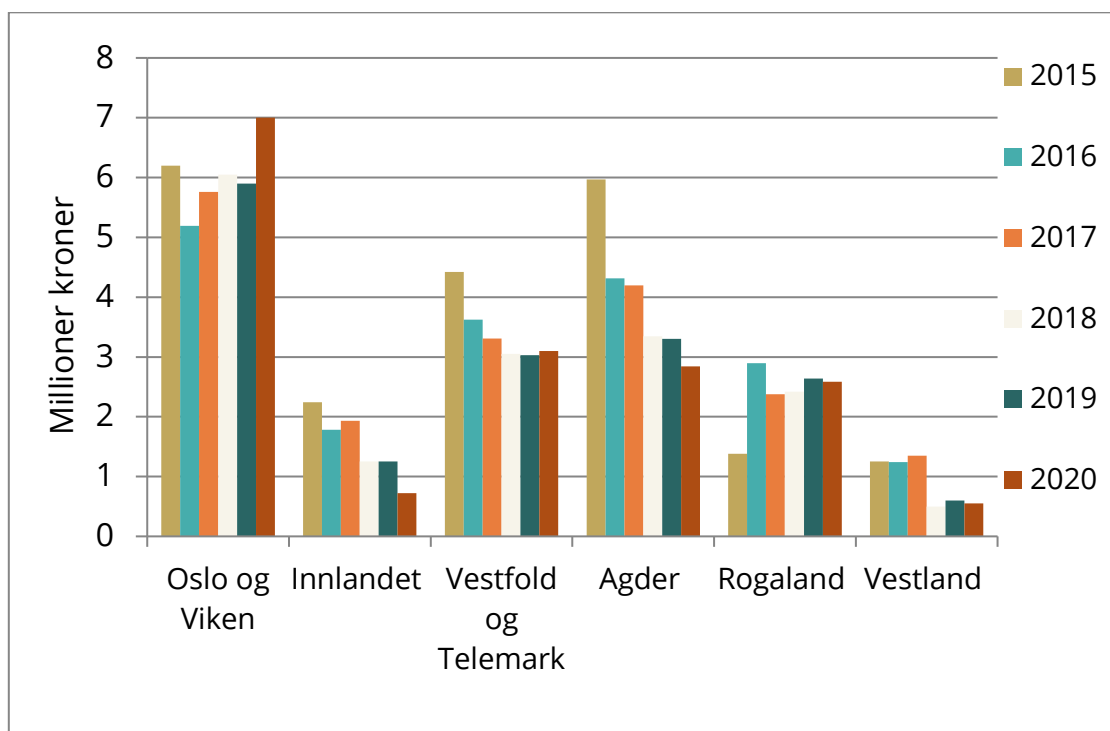


Figur 7. Kalkingsmidler (vist inkl. mva. for alle år) i perioden 1983–2022, fordelt på tilskuddsmidler og driftsmidler. Overgang til en stor andel driftsmidler fra 2013 skyldes oppretting av ny budsjettpost, og medførte ikke endringer i selve bruken av midlene.

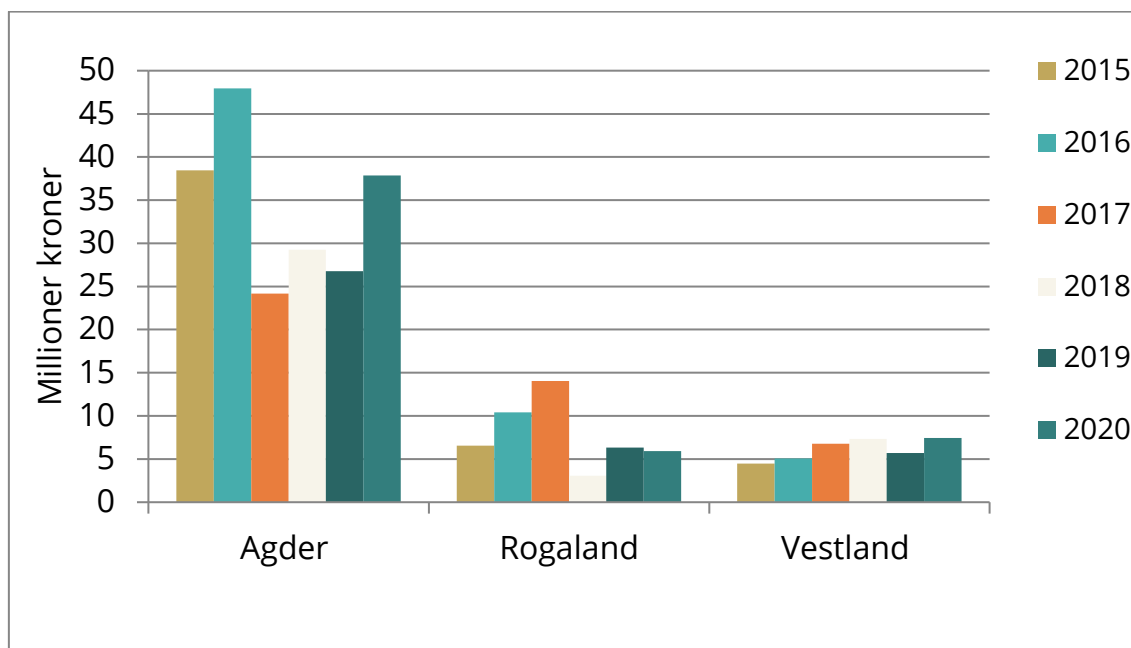
### 2.2.3 Fylkesvis omfang av vassdragskalking

Innsjø- og bekkekalking skjer i områdene fra sør i Vestland og Innlandet fylke, og videre sørover. Figur 8 viser utviklingen i fordeling av midler til innsjø- og bekkekalking i de ulike kalkingsfylkene i perioden 2015–2020. Figuren omfatter midler til selve kalkingen og til kalkingsrelatert overvåking. Fordelingen av midler mellom fylkene avhenger i stor grad av behovet Statsforvalteren hvert år melder inn til Miljødirektoratet.

De kalkede laksevassdragene ligger i fylkene Agder, Rogaland og Vestland, der Agder og Rogaland har størst og flest tiltak i laksevassdrag. Figur 9 viser hvordan midlene til kalking av laksevassdragene har blitt fordelt og brukt per fylke i perioden 2015–2020.

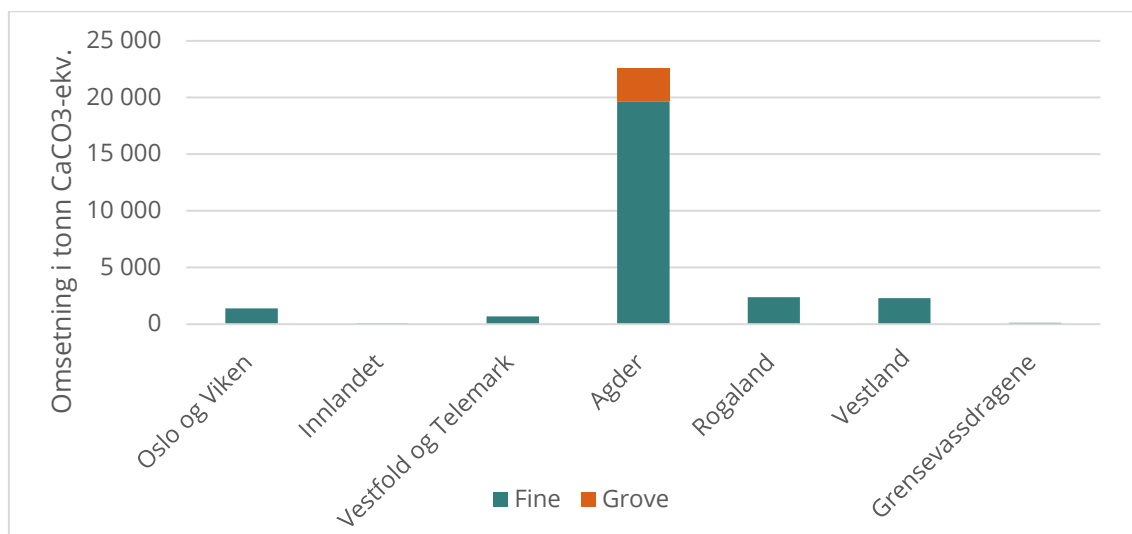


Figur 8. Fylkesvis fordeling av midler (eks. mva.) til kalking i innsjøer og bekker i perioden 2015–2020.



Figur 9. Fylkesvis fordeling av midler (eks. mva.) til kalking i laksevassdrag i perioden 2015–2020

Som et resultat av avtagende sur nedbør de siste tiårene er kalkmengden som blir brukt til vassdragskalking synkende. I 2019 ble det brukt ca. 29 000 tonn kalk ( $\text{CaCO}_3$ -ekvivalenter) i Norge. Av dette går ca. 76 % til de ulike kalkdoseringsanleggene i laksevassdragene, mens resten blir brukt i innsjø- og bekkekalkingen. Fordelingen mellom de ulike fylkene viser at ca. 76 % av all vassdragskalk blir brukt i Agder (Figur 10).



Figur 10. Fylkesvis fordeling i bruk av fine og grove kalkvarer til vassdragskalking i 2019. <sup>(15)</sup>

### 3. Samfunnsøkonomisk nytte ved vassdragskalking i laksevassdrag

*Miljødirektoratet utarbeidet i 2020 en rapport <sup>(16)</sup> om samfunnsøkonomisk nytte ved kalking i laksevassdrag. Rapporten konkluderer med at det er sannsynlig at de totale samfunnsøkonomiske nyttevirkningene forbundet med vedtatte kalkingsaktiviteter overgår de totale kostnadene i analyseperioden (2022-2031).*

Tidligere studier har vist at nytten av kalking som kompenserende tiltak i forsurede vassdrag overstiger kostnadene. <sup>(17-21)</sup> Nedgangen i sur nedbør, endringer i kalkingsaktiviteten og endringer i samfunnet for øvrig gjør imidlertid at resultatene ikke er direkte overførbare til dagens situasjon. I forbindelse med utarbeidelsen av handlingsplan for kalking for 2022-2026 har Miljødirektoratet derfor gjennomført en analyse av nytte- og kostnadsvirkninger forbundet med vedtatte kalkingsaktiviteter i laksevassdrag.

Formålet med analysen har vært todelt:

- 1) Å få en mer helhetlig og systematisk beskrivelse av verdier som påvirkes av kalking.
- 2) Vurdere om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene overgår kostnadene.

#### 3.1 Metode

For å få frem relevante nytte- og kostnadsvirkninger, sammenligner rapporten hva som vil skje i vassdragene ved videreføring av vedtatte aktiviteter i perioden 2022 til 2031, med et hypotetisk nullalternativ der all kalking avsluttes i 2022. Framskrivningen av hva som vil skje i disse to scenarioene baserer seg på kalkingens antatte effekter på fire utvalgte forsuringsfølsomme arter og artsgrupper: anadrom laksefisk, elvemusling, ål og bunndyr. Analyseperioden settes lengre enn planperioden for handlingsplanen fordi det anses som nødvendig for å i) fange opp at det tar tid fra kalking avsluttes til naturen stabiliserer seg på et nytt nivå og ii) fange opp forventede framtidige endringer som kan tilskrives dagens kalkingsinnsats.

#### 3.2 Verdier som påvirkes av kalking

Resultatene fra analysen viser at kalking bidrar til en stor bredde av verdier, og at noen av disse har stor betydning for det norske samfunnet. Det er ikke identifisert noen negative virkninger av kalking i laksevassdragene, utover selve kostnadene forbundet med aktiviteten. Størst er verdiene forbundet med å bedre forholdene for og forhindre tap av naturarven, fiskemuligheter, og genetiske ressurser.

Disse verdiene kan ha betydning for hele Norges befolkning, men har trolig størst verdi for befolkningen på lokalt og regionalt nivå. Bedre fiskemuligheter er viktig både for lokale fiskere og lokal verdiskaping. Rapporten gir et røft anslag for lokal verdiskaping i de kalkede elvene på mellom 17 til 32 mill. kroner i 2019, inkludert netto ringvirkninger. Av dette anslås det at mellom 7 til 25 mill. kroner kan tilskrives kalking. Anslaget tar ikke hensyn til eventuelle fordelingsvirkninger mellom ulike regioner, og det er heller ikke korrigert for at noe av verdiskapingen uansett ville forekommet lokalt i form av kjøp av andre varer og tjenester. Anslaget for lokal verdiskaping holdes utenfor den samfunnsøkonomiske analysen som kun ser på samfunnets overskudd forbundet med salg av fiskekort.

På lokalt og regionalt nivå vil kalking i tillegg ha positive virkninger i form av å øke barn og unges muligheter for kunnskap og læring om laksefiske, og sikre villaks som en tilgjengelig matressurs. Videre antas det at kalking bidrar indirekte til andre former for rekreasjon, og innbyggernes opplevelse av stedsidentitet.

### 3.3 Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet

De totale kostnadene forbundet med å videreføre kalking anslås til en nåverdi på 516 mill. kroner, inkludert skattefinansieringskostnad. Når prissatte nyttevirkinger for fritidsfiske trekkes fra, sitter man igjen med en anslått nettokostnad på 392 mill. kroner. Det har ikke vært mulig å prissette flesteparten av de positive virkningene som kalking bidrar til. Disse håndteres dermed som ikke-prissatte virkninger i analysen. Dette gjelder flere av de største nyttevirkningene, som bedre bevaring av naturarven og genetiske ressurser, samt opsjonsverdien relatert til bedre fiskemuligheter.

For å vurdere om det er sannsynlig at verdien av de ikke-prissatte virkningene overgår kostnadene, er det gjennomført en break-even analyse, der man har funnet nødvendig betalingsvillighet per berørt husholdning per år for at videreføring av kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Resultatene fra break-even analysen viser at for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt må hver husholdning i berørt region være villig til å betale minimum 136 kroner per år for å videreføre kalking, ellers så må husholdninger i kommunene der de kalkede vassdragene ligger ha en betalingsvillighet på minimum 235 kroner per år. Studier som har sett på husholdningers betalingsvillighet for lignende miljøforbedringer indikerer at betalingsvilligheten kan være fra 227 kroner per husholdning i berørt region og til 1 409 kroner per husholdning per år i berørte kommuner. Den totale nytten av å videreføre kalking for lokal og regional befolkning antas på bakgrunn av dette å være i størrelsesordenen 650 mill. kroner til 2 350 mill. kroner i nåverdi. Dette er klart større enn anslåtte netto kostnader. I tillegg er det sannsynlig at det er flere i Norge som har betalingsvillighet for å unngå skader fra sur nedbør i laksevassdrag.

På bakgrunn av dette konkluderes det med at det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene som oppnås gjennom kalking av laksevassdrag overgår kostnadene, og at

videreføring av dagens og vedtatte kalkingsaktiviteter i sum er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Konklusjonen avhenger i stor grad av antagelsene som er lagt til grunn for framskrivning av kalkingens effekt for fangst av anadrom laksefisk. Gjennomført følsomhetsanalyse indikerer at kalkingens effekt på fangst må være betraktelig lavere enn det som er lagt til grunn for at konklusjonen skal endres.

Selv om det er sannsynlig at videreføring av vedtatte kalkingsaktiviteter i sum er samfunnsøkonomisk lønnsomt, betyr ikke det at kalking er et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak i hver region eller elv. Lønnsomheten i den enkelte elv avhenger av hvor stor effekt kalkingen har på økosystemtjenestene som berøres og deres betydning for samfunnet, sett opp mot kostnadene ved kalking og supplerende tiltak. Rapporten peker ut noen elver som kalkes i dag der nyttevirkningene bør undersøkes nærmere. En laksebestand er utsatt for flere belastninger i tillegg til eventuell forsurening, og enhver elv har et begrenset areal med egnet gyte- og oppvekstområde. En individuell og kunnskapsbasert vurdering av nyttevirkningene ved videreføring eller oppstart av kalking i laksevassdrag sett opp mot kostnadene bør derfor være et viktig ledd i optimaliseringen av kalkingsvirksomheten.

### 3.4 Overføringsverdi for innsjø- og bekkekalking

Det er ikke gjort en tilsvarende analyse for kalking av innsjøer og bekker, men det virker sannsynlig at en kunnskapsbasert kalking i aktuelle innlandsvassdrag vil bidra til mange av de samme type virkningene som kalking av laksevassdrag. Kalking av innsjøer og bekker har påviste positive effekter for blant annet et stort antall bestander av ferskvannsfisk, biologisk mangfold og truede arter som elvemusling og edelkreps. Dette tyder på at kalking også her har positive virkninger for verdiene naturarv, fritidsfiske, genetiske ressurser, vannrensing, kunnskap og læring for barn og unge m.m.

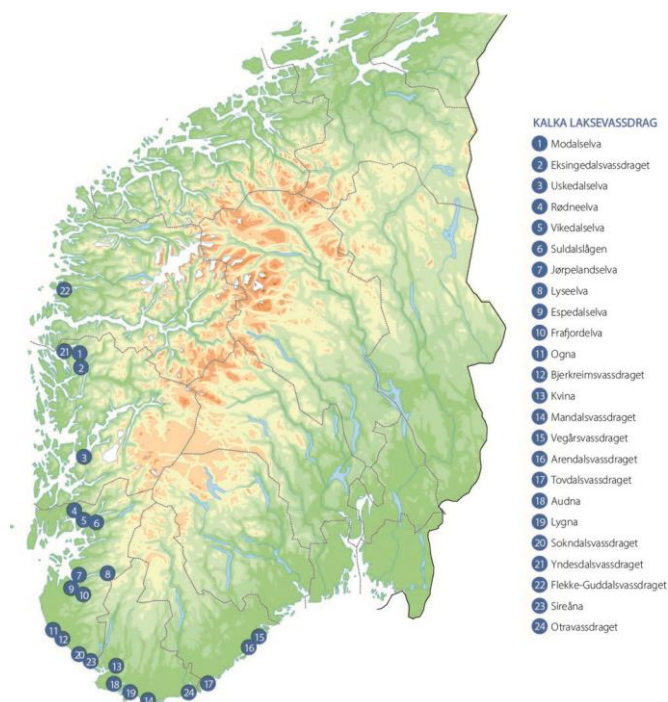
## 4. Kalkingsvirksomheten 2022-2026

### 4.1 Kalking i laksevassdrag

#### 4.1.1 Pågående kalking i laksevassdrag

24 laksevassdrag blir i dag fullkalket (figur 11). Det er viktig å videreføre pågående kalking i laksevassdrag for å unngå tap eller reduksjon av laksebestander og annet biologisk mangfold bygget opp over mange år. De fleste av laksevassdragene blir i dag kalket ved hjelp av en eller flere kalkdoserere plassert ved elvebredden. Kalkdosererne tilfører kalk til elva kontinuerlig, og kalkmengden blir justert ut fra pH og vannføring i vassdraget.

Kalkingsstrategiene i laksevassdragene har utviklet seg over tid, og løpende tilpassing av kalkingen etter forsuringsforholdene er i dag en sentral del av virksomheten. I noen laksevassdrag på Vestlandet har en de siste årene kunnet redusere pH-målet eller stanse kalkingen deler av året fordi vannkvaliteten har blitt bedre. Forbedringen i forursingssituasjonen er likevel ventet å gå sakte i tiden framover, og ut fra den kunnskapen en har i dag <sup>(22)</sup> regner en ikke med å kunne avslutte kalking i noen av laksevassdragene i løpet av planperioden.



Figur 11. Oversikt over kalkede laksevassdrag gjeldende for planperioden 2022-2026

#### 4.1.2 Optimalisering i kalkede laksevassdrag

Kalkdosene i de kalkede laksevassdragene blir tilpasset vannkvaliteten og vannmengden. Rutinekontroll av vannkvaliteten, og annen tiltaksovervåking avdekker behov for endringer i kalkingsstrategien. Optimaliseringstiltak kan blant annet være kalking av sure sidevassdrag og en overgang fra innsjø- til dosererkalking. Gjennomføring av optimaliseringstiltakene vil sikre en mer stabil vannkvalitet, og bedre effekt av kalkingen.

I enkelte mindre vassdrag, da i hovedsak sidevassdrag til kalkede laksevassdrag, blir det brukt natriumsilikat som et alternativ til tradisjonell vassdragskalk. Bruken av natriumsilikat (vannglass) har sine fordeler med at den kan gi god vannkvalitet ved at aluminium i vannet blir avgiftet raskere enn med kalk. Natriumsilikat er ellers et godt alternativ til kalk dersom en skal avgifte små sidevassdrag med kort avstand til lakseførende elv, eller der en ønsker å hindre at giftig aluminium blir remobilisert i brakkvann. Natriumsilikat blir i dag benyttet i tre sidevassdrag i Agder, og i Jørpelandselva i Rogaland. For sidevassdragene i Agder er det foreslått avvikling av denne behandlingen tidlig i planperioden. Dette i tråd med anbefalinger i fagrapporter fra NIVA. <sup>(23, 24)</sup> Ettersom natriumsilikat er dyrere enn tradisjonell kalk, har det vært lite aktuelt å benytte i større vassdrag.

I planperioden vil det være aktuelt å optimalisere kalkingsstrategien i en rekke laksevassdrag. Fylkesvis sammenstilling nedenfor baserer seg på to rapporter over kartlegging av forsøringsstatus og fremtidig kalkingsbehov i eksisterende laksevassdrag <sup>(25, 26)</sup> og innspill fra de aktuelle statsforvalterne. Vassdragene med optimaliseringsbehov er vist i tabell 2 og 3, og optimaliseringsbehovene er beskrevet i nærmere detalj i tilknyttede avsnitt.

Prioritering av optimaliseringstiltak skal gjøres i henhold til utredningsinstruksen. Siden tiltak for å sikre tilstrekkelig vannkvalitet i hovedelven antas å ha størst nyttevirksomhet, bør det først utredes hvilke av disse som bør prioriteres videre og hvilke som bør prioriteres først. Deretter gjøres samme øvelse for sideelvene, hvor stor positiv effekt på måloppnåelse i vassdraget gir høy prioritering. Miljødirektoratet vil vurdere om det kan være hensiktsmessig å videreutvikle metoden som brukes for å verdsette nyttevirkningene forbundet med kalking, jf. samfunnsøkonomirapporten utarbeidet i 2020, for å få en mer enhetlig beskrivelse av nyttevirkningene til prioriteringen.

#### **Agder:**

Optimalisering i Agder er knyttet til mindre anadrome bekker. Dette inkluderer både sidebekker til de store kalkede vassdragene og selvstendige bekker med direkte utløp i sjøen. Det vil dreie seg om bekker lite egnet for tradisjonell dosererkalking, men som har stort produksjonspotensial for anadrom laksefisk – da særlig sjøørret. I det videre arbeidet legges det opp til dialog og innspill fra lokale fiskerlag og elveeierlag, både når det gjelder forslag til lokaliteter, prioriteringsrekkefølge og hvordan tiltakene i praksis skal



gjennomføres. Dette fokuset vil gjelde alle optimaliseringstiltakene listet opp i tabell 2 under, beskrevet som "generell optimalisering".<sup>a</sup> Ytterligere behov for optimalisering er presisert vassdragsvis i tabellen.

Tabell 2: Behov for optimaliseringstiltak i Agder

Vassdrag	Optimaliseringstiltak	Kostnad
Vegårsvassdraget	Generell optimalisering.	250 000
Arendalsvassdraget	Doserer i Hisåna.	1 500 000
Tovdalsvassdraget	Doserer i Risåna.	500 000 <sup>b</sup>
Otravassdraget	Generell optimalisering.	400 000
Mandalsvassdraget	Doserer i Hesså.	1 500 000
Audnavassdraget	Erstatning av silikatdoserer med kalkdoserer i Spillingsbekken. Kalkdoserer i Ertseidbekken.	2 500 000 <sup>c</sup>
Lygnavassdraget	Innsjøkalking av Lygne, dersom det gjennomføres tiltak i Gysfossen. Doserer i tilløpsbekk til Lygne.	4 000 000 2 500 000
Kvinavassdraget	Ny doserer oppstrøms eksisterende, eventuelt flytting, dette som følge av tiltak ved Rafoss. Kalkdoserer i Store Sagebekken.	4 500 000 1 500 000

I en sidebekk til **Bjørkoselva i Arendalsvassdraget** pågår et prosjekt omhandlende etablering og uttesting av kalkbrønn. Dette er et rimelig tiltak som vil kreve minimalt med tilsyn sammenliknet med tradisjonelle doseringsanlegg. Tiltaket er direkte overførbart til andre steder og vil bli testet ut i flere vassdrag dersom resultatene fra prosjektet er tilfredsstillende, da gjerne i kombinasjon med restaurering av fysiske forhold.

## Rogaland

Optimaliseringstiltak i Rogaland omhandler etablering eller erstatning av kalkdoserer i allerede kalkede vassdrag. Aktuelle sidevassdrag eller hovedvassdrag er listet opp i Tabell 3 under, og presisert ytterligere i påfølgende avsnitt.

Tabell 3: Behov for optimaliseringstiltak i Rogaland

Vassdrag	Optimaliseringstiltak	Kostnad
Litlåa i Sokndalsvassdraget	Etablering av kalkdoserer.	5 000 000
Stølsåna i Lysevassdraget	Etablering av mindre kalkdoserer.	5 000 000
Ognavassdraget	Erstatning av kalkdosereren på Hetland.	3 500 000

<sup>a</sup> 300-400 tusen/vassdrag ila. planperioden

<sup>b</sup> Midlene er bevilget i forrige planperiode, doserer bygget i 2021

<sup>c</sup> Midlene er bevilget i forrige planperiode

I **Sokndalsvassdraget** i Rogaland har en rekke innsjøer blitt kalket for innlandsfisk og laks. Kalkingen er etter hvert avsluttet i mange av de store innsjøene, og et arbeid med å erstatte innsjøkalkingen med dosererkalking for å opprettholde god vannkvalitet for laks er påbegynt. Det er bygget en doserer i Bakkaåna, og en doserer i Rosslandsåna er under planlegging. Med dagens kalking av innsjøene oppstrøms Litlåa er forsuringproblematikken her minimal. Reduseres kalkingen av innsjøene etter ønske fra grunneierne, må det vurderes bygging av ny doserer oppstrøms Litlåa. Foreløpig er mest aktuelle plassering av dosereren på Mydland like nedstrøms Mydlandsvatnet, eller helt øverst i Mydlandsåna. Avhengig av plassering og valg av leverandør, vil totalpris på anlegg og tilkomst variere. Det antas en maksimal kostnad på om lag 5 mill. kroner.

I **Stølsåna i Lysevassdraget** bør det vurderes en doserer, dette for å forhindre blandsoneproblematikk der denne treffer hovedelva. Stølsåna er spesielt viktig for sjørret. Maksimal kostnad vurdert til om lag 5 mill. kroner, avhengig av leverandør og inkludert utbedring av adkomstvei.

Dosereren på Hetland i **Ognavassdraget** må restaureres, eller det må bygges en ny. Det er vurdert at beste plassering fremdeles vil være på Hetland. Elvemusling i vassdraget gjør det ekstra viktig at pH ikke blir for lav. Eksisterende adkomstvei er god, og maksimal kostnad for fjerning av gammel doserer + etablering av ny er anslått til om lag 3,5 mill. kroner.

## Vestland

Det foregår en fortløpende vurdering av mulige optimaliseringer ved kalkdosererdriften i Vestland. Man vil i planperioden prioritere å forbedre driften ved de eksisterende anleggene. Det kan være aktuelt å undersøke enda mer grundig hva som kan optimaliseres ved kalkingen i Flekke- og Guddalsvassdraget og i Ekso.

Ut fra en kost-nytte- vurdering er det likevel sannsynligvis bedre å nytte midlene i Vestland til å starte opp nye tiltak mot forsuring i Daleelva i Høyanger og i Samnangervassdraget enn å ytterligere optimalisere de prosjektene som allerede er startet opp.

I inneværende planperiode er det allerede bevilget 6 millioner til optimalisering av kalkinga i Modalselva. Dette arbeidet regner man med vil starte opp i 2021, enten det blir innkjøp av ny doserer i sideelva Budalselva eller terrengkalking av nedslagsfeltet her.

### 4.1.3 Kalking av nye laksevassdrag

Forsuringssituasjonen er ventet å endre seg lite i årene framover. Det finnes fremdeles vassdrag i Norge som er negativt påvirket av forsuring, der en så langt ikke har vært midler til å starte kalking eller som har blitt nedprioritert i tidligere planperioder. Nye laksevassdrag det vil kunne være aktuelt å starte kalking i er vist i Tabell 4. I alle disse vassdragene er det i dag registrert laks, men vannkvaliteten er tidvis så dårlig at en må regne med at dette har negative effekter på laksebestandene.

Prioritering av nye laksevassdrag aktuelle for kalking skal gjøres i henhold til utredningsinstruksen. Eventuell oppstart av kalking må være kunnskapsbasert, og i henhold til vilkårene for kalking må det opprinnelige biologiske mangfoldet være påvist eller sannsynliggjort forsurengsskadd, og forsuringen skal stamme fra menneskeskapte kilder. Forhold som lokalt engasjement og eksternt delfinansiering kan òg være med på å påvirke prioriteringen. I vannforvaltningsplaner og tiltaksprogram for Vestland 2022-2027, trekkes Tysseelva og Daleelva frem som vassdrag hvor oppstart av kalking vurderes.

Tabell 4: Aktuelle nye kalkingsvassdrag

Vassdrag	Vurdering	Kostnad
Daleelva i Høyanger, Vestland	Listet opp som mulig nytt kalkingsvassdrag i tidligere plan. Ny kalkingsplan er under utarbeiding. Det er gjennomført flaskehalsanalyse knyttet til påvirkninger i vassdraget.	8 000 000
Tysseelva (Samnangervassdraget) i Samnanger, Vestland	Listet opp som mulig nytt kalkingsvassdrag i tidligere plan. Ny kalkingsplan må i så fall utarbeides. Det er gjennomført flaskehalsanalyse knyttet til påvirkninger i vassdraget.	6 000 000
Hellelandsvassdraget i Egersund, Rogaland	Overvåkingsdata må sammenstilles, som grunnlag for eventuell kalkingsplan for vassdraget.	4 000 000 -5 000 000
Storelva i Sauda, Rogaland	Behov for flaskehalsanalyse, der et problem kan være forsuring. Kalking må vurderes som mulig tiltak.	4 000 000 -5 000 000

I **Daleelva** i Høyanger i Vestland er det laks i dag, og den opprinnelige laksestammen er trolig fremdeles til stede i vassdraget. Undersøkelser viser likevel så høye nivåer av aluminium på gjellene til lakseunger om våren at redusert overlevelse er ventet. Den lakseførende strekningen i elva er 5,1–5,6 km lang, avhengig av vannføring. På tross av etablerte kalkbrønner i flere sidevassdrag, sees det et behov for fullkalking av vassdraget. Dette for å få tilfredsstillende vannkvalitet for laksen hele året. En kalkingsplan er under utarbeidelse. Vassdraget er regulert, og klassifisert som SMVF (sterkt modifisert vannforekomst).

I **Samnangervassdraget** i Vestland har det blitt registrert sjøsaltepisoder, og vannkvaliteten er i dag for ustabil til at det er optimalt for laksen. Det er bygd flere fisketrapper for laks i vassdraget, og den potensielle anadrome strekningen er på 8,1 km. Gytebestanden er lav både for laks og sjøørret, og vassdraget har vært stengt for fiske av laks og sjøørret siden 2008. Vassdraget er regulert. Det ble laget en kalkingsplan for

vassdraget i 1998, men denne må revideres. Statsforvalteren anser kalking av vassdraget som uaktuelt dersom reetablering av ønsket laksestamme ikke gjennomføres.

I **Hellelandsvassdraget** i Rogaland må det sammenstilles en oppsummeringsrapport for resultatene, etter overvåking av vassdraget gjennom flere sesonger. Her bør også anbefalinger knyttet til eventuell kalking inngå. Resultatene så langt viser at surheten øker oppover i vassdraget.

Forsuringspåvirkningen i **Storelva** i Sauda i Rogaland må undersøkes, og sammenlignes med andre påvirkninger i vassdraget før kalking vil kunne bli aktuelt.

#### 4.1.4 Vedlikeholdsbehov knyttet til kalkdoserere i laksevassdragene

For kommende planperiode 2022 – 2026 er det kartlagt et forventet vedlikeholdsbehov knyttet til allerede eksisterende kalkdoseringsanlegg. Flertallet av doseringsanleggene rundt om i laksevassdragene har kontinuerlig dosert ut kalk i godt over 20 år. Graden av vedlikeholdsbehov vil derfor variere stort. På enkelte anlegg er det ingen synlige driftsskader, mens det andre steder har vært et større vedlikeholdsbehov gjennom driftsperioden.

Anleggenes alder og dagens tilstand er viktige faktorer som vil kunne gi en god pekepinn på forventet kostnad. Vedlikeholdskostnader kan dukke opp akutt og uventet, eller skyldes slitasje over tid. Omfanget av vedlikeholdsbehov vil variere mellom doseringsanlegg, og mellom fylker avhengig av totalt antall anlegg (Tabell 5).

Tabell 5: Estimert fylkesvis og total årlig vedlikeholdskostnad for kalkdoserere i planperioden 2022-2026.

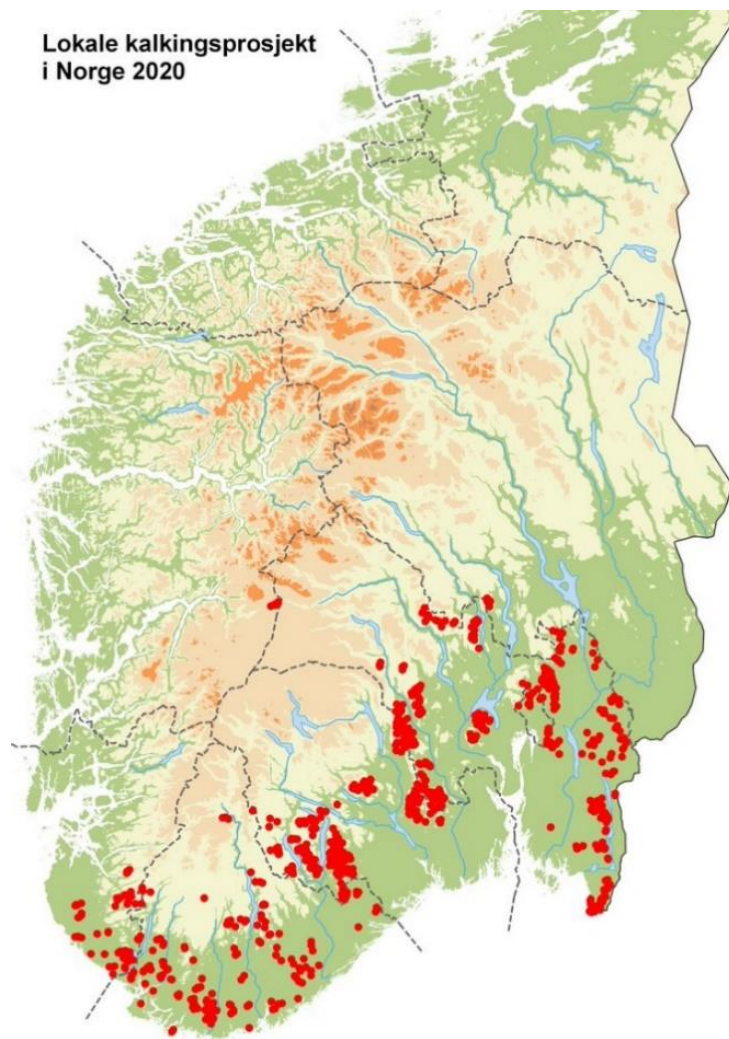
Kalkdosererfylke	Antall kalkdoserere	Estimert årlig forventet kostnad i planperiode
Agder	28	1 739 000
Rogaland	17	1 297 000
Vestland	6	220 000
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>3 256 000</b>

#### 4.2 Innsjø- og bekkekalking

Et resultat av mindre sur nedbør har medført at antallet innsjøer og bekker som kalkes har vært nedadgående de siste årene; ca. 3000 i 2004, ca. 1200 i 2014, mens det i 2020 var ca. 1000 (Figur 12). I innsjøer og bekker der kalking har blitt forsøksvis avsluttet, overvåkes situasjonen med tanke på eventuell reforsuring og behov for gjenoppstart.

Det er viktig å videreføre pågående kalking av forsurede lokaliteter. Dette for å unngå tap eller reduksjon av fiskebestander og annet biologisk mangfold som er bygd opp over tid. De regionale vannforvaltningsplanene som er utarbeidet for perioden 2022-2027 viser at det ennå er mange ukalkede innsjøer og vassdrag i Sør-Norge som har forsuringsskader. Dette viser at det i enkelte områder kan bli aktuelt å starte opp kalking i nye innsjøer i forsuringssonrådene i løpet av planperioden. Ved bruk av midler til oppstart av kalking vil lokaliteter i de hardest rammede forsuringssonrådene, og områder med lokalt engasjement for kalking, ha størst prioritet.

En liten del av midlene som blir brukt til kalking i innsjøer og bekker, er tilskuddsmidler. Tilskuddsmidlene og -ordningen blir nærmere beskrevet under kapittel 4.5. I 2020 ble det brukt 19 millioner til kalking og tiltaksovervåking av innsjøer og bekker. Behovet for midler vil gjennom planperioden være stabilt med hensyn til innsjø- og bekkekalking, inkludert nødvendig overvåkning.



Figur 12. Innsjøer og bekker som blir kalket per 2020

#### 4.2.1 Håndtering av kalksluttprosjekter

Det hittil eneste laksevassdraget hvor kalking er funnet forsvarlig å avslutte, er i Vosso (2010). Undersøkelser gjort i ettertid har vist at dette var en rett avgjørelse, og kalkdosereren ble demontert og fjernet i 2016.

De siste årene har faglig forsvarlig avslutning av kalking i innsjøer vært et fokusområde. Forsuringssituasjonen har gradvis bedret seg, og kalkingsvirksomheten tilpasser seg denne utviklingen. For de fleste kalkingsfylkene i Norge er det utarbeidet rapporter med vurderinger av behovet for å opprettholde kalkingen av innsjøer. <sup>(27–37)</sup> Resultatene fra disse rapportene viser at kalking kan avsluttes i en del innsjøer fordi vannkvaliteten med stor grad av sikkerhet vil være god nok også uten kalking. I andre innsjøer må kalkingen fortsette fordi innsjøene fremdeles er kraftig påvirket av forsuring. For en del innsjøer er det også usikkert i hvilken grad det fremdeles er behov for kalking. På bakgrunn av anbefalinger i disse rapportene og observerte forbedringer i forsuringssituasjonen, har kalkingen i mange innsjøer blitt avsluttet eller redusert de siste årene.

I følgende fylker er innsjøskalking forsøksvis avsluttet:

- Vestland med unntak av enkelte lokaliteter på Hardangervidda (Sogn og Fjordane 2010 og Hordaland 2014)
- Gamle Hedmark (2014)
- Gamle Vestfold (2016)

I områder der kalking blir avvirket, skal det være vurdert som faglig forsvarlig, og det skal være lite sannsynlig at fiskebestander og andre deler av det biologiske mangfoldet blir påført forsuringskader eller går tapt.

Overvåking og erfaringer fra flere fylker viser at det ofte tar flere år før vannkjemien er tilbake til ukalket nivå etter at kalkingen er avsluttet. Årsaken til denne såkalte «kalkhalen» er at innsjøene ofte har en kalkreserve i sedimentene etter tidligere kalking, og/eller at innsjøene har en oppholdstid som gjør at det tar lang tid å fortynne det kalkede vannet. Størrelsen og lengden på denne «kalkhalen» vil variere fra innsjø til innsjø, avhengig av blant annet dybden i de enkelte innsjøene, hvilken oppholdstid vannet har, samt hvilken kalktype og kalkingsmetode som er blitt benyttet. De langsomme endringene i vannkvaliteten gjør at det mange steder er liten fare for at forsøksvis kalkavslutning vil medføre umiddelbare skader på fisk og andre organismer.

I fylker eller større områder hvor kalkslutt vurderes eller blir vedtatt, bør det gjennomføres et tilpasset overvåkingsopplegg. Gitt god overvåking av innsjøene (både kjemisk og økologisk tilstandsvurdering) og tilgjengelige midler, kan en starte opp igjen kalkingen ved tegn på reforsuring. Overvåkingen bør vare til kalkhaleeffekten er borte (typisk 5–6 år). Det er viktig at sammenhengen mellom pH, ANC og reaktivt aluminium undersøkes i de aktuelle lokalitetene. Dette gjelder både i forbindelse med vurdering av avslutning og ved

en eventuell gjenoppstart av kalking. Utviklingen i innsjøer hvor kalking de siste årene har blitt avsluttet gir viktig kunnskap om hvorvidt en skal vurdere videre nedtrappinger i innsjøkalkingslokaliteter i planperioden. Det er ønskelig å videreføre dagens omfang av tiltaksovervåking i innsjøer og bekker.

### Kostnader

Kalkslutt medfører også kostnader. For innsjøkalkingen er kostnadene i årene etter kalkslutt i all hovedsak knyttet til overvåking. Ved kalkslutt der det er etablert kalkdoseringsanlegg, vil demontering og fjerning av installasjoner gi tilleggskostnader i tillegg til overvåkingen påfølgende år. Basert på tidligere erfaringer ligger denne kostnaden i størrelsesorden rundt 100 000 kr pr kalkdoseringsanlegg.

## 4.3 Grenseoverskridende kalking

Sverige er et av få andre land der det drives med omfattende kalking av vassdrag, som i Norge. Det har derfor vært naturlig å samarbeide over landegrensen, og norske og svenske myndigheter har i mange år jobbet sammen om kalking av forsuredde grenseoverskridende vassdrag. Miljødirektoratet og den svenske Havs- och Vattenmyndigheten arrangerer en felles norsk-svensk forsurs- og kalkingskonferanse hvert tredje eller fjerde år. I planperioden faller konferansen på årene 2022 og 2025. Denne konferansen har som formål å utveksle erfaringer og ny kunnskap om forsuring og kalking som kan bidra til en ytterligere harmonisering i arbeidet mellom landene.

Behov for kalking vurderes forskjellig i Norge og Sverige. For vassdrag som drenerer til Sverige, hvor det på svensk side vurderes å være behov for kalking er det ytret et ønske om at det også vurderes kalking på norsk side.

I den kommende planperioden skal det arbeides for at samarbeidet mellom landene skal bedres ytterligere. Med bakgrunn i gjennomførte konferanser og møter mellom direktoratene vil det gjennom planperioden jobbes mot:

- Utredning av behov for eventuell gjenopptaking av kalking på norsk side, i grensekryssende vassdrag. Gjenopptaking av kalking skal være begrunnet med hensynet til bestander av elvemusling, edelkreps, laks eller andre forsuringsskadede arter.
- Bedring i overvåking og utvikling av klassifiseringssystemet med tanke på forsursrelevante elementer/parametere.
- En samordning i klassifisering av miljøtilstanden i grensekryssende vannforekomster.
- At kalking blir en viktigere del av regionale vannforvaltningsplaner, der handlingsplanen understøttes.

#### 4.4 Overvåking, utredning og FoU

I planperioden vil det innenfor overvåking, utredninger og FoU bli prioritert å:

- øke kunnskapsgrunnlaget for vurdering av videre kalkingsbehov og kalkingsfrekvens i kalkede innsjøer.
- øke kunnskapsgrunnlaget om mulige negative effekter av kalkingen.
- arbeide for en ytterligere optimalisering av kalkingen.
- sørge for en sikker avslutning av innsjøkalking i lokaliteter og regioner der dette er aktuelt, ved å sørge for nødvendig overvåking, da med tanke på fare for reforsuring.

Det vil samtidig være viktig at det fremdeles blir holdt av midler til andre kalkingsrelaterte undersøkelser; som eksempelvis overvåking av forsuringssituasjonen i forsurede laksevassdrag hvor det er aktuelt å starte opp kalking, og kartlegging av sure sidebekker til de kalkede lakseelvene. Optimaliseringstiltak i sidebekker til kalkede lakseelver vil være et fokusområde, både av hensyn til sjørret og for å unngå giftige blandsoner der sidebekker har sine innløp i hovedelven.

Kontrollordningen for vassdragskalk har i starten av planperioden gjennomgått en full evaluering, med tanke på tilpassing til dagens standarder, forvaltnings- og bransjemessige krav.

I forrige planperiode (2016-2021) ble det beregnet og brukt 4- 5 millioner kroner årlig på utredninger og FoU. Det er forventet et tilsvarende behov for denne planperioden.

#### 4.5 Tilskudd til kalking som vannmiljøtiltak

[Tilskuddsordningen](#) skal bidra til å redusere de negative effektene av sur nedbør på naturmangfoldet i vassdrag. Det kan gis tilskudd til tiltak i områder der tålegrensen for menneskeskapt forsuring er overskredet, og hvor det kan påvises eller er sannsynlig at skader på naturmangfoldet skyldes forsuring. I områder der tålegrensen ikke lenger er overskredet, men hvor tidligere forsuring har ført til at det opprinnelige naturmangfoldet er borte, kan det gis tilskudd til å reetablere opprinnelig naturmangfold. Det gis ikke tilskudd til kalking av naturlig sure vassdrag.

Målgruppe for tilskuddsordningen for kalking er frivillige organisasjoner, kommuner, interkommunale organer samt fiskerettshavere. Tiltak som kan få tilskudd er blant annet kjøp og spredning av kalk i innsjøer og bekker, informasjons-/veiledningstiltak og reetablering av opprinnelig naturmangfold i kalka vassdrag – i tillegg til omtalte vilkår for kalkingsvirksomheten i kapittel 1.2 i denne planen. Det gis bare tilskudd til søkere som bidrar med egeninnsats (økonomiske midler eller arbeidsinnsats). Forutsetningen om allmennhetens tilgang til fiske gjelder fra det året søkeren mottar tilskudd. Informasjon om



tilskuddsordningen og søknadsskjema finnes i Miljødirektoratets elektroniske søknadssenter: <https://soknadssenter.miljodirektoratet.no/>.

#### 4.6 Bevilgninger, kostnader og prioriteringer for planperioden

Budsjett for 2022 er lagt til grunn for *Handlingsplan for kalking i Norge 2022 – 2026*. I 2022 ble det bevilget 72,9 millioner kroner til vassdragskalking. Dette er en videreføring av budsjettkuttet gjort for 2021, og vil medføre store endringer i virksomhetens handlingsrom. En videreføring av 2021-budsjettet i planperioden vil kunne medføre at dagens omfang av virksomheten må snevres inn. Dette vil kunne medføre at opphøring av kalking i enkelte laksevassdrag vil bli aktuelt og vurdert gjennom perioden. Videre gir det ikke handlingsrom for inkludering av nye kalkede vassdrag, optimalisering i eksisterende vassdrag, nødvendig vedlikehold av dagens kalkingsanlegg eller nye FoU-prosjekter innen fagfeltet (tabell 6).

Kalkingsvirksomheten har som sin viktigste oppgavene å opprettholde dagens kalkingsomfang ved å videreføre pågående kalking i laksevassdragene, innsjøer og bekker så lenge det er behov. Dette for å unngå tap eller reduksjon av fiskebestander og annet biologisk mangfold som er bygd opp over tid. For å kunne forbedre dagens virksomhet og gjennomføring av kalking vil optimaliseringstiltak i laksevassdrag, FoU-prosjekter og ny kalking i innsjøer og bekker bli prioritert. Gitt et tilstrekkelig handlingsrom fordeles det midler i samråd mellom Miljødirektoratet og Statsforvalteren til optimaliseringstiltak og kalking av nye laksevassdrag. I laksevassdrag vil nødvendige optimaliseringstiltak for å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet i hovedelven bli prioritert før andre optimaliseringstiltak og kalking av nye laksevassdrag. Reduksjon i tildeling vil og kunne påvirke den pågående kalkingen, og medføre en avvikling av kalking før det er faglig forsvarlig. En tilførsel av for lite kalk vil påvirke måloppnåelsen gjennom redusert overlevelse og svekkede bestander av fisk, og reduksjon i annet biologisk mangfold som det har tatt lang tid å bygge opp.

De årlige kalkingskostnadene er usikre, da kalkmengdene som brukes knyttet til kalkdosering i vassdragene vil variere med vannføringen i elvene, som igjen er styrt av nedbørsforholdene. I nedbørsrike år vil kalkforbruket være mye større enn i tørre år. Nedbørsvariasjonen fra år til år er ventet å ha mer å si for kalkbehovet og kostnadene enn de marginale endringene i forsurelsessituasjonen. Det er derfor tatt utgangspunkt i stabile kostnader som er justert for en prisøkning på 2 %.

Tabell 6: Fordeling av brukte midler for 2020 (før budsjettkutt), fordeling av midler for 2021 (med budsjettkutt) og fordeling av midler basert på 2022 budsjett. Tabellen viser konsekvensene og fravær av handlingsrom gjennom planperioden sett videreføring av 2022 budsjett (alle tall er i millioner kr). Driftsmidlene er justert for en prisøkning på 2 %.

	Fordelte midler ut fra budsjett		Fordeling av midler ut fra 2022 budsjett				
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Pågående kalking i laksevassdragene	64,5	57,5	57,5	58,1	59,3	60,5	61,7
Optimalisering i laksevassdragene		0	0	0	0	0	0
Nye vassdrag		0	0	0	0	0	0
Ventet årlig vedlikeholdsbehov kalkdoserere i laksevassdragene		0	0	0	0	0	0
FoU og utredninger		0	0	0	0	0	0
Innsjø- og bekkekalking	16,7	16,7	15,9	16,2	16,5	16,9	17,2
<b>Sum kostnader driftsmidler</b>	<b>81,2</b>	<b>74,2</b>	<b>72,9</b>	<b>74,4</b>	<b>75,8</b>	<b>77,4</b>	<b>78,9</b>
<b>Tilskuddsmidler</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>

## 5. Litteratur

- <sup>1</sup> Miljødirektoratet. 2016. Plan for kalking av vassdrag i Norge 2016-2021. M-488-2016. 24 s.
- <sup>2</sup> Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- <sup>3</sup> Direktoratet for naturforvaltning. 1998. Tilskudd til kalking i vassdrag med anadrome laksefisk – vilkår og retningslinjer. Notat. 6 s.
- <sup>4</sup> Direktoratet for naturforvaltning. 2000. Allmenn tilgang til fiske ved tildeling av kalkingstilskot. Notat. 4 s.
- <sup>5</sup> Austnes, K., Sample, J. E., Lund, E., 2021. Tålegrenser for forsurening og overskridelser for seks vassdrag i Vestland fylke. NIVA-rapport 7586-2021.
- <sup>6</sup> Austnes, K., Lund, E., Sample, J.E., Aarrestad, P.A., Bakkestuen, V., Aas, W., 2018. Overskridelser av tålegrenser for forsurening og nitrogen for Norge. Oppdatering med perioden 2012– 2016. Miljødirektoratet M-966, NIVA-rapport 7239.
- <sup>7</sup> Austnes, K., Lund, E., Valinia, S., Cosby, B.J., 2016. Modellbasert klassifisering av forureningstilstand i innsjøer uten måledata. NIVA-rapport 7047-2016.
- <sup>8</sup> Cosby, B.J., Hornberger, G.M., Galloway, J.N. and Wright, R.F., 1985a. Modeling the effects of acid deposition: Assessment of a lumped parameter model of soil water and streamwater chemistry. *Water Resources Research* 21(1): 51-63; Cosby, B.J., Wright, R.F., Hornberger, G.M. and Galloway, J.N., 1985b. Modeling the effects of acid deposition: Estimation of long-term water quality responses in a small forested catchment. *Water Resources Research* 21(11): 1591-1601; Cosby, B.J., Ferrier, R.C., Jenkins, A. and Wright, R.F., 2001. Modelling the effects of acid deposition: refinements, adjustments and inclusion of nitrogen dynamics in the MAGIC model. *Hydrology and Earth System Sciences* 5(3): 499-517.
- <sup>9</sup> Hindar, A., Wright, R.F., 2005. Long-term records and modelling of acidification, recovery, and liming at Lake Hovvatn, Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62 (11), 2620-2631.
- <sup>10</sup> Henriksen, A., Hindar, A., Tørseth, K., Lien, L., 1993. Betydningen av sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport 2917.

- 11 Dillon, P.J., Molot, L.A., Futter, M., 1997. The effect of El Nino-related drought on the recovery of acidified lakes. *Environmental Monitoring and Assessment* 46 (1-2), 105-111.
- 12 Moe, T.F., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., M. Grung, Hindar, A., de Wit, H., Calidonio, J.L.G., 2019. Overvåking av referanseelver 2018 - Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet M-1332.
- 13 <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/directive.htm>
- 14 [https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Nitrogen-oxides-\(NOx\)-%E2%80%93Regulation-13.aspx](https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)-%E2%80%93Regulation-13.aspx)
- 15 Miljødirektoratet 2020. Kontroll for vassdragskalk: Omsetningsstatistikk og analyseresultat. Årsrapport 2019. M-1778-2020
- 16 Miljødirektoratet (2021) *Nytte og kostnader ved kalking av laksevassdrag. Bakgrunnsrapport til "Plan for kalking av vassdrag i Norge. Handlingsplan for perioden 2022 – 2026"*.
- 17 Navrud, S. (1989). Chapter 5 Estimating Social Benefits of Environmental Improvements from Reduced Acid Depositions: A Contingent Valuation Survey. *Studies in Environmental Science*, ss. 69-102.
- 18 Navrud, S. (1990). *Nytte-kostnadsanalyse av vassdragskalking. En studie i Audna*. Direktoratet for naturforvaltning.
- 19 Navrud, S. (1993a). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke Audna. Utredning for DN. Nr. 1993-4*. Direktoratet for naturforvaltning.
- 20 Navrud, S. (1993b). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke mindre fiskevann*. Direktoratet for naturforvaltning.
- 21 Navrud, S. (1993c). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke Vegår*. Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning.
- 22 Hellen, B. A. & Hindar, A., 2020. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Miljødirektoratet rapport, M-1791 | 2020.
- 23 Høgberget, R., 2016. Optimalisering av silikatdosering i Vest-Agder. NIVA-rapport 7055-2016. 355s.
- 24 Haraldstad, T., Hindar, A., Høgberget, R., Kaste, Ø., Teien, H. C. (NMBU). 2017. Utredning av aktuelle kalkingstiltak i Agder. NIVA-rapport 7110-2017. 33s.

- <sup>25</sup> Hindar, A., Haraldstad, T., Høgberget, R., 2018. Optimalisering i kalkede laksevassdrag i Sør-Norge og kartlegging av andre forsurede, anadrome vassdrag i Agder. NIVA-rapport 7321-2018. 48s.
- <sup>26</sup> Hellen, B. A., Sægrov, H., Urdal, K., 2019. Kartlegging av kalkingsbehov i vassdrag og optimalisering i vassdrag der kalking pågår. Rapport nr 2791. 31s.
- <sup>27</sup> NIVA 2010. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Vest-Agder. Rapport 6260-2010. 30 s.
- <sup>28</sup> NIVA 2011. Vannkjemisk utvikling i innsjøer i Buskerud, Telemark og Aust-Agder de 5-8 første årene etter avsluttet kalking. Rapport 6260-2011. 34 s.
- <sup>29</sup> NIVA 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Buskerud. Rapport 6201-2011. 78 s.
- <sup>30</sup> NIVA 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hordaland. Rapport 6170-2011. 33 s.
- <sup>31</sup> NIVA 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oslo og Akershus. Rapport 6151-2011. 35 s.
- <sup>32</sup> NIVA 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Sogn og Fjordane. Rapport 6101-2011. 28 s.
- <sup>33</sup> NIVA 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark. Rapport 6304-2012. 46 s.
- <sup>34</sup> NIVA 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland. Rapport 6296-2012. 32 s.
- <sup>35</sup> NIVA 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Østfold. Rapport 6441-2012. 41 s.
- <sup>36</sup> NIVA 2013. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Telemark. Rapport 6507-2013. 58 s.
- <sup>37</sup> NIVA 2013. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Vestfold. Rapport 6493-2013. 30 s.

Tlf.: 73 58 05 00  
post@miljodir.no  
www.miljodirektoratet.no  
Postboks 5672 Sluppen,  
7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim:  
Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo:  
Grensesvingen 7, 0661 Oslo



Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har i underkant av 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptrer selvstendig i enkelt saker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring.

Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.