

Miljødirektoratet

# Nytte og kostnader ved kalking av laksevassdrag

Bakgrunnsrapport til "Plan for kalking av vassdrag i Norge. Handlingsplan for perioden 2022 - 2026".

M -2241 | 2022

# Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Miljødirektoratet som et bakgrunnsdokument til *"Plan for kalking av vassdrag i Norge. Handlingsplan for perioden 2022-2026"*.

Rapporten baserer seg på foreliggende kunnskapsgrunnlag for handlingsplan for kalking. I tillegg er det samlet inn kunnskap om inntekter fra salg av fiskekort i kalkede laksevassdrag og oversikt over andre gjennomførte og planlagte tiltak i vassdragene.

Vi takker Harald Endresen, Alf Helge Tønnesen, Randulf Øysæd, Torill D. Gjedrem og Werner Garre for deling av data på salg av fiskekort, og statsforvalterne i Agder, Rogaland og Vestland for oversikt over andre gjennomførte og planlagte tiltak. En spesiell takk til Frode Kroglund hos Statsforvalteren i Agder for deling av kunnskap om samfunnsøkonomiske virkninger.

Ståle Navrud fra Menon Economics har bidratt som kvalitetssikrer på et tidligere utkast.

Vi gjør oppmerksom på at det har vært nødvendig å legge til grunn mange forutsetninger for å kunne analysere mulige positive og negative samfunnsøkonomiske virkninger av kalking. Slike forutsetninger vil alltid innebære en forenkling av virkeligheten. Det bør derfor utvises forsiktighet ved videre bruk av rapportens resultater.

# Innhold

1. Innledning .....	4
2. Forsuringssituasjonen i Norge .....	6
2.1 Hvorfor er lavt kalsiuminnhold et problem? .....	6
2.1.1 Hvor kommer den sure nedbøren fra? .....	7
2.1.2 Forventet utvikling .....	9
3. Relevante tiltak for å redusere forsuringsproblemet .....	11
3.1 Kalking .....	11
3.2 Supplerende tiltak .....	13
4. Økologiske effekter av kalking .....	17
4.1 Negative effekter av kalking? .....	17
4.2 Positive effekter av kalking .....	17
4.2.1 Anadrom laksefisk .....	17
4.2.2 Ål .....	25
4.2.3 Elvemusling .....	26
4.2.4 Bunndyr .....	27
5. Lokal verdiskaping forbundet med fiske i kalkede elver .....	29
5.1 Avgrensing lokal verdiskaping .....	29
5.2 Inntekter fra salg av fiskekort .....	30
5.3 Omsetning fra salg av andre varer og tjenester .....	31
5.4 Lokal verdiskaping .....	32
6. Samfunnsøkonomisk analyse - metode og forutsetninger .....	35
6.1 Nullalternativet - Avslutning av kalking .....	36
6.2 Tiltak - Videreføre kalking .....	38
7. Verdsetting av virkninger på økosystemtjenester .....	41
7.1 Total samfunnsøkonomisk verdi .....	42
7.2 Metode for verdsetting av ikke-prissatte virkninger (pluss-minus metode) .....	43
7.3 Verdsetting av ikke-prissatte virkninger for økosystemtjenester .....	46
7.3.1 Grunnleggende livsprosesser .....	47
7.3.2 Forsynende tjenester .....	48
7.3.3 Regulerende tjenester .....	51
7.3.4 Opplevels- og kunnskapstjenester .....	52
7.4 Regionale vurderinger .....	57
7.4.1 Agder .....	57
7.4.2 Rogaland .....	57
7.4.3 Vestland .....	58

7.5	Oppsummering av ikke-prissatte virkninger .....	58
7.6	Usikkerhet ved ikke-prissatte virkninger.....	61
8.	Prissetting av nyttevirksomheter for fritidsfiske i elv .....	64
8.1	Forutsetninger for prissatte nyttevirksomheter .....	64
8.2	Produsentoverskudd .....	65
8.3	Konsumentoverskudd .....	67
8.4	Totale prissatte nyttevirksomheter .....	71
9.	Kostnader.....	72
9.1	Totale bevilgninger til kalking .....	72
9.2	Kostnader til kalking av laksevassdrag .....	72
9.3	Kostnader 2022-2031 .....	73
10.	Sammenstilling og analyse av nytte- og kostnadsvirkninger .....	75
10.1	Sammenstilling .....	75
10.2	Break-even analyse .....	77
10.2.1	Hvem berøres av tiltaket? .....	77
10.2.2	Break-even beløp for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt .....	78
10.2.3	Mulig størrelsesorden for ikke-prissatte virkninger - gjennomgang av studier... ..	79
10.2.4	Sammenstilling av break-even beløp og mulig størrelsesorden for ikke-prissatte virkninger. ....	84
10.3	Følsomhetsanalyse .....	85
10.3.1	Usikkerhet i framskriving av effekter.....	85
10.3.2	Usikkerhet i prissatte virkninger .....	88
10.4	Konklusjon .....	89
12.	Oppsummering.....	90
13.	Referanser .....	94

#### **Vedlegg:**

1. Vedlegg 1 Liste over referansevassdrag
2. Vedlegg 2 Oversikt over anslått effekt av kalking på fangst av anadrom laksefisk i kalkede vassdrag

# 1. Innledning

Siden 1985 har stadig flere elver og innsjøer blitt kalket for å motvirke utfordringene med sur nedbør. Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemene vi har hatt i Norge, og har ført til at forsuringfølsomme arter har blitt borte eller kraftig redusert i berørte vassdrag. På lang sikt er det eneste tiltaket som kan redusere eller løse forsuringproblemene mindre utslipp av svovel og nitrogen i Europa. Mengden sur nedbør som treffer Norge har gått kraftig ned siden 1970- tallet, og ventes også å reduseres noe mer i årene som kommer. Tynt jordsmonn og kalkfattig berggrunn gjør imidlertid at deler av Sør-Norge og Vestlandet har lav tålegrense for forsuring, som gjør at det fortsatt er mange vassdrag som har for surt vann til at forsuringfølsomme arter kan leve der. Framskrivninger av naturens tålegrense indikerer at selv om mengden sur nedbør fortsetter å gå noe ned, så vil forsuringproblematikken i disse regionene, og da særlig på Sørlandet, gjøre seg gjeldende en god stund framover. Kalking anses som det mest aktuelle tiltaket for å løse utfordringene forbundet med forsuring av vassdrag på kort og mellomlang sikt.

Kalking er imidlertid et kostbart tiltak siden tiltaket må gjennomføres regelmessig for å få ønsket effekt. De siste ti årene har det totalt blitt bevilget nærmere 400 mill. kroner på kalking av laksevassdrag. Tidligere norske studier har vist at nytten av å kalke eller redusere utslippene som fører til sur nedbør overstiger de relaterte kostnadene (Navrud S. , 1989; Navrud S. , 1993a; Navrud S. , 1993c; Navrud S. , 1993b). Reduksjoner i utslipp, endringer i kalkingsaktiviteten og endringer i samfunnet for øvrig gjør imidlertid at det ikke er mulig å overføre resultatene direkte 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 vedtatt kalking av laksevassdrag.

Formålet med analysen er todelt:

- 1) å få en mer helhetlig og systematisk beskrivelse av verdier som påvirkes av kalking, og
- 2) vurdere om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene forbundet med kalking overgår kostnadene.

For å besvare punkt 1) har det vært viktig å belyse bredden av verdier som kalking bidrar med. De mest kjente nyttevirkningene av kalking er bevaring av lokale laksebestander og forbedring av fiskemulighetene. Det har derfor vært viktig å finne ut hvor stor andel av fangsten som kan tilskrives kalking for å få bedre oversikt over størrelsesordenen på verdier som påvirkes. Kalking har imidlertid også positiv effekt for andre arter, som elvemusling og ål, og andre verdier som genetiske ressurser, mattilgang og vannrensing. Dette er verdier som har vært lite belyst tidligere, men som det er viktig å fange opp for å beskrive de totale nyttevirkningene.

For å besvare punkt 2) har det vært viktig å sikre en mest mulig riktig sammenstilling av nytte- og kostnadsvirkninger av kalking. Siden det kan være noe forskjell i tid mellom når kostnadene påløper og de økologiske effektene av kalking inntreffer, har det vært viktig å sette en analyseperiode som fanger opp begge deler. For at analysen skal få relevans framover, har vi valgt å se på virkningene av å videreføre vedtatt kalkingsvirksomhet de ti neste årene opp mot et hypotetisk nullalternativ der kalking hadde blitt avsluttet med virkning fra og med 2022. Resultatene fra analysen viser dermed de totale nytte- og kostnadsvirkningene forbundet med å videreføre kalking på vedtatt nivå fram til og med 2031.

Vi ser kun på kalking av laksevassdrag. Det foregår også kalking av innsjøer og bekker, som har positive virkninger for blant annet bestander av ferskvannsfisk, biologisk mangfold og enkelte truede arter (som elvemusling og edelkreps), men disse vassdragene inkluderes ikke i analysen. Årsaken til dette er at det er ressurskrevende å utarbeide en detaljert analyse om nytte- og kostnadsvirkninger. Laksevassdrag ble prioritert fordi en stor andel av bevilgningene til kalking går til dette formålet, og fordi data om fritidsfiske er lettere tilgjengelig for laksevassdrag enn for innsjøer. Som regel er det et klart skille mellom effektene av kalking av vassdrag og kalking av innsjøer og bekker. I Rogaland er det imidlertid et fåtalls kalkede laksevassdrag<sup>1</sup> som også påvirkes av kalking i innsjøer oppstrøms for anadrom strekning. Siden dette kun dreier seg om noen få vassdrag, utelater vi kostnadene forbundet med kalking av disse innsjøene fra analysen (innsjøkalking vil ha andre nyttevirksomheter som heller ikke inkluderes i analysen).

Gjennom analysen brukes både *vassdrag* og *elv* som betegnelse på laksevassdrag. Vassdrag brukes i hovedsak når det er direkte relatert til kalkingen, mens elv brukes oftere ved beskrivelse av nyttevirksomheter.

### Leseveiledning

Bakteppet for den samfunnsøkonomiske analysen beskrives i kapittel 2 om forsuringssituasjonen i Norge og kapittel 3 om tiltak for å motvirke forsuringssituasjonen (kalking) og hvordan disse virker sammen med andre tiltak (supplerende tiltak). Kapittel 4 beskriver økologiske effekter av kalking, med utgangspunkt i hvordan ulike arter og artsgrupper har vært påvirket av forsuring. Det settes søkelys på fire forsuringfølsomme arter/artsgrupper; anadrom laksefisk, ål, elvemusling og bunndyr, som har hatt dokumenterte positive effekter av kalking. Kapittel 4 danner grunnlaget for identifisering og verdsetting av virkninger i kapittel 6, 7 og 8. Kapittel 5 beskriver lokaløkonomiske virkninger av fiske i kalkede elver, og vurderer kalkingens bidrag. Rammene og forutsetningene for den samfunnsøkonomiske analysen fastsettes i kapittel 6. Her gis det også en beskrivelse av antatt utvikling i nullalternativet og ved videreføring av kalking for berørte arter, basert på dokumenterte økologiske effekter av kalking i kapittel 4.

Kapittel 7 inneholder både beskrivelse av metode for verdsetting av ikke-prissatte virkninger, og verdsetting av ulike økosystemtjenester som påvirkes av kalking. Kapittel 8 prissetter de direkte nyttevirksomhetene kalking har for fritidsfiske i elv, som var den eneste av mange nyttevirksomheter som det var mulig å kvantifisere og verdsette. Kostnadene forbundet med kalking gjennomgås nærmere i kapittel 9. Kapittel 10 sammenstiller nytte- og kostnadsvirkningene som er identifisert og verdsett i kapittel 7, 8 og 9, og det utføres her en break-even analyse for å vurdere om det er sannsynlig at de totale nyttevirksomhetene forbundet med kalking overgår netto kostnader. Siden det er en del usikkerhet forbundet med en del av verdsettingsanslagene, utføres det også en følsomhetsanalyse i kapittel 10 som tar utgangspunkt i de største usikkerhetsmomentene. Formålet med følsomhetsanalysen er å vurdere hvor robust resultatene som framkommer i kapittel 10 er for endringer i de mest usikre faktorene. Til slutt konkluderes det i kapittel 10 om det kan antas om kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Resultatene oppsummeres i kapittel 11.

---

<sup>1</sup> Bjerkreimsvassdraget, Ogna og Sokndalsvassdraget.

## 2. Forsuringssituasjonen i Norge

Sur nedbør er vann som kommer ned på jorden med en lavere pH-verdi enn 5,6 og er en konsekvens av at svoveldioksid ( $SO_2$ ) og nitrogenoksider ( $NO_x$ ) reagerer med vanddamp i atmosfæren og danner svovelsyre ( $H_2SO_4$ ) og salpetersyre ( $HNO_3$ ). Begge disse stoffene finnes naturlig i atmosfæren, men som et resultat av menneskeskapte utslipp gjennom industrialisering og økt bruk/forbrenning av fossile energikilder, øker konsentrasjonen av disse stoffene. Metallurgisk industri, energiforsyning, transport og utslipp fra olje- og gassvirksomhet er de viktigste kildene til utslipp som fører til sur nedbør (Miljødirektoratet, 2020a). Den negative påvirkningen av sur nedbør på økosystemer fikk først oppmerksomhet internasjonalt på 60-tallet (Menz & Seip, 2004). Sur nedbør har imidlertid forsynt norsk natur med menneskeskapte svovel- og nitrogenforbindelser helt siden oppstarten av den industrielle revolusjonen. I Norge kan effekten av sur nedbør på vannlevende organismer spores tilbake til starten av 1900-tallet hvor sterkt reduserte fangster av laks i Agder og Rogaland trolig kan knyttes til spesielle nedbørsperioder (NIVA, 2020).

Berggrunn, jordsmonn og vegetasjon spiller en avgjørende rolle i hvordan den kjemiske tilstanden er for vannet som til slutt renner ut i vassdragene fra områder påvirket av sur nedbør. Dersom berggrunnen er rik på kalk vil kalsium bli oppløst i tilstrekkelig mengde til å nøytralisere vannet. Eksempler på dette er Danmark og flere steder i Norge, spesielt på Østlandet, og i Trøndelag og Nord-Norge. Nedfall av sur nedbør i Norge rammer derfor sterkest vassdragene i fylkene i sørvest som Agder, Rogaland og Vestland, hvor berggrunnen er skrinn og kalkfattig.

Utarmingen av mineraler som kalsium over lengre tid fra jordsmonnet har redusert evnen til å nøytralisere avrenningen av vannet som renner ut i vassdraget. Vassdragene i kalkfattige områder er derfor i dag enda mer følsomme for eventuell ny forsuring enn de var da den første menneskeskapte sure nedbøren kom på begynnelsen av 1900-tallet. Terskelverdien for hvor mye naturen kan tåle av svovel og nitrogenforbindelser uten at det fører til skadevirkninger har derfor gått ned i disse områdene.

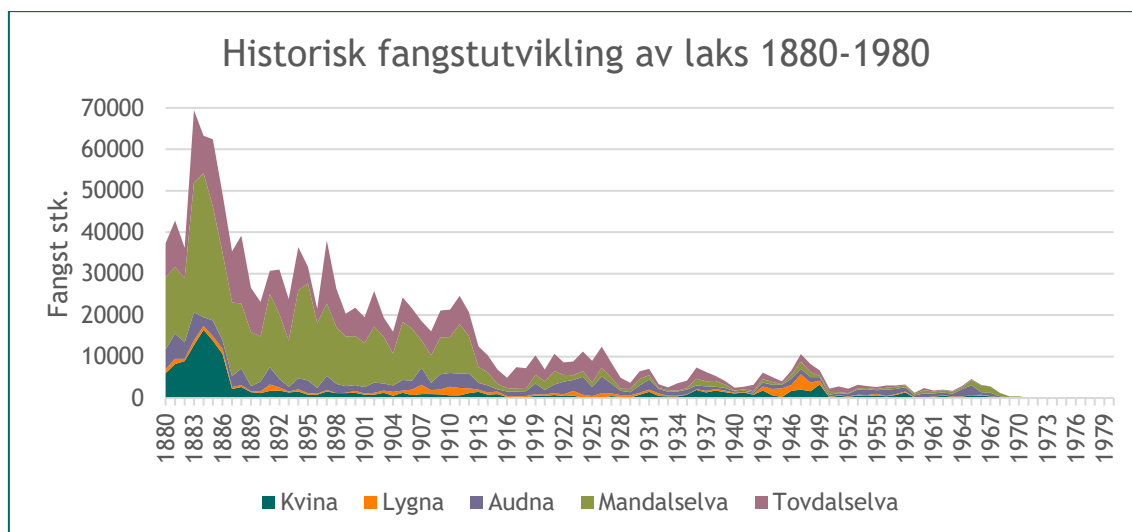
### 2.1 Hvorfor er lavt kalsiuminnhold et problem?

Lavt kalsiuminnhold i vannet fører til problemer for mange vannlevende organismer, planter og dyr og medfører en reduksjon i det arts mangfoldet. En undersøkelse før kalking i Tovdalsvassdraget i 1995-96, anslo tap av biologisk mangfold til mellom 20 og 30 prosent i hovedvassdraget og viktige sidevassdrag, fordelt på de ulike plante- og dyregruppene (Brandrud, et al., 2000). Studien konkluderte med at minst 100 arter hadde gått tapt i hovedvassdraget etter forsuring. Det ble også påvist redusert arts mangfold hos alle viktige grupper av planter og dyr; høyerestående planter, begroingsalger, planteplankton, bunndyr og småkreps i innsjøene. Noen forsuringfølsomme arter ble fortsatt funnet i mindre lokaliteter i vassdraget som ikke hadde blitt forsuret.

Krepsdyr og muslinger trenger kalk for å bygge opp skall og når vannet blir surere får disse organismene problemer med å ta opp kalsium fra vannet og dør på grunn av det. For enkelte

plantearter påvirkes vekstvilkårene ved at forsuring fører til endringer i karbonlikevekten i vannet med høyere konsentrasjon av løst CO<sub>2</sub> og mindre bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). I tillegg kan forsuring skape problemer for noen typer sjøfugl og muligens oter, i form av redusert tilgang til fisk. Det er få arter som er kjent for å foretrekke surt vann, men noen er mer tolerante enn andre og kan dermed ha et konkurransefortrinn i surt vann.

Sur nedbør skiller også ut aluminium fra jordsmonnet som sammen med redusert pH fører til forgiftning hos fisk. Fisk reagerer på aluminium ved å danne et tykt slimlag over gjellene som fører til at den ikke klarer å ta opp tilstrekkelig oksygen fra vannet og dør derfor av respiratorisk svikt. Følsomheten for aluminium varierer med livsstadium, hvor laksesmolt er mer følsom enn nyklekt yngel og eldre fisk. På grunn av livssyklusvariasjoner vil forsuring som inntreffer om høsten og vinteren være mindre alvorlig enn en tilsvarende episode om våren. Det er særlig laksefisk som laks og ørret som er ømtålige for sur nedbør, men ørret tolererer surere vann enn laksen. Et illustrerende bilde på påvirkningen sur nedbør har hatt på laks er Figur 1 som viser endringen i historisk fangststatistikk for fem vassdrag i Agder i perioden 1880-1980. Figuren viser en tydelig negativ trend siden 1880 fra en topp på 69443 laks i 1883 til bare noen hundre fisk fra og med 1969. Som senere beskrevet i kapittel 4.2.1 er det imidlertid knyttet stor usikkerhet til den historiske fangststatistikken og figuren må derfor tolkes deretter.



Figur 1: Historisk fangstutvikling for fem vassdrag i Agder i perioden 1880-1980. Kilder: Miljødirektoratet.

### 2.1.1 Hvor kommer den sure nedbøren fra?

Majoriteten av nedfallet av sur nedbør i Norge blir "importert" fra Storbritannia, sentraleuropeiske land og Russland gjennom vær og vind som frakter luftforurensningen over Nordsjøen og Østersjøen. Det finnes ingen data på mengden nedfall av sur nedbør i Norge før 1965 da det ble igangsatt en systematisk månedlig innsamling av vannprøver i tolv hovedvassdrag og åtte sideelver fra Søndeledelva (Gjerstadelva) i øst til Sira i vest<sup>2</sup>. Det er imidlertid gjort forsøk på å beregne nedfallet av svovel tilbake til 1880 med utgangspunkt i klimadata og europeisk forbruk av fossilt brensel. Disse viser at beregnet nedfall av svovel siden 1880 økte fra år til år fram til en topp i 1970 for så å gå ned år for år frem til i dag (Tørseth, 2000). Norsk overvåking av luftforurensning begynte først i 1972 med LRTAP-programmet (*Long Range Transport of Air Pollutants*), som er et internasjonalt overvåkingsprogram med

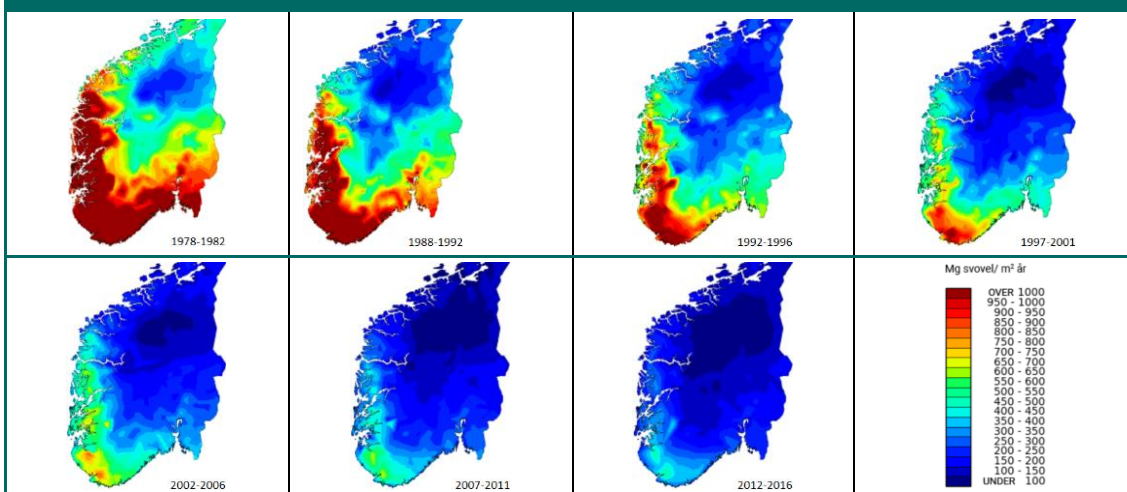
<sup>2</sup> Målingene som ble gjort den gang var pH, elektrisk ledningsevne som forteller noe om innholdet av mineraler og total hardhet som er et mål for kalkinnholdet.



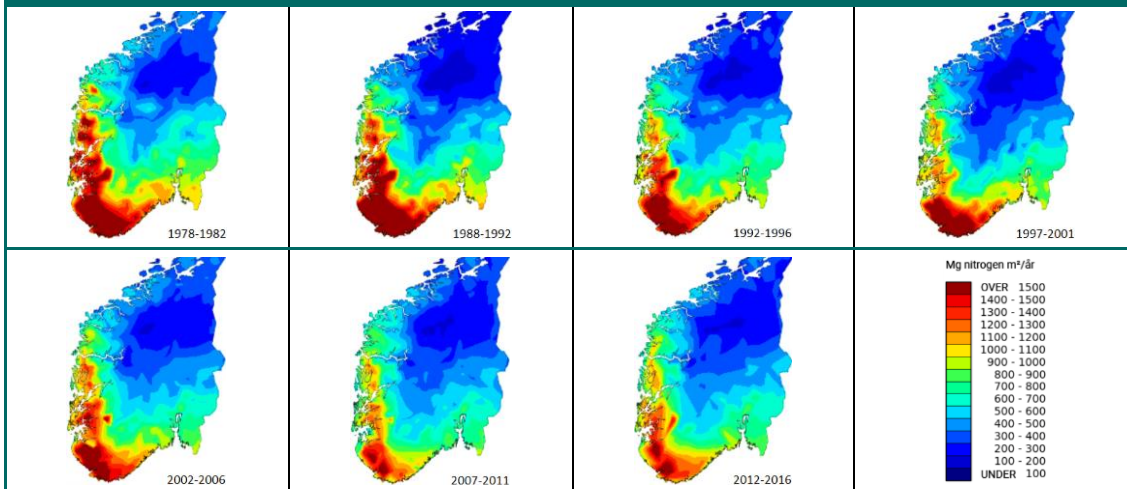
målestasjoner over hele Europa igangsatt av OECD. Del 1 i Figur 2 viser periodevis avsetning av svovel i Sør-Norge i perioden 1978-2016 og viser et svovelnedfall på over 1000 mg/m<sup>2</sup> årlig for Sør- og Vestlandet i perioden 1978-82. I 1980 var 30 prosent av Norges areal skadet av forsuring (Miljødirektoratet, 2020a). Nedfallet av svovel etter den tid har imidlertid avtatt med en gradvis forbedring fram til 2016. Perioden 2002-2006 er for eksempel siste gang målinger over 1000 mg/m<sup>2</sup> årlig blir observert i området mellom Lyngdal og Egersund. Svovelnedfallet i Sør-Norge i siste observasjonsperiode (2012-2016) ligger på samme nivå som beregnede verdier i 1900, og i samme periode er arealet skadet av forsuring redusert til 7 prosent (Miljødirektoratet, 2020a).

Del 2 i Figur 2 viser avsetningen av nitrogen i samme periode i Sør-Norge. Sammenhengen mellom sure vassdrag og nitrogen er ikke så enkel og direkte som for svovel. Dette fordi nitrogen i større grad holdes tilbake i jordsmonnet, der den kan ha en viss gjødslingseffekt for vegetasjonen, særlig bartrær (Grønli, 2002). I likhet med svovelnedfallet i del 1 i Figur 2, har det skjedd en gradvis reduksjon siden 70-tallet. Reduksjonen er imidlertid ikke like stor som for svovel, indikert med områder med nitrogennedfall over 1500 mg/m<sup>2</sup> årlig i perioden 2012-2016. Den relative betydningen av nitrogen som forsursingskilde sammenlignet med svovel er derfor økende.

### 1. Avsetning av svovel (SO<sub>2</sub>)

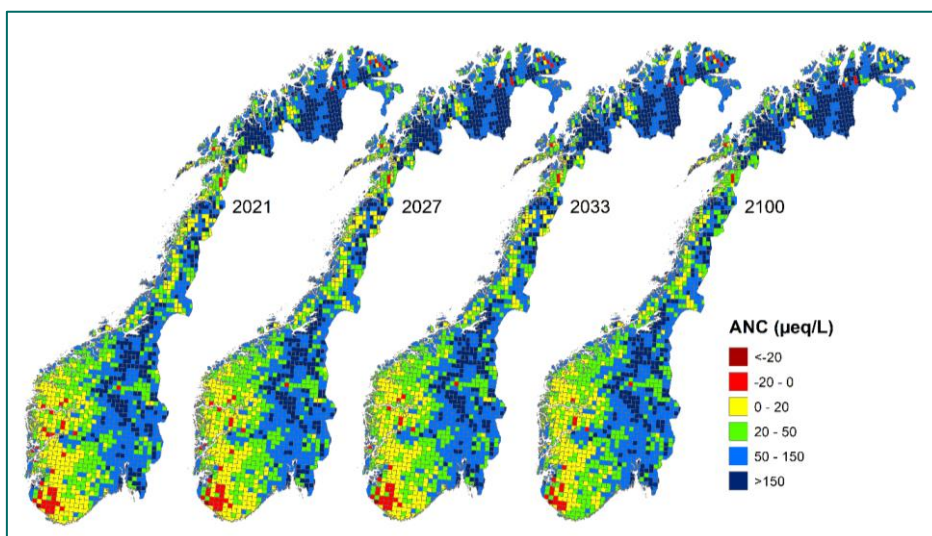


### 2. Avsetning av nitrogen (NO<sub>x</sub>)



Figur 2: Avsetning av svovel og nitrogen i Norge i perioden 1978 til 2016 (Miljødirektoratet, 2020a)

Reduksjonen av nedfallet har i seg selv forbedret tilstanden i norske vannforekomster. Overvåkning viser at gjennomsnittlig pH har steget fra ca. 5 til omtrent 5,4 i 78 ukalkede innsjøer mellom 1986 og 2015. I tillegg viste denne overvåkingen at vannets evne til å motstå tilførsel av sterke syrer (bufferevne), målt i ANC<sup>3</sup>, også bedret seg i denne perioden (Garmo, Skancke, & Høgåsen, 2016). ANC viser enkelt forklart hvor mye svovel og nitrogen naturen kan tåle uten at den tar skade ved å beregne forholdet mellom konsentrasjonen av basekationer og sterke syrers anioner. Figur 3 viser modellerte ANC-verdier for perioden 2021-2100 med forutsetning om at utslippsreduksjoner som ble vedtatt før 2008 blir gjennomført, og at de ikke blir redusert utover dette (Miljødirektoratet, 2016). Figur 3 er derfor også en antagelse om forventet nedfall av sur nedbør.



Figur 3: Modellerte ANC-verdier for overflatevann med forutsetning om at utslippsreduksjonene vedtatt i 2008 blir gjennomført. (Kilde NIVA)

### 2.1.2 Forventet utvikling

Figur 3 viser at det skjer en gradvis forbedring i ANC-verdiene fram til 2100. Flere områder særlig på Sør- og Vestlandet har imidlertid negative ANC-verdier for hele perioden, som indikerer at forsuringproblemene særlig i sør vil fortsette i lang tid. Kalking av vassdrag vil derfor være et langsiktig behov.

Det er i stor grad de internasjonale forpliktelsene i utslippsbegrensende avtaler som avgjør utviklingen i forsuringssituasjonen framover. Som "importør" av sur nedbør har Norge vært en pådriver for å få på plass slike forpliktende avtaler. Den siste protokollen under Langtransportkonvensjon fra 1999 (Gøteborg-protokollen) ble revidert i 2012, og trådte i kraft i 2019, med utslippsmål for 2020. Disse er inkludert i EUs NEC-direktiv som setter enda strengere utslippsmål for 2030. Blant annet er ambisjonen i NEC-direktivet at utslipp av svoveldioksid og nitrogenoksider skal være redusert med henholdsvis 81 og 69 prosent i 2030, sammenlignet med utslippene i 2005. Det vurderes nå om Gøteborg-protokollen igjen skal revideres, men det er begrenset hvor mye lavere utslipp man kan oppnå, spesielt med kun

<sup>3</sup> ANC = Acid Neutralizing Capacity. Beregnes som differansen mellom konsentrasjonene av basekationer (kalsium, magnesium, natrium og kalium) og sterke syrers anioner (klorid, sulfat og nitrat). Det er risiko for forsuringsskader på fiskebestander dersom ANC-verdien er lavere enn  $30 \mu\text{eqv L}^{-1}$ .

tekniske løsninger, og særlig for svovel. De siste årene har imidlertid varsel fra IMO<sup>4</sup> om redusert svovelinhold i diesel for skipstrafikk fra og med 1.1.2020, gitt en ytterligere forbedring. Også for nitrogen er det stort potensial for å redusere utslipp fra skipstrafikk. Fra januar 2021 vil de strengeste IMO-kravene for nitrogenoksider (Tier III) gjelde for Nordsjøen og Østersjøen. Framtidig overvåking vil avdekke om det skjer en faktisk ytterligere reduksjon av utslipp som følge av dette.

---

<sup>4</sup> International Maritime Organization

### 3. Relevante tiltak for å redusere forsuringsproblemet

Det eneste langsiktige tiltaket som kan redusere eller løse forsuringsproblemene er mindre utslipp av langtransporterte forsurende stoffer fra Europa. Som beskrevet i kapittel 2, vil forsuringsproblemene særlig i Sør-Norge fortsette i lang tid. På kort og mellomlang sikt er det derfor nødvendig med andre tiltak som bidrar til å forbedre vannkvaliteten lokalt.

Det finnes i utgangspunktet to hovedtiltak for behandling av vann lokalt, kalking og silikatbehandling. Kalking har vært mest brukt for å forbedre vannkvaliteten. Årsaken til dette er at kalking som regel er langt billigere enn silikatbehandling, og at kalking ved riktig bruk anses å kunne oppnå en god nok vannkvalitet til å kunne ivareta forsuringsfølsomme arter. Silikatbehandling har imidlertid en fordel i form av at den binder aluminium raskere, som er en fordel ved forekomst av sjøsaltepisoder og i vassdrag som får betydelig tilførsler av surt vann fra sidevassdrag. Det er i dag tre mindre vassdrag i Agder og ett mindre vassdrag i Rogaland som silikatbehandles. I Agder jobbes det med å gå over til bruk av kalkdoserere fordi det byr på færre tekniske utfordringer enn silikatbehandling, og det er billigere. På bakgrunn av at kalking vurderes som det billigste alternativet for å forbedre vannkvaliteten, og at det også anses å bidra til tilstrekkelig måloppnåelse i de fleste tilfellene, vurderes kalking å være det mest aktuelle tiltaket for å løse forsuringsutfordringene på kort og mellomlang sikt. Kalking som tiltak beskrives nærmere i kap. 3.1 nedenfor.

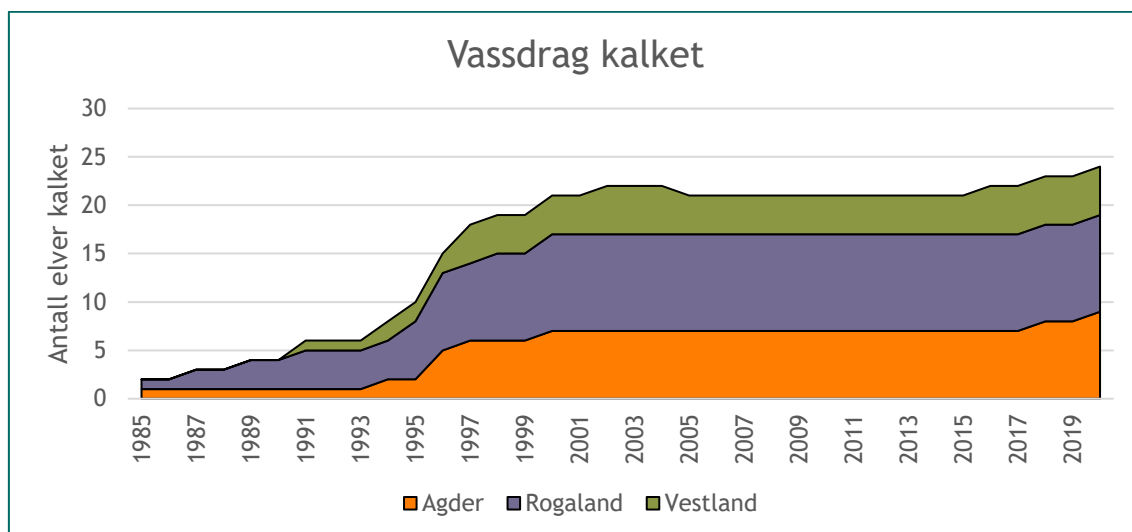
Kalking vil i mange tilfeller være avhengig av andre tiltak, kalt supplerende tiltak, for å få stor effekt. For eksempel kan det være behov for å gjennomføre reetableringstiltak og/eller restaureringstiltak for å styrke og sikre en levedyktig laksebestand. Samtidig er reetablerings- og restaureringstiltak avhengig av kalking for å få en effekt. Uten god vannkvalitet hjelper det lite å sette ut mer fisk eller forbedre de fysiske leveforholdene. Kapittel 3.2 gir en oversikt over iverksatte og planlagte supplerende tiltak i de kalkede vassdragene som virker sammen med kalking og som antas å få effekt for naturmangfoldet de neste årene.

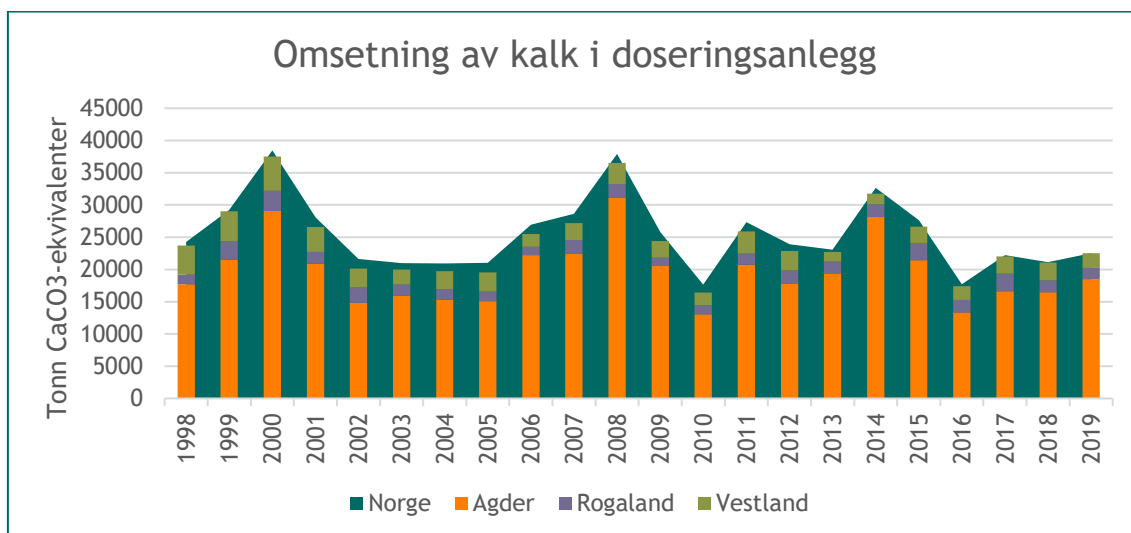
#### 3.1 Kalking

Kalking av vassdrag som nasjonal strategi finansiert over statsbudsjettet har pågått siden 1983. Siden da er det utarbeidet syv handlingsplaner av Miljødirektoratet og dets forgjenger Direktoratet for naturforvaltning. Målet for siste handlingsplan for kalking for perioden 2016 - 2021 var å sikre eller gjenskape minimum "god økologisk tilstand" etter vannforskriften og EUs vanndirektiv med hensyn til forsuring, og sikre tilgjengelig fritidsfiske i forsuringsrammede områder (Miljødirektoratet, 2016). God økologisk tilstand betyr at økosystemene ikke avviker vesentlig fra intakte økosystemer ved at viktige økologiske strukturer, funksjoner og økologisk produktivitet er ivaretatt på tross av påvirkning fra menneskelig aktivitet. De samme målsetningene gjelder for den kommende handlingsplanen for perioden 2022-2026, bortsett fra en ny presisering om at man også ønsker å sikre levevilkår for viktige arter og bestander i forsuringsrammede områder. Historisk sett er det av hensyn til laks at kalkingsprosjekter har blitt iverksatt. Den indirekte effekten av bedre vannkvalitet på andre vannlevende organismer har ikke blitt tatt hensyn til i like stor grad.

Det er totalt 25 laksevassdrag som har blitt kalket i Norge siden 1985. Beslutningen for oppstart av kalking i et vassdrag er begrunnet ut fra kriterier som om det kan påvises menneskeskapt forsuring i området, om det opprinnelige biologiske mangfoldet er påvist forsuringsskadet og om tålegrensene for forsuring i området er overskredet. Gitt disse kriteriene må aktuelle vassdrag for oppstart av kalking alltid vurderes opp mot tilgjengelige økonomiske midler. 22 av de kalkede vassdragene ble startet kalket i perioden 1985-2002. I perioden 2016-2020 er det startet opp kalking i to nye vassdrag, i tillegg ble det startet kalking av et nytt rundt årsskiftet 2020/2021. Figur 4 viser antall kalkede laksevassdrag årlig fordelt mellom fylker mellom 1985 - 2019.

Geografisk er vassdragene fordelt mellom (antall vassdrag i parentes): Agder (9), Rogaland (10) og Vestland (6). Av alle vassdrag kalket er det bare Vosso i Vestland fylke hvor kalkingen er avsluttet. Dette skjedde i 2005 på grunnlag av kunnskap som tilsa at forsuring av vassdraget ikke var hovedproblemet, og derfor ikke som et resultat av oppnådd måloppnåelse om god nok kvalitet. Kalking kan avsluttes når det har skjedd en gradvis naturlig gjenhentingsprosess etter forsuringen. Dette har imidlertid ikke vært tilfelle for noen vassdrag per dags dato.





Figur 5: Omsetning av kalk i doseringsanlegg. Data er hentet fra tilgjengelige årlige rapporter for kontrollordning for vassdragskalk: Omsetningsstatistikk og analyseresultat i perioden 1998 - 2019. Kilde: Miljødirektoratet

## 3.2 Supplerende tiltak

Siden kalkingens oppstart har det vært gjennomført mange andre tiltak som har hatt stor betydning for effekten av kalking. Dette gjelder særlig utsetting av fisk i vassdrag med utryddet eller truede fiskebestander. Miljødirektoratet har mottatt informasjon fra Statsforvalteren i Agder, Rogaland og Vestland om hvilke tiltak som er gjennomført eller vedtatt i senere tid. Disse tiltakene avhenger av god vannkvalitet (som oppnås gjennom kalking) for å få effekt, samtidig som de bidrar til å øke kalkingens effekt for naturmangfoldet. Resultatet fra denne kartleggingen er oppsummert i tabellene nedenfor.

Kartleggingen viser at det er igangsatt mange tiltak de senere årene som vil bidra til å forbedre leveområdene for anadrom laksefisk i tiden framover. For mange av tiltakene har det vært vanskelig å fastslå forventet effekt, utover at de ventes å bidra til å øke fangsten på sikt. Kartleggingen gir en oversikt over hvilke tiltak som er iverksatt som kan påvirke effekten av kalking framover og som avhenger av framtidig kalking for å oppnå effekt. Siden det er ulike aktører som har vært med å finansiere tiltakene, har vi ikke full oversikt over kostnadene forbundet med supplerende tiltak.

Tabell 1: Oversikt over gjennomførte og vedtatte tiltak i Agder med virkning fram i tid

Vassdrag	Tiltak <sup>5</sup>	Forventet effekt <sup>6</sup>	Kostnader og finansiering
<b>Vegår</b>	Restaurering av gammel fisketrapp og bygging av ny trapp ved Fosstveit kraftverk, og restaurering av fiskeheis ved Hammerdammen.	Lette oppgangen av gytefisk og tilgjengeliggjøre 50% av produksjonsarealet.	Ny trapp Fosstveit påkostes av regulant. Restaurering av fiskeheis ved Hammerdammen påkostes av Næs Jernverk.
<b>Arendals-vassdraget</b>	Gytegrus i hovedelva. Fisketrapp ved Rygene kraftverk.	Økt oppgang av gytefisk og økt smoltproduksjon i hovedelva.	Fisketrapp finansieres av regulant (Agder Energi).

<sup>5</sup> Det foregår per dags dato ingen reetableringstiltak i Agders kalkede laksevassdrag.

<sup>6</sup> Effektene av dagens restaureringstiltak forventes å inntreffe først om 5 - 10 år.



<b>Tovdals- vassdraget</b>	Boen kraftverk - ny varegrind. Tiltak i sidebekker (Nedre Tovdal fiskelag). Laksefossen: oppvandingstiltak.	Økt oppvanding av gytefisk og tilgjengeliggjøring av gyteområder. Økt smoltproduksjon.	Ny varegrind påkostes av regulant. Tiltak i sidebekker 2020: 60 000 kr., hvorav tilskudd fra FMAV: 30 000 kr.
<b>Otra</b>	Boniteringsprosjekt sommeren 2020 (NORCE) som grunnlag for ev. tiltak. Tilrettelegging for bedre gyte- og oppvekstområder i tre sidebekker på anadrom strekning 2020.	Økt smoltproduksjon og på sikt økt tilbakevandring av gytefisk til elva.	Boniteringsprosjekt finansiert av Otteraaens Brukseierforening, FMAV og Krypsivfondet: 667 000 kr, hvorav FMAV: 165 000 kr. Tiltak i sidebekker finansiert av FMAV; 60 000 kr. i 2020.
<b>Mandals- vassdraget</b>	Miljødesignprosjektet (Agder Energi). Mandalselva Elveeierlag: Kultiveringstiltak i flere sidebekker.	Optimalisering av kraft- og fiskeinteresser i hovedelva. Økt smoltproduksjon i sidebekkene.	Miljødesignprosjektet: Agder Energi-finansiert. Kostnad tiltak i sidebekker 2020: 60 000 kr., hvorav tilskudd fra FMAV: 25 000 kr.
<b>Audna</b>	Habitattiltak på kanalisert strekning. etter NORCE-rapport 2018.	Økt smoltproduksjon oppstrøms Gislefossen.	Finansiert av Audnedal kommune.
<b>Lygna</b>	«Flommen 2017»: naturlig habitattiltak, utvasking av finsubstrat. Grundig kartlegging av gyte- og oppvekstforhold i 2020 (Lygna Elveeierlag) som grunnlag for evt. tiltak.	Økt tilgjengeliggjøring av gyteområder - økt smoltproduksjon.	Kartlegging 2020 støttet av FMAV: 65 000 kr.
<b>Kvina</b>	Miljødesign. Ripping av elvebunn i nedre deler.	Bedre gyteforhold og økt smoltproduksjon.	Finansiert av Sira-Kvina kraftselskap.

Budsjetterte kostnader er ikke oppgitt for tiltak som fullfinansieres uten støtte fra Statsforvalteren i Agder. Antallet prosjekter som har vært finansiert har vært relativt stabilt de siste årene, og i 2020 ble det tildelt 930 000 kroner til slike formål. For mange av de planlagte tiltakene foreligger det per dags dato ingen oversikt over budsjetterte kostnader.

Tabell 2: Oversikt over gjennomførte og vedtatte i Rogaland med virkning fram i tid.

Vassdrag	Tiltak	Forventet effekt
<b>Vikedalselva</b>	Det er nylig gjennomført habitatkartlegging med tiltaksanalyse 2020. Denne rapporten vil gi grunnlag for søknader om midler til restaureringstiltak i 2021 (steinutlegg, kantvegetasjon, lette oppgang gjennom rør, fjerning av terskler)  Laksetrappa i nedre del av elva trenger restaurering (Oppsalfossen). Elveigarlaget har fått midler til forprosjektering.	Restaurering av laksetrappene er vesentlig for å opprettholde produksjonsgrunnlaget for laks og sjørret.  Økt skjul og revegetering av kantsone langs hovedelv kan øke ungfiskproduksjonen.
<b>Suldalslågen</b>	Det er gjort habitatkartlegging av hovedelv i 2017 (NINA) og sidebekker i 2019 (NORCE).	Habitatkartleggingen viste at flaskehalsen for fiskeproduksjon var mangel på skjul for ungfisk. Harving vi gi grunnlag for naturlig produksjon

	<p>Pilotprosjekt (Statkraft/NORCE) med harving av bunnen for å bedre skjulforhold i 2019.</p> <p>Fullskala prosjekt med harving (Statkraft/NORCE) planlagt oppstart 2021.</p> <p>Restaureringstiltak for sidebekker kan komme i 2021 (ikke avklart).</p> <p>Miljødirektoratet har fortsatt pålegg om utsetting av laksesmolt.</p>	i elva slik at kultivering med utsetting kan fases ut.
<b>Jørpelandsåna</b>	Utlekking av gytegrus i 2013 og 2018 (Lyse/NORCE).	Kartleggingen viste mangel på gyteområder. Grusutlegg øker produksjonsgrunnlaget for større deler av elva.
<b>Lyseelva</b>	Et vandringshinder i Stølsåna ble fjernet i 2016. Dette forlenget anadrom strekning i vassdraget.	Laks og sjørørret har fått tilgang til 400 meter ekstra med svært gode gyteområder og oppvekstområder. Styrker fiskeproduksjonen.
<b>Espedalselva</b>	<p>Det ble lagt ut gytegrus i 2018 og 2020. Åpnet tørrlagte sideløp i 2018 og 2020.</p> <p>Kultivering med rognplanting/utsetting er avviklet.</p>	Gytegrusutlegg skal styrke naturlig produksjon av laks og sjørørret. Åpning av sideløp skal øke produksjonsområdet for sjørørret.
<b>Frafjordelva</b>	<p>2018 åpnet sideløp for sjørørret (500 m).</p> <p>Kultivering med rognplanting/utsetting er avviklet i 2016.</p>	
<b>Ogna</b>	Habitatkartlegging 2020. Rapporten vil gi grunnlag for eventuelle restaureringsprosjekter.	

Tabell 3: Oversikt over gjennomførte og vedtatte i Vestland med virkning fram i tid.

Vassdrag	Tiltak	Forventet effekt	Kostnader og finansiering
<b>Modalselva</b>	<p>Laget reetableringsplan for perioden 2014-2023. Strategien består i rognplanting i perioden 2014-2023, smoltutsetting i perioden 2016-2019. Kalking ble startet i 2016.</p>		Ca. 1 mill. kr. per år i reetableringsfasen. Kostnaden dekkes av statlige midler til kalking.

I sum viser oversikten at kalking legger til rette for mange andre tiltak i de berørte vassdragene, som det også er nytte- og kostnadsvirkninger forbundet med. Dette er tiltak som ikke vil ha (tilstrekkelig) effekt alene, og som avhenger av fortsatt kalking for å få ønsket effekt. Det er ikke mulig å skille virkningene av supplerende tiltak fra virkninger forbundet med kalking, siden de i stor grad påvirker hverandre. Ved analyse av kalkingens effekt på anadrom laksefisk skilles det derfor ikke mellom virkninger av kalking og supplerende tiltak. Oversikten over gjennomførte og planlagte tiltak som ventes å ha effekt på fangst de neste årene brukes til å gjøre noen antagelser om framskrivningen av fangst ved videreføring av kalking, men tillegges ikke mye vekt siden det er stor usikkerhet forbundet med størrelsen på effekten. Avslutningsvis



gjøres det også noen vurderinger av om summen av ressurser som brukes på supplerende tiltak kan endre konklusjonen om antatt samfunnsøkonomisk lønnsomhet forbundet med kalking.

## 4. Økologiske effekter av kalking

Kalking har en umiddelbar effekt på vannkvalitet, men det tar tid for populasjoner av forsuringsfølsomme arter å bygge seg opp igjen. Nedenfor redegjøres det nærmere for hvordan forsurening har påvirket noen utvalgte arter/artsgrupper; anadrom laksefisk, ål, elvemusling og bunndyr, og hvilken effekt kalking har hatt for disse artene og naturmangfoldet for øvrig.

### 4.1 Negative effekter av kalking?

Det er i liten grad dokumentert negative virkninger forbundet med kalking av laksevassdrag. Sedimentasjon av kalk på elvebunnen i forbindelse med dosererkalking vil kunne forringe forholdene for bunndyr og gyteområder for fisk, ved at det blir dannet et ugjennomtrengelig "lokk" på deler av elvebunnen. Dette var et større problem tidligere som skyldes at kalken brukt på eksempelvis 90-tallet inneholdt en større andel forurensninger, partikler som ikke var kalk (herunder bl.a. kvarts) og at gjennomføringen ikke var optimal. I senere tid er det kommet nyere og renere kalktyper på markedet, kontrollen knyttet til kalkkvalitet er bedret, samt at selve kalkingen i vassdragene er forbedret. Økt forekomst av laks som følge av kalking har ført til fortrenging av sjørret i flere vassdrag, og har i flere tilfeller ført til at berørte sjørretbestander har gått tilbake. Dette regnes ikke som en negativ virkning da det er en ønsket økologisk effekt av kalkingen som vil gi økt ikke-bruksverdi og sannsynligvis også økt rekreasjonsverdi blant fritidsfiskere. Vi tar likevel hensyn til denne effekten i den samfunnsøkonomiske analysen, ved at vi ser på netto effekt av kalking på total fangst av laks og sjørret.

### 4.2 Positive effekter av kalking

Gjennomgangen viser at kalking har hatt stor positiv effekt på forekomsten og utbredelsen av utvalgte arter og artsgrupper i flere berørte vassdrag. De store positive effektene kalking har for disse artene, beskrives nedenfor, og legges til grunn for verdsettingen i kapittel 7.

Kalking antas også å ha en positiv effekt for øvrige deler av naturmangfoldet i og rundt vassdragene. Forbedring av leveforholdene for forsuringsfølsomme arter har indirekte effekter for andre arter. For eksempel kan kalking ha effekt på terrestriske miljøer i form av å øke mattilgangen til blant annet fiskeørn, hegre mv. Siden det er forsket lite på de indirekte effektene kalking har på økosystemene, har vi for lite grunnlag for å beskrive disse nærmere.

#### 4.2.1 Anadrom laksefisk

Dette delkapittelet gir en kort beskrivelse av tilstanden for anadrom laksefisk i Norge og hvordan fisken påvirkes av sur nedbør. Det blir deretter gjennomført en analyse på hvilken effekt kalking har hatt på laks og sjørret på kort og lang sikt. Dette danner grunnlaget for å beskrive de samfunnsøkonomiske konsekvensene forbundet med fangst av anadrom laksefisk ved videreføring av dagens kalkingsinnsats, jf. kapittel 6.1 og 5.

### Status for laks og sjørret i Norge før kalking

Anadrom laksefisk er en samlebetegnelse for laksefisk som regelmessig vandrer til havet på næringssøk og tilbake til ferskvann igjen for gyting. De mest kjente anadrome laksefiskene er laks og sjørret som i vassdrag uten fysiske hindringer kan vandre flere mil innover landet.

Status for laksestammen i vassdragene før kalking ble iverksatt kan deles inn i tre kategorier: utdødd, truet og sårbar (Miljødirektoratet, 2019). Av de 25 vassdragene som har blitt kalket siden 1985, ble totalt ni laksebestander kategorisert som utdødd (6 Agder, 2 Rogaland, 1 Vestland), elleve bestander ble kategorisert som truet (3 Agder, 7 Rogaland, 1 Vestland), og fem kategorisert som sårbar (4 Vestland, 1 Rogaland).

Andelen av nasjonal fangst i antall av laks og sjørret i kalkede vassdrag har endret seg siden kalkingen startet opp. For de fem første årene (1983-1987) ble i gjennomsnitt tre prosent av laks og syv prosent av sjørret fanget i det som i dag er kalkede vassdrag. For de fem siste årene (2015-2019) ble i gjennomsnitt 13 prosent av laks og fire prosent av sjørret fanget i kalkede vassdrag. Antallet laks og sjørret fanget i kalkede vassdrag har derfor hatt motsatt utvikling i perioden mellom 1983-2019.

Antallet laks som kommer tilbake fra havet er mer enn halvert de siste 30 årene. Tidlig på 1980-tallet returnerte mer enn én million laks fra havet hvert år for å gyte, mens det i 2019 ble beregnet til 481 000 laks inkludert fanget fisk. Dette er imidlertid en svak økning fra bunnåret i 2009 på 380 000 laks. Det ble i 2019 registrert den laveste fangsten av laks i antall og tredje laveste i vekt siden 1980. Det er særlig på Vestlandet og i Midt-Norge at innsiget var lavt i 2019, som er en fortsettelse av en negativ trend siden 1989. Det er særlig innsiget av smålaks som har blitt redusert. Innsiget av laks til Sør-Norge<sup>7</sup> har siden 1989 opplevd en liten økning. Dette knyttes blant annet til bedre vannkvalitet som et resultat av kalking og reetablering av laks i forsuredde vassdrag (Hesthagen, Larsen, & Fiske, 2011).

Beskatningen av laks er halvert siden 1983 på grunn av forbud mot drivgarnfiske (1989), kortere fiskesesong og færre sjølaksefiskere. Den reduserte beskatningen har mer enn kompensert for reduserte bestander og har ført til at total mengde gytefisk i vassdragene er på sitt høyeste på 36 år. I perioden 2016-2019 hadde 92 prosent av de vurderte laksebestandene nådd eller nær nådd forvaltningsmålene (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2020).

Kunnskapen om sjørret er mer mangelfull sammenlignet med kunnskapen om laks. I en rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning i 2019, klassifiseres 20 prosent av norske sjørretbestander som god/svært god, 32 prosent som moderat og 48 prosent som dårlig/svært dårlig (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2019). Sjørretbestandene på Vestlandet og i Midt-Norge var i dårligst tilstand i henhold til klassifiseringen, mens bestander øst for Rogaland og i Nord-Norge var i bedre tilstand. Klassifiseringen av sjørretbestandene ble gjort ved å vurdere faktorer som påvirker dem, kombinert med lokale bestandsdata. Det er imidlertid ikke satt gytebestandsmål for sjørret, og kunnskap om bestandsstørrelser som grunnlag for klassifisering er derfor usikker.

I en vurdering av 17 menneskeskapte påvirkninger og trusler mot anadrom laksefisk, vurderer Vitenskapelig råd for lakseforvaltning i 2020 rømt oppdrettslaks og lakselus som de største trusselfaktorene (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2019, 2020). For laks blir lakselus i

---

<sup>7</sup> Sør-Norge omfatter hele kyststrekningen fra Østfold til og med Rogaland.

2020 vurdert som en større trussel enn tidligere, men vil bare under høye infeksjonstrykk over flere år være en bestandstrussel alene. I kombinasjon med andre trusler som rømt oppdrettslaks, kan imidlertid lakselus true bestander. For sjørret er 91 prosent av de klassifiserte sjørretbestandene i ulik grad påvirket negativt av lakselus per 2017. Andre trusselfaktorer er infeksjoner knyttet til lakseoppdrett, kraftregulering og andre fysiske inngrep.

Sur nedbør som menneskeskapt påvirkning og trussel vurderes til å ligge høyt på påvirkningsaksen som betyr høy påvirkning på bestandene i form av redusert produksjon og eventuelt tap av bestander. Risikoen for tap i produksjon og bestander vurderes imidlertid som svært lav på grunn av omfattende og effektive pågående kalkingstiltak, og en vesentlig redusert påvirkning over flere år. Trusselfaktoren sur nedbør blir derfor plassert i kategorien "stabilisert bestandstrussel" som betyr at sannsynligheten er lav for at ytterligere bestander blir kritisk truet eller tapt, og at det gjennomføres tiltak som kontrollerer eller reduserer trusselen. Fortsatt kalking er nødvendig for at denne trusselvurderingen skal fortsette i samme kategori.

### Data

Datagrunnlaget for å beskrive effekten av kalking på kort og lang sikt er fangstdata fra den offisielle fangststatistikken i antall fisk i perioden 1983-2019 for alle 23 kalkede vassdrag listet i 2019-utgaven av årsrapport for tiltaksovervåking (Miljødirektoratet, 2019, SSB, 2020a, 2020b). Se

Tabell 4 for oversikt over aktuelle vassdrag. Fangst i antall er prioritert som datagrunnlag i stedet for fangst i kg, siden dette tydeligere viser fiskens overlevelsessevne i vassdragene og slik effekten av kalking. Som et resultat av en omlegging av innrapporterte vektklasser for laks i 1992/93 består innhentet fangstdata i utgangspunktet av to ulike datasett, delt i periodene 1983-1992 og 1993-2019. Siden denne rapporten utelukkende ser på antall innrapporterte fisk, blir tidsseriene slått sammen til et samlet datasett for perioden 1983-2019.

Kvaliteten på fangstdataene varierer over tid, mellom vassdrag og ulike typer fisk (Miljødirektoratet, 2017). Fangstdataene inneholder derfor usikkerhet. Undersøkelser viser for eksempel at reell fangst trolig har vært noe høyere enn innrapportert i enkelte tilfeller. Dette kan skyldes manglende eller forsinket fangstrapportering fra fiskere og fiskerettshavere og/eller ulovlig fangst. Et annet mulig insentiv til underreportering er at lakseskatten fram til 1992 ble beregnet ut fra fangstmengde. Dårlig organisering av for eksempel elveeierlag/grunneierlag i noen mindre vassdrag er også en kilde til usikkerhet. Naturfaglig kompetanse internt hos Miljødirektoratet påpeker at fangstdata for kalkede elver er solide etter at kalking ble iverksatt, blant annet fordi igangsettelse av kalking stiller krav til lokal organisering og rapportering. Fangstregistrering før kalking startet inneholder imidlertid større usikkerhet som følge av mange år med sviktende fiske.

For å isolere effekten av kalking i størst mulig grad, har vi i likhet med årsrapport for tiltaksovervåkning valgt å ta utgangspunkt i et utvalg kalkede vassdrag og referansevassdrag som begge er påvirket av forsurening i analysen (Miljødirektoratet, 2019). Dette er vassdrag med relativt god offisiell fangststatistikk for hele perioden og tilnærmet like påvirkningsfaktorer. I tillegg har det ikke skjedd store endringer som vassdragsregulering eller utvidelse av anadrom strekning i utvalgte vassdrag, og det har heller ikke blitt innrapportert rømt oppdrettslaks. Vassdrag der laksestamme er reetablert er også utelatt. Oversikt over de utvalgte kalkede vassdragene og referansevassdragene for laks og sjørret er lagt inn i vedlegg I. Fangststatistikk for Agderfylkene er dessverre ikke god før 1993. De utvalgte vassdragene er derfor lokalisert fra Rogaland i sør til Sunnfjord i nord.

Den totale fangstutviklingen i referansevassdragene for laks har en flat/svakt negativ utvikling i perioden med en årlig gjennomsnittlig fangst på 8284 laks. Det er imidlertid store forskjeller mellom enkeltvassdragene. Dirdalselva opplever for eksempel en tydelig vekst i fangststatistikken fra 4 laks i 1983 til 618 i 2019. Nausta trekker i motsatt retning med en fangst i 1983 på 1579 laks til 432 i 2019. Utviklingen for sjørret i referansevassdragene er flat fram til 2005 med et årlig gjennomsnitt på 3112 sjørret. I årsskifte mellom 2005 og 2006 reduseres imidlertid fangsten av sjørret med 1258 fisk hvorpå gjennomsnittet for resten av perioden stabiliserer seg på 1310 sjørret. Hovedforklaringen for denne nedgangen er nedgang i alle vassdrag hvor spesielt Oselva i Os og Nausta opplever en nedgang på 326 og 292 sjørret.

### Kortsiktig effekt av kalking

For å vurdere effekten av kalking på laks og sjørret på kort sikt har vi sett på prosentvis endring av gjennomsnittet for fangst fem år før, og fem til ti år etter, kalking i alle 23 vassdrag som kalkes per i dag. Fangst i kalkingsåret (år 0) er ikke inkludert i analysen siden kalking av vassdraget iverksettes på ulike tidspunkt av året.

Tidsintervallet for å undersøke kalkingens effekt på kort sikt er basert på livsløpet til klekket lakseyngel i vassdraget. År én etter kalking er det første året yngelen i vassdraget har full nytte av kalking. År tre er normal alder for smoltutvandring som er den mest sårbare fasen som kalking skal beskytte. Smolten er så i sjøen i én til tre sjøvintre. Det er derfor først i år fem

at laksen som har hatt full uttelling av kalkingen kommer tilbake for å gyte. Et gjennomsnitt av år én til fem er derfor fisk som klekket i elven før kalkingen startet, og som derfor ikke har hatt en full nytte av kalkingen. Naturfaglig kompetanse internt hos Miljødirektoratet mener derfor at effekten av kalking på kort sikt bør vurderes som et gjennomsnitt fem år før, og fem til ti år etter kalking. Gjennomsnitt blir brukt for å unngå år-til-år variasjon.

Tabell 4 viser prosentvise endringer for alle kalkede vassdrag. Endringen for laks er positiv for alle vassdrag og ved enkelte tilfeller veldig stor. Audna opplever for eksempel en økning i fangsten på 41800 prosent fem til ti år etter kalkingen sammenlignet med de fem årene før kalking. Andre vassdrag har lavere økning i fangst som for eksempel Suldalslågen og Ognå på henholdsvis fire og ti prosent. På fylkesnivå er det Agder som opplever den største effekten av kalking med et gjennomsnitt på 8016 prosent fulgt av Vestland (764 prosent) og Rogaland (597 prosent). Bortsett fra Suldalslågen er endringen i kalkede vassdrag mer positiv sammenlignet med referansevassdragene i samme tidsperiode. De største prosentvise endringene skyldes trolig en kombinasjon av at laksebestandene var på et svært lavt nivå før kalking, at det har blitt satt ut mye rogn, yngel og smolt i flere av elvene samtidig med at elvene har blitt mer attraktive for fiske. Tidligere beskrevet usikkerhet i og kvalitet på datagrunnlaget kan også være en faktor.

Tabell 4: Kortsiktig effekt på fangst i antall laks og sjørret før og etter kalking. Blanke celler er et resultat av null fangst i perioden før eller etter kalking. (a) V = Vestland, R = Rogaland, A = Agder. (b) Endring i referansevassdrag listet i årsrapport for tiltaksovervåkning 2019 s. 8 (Miljødirektoratet, 2019). (c) Gjennomsnitt beregnet på færre enn fem observasjoner på grunn av manglende tilgjengelig data fra SSB.

Vassdrag	Fylke (a)	Oppstart kalking	Endring fra fem år før til fem til ti år etter oppstart kalking		Endring referansevassdrag samme periode (b)	
			Laks	Sjørret	Laks	Sjørret
Guddalsvassdraget	V	1997	375%	23%	29%	-20%
Yndesdalsvassdraget	V	1991				
Modalselva	V	2016				
Eksingevassdraget	V	1997		-59%		-20%
Uskedalselva	V	2002	1152%	-27%	-38%	-60%
Rødneelva	R	1996	1122%	-73%	34%	-10%
Vikedalselva (c)	R	1987	304%	36%	11%	20%
Suldalslågen (c)	R	1985	4%	1%	107%	35%
Jørpelandsåna	R	1995	37%	213%	17%	-2%
Lyseelva	R	2000	1588%	-36%	-7%	-44%
Espedalselva	R	1996	664%	7%	34%	-10%
Frafjordelva	R	1995	1190%	-17%	17%	-2%
Ogna	R	1991	10%	-74%	-6%	8%
Bjerkreimsvassdraget	R	1998	455%	-6%	41%	-26%
Sokndalselva	R	1989		-13%		11%
Sireåna	A	2018				
Kvina	A	1994	9850%	1251%	3%	-5%
Lygna	A	2000	1353%	-36%	-7%	-10%
Audna (c)	A	1985	41800%	298%	107%	35%
Mandalsvassdraget	A	1997	660%	110%	29%	-20%
Tovdalsvassdraget	A	1996	2174%	23%	34%	-10%
Arendalsvassdraget	A	1996	233%	-55%	34%	-10%
Vegårsvassdraget	A	1996	43%	153%	34%	-10%

Endringen i fangst av sjørret i kalkede vassdrag viser færre ekstreme utslag sammenlignet med laks, og er i enkelte tilfeller negativ. Som tidligere beskrevet har fangst av laks og sjørret hatt motsatt utvikling siden 1983.

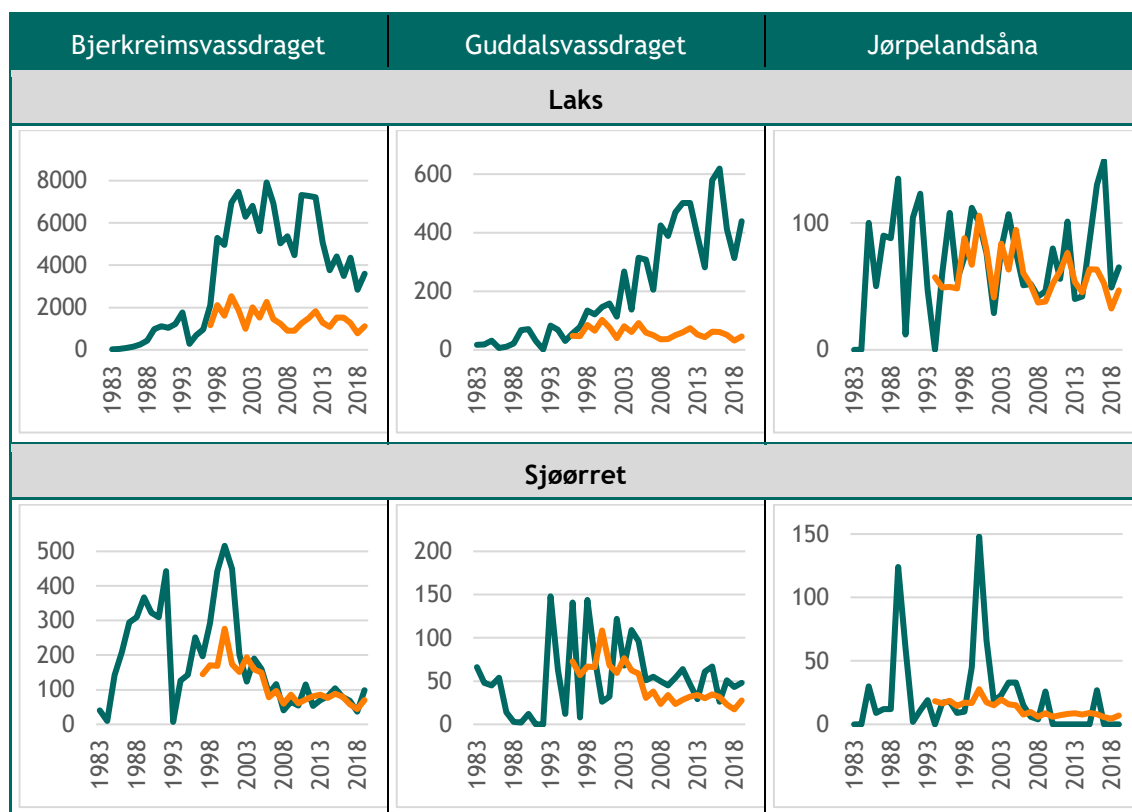
### Antatt langsiktig utvikling for anadrom laksefisk med og uten kalking

I 2019 ble det innrapportert fangst på totalt 15 234 laks og 2 568 sjørret i kalkede vassdrag. For å kvantifisere hvor stor andel av dette som kan tilskrives kalking, er det i Tabell 5 gjort et forsøk på å anslå hvordan fangsten i et utvalg av de kalkede vassdragene ville utviklet seg dersom kalking ikke hadde blitt iverksatt for laks og sjørret. Antatt fangstutvikling foruten kalking er framskrevet som en referansesituasjon, med utgangspunkt i årlig prosentvis endring i referansevassdragene totalt sammenlignet med fangstgjennomsnittet i de kalkede elvene fem år før kalking. Forutsetningen som ligger til grunn er at kalkede vassdrag ville fulgt samme utvikling som fangsten i referansevassdragene totalt dersom de ikke hadde blitt kalket, og at forskjellen mellom virkelig fangst og anslått fangst kan tilskrives kalking. Metoden baserer seg

på enkle beregninger av gjennomsnitt og årlige prosentvise endringer for totale endringer i fangst i referanseelvene og de kalkede elvene. Forskjellen mellom virkelig og anslått fangst er ikke testet for statistisk signifikans, og kan slik over- eller underestimere effekten av kalking.

Tabell 5 viser at differansen mellom anslått fangst i referansesituasjonen og faktisk fangst varierer en del fra vassdrag til vassdrag. For laks betyr dette store forskjeller mellom anslått og faktisk fangst i Bjerkreimsvassdraget, Guddalsvassdraget og Rødneelva. Jørpelandsåna, Ognå og Vikedalselva opplever mindre forskjeller. Bjerkreimsvassdraget, som ble startet kalket i 1998, hadde en gjennomsnittsfangst på 1 162 laks fem siste år før kalking. Med forutsetning om at vassdraget fra og med 1998 ville fulgt prosentvis endring av fangst i referansevassdragene, ville da fangsten i 2019 bli 1 122 laks. Virkelig fangst i Bjerkreimsvassdraget i 2019 var på 3 599 laks. Det anslås dermed at kalking har bidratt til å øke fangsten med ca. 2 500 fisk bare i Bjerkreimsvassdraget. Samme metodikk anvendt på sjørret i Bjerkreimsvassdraget gir en anslått fangst på 70 i 2019 til forskjell fra virkelig fangst på 99.

Tabell 5: Faktisk fangst etter kalking (grønn) og anslått fangst i referansesituasjon (uten kalking) (oransje) for laks og sjørret (i antall)



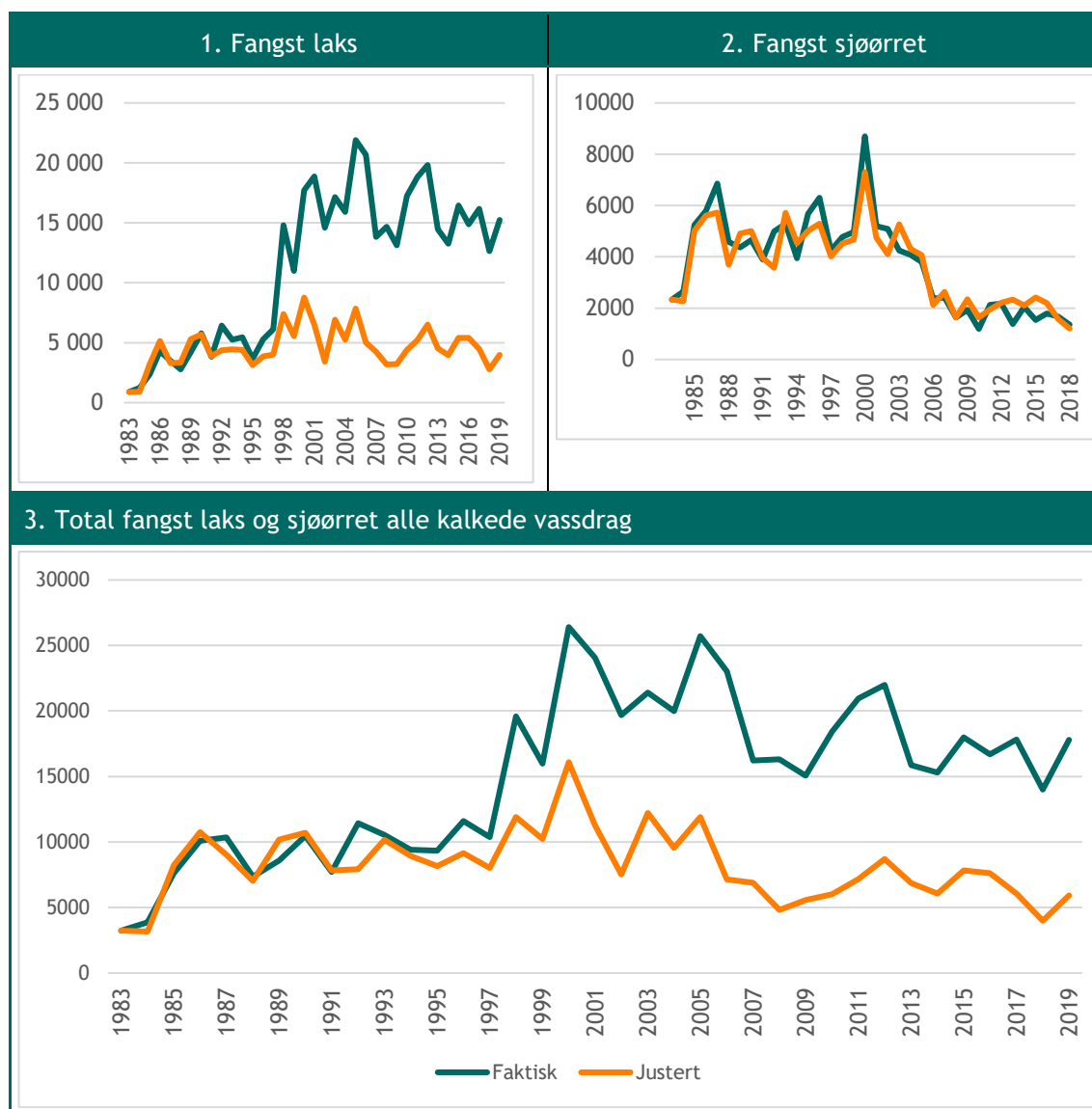
Tabell 6 bruker samme metode for alle kalkede vassdrag og summerer den totale effekten av kalking. Tabellen er delt inn i tre deler hvor den første viser faktisk og anslått utvikling for laks, del 2 det samme for sjørret og del 3 viser den totale utviklingen samlet for laks og sjørret.

Faktisk og anslått fangst for laks er tilnærmet den samme de 15 første årene og forskjellen i 1997 er på ca. 2 000 laks. I den påfølgende perioden mellom 1997-2005 øker forskjellen mellom faktisk og anslått fangst betydelig, med en forskjell på ca. 14 000 laks i 2005. Bjerkreimsvassdraget (kalket siden 1998) og Mandalsvassdraget (kalket siden 1997) bidrar mest til økningen med en økning på henholdsvis ca. 5 800 og 4 700 laks. I perioden mellom 2015-2019 er forskjellen på nærmere 11 000 laks. Faktisk og anslått fangst for sjørret er tilnærmet lik



gjennom hele perioden mellom 1983-2019. Sjørørret i kalkede vassdrag følger derfor utviklingen i referanseelvene i stor grad.

Tabell 6: Faktisk fangst etter kalking (grønn) og anslått fangst i referansesituasjon (uten kalking) (oransje) for laks og sjørørret (i antall) for alle kalkede vassdrag.<sup>8</sup>



I del 3 i Tabell 6 er fangstdata for laks og sjørørret slått sammen og viser derfor den totale faktiske og anslåtte fangsten i alle kalkede vassdrag. I likhet med del 1 av Tabell 6 skjer det en større endring i 1997 der faktisk fangst av laks øker mer enn anslått utvikling i referansesituasjonen. Den totale forskjellen mellom faktisk og anslått fangst var til sammen 11 889 fisk i 2019. Gitt framskrivninger av fangst i referansesituasjonen i alle kalkede vassdrag antar vi derfor at om lag 60 prosent av fangsten i kalkede vassdrag i 2019 kan tilskrives kalking. Dette blir en viktig forutsetning for framskriving av nullalternativet i kapittel 6.1.

Som beskrevet tidligere er det betydelig usikkerhet forbundet med framskrivningen i referansesituasjonen, og dermed også anslått effekt av kalking. Det er flere større

<sup>8</sup> Se vedlegg II for en oversikt over justert og faktisk fangst i de ulike kalkede vassdragene.

usikkerhetsmomenter som det ikke har vært mulig å ta høyde for, som kan føre til at effekten av kalking over- eller underestimeres. For det første er anslått utvikling basert på prosentvise endringer i total fangst i utvalgte referansevassdrag (Vedlegg I). Utvalget av disse er som tidligere beskrevet basert på ulike kriterier som datakvalitet, noe som fører til at fangststatistikk fra Agder-fylkene ikke er inkludert. For det andre er antallet referansevassdrag lavt, som gjør at større endringer i ett til noen få enkeltvassdrag kan få stor betydning for anslått utvikling av fangst. For det tredje fanger ikke metoden opp om terskelverdien for kollaps eller utryddelse hadde blitt nådd uten kalking. Dette kunne skjedd i flere vassdrag hvis kalking ikke hadde blitt iverksatt.

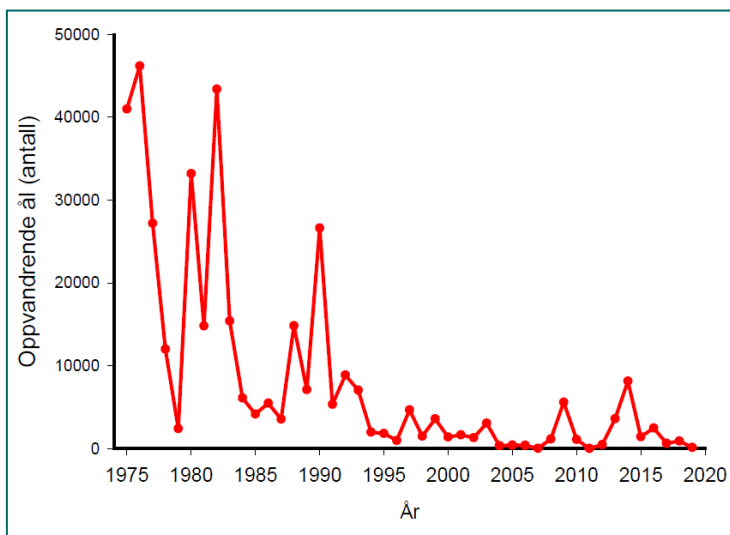
Basert på funnene som viser at faktisk fangst er større enn anslått fangst i 19 av 22 vassdrag der kalking har pågått lenge nok til å få effekt, mener vi likevel at vi til en viss grad har klart å isolere effekten av kalking. Dette støttes av at resultatet blir omtrent det samme om man kun ser på resultatene for utvalgte kalkede vassdrag, som er valgt ut for å være sammenlignbare med referansevassdragene. Utviklingen av normalisert fangst av laks og sjørørret i utvalgte og referansevassdrag viser også samme trend (Miljødirektoratet, 2020b).

#### 4.2.2 Ål

Ål i Norge hører til den felles europeiske ålebestanden (*Anguilla anguilla*) som gyter i Saragassohavet. Etter at ålen har gytt og eggene klekker driver de med havstrømmen mot Europa og utvikler seg underveis til glassål som vises langs kysten om våren. Om sommeren får disse små ålene pigment og vandrer som ålefaringer opp i elver og bekker. Mange blir igjen i sjøen, mens andre trenger så langt inn i vassdragene som de kan komme. Mindre fosser som er et absolutt hinder for laks og sjørørret vil ikke nødvendigvis være et hinder for ål, da den har evnen til å passere vertikale stengsler, eller eventuelt ta omveien via land. I vassdragene lever de som gulål i mange år og hannene blir opp til 50 cm og hunner opptil en meter før de begynner å vandre ut mot Saragassohavet igjen og skifter farge til blankål med sølvhvit buk og svart rygg.

Siden all europeisk ål hører til en felles bestand, vil faktorer som påvirker ål i andre deler av Europa også påvirke ålebestanden i Norge og omvendt. Mengden ål som kommer til kysten har gått kraftig ned i hele Europa siden 1990, med en reduksjon på nærmere 90 prosent (Matzow, 2018). Rekrutteringen av glassål er i dag kun én til ni prosent av nivået på 1970-tallet, og den europeiske ålebestanden er i dag listet som kritisk truet på den globale rødlista (Pike, Crook, & Gollock, 2020).

Det foreligger kun to tidsserier med langtidsovervåking av ål i Norge. Den ene er fra elva Imsa i Rogaland hvor NINA har registrert oppvandrende og nedvandrende ål siden 1975. Den andre er fra Havforskningsinstituttets stasjon ved Flødevigen hvor forekomst av ål i fiske med strandnot er registrert siden 1904. Begge seriene viser sterk nedgående tendens i forekomsten av ål.



Figur 6: Antall oppvandrende gulål i fella i Imsa. Årlig i perioden 1975-2019. Kilde: NINA.

Ål har i dag status som *sårbar* på den norske rødlista. I Norge finnes ålen langs hele kysten, men i avtakende antall dess lengre nord man kommer. De sørvestlige delene av landet synes å være et kjerneområde for ålens utbredelse i Norge (Larsen, Thorstad, & Hesthagen, 2010). Tettheten av ål er trolig lavere i Norge enn mange andre steder i Europa. Samtidig er en stor andel av ålen som oppholder seg i Norge store hunner, som kan være særlig viktig for framtidig produksjon av åleyngel (Thorstad, et al., 2011).

Det ser ut til at større ål tåler surt vann bedre enn laks når den først har kommet opp i vassdraget, men at glassål og åleyngel er følsomme og helst vil unngå surt vann. Surt vann kan hindre yngelen å vandre opp i ferskvann (Larsen, Thorstad, & Hesthagen, 2010). Undersøkelser har vist at dødelighet hos glassål økte ved pH 5,1 (Fjellheim, Raddum, & Sagen, 1985) og at alle ålefaringer som ble introdusert til en forsuret innsjø (pH 4,6-4,8) døde innen tre uker (Forsberg, 1986).

En studie av 13 kalkede vassdrag i Agder og Rogaland viser at både forekomsten og utbredelsen av ål økte betydelig i en ti-årsperiode etter kalkingsstart (Larsen, Hesthagen, Thorstad, & Diserud, 2014). Før kalking ble det i gjennomsnitt registrert ål på 15 prosent av stasjonene i vassdrag der laksebestanden ble regnet som utdødd og 41 prosent av stasjoner i vassdrag med redusert laksebestand, mens etter kalking økte dette til henholdsvis 49 og 68 prosent. Økningen har vært særlig høy i de vassdragene der laksebestanden var betraktet som utdødd før kalkingen startet. Studien viser også at tettheten av ål i de kalkede vassdragene økte til det dobbelte i perioden 1995-2005 (Larsen, Thorstad, & Hesthagen, 2010). Studien konkluderer med at kalking har bidratt til at ål har kommet tilbake til vassdrag og at forekomsten av ål har økt.

#### 4.2.3 Elvemusling

Elvemusling har gått dramatisk tilbake i mesteparten av sitt utbredelsesområde, og har i dag status som sterkt truet på den globale rødlista (Moorkens, Cordeiro, Seddon, von Proschwitz, & Woolnough, 2020). Norge er blant de få landene som fortsatt har levedyktige populasjoner med naturlig rekruttering, men også her har det vært en negativ utvikling. I tillegg til at mange populasjoner er utdødd, ser det ut til at rekrutteringen er for lav til å opprettholde bestandene over tid i mer enn halvparten av de gjenværende lokalitetene. Dette har medført at arten er kategorisert som *sårbar* på den norske rødlista. En oppdatert oversikt over forekomsten av elvemusling i Europa tilsier at 40 prosent av antall muslinger og nær en firedel av antall

populasjoner finnes i Norge (Miljødirektoratet, 2018). Dette gjør at Norge har et særansvar for å ivareta arten.

Utviklingen i elvemuslingsbestandene i Norge har vært spesielt dårlig i de forsursutsatte delene i sør. Spesielt i Agder (Vest- og Aust-Agder) har mange bestander dødd ut - henholdsvis 86 og 80 prosent av kjente historiske bestander. Prosentandelen utdødde bestander er også høyere i Rogaland (29 prosent) og Hordaland (31 prosent) enn gjennomsnittet for Norge (25 prosent). Flere faktorer kan ha påvirket dette, men i Agder ansees forsuring som den klart viktigste årsaken. Elvemusling påvirkes negativt av forsuring både gjennom reduksjon i tettheten av vertsfisk (ørret eller laks) som den er avhengig av for å fullføre livssyklusen, og gjennom at de minste muslingene er sårbare ovenfor surt vann. Elvemusling bør minimum ha en pH på 6,2, gjerne 6,4, for å gjennomføre sin livssyklus. Tettheten på vertsfisk bør minst være 5 stk. per 100 m<sup>2</sup>.

Elvemusling er i de senere år gjenoppdaget i flere forsuringspåvirkede vassdrag på Sørlandet. I Storelva i Vegårdsvassdraget og Sokndalsvassdraget er gjenoppgagelsen satt i sammenheng med nyrekruttering som følge av kalking. Det samme kan også være tilfelle for Tovdalselva og Bjerkreimsvassdraget der det ble funnet nyrekruttering i kalkede deler av vassdraget. I Ognå har man også sett en økning i rekrutteringen og økende utbredelse og tetthet etter at kalkingen startet. Kalking har også med stor sannsynlighet bidratt til at det nylig ble funnet nyrekruttering av elvemusling i Audna etter at det på 1990-tallet ble flyttet muslinger fra Møre og Romsdal.

Det er trolig kombinasjonen av at fisken er kommet tilbake i tilstrekkelig tetthet og at vannkvaliteten har vært god nok, i alle fall i perioder, som gjør at det er observert en positiv effekt på elvemusling i flere vassdrag de senere årene. En kalkingsstrategi tilpasset elvemusling (pH 6,2 - 6,4) vil trolig kunne gi en mer stabil og økt rekruttering over tid.

#### 4.2.4 Bunndyr

Bunndyr er en fellesbetegnelse for ulike smådyr som lever hele eller deler av livet på bunnen av elver eller innsjøer. Mange av bunndyrsartene er insekter, men kategorien omfatter også snegler, muslinger, små krepsdyr mm. Bunndyr bidrar til nedbryting av dødt organisk materiale og filtrering av næring fra vannstrømmen, som er viktig for stoffomsetningen i vann. En høy stoffomsetning er avgjørende for høy produksjon av næring til andre dyr i økosystemet, som fisk, fugl og amfibier.

Flere typer bunndyr er følsomme for forsuring, og vil raskt forsvinne når vannet blir for surt. Dette gjelder blant annet ulike insekt- og krepsdyrarter som for eksempel døgnfluene *Ephemera vulgata* (Innsjøsanddøgnflue) og *Ephemerella ignita* (Rød ryggjelledøgnflue), og krepsdyret *Gammarus lacustris* (Nordlig marflo). Resultatet er redusert tetthet av bunndyr, redusert mangfold av ulike bunndyrsarter, og tap av viktige økologiske funksjoner.

Overvåkningsrapporten fra 2019 viser en generell positiv utvikling i bunndyrfaunaen etter at kalkingen startet (Miljødirektoratet, 2020b), men at reetableringen av bunndyrsamfunnene tar tid. Tilstanden er gjennomgående bedre i de kalkede delene av laksevassdragene, men det har også vært en positiv utvikling i ukalkede deler som kan tilskrives en generell reduksjon i forsuring. I de fleste vassdragene ser man at mangfoldet av bunndyr har blitt større, der spesielt forekomsten av forsuringfølsomme arter har økt. Forskjellen mellom kalkede og ukalkede deler er særlig stor i Agder, der alle vassdrag fortsatt er preget av forsuringsskader i de ukalkede

delene. Samtidig viser overvåkingen at miljømålet for bunndyr ikke alltid nås ved kalking. Dette kan tyde på at dagens kalkingsstrategi ikke er tilpasset bunndyrenes behov.

## 5. Lokal verdiskaping forbundet med fiske i kalkede elver

Kalking har bidratt til en betydelig bedring av fisketilbudet i de berørte regionene. Tilbakekomsten av laks og en betydelig økning i fangsten har gjort elvene mer attraktive for fiske. Mandalselva i Agder og Bjerkreimselva i Rogaland regnes i dag som to av de ti mest populære lakseelvene i Norge (Stensland, Fossgard, Andersen, & Aas, 2015). En betydelig andel tyske og danske fisketurister som reiser til Norge for å fiske foretrekker disse elvene (ca. 25 prosent). Flere studier viser at tilbud om fritidsfiske etter laks og sjørret bidrar til økt verdiskaping i berørte lokalsamfunn (se blant annet Andersen & Dervo 2019, og Andersen mfl. 2019). I tillegg til å kjøpe fiskekort, bruker fiskere penger på overnatting, servering, fiskeutstyr, dagligvarer, transport osv., som kan relateres til fiskeaktiviteten. Dette bidrar til økte inntekter til leverandører, til ansatte og eiere i lokalt næringsliv og til kommuner (i form av skatteinntekter), og får ringvirkninger for etterspørselen etter varer og tjenester i lokalsamfunnet.

Siden inntekter som skapes ved fiske anses å være en viktig virkning for lokalsamfunnene, har vi i dette kapitlet forsøkt å anslå hvor mye fiske i kalkede elver bidrar til lokal verdiskaping, og hvor stor andel av verdiskapingen som kan tilskrives kalking. Det er ikke gjennomført egne studier på forbruk og verdiskaping forbundet med fiske i de kalkede elvene. Verdianslag fra nasjonale undersøkelser og fra lokal verdiskaping i andre elver brukes derfor til å utarbeide noen anslag for de kalkede elvene.

En del av verdiskapingen som skapes i lokalsamfunnene vil være en fordelingsvirkning, i form av at verdiskapingen flyttes fra andre regioner i Norge. Dette fører til at det blir et skille mellom verdiskapingen som de kalkede elvene bidrar med lokalt og nasjonalt. I den samfunnsøkonomiske analysen er det kun netto økning i nasjonal verdiskaping som skal inkluderes, og i tillegg skal lønnskostnadene trekkes fra for å få fram overskuddet fisket bidrar til for Norge.

For å tydeliggjøre forskjellene mellom lokal verdiskaping og samfunnsøkonomiske virkninger av kalking, har vi skilt ut disse temaene i to kapitler. I dette kapitlet beskriver vi lokal verdiskaping som kan knyttes til kalking i 2019, mens de samfunnsøkonomiske virkningene av å videreføre kalking vil beskrives i kapittel 6 og utover. I vurderingen av om nytten forbundet med å videreføre kalking vil overstige kostnadene, er det de samfunnsøkonomiske verdiene som skal legges til grunn. Datagrunnlaget og kunnskapen som presenteres i dette kapitlet gir imidlertid viktig informasjon for å bedre forstå underlaget for verdsetting av fritidsfiske i kapittel 0 og de lokale virkningene av kalking.

### 5.1 Avgrensing lokal verdiskaping

Vi vil i dette kapitlet anslå lokal verdiskaping forbundet med:

1. Inntekter fra salg av fiskekort.
2. Omsetning av andre varer og tjenester relatert til fiske.

3. Netto ringvirkninger av inntekter fra salg av fiskekort og omsetning av andre varer og tjenester relatert til fiske.

Først beregnes inntekter forbundet med salg av fiskekort og andre varer og tjenester. Deretter beregnes verdiskapingen forbundet med dette. Til slutt beregnes netto ringvirkninger for verdiskaping. Vi har ikke grunnlag for å fastslå hvor mye kalkingen bidrar til å øke lokal verdiskaping, siden en del av forbruket og verdiskapingen trolig ville forekommet på samme sted også uten fiskemulighetene. For eksempel er det naturlig å se for seg at lokale fiskere i stor grad ville handlet mat og bensin i sitt nærsamfunn uavhengig av fiskemulighetene. Det er ikke mulig å kontrollere for dette, men det er viktig å være oppmerksom på at ikke alt som regnes som lokal verdiskaping innebærer en netto økning sammenlignet med en situasjon uten økt fiske. Anslagene vil likevel gi et bilde av mulige størrelser på lokal verdiskaping forbundet med fiske i kalkede vassdrag.

## 5.2 Inntekter fra salg av fiskekort

Beregning av de lokaløkonomiske virkningene baserer seg på innhentet informasjon om inntekter fra salg av fiskekort i 12 kalkede elver. Dette omfatter alle elver i Agder, Bjerkreimselva, Frafjordelva og Sokndalselva i Rogaland, og Flekke-Guddalsvassdraget i Vestland. Disse stod for om lag 75 prosent av registrert fangst (i antall) i kalkede elver i 2019. Pris for fiskekort i ti av disse elvene brukes til å fastsette en gjennomsnittspris for ulike typer fiskekort, jf. Tabell 7, som igjen brukes sammen med opplysninger om registrert antall utleverte fiskekort<sup>9</sup> til å anslå inntekter fra salg av fiskekort i ytterligere åtte elver.

Tabell 7: Pris for fiskekort (i kroner)

Type fiskekort	Min. pris	Gjennomsnittspris	Maks pris
Døgnkort	75	265	1 015
Ukeskort	50	1 051	2 000
Sesongkort	100	1 049	6 600

For fire vassdrag har vi ikke anslått inntektene, da det både mangler opplysninger om inntekter fra salg av fiskekort og antall solgte fiskekort<sup>10</sup>. To av elvene har vært stengt for fiske, og følgelig har det heller ikke vært registrert fangst her de to siste årene. For de siste to elvene er det rapportert en fangst som tilsvarer om lag fire prosent av total fangst i kalkede vassdrag i 2019, som isolert trekker i retning av at inntektsanslaget er noe lavt, men ikke mye.

På bakgrunn av disse forutsetningene anslår vi at det i 2019 ble solgt fiskekort for 12,5 mill. kroner i de kalkede elvene, med et usikkerhetsintervall som spenner fra 10 til 22 mill. kroner gitt minimums- og maksimumsanslag for pris på fiskekort. Anslaget inkluderer ikke inntekter fra Otra eller Sireåna der fullkalking ble startet i henholdsvis 2021 og 2018, og enda ikke har fått effekt.

<sup>9</sup> Utleverte fiskekort skal omfatte samtlige fiskekort som er utstedt, inkludert kortene som det ikke betales noe for (f.eks. fiskekort som grunneierne selv bruker eller som gis bort).

<sup>10</sup> Dette gjelder Modalselva (stengt for fiske lokalt), Eksingedalsvassdraget (ikke åpnet for fiske nasjonalt), Vikedalselva og Uskedalselva

Det er stor variasjon i inntektene mellom de ulike vassdragene. Som det framgår av Tabell 8 anslås det at inntektene var lavere enn 100 000 kroner i ti vassdrag i 2019, mens i syv elver anslås inntektene å overstige 500 000 kroner.

Tabell 8: Kategorisering av inntekter fra salg av fiskekort i kalkede elver i 2019.

Inntekter	Antall elver	Kommentar
0 kroner	2	Vassdrag som er stengt for fiske.
1-100 000 kroner	8	Inkl. Sireåna som først ble kalket i 2018.
100 000 - 500 000 kroner	7	
500 000 - 1 000 000 kroner	2	
> 1 000 000 kroner	5	Inkl. Otra der kalking nylig har startet.

Det er ikke rett fram å anslå hvor stor andel av inntektene fra salg av fiskekort som kan tilskrives kalking, gitt tilgjengelige data. I kap. 4.2.1 anslås det at om lag 60 prosent av total fangst av laks og sjørørret (i antall) de fem siste årene kan tilskrives kalking opp gjennom tidene. Dersom sammenhengen mellom fangst i antall fisk og fiskekortinntekter er lineær, dvs. at inntektene fra fiskekort øker like mye som fangsten, så kan det antas at også 60 prosent av inntekter fra salg av fiskekort kan tilskrives kalking. Det er lite sannsynlig at denne forutsetningen er oppfylt, da motivasjonen for laksefiske er sammensatt av flere faktorer enn fangstsannsynlighet. Dette inkluderer mer generelle motiver som muligheten til å få en god naturopplevelse eller sosialt samvær (Stensland & Skullerud, 2013; Stensland, Aas, & Mehmetoglu, 2016). I mangel på bedre data legger vi likevel denne forutsetningen til grunn for å anslå hvor stor andel av inntektene som kan tilskrives kalking, men korrigerer noe for usikkerheten ved å bruke et intervall der det anslås at mellom 40 til 80 prosent av inntektene kan tilskrives kalking. På bakgrunn av dette kan det anslås at kalking bidro til mellom 5 til 10 mill. kroner i inntekter fra salg av fiskekort i 2019.

## 5.3 Omsetning fra salg av andre varer og tjenester

Vi har ikke innhentet data om laksefiskernes forbruk av varer og tjenester utover kjøp av fiskekort, og må derfor bruke resultater fra andre undersøkelser til å anslå hvor mye fiskerne bruker på kjøp av andre varer og tjenester forbundet med fiske.

NINA har kartlagt fiskere og jegeres forbruk av varer og tjenester i Norge (Andersen & Dervo, 2019a). Her framkommer det at laksefiskere i gjennomsnitt bruker mellom 1 451 - 2 135 kroner per dag de fisker til kjøp av fiskekort og andre varer og tjenester. Anslått forbruk på ulike kostnadskategorier per dag kan brukes til å gjøre noen antagelser om forholdet mellom kostnader til fiskekort og andre relaterte varer og tjenester. Beregninger med utgangspunkt i resultatene fra denne undersøkelsen viser at for hver krone som brukes på fiskekort, brukes det mellom 2 til 3 kroner på andre utgifter. De som er på dagstur bruker minst på andre varer og tjenester i forhold til prisen på fiskekort, mens de som har leid overnatting bruker mest.



Forholdet mellom utgifter til fiskekort og andre varer og tjenester har også blitt undersøkt i andre studier. I en undersøkelse av lokaløkonomiske virkninger av laksefiske i elver infisert med, og behandlet mot, lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, sammenstiller Andersen mfl. resultater fra tidligere gjennomførte undersøkelser av Trondheimsfjordelvene, Verdalselva og Vikedalselva (Andersen, Stensland, Aas, Olaussen, & Fiske, 2019b). Resultatene varierer fra 0,4 til 2,7 kroner brukt på andre varer og tjenester per krone brukt på fiskekort. For elvene i Trondheimsfjorden ser det ut til at lokale og tilreisende fiskere bruker henholdsvis 2,2 til 2,3 ganger mer på andre utgifter enn på fiskekort, mens tilsvarende tall for Verdalselva er 0,4 og 2,7 ganger mer. For Vikedalselva bruker fiskerne om lag samme beløp på fiskekort som på andre varer og tjenester, slik at forholdstallet er 1. Her skilles det ikke eksplisitt mellom lokale og tilreisende fiskere, men basert på reiselengde konkluderes det med at fiskerne i hovedsak er lokale eller regionale.

Resultater fra tidligere studier indikerer at det er behov for å ta hensyn til fiskernes tilholdssted for beregning av annet forbruk. I fire elver der vi har data på fordelingen av fiskere, står lokale fiskere for mellom 55 til 70 prosent av anslåtte fiskedøgn. I en av de mest populære fiskeelvene i regionen, er andelen lokale fiskere 57 prosent. Siden vi ikke har fullstendig oversikt over fordelingen mellom lokale og tilreisende fiskere i vassdragene og deres forbruk per fiskedøgn, trekker vi opp et større intervall for å anslå forbruk av andre varer og tjenester. Intervallet tar utgangspunkt i at fiskerne bruker mellom 1 til 2,5 ganger så mye på andre varer og tjenester som på kjøp av fiskekort. På bakgrunn av dette kan det anslås en årlig omsetning på mellom 12,5 til 31,1 mill. kroner forbundet med kjøp av andre varer og tjenester knyttet til fiske i kalkede vassdrag. Kalkingens bidrag til omsetning av andre varer og tjenester beregnes på bakgrunn av dette til mellom 5 til 25 mill. kroner i 2019, gitt forutsetningen om at mellom 40 til 80 prosent av inntektene kan tilskrives kalking. Som nevnt ovenfor er det stor usikkerhet forbundet med forutsetningen om hvor stor andel av inntektene som kan tilskrives kalking.

## 5.4 Lokal verdiskaping

Verdiskaping er verdiene som blir igjen i lokalsamfunnet i form av sysselsetting og overskudd, når kostnader til innkjøp av varer og lignende er trukket fra. For å få fram verdiskapingen relatert til fiske, multipliseres anslåtte inntekter fra salg av fiskekort og andre varer og tjenester med verdiskapingsfaktorer brukt i studier av lokaløkonomiske virkninger av fritidsfiske. Verdiskapingsfaktoren for fiskeleie settes til 0,83 basert på estimerte inntekter og kostnader fra grunneiere i Trondheimsfjordselvene (Fiske, Baardsen, Stensland, Hvidtsten, & Aas, 2012). Det betyr at for hver 1000 kroner brukt på kjøp av fiskekort, skapes en lokal verdiskaping på 830 kroner. Verdiskapingsfaktoren for fiskeleie er i hovedsak basert på inntekter fra salg av fiskekort, men inkluderer også noe overnatting. Siden kostnadene forbundet med å tilby overnatting er en del høyere enn kostnadene ved å selge fiskekort, vil verdiskapingsfaktoren være noe høyere for fiskekortsalg isolert, men vi får ikke kontrollert for dette her.

For kjøp av andre varer og tjenester legger både Andersen mfl. (2019b), Andersen & Dervo (2019a) og Fiske mfl. (2012) til grunn en faktor på 0,18 basert på en analyse som Holmengen & Akselsen har gjort på verdiskaping i norske bygdeturismeforetak (Holmengen & Akselsen, 2005). Vi har ikke tilgang til denne rapporten, og har dermed ikke kunnet kontrollere for hvilke forutsetninger som legges til grunn her. Til sammenligning anslår SSB at om lag 42 prosent av turistkonsumet i havkommuner bidrar til verdiskaping (Faglig forum, 2019). Dette omfatter

forbruk av overnatting og servering, transport og andre varer og tjenester. Det kan være at dette anslaget er for høyt fordi en stor andel av verdiskapingen skjer i byene, og fordi det kan basere seg på andre typer varer og tjenester enn det fiskere typisk kjøper. Vi bruker likevel dette som et øvre anslag for verdiskapingsfaktor.

De ulike forutsetningene som legges til grunn for i) forholdet mellom forbruk på andre varer og tjenester og på fiskekort, og ii) verdiskapingsfaktor, gjør at vi får et stort intervall for anslaget på lokal verdiskaping forbundet med kjøp av andre varer og tjenester. Forutsetningene for det laveste anslaget er at man bruker like mye på kjøp av andre varer og tjenester som på kjøp av fiskekort (forhold 1:1), at verdiskapingsfaktoren er 0,18 og at 40 prosent av omsetningen kan tilskrives kalking. Forutsetningene for det høyeste anslaget er at man bruker 2,5 ganger så mye på kjøp av andre varer og tjenester som på fiskekort (forhold 1:2,5), at verdiskapingsfaktoren er 0,42 og at 80 prosent av omsetningen kan tilskrives kalking.

Økt etterspørsel etter lokale varer og tjenester vil i tillegg ha indirekte virkninger som gjør at de økonomiske virkningene for lokalsamfunnet blir større enn den direkte verdiskapingen som skjer ved fiskernes kjøp av varer og tjenester. Med indirekte virkninger menes økt økonomisk aktivitet som følge av at inntektene til ansatte og eiere i lokalt næringsliv og kommunene (i form av skatteinntekter) øker. Studiene om lokaløkonomiske virkninger, som vist til over, har lagt til grunn en produksjonsmultiplikator for ringvirkninger på 1,35 gitt tidligere gjennomførte undersøkelser av ringvirkninger forbundet med turisme. Produksjonsmultiplikatoren er basert på tre studier utført av Dybedal ved TØI, for ringvirkninger i ulike fylker og områder i Norge (Dybedal, 2003; Dybedal, 2005a; Dybedal, 2005b). Denne faktoren legges også til grunn for å anslå totale lokaløkonomiske virkninger forbundet med fritidsfiske i de kalkede elvene. Tabell 9 viser resultatene fra beregningen av lokal verdiskaping forbundet med fritidsfiske, kjøp av andre varer og tjenester og totalt inkludert beregnede ringvirkninger.

Tabell 9: Anslag for lokal verdiskaping forbundet med kjøp av fiskekort og andre varer og tjenester i 2019

	Verdiskaping i kalkede lakseelver	Bidrag fra kalking (40-80 pst.) til verdiskaping.
Verdiskaping kjøp av fiskekort	10,4 mill. kroner	4,1-8,2 mill. kroner
Verdiskaping kjøp av andre varer og tjenester	2,2-13,1 mill. kroner.	0,9 - 10,5 mill. kroner
Total verdiskaping ekskl. ringvirkninger	12,6 - 23,4 mill. kroner	5 - 18,7 mill. kroner
Total verdiskaping inkl. ringvirkninger	17 - 31,7 mill. kroner	6,8 - 25,4 mill. kroner

Totalt anslås det at fisket i de kalkede elvene medførte en verdiskaping på mellom 17 til 32 mill. kroner inkludert ringvirkninger i 2019, hvorav anslagsvis mellom 7 til 25 mill. kroner av dette kan tilskrives kalkingen. Selv om det er et stort intervall, kan det ikke utelukkes at faktisk verdiskaping ligger utenfor ytterpunktene i intervallet. Det antas likevel å gi et godt bilde av mulig størrelsesorden på lokal verdiskaping relatert til kalking. Netto økning i lokal verdiskaping er mer usikker, og vil være lavere enn det som legges til grunn her. Årsaken til dette er at noe av forbruket hadde forekommet i de berørte lokalsamfunnene uavhengig av fiskemulighetene. Det er også usikkerhet forbundet med hvor mye som brukes på andre varer og tjenester relatert til fiske og hvor stor andel av forbruket som genererer verdiskaping, men dette antas i stor grad å være ivarettatt gjennom intervallet. Videre er det stor usikkerhet forbundet med hvor stor

andel av inntektene i 2019 som kan tilskrives kalking. Dette skyldes både usikkerhet om forholdet mellom fangst og inntekter, og usikkerhet om hvor stor andel av fangsten som kan tilskrives kalking.

Verdiskaping fra fiske i kalkede elver antas å øke i årene som kommer som følge av ventede effekter fra kalking av Otra, Sireåna og Modalselva der effektene ikke er tatt ut, vedtatte optimaliseringstiltak i nåværende kalkingsprosjekter og supplerende tiltak.

## 6. Samfunnsøkonomisk analyse – metode og forutsetninger

Dette kapitlet redegjør for forutsetningene som legges til grunn for å beskrive nytte- og kostnadsvirkningene av kalking som presenteres i kapittel 7, 8 og 9.

I henhold til utredningsinstruksen (DFØ, 2018a) skal alle virkninger av et tiltak, i dette tilfellet kalking, vurderes opp mot et nullalternativ. Nullalternativet beskriver dagens situasjon og forventet videre utvikling hvis ingen nye tiltak eller ny politikk blir iverksatt på området, og benyttes som sammenligningsgrunnlag for å identifisere og beskrive virkninger av tiltakene. Det er ikke rett fram å fastsette nullalternativet i denne utredningen. Det kan både argumenteres med at nullalternativet er videreføring av dagens kalkingsnivå, og at nullalternativet er å avslutte kalking med tanke på at kalking er et tiltak som skal utredes ved revidering av handlingsplanen. Siden formålet med utredningen er å vurdere om nyttevirkningene forbundet med kalking overstiger kostnadene, har vi valgt å definere nullalternativet som at kalkingen avsluttes med virkning fra og med 1. januar 2022.

Som det framgår av kapittel 3 framstår kalking som det mest aktuelle tiltaket for å løse forsuringsproblemet i rammede vassdrag på kort og mellomlang sikt. Det er imidlertid mulig å se for seg alternative innretninger av kalkingen, som blant annet kan handle om hvor mange og hvilke vassdrag som kalkes, og hvilke arter som skal prioriteres i kalkingsstrategien. Formålet med denne utredningen har imidlertid vært å få en bedre oversikt over hvilke verdier som påvirkes av kalking, gitt vedtatt kalkingsvirksomhet, og sammenligne dette med kostnadssiden. Vi har derfor ikke gått videre med å definere mulige alternative innretninger på kalkingsinnsatsen. Tiltaket som skal analyseres er dermed å videreføre kalking på dagens nivå med vedtatte endringer fra og med 2022.

For å sikre at hovedparten av effektene av vedtatt kalkingsinnsats fanges opp, settes analyseperioden til 10 år. En analyseperiode på 10 år anses å være tilstrekkelig for å i) fange opp at det tar tid fra kalking avsluttes til at naturen stabiliserer seg på et nytt nivå (i nullalternativet), og ii) fange opp forventede framtidige endringer som kan tilskrives dagens kalkingsinnsats, men som forutsetter kalking på årlig basis framover for å få full effekt (tiltaksalternativet). Kalking må sannsynligvis pågå mye lengre enn fastsatt analyseperiode for å oppnå ønsket tilstand i vassdragene. Stor usikkerhet om endringer i forursingssituasjonen, gjør det imidlertid vanskelig å framskrive virkningene av kalking på lengre sikt.

For flere virkninger vil det ikke være mulig å fange opp forventet effekt av kalkingen innenfor analyseperioden på grunn av at det tar tid før naturen responderer på at kalking avsluttes. Dette gjelder for eksempel kalkingens effekt på fangst av fisk som antas å holde seg på om lag samme nivå fem år etter kalkingen avsluttes for deretter å redusere år for år. Det samme gjelder for elvemuslingens rensefunksjon der kalking vil ha en mer langsiktig effekt enn det som kan måles innenfor analyseperioden. For disse virkningene angis det en restverdi som er verdien som antas å komme etter analyseperioden.

I tråd med Finansdepartementets anbefalinger brukes en kalkulasjonsrente på fire prosent for å sammenligne prissatte nytte- og kostnadsvirkninger over tid (Finansdepartementet, 2014). For

virksomheter som det ikke er mulig å prissette gjøres det en vurdering av hvordan verdien vil endre seg over tid.

#### Andre forutsetninger for analysen:

- Registrert fangst av anadrom laksefisk i vassdrag (i antall) de fem siste årene sammen med antagelse om hvor stor andel av fangsten som kan tilskrives kalking, legges til grunn for å framskrive effektene av kalking og forventet utvikling i nullalternativet for anadrom laksefisk og på fritidsfiske. Det antas at kalkingens effekt på fangst i vassdrag gir en god indikasjon på kalkingens effekt på salg av fiskekort og fiskedøgn.
- Dokumenterte effekter på andre organismer som bunndyr, ål og elvemusling brukes for å framskrive effektene av å videreføre kalking og forventet utvikling i nullalternativet.
- Det antas at nye kalkingsprosjekter og tiltak på lokalt nivå vil gi økt fangst i de kalkede vassdragene ved videreføring av kalking sammenlignet med dagens situasjon (jf. kap.3.2).
- Vedtatt forskrift for fiske etter anadrom laksefisk i sjø og vassdrag legges til grunn for analysen. Dette innebærer at det legges til grunn at elva Ekso holdes stengt for fiske, og at det ikke er tillatt å fiske med faststående redskap langs kysten i analyseperioden.
- Eventuelle endringer i etterspørselen etter fritidsfiske som følge av covid-19 pandemien antas å være midlertidig og begrenset til 2020 og 2021. Om det tar noen år før man kommer tilbake til normalsituasjon vil det uansett ikke ha stor betydning for analysen, siden virkningene for fritidsfiske ventes å inntreffe først etter fem års tid.

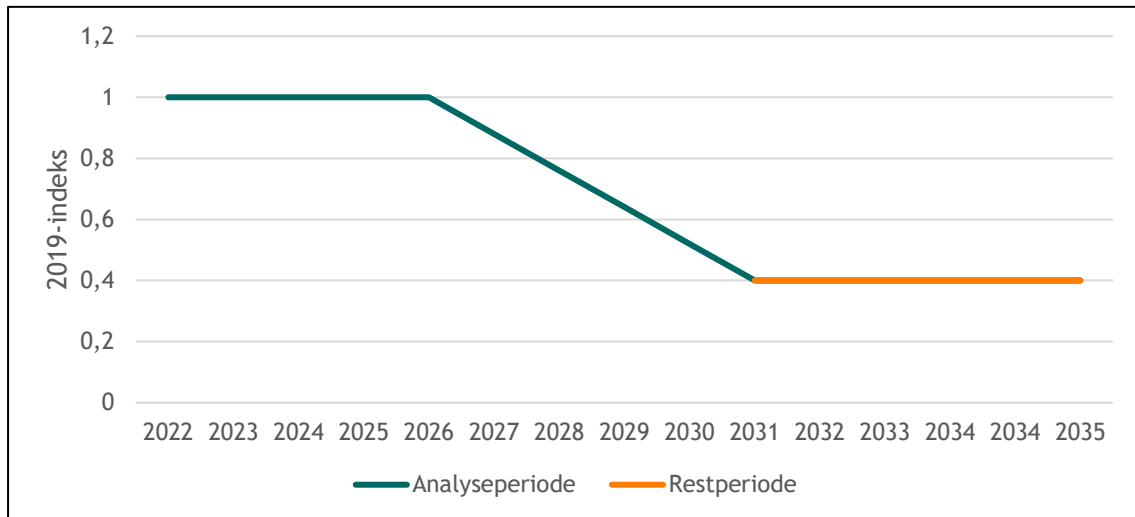
## 6.1 Nullalternativet – Avslutning av kalking

En avslutning av kalking fra 1. januar 2022 innebærer at de økonomiske kostnadene forbundet med aktiviteten går ned til tilnærmet null med en gang. I en samfunnsøkonomisk analyse inkluderes kostnadene når de faktisk påløper, ikke når de bokføres i regnskapet. Dette innebærer at det ikke tas hensyn til gjenstående avskrivninger på investeringer.

Selv om vannkvaliteten endrer seg med en gang kalkingen stanser, vil naturmangfoldet endre seg mer gradvis, og det kan ta flere år før det stabiliserer seg på et nytt nivå. Surere vann vil i første omgang påvirke arter som er følsomme for forsuring, som igjen kan påvirke forekomsten av andre arter. En avslutning av kalking vil føre til at det biologiske mangfoldet i vassdragene og antallet av forsuringfølsomme arter reduseres. Graden av endringstakt og varig tilstandsnivå i nullalternativet vil imidlertid variere mellom ulike regioner, vassdrag og arter.

For anadrom laksefisk har det vært mulig å gi en kvantitativ beskrivelse av antatt utvikling i nullalternativet. På bakgrunn av effektene av kalking belyst i kapittel 4.2.1 antas det at stans av kalking i liten grad vil påvirke fangsten de første årene, som følge av at forsuringen først og fremst påvirker fisk i smoltstadiet, men at fangsten vil gå kraftig ned fra og med år fem etter kalkingsslutt. Det antas at forekomsten av sjørret kommer til å øke noe som følge av at konkurransen fra laks reduseres, som gjør at den totale endringen i fangst blir noe mindre enn om vi kun hadde sett på forventet utvikling for laks. Totalt antas det at fangst av anadrom laksefisk vil gå ned med nærmere 60 prosent sammenlignet med 2019-nivå fram mot slutten av

2031 (jf. 4.2.1). I virkeligheten vil fangsten variere en del fra år til år, både naturlig og som følge av variasjoner i hyppigheten og styrken på forsurende episoder. Det antas at fangsten vil stabilisere seg på et nytt nivå ti år etter kalkingsslutt. Det er stor usikkerhet forbundet med både endringstakt og varig tilstandsnivå, men gitt tilgjengelige fangstdata er det vårt beste estimat for bruk i videre analyser. Resultatet illustreres i Figur 7. Det vises til kapittel 4.2.1 for en bedre redegjørelse for usikkerheten forbundet med effekten av kalking, og kapittel 10.3 for en følsomhetsanalyse av nullalternativet.



Figur 7: Illustrasjon av antatt utvikling i fangst av anadrom laksefisk i nullalternativet). Y-aksen viser hvordan fangsten antas å endre seg sammenlignet med 2019 som representeres ved tallet 1.

Det er enda mer krevende å si noe om forventet utvikling etter analyseperioden, men det må gjøres noen antagelser for å fange opp restverdien forbundet med kalkingens effekt på fangst. Reduksjon i sur nedbør kan føre til at fangsten vil øke noe på lengre sikt i nullalternativet. De ti siste årene har det imidlertid vært lite tegn til bedring av fangsten i referansevassdragene, til tross for at forsuringssituasjonen har bedret seg noe. Naturens tåleevne for ny forsuring er fortsatt på et lavt nivå, jf. kapittel 2. På bakgrunn av dette antas det at utviklingen av fangst de første årene etter analyseperioden vil være relativt stabil.

Endringstakten og størrelsen på redusert fangst i nullalternativet vil variere fra vassdrag til vassdrag. Naturens tåleevne for forsuring og hyppighet av forsuringsepisoder de neste ti årene vil avgjøre hvordan utviklingen vil bli i det enkelte vassdrag. For noen få vassdrag vil en avslutning av kalking kun ha liten påvirkning på fangsten, mens i andre vassdrag kan fangsten gå ned mot null innenfor analyseperioden dersom det blir nødvendig å stenge fisket av hensyn til bestandsnivå. Flere bestander har vært betraktet som regionalt utdødd eller truet før kalkingen startet, og avslutning av kalking kan medføre risiko for at flere lokale bestander igjen får status som truede. En avslutning av kalking kan dermed ha irreversible virkninger i noen vassdrag, som det kan være kostbart å reversere. I tillegg vil det også være forskjeller i hvor lang tid det tar før bestanden stabiliserer seg på et nytt nivå.

En avslutning av kalking vil også medføre en nedgang for andre forsuringfølsomme arter i vassdragene, jf. kvalitativ beskrivelse av forventet utvikling og ny varig tilstand i nullalternativet i

Tabell 10. Fra tabellen ser man at forsuringfølsomme bunndyrsarter og rekruttering av elvemusling vil rammes raskere og hardere enn laks ved avslutning av kalking.

Tabell 10: Kvalitativ beskrivelse av forventet utvikling i nullalternativet for forekomst av ulike arter

	Kort sikt (0-5 år)	Mellomlang sikt (5-10 år)	Lang sikt (etter 10 år)
<b>Anadrom laksefisk</b>	<b>Laks:</b> Ingen endring for voksen fisk. Forsuring vil ha sterk negativ påvirkning på laks i smoltstadiet.  <b>Sjørørret:</b> Ingen endring.	Varierer fra år til år, men i sum ventes betydelig nedgang av voksen fisk og dermed også fangst i denne perioden.  Stabil, litt opp	Stabil lav, økning ved redusert forsuring.  Stabil, men avhenger av utvikling av antall laks.
<b>Bunndyr</b>	Følsomme arter blir borte.	Stabilt lavt, men nivå avhengig av forsuringsepisoder.	Kanskje gradvis bedring, avhengig av utvikling av forsuring.
<b>Elvemusling</b>	Nedsatt rekruttering. pH under 6 vil gi kraftig utslag på rekruttering	Fravær av rekruttering.	Fravær av rekruttering.
<b>Ål</b>	Tilbakegang i rekruttering på grunn av dårlig vannkvalitet eller død (glassål vil unngå surt vann eller dø hvis de forsøker å gå opp i vassdragene).	Bestandene vil gå tilbake på grunn av redusert rekruttering.	Kraftig tilbakegang, nær utryddelse i vassdragene.

I likhet med for anadrom laksefisk er det også usikkerhet forbundet med framskrivning av utviklingen for andre forsuringfølsomme arter. Det er særlig stor usikkerhet forbundet med framskrivningen av utviklingen for ål. For ål er det tilfeldig hvilket land og hvilket vassdrag glassålene driver med strømmen til. Vi vet ikke med sikkerhet om glassål som driver mot forsurede vassdrag unngår disse på grunn av lav pH, eller dør etter at de har kommet opp i vassdragene. Resultatet blir uansett redusert forekomst av ål i forsurede vassdrag.

## 6.2 Tiltak - Videreføre kalking

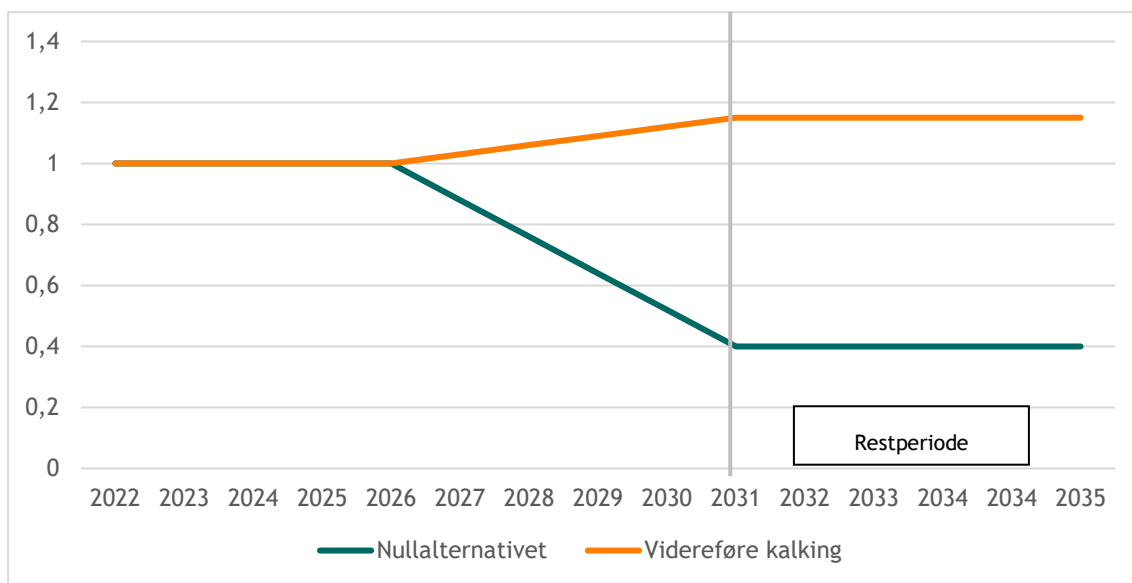
Videreføring av dagens kalkingsstrategi er det eneste tiltaket som utredes. Tiltaket vil ikke medføre store endringer fra dagens situasjon, men det vil innebære noen justeringer. Ved videreføring av kalking er det dagens og vedtatte framtidige kalkingsaktiviteter som legges til grunn.

Kalkingens observerte virkninger på naturmangfoldet sammenlignet med utviklingen i referansevassdrag og ukalkede deler av de berørte vassdragene, brukes til å beskrive virkningen av å videreføre kalking hvert år fra 2022 til 2031. I de fleste vassdragene har kalking pågått i mange år, slik at en kan anta at flere bestander allerede har fått full effekt av tiltaket. For disse antas det at fangsten vil holde seg på et stabilt nivå ved videreføring av kalking. For noen

vassdrag forventes det at fortsatt kalking vil bidra til økt fangst av anadrom laksefisk og økt forekomst av andre forsurningsfølsomme arter. Dette gjelder vassdrag der:

- Kalking er startet opp de fem siste årene (Otra, Sokndalsvassdraget<sup>11</sup>, Modalselva, og Sireåna).
- Det fins bestander som fortsatt er under reetablering (f.eks. Modalselva).
- Det pågår eller er vedtatt reetablering eller restaureringstiltak som vil ha framtidige virkninger for anadrom laksefisk, jf. kap. 3.2.
- Det er startet kalking av mindre sidevassdrag i allerede kalkede vassdrag, som antas å få framtidige virkninger for naturmangfoldet.

Siden to av de nye kalkingsprosjektene først ble startet i 2018 og 2021, antas det at det vil ta fem års tid før virkningene av kalkingen får effekt for fangsten i disse vassdragene. Det er ikke gjort noen framskrivninger av antatt utvikling av fangst forbundet med oppstart av kalking. Den største endringen i fangst antas å skje i Otra. Gitt registrert fangst i Otra de siste årene og anslått totaleffekt av kalking på fangst, kan det legges til grunn en økning på nærmere 13 prosent for alle vassdrag bare som følge av oppstart av kalking av Otra. Det er imidlertid stor usikkerhet forbundet med denne framskrivningen både fordi effekten varierer i stor grad fra elv til elv, og fordi det allerede fanges store mengder fisk i Otra. I tillegg til økning av fangst i Otra, forventes det også en økning i fangsten i mange av de andre elvene som følge av gjennomførte og vedtatte kalkingstiltak og supplerende tiltak. Samtidig kan andre påvirkningsfaktorer (f.eks. fra oppdrett og klimaendringer) trekke effekten av kalkingen ned. Som et anslag antar vi at fangsten i kalkede elver vil øke med rundt 15 prosent totalt fra år fem til år ti i analysen. Framskrivning av fangst i nullalternativet og ved videreføring av kalking er skissert i Figur 8.



Figur 8: Framskrivning av fangst av anadrom laksefisk i nullalternativet og videreføring av kalking (tiltak)

<sup>11</sup> I Sokndalsvassdraget er det gjennomført kalking i form av innsjøkalking. Det er kartlagt hvorvidt dette skal fortsette eller erstattes av kaldosering. En dosering er i drift - Bakkaåna, en er under planlegging - Rosslandsåna, mens en er i kartleggingsfasen - Litlåa. Usikkerheten her knyttet til kommende og ny effekt av dosererkalkingen, beror på tidligere effekt av innsjøkalking.



Tabell 11 gir en kvalitativ beskrivelse av forventet utvikling for de ulike artene ved videreføring av kalking.

Tabell 11: Beskrivelse av forventet utvikling for ulike arter gitt videreføring av kalking.

	Kort sikt (0-5 år)	Mellomlang sikt (5-10 år)	Lang sikt (etter 10 år)
<b>Anadrom laksefisk</b>	Stabilt for gamle kalkingsprosjekter. Økt fangst i vassdrag der kalking nylig har blitt startet eller det er iverksatt tiltak som ventes å ha stor effekt.	Stabilt, naturlige svingninger. Økt fangst i vassdrag der kalking nylig har blitt startet eller det nylig er iverksatt tiltak som ventes å ha stor effekt.	Stabilt, naturlige svingninger.
<b>Bunndyr</b>	Stabilt. Naturlige år-år variasjoner	Stabilt. Naturlige år-år variasjoner	Stabilt. Naturlige år-år variasjoner
<b>Elvemusling</b>	Antall lokaliteter relativt stabil. Noen gjenoppdagelser av antatt utdødde populasjoner kan forekomme. Rekruttering og tetthet av yngre muslinger vil variere mellom år i takt med vannkvaliteten	Rekruttering og tetthet av yngre muslinger vil variere mellom år, men det kan forventes en økning i bestandene hvor det har vært observert nyrekruttering de senere år når disse når kjønnsmoden alder. Noen gjenoppdagelser av antatt utdødde populasjoner kan forekomme.	Rekruttering, tetthet og forekomst vil øke, men variere mellom år ift. vannkvalitet.
<b>Ål</b>	Stabilt for gamle kalkingsprosjekter. Økt forekomst der kalking nylig er iverksatt, eller det er iverksatt tiltak som ventes å ha stor effekt.	Stabilt, naturlige svingninger. Økt forekomst i vassdrag der kalking nylig har blitt startet eller det nylig er iverksatt tiltak som ventes å ha stor effekt.	Stabilt, naturlige svingninger.

## 7. Verdsetting av virkninger på økosystemtjenester

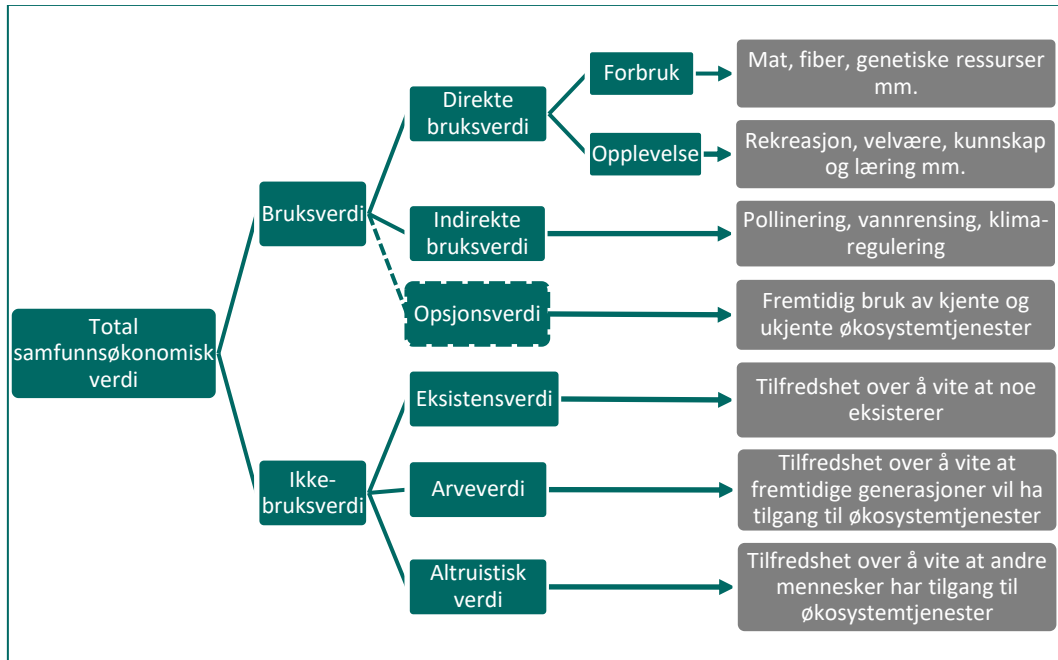
Kapittel 3 og 4 viser at kalking har stor positiv effekt på flere arter og at en videreføring av kalking vil bidra til å opprettholde disse effektene sammenlignet med nullalternativet. Formålet med dette kapitlet er å beskrive hvordan disse effektene påvirker samfunnets velferd. Ulike typer verdier som påvirker samfunnets velferd beskrives nærmere i kapittel 7.1 nedenfor.

Vi har valgt å ta utgangspunkt i økosystemtjenestetilnærmingen for å identifisere og systematisere virkninger som har betydning for samfunnet. Virkningene kan verdsettes på ulike måter: kvalitativt, kvantitativt eller økonomisk. Hvilken type verdsetting som er mest relevant avhenger av i) hvilke verdier som skal beskrives, ii) hva slags informasjon som er tilgjengelig, og iii) hva informasjonen skal brukes til. Vi ser at tilgjengelig informasjon begrenser hvor langt det er mulig å gå i å prissette mange av verdiene som berøres av kalking. For noen få verdier er det imidlertid mulig å gi et kvantitativt anslag på effekten av kalking (for eksempel i form av økt fangst i kg).

For å sikre at virkningene verdsettes på samme måte brukes DFØs pluss-minus metode, med noen tilpasninger, til å verdsette alle virkninger. Dette er en metode som er utviklet for å verdsette ikke-prissatte virkninger, det vil si virkninger som det ikke er mulig eller ønskelig å verdsette økonomisk (prissette). Metoden beskrives nærmere i kapittel 7.2. Økosystemtjenestetilnærmingen og konsekvensene kalking har for ulike økosystemtjenester beskrives nærmere i kapittel 7.3, mens kapittel 7.4 beskriver hvordan konsekvensene fordeler seg på de tre regionene som berøres: Agder, Rogaland og Vestland. Resultatene fra verdsettingen av ikke-prissatte virkninger oppsummeres i kapittel 7.5, mens kapittel 7.6 beskriver de største usikkerhetsmomentene forbundet med verdsettingen. Kapittel 8 gjennomgår de få verdiene som det er mulig å prissette.

## 7.1 Total samfunnsøkonomisk verdi

Vi ønsker å belyse den totale samfunnsøkonomiske verdien som kalking bidrar til. Begrepet «total» i denne sammenhengen viser til et ønske om å inkludere flere typer verdier. Total samfunnsøkonomisk verdi kan deles inn i flere undergrupper som vist i figuren under.



Figur 9: Total samfunnsøkonomisk verdi. Kilde: NOU 2013:10.

**Bruksverdi** er verdier knyttet til bruk av en økosystemtjeneste. Denne kan videre deles inn i direkte og indirekte bruksverdi:

- Direkte bruksverdi stammer fra direkte bruk av en økosystemtjeneste enten gjennom faktisk forbruk av fysiske produkter som mat og råmaterialer, eller fra det å oppleve naturen direkte.
- Indirekte bruksverdi stammer vanligvis fra regulerende tjenester som f.eks. pollinering, vannregulering og vannrensing. Dette er tjenester som ikke konsumeres eller brukes direkte, men som er en forutsetning for goder vi mennesker igjen benytter oss av - slik som ren luft, rent drikkevann og flere forskjellige matprodukter.
- I tillegg har det å ha mulighet til å bruke en økosystemtjeneste en gang i framtiden også en verdi i seg selv. Dette kalles opsjonsverdi.

**Ikke-bruksverdi** er verdier som ikke involverer noen form for bruk av økosystemtjenester, men som reflekterer individers ønske om å ta vare på naturen. Ofte deles ikke-bruksverdi inn i tre komponenter der eksistensverdi stammer fra egen tilfredshet over å vite at en art eller et økosystem eksisterer, arveverdi er knyttet til ønsket om at framtidige generasjoner skal ha tilgang til de samme økosystemtjenestene som en selv har, og altruistisk verdi som er verdien av å vite at andre mennesker (i samme generasjon) har tilgang til arter og økosystemer.

Formålet med å dele ikke-bruksverdier inn i disse ulike kategoriene er å øke forståelsen av hvordan naturen bidrar med verdier til oss mennesker på flere måter. I praksis kan det ofte være vanskelig eller umulig å skille mellom de ulike verdikomponentene, men kategoriseringen

gir et rammeverk som kan bidra til å øke bevisstheten om hvilke verdier naturen faktisk representerer. For en del økosystemtjenester kan ikke-bruksverdier være vel så viktige som bruksverdier. Det samme gjelder opsjonsverdier.

## 7.2 Metode for verdsetting av ikke-prissatte virkninger (pluss-minus metode)

Pluss-minus metoden som beskrives i DFØs veileder for samfunnsøkonomiske analyser (DFØ, 2018b) brukes til å verdsette og framstille virkninger på økosystemtjenester og tilhørende verdier. Metoden går ut på å beskrive **omfanget** av tiltakets påvirkning på det aktuelle området og hvilken **betydning** området har for samfunnet, og med utgangspunkt i dette fastsette fortegn og størrelse på konsekvens. Vi har i tillegg sett til Kystverkets metode for å kartlegge hvilke økosystemtjenester som bør beskrives i samfunnsøkonomiske analyser (Kystverket, 2020).

Det er de totale nyttevirkningene kalking har for ulike økosystemtjenester som ønskes verdsatt. Dette innebærer at den høyeste identifiserte konsekvensen legges til grunn for analysen, uavhengig av om denne er basert på funn i ett enkelt vassdrag, flere vassdrag eller en hel region. Hvis for eksempel videreføring av kalking antas å ha stor positiv konsekvens for fiske i en region, men lav konsekvens i en annen, skal det legges til grunn at kalking har hatt stor positiv konsekvens for fiske. Det hadde vært enda mer interessant å belyse nyttevirkninger per vassdrag og sammenlignet dette med tilhørende kostnader, men dette krever mer informasjon.

### Tilpasninger av metode

Områdene som berøres av tiltaket er ulike typer økosystemtjenester, og vi bruker derfor begrepet **økosystemtjenester** eller **tjenester** i stedet for **områder**. Videre vil ordet **omfang** byttes ut med ordet **effekt**. En større endring fra matrisen i DFØs veileder er at vi tar med en ekstra kategori for betydning, for å reflektere tjenester som har meget stor betydning. Vi har identifisert mange nyttevirkninger som må beskrives kvalitativt på grunn av at det ikke er mulig å gå videre med prissetting. En ekstra kategori for betydning, slik at antallet kategorier for betydning øker fra tre til fire, vil bidra til å skille de største nyttevirkningene fra hverandre. En inndeling med fire kategorier for betydning er også i tråd med inndelingen som gjøres for verdikriterier for naturmangfold i Statens Vegvesens håndbok V712 (Statens Vegvesen, 2018).

### Beskrivelse og gjennomføring av metode

Metoden innebærer følgende steg:

1. Identifisere økosystemtjenester og verdier som berøres av tiltaket.
2. Fastsette tiltakets effekt på lokal økosystemtjeneste.
3. Fastsette hvilken betydning verdiene som berøres har for samfunnet.
4. Fastsette konsekvens for samfunnet.
5. Vurdere usikkerhet.

#### 1. Identifisere økosystemtjenester og verdier som berøres

Første steg er å identifisere hvilke økosystemtjenester og verdier som berøres av kalking med gitt inndelingen av økosystemtjenester i kapittel 7.3 og beskrivelsen av ulike verdier i kapittel 7.1.

## 2. Fastsettelse av effekt

Med effekt menes i hvilken grad tiltaket, i denne sammenheng videreføring av kalking, fører til en endring i berørte økosystemtjenester med tilhørende verdier. Det er endringer i økosystemtjenestene i virkningsområdet som er relevant. Det vil si at det er endringer i økosystemtjenester i de kalkede laksevassdragene som er av betydning, ikke endringer i økosystemtjenesten regionalt eller nasjonalt. Det vil kunne være store forskjeller fra region til region, og fra elv til elv, hvor stor effekt kalkingen har.

Effekt fastsettes ut fra antatt endring i økosystemtjeneste, der:

- **Ubetydelig effekt** =< 5 prosent endring
- **Liten effekt**= 5 til 20 prosent endring
- **Middels effekt** = 20 til 50 prosent endring.
- **Stor effekt** = > 50 prosent endring.

Formålet med å oppgi en prosentvis skala for endringer er å gi en indikasjon på hvor store endringene må være for at de skal kunne inngå i de ulike kategoriene. Det forventes ikke at man skal vite nøyaktig prosentvis endring for hver økosystemtjeneste. I mange tilfeller vil effekten av kalking på arter brukes for å anslå effekt på berørte økosystemtjenester. Gitt framskrivningene, antas det at videreføring av kalking vil ha stor positiv effekt på anadrom laksefisk, elvemusling (rekruttering), ål og forsuringfølsomme bunndyr.

## 3. Fastsettelse av betydning

Med betydning menes hvor stor verdi økosystemtjenesten som påvirkes har for samfunnet i dag og hvordan denne forventes å utvikle seg i analyseperioden. Betydningen for samfunnet sier noe om hvor mange i Norge som er villige til å betale for å bevare/styrke økosystemtjenesten, og hvor mye de er villige til å betale. Det er verdien av økosystemtjenesten i virkningsområdet som er relevant, ikke den totale verdien økosystemtjenesten har nasjonalt. Ett eksempel som kan illustrere forskjellen er at selv om økosystemtjenesten *fritidsfiske* har nasjonal verdi, så betyr ikke det nødvendigvis at fritidsfiske i de kalkede elvene har verdi for hele landet.

Det skilles mellom noe, middels, stor og meget stor betydning. Kriteriene for fastsettelse av betydning presenteres i Tabell 12.

Tabell 12: Kriterier for fastsettelse av den lokale økosystemtjenestens betydning

Noe betydning	Middels betydning	Stor betydning	Meget stor betydning
<b>Enten</b> a) Tjenesten har betydning for mange personer/aktører i kommunen.	<b>Enten:</b> a) Tjenesten har betydning for mange personer/aktører i hele fylket.	<b>Enten:</b> a) Tjenesten har betydning for mange personer/aktører i hele landet.	<b>Enten:</b> a) Norge har en internasjonal forpliktelse til å ivareta tjenesten (eller arten).
<b>Eller</b> b) Tjenesten har stor betydning for noen få personer/aktører i kommunen.	<b>Eller</b> b) Tjenesten har stor betydning for få personer/aktører i hele fylket.	<b>Eller</b> b) Tjenesten har stor betydning for få personer/aktører i hele landet.	<b>Eller</b> b) Tjenesten har stor betydning for mange personer/aktører i hele landet.
	<b>Eller</b>	<b>Eller</b>	

	c) Tjenesten har stor betydning for mange personer/aktører i kommunen.	c) Tjenesten har stor betydning for mange personer/aktører i hele fylket.	
--	--	---	--

#### 4. Fastsettelse av konsekvens

Ut fra vurderingene som gjøres på tiltakets effekt og betydningen av de lokale økosystemtjenestene som berøres, fastsettes en konsekvens i antall pluser og minuser i henhold til Tabell 13. Tabellen viser at det i de fleste tilfellene er behov for å gjøre en skjønnsmessig vurdering mellom to konsekvenskategorier. Her må det legges vekt på hvor høyt virkningen legger seg i spennet for effekt og betydning. I de tilfellene virkningen både ligger i den høyere enden av intervallet som er oppgitt for effekt, og beveger seg i retning av neste kategori for betydning, er det den høyeste konsekvensen som bør legges til grunn. Motsatt gjelder dersom virkningen legger seg i den lavere enden av intervallet for effekt og betydning. I de tilfellene der det enten er stor usikkerhet rundt fastsettelse av effekt og/eller betydning, eller effekt ligger lavt i intervallet mens betydning nærmer seg neste kategori, kan man oppgi begge konsekvenskategoriene i et intervall for å synliggjøre at det er stor usikkerhet.

Tabell 13: Konsekvensmatrise for økosystemtjenester

Effekt/Betydning	Noe	Middels	Stor	Meget stor
<b>Stor positiv</b>	+/++	++/+++	+++/++++	++++
<b>Middels positiv</b>	0/+	+/++	++/+++	+++
<b>Liten positiv</b>	0	0/+	+/++	++
<b>Ingen/ubetydelig</b>	0	0	0	0
<b>Liten negativ</b>	0	0/-	-/--	--
<b>Middels negativ</b>	0/-	--	--/--	---
<b>Stor negativ</b>	-/--	--/---	---/----	----

Konsekvensmatrisen har en ni-delt skala for å vurdere konsekvens som gjengis i Tabell 14.

Tabell 14: Skala for konsekvenser

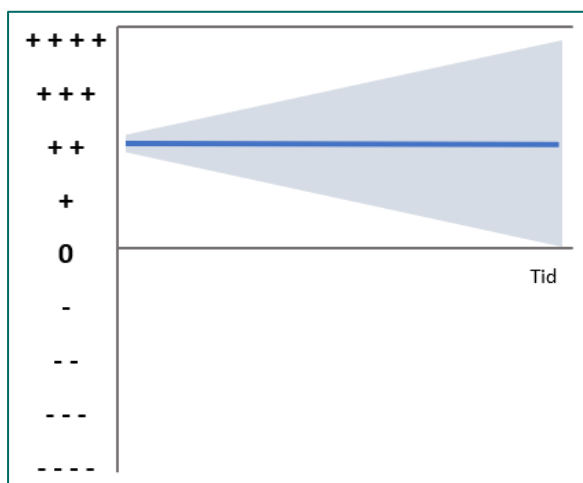
++++	Meget stor positiv konsekvens
+++	Stor positiv konsekvens
++	Middels positiv konsekvens
+	Liten positiv konsekvens
0	Ingen konsekvens
-	Liten negativ konsekvens
--	Middels negativ konsekvens
---	Stor negativ konsekvens
----	Meget stor negativ konsekvens

#### 5. Utvikling over tid og synliggjøring av usikkerhet

Det skal gjøres en vurdering av når den ikke-prissatte konsekvensen inntreffer og hvordan den vil endre seg over tid. Tidspunktet for når konsekvensen inntreffer vil være annerledes for

bruksverdier enn for opsjons- og ikke-bruksverdier. Mens konsekvenser for bruksverdier i stor grad følger antatt utvikling i bruk, vil tidspunktet for når man får informasjon om at kalking skal avsluttes eller videreføres være utslagsgivende for opsjonsverdier og ikke-bruksverdier. Dette er informasjon som antas å gjøres kjent for aktørene på starten av analyseperioden.

Videre skal det gis en beskrivelse av usikkerhet forbundet med verdsetting av den enkelte økosystemtjenesten, og hvordan usikkerheten vil utvikle seg over tid. For de største konsekvensene som også endrer seg over tid, bruker vi en metode for framstilling som vises i Figur 10 nedenfor for å beskrive forventet utvikling i konsekvens og usikkerhet. Den blå linja illustrerer hvordan konsekvensen av tiltaket vurderes å utvikle seg over tid, mens det skraverte feltet i grått skisserer usikkerhetsspennet ved fastsettelse av konsekvens. Desto bredere det skraverte feltet i blågrått er, desto høyere er usikkerheten. I figuren som vises nedenfor antas det for eksempel at usikkerheten vil øke over tid i begge retninger.

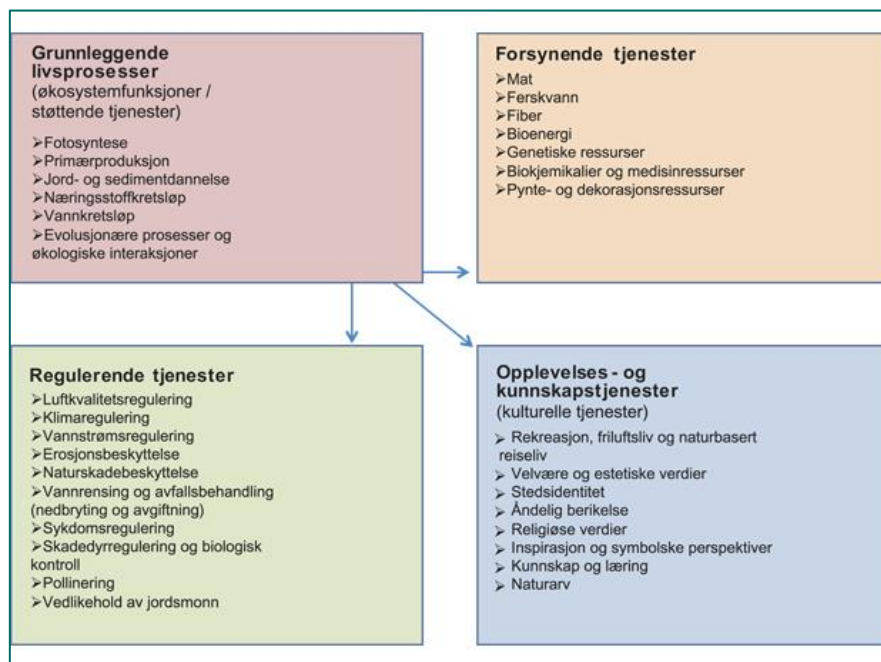


Figur 10: Framstilling av utvikling av konsekvens og usikkerhet over tid.

## 7.3 Verdsetting av ikke-prissatte virkninger for økosystemtjenester

I dette kapitlet gir vi en kort introduksjon til begrepet økosystemtjenester, før vi går over til å verdsette virkningen kalking har for de ulike typene økosystemtjenester. Kapitlet er strukturert ut fra de fire hovedgruppene av økosystemtjenester.

Økosystemtjenester er økosystemenes direkte og indirekte bidrag til menneskers eksistens og velferd. Det finnes ulike rammeverk for inndeling av økosystemtjenester, men det er ikke store forskjeller mellom disse. For dette formålet bruker vi rammeverket som ble brukt i NOU 2013:10, som deler økosystemtjenestene inn i fire kategorier: (1) grunnleggende livsprosesser, (2) forsynende tjenester, (3) regulerende tjenester og (4) opplevelses- og kunnskapstjenester (NOU 2013:10, 2013). Figur 11 viser hvilke typer tjenester som inngår i de ulike kategoriene, og illustrerer hvordan grunnleggende livsprosesser danner grunnlaget for de tre øvrige kategoriene av tjenester.



Figur 11: Rammeverk for inndeling av økosystemtjenester. Kilde: NOU 2013:10.

### 7.3.1 Grunnleggende livsprosesser

Grunnleggende livsprosesser (støttende tjenester) er det vi trenger for livet på jorda. Utover de tjenestene som ramses opp i figuren, er det også vanlig å inkludere habitatdannelse i denne kategorien. Grunnleggende livsprosesser er helt nødvendige for de øvrige tjenestene, men vurderes vanligvis på et nivå som ikke er relevant for vurderinger av konsekvenser av konkrete tiltak. Kalking kan imidlertid ha betydning for mer grunnleggende økologiske forhold, og vi har derfor gjort noen vurderinger også for denne gruppen.

Forsuring påvirker flere grunnleggende livsprosesser, som næringsstoffkretsløp og evolusjonære prosesser og økologiske interaksjoner. Arter av fisk og bunndyr blir borte på grunn av gift- eller stressreaksjoner av forsuringen og vannplantefloraen endrer seg på grunn av endringer i forholdet mellom  $\text{CO}_2$  og bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) i vannet. Dette forstyrrer de naturlige livsprosessene i de påvirkte vannøkosystemene, reduserer nedbrytingen av organisk materiale (fordi arter blir borte) og endrer den naturlige stoffomsetningen. Tilsetning av kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) i vannet nøytraliserer forsuringen og fjerner de negative effektene på dyr og planter og bidrar på den måten til å gjenskape de naturlige og grunnleggende livsprosessene.

En variasjon av arter med like eller ulike funksjoner er viktig for de fleste økosystemtjenester, både med tanke på evolusjonære prosesser, større bredde av økologiske funksjoner, og økosystemets evne til å håndtere endringer i påvirkningsbildet (NOU 2013:10, 2013). For eksempel vil kalking gjennom å øke forekomsten av enkelte bunndyrsarter bidra til økt stoffomsetning, vannrensing, og dannelse av habitater.

Konsekvensene for samfunnet av at kalking påvirker grunnleggende livsprosesser, fanges i stor grad opp av beskrivelsene av konsekvensene for forsynende, regulerende og kulturelle tjenester. Disse beskrives i de påfølgende avsnittene. Siden vi ikke har en komplett oversikt over de økologiske funksjonene i vassdragene som påvirkes av kalking og deres kobling mot andre økosystemer, vil det antageligvis være virkninger som ikke fanges opp i den videre analysen. For eksempel kan kalking ha en indirekte effekt på terrestriske miljøer i form av å



øke mattilgangen til blant annet fiskeørn, hegre mv. Siden det er forsket lite på hvordan kalking påvirker disse artene og deres økologiske funksjoner, har vi ikke gått videre med å verdsette disse virkningene.

### 7.3.2 Forsynende tjenester

Forsynende tjenester (produserende tjenester) er de fysiske produktene vi får fra naturen som mat, materialer, pyntegjenstander med videre. Kategorien inkluderer også genetiske ressurser, biokjemikalier og medisinsressurser, der produktet brukes inn i produksjon av et annet gode. Vi har identifisert tre typer forsynende tjenester som kalking har en positiv effekt for; i) mat, ii) genetiske ressurser og iii) rent vann.

#### Mat

Kalking bidrar til å sikre tilgangen til matressurser gjennom å styrke laksebestandene på Sør-Vestlandet. Sammenlignet med nullalternativet antas det at virkningen av å videreføre kalking vil inntreffe etter fem år. Det er kun matauk eller næringsfiske som regnes som en *forsynende tjeneste*, da fritidsfiske regnes som en *opplevelsestjeneste*. For fiske med faststående redskap etter laksefisk i sjø og ålefiske anses matauk og næringsfiske å utgjøre en viktig del av motivasjonen (Pedersen, Grønvik, Kjelsaas, & Handberg, 2021). Det er direkte bruksverdier og opsjonsverdier forbundet med disse formene for fiske som er relevante når vi ser på de forsynende tjenestene. Andre former for sjøfiske, for eksempel med håndredskap fra båt og land, kategoriseres som en opplevelsestjeneste.

#### **Villaks**

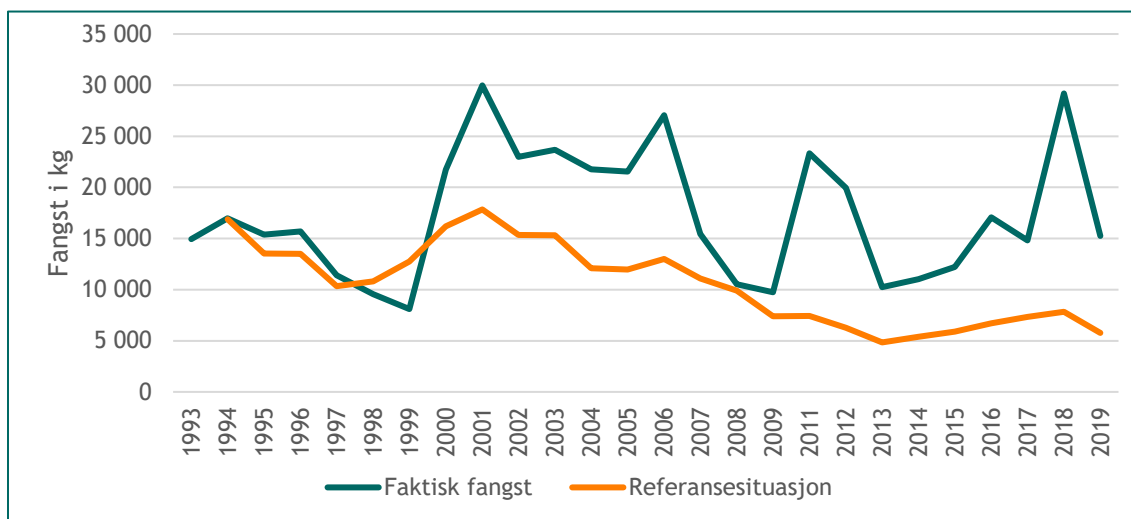
Effekten av kalking på fiske med faststående redskap i sjø kan studeres ved å sammenligne utviklingen i Agder, der en stor andel av elvene har blitt kalket, med utviklingen nasjonalt. Årsaken til at vi ser nærmere på Agder er at det er regionen der en størst andel av elvene har blitt kalket.

Nasjonalt har laksefiske i sjø hatt en nedadgående trend fra 1993 og fram til og med 2019. Dette skyldes en kombinasjon av at det har blitt færre fiskere og at fisketiden i sjø har blitt redusert av hensyn til laksebestandene. En gjennomgang av utviklingen i offentlige reguleringer av laksefiske i sjø og elver fra 1850-2010 viser at fisketiden også har blitt redusert i regionen Sør-Østlandet som Agder<sup>12</sup> er en del av, men i mindre grad enn resten av landet (Langset & Staldvik, 2011). Det har vært en betydelig reduksjon i fisketiden fra 2000 til 2010 på Sør-Østlandet, som isolert burde tilsi at fangsten i Agder burde gått ned. I Agder har derimot fangsten økt sammenlignet med registrert fangst fra 1993-1999, med en særlig stor oppgang fra starten av årtusenskiftet. Økningen sammenfaller i stor grad med økningen av fangst i elvene. Fisketiden på Sør-Østlandet har ikke vært endret etter 2010.

Figur 12 viser forskjellen mellom faktisk observert utvikling i sjøfiske i Agder, og antatt utvikling dersom fangsten skulle fulgt nasjonal trend (referansesituasjon). De ni siste årene har fangsten i Agder vært mellom to til tre ganger så høy som den ville vært om den hadde fulgt nasjonal trend fra 1993, som tilsvarer en forskjell sammenlignet fra referansesituasjonen på mellom 100 til 200 prosent. De fem siste årene har faktisk fangst i snitt vært 160 prosent høyere enn i referansesituasjonen.

---

<sup>12</sup> Antallet dager det åpnes for fiske i Agder i 2019 er det samme som for Østlandet og Jæren.



Figur 12: Fangst i kg ved fiske etter anadrom laksefisk med faststående redskap i sjø i Agder - faktisk utvikling (grønn linje) og referansesituasjon (oransje).

Forskjeller i påvirkningsfaktorer og restriksjoner på fiske i Agder og andre regioner kan i noen grad forklare forskjellen i referansesituasjonen og faktisk situasjon. Sett i sammenheng med at økningen i stor grad sammenfaller med økt fangst i kalkede vassdrag, og at fangsten i Agder har økt på tross av innstramminger i fisketid, virker det likevel sannsynlig at fangsten har økt med mer enn 50 prosent som følge av kalking, som er kriteriet for å oppnå stor positiv effekt. Kalking anslås på bakgrunn av dette og gjennomsnittlig registrert fangst de fem siste årene å ha hatt en årlig effekt på fangst i Agder på mellom 3-11 tonn.<sup>13</sup> Det antas at kalking har hatt lite effekt i Vestland, der det kun er en liten andel av fangsten som tas i de kalkede vassdragene. Med utgangspunkt i lignende framskrivninger som er gjort for Agder kan det anslås at kalking har hatt mellom lav til middels effekt for fiske i Rogaland. Siden kalkingen har hatt størst effekt på fiske i Agder, er det konsekvensene for sjøfiske i Agder som legges til grunn for analysen. Videreføring av kalking antas å bidra til å opprettholde mulighetene for fangst på dagens nivå.

De siste årene har det vært mellom 70 til 90 fiskere per år som har rapportert fangst fra fiske med faststående redskap i sjø i Agder (SSB, 2020c). Fisket har trolig stor betydning for de som driver med det, men siden det er få personer som utøver aktiviteten og de økonomiske virkningene synes å være begrenset, vurderes økosystemtjenesten å ha noe betydning for samfunnet. Dette understøttes også av en ny rapport fra Menon som har undersøkt verdiene forbundet med laksefiske i sjø (Pedersen, Grønvik, Kjelsaas, & Handberg, 2021).

Alle som fisker med faststående redskap i Agder vil berøres av at det ikke åpnes for fiske etter faststående redskap i sjø langs kystområdene de nærmeste årene, jf. forskrift om fiske etter anadrom laksefisk i sjø og vassdrag. Siden vi tar utgangspunkt i dagens reguleringer i framskrivningene av effekter, vil ikke kalking ha noen konsekvens for bruksverdiene relatert til økosystemtjenesten "mat" i analyseperioden. Kalking vil imidlertid bidra til å ivareta grunnlaget for denne tjenesten, og slik bidra til en opsjonsverdi.

<sup>13</sup> Intervallet gjenspeiler usikkerheten i kalkingens effekt som antas å ligge mellom 50 til 160 prosent.

## Ål

Selv om det ikke drives kommersiell fangst av ål i Norge i dag, har det vært fanget store mengder ål langs kysten av Sør-Norge tidligere. Senest på 1990-tallet ble det årlig fanget mellom 400 og 600 tonn ål i Norge (Havforskningsinstituttet, 2019). Ålen ble fredet både i sjø og ferskvann fra juli 2009 på grunn av bestandssituasjonen. Fra 2016 til 2018 har det imidlertid vært gjennomført et forskningsfiske av ål i sjøen i regi av Havforskningsinstituttet, der opp mot 29 fiskere har fått tillatelse til å fiske etter ål årlig med totale kvoter som varierte fra 10 til 20 tonn. Fiskerne fanget mellom 4 til 12 tonn ål årlig i denne perioden. Forsøksfisket beskatter sannsynligvis i hovedsak ål som lever i brakkvannsområdene i sjøen og i mindre grad ål som vandrer ut fra vassdragene. Gitt dagens bestandsstatus er det lite sannsynlig at fangsten vil endre seg betydelig de neste ti årene. Ål er en populær matfisk i Europa og Asia, og økt forekomst av ål som følge av kalking kan ha en positiv opsjonsverdi som kan utløses på lang sikt. Vi har imidlertid ikke nok kunnskap til å verdsette denne mulige framtidige virkningen.

### Fastsettelse av konsekvens

Kalking bidrar til å styrke mulighetene for å utnytte ål og villaks som matressurs i framtiden. På grunn av dagens bestandssituasjon og fiskereguleringer, er det kun få personer som kan dra nytte av disse ressursene. Konsekvensen av kalking for økosystemtjenesten "mat" anslås derfor til mellom ubetydelig (0) til liten positiv (+). Usikkerheten vurderes som lav.

### Genetiske ressurser

Tjenesten genetiske ressurser omfatter gener og genetisk informasjon til bruk for bl.a. plante- og dyreforedling og bioteknologi (NOU 2013:10, 2013). Kalking har bidratt til å styrke genetiske ressurser både gjennom å i) øke antallet levedyktige bestander, og ii) øke antallet individer. Kalking vurderes å ha en stor positiv effekt for ivaretaking av genetiske ressurser for villaks i regionen Sør-Vestlandet, siden tiltaket bidrar til levedyktige og individrike bestander i et stort geografisk område. Det genetiske mangfoldet hos laks er stort, og individrike bestander er viktig for å sikre overskudd av gytefisk og styrke de naturlige seleksjonsprosessene som er avgjørende for at villaksbestandene skal kunne tilpasse seg naturlige svingninger i miljøet og overleve på lang sikt (Miljøverndepartementet, 2006). Fire av de kalkede vassdragene<sup>14</sup> har status som nasjonale laksevassdrag, som betyr at de anses å være blant de 50 viktigste laksebestandene i Norge (Miljøverndepartementet, 2006). Videre antas kalkingen å ha stor positiv effekt for bevaring av genetiske ressurser for elvemusling, gjennom å bidra til å sikre rekruttering i flere lokale bestander som har vært nær utrydding. Kalking ser også ut til å bidra til å bedre levevilkårene for ål, og dermed bidra til å opprettholde en bred genetisk variasjon i den europeiske ålebestanden. Totalt vurderes kalking å ha stor positiv effekt på genetiske ressurser.

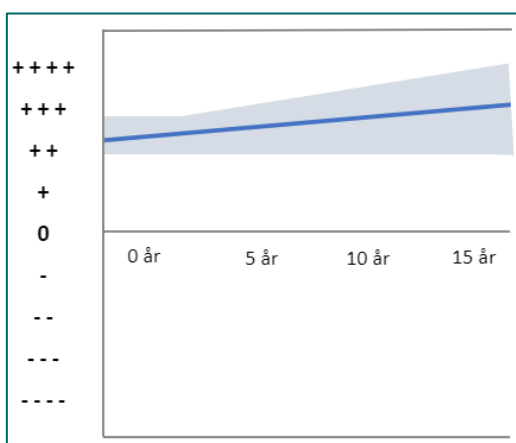
Verdien for samfunnet av å ivareta genetiske ressurser avhenger av hva ressursene kan brukes til i dag og i framtiden. Genetiske ressurser fra villaks har i dag verdi for reetablering og bevaring av lokale bestander i kalkede vassdrag, som er grunnlaget for mange av de andre verdiene som presenteres (som fritidsfiske, bevaring osv.). De genetiske ressursene har imidlertid også betydning for laksestammenes overlevelsesmuligheter på lengre sikt, som kan få en betydning for samfunnet som vi ikke kjenner til i dag. Dette representerer en form for opsjonsverdi. Ifølge St.prp. 32 (2006-2007) utgjør villaksen en viktig genetisk ressurs for fremtidig lakseoppdrett. Avlsprogrammet i oppdrettsnæringen er basert på et utvalg av ca. 15 norske laksebestander, og det vil med stor sannsynlighet bli aktuelt å hente ut nytt genetisk materiale fra andre ville bestander på sikt (Miljøverndepartementet, 2006).

---

<sup>14</sup> Mandalselva, Bjerkreimselva, Ognå og Suldalslågen.

Styrking og ivaretagelse av genetiske ressurser kan ha betydning for folk og aktører i hele landet. Siden kalking bidrar til å sikre mange bestander som er lokalt tilpasset, fins det ikke fullgode alternativer for de genetiske ressursene andre steder i landet. På bakgrunn av dette vurderes de genetiske ressursene som berøres av kalkingen å ha stor betydning for samfunnet, selv om det er stor usikkerhet om størrelsen på denne verdien per i dag. Sett i lys av at både oppdrettslaks og villaks står ovenfor flere utfordringer i tiden framover, virker det sannsynlig at de genetiske ressursenes betydning vil øke over tid. Stor usikkerhet rundt den faktiske verdien av de genetiske ressursene i framtiden gjør det vanskelig å fastsette en verdi, men det antas at den har minst middels betydning på starten av perioden og at den øker over tid.

Gitt vurderingene ovenfor vurderes konsekvensen å være **middels positiv (++)** til **stor positiv (+++)**. Det antas at en del av konsekvensen inntreffer med en gang siden hoveddelen av verdien som vurderes her en opsjonsverdi, men at konsekvensen øker over tid som følge av at genetiske ressurser antas å få økt betydning. Dette betyr at vi antar at folk om fem til ti år vil verdsette de genetiske ressursene høyere enn de gjør i dag. Det er stor usikkerhet forbundet med størrelsen på konsekvensen siden vi vet lite om hvilken betydning de genetiske ressursene kan ha i framtiden og hvordan befolkningen verdsetter dette i dag. Usikkerheten fanges imidlertid i stor grad opp av intervallet for konsekvensen som spenner fra middels til stor positiv.



Figur 13: Forventet utvikling av konsekvens for genetiske ressurser med usikkerhetsintervall.

### Rent vann

Kalking bidrar til en forbedring av vannkvaliteten, og kan tenkes å ha positive effekter for bruken av vannet. Ifølge Statsforvalteren i Rogaland har klekkeriet på Ritland, som er et kultiveringsanlegg for laks og sjørørret, en positiv effekt av en kalkdoserer i Suldalslågen. Kalkingen bidrar til reduserte kostnader for vannrensing, men vi har ikke innhentet informasjon for å fastslå størrelsesordenen på denne virkningen. Det er ikke identifisert andre aktører som får direkte nytte av det kalkede vannet.

### 7.3.3 Regulerende tjenester

Regulerende tjenester er tjenester som bidrar til å forbedre miljøet for mennesker. Vi har identifisert én type regulerende tjeneste som har positiv effekt av kalking, som er økosystemtjenesten vannrensing og avfallsbehandling. Det kan ikke utelukkes at kalking også har positive effekter for andre regulerende tjenester, men vi vet ikke nok til å stadfeste dette.

### Bedre økosystemenes evne til vannrensing og avfallsbehandling

Kalking gir bedre levevilkår for elvemuslingen som filtrerer næringen sin fra vannet. En voksen elvemusling kan filtrere store mengder vann (opptil 50 liter i døgnet), og fungerer dermed som en effektiv vannrenser som fjerner finpartikulært materiale og muligens giftstoffer fra vannet (Miljødirektoratet, 2018).

Kalking har trolig bidratt til økt rekruttering av elvemusling i Storelva i Vegårvassdraget og Sokndalsvassdraget. Det samme kan være tilfellet i Tovdalselva, Bjerkreimsvassdraget, Ognå og Audna. På bakgrunn av dette antas det at kalking har hatt stor positiv effekt på rekrutteringen av elvemusling i disse elvene. Effekten på tjenesten vannrensing og avfallsbehandling har imidlertid vært lav. Årsaken til dette er både at det totale antallet elvemuslinger fortsatt er lavt, og at det tar flere år før nye muslinger blir effektive vannrennere, siden muslingen lever nedgravd i substratet de første leveårene. Effekten på elvemuslingens vannrensende funksjon vil øke dersom rekrutteringen øker og flere muslinger blir større. Gitt dagens status og stor usikkerhet rundt framtidig utvikling, vurderes vedtatte kalkingsaktiviteter å ha liten positiv effekt på vannrensingen i berørte vassdrag.

Store bestander av elvemusling kan forbedre vannkvaliteten og blant annet gjennom å redusere mengden nitrogen i vassdraget og tilhørende fjord- og kystområder. Dette er en regulerende tjeneste som kommer både miljøet, befolkningen og næringsliv til gode, og som dermed kan ha stor samfunnsøkonomisk betydning. Større bestander av elvemusling kan erstatte andre mer kostnadskrevende tiltak for rensing og forbedring av vannkvalitet. Størrelsen på verdien av elvemuslingens rensefunksjon avhenger av en rekke forhold som: i) hvor stor forbedring av vannkvalitet man oppnår, og ii) hvilke økosystemtjenester og verdier som påvirkes av bedre vannkvalitet. På grunn av manglende kunnskap om disse forholdene er det vanskelig å fastsette elvemuslingenes betydning for vannrensing i de aktuelle elvene per i dag. For analysen forutsetter vi at bedre rensing av elvene har middels betydning for samfunnet.

Siden det kan ta flere år fra kalkingen skjer til at muslingene blir effektive vannrennere, klarer man ikke å fange opp virkningene forbundet med videreføring av kalking innenfor analyseperioden. Derfor fastsettes det en restverdi for tjenesten, som fanger opp virkninger som inntreffer etter analyseperioden. Samlet vurderes kalking å øke fra ubetydelig konsekvens de første fem årene (0), til ubetydelig til noe positiv konsekvens på slutten av analyseperioden (0/+). Som det framkommer av vurderingene ovenfor er det stor usikkerhet forbundet med kalkingens effekt og betydningen av dette i berørte områder, og usikkerheten vil øke over tid.

Det er potensial for å øke bestandene av elvemusling i de forsursrammede områdene og deres rensefunksjon ytterligere, ved å ta større hensyn til elvemuslingens behov ved gjennomføring av kalking. Dette ville i så fall bidratt til å øke verdien av denne tjenesten.

#### **7.3.4 Opplevels- og kunnskapstjenester**

Opplevels- og kunnskapstjenester (kulturelle tjenester) utgjør de ikke-materielle godene mennesker får fra økosystemer, blant annet gjennom naturopplevelser, naturkontakt og friluftsliv som kilde til åndelig berikelse, kognitiv utvikling, refleksjon, rekreasjon og estetiske opplevelser. Det er identifisert flest og størst verdier forbundet med kalkingens bidrag til ulike typer opplevels- og kunnskapstjenester. Totalt er det identifisert fem ulike typer opplevels- og kunnskapstjenester: i) naturarv, ii) fritidsfiske etter laks, iii) annen rekreasjon, iv) kunnskap og læring for barn og unge og v) stedsidentitet.

Naturbasert turisme har også positiv effekt av kalking, men er ikke skilt ut som en egen tjeneste siden den dekkes av verdsettingen av tjenestene fritidsfiske og annen rekreasjon. Kalking bidrar også indirekte til økt etterspørsel etter andre varer og tjenester i berørte lokalsamfunn, jf. kapittel 5, som ikke tas med i den samfunnsøkonomiske analysen.

### Naturarv

Økosystemtjenesten naturarv handler om bevaring av naturmangfoldet og at folk verdsetter å vite at økosystemene eksisterer og ivaretas, både med tanke på verdiene en selv får fra å bruke naturen, og et ønske om å bevare biodiversitet og økosystemtjenester uavhengig av egen bruk. Siden bruksverdiene forbundet med å ivareta naturarven skal fanges opp av de andre kategoriene av økosystemtjenester, vil kategorien *naturarv* i denne analysen omfatte befolkningens ikke-bruksverdier. Dette kan være verdier forbundet med tilfredshet av å vite: at en art eller økosystem eksisterer (eksistensverdi), at naturen ivaretas for framtidige generasjoner (arveverdi) eller at andre mennesker enn en selv (innenfor samme generasjon) kan bruke naturen som påvirkes av kalkingen (altruistisk verdi). Siden vi ikke har nok kunnskap til å skille disse verdiene fra hverandre, vil de bli behandlet samlet.

Kapittel 4 sannsynliggjør at kalking har stor positiv effekt på både elvemusling, ål og villaks, samt flere bunndyrarter i de berørte vassdragene. Flere bestander av villaks og elvemusling har vært betraktet som regionalt utdødd eller truet før kalkingen startet, og avslutning av kalking kan medføre risiko for at flere av de lokale bestandene igjen får status som truede. Kalking har også vist seg å ha positiv effekt for ål, som er oppført som sårbar på den norske rødlisten. Det forventes derfor at en videreføring av kalking vil ha stor positiv effekt for disse artene sammenlignet med nullalternativet.

Norge har internasjonale forpliktelser for å bevare både elvemusling og villaks. Fire av de kalkede vassdragene<sup>15</sup> har status som nasjonale laksevassdrag, som betyr at de anses å være blant de 50 viktigste laksebestandene i Norge som bør få særlig beskyttelse (Miljøverndepartementet, 2006). Videre er både ål og elvemusling oppført på den norske rødlisten, og er listet som henholdsvis kritisk truet og sterkt truet på den globale rødlista. Naturarven som berøres av tiltaket vurderes derfor å ha meget stor betydning. Villaks ble oppført på den norske rødlisten i 2021 som nær truet.

Det antas at det er mange personer i Norge som ønsker å betale for å sikre fortsatt gjenoppbygging av naturmangfoldet ved videreføring av kalking, og unngå tap av villaks, elvemusling og ål i nullalternativet. Samlet vurderes tiltaket å ha meget stor positiv konsekvens (++++) for tjenesten naturarv. Det antas at konsekvensen inntreffer umiddelbart, det vil si i år null i analysen. Det vurderes å være lav usikkerhet forbundet med denne vurderingen, gitt forutsetningene som legges til grunn for framskriving av økologiske effekter i nullalternativet.

### Fritidsfiske etter laks

Bedre laksefiske med tilhørende lokaløkonomiske virkninger er den mest kjente positive virkningen av kalking. Vi ser kun på de direkte verdiene forbundet med fisket i den samfunnsøkonomiske analysen. Direkte verdier forbundet med fritidsfiske kan deles inn i verdien av å kunne utøve fiske selv (bruksverdi), verdien av å vite at en har mulighet til å fiske (opsjonsverdi) og verdien av å vite at andre har mulighet til å fiske (ikke-bruksverdi). Ikke-bruksverdien forbundet med fritidsfiske inkluderes i verdsetting av naturarven, og det er dermed bare bruksverdien og opsjonsverdien forbundet med fritidsfiske som vurderes her.

---

<sup>15</sup> Mandalselva, Bjerkreimselva, Ognå og Suldalslågen.

Fritidsfiske inkluderer i utgangspunktet både fritidsfiske i elv og i sjø. På grunn av begrenset data om fritidsfiske i sjø er det imidlertid bare kalkingens effekt og betydning for fritidsfiske i elv som verdsettes.

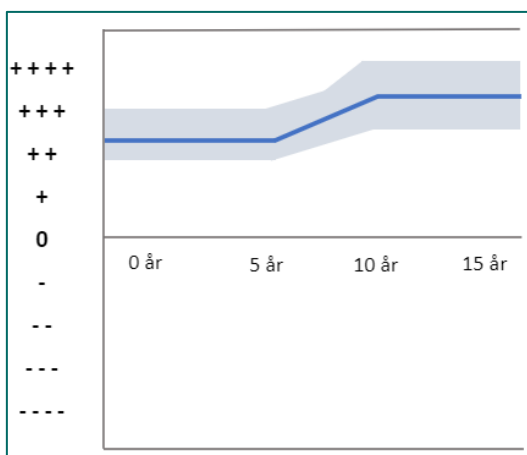
Totalt har registrert årlig fangst i kalkede elver (i antall) økt med i overkant av 10 000 fisk fra 1985 til 2019. Ut fra metoden som legges til grunn i kapittel 4.2.1 anslås det at om lag 60 prosent av den totale fangsten av anadrom laksefisk i de kalkede elvene de fem siste årene kan tilskrives kalkingen). Dette tilsvarer en endring på over 150 prosent i total fangst sammenlignet med antatt utvikling uten kalking. Det antas at videreføring av kalking vil øke fangsten med ytterligere 15 prosent sammenlignet med 2019 nivå. Strengere reguleringer av fiske etter laks i sjøen, kan styrke effekten av kalking for fritidsfiske i elvene ytterligere, ved at mer laks svømmer opp i elvene. Kalking har også bidratt til økt sannsynlighet for å få villaks, som er en større og mer ettertraktet art enn sjørret. Selv om det er stor usikkerhet forbundet med de prosentvise anslagene, så er det sannsynlig at kalking har stor positiv effekt for fritidsfiske i disse elvene.

Ved videreføring av kalking antas det at effekten på bruksverdier forbundet med fritidsfiske økes fra ubetydelig de første årene til stor positiv mellom fem til ti år ut i analyseperioden. I tillegg ventes det at tiltaket vil ha stor positiv effekt fem år etter analyseperioden. For opsjonsverdien forbundet med fiske, ventes det at videreføring av kalking har en middels til stor positiv effekt umiddelbart etter at tiltaket iverksettes. Årsaken til dette er at selv om kalking ikke har effekt på fisket med det første, så vil fiskerne få økt velferd med det samme de får informasjon om at videreføring av kalking vil bidra til stor positiv effekt på fiskemulighetene innenfor fem til ti år sammenlignet med nullalternativet.

Bjerkreimselva og Mandalselva, som begge antas å ha hatt stor positiv effekt av kalkingen, er to av ti lakseelver som flest fiskere (norske og utenlandske) peker ut som deres hovedelv (Stensland, Fossgard, Andersen, & Aas, 2015). Fritidsfiske i de kalkede elvene antas derfor å ha verdi for flere fiskere enn de som bor i de berørte regionene. Siden en stor andel av fangsten i Agder og Rogaland tas i kalkede elver, virker det i tillegg sannsynlig at fritidsfiske i de kalkede elvene har betydning for mange personer i disse fylkene. Samlet vurderes fritidsfiske i de kalkede elvene å ha stor betydning for samfunnet.

Gitt vurderingene ovenfor vurderes konsekvensen å være **stor positiv (+++)** innenfor analyseperioden. Det antas at en vesentlig del av konsekvensen inntreffer med en gang, siden det er mange som kan verdsette muligheten av å vite at fiskemulighetene ivaretas i neste ti årsperiode, som er en opsjonsverdi. Samlet vurderes derfor tiltaket å ha en **middels til stor positiv konsekvens (++/+++)** den første delen av perioden som øker til **stor positiv konsekvens (+++)** i slutten av perioden. Siden videreføring av kalking også antas å ha effekt på fangst fem år etter analyseperioden, settes det en restperiode der det antas at konsekvensene er omtrent de samme som ved utløpet av analyseperioden.

Det antas å være liten usikkerhet forbundet med vurderingen av kalkingens konsekvens på slutten av analyseperioden, siden det er lite usikkerhet både forbundet med at videreføring av kalking antas å ha stor positiv effekt på fangst innenfor analyseperioden, og at fisket i disse elvene har stor betydning. Usikkerheten er størst i starten av analyseperioden siden det er usikkert hvordan informasjon om forventet nedgang i fangst i nullalternativet vil påvirke folks velferd. Det forventes at usikkerheten trekker noe i positiv retning gjennom hele analyseperioden og restperioden.



Figur 14: Utvikling av konsekvensene for fritidsfiske med usikkerhetsintervall.

### Annen rekreasjon og opplevelser

Økt mengde fisk i elva og økt tilrettelegging for fiskere kan også komme andre enn fiskere til gode. For eksempel er det flere som synes det er en opplevelse å se laksen bevege seg i elva, hoppe opp fosser og laksetrapper. I Agder er det etablert et nasjonalt laksesenter ved Kvåsfossen i elva Lygna (som er kalket), der besøkende kan se laksen gå opp Norges lengste vandretrapp i tunnel, se på utstillinger og delta på aktiviteter. Sommeren 2020 ble det registrert i underkant av 8 000 besøkende på dette senteret, som var noe lavere enn i 2019 da besøket var på nærmere 11 000. Barn utgjorde om lag halvparten av antallet besøkende. Sommeren 2020 ble det i tillegg opprettet et nytt villakssenter ved Mandalselva, som registrerte rundt 4000 besøkende. Ifølge Statsforvalteren i Agder er det etablert gapahuker, bålplasser og tilrettelagte fiskeplasser langs elvebredden flere steder, som kommer flere brukere til gode året rundt. Slike tilbud ville trolig ikke eksistert i en situasjon med tilnærmet fisketomme elver.

Gitt disse opplysningene vurderes videreføring av kalking å ha middels stor positiv effekt på rekreasjon gjennom å sikre at flere får glede av å se fisk i elvene og bruke fasilitetene som fisket bidrar til å opprettholde. Dersom tilretteleggingen rundt elvene bidrar til at flere kommer seg ut på tur kan det også ha helsegevinster. Siden kalking antas å bidra til økt aktivitetsnivå rundt flere elver, vurderes kalkingen i sum å ha betydning for folk i hele Agder og store deler av Rogaland, og mange personer i berørte kommuner i Vestland. Med utgangspunkt i antatt betydning i Agder vurderes kalking å ha middels betydning for annen rekreasjon langs elvene.

På bakgrunn av disse vurderingene antas det at kalking har en ubetydelig konsekvens for annen rekreasjon de første årene, som øker til **middels positiv konsekvens (++)** over tid. Det er stor usikkerhet forbundet med vurderingen, da det fins lite opplysninger om hvor mange flere dager med rekreasjon kalkingen bidrar med og hvordan kalkingen påvirker opplevd verdi, men det er ikke noe usikkerhet rundt at verdien er positiv.

### Kunnskap og læring - barn og unge

Økt biologisk mangfold i vassdragene og bedre fiskemuligheter har betydning for barn og unges mulighet til å lære om naturen. Direkte opplevd verdi av fritidsfiske fanges i stor grad av verdien forbundet med fritidsfiske, som ikke skiller mellom om fangsten er tatt av unge eller voksne. Denne kategorien skal fange opp verdien av å lære seg noe nytt og muligheten til å praktisere og videreutvikle egne ferdigheter. Introduksjon til og utøvelsen av laksefiske kan gi mestringsfølelse som er viktig for læringsmotivasjon og selvtillit (NOU 2013:10, 2013). Det er



trolig både direkte bruksverdier og opsjonsverdier forbundet med å ivareta barn og unges muligheter til å fiske i elv.

Vi har lite kunnskap om hvilken effekt kalking har på barn og unges muligheter til å lære om fiske, men den er helt sikkert positiv. Fra innhentede data om salg av fiskekort framgår det at det har vært solgt 500 fiskekort til barn og unge til en redusert pris i åtte av de kalkede elvene. Dette omfatter både dagskort, ukeskort og sesongkort. For de øvrige 16 elvene vet vi ikke hvor stor andel av kortene som er solgt til ungdom, men gitt at det i gjennomsnitt er solgt like mange fiskekort til barn og unge i disse elvene, kan det anslås at det ble solgt 1 500 fiskekort til redusert pris til barn og unge i 2019. Vi legger derfor til grunn at kalking har hatt en middels positiv effekt på ungdoms muligheter til å lære om fisk og fiske, og til å utøve fiske i eget nærområde. Årsaken til at effekten ikke vurderes som større er at de også har mulighet til å fiske i nærliggende innsjøer eller i sjøen.

Ved videreføring antas det at kalking vil ha ubetydelig effekt på denne tjenesten de første årene som deretter øker til middels effekt på slutten av perioden. Barn og unges mulighet til å lære seg å fiske i elv, har trolig betydning for mange i de aktuelle kommunene Vestland og i hele Agder og Rogaland. Tjenesten antas derfor å ha middels betydning.

I tillegg til at kalking kan bidra til økt mestingsopplevelse gjennom fiske, bidrar kalking også til kunnskap og læring for barn og unge som besøker sentrene som er opprettet i Agder, jf. omtale under annen rekreasjon og opplevelser.

Samlet vurderes tiltaket å ha liten positiv konsekvens (+) de første årene, som gjenspeiler at man unngår tap i framtidige fiskemuligheter (opsjonsverdi). Konsekvensen øker til middels positiv (++) på slutten av analyseperioden etter hvert som videreføring av kalking virker inn på fiskemulighetene. Siden vi har lite kunnskap om hvor viktige lakseelvene er for barn og unges fiskemuligheter, er dette en virkning som det er knyttet stor usikkerhet til. Usikkerheten trekker noe i negativ retning.

### Stedsidentitet

Tjenesten "stedsidentitet" handler om at mange setter pris på bestemte sider ved ulike steder (NOU 2013:10, 2013). Gode muligheter til rekreasjon, for eksempel i form av fiske, kan være viktig for befolkningens oppfatning av stedet, for utvikling av sosiale møteplasser, og for stedets profilering som reisedestinasjon. Dette kan igjen være med å påvirke hvor folk ønsker å bo, feriere og utøve fritidsaktiviteter. Stedsidentitet rommer mer enn verdiene som er gjengitt ovenfor, som verdien av å føle tilhørighet og forankring til et sted og dets sosiale møteplasser.

Det er vanskelig å fastslå hvor stor effekt kalking har hatt på stedsidentiteten i de aktuelle fylkene og kommunene, da vi ikke har detaljert kunnskap om hvilke egenskaper som befolkningen anser som viktige for identiteten for disse stedene. Kalking har ført til at villaksen har kommet tilbake i Agder, og i flere kommuner i Rogaland og Vestland, noe som trolig har ført til at laksen har blitt en viktigere del av stedsidentiteten over tid. Det virker sannsynlig at lokalsamfunn i nærheten av kalkede elver og Agder vil oppleve tap av lokale verdier dersom kalkingen avsluttes (i nullalternativet). På bakgrunn av dette antas det at en videreføring av kalking vil ha liten til middels positiv effekt på tjenesten stedsidentitet.

Villaksens betydning for stedsidentitet gjør seg sannsynligvis gjeldende på kommune- og fylkesnivå, og betydningen anses dermed å være mellom noe til middels positiv. På grunn av at det kan være mange som bor eller ferierer i Agder som verdsetter villaksen høyt som en

egenskap ved stedet, kan det argumenteres for at betydningen er stor positiv, men det er for stor usikkerhet forbundet med denne vurderingen til at vi kan legge det til grunn for analysen.

Samlet vurderes tiltaket å ha liten til middels positiv konsekvens på stedsidentitet (+/++). Det antas at konsekvensen inntreffer når innbyggerne gjøres kjent med konsekvensene av å videreføre kalking, som antas å være på starten av analyseperioden. Siden vi har lite kunnskap om hvordan kalking påvirker stedsidentiteten, er det usikkert hvor stor konsekvensen er. Usikkerheten trekker noe i negativ retning.

## 7.4 Regionale vurderinger

Det er ikke utført egne regionale analyser av nytte- og kostnadsvirkningene forbundet med kalking. Det er imidlertid mulig å gjøre noen overordnede betraktninger rundt hvor store nyttevirksomheter kalkingen vil ha for regionene Agder, Rogaland og Vestland og hvor stor andel av befolkningen som berøres direkte av kalkingen i disse fylkene.

### 7.4.1 Agder

De største nyttevirksomhetene forbundet med kalkingen finner man trolig i Agder der kalkingen har bidratt til størst endringer i miljøtilstand, og der en stor andel av fangsten tas i kalkede elver. Kunnskapsgrunnlaget tyder på at kalking har vært en viktig forklaringsfaktor for økt forekomst og utbredelse av ål, og nyrekruttering i elvemuslingsbestander som tidligere ble betraktet som utdødd. Gitt metoden som legges til grunn i kapittel 4.2.1 antas det at kalking har hatt stor positiv effekt for fangsten i samtlige kalkede elver i Agder, og dermed også for fritidsfisket. Unntaket er Sireåna, men siden kalking her ble startet opp i 2018 er det heller ikke forventet at man skal se effekten av kalkingen enda. De fem siste årene har nærmere 80 prosent av fangsten av anadrom laksefisk blitt tatt i kalkede elver.

Verdiene forbundet med ivaretagelse av genetiske ressurser og tilrettelegging for annen rekreasjon forbundet med lakseelvene er trolig også store i Agder. Nærmere 94 prosent av befolkningen i Agder bor i kommuner som grenser direkte til kalkede elver. Dette tyder på at det er mange innbyggere i Agder som berøres direkte og som verdsetter nyttevirksomhetene kalkingen bidrar med. Videre er det kun i Agder at det er mulig å indikere at kalking har hatt stor positiv effekt for sjøfiske, som antas å ha mellom noe til middels konsekvens for samfunnet.

### 7.4.2 Rogaland

Kalkingen har bidratt til store nyttevirksomheter i store deler av Rogaland. I likhet med Agder tyder kunnskapsgrunnlaget også her på at kalking har vært en viktig forklaringsfaktor for økt forekomst og utbredelse av ål, og nyrekruttering i elvemuslingsbestander som tidligere ble betraktet som utdødd. De fem siste årene har nærmere 60 prosent av fangsten av anadrom laksefisk blitt tatt i kalkede elver i fylket. Dette tyder på at kalkingen har vært viktig for å ivareta de genetiske ressursene også i Rogaland, om enn ikke i like stor grad som i Agder. Det ser ut til at kalking har hatt stor positiv effekt i syv av ti kalkede elver i Rogaland. For to av elvene tyder dataene på at kalking har hatt en negativ effekt, men dette virker lite sannsynlig og skyldes trolig feil i datamaterialet eller svakheter ved metoden som er lagt til grunn for beregningene.

Rundt 30 prosent av befolkningen i Rogaland bor i kommuner som grenser direkte til kalkede elver. Siden elvene som kalkes i Rogaland er spredt i hele fylket, vil det imidlertid være mange

innbyggere i andre kommuner som kan nå en kalket elv innenfor en times reisetid. Blant annet er det ca. en times kjøretid fra Stavanger til Bjerkreimselva, som er den nest største elven som kalkes og som har hatt stor positiv effekt av kalking. Til sammen tyder dette på det er mange innbyggere i hele Rogaland som berøres direkte av kalkingen og som verdsetter nyttevirkningene kalkingen bidrar med.

### 7.4.3 Vestland

I Vestland er det færre elver som kalkes enn i de andre regionene, og elvene er mindre spredt i regionen sammenlignet med de andre to fylkene. De fem siste årene har om lag åtte prosent av fangst av anadrom laksefisk i fylket blitt tatt i de kalkede elvene. Det antas at kalkingen fram til nå har hatt stor effekt for fangst i tre av totalt fem kalkede elver. I Modalselva er det igangsatt et reetableringsprosjekt i forbindelse med oppstart av kalking i 2016, og det er derfor nærliggende å anta at effekten av kalking vil bli stor positiv om noen år. Det har i mindre grad vært dokumentert effekter på andre arter som elvemusling og ål i Vestland, men det betyr ikke at det ikke har hatt noen effekt. Det er kun fire prosent av Vestlands innbyggere som bor i kommuner som grenser til de kalkede elvene. Dette tyder på at kalkingen først og fremst har hatt betydning på lokalt nivå i Vestland.

## 7.5 Oppsummering av ikke-prissatte virkninger

Oppsummert har vi verdsatt virkninger for åtte forskjellige økosystemtjenester som får en positiv effekt av kalking. Vi har identifisert flere mulige virkninger som vi ikke har gått videre med å verdsette, enten fordi vi mangler tilstrekkelig grunnlag til å vurdere om effekten er stor nok til at den bør inkluderes i analysen (for eksempel relatert til fritidsfiske i sjø, indirekte virkninger for fiskeørn, hegre mv.), eller fordi verdien fanges helt eller delvis opp av andre beskrevne virkninger. Virkninger som fanges helt eller delvis opp av andre beskrevne verdier kan for eksempel være virkninger for kulturarv, helse, og annen forskning og kunnskapsutvikling. Det har ikke vært identifisert noen negative virkninger forbundet med kalking av laksevasdrag, og vi har heller ikke identifisert virkninger som ikke dekkes av rammeverket for økosystemtjenester.

Tabell 15 oppsummerer resultatene fra verdsettingen, der økosystemtjenestene er rangert fra høyeste til laveste oppnådd konsekvens i løpet av analyseperioden. For økosystemtjenester som har oppnådd samme konsekvens rangeres den med lavest usikkerhet høyst. Oppsummeringen viser at det er identifisert flest verdier forbundet med ulike kunnskaps- og opplevelsestjenester, og at det også er her vi finner de største verdiene. Den største verdien er forbundet med å vite at kalking bidrar til å ivareta og forhindre tap av naturarven (ikke-bruksverdi), mens den nest største verdien er forbundet med bruks- og opsjonsverdier forbundet med fritidsfiske etter laks. Vi har også forsøkt å beskrive flere andre kunnskaps- og opplevelsestjenester som kalkingen bidrar til å styrke, som ofte blir glemt, herunder hvordan kalkingen kan bidra til annen rekreasjon, kunnskap og læring for barn og unge og innbyggernes stedsidentitet. I tillegg viser gjennomgangen at kalkingen også har betydelig effekt på enkelte forsynende og regulerende tjenester.

Det er funnet flest verdier som kan relateres til laks i form av økt omfang av mat, genetiske ressurser, rekreasjon og kulturarv. Dette skyldes trolig en kombinasjon av at kalking i stor grad

har vært rettet mot å optimalisere levestandardene for laks, samtidig som at dette er en art som bidrar med mange forskjellige typer verdier.

Kalkingens effekt på andre arter som ål og elvemusling har imidlertid betydning i verdsettingen av tjenesten naturarv, som er den største konsekvensen av kalking, og genetiske ressurser som kalking antas å ha middels til stor positiv konsekvens for. I tillegg bidrar kalking til økt rensefunksjon i vassdragene. Det er trolig mulig å øke verdiene forbundet med de andre forsurningsfølsomme artene, gjennom å i større grad ta hensyn til hva de trenger for å optimalisere sin livssyklus ved planlegging og innretting av kalking.

Tabell 15 Oppsummering av ikke-prissatte virkninger

Økosystemtjeneste	Type verdi	Konsekvens	Usikkerhet
<b>Naturarv</b> (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	Ikke-bruksverdi	Meget stor positiv (++++).  Nasjonal/ internasjonal betydning.	Lav usikkerhet gitt nullalternativ.  Usikkerhet trekker i begge retninger.
<b>Fritidsfiske</b> (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	Bruksverdi og opsjonsverdi	Stor positiv (+++).  Regional/nasjonal betydning.	Lav usikkerhet gitt nullalternativ.  Usikkerhet trekker noe mer i positiv retning.
<b>Genetiske ressurser</b> (forsynende tjeneste)	Opsjonsverdi	Middels til stor positiv (++/+++)  Regional/nasjonal betydning.	En del usikkerhet, men fanges i stor grad opp av intervall.
<b>Kunnskap og læring- Barn og unge</b> (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	Bruksverdi og opsjonsverdi	Middels positiv (++)  Regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning. Usikkerhet trekker noe mer i negativ retning.
<b>Annen rekreasjon</b> (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	Indirekte bruksverdi.	Middels positiv (++)  Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning. Usikkerhet trekker i begge retninger.
<b>Stedsidentitet</b> (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	Ikke-bruksverdi	Liten til middels positiv (+/++)  Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning. Usikkerhet trekker noe i negativ retning.
<b>Mat</b> (forsynende tjeneste)	Bruksverdi og opsjonsverdi	Ubetydelig til liten positiv (0/+)  Lokal/regional betydning.	Liten usikkerhet
<b>Vannrensing og avfallsbehandling</b> (Regulerende tjeneste)	Indirekte bruksverdi	Ubetydelig til liten positiv (0/+)  Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning.  Usikkerhet trekker i begge retninger.

Usikkerheten i vurderingene virker å være på et akseptabelt nivå for de største virkningene, og ser ut til å være mindre desto større den positive konsekvensen er. For de mindre

konsekvensene er det større usikkerhetsspenn, men felles for alle er at det ikke er risiko for at usikkerheten kan trekke "anslaget" i negativ retning. På bakgrunn av gjennomgangen og vurderingen av usikkerhet, kan vi anta med stor sannsynlighet at kalkingen har store positive konsekvenser for det norske samfunnet. Siden de identifiserte virkningene skjer innenfor relativt kort tid (innenfor en ti-årsperiode), og en stor del av verdiene er opsjonsverdier og ikke-bruksverdier som inntreffer med det samme innbyggerne gjøres kjent med framtidige konsekvenser, gjøres det ikke noe forsøk på å "neddiskontere"<sup>16</sup> de ikke-prissatte virkningene.

Vi gjør oppmerksom på at dette er en oppsummering av de totale nyttevirkningene forbundet med kalking. Det er viktig å være oppmerksom på at merverdien av å kalke et ekstra laksevassdrag trolig vil være avtakende med antall vassdrag som kalkes, så fremt virkningene er omtrent de samme. For eksempel vil nytten forbundet med å styrke og ivareta naturarven, genetiske ressurser og fiskemuligheter være større for det første vassdraget som kalkes i en region enn for det siste. Årsaken til dette er at de første vassdragene som kalkes i en region bidrar til en relativt større endring fra referansesituasjonen. Dette innebærer at den samlede betalingsvilligheten (nyttens forbundet med kalking) vil øke med antallet vassdrag som kalkes, men vil gå ned per vassdrag som det startes kalking i. Ett eksempel på dette er at ved oppstart av kalking av Audna så var det trolig mange i hele Agder som var villige til å være med å betale for miljøforbedringen. Ved kalking av flere vassdrag så kan det være mange som heller vil bruke den samme summen (og muligens mer) på et vassdrag som ligger nærmere deres bosted.

## 7.6 Usikkerhet ved ikke-prissatte virkninger

Verdsettingen av ikke-prissatte nyttevirkninger bygger i stor grad på forutsetningene i kapittel 6.1 og 6.2 om hvordan de ulike artene vil utvikle seg i nullalternativet og ved videreføring av kalking. Det er stor usikkerhet forbundet med disse vurderingene, særlig for den detaljerte framskrivingen av fangst. I tiltaksalternativet legges det til grunn at en videreføring av kalking på sikt vil bidra til å øke fangst i elv med nærmere 190 prosent ved utgangen av analyseperioden sammenlignet med nullalternativet, som er langt høyere enn endringen på 50 prosent som kreves for å oppnå stor positiv effekt jf. kapittel 7.2 punkt 2. Effekten må derfor være en del lavere enn det som er lagt til grunn i denne analysen for at kalkingen får mindre effekt på laks enn stor positiv. I kapittel 10.3.1 gjennomføres en følsomhetsanalyse for å vurdere hva som vil skje dersom effekten av å videreføre kalking er en del lavere enn det som er lagt til grunn.

Selv om verdsetting av nyttevirkninger gjøres for alle vassdragene samlet, er det mulig å bruke noen indikatorer for å identifisere elver der nyttevirkningene er mer usikre. Siden fangst av laks er utslagsgivende for mange av verdiene, har vi sett nærmere på hvilke elver der det kan se ut til at kalking har hatt mindre effekt på fangst og/eller der inntektene fra salg av fiskekort er relativt lave (under 50 000 kroner). Funnene må ses i lys av at i) kalking også har effekt for andre arter, og at ii) nye tiltak kan endre framtidig effekt av kalking.

Resultatet fra øvelsen oppsummeres i Tabell 16. Med utgangspunkt i kriteriene er det identifisert ni elver der det er usikkerhet forbundet med størrelsen på nyttevirkningene. Der

---

<sup>16</sup> Neddiskontere betyr at man justerer framtidige verdier med en diskonteringsrente, fordi verdien av å få noe i dag er høyere enn verdien av å få det samme på et senere tidspunkt.

det er dokumentert effekt på elvemusling, eller det er iverksatt tiltak som kan bidra til å øke effekten av kalking i disse elvene, kommenteres dette i kolonnen lengst til høyre. Kalking har trolig hatt positiv effekt på ål i mange av disse elvene, jf. studie av Larsen mfl. (2014). Det samme gjelder forsuringfølsomme bunndyr. Disse effektene er derfor ikke nevnt for hver elv. Kriteriet som har vært utslagsgivende er markert med lilla i tabellen. Vi gjør oppmerksom på at usikkerheten i nyttevirkningene kan skyldes feil i metodene som er brukt for å estimere inntekter eller effekt. Resultatene bidrar likevel til å identifisere noen elver der nyttevirkningene bør undersøkes nærmere for å vurdere om det er behov for å innrette kalkingsinnsatsen på en bedre måte.

Tabell 16 Oversikt over elver med mer usikre nyttevirkninger. Tall markert i rødt er negative.

Elv (oppstart)	Region	Gj.snitt . fangst per år (stk.)	Estimert inntekt 2019	Anslått effekt på fangst 2019	Bestands -tilstand laks	Iverksatt tiltak med framtidig effekt eller dokumentert effekt på andre arter.
Vegårvassdraget/Storelva (1996)	Agder	189	<50 000 kr	> 50%	Moderat	Gjennomført flere tiltak for å få bedre leveforhold for laksefisk.  Effekt på elvemusling.
Jørpelandselva (1995)	Rogaland	101	<50 000 kr	> 50%	Moderat	Lagt gytegrus 2018.
Lyseelva (2000)	Rogaland	58	<50 000 kr	> 50%	God	Forlenget anadrom strekning i 2016.
Rødneelva (1996)	Rogaland	111	<50 000 kr	> 50%	Svært god	Ingen kjente tiltak.
Vikedalselva (1987)	Rogaland	333	<50 000 kr	< 0%	Svært dårlig	Gjennomført habitatkartlegging.
Ogna (1991)	Rogaland	1479	>1 mill. kroner	< 50%	Svært god	Habitatkartlegging i 2020.  Effekt på elvemusling.
Suldalslågen (1985)	Rogaland	1210	>1 mill. kroner	< 0%	Moderat	Fullskala prosjekt med harving i 2021. Restaurering av sidebekker kan komme.
Eksingedalsvassdraget (1997)	Vestland	20	< 50 000 kr	< 0%	Svært dårlig.	Ingen kjente.
Uskedalselva (2002)	Vestland	257	< 50 000 kr	> 50%	Svært dårlig.	Ingen kjente.

Flesteparten av elvene (totalt seks) ligger i Rogaland, men antallet elver er også forholdsvis høyt for Vestland der det totalt kalkes fem elver. I flere av elvene som ligger i Rogaland er det sannsynliggjort at kalking har en positiv effekt på elvemusling og ål. I tillegg er det iverksatt eller planlagt prosjekter i flere elver som kan bidra til å øke effekten av kalking på sikt.

For to elver i Rogaland og én elv i Vestland antyder resultatene at kalking har hatt en negativ effekt på fangsten. Dette virker lite sannsynlig, og skyldes trolig feil eller svakheter i datagrunnlaget eller metoden som er brukt for å anslå effekt. For eksempel kan det tenkes at disse elvene har hatt en negativ utvikling som følge av andre eller sterkere påvirkningsfaktorer enn de som gjør seg gjeldende i referansevassdragene. En annen mulig forklaring kan være at det ble fisket mye i disse elvene før oppstart av kalking til tross for dårlig bestandsnivå. Dette kan føre til at effekten av kalking blir underestimert. Det er derfor sannsynlig at kalking også har en positiv effekt på fangst i disse elvene, men den virker likevel å være lavere enn i andre elver.

To elver som ikke er tatt med i tabellen som både har mindre enn 50 000 i inntekter fra salg av fiskekort og der kalking har hatt ubetydelig effekt så langt er Modalselva i Vestland og Sireåna i Agder. Bakgrunnen for dette er at kalking i disse elvene ble startet opp først i 2016 og 2018, og at det derfor er vanskelig å påvise effekter av kalkingen nå.



## 8. Prissetting av nyttevirksomheter for fritidsfiske i elv

For alle virkningene som beskrives i kapittel 7 er det gjort en vurdering av om det er mulig å prissette hele eller deler av virkningen, slik at det blir enklere å sammenstille nyttevirkningene med kostnadene. For de fleste virkningene har vi ikke tilstrekkelig kunnskap til å gå videre med prissetting. Unntaket er fritidsfiske, der vi har mulighet til å prissette bruksverdiene forbundet med fritidsfiske i elv. Opsjonsverdier behandles fortsatt som en ikke-prissatt virkning.

De prissatte nyttevirkningene for fritidsfiske skal gjenspeile netto endringer i samfunnsøkonomisk overskudd. Samfunnsøkonomisk overskudd er lik summen av **produsentoverskudd**, som er differansen mellom produsentenes samlede salgsinntekter og variable kostnader, og **konsumentoverskudd**, som er konsumentenes maksimale betalingsvillighet for et gode fratrasket det de må betale (prisen). I denne sammenhengen blir produsentoverskuddet det grunneierne sitter igjen med av overskudd ved salg av fiskekort, mens konsumentoverskuddet blir det fiskerne er villige til å betale for å få den samme fiskeopplevelsen fratrasket det de faktisk betaler. Siden produsentoverskuddet og konsumentoverskuddet krever ulike forutsetninger vil de behandles som to prissatte virkninger.

### 8.1 Forutsetninger for prissatte nyttevirksomheter

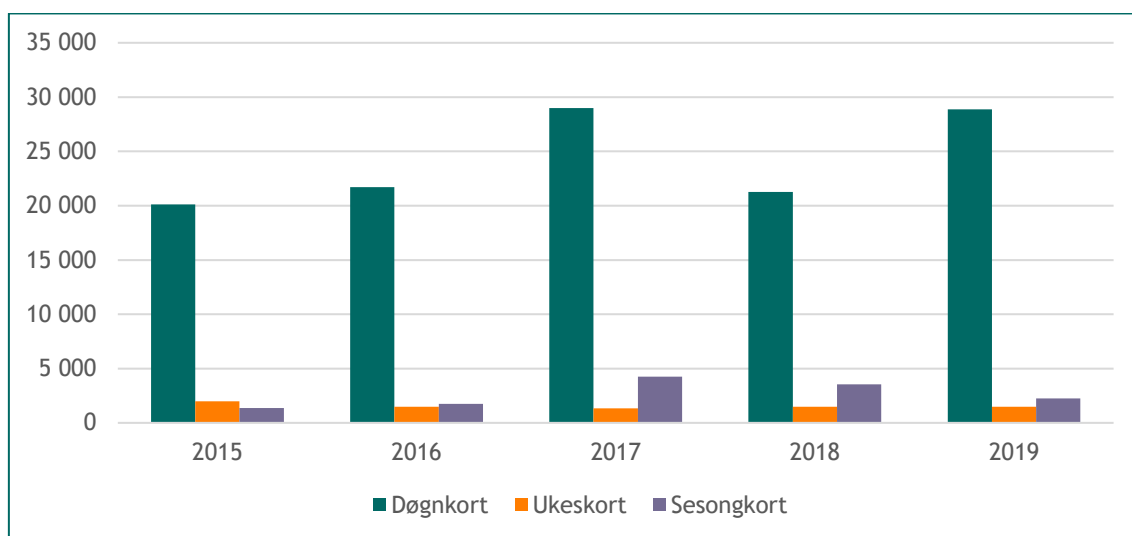
En viktig forutsetning for de prissatte virkningene er at vi antar at salg av fiskekort og antall fiskedøgn endrer seg prosentvis like mye som forventet utvikling i fangst, beskrevet i kapittel 6.1 og 6.2. Det er stor usikkerhet forbundet med denne forutsetningen, både fordi det er usikkert hvordan fangsten faktisk vil utvikle seg ved avslutning og videreføring av kalking, og fordi vi ikke har data om forholdet mellom fangstmengde og verdier forbundet med fritidsfiske. Usikkerheten forbundet med framskrivningen er beskrevet i kapittel 6, mens usikkerheten forbundet med forholdet mellom fangstmengde og verdier beskrives nærmere her.

Det er ikke gitt at det er et en-til-en-forhold mellom fangst, fiskekort og fiskedøgn, men dette er det beste anslaget vi har gitt tilgjengelige data. Prosentvis endring i fiskekort og fiskedøgn som følge av endringer i fangst kan i virkeligheten være både høyere og lavere enn prosentvis endring i registrert fangst i antall. I tillegg kan det være tidsforskyvninger mellom når endringer i fangst inntreffer kontra endringer i fiskekort og fiskedøgn. Samtidig er det ingen tvil om at det er en nær korrelasjon mellom disse elementene, siden fangstmengden gjenspeiler fiskeaktiviteten. Usikkerheten kan trekke anslaget i begge retninger. I kapittel 10.3 gjøres det en følsomhetsanalyse på effekten av kalking, som også gir uttrykk for hvordan resultatene endres dersom kalking har mindre effekt på salg av fiskekort og fiskedøgn enn for mengde fangst.

I **nullalternativet** antas det at verdiene forbundet med fritidsfiske vil følge antatt utvikling for fangst av anadrom laksefisk dersom kalking avsluttes, jf. kapittel 6.1. Dette innebærer at verdiene forbundet med fritidsfiske vil reduseres med 60 prosent sammenlignet med 2019-nivå

mellom år fem og ti i analyseperioden, for deretter å stabilisere seg på dette nivået fram til og med 2036. **Videreføring av kalking** vil, gjennom å øke mulighetene for å få fisk og få stor fisk, bidra til økt rekreasjonsverdi. Dette antas igjen å bidra til økt etterspørsel etter fiskekort, flere fiskedøgn og økt rekreasjonsverdi per fiskedøgn. Ved videreføring av dagens kalkingsinnsats antas det at fiske med tilhørende inntekter vil holde seg på et stabilt nivå de neste fem årene, for deretter å øke med 15 prosent sammenlignet med 2019 fra år fem til år ti i analysen.

Fangst i kalkede elver, som i andre elver, svinger en del fra år til år, og det er derfor viktig at framskrivningen tar utgangspunkt i et noenlunde representativt årstall. Figur 15 viser hvordan salget av fiskekort har utviklet seg de fem siste årene i de kalkede elvene. Fra 2015 til 2019 har antallet utleverte døgnkort steget, mens antall utleverte ukeskort har variert litt, men gått ned de to siste årene. Oversikten viser at antall utleverte døgnkort i 2019 var omtrent på høyde med i 2017, mens det var en del lavere i 2018. Året 2018 var imidlertid preget av relativt lave fangster i de kalkede elvene, som kan skyldes en svært tørr sommer (Miljødirektoratet, 2019). På bakgrunn av tilstanden de tre siste årene, der 2018 defineres som et unntaksår, velger vi å ta utgangspunkt i 2019 for analysen.



Figur 15: Utvikling i utleverte fiskekort i kalkede elver (Kilde: Miljødirektoratet).

## 8.2 Produsentoverskudd

Økt fiske fører til økt etterspørsel etter fiskekort og andre varer og tjenester relatert til fiske, som igjen har ringvirkninger for samfunnet i sin helhet. Det er kun produsentoverskudd forbundet med salg av fiskekort som inkluderes i analysen. Årsaken til dette er at det antas at kalking har en direkte virkning på fritidsfisket i Norge, mens det antas at kjøp av andre varer og tjenester relatert til fisket i større grad vil være en fordelingsvirkning der etterspørselen flyttes fra en region i landet til en annen. I utgangspunktet er det ønskelig å ta med overskuddet forbundet med utenlandske turisters kjøp av andre varer og tjenester, siden det er mulig at mange av disse ikke ville reist til Norge uten fiskemulighetene i de kalkede elvene. Det samme gjelder norske fiskere som uten fiskemulighetene i de kalkede elvene ville brukt pengene sine i andre land i stedet. Vi har imidlertid ikke nok informasjon om hvor mange som ville brukt pengene sine i andre land i fraværet av kalking, og hvor stort overskudd som skapes ved kjøp av andre varer og tjenester, til at det er mulig å inkludere dette i analysen.

Ved beregning av grunneiernes overskudd fra fiske som følge av kalkingen, må kostnader forbundet med å tilrettelegge for fiske og selge fiskekort trekkes fra inntektene. I kapittel 5.3 legger vi til grunn en verdiskapingsfaktor for salg av fiskekort på 0,83. Det vil si at man sitter igjen med 83 kroner til utbetaling av lønn og overskudd per 100 kroner som innbetales. Kostnader til lønn må trekkes fra for å få et anslag på produsentoverskudd. Fiske mfl. (2012a) antyder at lønnskostnadene ved salg av fiskekort, og da særlig sesongkort, er marginale. Som et anslag forutsettes det at ca. 70 prosent av inntektene fra salg av fiskekort gir overskudd til grunneierne når "lønnskostnader" er utbetalt. Dette antas å være et konservativt anslag for grunneiernes overskudd.

Tapt produsentoverskudd fra andre elver, som følge av at fiske flyttes til kalkede elver, skal trekkes fra for å få fram netto endringer i fisket i Norge. Laksefiskere i Norge er imidlertid relativt trofaste til sitt område, og det er en klar tendens til at folk fisker i det området de bor i, eller områder som grenser tett opp til deres bosted (Stensland, Fossgard, Andersen, & Aas, 2015). Det har imidlertid vært observert noe forflytning mellom elver og regioner over tid, der det ser ut til at det spesielt er noen som følger laksen dit fisket er godt (Stensland, Fossgard, Andersen, & Aas, 2015). Dette kan i noen grad være nødvendige forflytninger som følge av endringer i fiskemulighetene. Mens fiskemulighetene har blitt dårligere flere steder i landet, blant annet på grunn av stenging av større elver som følge av Gyrodactylus salaris, eller stenging/reduisering av fisketiden som følge av andre trusler mot lokale laksebestander, har kalking bidratt til en vesentlig forbedring av fiskemulighetene i Agder, Rogaland og enkelte kommuner i Vestland. I sum antas det derfor at en stor andel av økningen av fangst i kalkede elver har bidratt til en netto økning av fisket i Norge. I analysen legger vi derfor til grunn at alle endringer i kalkede elver gir tilsvarende endringer for fisket nasjonalt. Forutsetningen bidrar til en overestimering av produsentoverskuddet, siden det er sannsynlig at det vil forekomme noe forflytning fra elver som ikke har vært kalket til kalkede elver.

Oppsummert beregnes endringer i produsentoverskuddet med utgangspunkt i følgende forutsetninger:

(1) Inntekter fra salg av fiskekort vil endre seg prosentvis like mye som antatt endring av fangst (i stk.) i nullalternativet og ved videreføring av kalking. I nullalternativet legges det til grunn at fangsten vil gå ned med 60 prosent fra år 5 til år 10 i analysen, mens ved videreføring av kalking legges det til grunn at fangsten vil øke med 15 prosent i samme tidsperiode (sammenlignet med 2019). Fangsten holder seg på stabilt nivå fem år etter analyseperiodens slutt (inkluderes som restverdi). *Stor usikkerhet som kan trekke i begge retninger.*

(2) Det er kun salg av fiskekort som skaper samfunnsøkonomisk overskudd. *Usikkerhet trekker i retning av at produsentoverskudd underestimeres.*

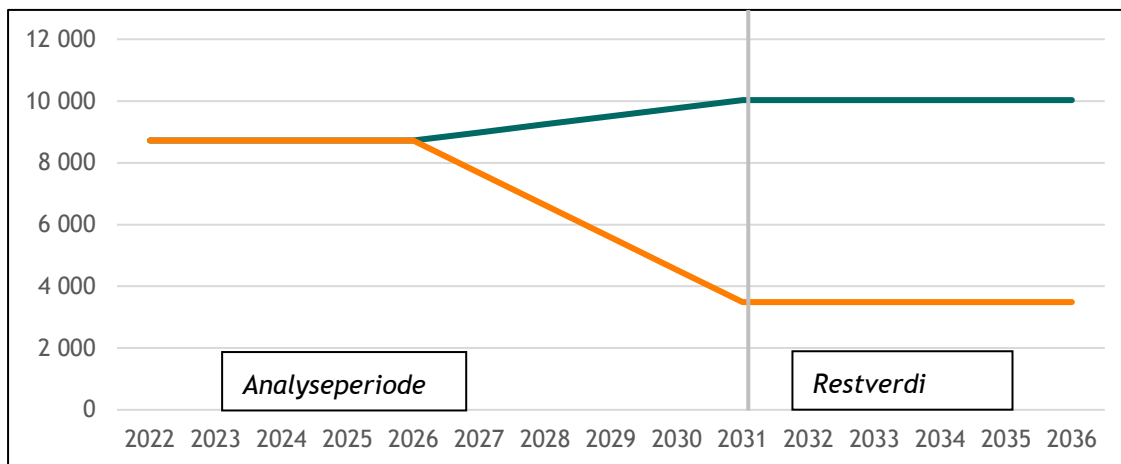
3) 70 prosent av inntekter fra salg av fiskekort gir et samfunnsøkonomisk overskudd (produsentoverskudd). *Usikkerhet trekker i retning av at produsentoverskudd underestimeres.*

(4) Ingen flytting av fiske mellom kalkede elver og andre elver i nullalternativet eller ved videreføring av kalking. *Usikkerhet trekker i retning av at produsentoverskudd overestimeres.*

Gitt disse forutsetningene anslås grunneiernes overskudd fra salg av fiskekort til om lag 8,7 mill. kroner i 2019, mens kalkingens bidrag anslås til omtrent 5,2 mill. kroner.

### Resultat

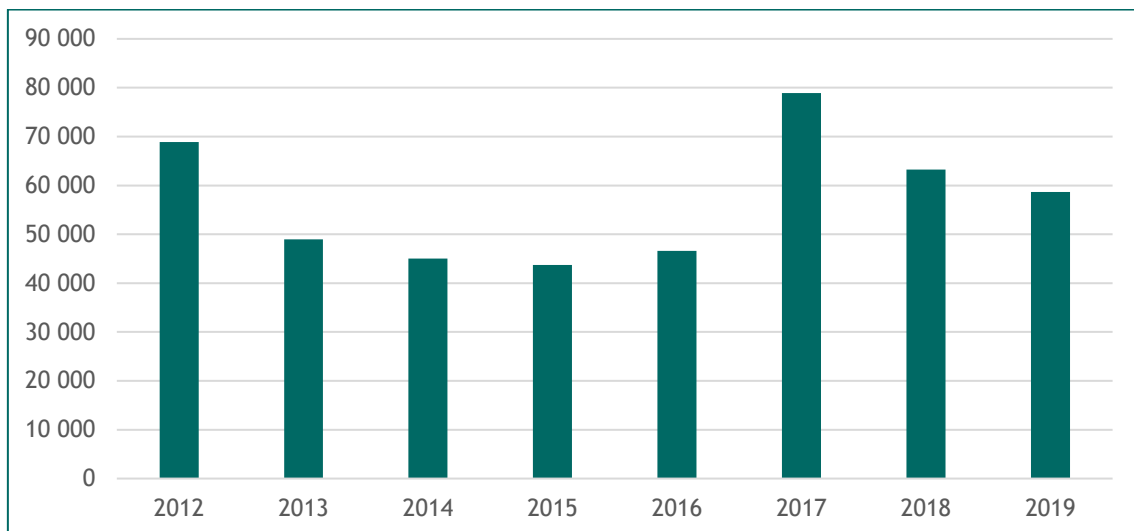
Resultatet av framskrivingen av produsentoverskudd i nullalternativet og ved videreføring av kalking med restverdi vises i Figur 16. Totalt anslås en videreføring av kalking å bidra til en positiv nåverdi av produsentoverskuddet på nesten 34 mill. kroner inkludert restverdi.



Figur 16: Framskriving av produsentoverskudd fra kalkede elver i nullalternativet (oransje linje), og videreføring av kalking (grønn linje). I tusen kroner.

## 8.3 Konsumentoverskudd

Opplysninger om antall fiskedøgn og fiskernes konsumentoverskudd per fiskedøgn er nødvendig for å beregne konsumentoverskuddet i de kalkede elvene. Antall fiskedøgn er beregnet ut fra registrert antall utleverte fiskekort i 2019 (Miljødirektoratet, 2020c). I likhet med Dervo (2020) antar vi at ukeskort brukes fem døgn, mens sesongkort brukes ti døgn (Dervo, 2020). Figur 17 viser utviklingen i antall fiskedøgn fra 2012 til 2019 gitt disse forutsetningene. Vi ser at estimert antall fiskedøgn i 2019 var lavere enn i 2012, 2017 og 2018, men høyere enn det som ble registrert mellom 2013 til 2017. Året 2019 virker derfor å gi et greit utgangspunkt for analysen.



Figur 17: Utvikling i estimert antall fiskedøgn

Det er kun konsumentoverskuddet blant *norske* fiskere som er interessant for å belyse den samfunnsøkonomiske nytteverdien av kalking. I Agder stod utenlandske fiskere for om lag 21 prosent av fiskedøgnene i 2019 (Dervo, 2020). Det er større usikkerhet forbundet med fordelingen i de andre fylkene, men gitt at dette er det beste anslaget vi har, forutsetter vi at norske fiskere stod for om lag 80 prosent av fiskedøgnene i 2019 for samtlige regioner.

Overføring av verdier fra tidligere studier om rekreasjonsverdien ved fritidsfiske i norske elver brukes for å få et anslag på rekreasjonsverdien per fiskedøgn. Rekreasjonsverdien defineres som fiskernes totale verdi forbundet med opplevelsen, mens konsumentoverskudd er verdien fiskerne sitter igjen med når utgiftene relatert til fiskekortkjøp er betalt.

To typer verdsettingsmetoder som ofte brukes ved verdsetting av rekreasjonsverdi er: transportkostnadsmetoden (TKM) og betinget verdsetting (BV). Transportkostnadsmetoden baserer seg på folks faktiske atferd (avslørte preferanser), mens betinget verdsetting baserer seg på det folk sier at de vil gjøre (oppgitte preferanser). Transportkostnadsmetoden undersøker etterspørselen etter transporttjenester til et rekreasjonsområde. Reisekostnader per besøk/tur (i form av transportutgifter og tidskostnader) brukes sammen med antall fisketurer per år til vassdraget (som indikator for henholdsvis pris og mengde) for å beregne en etterspørselskurve etter fritidsfiske. Ut fra denne beregnes det årlige konsumentoverskuddet til hver fisker som så summeres og deles på samlet antall fiskedøgn, for å finne rekreasjonsverdi per fiskedøgn.

Ved betinget verdsetting blir personer spurt direkte om deres betalingsvillighet for en gitt endring i miljøgodet. Fiskerne blir som regel bedt om å tenke på fiskeopplevelsen og utgiftene de har hatt under årets fiske i elva (utgifter til reise, opphold, fiskekort etc. som de hadde oppgitt på et tidligere spørsmål), og så blir de spurt om hva de maksimalt er villig til å betale for å ha samme fiskeopplevelse.

Resultatene fra tidligere gjennomførte studier av rekreasjonsverdi forbundet med fritidsfiske i elv oppsummeres i Tabell 17.

Tabell 17 Resultater fra tidligere studier av rekreasjonsverdi forbundet med fritidsfiske i elv. Alle beløp er inflasjonsjustert til 2019-kroner og avrundet til nærmeste tikkroner. Kilder: (Navrud S. , 2001; Bergland & Navrud, 2018)

Elv	Forfatter	Metode	Rekreasjonsverdi (RV) per fiskedøgn (i 2019-kroner)
<b>Gaula</b>	Strand (1981)	TKM	560
	Rolfsen (1991)	TKM	740-1020
		BV	540
	Singsaas (1991)	TKM	370-570
<b>Vikedalselva (kalket)</b>	Navrud (1988)	TKM	230-320
	Bergland og Navrud (2015)	BV	220-320
		BV	486
<b>Audna (kalket)</b>	Navrud (1990)	TKM	360-410
		BV	160-460
<b>Stordalselva</b>	Ulleberg (1988)	TKM	400-520
<b>Verdalselva</b>	Stensland, Dugstad og Navrud (2021)	BV	415-800 <sup>17</sup>

Mange av studiene er gjennomført for andre elver og regioner, som kan ha andre karakteristikk og attraktivitet enn de kalkede elvene. Resultatene indikerer imidlertid at rekreasjonsverdien påvirkes av størrelsen og attraktiviteten til elvene, der Gaula som en av Norges mest attraktive lakseelver har klart størst rekreasjonsverdi, mens Audna og Vikedalselva har en del lavere rekreasjonsverdi.

For vår analyse kan det virke mest relevant å se til resultatene for Audna og Vikedalselva, som begge er kalket og som ligger i henholdsvis Agder og Rogaland. I Audna er betalingsvilligheten kun undersøkt før elva fikk full effekt av kalkingen. Siden studien ble gjennomført har sammensetningen av fiskebestandene endret seg, fra lite laks og mye sjørret, til mer laks og mindre sjørret. I tillegg har det vært en betydelig økning i registrert fangstmengde. Dette har trolig bidratt til å øke fiskernes betalingsvillighet.

Det begynner å bli en del år siden flere av studiene ble gjennomført, og det er dermed ikke rett fram å bruke resultatene videre. En nyere studie av betalingsvilligheten for fiske i Vikedalselva indikerer at rekreasjonsverdien per fiskedøgn har økt vesentlig mer enn konsumprisindeksen fra 1987 til 2015, til 437 kroner i 2015-kroner (Bergland & Navrud, 2018). Dette til tross for at estimert rekreasjonsverdi i 1988 inkluderte prisen for fiskekort, mens undersøkelsen i 2015 kun inkluderer konsumentoverskuddet. Vikedalselva er også en av få elver der fangsten har gått ned etter kalkingen startet. Totalt har fangsten blitt redusert fra 1080 fisk i 1987 til 590 fisk i 2015. Dette kommer også til uttrykk i undersøkelsen ved at gjennomsnittlig antall fiskedøgn gikk ned fra 13 per år i 1987 til 6 per år i 2015. Selv om oppfølgingsstudien hadde et lavt antall respondenter (N=60), indikerer den at justering av rekreasjonsverdi i henhold til konsumprisindeksen kan gi for lave beløp.

<sup>17</sup> Det store intervallet skyldes at tallene gjenspeiler to ulike scenarioer i Verdalselva, der det laveste anslaget gjenspeiler et scenario som tar utgangspunkt i strengere fiskereguleringer.

Det virker sannsynlig at rekreasjonsverdien vil være enda høyere for de største og mest attraktive lakseelvene som kalkes, som for eksempel Mandalselva og Bjerkreimselva. Derfor er det også interessant å se til resultatene fra Gaula og Stordalselva. Resultatene fra Verdalselva, der det fanges mindre fisk enn i Audna, bør også tas i betraktning.

På bakgrunn av disse vurderingene antar vi at fiskerne i gjennomsnitt har et konsumentoverskudd på 500 kroner per fiskedøgn. Det antas at norske fiskere står for om lag 80 prosent av omsetningen av fiskekort, gitt fordelingen av fiskedøgn. Siden norske fiskere i større grad kjøper sesongkort, som gir lavere pris per fiskedøgn, vil dette gi for høyt anslag for norske fiskeres utgifter, som igjen betyr at anslaget for konsumentoverskudd kan bli for lavt.

Oppsummert beregnes endringer i konsumentoverskuddet ut fra følgende forutsetninger:

(1) Rekreasjonsverdien endrer seg prosentvis like mye som antatt endring av fangst (i stk.) i nullalternativet og ved videreføring av kalking. I nullalternativet legges det til grunn at fangsten vil reduseres med 60 prosent fra år 5 til år 10 i analysen, mens ved videreføring av kalking legges det til grunn at fangsten vil øke med 15 prosent i samme tidsperiode. Fangsten holder seg på stabilt nivå fem år etter analyseperiodens slutt (inkluderes som restverdi). *Stor usikkerhet som kan trekke i begge retninger.*

(2) Norske fiskere står for om lag 80 prosent av fiskedøgnene (herved kalt norske fiskedøgn). *Noe usikkerhet som kan trekke i begge retninger.*

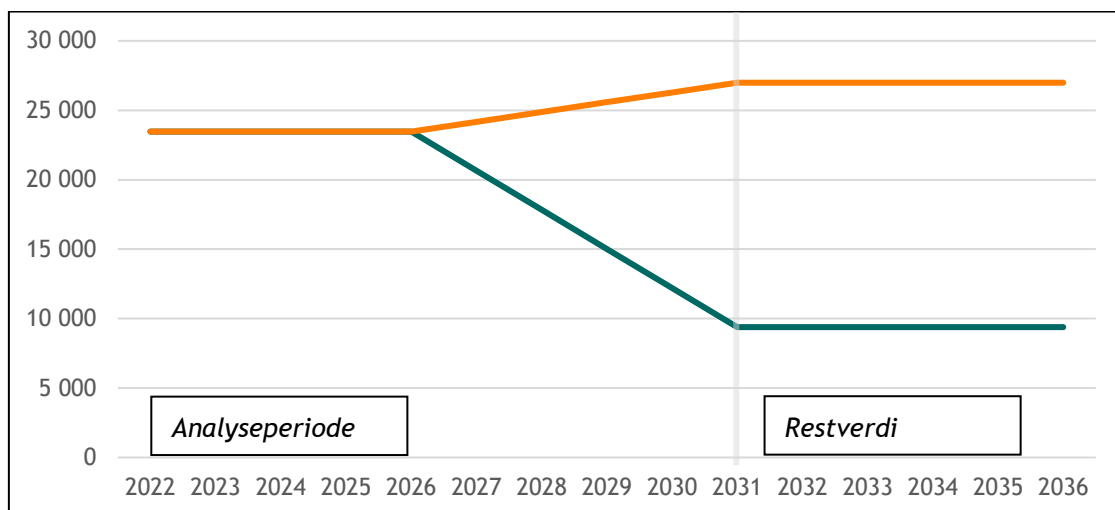
(3) Gjennomsnittlig rekreasjonsverdi i kalkede elver antas å være 500 kroner per fiskedøgn (2021-kroner). *Middels usikkerhet som kan trekke i begge retninger.*

(4) Andelen norske fiskedøgn brukes for å beregne andelen av utgifter til fiskekort. Det antas derfor at om lag 80 prosent av inntektene ved salg av fiskekort kommer fra norske fiskere. *Usikkerhet trekker i retning av at anslaget blir underestimert.*

Gitt disse forutsetningene får vi et anslag på totalt konsumentoverskudd i de kalkede elvene på 23,5 mill. kroner i 2019.

### Resultat

Resultatet av framskrivningen av konsumentoverskuddet i nullalternativet og ved videreføring av kalking vises i figur 18 nedenfor.



Figur 18: Konsumentoverskuddet fra kalkede elver i nullalternativet (mørkegrønn linje) og videreføring av kalking gitt øvre anslag for rekreasjonsverdi (oransje linje). Oppgitt i 1000 kroner.

Totalt anslås en videreføring av kalking å bidra til en positiv netto nåverdi inkludert restverdi på 90,6 mill. kroner. Det er stor usikkerhet forbundet med størrelsen på anslaget som trekker i begge retninger.

## 8.4 Totale prissatte nyttevirksomheter

Totalt anslås prissatte nyttevirksomheter av å videreføre kalking de ti neste årene å ha en nåverdi på 124 mill. kroner. Som følge av usikkerhetsmomenter både forbundet med beregning av produsentoverskudd og konsumentoverskudd er det en del usikkerhet forbundet med anslaget. I tillegg til usikkerhetsmomenter ved selve prissettingen, er det også viktig å være oppmerksom på at prissettingen i stor grad bygger på forutsetningene i kap. 6 om hvordan fangsten av anadrom laksefisk vil utvikle seg i nullalternativet og ved videreføring av kalking. Selv om det virker sannsynlig at effekten vil være stor positiv, så er nivået og utviklingen i framskrivningene som er viktig for de prissatte virkningene mer usikre. Siden resultatene fra analysen i stor grad avhenger av både antagelsene som er lagt til grunn ved prissetting og antagelsene om endringer i fangst, vil vi gjennomføre følsomhetsanalyser for begge deler i kapittel 10.3.

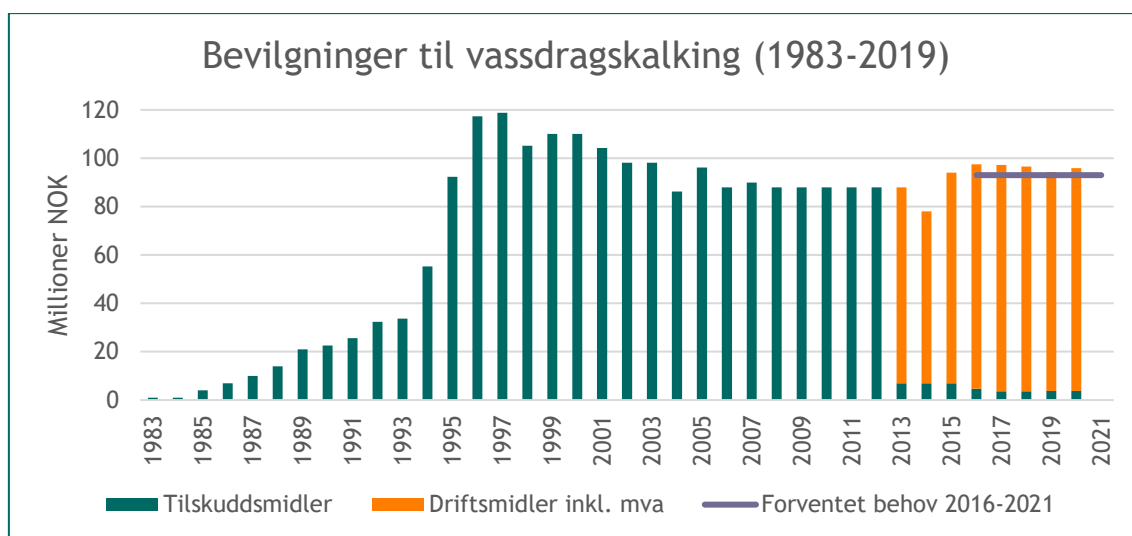


## 9. Kostnader

Dette kapitlet beskriver hvordan bevilgningene til kalking har endret seg over tid, og gir et anslag for framtidige kostnader for kalking av laksevasdrag i analyseperioden.

### 9.1 Totale bevilgninger til kalking

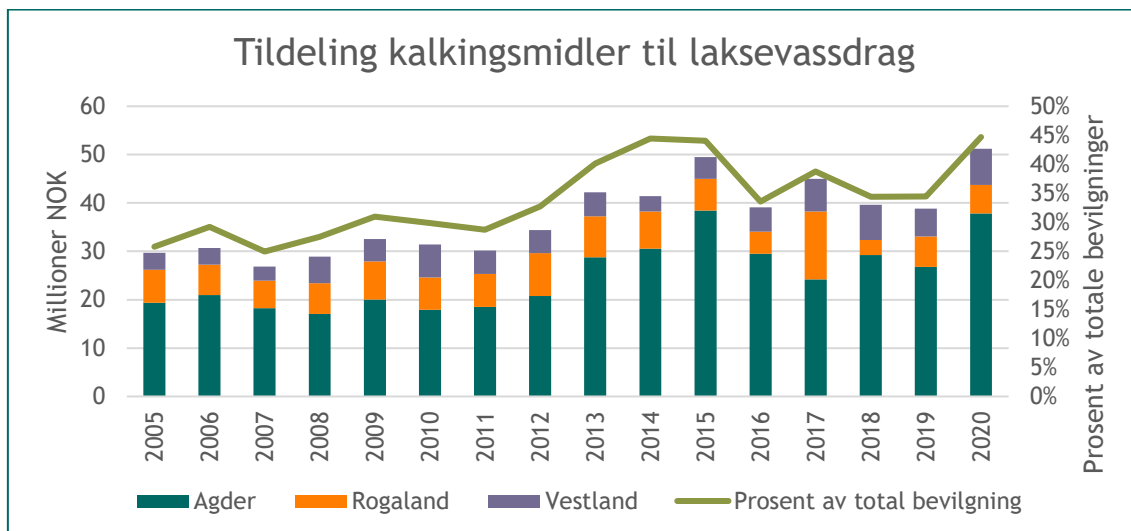
Figur 19 viser totale bevilgninger til all form for kalking nasjonalt i perioden 1983-2019 (inkl. mva.). Stortinget bevilget de første midlene til kalking av vassdrag i 1983 på totalt én mill. kroner. Dette ble økt år for år fram til 1993 da det ble bevilget 34 mill. kroner. De påfølgende tre årene ble størrelsen på bevilgningen mer enn tredoblet til en topp på 118,8 mill. kroner i 1997, og har i gjennomsnitt fram til 2020 ligget på 95 millioner årlig. Som Figur 19 viser, ble bevilgningene fra og med 2013 delt i driftsmidler og tilskuddsmidler. Driftsmidler er utgifter (faste og varierende) som omhandler alt knyttet til gjennomføring av kalking og overvåking. Eksempler er utgifter til doseringskalking, innsjøkalking, nødvendig overvåking og kontroll og analyse knyttet til kalkkvaliteten. Tilskuddsmidler er en søknadsbasert ordning hvor nasjonale prosjekt fordeles og behandles av Miljødirektoratet, mens regionale og lokale prosjekt fordeles og behandles av Statsforvalterne.



Figur 19: Bevilgninger til vassdragskalking mellom 1983 til 2019. Bevilgningen er delt mellom driftsmidler og tilskuddsmidler siden 2013 (i løpende kroner). Kilde: Miljødirektoratet

### 9.2 Kostnader til kalking av laksevasdrag

Figur 20 viser antall millioner (eks. mva.) og prosentvis andel av de totale bevilgningene som har blitt brukt i lakseførende vassdrag siden 2005. Den prosentvise andelen av de totale bevilgningene vil variere mellom årene, men har økt fra 26 prosent i 2005 til å ligge rundt 45 prosent i 2020. Dette betyr at en stadig større andel av bevilgete kalkingsmidler blir brukt i laksevasdrag.



Figur 20: Tildeling av kalkingsmidler til laksevassdrag 2005-2020 (i løpende kroner). Kilde: Miljødirektoratet.

I perioden 2018-2020 ble det i gjennomsnitt brukt 43 millioner hvert år til pågående kalking i laksevassdrag. Dette inkluderer også mindre investeringer, vedlikehold, driftskontroll og mindre oppgraderinger. Det ble også brukt i gjennomsnitt 3,4 mill. kroner per år til tiltaksovervåking som inkluderer rutinekontroller av vannkvaliteten oppstrøms og nedstrøms for kalkdosererne og 1,6 mill. kroner til vannkjemikontroll. Ca. 72 prosent av bevilgningene mellom 2018-2020 gikk til Agder, fulgt av Vestland (16 prosent) og Rogaland (12 prosent).

### 9.3 Kostnader 2022-2031

Ved inngangen av 2021 meldte statsforvalterne inn et budsjettbehov på ca. 53 mill. kroner, som ble justert opp til 62 mill. kroner i løpet av året. Budsjettet skal dekke drift, mindre investeringer, vedlikehold, driftskontroll og mindre oppgraderinger av eksisterende kalkingsprosjekter. Dette er omtrent på samme nivå som i 2020, men høyere enn gjennomsnittet for de fem foregående årene. Oppstart av kalking i nye laksevassdrag de siste årene, som Otra og Sireåna, forklarer noe av økningen.

Det er naturlig at kostnadene varierer fra et år til et annet. Vi har ikke grunnlag for å framskrive disse endringene, og antar derfor at de årlige kostnadene holder seg stabilt gjennom hele perioden. Opprinnelig innmeldt budsjettbehov for 2021 brukes som et anslag for de årlige kostnadene forbundet med kalking av laksevassdrag for samtlige år i analyseperioden (fra 2022 til 2031). Videreføring av kalking av laksevassdrag antas dermed å ha en årlig kostnad på 53 mill. kroner. Det antas videre at kostnader til tiltaksovervåking og kunnskapsutvikling videreføres i nullalternativet, slik at dette ikke innebærer noen forskjell mellom nullalternativet og tiltaksalternativet. Gitt disse antagelsene vil en videreføring av kalking innebære en total kostnad på 530 millioner kroner. Neddiskontert med en kalkulasjonsrente på 4 prosent, blir total kostnaden ca. 430 mill. kroner. Siden utgiftene til kalking finansieres over statsbudsjettet påløper det også en skattefinansieringskostnad på 20 prosent av de årlige kalkingskostnadene (Finansdepartementet, 2014), som blir på ca. 85 mill. kroner neddiskontert. De totale prissatte kostnadene ved kalking anslås derfor til 516 mill. kroner neddiskontert.

Usikkerheten forbundet med anslaget vurderes å være middels. Sammenlignet med gjennomsnittlige kostnader de fem foregående årene, virker anslaget å være for høyt. På den andre siden inkluderer ikke anslaget administrative kostnader forbundet med å tilrettelegge for og tildele tilskudd til kalking i Miljødirektoratet, Statsforvalteren og kommunene. Videre ble det innmeldte behovet oppjustert med nærmere 9 mill. kroner bare i 2021. Usikkerheten i anslaget trekker derfor i begge retninger, men noe mer i retning av at anslaget er for høyt, basert på gjennomsnittet for perioden 2015-2020.

## 10. Sammenstilling og analyse av nytte- og kostnadsvirkninger

Dette kapitlet sammenstiller nytte- og kostnadsvirkninger som har blitt verdsatt i kapittel 7, 8 og 9. Det gjennomføres en break-even analyse i kap. 10.2 for å undersøke hvor stor betalingsvillighet berørte husholdninger må ha for at videreføring av kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Resultatene sammenlignes med vurderinger av mulig størrelsesorden på verdien av ikke-prissatte virkninger.

Verdsettingen av nyttevirksomheter, både prissatte og ikke-prissatte, bygger på forutsetningene i kapittel 6 om hvordan forekomsten av anadrom laksefisk, elvemusling og ål vil utvikle seg i nullalternativet og ved videreføring av kalking. Det er stor usikkerhet forbundet med framskrivningen, særlig for den detaljerte framskrivingen av hva som vil skje for fangst av anadrom laksefisk. Siden en stor andel av verdiene avhenger av effekten kalking har på laks, gjennomføres det en følsomhetsanalyse i kapittel 10.3. I tillegg gjøres det beregninger av hvordan usikkerhet i prissatte virkninger, på nytte- og kostnadssiden, kan påvirke resultatene.

### 10.1 Sammenstilling

Kapittel 7 viser at kalking har nyttevirksomheter for en rekke økosystemtjenester, der nyttevirksomheten er særlig stor for naturarv, fiske og genetiske ressurser. I sum vurderes kalking å ha meget stor positiv konsekvens for samfunnet. I tillegg antas det at kalking kan ha positive virkninger for flere virkninger som det ikke har vært grunnlag for å verdsette.

Det har kun vært mulig å prissette kalkingens effekter på deler av verdien forbundet med fritidsfiske. De prissatte virkningene utgjør dermed bare en liten del av de totale verdiene som kalking bidrar med. I sum anslås de prissatte virkningene forbundet med fritidsfiske å ha en nåverdi på mellom 124 mill. kroner. Kostnadene anslås å ha en nåverdi på 516 mill. kroner.

Resultatene fra verdsettingen av nytte- og kostnadsvirkninger forbundet med å videreføre kalking fra 2022 til 2031, sammenlignet med et nullalternativ der kalking avsluttes, vises Tabell 18.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Konsekvensen for fritidsfiske er nedjustert fra stor positiv til middels til stor positiv som følge av at bruksverdien er prissatt og dermed trukket ut av den ikke-prissatte virkningen.

Tabell 18: Oppsummeringstabell nytte- og kostnadsvirkninger (prissatte virkninger oppgitt i nåverdi). Positive virkninger er markert i grønt. Negative virkninger er markert i oransje.

Virkning	Konsekvens	Usikkerhet
Produsentoverskudd fritidsfiske	34 mill. kroner	Middels til stor usikkerhet som trekker i begge retninger.
Konsumentoverskudd fritidsfiske	91 mill. kroner	Middels til stor usikkerhet som trekker i begge retninger.
<b>Sum prissatte nyttevirksomheter</b>	<b>124 mill. kroner</b>	<b>Stor usikkerhet som trekker i begge retninger.</b>
Kostnader kalking	- 430 mill. kroner	Middels usikkerhet som trekker noe mot at anslaget er for høyt.
Skattefinansieringskostnad	- 86 mill. kroner	Samme usikkerhet som for kostnader ved kalking.
<b>Sum kostnader</b>	<b>- 516 mill. kroner</b>	Usikkerhet trekker noe mot at anslaget er for høyt.
<b>Netto nåverdi prissatte virkninger</b>	<b>- 392 mill. kroner</b>	Liten til middels usikkerhet som trekker noe mot at anslaget er for høyt.
Naturarv (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	<b>Meget stor positiv (++++)</b> Nasjonal/internasjonal betydning.	Lav usikkerhet. Usikkerhet trekker i begge retninger.
Fritidsfiske (kun opsjonsverdi) (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	<b>Middels til stor positiv (++)/+++)</b> Regional/nasjonal betydning.	Lav usikkerhet. Usikkerhet trekker noe mer i positiv retning.
Genetiske ressurser (forsynende tjeneste)	<b>Middels til stor positiv (++)/+++)</b> Regional/nasjonal betydning.	En del usikkerhet, men fanges i stor grad opp av intervall.
Kunnskap og læring- Barn og unge (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	<b>Middels positiv (++)</b> Regional betydning.	Stor usikkerhet på effekt og betydning. Trekker i begge retninger, men noe mer i negativ retning.
Annen rekreasjon (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	<b>Middels positiv (++)</b> Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning. Usikkerhet trekker i begge retninger.
Stedsidentitet (kunnskaps- og opplevelsestjeneste)	<b>Liten til middels positiv (+/++)</b> Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet både på effekt og betydning. Usikkerhet trekker noe i negativ retning.
Mat (forsynende tjeneste)	<b>Ubetydelig til liten positiv (0/+)</b> Lokal/ regional betydning.	Liten usikkerhet.
Vannrensing og avfallsbehandling (Regulerende tjeneste)	<b>Ubetydelig til liten positiv (0/+)</b> Lokal/regional betydning.	Stor usikkerhet på effekt og betydning. Trekker i begge retninger.

Oppsummert viser sammenstillingen at det både er store nyttevirksomheter og høye kostnader forbundet med å videreføre kalkingen fra 2022 til 2031. Differansen mellom prissatte nyttevirksomheter og kostnader anslås til 392 mill. kroner i netto nåverdi. Samtidig viser oppsummeringen at det er store ikke-prissatte virkninger forbundet med kalking som det ikke har vært mulig å sette en pris på. Det er derfor krevende å konkludere på om den totale nytten overstiger kostnadene, uten en nærmere vurdering av størrelsesordenen på de ikke-prissatte verdiene. For å vurdere hvor stor betalingsvillighet befolkningen må ha for at den totale nytten av kalking overstiger kostnadene gjennomføres det en break-even analyse.

## 10.2 Break-even analyse

I dette kapitlet vil vi utføre en break-even analyse der vi beregner hvor stor betalingsvillighet berørte husstander må ha for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Deretter innhentes informasjon fra relevante verdsettingsstudier for å vurdere mulig størrelsesorden på ikke-prissatte virkninger, og sammenligne dette med break-even beløp. Dette er i tråd med DFØs veileder for samfunnsøkonomiske analyser (DFØ, 2018b).

Analysen gjennomføres i følgende steg:

- a. Identifiser hvor mange som berøres av tiltaket, og hvilke grupper i befolkningen som verdsetter endringen høyest.
- b. Beregn nødvendig betalingsvillighet per husholdning (break-even beløp) for at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltaket skal være positiv.
- c. Gjennomgå resultater fra studier som har verdsatt deler av virkningene, eller lignende virkninger, som kalking bidrar med for å beskrive mulig størrelsesorden av ikke-prissatte virkninger.
- d. Sammenlign resultatene fra tidligere studier med break-even beløp, og vurder om det er sannsynlig at kalking vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

### 10.2.1 Hvem berøres av tiltaket?

En studie fra Lindhjem og Navrud viser at folk har en tendens til å overdrive egen betalingsvillighet når de ikke blir bedt om å ta hensyn til husholdningens samlede budsjett (Lindhjem & Navrud, 2009). Antall berørte oppgis derfor som antall husholdninger som kan ha effekt av tiltaket.

Norske husholdninger vil ha ulik betalingsvillighet for å oppnå miljøforbedringer i kalkede vassdrag. Det virker sannsynlig at de som bor i nærheten, og som bruker eller har mulighet til å bruke de kalkede vassdragene og områdene rundt, eller som kjenner til disse områdene godt, har størst betalingsvillighet. På bakgrunn av vurderingene i kapittel 7.4 virker det sannsynlig at det er mange i Agder og Rogaland fylke som har positiv betalingsvillighet for å oppnå de nyttevirkningene som kalking bidrar til, og som dermed kan være direkte berørt av tiltaket. I Vestland anses kalking å ha mer lokal betydning, som betyr at det i hovedsak er de som bor i kommunene som er direkte berørt av tiltaket. Vi antar som følge av dette at husholdninger i Agder, Rogaland og berørte kommuner i Vestland er direkte berørte, og har en større betalingsvillighet for å oppnå de beskrevne nyttevirkningene enn befolkningen i landet ellers. Dette geografiske området omtales i det følgende som **berørt region**.

Det vil være store forskjeller innad i berørt region når det kommer til størrelsen på betalingsvillighet. For eksempel er det sannsynlig at de som bor i kommunene som grenser til vassdragene og som bruker elvene til fiske har høyest betalingsvillighet. I tillegg virker det sannsynlig at befolkningen i Agder har høyere betalingsvillighet enn befolkningen i Rogaland, siden kalking har hatt størst effekt i Agder.

Siden kalking vil bidra til å styrke livsgrunnlaget for noen truede arter (elvemusling og ål) og laks, virker det sannsynlig at det også er mange personer i andre deler av landet som har en positiv betalingsvillighet for å videreføre kalking selv om de ikke har mulighet til å bruke området selv (ikke-bruksverdi). I tillegg kan norske fiskere som er bosatt i andre deler av landet ha betalingsvillighet for å ivareta fiskemulighetene i denne regionen for framtiden (opsjonsverdi). Betalingsvilligheten vil være en del lavere for den gjennomsnittlige husholdningen i Norge enn for de som berøres direkte, men på grunn av det totale antallet husholdninger i Norge, kan total betalingsvillighet fra denne gruppen likevel være betydelig.

Tabell 19 presenterer antall husholdninger i berørte fylker, kommuner og berørt region, med utgangspunkt i innbyggertall 2. kvartal 2020 og antall personer per husholdning (SSB, 2020e). Antall husholdninger som inngår i "berørt region" er markert med grønt.

Tabell 19: Antall husholdninger i berørte fylker og kommuner. Kilde: (SSB, 2020d)

	Definisjon	Agder	Rogaland	Vestland	Sum
Berørte kommuner	Kommuner som grenser til kalkede vassdrag.	130 025	64 731	10 534	205 290
Fylker	Fylker som kalkede vassdrag ligger i (Agder, Rogaland og Vestland)	138 317	206 174	290 170	634 661
Berørt region	Dekker hele Agder og Rogaland fylke, og berørte kommuner i Vestland.	138 317	206 174	10 534	355 025

### 10.2.2 Break-even beløp for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt

Tabellen nedenfor viser hvor stor betalingsvillighet befolkningen minimum må ha i ulike geografiske områder, for å kompensere for anslåtte netto kostnader forbundet med tiltaket. Betalingsvilligheten oppgis som et årlig beløp.

Netto kostnader forbundet med å videreføre kalkingen anslås å være 392 mill. kroner i nåverdi. Tabell 20 viser at hver husholdning i berørt region må være villig til å betale et årlig beløp på minimum 136 kroner i gjennomsnitt for at videreføring av kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Husholdninger i berørte kommuner må være villige til å betale et årlig beløp på minimum 235 kroner, mens for hele Norge må betalingsvilligheten være minimum 20 kroner per husholdning i snitt for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Tabell 20: Nødvendig betalingsvillighet (break-even beløp) per husholdning per år for å oppnå samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved videreføring av kalking av laksevassdrag fra 2022 til 2031.

	Berørt region	Kommuner	Fylker	Norge
Netto kostnader	kr 136	kr 235	kr 76	kr 20

Tabell 20 viser nødvendig betalingsvillighet gitt at hele beløpet skal betales fullt ut av husholdninger på et bestemt geografisk nivå, på kommunenivå, fylkesnivå eller nasjonalt. Det er mer naturlig å se for seg at betalingsvilligheten vil dele seg mellom de ulike nivåene siden disse vil ha ulik nytte av tiltaket. Oversikten kan imidlertid brukes som et utgangspunkt for sammenligning med resultater fra tidligere verdsettingsstudier.

### 10.2.3 Mulig størrelsesorden ikke-prissatte virkninger - gjennomgang av studier.

Formålet med å gjennomgå resultater fra tidligere verdsettingsstudier er å få noen betraktninger om sannsynlig størrelsesorden på verdiene som kalking bidrar til. Det må presiseres at dette ikke er å betrakte som en detaljert nytteoverføring jf. nylige retningslinjer for dette (Johnston, Boyle, Loureiro, Navrud, & Rolfe, 2021)), men kun en illustrasjon av mulig størrelsesorden av de ikke-prissatte virkningene som kalking av laksevassdrag bidrar til.

På slutten av 1980-tallet ble det gjennomført flere studier som undersøkte befolkningens betalingsvillighet for å begrense skadene forsurening hadde for ferskvannsfisk, inkludert anadrom laksefisk. Endringer i forsureningssituasjon, sosio-økonomiske forhold og verdsettingsmetoder gjør imidlertid at verdiene som studiene kommer fram til ikke er direkte overførbare til dagens situasjon. Vi gjennomgår tre av undersøkelsene som studerer ikke-bruksverdier forbundet med kalking av laksevassdrag nedenfor, og vurderer hvorvidt de er relevante for denne utredningen.

Den første studien vi har sett på som delvis fanger opp ikke-bruksverdiene forbundet med kalking av laksevassdrag er en større nasjonal verdsettingsstudie som ble gjennomført i 1986. Denne undersøkte betalingsvilligheten for å forbedre forholdene for fisk på Sørlandet gjennom å kalke fram til og med vedtatte utslippsavtaler begynte å virke (Navrud S. , 1989). Respondentene fikk beskrevet at kalking/utslippskutt kunne bidra til å få igjen levedyktige ørretbestander i 567 til 928 vann på Sørlandet, levedyktige bestander og bedre fiske i lakseelvene på Sørlandet og redusert fare for videre spredning av forsureningseffekter. Studien fant at norske husholdninger hadde en gjennomsnittlig årlig betalingsvillighet på nærmere 700 kroner (i 2019-kroner) for å bedre forholdene for fisk på Sørlandet gjennom kalking fram til og med vedtatte utslippsavtaler begynte å virke.

Som en del av LEVE-prosjektet ble det gjennomført en tilsvarende studie i 1996 (Navrud S. , 1997). Denne studien fant en gjennomsnittlig betalingsvillighet på om lag 845 kroner (2021-kroner) per husholdning per år når de selv fikk oppgi beløp, og 1 112 kroner (2021-kroner) per husholdning per år når de ble spurt om de var villige til å betale ulike beløp. Siden arealet som påvirkes av sur nedbør har blitt vesentlig redusert siden studiene ble gjennomført, og resultatet også inkluderer forsuringspåvirkede innsjøer, kan det diskuteres om det er forsvarlig å bruke resultatene til å beskrive betalingsvilligheten for den norske befolkningen i dag. Studien indikerer imidlertid at den norske befolkningen har høy betalingsvillighet for å redusere skadene sur nedbør har på fisk. Videre er det interessant å se at studien fra 1996 fant høyere betalingsvillighet per husholdning (KPI-justert) selv om arealet som var påvirket av sur nedbør var mindre i 1996 enn i 1986.



Den tredje studien vi har sett på verdsetter ikke-bruksverdiene forbundet med å kalke Audna med hensyn til å bevare og styrke laksebestanden (Navrud S. , 1993a). Denne studien virker å være mer relevant, siden miljøforbedringen som beskrives stemmer godt overens med antatte effekter på lokale laksebestander ved videreføring av kalking. Vi har derfor valgt å gå videre med å bruke verdier fra denne studie. En utfordring med denne studien er imidlertid at det er en eldre studie, og at antallet respondenter var noe lavt. Vi gjør derfor noen korrigeringer ved videre bruk av anslaget.

For å sjekke at verdiene som framkommer av verdsettingsstudien av ikke-bruksverdiene forbundet med å kalke Audna fortsatt virker rimelig, har vi i tillegg sett etter nyere og større norske studier som har verdsatt lignende eller sammenlignbare miljøgoder. Det er ønskelig å ta utgangspunkt i norske studier, siden en da kan anta at respondentene i undersøkelsen har relativt likt inntektsnivå og preferanser som befolkningen som berøres av kalkingstiltaket. Vi har kun funnet én studie som oppfyller disse kriteriene, som er en studie fra 2009 som har undersøkt betalingsvilligheten for å oppnå forbedringer i vannkvalitet i de største innsjøene i Østfold (Barton, Navrud, Lande, & Bugge Mills, 2009). En utfordring med å ta i bruk denne studien er at den ser særlig på utfordringer forbundet med eutrofiering<sup>19</sup> og algeoppblomstring, som er en annen type forurensing som har mer synlige effekter og påvirker flere fritidsaktiviteter enn forurensing i form av forsuring. Studien anses likevel som relevant, fordi den ser på miljøforbedringer i ferskvann og hvordan dette virker inn på verdien av blant annet fritidsfiske. I tillegg er det en fordel at studien har sett på en miljøutfordring som i likhet med forurensingspåvirkede vassdrag krever at det gjennomføres årlige tiltak for å få ønsket effekt. På bakgrunn av dette velger vi også å ta i bruk verdier fra denne studien for å vurdere mulig størrelsesorden av nyttesiden ved kalking.

Vi gjør oppmerksom på at studiene verdsetter til dels de samme virkningene, og det er dermed ikke mulig å legge sammen verdiene. Resultatene brukes i stedet til å trekke opp et sannsynlig spenn for befolkningens betalingsvillighet for å oppnå de miljøforbedringene som kalking bidrar til. Tabell 21 oppsummerer hovedfunnene fra studiene, og synliggjør andre utfordringer ved å anvende resultatene fra disse studiene til å beskrive verdien av kalking.

Tabell 21: Oversikt over relevante studier med verdsettingsanslag. Beløp oppgitt i 2021-kroner (oktober).

Referanse	Hvorfor relevant?	Resultater (i 2021-kroner)	Utfordringer ved å anvende anslag
Navrud (1993a) Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke Audna.	Undersøker hvor mye innbyggerne i Vest- Agder er villige til å betale for å få igjen og bevare laksestammen i Audna, som er en av de første elvene som ble kalket.	<u>227 kroner</u> per år per innbygger i Vest-Agder fylke over 15 år.	Ser kun på en elv.  Ser kun på laks.  Eldre studie. Det har skjedd en del på metodesiden etter den ble gjennomført.

<sup>19</sup> Eutrofiering er når planteproduksjonen øker på grunn av økt tilførsel av næringsstoffer i vassdrag eller i havet.

Barton mfl. (2009). Assessing Economic Benefits of Good Ecological Status in Lakes under the EU Water Framework Directive. Case Study Report from the EU-project "Aquamoney".	Undersøker betalingsvillighet i form av økte vann- og avløpsgebyrer for å oppnå bedre vannkvalitet i de største innsjøene i Østfold. Inkluderer virkninger for fritidsfiske etter forsursfølsomme arter (som laks), og annen fisk (som gjedde), bading, fugleliv og fugletitting og padling eller roing.	1 409 kr per husholdning per år i kommuner som grenser til innsjøene Vansjø og Storefjorden for å forbedre vannkvaliteten med én til to klasser.	Inkluderer flere virkninger for fritidsaktiviteter.  Beskrivelsene av miljøtilstand er knyttet til bruks- og opsjonsverdier, men ikke-bruksverdier utelukkes ikke.  Betalingsvillighet for å oppnå forbedring, ikke unngå forverring.  Fokus på annen type forurensing som gir mer synlige effekter enn forsuring.
--	--	--	--

#### Ikke-bruksverdier forbundet med å få igjen og styrke laksestammen i Audna

På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning, ble det i 1990 gjennomført en verdsettingsstudie som undersøkte betalingsvilligheten for å forbedre forholdene for laks i Audna (Navrud S. , 1993a). Studien hadde som mål å beskrive befolkningens ikke-bruksverdier forbundet med å bevare laksebestanden i Audna, da rekreasjonsverdier forbundet med fritidsfiske hadde blitt undersøkt i en tidligere studie. Undersøkelsen ble gjennomført som en telefonundersøkelse som ga en svarprosent på 89 prosent. Av 178 spurte oppga nærmere 60 prosent at de var villige til å betale inn en sum til et kalkingsfond for å få igjen og bevare lakse- og sjørretbestanden i Audna, for egen del og for kommende generasjoner, mens 12 prosent klarte ikke å gjøre seg opp en mening. Utvalget ble vurdert å være representativt med hensyn til kjønn og alder, men skjevt med hensyn til utdanning, der de med utdanning utover 13 år synes å være overrepresentert. Etter en sammenligning av betalingsvilligheten i ulike grupper ble det konkludert med at dette kun ga mindre utslag på resultatet. Kun 2 prosent av utvalget hadde fisket i Audna tidligere, som indikerer at oppgitt betalingsvillighet i hovedsak reflekterer ikke-bruksverdier.

I gjennomsnitt hadde innbyggerne en betalingsvillighet på 120 kroner (i 1991-kroner) som tilsvarer en verdi på om lag 227 kroner i dag (oktober 2021), mens medianen var på 52 kroner (1990-kroner), når betalingsvilligheten til de som svarte "vet ikke" eller at de ikke hadde betalingsvillighet ble satt til null. Dersom man antar at de som svarte "vet ikke" hadde en betalingsvillighet lik gjennomsnittet, blir gjennomsnittlig og median betalingsvillighet henholdsvis 127 og 100 (1990-kroner). I likhet med Navrud, bruker vi det første estimatet for gjennomsnittlig betalingsvillighet videre.

Siden det begynner å bli lenge siden studien ble gjennomført må resultatene brukes med varsomhet. De siste 30 årene har det skjedd en del på metodesiden for å sikre at anslagene som framkommer fra betingede verdsettingsstudier blir mest mulig riktig. Endringene trekker i retning av at anslagene hadde blitt lavere om en tilsvarende studie hadde blitt gjennomført i dag. Blant annet har det vært jobbet med å få bedre og mer balanserte beskrivelser av forventede nyttevirksomheter, og sikre at respondentene får presentert mest mulig realistiske

scenarier. I tillegg har det blitt mer vanlig å minne respondenten om deres budsjettbeskranking (dvs. begrensning i inntektsnivå) og be de dobbeltsjekke/revurdere beløpene de har valgt etter en beskrivelse av mulige fallgruver (kalt cheap-talk). Videre har det blitt mer vanlig å be folk oppgi betalingsvillighet på vegne av husholdningen samlet, heller enn per person. Dette gjelder særlig når hovedparten av verdiene er såkalte ikke-bruksverdier. En studie fra Lindhjem og Navrud (2009) indikerer at personer har en tendens til å overdrive egen betalingsvillighet når de blir bedt om å oppgi betalingsvillighet for seg selv og ikke for husholdningen samlet.

Det virker som at man i denne studien har vært tydelig på effekten av kalking på lokal laksebestand, selv om det ikke er kvantifisert. Derfor anses ikke dette å være en feilkilde av stor betydning. Det er ikke mulig å korrigere for alle potensielle feilkilder, men en mulig feilkilde ved studien som kan ha stor innvirkning på resultatene er at man har spurt enkeltpersoner om å oppgi egen betalingsvillighet heller enn for husholdningen samlet. En måte å justere for dette på er å bruke anslaget for betalingsvillighet per innbygger til å beskrive betalingsvilligheten per husholdning. Siden det er langt flere innbyggere over 15 år enn antall husholdninger, vil dette innebære en betydelig nedjustering av samlet betalingsvillighet sammenlignet med resultatene fra studien.

Siden studien undersøkte virkningene for én elv i en større region (Vest-Agder), mener vi at resultatene kan brukes for å si noe om befolkningens betalingsvillighet for å oppnå en vesentlig forbedring av én middels stor lakseelv i ett fylke. Fangsten i kalkede elver utgjør en stor andel av total fangst både i Agder og Rogaland, men bare en mindre andel av fangsten i Vestland. Vi vurderer på bakgrunn av dette at anslaget kan brukes for å si noe om minimum betalingsvillighet for husholdninger i berørt region, som er Agder og Rogaland og berørte kommuner i Vestland. Det vil alltid være en del usikkerhet forbundet med overføring av verdier. I dette tilfellet er det størst usikkerhet forbundet med om resultatene også gjør seg gjeldende for det som her er definert som berørt region, da det ikke er gjort tilsvarende undersøkelser i Vest-Agder, Rogaland og Vestland. Usikkerheten forbundet med dette kan trekke i begge retninger.

Det er imidlertid flere forhold som trekker i retning av at den samlede betalingsvilligheten i Norge for å videreføre kalking vil være høyere enn det som framkommer ved å aggregere anslått betalingsvillighet for husholdninger i berørt region. For det første så ser studien kun på betalingsvilligheten for å bevare og styrke laksebestanden i én elv, mens videreføring av kalking vil bidra til bevaring og styrking av flere elver per region. Det virker rimelig å anta at betalingsvilligheten øker med antall elver som kalkes, og da særlig med økt antall elver som kalkes innenfor en region. Samtidig vil den marginale betalingsvilligheten gå ned etter hvert som flere elver kalkes innenfor en region. For det andre inkluderer ikke studien effekter på andre arter som også drar nytte av kalkingen, som ål og elvemusling, og det er også usikkerhet omkring hvorvidt studien favner hele bredden av verdier som påvirkes ved bevaring av laks.

#### **Bruks- og ikke-bruksverdier forbundet med å oppnå bedre vannkvalitet i Østfolds største innsjøer**

Studien som ser på betalingsvilligheten for å forbedre vannkvaliteten i innsjøer i Østfold er relevant fordi den inkluderer virkninger på fritidsfiske, og fordi den gir et inntrykk av befolkningens betalingsvillighet for å bedre vannkvaliteten i forurensede vassdrag. Studien hadde et stort antall respondenter (over 1100 stk.) fra Østfold. Utvalget ble vurdert å være representativt med hensyn til geografisk lokalisering, men noe skjevt med hensyn til alder, inntekt og utdanning, med en overrepresentasjon av folk mellom 30 til 49 år, med høyere

utdanning og inntekt. Dette kan føre til for høyt anslag for betalingsvillighet, men rapporten viser til bruk av vekting for å redusere skjevheten med hensyn til alder og utdanning.

Studien undersøker befolkningens betalingsvillighet for ulike typer forbedringer i vannkvaliteten og hvordan den endrer seg med distanse til aktuell innsjø. Forbedringen innebar i hovedsak å redusere utfordringer med eutrofiering og algeoppblomstring, som har effekt på ulike typer vannbaserte fritidsaktiviteter. Respondentene ble bedt om å oppgi det maksimale beløpet de var villige til å betale i økte årlige vann- og avløpsavgifter for å oppnå de beskrevne miljøforbedringene.

Om lag 60 prosent av respondentene oppga en positiv betalingsvillighet for å forbedre vannkvaliteten. Undersøkelsen viser at husholdningene i gjennomsnitt hadde en betalingsvillighet på mellom 1 070 til 2 000 kroner (2008-kroner) per år for å forbedre miljøtilstanden i innsjøene Vestre Vansjøen og Storefjorden til "god økologisk status", gitt to ulike verdsettingsmetoder. Det er det laveste anslaget som legges til grunn i break-even-analysen, som blir 1 409 kroner per år omregnet til 2021-kroner (oktober 2021). Resultatene fra denne studien ligner på resultatene fra en nyere svensk studie som har sett på betalingsvilligheten for å forbedre vannkvaliteten i seks län, som fant en årlig gjennomsnittlig betalingsvillighet som varierte fra 755 SEK til 1522 SEK mellom de ulike länene (Carlsson, Kataria, & Lampi, 2019). Begge disse studiene tyder dermed på at befolkningen kan ha en betydelig betalingsvillighet for å oppnå miljøforbedringer i ferskvann.

Barton mfl. (2009) ser også på hvordan distanse til innsjøen henger sammen med respondentenes betalingsvillighet. De finner her at betalingsvillighet for forbedring av innsjøene faller mellom 25-72 kr (i 2008-kroner) per km avstand fra innsjøene. Dette taler for at det er mest relevant å bruke anslaget til å beskrive mulig betalingsvillighet for husholdninger i kommunene som grenser til de kalkede vassdragene.

Det er flere forhold som tilsier at oppgitt betalingsvillighet i denne studien er for høyt til at det kan anvendes direkte inn i vår analyse. Årsaken til dette er at den ser på virkninger for en annen type forurensing enn forsuring, som gir mer synlige og tydelige virkninger for flere typer fritidsaktiviteter. I tillegg fanger studien opp bruksverdier forbundet med fritidsfiske, som vi delvis har tatt hensyn til i beregningen av netto kostnader. Samtidig bidrar kalking med andre nyttevirksomheter som ikke fanges opp av denne studien, som ikke-bruksverdier forbundet med å ivareta truede arter som elvemusling og ål. I tillegg ser studien på betalingsvilligheten for å oppnå en forbedring i vannkvalitet, mens en videreføring av kalking vil bidra til å hindre en forverring av miljøtilstand. Det virker sannsynlig at folk har større betalingsvillighet for å unngå en forverring av situasjonen heller enn å oppnå en tilsvarende forbedring. Selv om disse to effektene trekker i retning av høyere betalingsvillighet, vurderes det som lite sannsynlig at verdien av å videreføre kalking vil være høyere enn det som framkommer ved bruk av anslaget fra denne studien. Anslaget brukes derfor som en øvre grense for sannsynlig betalingsvillighet.

Et annet interessant funn fra studien er at med to unntak så finner man i liten grad signifikant høyere betalingsvillighet for å forbedre vannkvaliteten i flere innsjøer sammenlignet med én innsjø. Unntakene er når en av innsjøene som forbedres er husholdningens "favoritt" til fritidsbruk, eller når husstanden først blir bedt om å verdsette forbedring av flere innsjøer først. Dette indikerer at folk er villige til å betale mest for innsjøen som de foretrekker å bruke til fritidsaktiviteter.

#### 10.2.4 Sammenstilling av break-even beløp og mulig størrelsesorden for ikke-prissatte virkninger.

For at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt må hver husholdning i berørt region i gjennomsnitt være villige til å betale minimum 136 kroner, jf. kapittel 10.2.2. Med utgangspunkt i verdsettingsstudien som er gjort på ikke-bruksverdier i Audna, antas det at husholdninger i berørt region (Agder og Rogaland og berørte kommuner i Vestland) er villige til å betale minimum 227 kroner per år for å bevare laksebestandene i kalkede elver. Aggregert på antall husholdninger i berørt region gir dette et minimumsanslag for samlet betalingsvillighet på 650 mill. kroner i nåverdi.

Med utgangspunkt i verdsettingsstudien som så på forbedring av vannkvalitet for de største innsjøene i Østfold, antas det at husholdninger i kommunene som grenser til de kalkede elvene er villige til å betale maks 1 409 kroner per år per husholdning. Dette er langt høyere enn beløpet hver husholdning i berørte kommuner må være villige til å betale for å dekke kostnadene for kalking, som er 235 kroner. Aggregert på antall husholdninger i kommunene gir en betalingsvillighet på 1 409 kroner per husholdning et maksimumsanslag for samlet betalingsvillighet på 2 350 mill. kroner i nåverdi.

Til sammen gir anslagene et spenn som går fra 650 mill. kroner til 2 350 mill. kroner i nåverdi. Det øverste anslaget vurderes å være for høyt for husholdninger i berørte kommuner, da det baserer seg på verdsetting av en annen type forurensing som er mer synlig og har virkninger for flere typer fritidsaktiviteter (inkludert bading mm.) enn det forsuring har. Samtidig vurderes det laveste anslaget å være for lavt, siden det kun inkluderer betalingsvilligheten for kalking av én elv per region og det ikke inkluderer effekter for andre arter, som elvemusling og ål. Ingen av anslagene tar hensyn til at det trolig er flere i Norge som har betalingsvillighet for å oppnå de positive effektene av kalking. Tidligere studier av betalingsvillighet for å redusere skadene fra sur nedbør som vi ikke har gått nærmere inn på her indikerer at den samlede betalingsvilligheten for kalking blant Norges befolkning kan være høy.

Sett i lys av at nåverdien av totale kostnader forbundet med å videreføre kalking fra 2022 til 2031 ventes å være 516 mill. kroner, og at netto kostnader når prissatte effekter er trukket anslås til 392 mill. kroner, virker det sannsynlig at de totale nyttevirkningene som oppnås gjennom kalking av laksevassdrag overgår kostnadene.

Som det framgår av kapittel 3.2 brukes det en del ressurser på supplerende tiltak, som kommer i tillegg til kostnadene ved selve kalkingen. Kostnader for supplerende tiltak som er avgjørende for å utløse beskrevne effekter av kalking bør inkluderes i vurderingen av om kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Resultatet indikerer at det er rom for å bruke en del ressurser på supplerende tiltak for å støtte opp under effektene av kalking uten at dette endrer vurderingen av lønnsomhet.

Det er viktig å merke seg at selv om resultatene indikerer at de totale nyttevirkningene av kalking overgår kostnadene, så innebærer ikke dette at det er tilfellet for hver enkelt region eller hvert vassdrag. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten vil trolig variere en del mellom regionene og vassdragene.

## 10.3 Følsomhetsanalyse

Formålet med dette kapitlet er å se nærmere på de forutsetningene som er utslagsgivende for resultatene i analysen og som det er en del usikkerhet knyttet til. Både prissatte og ikke-prissatte nyttevirksomheter baserer seg på antatt utvikling av fangst av anadrom laksefisk i nullalternativet sammenlignet med videreføring av kalking. I nullalternativet antas det at fangsten vil reduseres med totalt 60 prosent sammenlignet med 2019-nivå ved slutten av analyseperioden, mens videreføring av kalking over tid vil bidra til å øke fangsten i de kalkede elvene med 15 prosent sammenlignet med 2019-nivå. Som beskrevet i kapittel 6 er det en del usikkerhet forbundet med framskrivningen. I tillegg kan endringer i andre påvirkningsfaktorer ha stor betydning for den økologiske effekten av kalking. Vi vil derfor teste hvordan resultatene endrer seg dersom vi legger til grunn en mer forsiktig framskrivning av effekten på fangst av anadrome laksefisk.

Det er også en del usikkerhet forbundet med anslagene som oppgis for prissatte virkninger, og da særlig for de positive virkningene. For å teste de prissatte virkningene bruker vi et usikkerhetsspenn for både nytte- og kostnadssiden for å se hvordan dette kan påvirke resultatene.

### 10.3.1 Usikkerhet i framskriving av effekter

Vi tester her hvordan nyttevirksomheter vil endre seg dersom fangsten i nullalternativet reduseres med 30 prosent sammenlignet med 2019-nivå (i stedet for 60 prosent), og dersom fangsten ved videreføring av kalking holder seg på et stabilt nivå (i stedet for en økning på 15 prosent over tid). Selv om det er en del usikkerhet forbundet med framskrivningen av fangst både i nullalternativet og ved videreføring av kalking, vurderes dette scenarioet som mindre sannsynlig gitt at påvirkningsfaktorene holdes uendret. Samtidig er det såpass stor usikkerhet i framskrivningene at det ikke kan utelukkes som et mulig utfall. I tillegg til å belyse hvordan konsekvensene endres dersom effekten på laks er en del lavere enn det som er lagt til grunn, gir følsomhetsscenarioet også en indikasjon på størrelsen på nyttevirksomhetene dersom det tar lengre tid før effekten av avslutning av kalking inntreffer enn det som er lagt til grunn for analysen. I følsomhetsscenarioet antar vi at fangsten går ned med 30 prosent i samtlige elver.

I sum innebærer de beskrevne justeringene at fangsten ved videreføring av kalking vil være 43 prosent høyere ved slutten av analyseperioden sammenlignet med nullalternativet. Siden "kriteriet" for å oppnå stor effekt er minimum 50 prosent endring fra nullalternativet, innebærer dette at effekten av kalking på fangst av anadrom laksefisk reduseres fra stor positiv til middels positiv. Samtidig ligger effekten høyt i intervallet for middels effekt (som går fra 15 til 50 prosent), og effekten nærmer seg dermed stor positiv. Tabellen nedenfor oppsummerer hvordan dette slår ut for verdien av prissatte og ikke-prissatte nyttevirksomheter.

Tabell 22: Sammenstilling av konsekvenser ved ulike forutsetninger for effekt på fangst av anadrom laksefisk (usikkerhetsanalyse). Prissatte konsekvenser oppgitt i nåverdi (NV) i 2021- kr (per oktober 2021).

Nyttevirkning	Antatt konsekvens (hovedscenarioet)	Usikkerhetsscenario	Endring i verdsetting av konsekvens
<b>Scenario:</b>	<b>Nullalternativet:</b> 60 pst. reduksjon i fangst fra år fem til ti.  <b>Videreføre kalking:</b> 15 pst. økning i fangst fra år fem til ti.	<b>Nullalternativet:</b> 30 pst. reduksjon i fangst fra år fem til ti.  <b>Videreføre kalking:</b> 0 pst. endring i fangst fra år fem til ti.	
Produsentoverskudd (PO) fritidsfiske (NV)	34 mill. kroner	14 mill. kroner	Reduseres med 20 mill. kroner.
Konsumentoverskudd (KO) fritidsfiske (NV)	91 mill. kroner	36 mill. kroner	Reduseres med 54 mill. kroner
<b>Sum prissatte nyttevirksomheter = PO + KO av fritidsfiske (NV)</b>	124 mill. kroner	50 mill. kroner	Reduseres med 74 mill. kroner.
<b>Naturarv</b>	Meget stor positiv (++++).	Stor til meget stor positiv (+++ / +++)	Konsekvensen reduseres noe. Kalking antas fortsatt å ha stor positiv effekt på nyrekruttering av elvemusling og ål som begge er oppført på den globale rødlista. I tillegg vil kalkingen fortsatt ha middels positiv effekt for anadrom laksefisk, som det antas at mange i Norge ønsker å sikre bevaring av. Betalingsvilligheten antas likevel å være lavere pga. mindre effekt på laks.

<b>Fritidsfiske</b>	Middels til stor positiv (++/+++)	Middels positiv (++)	Konsekvensen reduseres noe. Kalking vil fortsatt ha relativt stor effekt for fiske (43 % økning i fangst sammenlignet med nullalternativet). Det antas derfor at det fortsatt er mange som er villige til å betale for å unngå tap av fiskemuligheter, men at betalingsvilligheten vil være lavere.
<b>Genetiske ressurser</b>	Middels til stor positiv (++/+++)	Middels positiv (++)	Konsekvensen reduseres noe. Kalking antas fortsatt å være viktig for å opprettholde mange lokale bestander av laks og elvemusling, men det antas at verdien går noe ned som følge av redusert effekt på laks.
<b>Kunnskap og læring- Barn og unge</b>	Middels positiv (++)	Liten til middels positiv (+/++)	Konsekvensen reduseres noe til liten til middels positiv. Kalking vil fortsatt øke sannsynligheten for å få fisk og få større fisk, som vil påvirke unges mestringsopplevelse.
<b>Annen rekreasjon</b>	Middels positiv (++)	Ubetydelig til liten positiv (0/+)	Konsekvensen reduseres en del, siden en del av verdiene er knyttet til de storskala-effektene som kalking antas å bidra med i hovedscenarioet.
<b>Mat</b>	Liten til middels positiv (+/++)	Liten positiv (+)	Konsekvensen reduseres noe, som følge av at effekten av kalking på fangst i sjø i Agder antas å reduseres fra stor til middels positiv.
<b>Stedsidentitet</b>	Liten til middels positiv (+/++)	Liten positiv (+)	Konsekvensen reduseres noe pga. redusert effekt på laks.
<b>Vannrensing og avfallsbehandling</b>	Ubetydelig til liten positiv (0/+)	Ubetydelig til liten positiv (0/+)	Konsekvensen er uendret siden den avhenger av tilstand for elvemusling og påvirkes ikke av endringen.



Scenarioet innebærer at de prissatte nyttevirkningene reduseres betydelig, og at totale netto kostnader forbundet med kalking øker fra 392 til 466 mill. kroner. Med unntak av virkninger for vannrensing og avfallsbehandling, vil konsekvensene reduseres for samtlige ikke-prissatte virkninger. Resultatene tyder imidlertid på at kalkingen fortsatt vil ha betydelige konsekvenser på lokalt og regionalt nivå, og til dels også på nasjonalt nivå, selv om effekten reduseres til mindre enn halvparten av det som ble lagt til grunn for analysen. Det virker derfor fortsatt sannsynlig at gjennomsnittlig betalingsvillighet i berørt region vil overgå 227 kroner per husholdning per år, som er minimumsanslaget for sannsynlig betalingsvillighet. Betalingsvilligheten for berørt region summerer seg da opp til minimum 650 mill. kroner i nåverdi, som fortsatt er en del høyere enn netto kostnader i dette følsomhetsscenarioet.

### 10.3.2 Usikkerhet i prissatte virkninger

Det er en del usikkerhet forbundet med anslaget for prissatte nyttevirkninger. Usikkerheten knytter seg både til beregning av produsentoverskudd og konsumentoverskudd. De største usikkerhetsmomentene er forbundet med (1) i hvilken grad endringer i inntekter fra salg av fiskekort og antall fiskedøgn vil følge antatte prosentvise endringer i fangst, og (2) hvorvidt noe av fisket vil flyttes til andre elver i nullalternativet. Det første usikkerhetsmomentet kan trekke anslaget i begge retninger, mens det andre usikkerhetsmomentet trekker i retning av at anslaget er for høyt. I tillegg er det flere andre mindre usikkerhetsmomenter som trekker i begge retninger eller isolert trekker i retning av at anslaget er for lavt. Siden de ulike usikkerhetsmomentene trekker i begge retninger, og at det antas at de i noen grad vil virke mot hverandre, legges det til grunn et usikkerhetsintervall på +/- 50 prosent for anslåtte nyttevirkninger i følsomhetsanalysen.

Det er også en del usikkerhet forbundet med kostnadsanslaget. Usikkerheten er imidlertid lavere enn for prissatte nyttevirkninger, siden man kjenner til kostnadsnivået per i dag. På bakgrunn av disse vurderingene legges det til grunn et usikkerhetsintervall på +/-20 prosent av anslåtte kostnader i følsomhetsanalysen.

Resultatet av følsomhetsanalysen oppsummeres i tabellen under, og viser at anslag for netto kostnader er mer følsomt for prosentvise endringer i kostnader enn prissatte nyttevirkninger. Kombinasjonen av antatt usikkerhetsintervall for prissatte nyttevirkninger og kostnader, gir et usikkerhetsintervall som går fra -339 til -583 mill. kroner for netto kostnader.

Tabell 23: Følsomhetsanalyse prissatte virkninger - usikkerhetsintervall ved følsomhetsanalyse. Oppgitt i nåverdi (NV) i 2021- kr (per oktober 2021)

Virkning	Beste anslag	Følsomhetsanalyse
Produsentoverskudd fritidsfiske	34 mill. kroner	17 til 51 mill. kroner
Konsumentoverskudd fritidsfiske	91 mill. kroner	47 til 136 mill. kroner
<b>Sum prissatte nyttevirkninger</b>	124 mill. kroner	64 til 186 mill. kroner
Totale kostnader kalking (inkl. skattefinansieringskostnad)	-516 mill. kroner	-413 til -619 mill. kroner
<b>Netto nåverdi</b>	-392 mill. kroner	-226 til -555 mill. kroner

Det totale spennet i usikkerhetsintervallet viser at selv om kostnadene blir 20 prosent høyere enn forutsatt, og de prissatte nyttevirkningene blir 50 prosent lavere enn anslått, virker det fortsatt sannsynlig at kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt, jf. vurderingene i kapittel 10.2.4. Faktisk ser man at selv om man hadde antatt at prissatte nyttevirkinger hadde vært null, og kostnader hadde vært 20 prosent høyere enn antatt, så ville det fortsatt være stor sannsynlighet for at kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt, så lenge effekten av kalking ikke er lavere enn det som beskrives i kapittel 10.3.1.

## 10.4 Konklusjon

Break-even analysen viser at husholdninger i berørt region minimum må ha en betalingsvillighet på 136 kroner per år, ellers må husholdninger i berørte kommuner ha en betalingsvillighet på minimum 235 kroner per år, for at kalking skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Studier som er valgt ut for å belyse mulig størrelsesorden på nyttevirkningene av kalking indikerer at betalingsvilligheten per husholdning er en del høyere enn dette. Med utgangspunkt i disse studiene anslås det at de totale nyttevirkningene forbundet med å videreføre kalking fra 2022 til 2031 kan beløpe seg til mellom 650 og 2 350 mill. kroner i nåverdi. Til sammenligning beløper anslåtte netto kostnader forbundet med å videreføre kalking fra 2022 til 2031 seg til 392 mill. kroner i nåverdi. 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 det dermed er sannsynlig at videreføring av dagens og vedtatte kalkingsaktiviteter er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Konklusjonen står seg selv om man tar hensyn til at det også brukes en del ressurser på supplerende tiltak som i større eller mindre grad avhenger av kalking for å få effekt. Resultatene fra følsomhetsanalysene tyder på at usikkerheten forbundet med framskrivning av kalkingens økologiske effekter har størst betydning for resultatet. Vi ser imidlertid at kalkingens effekt på anadrom laksefisk må være vesentlig lavere enn det som er lagt til grunn for at tiltaket er samfunnsøkonomisk ulønnsomt.

Selv om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene overgår de totale kostnadene forbundet med å videreføre kalking, betyr ikke det at kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt i hver region eller elv. Resultatene gir heller ingen indikasjoner på om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å starte opp nye kalkingsprosjekter. Lønnsomheten i den enkelte elv avhenger av hvor stor effekt kalkingen har på økosystemtjenestene som berøres og deres betydning, sett opp mot kostnadene ved kalking og supplerende tiltak.

# 11. Oppsummering

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemene vi har hatt i Norge, og har ført til at forsuringsfølsomme arter har blitt borte eller kraftig redusert i mange vassdrag på Sør-Vestlandet. På lang sikt er det eneste tiltaket som kan redusere eller løse forsuringsproblemene mindre utslipp av svovel og nitrogen i Europa. På kort og mellomlang sikt anses kalking som det mest aktuelle tiltaket for å bedre vannkvaliteten.

Kalking er imidlertid et kostbart tiltak siden tiltaket må gjennomføres regelmessig for å få ønsket effekt. De ti siste årene har det totalt blitt bevilget nærmere 400 mill. kroner til kalking av laksevassdrag. Tidligere studier har vist at nytten av å kalke eller redusere utslippene som fører til sur nedbør overstiger de relaterte kostnadene. 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, og
- 2) vurdere om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene overstiger kostnadene.

## Økologiske effekter av kalking

For å belyse verdiene av kalking og vurdere om det er sannsynlig at de overstiger kostnadene har det vært viktig å få til en god beskrivelse av de økologiske effektene av kalking. Vi har sett på effekten kalking har på fire forsuringsfølsomme artsgrupper og arter: anadrom laksefisk, elvemusling, ål og bunndyr. For anadrom laksefisk har det vært viktig å forsøke å skille ut hvor stor andel av fangsten som kan tilskrives kalking. Antall fanget laks og sjøørret i kalkede vassdrag har de siste fem årene vært 150 prosent høyere sammenlignet med om fangsten hadde fulgt utviklingen i referansevassdragene. På bakgrunn av dette anslår vi at om lag 60 prosent av fangsten de fem siste årene kan tilskrives kalking. Det er stor usikkerhet forbundet med anslaget. Størrelsen på anslaget indikerer imidlertid at kalking fortsatt er et viktig tiltak for å opprettholde og sikre levedyktige bestander av laks i forsuringsrammede områder, selv om forursingssituasjonen har bedret seg. Kalking har i tillegg hatt store positive effekter for bunndyr, ål og elvemusling, og det antas at disse effektene fortsatt gjør seg gjeldende framover. I tillegg antas kalking å ha en positiv effekt for øvrige deler av naturmangfoldet i og rundt vassdragene, i form av at bedring av vannkvaliteten også har indirekte effekter for terrestriske arter. Det er ikke kjent at kalking av laksevassdrag har negative økologiske effekter.

## Nullalternativ og videreføring av kalking

For å vurdere om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene forbundet med kalking overgår kostnadene har det vært nødvendig å beskrive hva tiltaket innebærer og varigheten på tiltaket. Vi har valgt å sammenligne konsekvensene av å videreføre vedtatte kalkingsaktiviteter i perioden 2022 til 2031 med et hypotetisk nullalternativ der kalkingen avsluttes i 2022. I nullalternativet antas det at total fangst av laks og sjøørret vil falle med nærmere 60 prosent fra år fem til år ti i analyseperioden, og at fangsten vil stabilisere seg på dette nivået fram til og med 2036. Ved videreføring av vedtatte kalkingsaktiviteter antas det at fangsten vil øke med 15 prosent fra år fem til år ti som følge av nyere kalkingsprosjekter (som bl.a. Otra, Sireåna og

Modalselva), og supplerende tiltak som har virkning fram i tid. For forsuringfølsomme bunndyr, elvemusling og ål antas det at en avslutning av kalking vil medføre mer umiddelbare negative endringer, som vil forsterkes utover analyseperioden. Videreføring av kalking vil bidra til fortsatt oppbygning (og økning) av berørte bestander.

### Hvilke verdier påvirkes av kalking?

Økosystemtjenestetilnærmingen er brukt for å belyse nyttevirksomheter og verdier knyttet til kalking. Framskrivningen av økologiske effekter brukes for å identifisere hvilke økosystemtjenester og tilhørende verdier som får virkning av kalkingen. Alle virkninger for økosystemtjenester behandles først som ikke-prissatte virkninger, og verdsettes som hovedregel ved bruk av DFØs pluss-minus-metode med noen tilpasninger. Noen få virkninger for fritidsfiske har i tillegg blitt prissatt. Vi har identifisert flere mulige virkninger som vi ikke har gått videre med å verdsette, enten fordi vi mangler tilstrekkelig grunnlag til å vurdere om effekten er stor nok til at den bør inkluderes i analysen (for eksempel fritidsfiske i sjø, indirekte virkninger for fiskeørn, hegre mv.), eller fordi verdiene (for eksempel for kulturarv, helse, annen forskning og kunnskapsutvikling mv.) dekkes helt eller delvis av andre beskrevne virkninger.

Verdsettingen av ikke-prissatte virkninger viser at videreføring av kalking har betydelige verdier for samfunnet. På lokalt og regionalt nivå kan kalking være viktig for å sikre laks som matressurs, øke mulighetene for kunnskap og læring om laksefiske for barn og unge, og styrke elvemuslingens funksjon som vannrenser. Videre antas det at kalking bidrar indirekte til andre former for rekreasjon gjennom at tilrettelegging for fiskere også kommer andre brukere til gode. I tillegg antas det at kalking har bidratt til at laks igjen har fått større betydning for opplevd stedsidentitet for lokalbefolkningen. De største verdiene forbundet med kalking er å bedre forholdene for og forhindre tap av naturarven, fiskemuligheter, og genetiske ressurser. Dette er verdier som kan ha betydning for hele Norges befolkning.

Økosystemtjenesten naturarv handler om bevaring av naturmangfoldet og at folk verdsetter å vite at økosystemene eksisterer og ivaretas, både med tanke på verdiene en selv får fra å bruke naturen, og et ønske om å bevare biodiversitet og økosystemtjenester uavhengig av egen bruk. Dette kan være verdier forbundet med tilfredshet av å vite at en art eller økosystem eksisterer (eksistensverdi), at naturen ivaretas for framtidige generasjoner (arveverdi) eller at andre mennesker enn en selv (innenfor samme generasjon) kan bruke naturen som har effekt av kalkingen (altruistisk verdi). Kalking antas å ha stor positiv effekt på både laks, ål og elvemusling, samt flere bunndyrsarter i de berørte vassdragene. Flere laksebestander og bestander av elvemusling har vært betraktet som regionalt utdødd eller truet før kalkingen startet, og avslutning av kalking kan medføre risiko for at flere av de lokale bestandene igjen får status som truede. Norge har et internasjonalt ansvar for å ivareta både elvemusling og laks, og både elvemusling og ål står oppført på den norske og globale rødlisten. I tillegg kommer andre positive effekter for naturmangfold som vi ikke har nok kunnskap til å verdsette. Kalking antas på bakgrunn av dette å ha meget stor positiv konsekvens for tjenesten naturarv.

Fritidsfiske etter laks er den mest kjente positive konsekvensen av kalking. Verdiene forbundet med fritidsfiske kan både være knyttet til verdien av å kunne utøve fiske selv (bruksverdi), verdien av å vite at en har mulighet til å fiske (opsjonsverdi) og verdien av å vite at andre har mulighet til å fiske (ikke-bruksverdi). Det antas at om lag 60 prosent av den totale fangsten i antall fisk de fem siste årene kan tilskrives kalkingen, som tilsvarer en endring på 150 prosent sammenlignet med om fangsten hadde fulgt utviklingen i referansevassdragene. I tillegg bidrar

kalking til at sjansene for å få stor fisk øker. Bjerkreimselva og Mandalselva er to av ti norske lakseelver som flest fiskere (norske og utenlandske) peker ut som deres hovedelv. Fritidsfiske i de kalkede elvene antas derfor å ha verdi for flere fiskere nasjonalt. Siden en stor andel av fangsten i Agder og Rogaland skjer i kalkede elver, virker det sannsynlig at fritidsfiske i de kalkede elvene har betydning for mange personer i disse fylkene. Kalking vurderes på bakgrunn av dette å ha stor positiv konsekvens for fritidsfiske.

Kalking vurderes å ha en stor positiv effekt for ivaretaking av genetiske ressurser for laks og elvemusling i Agder og Rogaland, siden tiltaket bidrar til levedyktige og individrike bestander i et stort geografisk område. Kalking har dermed bidratt til å styrke økosystemtjenesten genetiske ressurser, både gjennom å øke antallet levedyktige lokale bestander og gjennom å øke antallet individer. Verdien for samfunnet av å ivareta genetiske ressurser avhenger av hva ressursene kan brukes til i dag og i framtiden, og kan potensielt ha betydning for folk og aktører i hele landet. Siden kalking bidrar til å sikre mange lokale bestander, vil det ikke finnes gode alternativer andre steder i landet. Sett i lys av at både oppdrettslaks og villaks står overfor flere utfordringer i tiden framover, virker det sannsynlig at betydningen av de genetiske ressursene vil øke over tid. Totalt antas det at kalking vil ha mellom middels til stor positiv betydning for genetiske ressurser innenfor analyseperioden.

Selv om alt dette er verdier som kan ha betydning for hele Norges befolkning, så har de trolig størst verdi for befolkningen på lokalt og regionalt nivå. Dette gjelder nok spesielt verdiene som er relatert til bedre fiskemuligheter, som både er et gode for lokale fiskere og som kan bidra til økt verdiskaping for lokale aktører. Et grovt anslag tilsier at fiske i kalkede elver bidro med mellom 17 og 32 mill. kroner i lokal verdiskaping i 2019, inkludert netto ringvirkninger. Av dette anslås det at mellom 7 og 25 mill. kroner kan tilskrives kalking. Anslaget tar ikke hensyn til eventuelle fordelingsvirkninger mellom ulike regioner, og det er heller ikke kontrollert for hvor mye av forbruket som uansett ville forekommet i lokalsamfunnet. På grunn av at det ikke har vært mulig å kontrollere for fordelingsvirkninger, og at det kun er direkte virkninger og bedriftenes overskudd som skal inkluderes i den samfunnsøkonomiske analysen, er ikke anslaget brukt i beregningen av de prissatte virkningene forbundet med fritidsfiske.

### Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet

De totale kostnadene forbundet med å videreføre kalking anslås til en nåverdi på 516 mill. kroner, inkludert skattefinansieringskostnad. Når prissatte nyttevirksomheter for fritidsfiske trekkes fra sitter man igjen med en nettokostnad på 392 mill. kroner. Som vi har vist over har kalking stor positiv konsekvens og nyttevirksomheter for en rekke økosystemtjenester, spesielt naturarv, fiske og genetiske ressurser.

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 gitt fastsatt analyseperiode. Resultatene fra denne 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 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 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 for perioden 2022 - 2031. Dette er klart større enn anslåtte netto kostnader. I tillegg viser tidligere gjennomførte studier at det er 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 står seg selv om man tar hensyn til at det også brukes en del ressurser på supplerende tiltak som i større eller mindre grad avhenger av kalking for å få effekt. Gjennomførte følsomhetsanalyser viser at størrelsen på nyttevirkningene er mest følsomme for endringer i antagelsene forbundet med kalkingens effekt på anadrom laksefisk, som det er en del usikkerhet forbundet med. Vi ser imidlertid at kalkingens effekt på anadrom laksefisk må være vesentlig lavere enn det som er lagt til grunn for at konklusjonen om at det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene som oppnås gjennom kalking i laksevassdrag overgår kostnadene endres.

Selv om det er sannsynlig at de totale nyttevirkningene overgår de totale kostnadene forbundet med å videreføre kalking, betyr ikke det at kalking er samfunnsøkonomisk lønnsomt i hver region og elv. Resultatene gir heller ingen indikasjoner på om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å starte opp nye kalkingsprosjekter. 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.

## 12. Referanser

- Andersen, O., & Dervo, B. K. (2019a). *Jegernes og fiskernes forbruk av varer og tjenester i Norge 2018*. NINA rapport 1605. NINA.
- Andersen, O., Stensland, S., Aas, Ø., Olaussen, J., & Fiske, P. (2019b). *Lokaløkonomiske virkninger av laksefiske i elver infisert med og behandlet mot lakseparasitten Gyrodactylus salaris - et forprosjekt*. NINA rapport 1594. Norsk institutt for naturforskning.
- Barton, D. N., Navrud, S., Lande, N., & Bugge Mills, A. (2009). *Assessing Economic Benefits of Good Ecological Status in Lakes under the EU Water Framework Directive. Case study Norway*. NIVA. Rapport nr. 5732-2009.
- Bergland, O., & Navrud, S. (2018). Reducing uncertainty in recreational fishing damage costs from a Sellafeld accident scenario. Case: River Vikedal. Presentation at the CERAD (Center for Environmental Radioactivity, NMBU) Annual meeting, Norwegian Academy of Sciences, Oslo. February 2018.
- Brandrud, T., P., B., Dolmen, D., Halvorsen, G., Halvorsen, G. A., & Lindstrøm, E.-A. (2000). *Effekter av kalking på biologisk mangfold: Undersøkelser i Tovdalsvassdraget 1997-98, de to første årene etter kalkingsstart.* .
- Carlsson, F., Kataria, M., & Lampi, E. (2019). *Det økonomiske værdet av vattenkvalitetsförbättringar. Vad tycker svenska hushåll? Havs- och Vattenmyndigheten*. 2019:23. .
- Dervo, B. (2020). *Utenlandske laksefiskere i Norge. Forventet tap av inntekter på grunn av koronapandemien i 2020*. NINA. Rapport 1844.
- DFØ. (2018a). *Veileder til utredningsinstruksen. Instruks for statlige tiltak*. Hentet fra <https://dfo.no/filer/Fagomr%C3%A5der/Utredninger/Veileder-i-utredningsinstruksen.pdf>
- DFØ. (2018b). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. Hentet fra <https://dfo.no/filer/Fagomr%C3%A5der/Utredninger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>
- Dybedal, P. (2003). *Økonomiske virkninger av reiseliv i Sør-Trøndelag*. TØI rapport 678. . TØI.
- Dybedal, P. (2005a). *Ringvirkninger av reiseliv i Buskerud, Telemark og Vestfold*. TØI rapport 780. TØI.
- Dybedal, P. (2005b). *Økonomiske ringvirkninger av reiseliv i Hedmark og Oppland 2005*. TØI rapport. TØI.
- Faglig forum. (2019). *Verdiskaping i næringene. Faggrunnlag for oppdatering av forvaltningsplan for Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak M-1408 | 2019*. Miljødirektoratet.
- Finansdepartementet. (2014). *Rundskriv R 109/2014 Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser*.
- Fiske, P., Baardsen, S., Stensland, S., Hvidtsten, N., & Aas, Ø. (2012). *Sluttrapport og evaluering av oppleieordningen i Trondheimsfjorden (korrigert versjon av NINA rapport 546)*. NINA Rapport 854.
- Fjellheim, A., Raddum, G. G., & Sagen, T. (1985). Effects of aluminium at low pH on the mortality of elvers (*Anguilla anguilla* L.) A laboratory experiment. *erhandlungen der Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Ange-wandte Limnologie*, ss. 2544-2547.

- Forsberg, G. (1986). *Nypigmenterte ål yngels overlevnad och födoval i en försurad sjö*. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm Rapport 8-1986.
- Garmo, Ø., Skancke, L. B., & Høgåsen, T. (2016). *M-613: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør*. Miljødirektoratet, NIVA.
- Grønli, K. S. (2002, 06 30). *Sur nedbør gir skogen næring*. Hentet fra Forsking.no: <https://forskning.no/skog-miljogifter-miljoovervakning/sur-nedbor-gir-skogen-naering/1087478>
- Havforskningsinstituttet. (2019). *Sluttrapport forskningsfangst etter ål (2018). HI prosjekt 81333*. Havforskningsinstituttet. Hentet fra <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=26259&20861880>
- Hesthagen, T., Larsen, B. M., & Fiske, P. (2011). Liming restores Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in acidified Norwegian rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(2), 224-231.
- Holmengen, H., & Akselsen, R. (2005). *Bygdeturismens betydning. En analyse av verdiskapingen i norske bygdeturismeforetak. Prosjektrapport*. Høgskolen i Lillehammer.
- Johnston, R., Boyle, K., Loureiro, M., Navrud, S., & Rolfe, J. (2021). Guidance to enhance the Validity and Credibility of Environmental Benefit Transfers. *Environmental and Resource Economics*.
- Kystverket. (2020). *Veileder samfunnsøkonomisk analyse*.
- Langset, M., & Staldevik, F. (2011). *KLV-notat nr.5 2011. Utvikling av offentlige reguleringer av laksefiske i sjø og vassdrag 1850-2010 - med hovedvekt på fisketid*. Kunnskapssenter for laks og vannmiljø.
- Larsen, B. M., Hesthagen, T., Thorstad, E. B., & Diserud, O. H. (2014, July 13). Increased abundance of European eel (*Anguilla anguilla*) in acidified Norwegian rivers after liming. *Ecology of freshwater fish*, ss. 575-583. doi:10.1111/eff.12170
- Larsen, B. M., Thorstad, E. B., & Hesthagen, T. (2010). Forekomst og bestandsutvikling hos ål i kalkede vassdrag i Agder og Rogaland. *pH-status nr.2 2010*, 4-5.
- Lindhjem, H., & Navrud, S. (2009). Asking for Individual or Household Willingness to Pay for Environmental Goods? Implication for aggregate welfare measures. *Environmental and Resource Economics*, 43, ss. 11-29.
- Matzow, D. (2018). *Nytt liv i surt vann: Historien om sur nedbør og kalkingen av vassdrag i Norge*. Gaveca.
- Menz, F. C., & Seip, H. M. (2004). Acid rain in Europe and the United States: an update. *Environmental Science & Policy*, 7(4), 253-265.
- Meteorologisk Institutt. (2020). *met.no*. Hentet fra Klima fra 1900 til i dag - Regionale kurver: <https://www.met.no/vaer-og-klima/klima-siste-150-ar/regionale-kurver>
- Miljødirektoratet. (2016). *Plan for kalking av vassdrag i Noreg 2016-2021. Rapport M-488*.
- Miljødirektoratet. (2017). *Fangstrapportering fra fiske etter laks, sjørret og sjørøye: Historisk gjennomgang. Rapport M-876*.
- Miljødirektoratet. (2018). *Handlingsplan for elvemusling (Margaritifera margaritifera L.) 2019-2028*. M-1107|2018.
- Miljødirektoratet. (2019). *Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør: Tiltaksovervåkning 2018. Rapport M-1566*.
- Miljødirektoratet. (2020a). *Sur nedbør*. Hentet fra [miljostatus.miljodirektoratet.no/](https://miljostatus.miljodirektoratet.no/): <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/sur-nedbor/>
- Miljødirektoratet. (2020b). *Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2019*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2020c). *Data hentet fra lakseregisteret - Rapportering av elvefangst*. Hentet fra <https://www.fangstrapp.no/land.aspx>



- Miljøverndepartementet. (2006). *St.prp.nr.32 (2006-2007) Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder.*
- Moorkens, E., Cordeiro, J., Seddon, M. B., von Proschwitz, T., & Woolnough, D. (2020, November 20). *Margaritifera margaritifera* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T12799A128686456. doi:<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T12799A508865.en>
- 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.
- Navrud, S. (1990). *Nytte-kostnadsanalyse av vassdragskalking. En studie i Audna.* Direktoratet for naturforvaltning. .
- Navrud, S. (1993a). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke Audna. Utredning for DN. Nr. 1993-4.* Direktoratet for naturforvaltning.
- Navrud, S. (1993b). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke mindre fiskevann.* Direktoratet for naturforvaltning.
- Navrud, S. (1993c). *Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av å kalke Vegår.* Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning.
- Navrud, S. (1997). *Luftforurensinger - effekter og verdier (LEVE). Betalingsvillighet for å unngå helseeffekter, støy og forurensing.* Oslo: Statens forurensingstilsyn.
- Navrud, S. (2001). Economic valuation of inland recreational fisheries: empirical studies and their fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, ss. 369-382. Hentet fra <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2400.2001.00267.x>
- NIVA. (2020). *Forsuringssituasjonen - grunnlag for ny handlingsplan for kalking.*
- NOU 2013:10. (2013). *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester.* Miljøverndepartementet.
- Pedersen, S., Grønvik, O., Kjelsaas, I., & Handberg, Ø. N. (2021). *Økonomisk verdi av sjølaksefiske i Norge for fiskerne.* Menon. Publikasjon nr. 132/2021.
- Pike, C., Crook, V., & Gollock, M. (2020, November 19. ). *Anguilla anguilla.* The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60344A152845178. doi:<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T60344A152845178.en>
- SSB. (2020a). *Statistisk Sentralbyrå.* Hentet fra 10564: Elvefiske: <https://www.ssb.no/statbank/table/10564>
- SSB. (2020b). *Statistisk Sentralbyrå.* Hentet fra 08991: Elvefiske: <https://www.ssb.no/statbank/table/08991>
- SSB. (2020c). *Statistisk Sentralbyrå.* Hentet fra Sjøfiske etter laks og sjøaure.: <https://www.ssb.no/statbank/table/11577/>
- SSB. (2020d). *Statistisk Sentralbyrå.* Hentet fra 06070: Privathusholdninger, etter statistikkvariabel og år: <https://www.ssb.no/statbank/table/06070/>
- SSB. (2020e). *Statistisk Sentralbyrå.* Hentet fra 09747: Privathusholdninger, etter statistikkvariabel og år: <https://www.ssb.no/statbank/table/09747/>
- Statens Vegvesen. (2018). *Konsekvensanalyser. V712 i Statens vegvesens håndbokserie.*
- Stensland, S., & Skullerud, E. S. (2013). *Laksefiskere og motivasjon for å fiske i Lakselva, Finnmark.*
- Stensland, S., Aas, Ø., & Mehmetoglu, M. (2016). Understanding Constraints and Facilitators to Salmon Angling Participation: Insights From Structural Equation Modeling. *Human dimension of wildlife*, 22, ss. 1-17. doi:<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10871209.2016.1199073>

- Stensland, S., Fossgard, K., Andersen, O., & Aas, Ø. (2015). *Laksefiske i endring. - En spørreundersøkelse blant sportsfiskere som drev elvefiske etter laks, sjørret og sjørøye i Norge 2012-2014* . INA fagrapport 29.
- Thorstad, E. B., Larsen, M. B., Finstad, B., Hesthagen, T., Hvidsten, N., Johnsen, O. B., . . . Sandlund, O. T. (2011). *Kunnskapsoppsummering om ål og forslag til overvåkingssystem i norske vassdrag* . NINA rapport 661.
- Tørseth, K. (2000). Får vi ytterligere forbedringer i nedbørkvaliteten? *pH-status*, 3, s. 4.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. (2019). *Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander*.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. (2020). *Status for norske laksebestander i 2020*.

## Vedlegg I: Referansevassdrag

Laks		Sjørørret	
Kalkede vassdrag	Referansevassdrag	Kalkede vassdrag	Referansevassdrag
Bjerkreimsvassdraget	Dirdalselva	Bjerkreimsvassdraget	Dirdalselva
Guddalsvassdraget	Etneelva	Eksingedalsvassdraget	Eidfjordvassdraget
Frafjordelva	Figgjo	Espedalselva	Etneelva
Jørpelandsåna	Gaula i Sunnfjord	Guddalsvassdraget	Figgjo
Ogna	Håelva	Frafjordelva	Hjelmelandselva
Rødneelva	Loneelva	Jørpelandsåna	Kinso
Vikedalselva	Nausta	Ogna	Loneelva
	Nærøydalselva	Rødneelva	Mørkridselva
	Oselva i Os	Vikedalselva	Naista
	Sogndalselva		Nærøydalselva
	Ulla		Oselva i Os
	Vorma		Osenelva
			Sogndalselva
			Ulla
			Årdalselva i Sogn

## Vedlegg II: Oversikt over anslått effekt av kalking på fangst av anadrom laksefisk i ulike vassdrag (total fangst av laks og sjørret i antall).

Vassdrag	Oppstart kalking		2015	2016	2017	2018	2019
Guddalsvassdraget	1997	Faktisk	646	645	463	356	487
		Anslått	96	93	74	49	73
Yndesdalsvassdraget	1991	Faktisk	144	170	168	187	174
		Anslått	0	0	0	0	0
Modalselva	2016	Faktisk	0	0	0	0	0
		Anslått		0	0	0	0
Eksingedalsvassdraget	1997	Faktisk	0	80	19	0	0
		Anslått	47	43	31	23	37
Uskedalselva	2002	Faktisk	198	284	237	215	351
		Anslått	106	97	71	53	84
Rødneelva	1996	Faktisk	58	190	101	103	105
		Anslått	76	71	52	38	60
Vikedalselva	1987	Faktisk	233	333	495	232	374
		Anslått	588	539	393	294	464
Suldalslågen	1985	Faktisk	1107	852	1100	1121	1210
		Anslått	1543	1509	1220	786	1155
Jørpelandsåna	1995	Faktisk	86	157	149	49	65
		Anslått	72	71	58	37	54
Lyseelva	2000	Faktisk	54	82	40	51	61
		Anslått	25	22	16	12	19
Espedalselva	1996	Faktisk	767	989	1000	506	761
		Anslått	130	125	98	66	99
Frafjordelva	1995	Faktisk	296	247	196	189	275
		Anslått	118	109	81	59	92
Ogna	1991	Faktisk	1937	1265	1465	1122	1605
		Anslått	1522	1504	1235	778	1130
Bjerkreimsvassdraget	1998	Faktisk	4514	3572	4417	2882	3698
		Anslått	1611	1597	1317	825	1193
Sokndalselva	1989	Faktisk	1035	1052	1015	755	1089
		Anslått	345	313	225	172	273
Sireåna	2018	Faktisk	157	182	28	10	56
		Justert				89	129
Kvina	1994	Faktisk	399	447	374	332	580
		Anslått	14	13	10	7	11
Lygna	2000	Faktisk	736	873	894	858	521

		Anslått	249	229	167	124	196
<b>Audna</b>	1985	Faktisk	1124	1685	1197	471	1415
		Anslått	77	70	51	39	61
<b>Mandalselva</b>	1997	Faktisk	3541	2842	3416	3939	3212
		Anslått	808	792	643	412	604
<b>Tovdalsvassdraget</b>	1996	Faktisk	747	614	619	80	964
		Anslått	35	33	25	18	27
<b>Arendalsvassdraget</b>	1996	Faktisk	189	115	162	224	455
		Anslått	125	123	101	64	93
<b>Vegårsvassdraget</b>	1996	Faktisk	8	8	268	316	344
		Anslått	74	69	52	37	58

**Miljødirektoratet**

**Telefon:** 03400/73 58 05 00 | **Faks:** 73 58 05 01

**E-post:** [post@miljodir.no](mailto:post@miljodir.no)

**Nett:** [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.no)

**Post:** Postboks 5672 Torgarden, 7485 Trondheim

**Besøksadresse Trondheim:** Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

**Besøksadresse Oslo:** Grensesvingen 7, 0661 Oslo