

# Analyse av hva klimaendringer og arealbruk betyr for vannmiljøet i Håelva

Åge Molversmyr, Marianne Bechmann<sup>2</sup>, Øyvind Kaste<sup>1</sup>, Stein Turtumøygard<sup>2</sup>, Magnus Dahler Norling<sup>1</sup>, Jose-Luis Guerrero<sup>1</sup>, Eva Skarbøvik<sup>2</sup>, Anne Lyché Solheim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

<sup>2</sup>: Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)



Håelva ved Fotland (foto: Åge Molversmyr)

Prosjekttittel: Klima Håelva  
Prosjektnummer: 101879  
Institusjon: NORCE Norwegian Research Centre  
Oppdragsgiver(e): Rogaland fylkeskommune

Gradering: Åpen  
Rapportnr.: Miljø 1-2020  
ISBN: 978-82-8408-058-1  
ISSN: -  
Antall sider: 44  
Publiseringsmnd.: Januar 2020  
Sitering: Molversmyr, Å., M. Bechmann, Ø. Kaste, S. Turtumøygard, M.D. Norling, J.L. Guerrero, E. Skarbøvik & A. Lyche Solheim, 2020. Analyse av hva klimaendringer og arealbruk betyr for vannmiljøet i Håelva. *NORCE rapport, Miljø 1-2020.*  
Bildetekst og kreditering: Forsidebildet er tatt av Åge Molversmyr (NORCE).  
Bilder vist i figur 8.5 er tatt av Eva Skarbøvik (NIBIO).

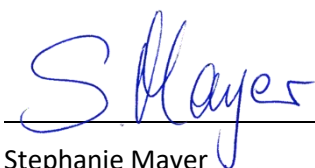
## Revisjoner

Rev.	Dato	Forfatter	Kontrollert av	Godkjent av	Årsak til revisjon

Stavanger, 10. januar 2020



Åge Molversmyr  
Prosjektleder



Stephanie Mayer  
Kvalitetssikrer



Catherine Boccadoro  
Leder

©Kopiering er kun tillatt etter avtale med NORCE eller oppdragsgiver.

Vår forskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS-EN ISO 9001:2015 og NS-EN ISO 14001:2015.

---

---

## FORORD

---

Rogaland fylkeskommune ønsket å få utredet hvilke effekter klimaendringer vil kunne ha for vannmiljøet og de vassdragsnære områdene i Håelva, og vurdert dette i forhold til arealbruk/arealendringer. Det ble inngått avtale med NORCE om å gjennomføre en slik utredning, som har resultert i den foreliggende rapporten. Arbeidet er utført som et samarbeid mellom NIVA, NIBIO og NORCE.

Ved NIVA har Magnus Dahler Norling og Jose-Luis Guerrero Calidonio hatt ansvar for den hydrologiske modelleringen, inkludert kalibrering til historiske data og kjøring av fremtidige klimascenarioer. Øyvind Kaste har skrevet kapittelet om klimaendringer. I tillegg kapittelet om fremtidig vannkvalitet og klima sammen med Anne Lyche Solheim. Begge har gitt innspill til de øvrige delene av rapporten.

Ved NIBIO har Marianne Bechmann hatt ansvar for å sammenstille data for jordbruket, overvåkingsdata for Time og Skas-Heigre, og vurderinger av jordbrukstiltak i samarbeid med øvrige prosjektdeltakere. Stein Turtumøygard har utført analyse av digitale kart og registerdata fra tilskudsordninger i jordbruket. Eva Skarbøvik har vurdert effekter av mudring og habitatforbedrende tiltak i elva, og gitt innspill til rapporten sammen med Lillian Øygarden og Anne Falk Øgaard.

Ved NORCE har Åge Molversmyr hatt ansvar for å sammenstille data om dagens vannkvalitet i vassdraget, og vurderinger av vannkvalitetspåvirkninger i samarbeid med øvrige prosjektdeltakere. Han har også vært prosjektleder, og har hatt ansvar for sammenstillingen av rapportbidragene i denne sluttrapporten.

Faglig kvalitetssikrer for prosjektet har vært Stephanie Mayer ved NORCE Klima og Bjerknessenteret for klimaforskning (også tilknyttet Norsk Klimaservicesenter).

Landbrukskontoret i Hå kommune har gitt kommentarer til deler av rapporten.

Prosjektet er finansiert med midler fra Rogaland fylkeskommune og Miljødirektoratet.

Stavanger, 10. januar 2020

Åge Molversmyr, prosjektleder

---



---

## INNHold

---

SAMMENDRAG .....	1
1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET .....	4
2 METODER OG DATAGRUNNLAG .....	4
2.1 Vannkvalitet .....	4
2.2 Hydrologisk modellering .....	4
2.3 Data for jordbruk .....	5
3 FAKTA OM VASSDRAGET .....	5
3.1 Generelle beskrivelser .....	5
3.2 Jordbruksarealene .....	7
3.2.1 Jordsmonn .....	7
3.2.2 Drenering .....	7
3.2.3 Inntakskummer .....	9
3.2.4 Jordas fosforstatus .....	9
4 STATUS FOR VANNMILJØET I HÅELVA .....	10
5 PÅVIRKNINGER, DRIVERE OG SEKTORER .....	11
5.1 Landbruk .....	11
5.1.1 Dagens arealbruk og historiske arealbruksendringer .....	11
5.1.2 Areal og vekstfordeling .....	11
5.1.3 Husdyrproduksjon .....	11
5.2 Avløp .....	12
5.3 Atmosfæriske avsetninger .....	13
6 KLIMAENDRINGER .....	13
6.1 Temperatur .....	13
6.2 Nedbør .....	13
6.3 Hydrologi .....	16
7 VANNKVALITET OG KLIMAEFFEKTER .....	17
7.1 Dagens vannkvalitet og klima .....	17
7.1.1 Erfaringer fra Timebekken og Skas-Heigre kanalen .....	22
7.2 Fremtidig vannkvalitet og klima .....	22
7.2.1 Endrete klimafaktorer som kan ha betydning for vannmiljøet .....	22
7.2.2 Kombinasjonseffekter av næringssalter og klimaendringer .....	24
8 TILTAK – MULIGHET FOR Å OPPNÅ GOD ØKOLOGISK TILSTAND .....	24
8.1 Gjennomførte, planlagte og forventede vannmiljøtiltak .....	24
8.1.1 Gjennomførte tiltak i jordbruket .....	24
8.1.2 Andre tiltak .....	27
8.2 Tiltak ifølge tiltaksplan – er det mulig å oppnå god økologisk tilstand innen 2027? .....	29
8.3 Dagens virkemidler og økonomisk handlingsrom .....	30
8.4 Tiltaksgjennomføring i et fremtidig klima og konsekvenser av ulike løsninger .....	30
9 KONKLUSJONER .....	34
10 REFERANSER .....	37



---

---

## SAMMENDRAG

---

NIBIO, NIVA og NORCE har på oppdrag for Rogaland fylkeskommune i samarbeid gjennomført en utredning med målsetning om å vurdere hvilke effekter arealbruksendringer og klimaendringer kan ha for vannmiljøet og de vassdragsnære områdene i Håelva. Det har vært et ønske at arbeidet skal være grunnlag også for andre vassdrag i dette området.

Håelva er sterkt påvirket av landbruksaktiviteter, særlig i de nedre delene av vassdraget, og hovedpåvirkningen er næringsalter og organisk stoff som medfører eutrofieringseffekter i vassdraget. En gjennomgang av eksisterende vannkvalitetsdata fra en målestasjon nær utløpet av elva viser at konsentrasjonene av fosfor og nitrogen er høye, og at betydelige tilførselsreduksjoner (anslagsvis ca. 2 500 kg P/år) er nødvendig for å kunne oppnå målet om god tilstand.

Stoffkonsentrasjonene har vært relativt stabile over lang tid, og det er ingen klare utviklingstrender. En liten reduksjon i fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner og svak økning av total organisk karbon de siste ca. 15 årene kan likevel antydes. Det er ingen klare sammenhenger mellom observerte stoffkonsentrasjoner i vannet og nedbør eller vannføring i elva, og det er ikke indikasjon på at utvasking medfører økte konsentrasjoner under flomperioder. Men økt nedbør og vannavrenning de senere årene medfører at elva transporterer mer næringsstoffer, og tilførselene til kystvannet har økt.

Dataene viser imidlertid at fosforkonsentrasjonene i elva øker raskt i perioder om sommeren. Konsentrasjonene av både fosfat og total fosfor øker raskt i midten av juni (uke 25), med en ytterligere økning og en topp i siste del av august (uke 33-35). Den første økningen skjer i en periode da vannavrenningen er på sitt laveste, og er i tid nær opp til førsteslått og gjødsling som skjer etter denne. Den andre økningen skjer mot slutten av august, og kan ha tilsvarende tilknytning til andreslått. Det er nærliggende å tenke at den observerte fosforøkningen har sammenheng med avrenning som følge av redusert plantedekke, silolegging og/eller gjødsling på nyslått eng med redusert evne til opptak i planteveksten. Det er verdt å merke seg at gjødslingen om våren ikke resulterer i tilsvarende fosforøkning i elva.

Som grunnlag for å se på effekter av fremtidige klimaendringer har vi brukt scenarioer som er utarbeidet av Norsk klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no/>). Scenarioene er basert på to utslippsscenarioer for klimagasser (RCP4.5 and RCP8.5) kjørt med 10 kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller.

Målte data viser at området allerede har hatt en tydelig økning i årsmiddeltemperaturen fra 1970 til 2018. Basert på klimascenarioene vil årsmiddeltemperaturen fortsette å stige, fra et nivå på omkring 7 °C i dag til om lag 8°C ved RCP4.5 og 10 °C ved RCP8.5 mot slutten av dette århundret. Basert på RCP8.5 scenarioet har Norsk klimaservicesenter beregnet at årsmiddeltemperaturen i Rogaland vil øke med ca. 3,7 °C fra 1971-2000 til 2071-2100. Den modellerte temperaturstigningen fordeler seg forholdsvis jevnt over året, men med noe større økning om vinteren i forhold til sommeren.

På samme måte som for lufttemperatur, har det vært en klar økning i årsnedbøren i perioden 1970-2018. Basert på RCP8.5 scenarioet har Norsk klimaservicesenter beregnet at årsnedbøren i Rogaland vil øke med 10 % fra 1971-2000 til 2071-2100, og at den sesongmessig fordeler seg med mest nedbør om vinteren, deretter fulgt av vår/høst, mens sommeren får minst nedbørøkning. Utsiktene til høyere lufttemperatur i et fremtidig klima øker risikoen for kortvarig ekstremnedbør. Basert på det høye utslippsscenarioet RCP8.5 og data fra Norsk klimaservicesenter er hyppigheten av ekstremnedbør forventet å øke med 80 % mot slutten av dette århundret.

Prognoser for fremtidig vannføring er simulert med den hydrologiske modellen PERSiST og viser i stor grad det samme mønsteret som for nedbør; det har allerede vært en økende avrenningstrend fra 1970 til 2018 og scenariene videre fram mot år 2100 viser kun en beskjeden endring i årlig middelvannføring. Det som er mest interessant i forbindelse med fremtidig vannkvalitet i Håelva er at frekvensen og intensiteten av flommer kommer til å øke. Modellresultatene viser at maksimal døgnvannføring på én enkelt dag i løpet av scenario-perioden 2030-2100 varierer mellom de ulike modellene fra 109 til 180 m<sup>3</sup>/s (middel: 121 m<sup>3</sup>/s) ved RCP8.5 scenarioet. Til sammenligning er en 50-års flom i vassdraget (ved NVE-stasjon Haugland) beregnet til 120,7 m<sup>3</sup>/s og høyeste målte døgnvannføring i perioden 1970-2018 82 m<sup>3</sup>/s.

Basert på scenarioene for fremtidige klimaendringer, er det først og fremst økningen i lufttemperatur og risikoen for hyppigere og mer intens korttidsnedbør som antas å få mest betydning for vannmiljøet.

Økt lufttemperatur vil medføre lengre vekstsesong, økt fare for sommertørke, høyere vanntemperatur og større oksygenforbruk om sommeren, som kan være en stressfaktor for vannlevende organismer (fisk og bunnfauna). Økt vanntemperatur øker også potensialet for algevekst i elver og innsjøer, inkludert økt risiko for oppblomstring av giftige cyanobakterier i innsjøer.

Økt frekvens og intensitet av korttidsnedbør øker faren for kanterosjon langs elva og overflateavrenning fra landbruksarealer, øker faren for oversvømmelser i lavereliggende områder med dertil risiko for utvasking av næringsstoffer fra jordoverflaten, og øker faren for lekkasjer og overløp fra kommunalt kloakknett. I tillegg vil en generell økning i årsnedbøren føre til et større potensial for utvasking og transport av næringsstoffer til elva og videre ut til havet.

Det er hentet inn bakgrunnsinformasjon om arealbruk, jordsmonn, jordbruksdrift og tiltaks-gjennomføring i nedbørfeltet til Håelva fra Søknad om produksjonstilskudd, Regionalt miljøprogram (eStil), Spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL) og Kilden. Det meste (ca. 60 %) av jorda består av mineraljord med humusrik siltig sand i plogsjiktet. Organisk jord utgjør ca. 18 %. Organisk jord og sandjord kan ha lav evne til å binde fosfor og derfor utgjøre risikoarealer for fosfortap. I forslag til tiltak er det lagt vekt på målrettede gjødslingstiltak på arealer med økt risiko for fosfortap.

Ifølge kartlegging av naturlig dreneringstilstand er det ca. 40 % av jordbruksarealet som ikke har naturlige dreneringsproblemer, mens det øvrige har ulike problemer med fuktig jord og mesteparten av jordbruksarealene er systematisk drenert. Den systematiske dreneringen gjør at hele arealet, og ikke kun de vassdragsnære arealene, bidrar med næringsstoffer til vassdraget. Det er dessuten installert inntakskummer med direkte utløp til vassdraget der overflatevann samler seg. Slike inntakskummer utgjør direkte forbindelser til vassdraget og det er behov for kantsoner rundt kummene som kan bidra til å tilbakeholde partikler og næringsstoffer.

Jordas fosforstatus (P-AL) er ifølge gjennomsnittstall til og med 2006 meget høy (15-20 mg P-AL/100g) for fulldyrka jord og høy (10-15 mg P-AL/100g) for overflatedyrka jord. Det har ikke vært mulig å få oppdaterte tall for jordas fosforstatus til denne rapporten. Det høye nivå på jordas fosforstatus har stor betydning for fosforkonsentrasjonene som måles i Håelva.

Jordbruksproduksjonen er dominert av storfeproduksjon og arealene ligger stort sett i eng kun med små arealer med potet og korn (ca. 4 %). Det er derfor søkelys på tiltak som er aktuelle for eng, men med et høyt fosforinnhold i jorda kan likevel erosjon på åpen åker være en kilde til fosfor, særlig i et fremtidig klima med økt nedbørintensitet og større risiko for erosjon.

Tiltakene som inngår i Regionalt miljøprogram og SMIL-ordningen omfatter fangvekster, kantsoner i eng og åker, miljøavtaler, miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel, renseparker, hydrotekniske anlegg og tiltak som hindrer avrenning fra veksthus. I 2018 er det 20 km med kantsoner, 5 000 dekar med miljøavtaler, 22 000 dekar med nedlegging/nedfelling av husdyrgjødsel og det er etablert over 90 fangdammer/reseparker. I forhold til 2013 har det vært økende tiltaks-gjennomføring, men ut over spredearealkravet er det ikke tiltak som motiverer til redusert fosforgjødsling som fører til redusert fosforstatus i jorda.

I et endret klima er de viktigste tiltakene fortsatt knyttet til å redusere jordas fosforstatus, samt å redusere risiko for overflateavrenning av husdyrgjødsel i forbindelse med spredning. Kantsoner med busker og trær vil være viktig i denne sammenheng, og vil både redusere avrenning av næringsalter til vassdraget, redusere erosjon i elvekanten og redusere behovet for mudring, samt begrense oppvarming av ellevannet om sommeren, gi dermed gi bedre økologisk tilstand i elva og dessuten økt biodiversitet langs vassdraget. Begrenset spredning av fosforgjødsel på arealer med økt risiko for utvasking vil også fortsatt være et aktuelt tiltak mot fosfortap. I tillegg vil det bli større behov for tiltak på flomutsatte arealer. Ugjødsle kantsoner rundt inntakskummer for overflatevann og langs åpent vann vil bidra til å redusere tap av partikler og næringsstoffer, særlig i et klima hvor overflateavrenning forekommer hyppigere. Gjødslingstiltakene kan medføre at overskudd av husdyrgjødsel må transporteres ut av området og/eller at husdyrtettheten reduseres. Punktutslipp vil i mindre grad enn arealtiltak være påvirket av klimaendringer, men for lagring av rundballer med silo kan økt risiko for overflateavrenning ha betydning for valg av lagringsplasser for rundballene.

Økt frekvens og intensitet av korttidsnedbør øker risiko for lekkasjer og overløp fra kommunalt kloaknett, og det vil være viktig å prioritere arbeid med å sanere gamle avløpsledninger, redusere mengden fremmedvann på avløpsnettet og redusere faren for overløp ved å dimensjonere avløpsnettet i forhold til fremtidige prognoser for korttidsnedbør. Det vises også til informasjon i faktaarkene fra EU- prosjektet Natural Water Retention Measures ([www.nwrm.eu](http://www.nwrm.eu))

Det foreslås tiltak med tre ambisjonsnivåer, som angir ulik grad av gjennomføring (tabell 8.3 og etterfølgende tekst). Prosjektet har ikke hatt som oppgave å gjennomføre en kost-effektanalyse av disse tiltakene, men en slik analyse kan anbefales. Dette er dessuten anbefalt i vannforskriften før prioritering av tiltak.



## 1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Rogaland fylkeskommune har ønsket en utredning av hva klimaendringene vil/kan bety for vannmiljøet og de vassdragsnære områdene i Håelva i Rogaland. Håelva er tatt ut som eksempelområde fordi det har mange hensyn som skal ivaretas og nasjonale mål som skal oppnås på samme arealer. Nedbørfeltet og vassdraget har mange viktige naturverdier som skal ivaretas, vassdraget er fortsatt sterkt forurenset i nedre del, og området er viktig for landbruksnæringen og matproduksjonen i fylket. Resultatene fra utredningen tenkes brukt for å diskutere behov for tiltak i de pågående planprosessene.

NIBIO, NIVA og NORCE har i samarbeid gjennomført utredningen med målsetning om å vurdere hvilke effekter arealbruksendringer og klimaendringer kan ha for vannmiljøet og de vassdragsnære områdene i Håelva.

## 2 METODER OG DATAGRUNNLAG

### 2.1 Vannkvalitet

Data om næringsstoffinnhold i Håelva er stilt til rådighet av fylkesmannen i Rogaland, som har en målestasjon for prøvetaking for kjemiske parametere nederst i elva (se figur 3.1). Denne tar automatiske og mengdeproporsjonale prøver av vannet i elva, som samles til ukeblandprøver. Stasjonen har vært i drift siden 1994, kun avbrutt i en årsperiode i 2013-14. Prøvetakingsmetode og hyppighet gir dataene høy troverdighet, og de vil være godt egnet for vurdering av vannkvalitet (status og trender) og sammenhenger med det hydrologiske regimet i elva.

En rekke andre vannlokaliteter i vassdraget (elver og innsjøer) er undersøkt for kjemiske og biologiske forhold de senere årene, i første rekke gjennom en koordinert overvåking i vannområdet. Data er tilgjengelig på [vannmiljo.miljodirektoratet.no](http://vannmiljo.miljodirektoratet.no), og et utvalg er benyttet for å beskrive status for vannmiljøet i elva.

### 2.2 Hydrologisk modellering

Det foreligger vannføringsdata for Håelva fra NVEs stasjon 28.7.0 Haugland (58,6929°N; 5,6476°E). Stasjonen dekker et nedbørfelt på 139,4 km<sup>2</sup>, noe som er 83 % av hele Håelva (166 km<sup>2</sup>). I og med at stasjonen dekker en så stor del av nedbørfeltet, vil den i stor grad representere vannføringsdynamikken i elva helt ned til utløpet i sjøen. Dataene egner seg derfor godt til å vurdere sammenhenger mellom vannføring og vannkvalitet basert på historiske tidsserier (se avsnitt 7.1).

For å kunne vurdere mulige effekter av fremtidige klimaendringer på vannkvalitet er det behov for å modellere vannføringen i elva basert på scenarioer for utvikling av temperatur og nedbør. Dette er gjort ved hjelp av PERSiST, en nedbørfelt-basert hydrologisk modell som er egnet seg godt til å simulere vannføring i alt fra små bekker til større vassdrag (Futter *et al.* 2014). Modellen er semi-distribuert, noe som innebærer at større vassdrag hvor det kan være store gradienter i høyde, temperatur og nedbør kan deles inn i delnedbørfelter med relativt lik hydrologi. Den drives av daglig nedbør og temperatur, og modellerer tidsserier for vannføring i forhåndsdefinerte delnedbørfelter og for vassdraget som helhet.

Første steg i den hydrologiske modelleringen var å kalibrere PERSiST basert på målte data for temperatur, nedbør og vannføring ved NVE-stasjon Haugland for perioden 1970-2018. Temperaturdata ble hentet fra met.no stasjon 44080 Obrestad fyr, mens nedbørdataene ble hentet fra stasjonene 44080 Obrestad fyr og 44480 Søyland i Gjesdal. Den beste vannbalansen ved Haugland ble oppnådd når nedbørdata fra Søyland ble brukt til å representere de øverste 65 % av nedbørfeltet, mens data fra Obrestad fyr representerte de nederste 35 %. Kalibreringen av den hydrologiske modellen var vellykket, med en meget god sammenheng mellom simulerte og målte vannføringsdata ( $R^2 = 0,82$ , Nash-Sutcliffe verdi = 0,81; hvor 1,00 representerer en perfekt sammenheng).

Etter at PERSiST var kalibrert til historiske data ble den kjørt med fremtidige scenarier for temperatur og nedbør, basert på to utslippsscenarioer for klimagasser (RCP4.5 and RCP8.5) som begge var kjørt av et «ensemble» bestående av 10 utvalgte kombinasjoner av globale (GCM) og regionale (RCM) klimamodeller. Hensikten med å kjøre utslippsscenarioene gjennom et «ensemble» av modeller er å kvantifisere og visualisere usikkerheten som ligger i projeksjonene av fremtidig temperatur og nedbør. Scenarioene, som dekker perioden 1970-2100, er gjort tilgjengelig via EURO-CORDEX, et europeisk samarbeid og nettverk som tilgjengeliggjør data fra regionale klimamodeller som dekker tidsrommet 1971-2100 og et rutenett på 12 x 12 km. Klimaframskrivningene er brukt i rapporten Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer *et al.* 2015) og kan også lastes ned fra Norsk Klimaservicesenter (<https://klimaservicesenter.no>).

### 2.3 Data for jordbruk

Utgangspunktet for vurdering av jordbruket og jordbrukstiltakene er at dagens produksjonssystemer fortsetter i fremtiden. I virkeligheten må vi regne med at det skjer endringer i produksjonene på grunn av endringer i forbruksmønster, politiske forhold eller på grunn av endringer i internasjonale forhold. Slike vurderinger er ikke tatt med her.

Det er hentet inn bakgrunnsinformasjon om arealbruk, jordsmonn, jordbruksdrift og tiltaksgjennomføring i nedbørfeltet til Håelva.

Informasjon om jordsmonn er hentet fra Kilden (<https://kilden.nibio.no/>) og dataene gjelder de jordbruksarealer som er kartlagt av NIBIO, totalt 56 417 dekar i nedbørfeltet til Håelva.

For sammenstilling av data om jordbruksdrift og tiltaksgjennomføring er data hentet fra henholdsvis Søknad om produksjonstilskudd, Estil, og Spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL). Det er hentet opplysninger for gårdsbruk der hovedenheten på gårdsbruket ligger innenfor nedbørfeltet til Håelva. Gårdsbruk som både driver jord innenfor og utenfor nedbørfeltet vil bidra til en viss usikkerhet i datagrunnlaget. Det kan også være gårdsbruk i nedbørfeltet som ikke søker om produksjonstilskudd og derfor ikke blir med i datagrunnlaget. Det vil si at det blir noe usikkerhet knyttet til om jordbruksdrift og de gjennomførte tiltakene hører til i nedbørfeltet, men det antas å være av mindre betydning. Arealet som er tatt med i analysen er ca. 82 000 dekar i 2018.

Data om fosforstatus i jorda ble sammenstilt av Molversmyr *et al.* (2008) og utdrag derfra er sitert her. Det har ikke vært mulig å få tak i oppdaterte tall for jordas fosforstatus for dette prosjektet, siden tallene er bøndernes eiendom.

## 3 FAKTA OM VASSDRAGET

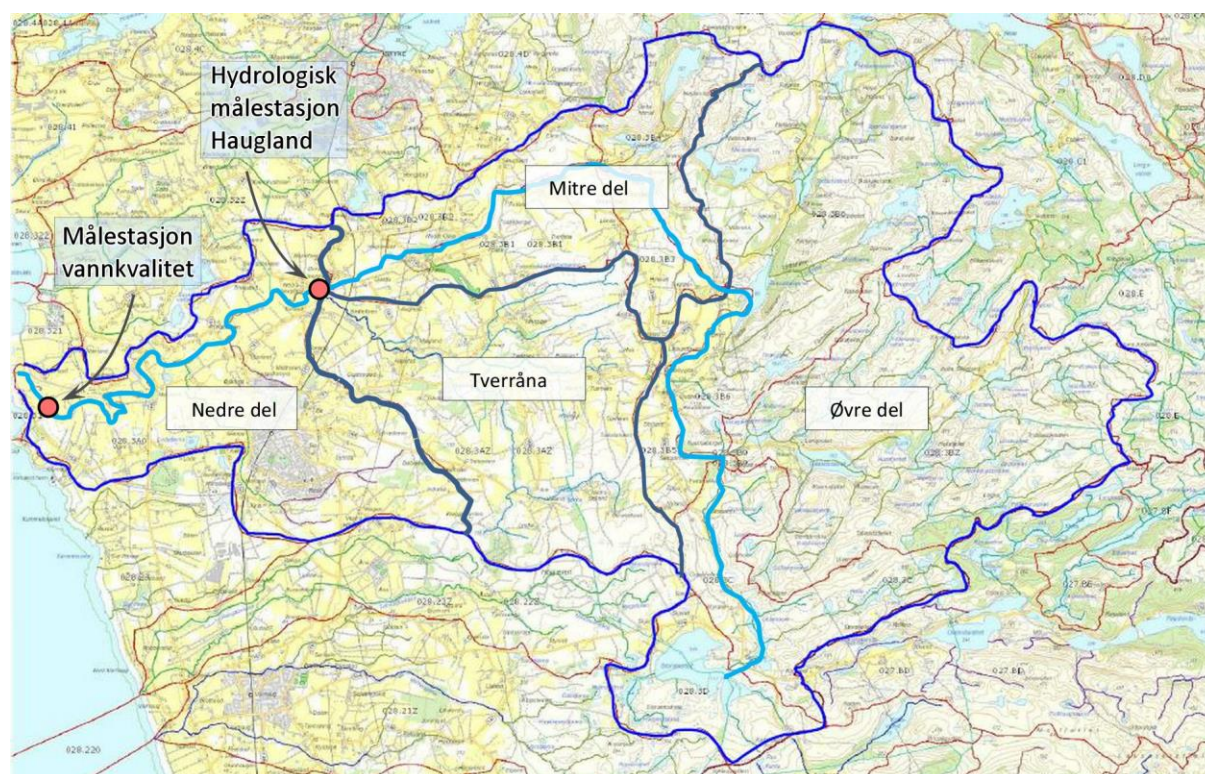
### 3.1 Generelle beskrivelser

Håelva i Time og Hå kommuner strekker seg fra høydedragene øst for Sikvaland, og i øvre del er mer enn 80 % av nedbørfeltet av typen «bakgrunnsarealer» (skog, myr, fjell, vann, ol.). Flere innsjøer finnes her, hvor Storamosen er den største helt sør i nedbørfeltet. De laveliggende områdene nedenfor Fotlandsfossen har ingen nevneverdige innsjøer (figur 3.1).

Dyrka jord finnes i den øvre delen av vassdraget i hovedsak i området nær Undheim, og arealer rundt Eikeland som drenerer til Taksdalsvatnet fra nord. Nedstrøms Taksdalsvatnet dominerer jordbruksarealer, og størst andel jordbruksareal er det i nedre del. Her ligger også tettstedet Nærbø. Arealfordelingen er oppsummert i tabell 3.1. Tallene er de som ble lagt til grunn for en tiltaksanalyse i 2007 (Molversmyr *et al.* 2008), og det kommenteres at tallene for jordbruksareal skiller seg noe fra det som kan beregnes i karttjenesten på [nevina.nve.no](http://nevina.nve.no). Det kan imidlertid se ut som om denne kun regner med fulldyrka jord under kategorien «dyrka mark». Vi har valgt å gjengi tallene fra 2007 i tabellen, siden disse var basert på en grundig gjennomgang av feltene. Og det har neppe skjedd store endringer i arealfordelingen siden den gang.

Tabell 3.1. Arealfordelingen i Håvassdraget (se kommentar i tekst).

Vassdragsdel	Areal (km <sup>2</sup> )	Andel areal (%)			
		Jordbruk	Tettsteder	Innsjøer	Skog, myr, fjell
Øvre del	84,2	18,4	0,2	8,2	73,1
Midtre del	24,7	61,1	0,8	2,4	35,7
Tverråna	28,8	58,4	0,0	0,0	41,6
Nedre del	28,0	73,7	6,4	0,2	19,6
Totalt	165,7	41,1	1,3	4,6	53,0



Figur 3.1. Nedbørfeltet til Håelva (fra Steen Larsen 2017)

NVE har en målestasjon ved Haugland (figur 3.1), hvor middelvanføringen i vassdraget er ca. 7 m<sup>3</sup>/s. Maksimal vannføring (døgnmiddel) her har de siste årene vært i overkant av 50 m<sup>3</sup>/s, men den var over 80 m<sup>3</sup>/s under flommen høsten 2017. Laveste vannføring (døgnmiddel) er tidvis under 0,5 m<sup>3</sup>/s, og var så lav som 0,07 m<sup>3</sup>/s under tørkeperioden i juli 2018.

Håelva er sterkt påvirket av landbruksaktivitetene, særlig i de nedre delene av vassdraget. Hovedpåvirkningen er næringssalter og organisk stoff, som medfører eutrofieringseffekter i vassdraget. I tiltaksanalysen fra 2007 ble det beregnet at fosfortilførslene til vassdraget var totalt ca. 9 300 kg P/år (tabell 3.2), og at avlastningsbehovet var drøye 4 000 kg P/år (Molversmyr *et al.* 2008).

Tabell 3.2. Fosfortilførsler til Håvassdraget beregnet i 2007 (kg P/år; fra Molversmyr *et al.* 2008).

Vassdragsdel	Kommunalt			Landbruk			Totalt
	Kloakk	Overvann	Spredt avløp	Punkt-kilder	Areal-avrenning	Bakgrunn	
Øvre del	2	8	179	41	1 091	508	1 829
Midtre del	1	3	171	49	1 226	65	1 515
Tverråna	4	2	83	69	1 919	72	2 149
Nedre del	579	140	81	62	2 950	34	3 846
Totalt	586	153	514	220	7 186	678	9 338

## 3.2 Jordbruksarealene

Jordbruksarealene (ifølge søknad om produksjonstilskudd) utgjør nesten halvparten av nedbørfeltet til Håelva. Litt over halvparten av dette igjen er fulldyrka og knapt halvparten overflatedyrka. Landskapet rundt den nederste delen av Håelva er ganske flatt for om lag de nærmeste 100 m langs elva, og jordbruksarealene der ligger inntil elva med lite vegetasjon mellom jordbruk og elv.

### 3.2.1 Jordsmonn

Jordsmonnegenskaper kan ha stor betydning for jordas evne til å binde fosfor og dermed for risiko for utvasking av fosfor. På dyrka mark i Håelvas nedbørfelt er det organisk jord på ca. 10 000 dekar (18 %) (figur 3.2; tabell 3.3) (kilden.nibio.no). Organisk jord har liten evne til å binde fosfor og det er økt risiko for utvasking av fosfor fra slike jordarter dersom fosforinnholdet er høyt. I mineraljord som inneholder jern- og aluminiumoksider vil fosfor bli bundet på vei gjennom jorda. Grov sandjord har i noen tilfeller veldig lavt innhold av jern- og aluminiumoksider og dermed også liten evne til å binde fosfor.

En undersøkelse av fosforutvasking fra jord på Jæren viste at organisk jord over et lag med grov sandjord hadde ca. 10 ganger så høy risiko for fosforutvasking som andre jordarter i undersøkelsen (Sævarsson 2014). Slike forskjeller kan danne grunnlag for detaljplanlegging av tiltaksgjennomføring lokalt.

Tabell 3.3. Organisk materiale (kilden.nibio.no).

Type	Areal (daa)
Dyp organisk jord	4 292
Grunn organisk jord	4 458
Mineraljord med organisk overflatesjikt	1 966
Mineraljord med humusrikt overflatesjikt	39 009
Kombinasjon av organisk og mineraljord	557
Annen mineraljord	6 135

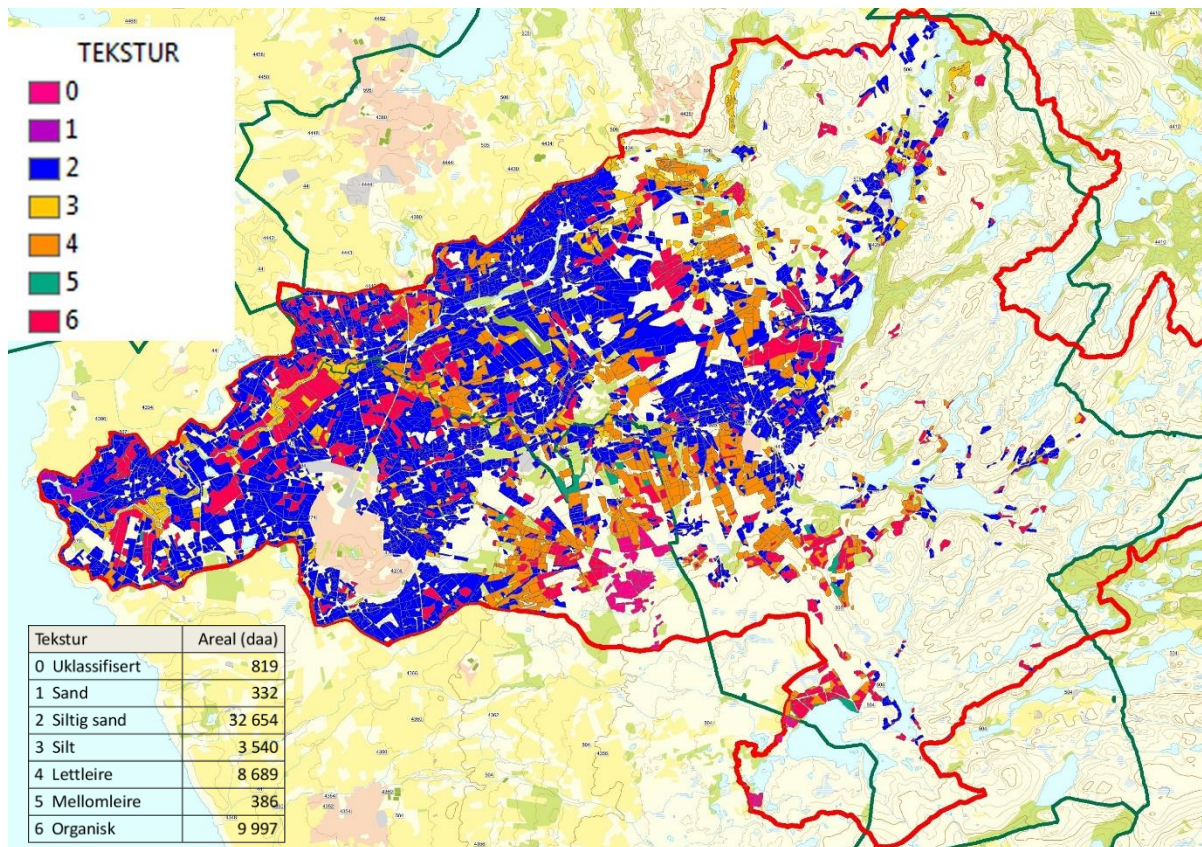
### 3.2.2 Drenering

Effektiv drenering er viktig for god plantevekst og store avlinger. Store og stabile avlinger er viktige for å redusere overskudd av næringsstoffer og dermed risiko for utvasking. Kontaktpersoner på Landbrukskontoret i Hå kommune anslår at alle jordbruksarealer i Håelvas nedbørfelt i Hå kommune er systematisk drenert. For en del arealer må dreneringsvannet i tillegg pumpes ut for å få avløp. Arealene i Time kommune er i høyere grad naturlig selvdrenerte, men også her er det store deler av arealet som har dreneringsbehov og som regnes for å være systematisk drenert.

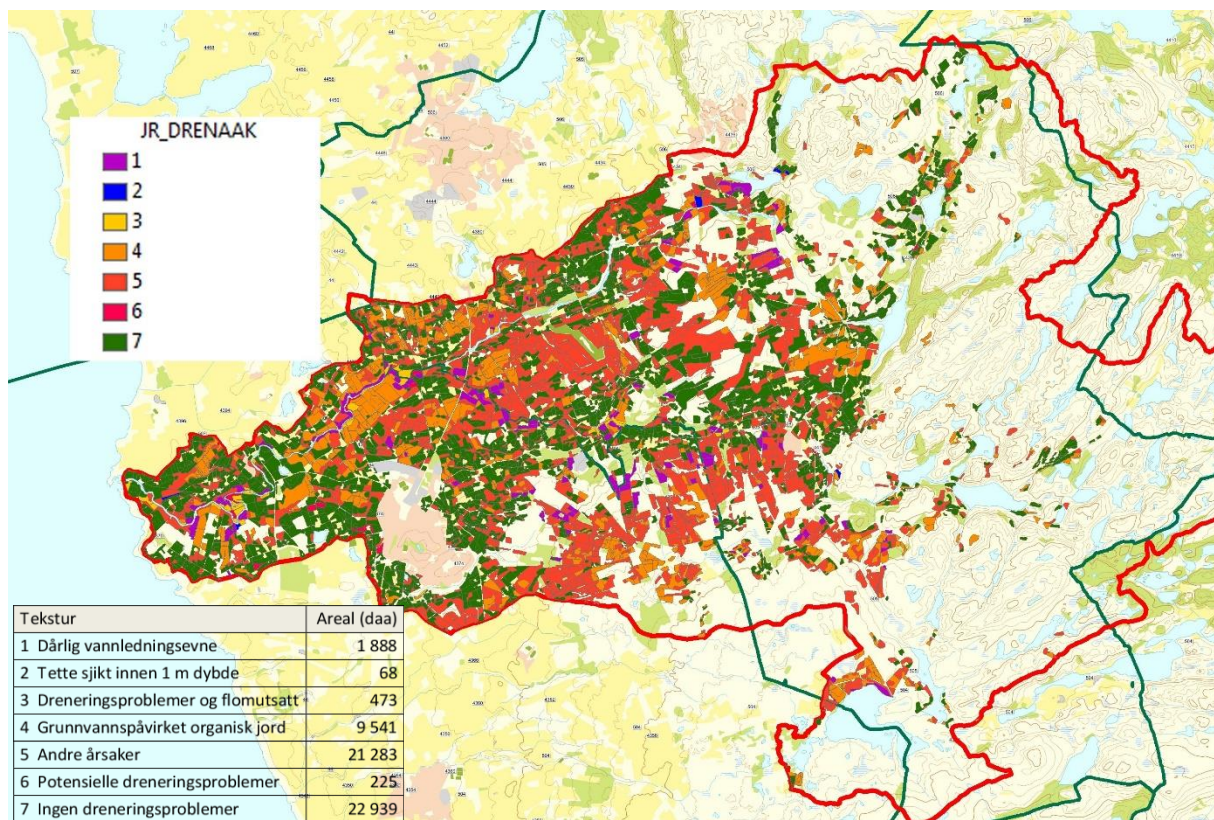
Omtrent 3,5 % av jordbruksarealene har naturlig dårlig vannledningsevne eller tette sjikt i den øverste meteren (figur 3.3; kilden.nibio.no). På tross av systematisk drenering kan slike arealer ha stor risiko for vannmetting og overflateavrenning, som kan ta med seg partikler og næringsstoffer.

Det er 18 % av den dyrka jorda som har naturlige dreneringsproblemer på grunn av høyt grunnvann eller at de er utsatt for oversvømmelse. Dersom dreneringssystemene ikke fungerer på slike arealer kan lang tids vannmetting kan føre til reduserende forhold i jorda og at fosfor ikke lenger bindes. Disse arealene utgjør risikoarealer for lekkasje av løst fosfat til vassdrag.

Landskapsformen og den systematiske dreneringen av mesteparten av jordbruksarealet betyr at det meste av avrenningen fra jordbruksarealene skjer gjennom dreneringssystemet. Dermed bidrar ikke kun de vassdragsnære arealene, men bortimot hele arealet med partikler og næringsstoffer direkte til vassdraget. Det gjelder særlig de løste stoffene (nitrat og fosfat), mens jord og partikkelbundne stoffer i høyere grad tapes via overflateavrenning. Tiltak mot tap av jord og næringsstoffer må vurderes i forhold til om det ønskes effekt på løste eller partikkelbundne stoffer.



Figur 3.2. Tekstur i plogsjiktet på dyrka jord i Håelvas nedbørfelt (kilden.nibio.no).



Figur 3.3. Kart over årsaker til dårlig drenering (kilden.nibio.no).

### 3.2.3 Inntakskummer

I tillegg til drenering er det også inntakskummer for overflatevann som bidrar til å lede overflatevann direkte inn i rør som fører til elva. Disse inntakskummene kan ligge tett på eller langt fra elva og utgjør en kortslutning av transportveien for overflatevann. Erosjon som skjer i nærheten av en inntakskum for overflatevann vil dermed også kunne bidra med partikler og næringsstoffer direkte i elva.

### 3.2.4 Jordas fosforstatus

Jordas fosforstatus (P-AL) gir en indikasjon på jordas innhold av plantetilgjengelig fosfor, men kan også brukes som en indikator på risiko for tap av fosfor fra jorda. Undersøkelser viser at ved økende fosforstatus øker mengden fosfor i jorda som ved utvasking er tilgjengelig for algevekst.

Jordas fosforstatus har stor betydning for fosfortapet, enten det er knyttet til eroderte partikler eller tapes som løst fosfat gjennom overflatevann eller drenering. Erosjonen er ofte liten på arealer med eng og beite, men dersom partiklene som tapes er fosforrike kan partikulært fosfor likevel være en viktig kilde til fosfortap. Jordas fosforstatus og potensial for frigjøring av fosfor, avhenger hovedsakelig av jordas bindingsevne for fosfor, det vil si innhold av jern- og aluminiumoksider, og mengde fosfor som tidligere er tilført jorda med gjødsel.

Tiltaksanalyse for Jærvassdragene (Molversmyr *et al.* 2008) viste at det gjennomsnittlige nivået på fosforstatus i den fulldyrka jorda i Håelvas nedbørfelt lå mellom 15-20 mg P-AL/100 g. Tilsvarende for overflatedyrka jord er gjennomsnittet 10-15 mg P-AL/100 g jord. Tallene er basert på jordprøver som er tatt på de enkelte gårdsbruk i perioden 1999-2006. Det kan ha skjedd endringer siden da, men det har ikke vært mulig å dokumentere her. De gjennomsnittlige fosfortallene dekker over store variasjoner. For å få en fullstendig oversikt må fosforstatus på hvert skifte kartlegges. Det gir mulighet for å kunne prioritere tiltak på arealer med spesielt høye fosfornivåer og stor risiko for utlekking.

Arealer som har så høye fosfortall at jorda er tilnærmet «fosformettet» vil ha lav bindingsevne for fosfor og stor risiko for utlekking. Ved middels og lave fosfortall bindes fosfor sterkere i jorda enn ved høye og meget høye fosfortall, hvor en større andel er tilgjengelig for utvasking. I Nederland anbefales maksimalt 25 % fosformetning for å holde fosforkonsentrasjonen i utvaskingen på et tilfredsstillende lavt nivå (<100 µg/L). Fosformetningen beregnes som mengden fosfor i forhold til bindingsplasser for fosfor i jern- og aluminiumoksider. Det er gjort undersøkelser av flere jordprofiler i nedbørfeltene til Timebekken og Skas-Heigre kanalen som viser at på enkelte arealer er jorda fosformettet helt ned til drengrøftene (Sævarsson 2014). På disse arealene vil fosfor som tilføres lett bli vasket ut. Det er også funnet at utvasking skjer lettere ved tilførsel av husdyrgjødsel på grunn av innholdet av organiske syrer i husdyrgjødsel. De organiske syrene binder seg til samme bindingsplasser som fosfor, og reduserer dermed bindingsplassene for fosfor og øker utvaskingsrisikoen. Ved høye fosfortall er biotilgjengeligheten av fosfor dessuten større enn ved lavere fosfortall i jorda.

Ved oversvømmelse blir det over tid reduserende forhold i jorda, noe som gjør at jernet mister sin evne til å binde fosfor. Risiko for fosforutlekking øker med jordas fosforstatus i kombinasjon med reduserende forhold.

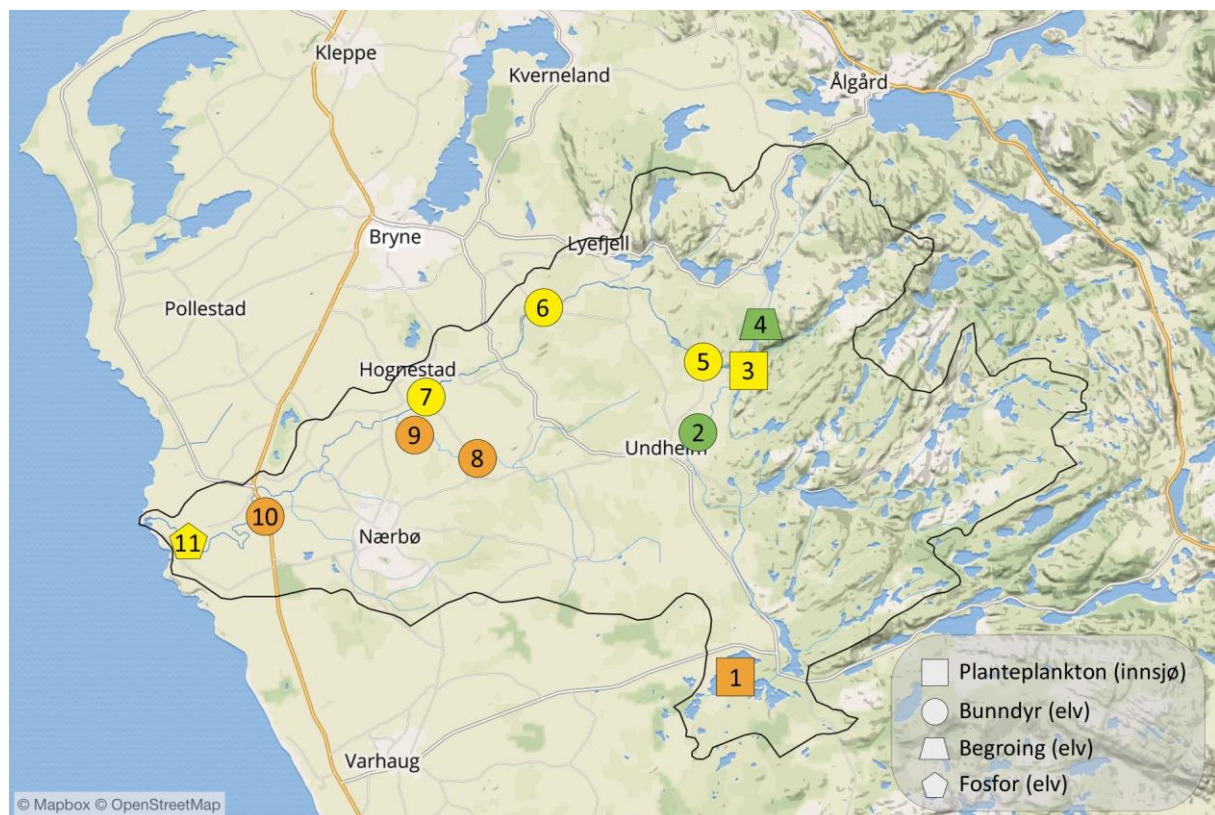
Høy konsentrasjon av fosfor i kombinasjon med løst organisk stoff kan øke risikoen for fosforutvasking. Myrjord kan også ha en indirekte effekt på vannkvalitet ved at de negativt ladede organiske molekyler vil konkurrere med fosfat om å binde seg i jorda, da i hovedsak til jern og aluminiumsforbindelser i sedimentene. Dersom konsentrasjonen av løst organisk stoff er høy nok, kan til og med fosfor frigjøres fra sedimentene. Med et varmere klima vil omsetningen av organisk materiale øke, og det vil medføre økt avrenning av løst organisk stoff som igjen vil føre til økte fosfortap fra jorda.

Analyse av fosfortallene i Håelvas nedbørfelt viser at det ikke har vært noen signifikant trend i fosforstatus fra 1999 til 2006. Det har ikke vært mulig å få frem tall som kan illustrere trenden i fosfortall fra 2007 og fremover. På grunn av tidligere tiders tilførsel av fosforoverskudd er P-AL-tallene mange steder høyere enn det som er ønskelig i forhold til vannkvaliteten. Et viktig tiltak er derfor fortsatt å holde fokus på gjødslingsplanlegging og gjennomføre redusert fosforgjødsling på et nivå som betyr at fosfortallene i jorda vil reduseres. Ifølge gjødslingsanbefalinger er det ikke behov for å tilføre fosfor ved fosfortall over 14. Bruken av mineralgjødsel-P har blitt sterkt redusert etter 2009. Dette er et første tiltak for å redusere fosfortilførslene. Høye avlinger med uttak av mye fosfor med avlingen reduserer fosfornivået i jorda. God drenering og god drift kan bidra til økte avlinger uten ekstra tilførsel av gjødsel.

#### 4 STATUS FOR VANNMILJØET I HÅELVA

Vannmiljøet i Håelva er relativt godt kartlagt, og en har data om både kjemiske og biologiske forhold i elva. Håelva er et viktig laksevassdrag, også i nasjonal sammenheng, og elva har egen laksestamme. Over tid har fangsten gått ned (Steen Larsen 2017), noe som også kan ha sammenheng med flere utenforliggende faktorer i tillegg til forholdene i selve elva. Det finnes en bestand av elvemusling i Håelva, og elva er med i nasjonalt overvåkingsprogram for elvemusling (Larsen & Magerøy 2019). Elva ble sist undersøkt i 2012, og i rapporten påpekes at bestanden av elvemusling er i tilbakegang (Larsen 2013).

Av andre biologiske forhold er det i hovedsak tilstanden for bunndyr og begroingsalger som er undersøkt, og i figur 4.1 og tabell 4.1 gjengis de viktigste resultatene. For resultater fra flere lokaliteter i sideelver vises det til Molversmyr *et al.* (2019) og Hellen (2015).



Figur 4.1. Miljøtilstand i Håelva (se tabell 4.1 for ytterligere informasjon).

Tabell 4.1. Miljøtilstand ved utvalgte vannlokaliteter i Håvassdraget (se kart i figur 4.1).

Nr.	Lokalitet	Kvalitetselement <sup>1</sup>	År	nEQR	Tilstand
1	Storamos	Planteplankton	2013	0,32	Dårlig
2	Undheimsåna	Bunndyr	2013/18	0,74	God
3	Taksdalsvatnet	Planteplankton	2016	0,58	Moderat
4	Sælandsåna	Begroing	2011	0,61	God
5	Utløp Taksdalsvatnet	Bunndyr	2018	0,48	Moderat
6	Håelva v/Fotland	Bunndyr	2013/15/18	0,42	Moderat
7	Håelva ved Fylkesvei 167	Bunndyr	2018	0,45	Moderat
8	Tverråna, midtre del	Bunndyr	2011/15	0,38	Dårlig
9	Tverråna, nedre del	Bunndyr	2018	0,33	Dårlig
10	Håelva ved Alvaneset	Bunndyr	2010/15/18	0,39	Dårlig
11	Håelva ved Hå	Fosfor (vannkjemi)	2015-2018	0,54	Moderat

<sup>1</sup>: Kvalitetselementet er det som er styrende for fastsettelse av tilstand (etter reglene i klassifiseringsveilederen).

Data fra Fylkesmannen fra en målestasjon nederst i Håelva (figur 3.1) viser at konsentrasjonen av total fosfor her typisk er i området 30-40 µg/l P (gjennomsnitt 38 µg/l P for de siste tre årene), som tilsvarer moderat tilstand i henhold til gjeldende klassifiseringssystem for den relevante vanntypen. Eksisterende data indikerer at Håelva ved utløpet tilhører vanntypen R108 (moderat kalkrik, humøs), og grenseverdi god/moderat tilstand for total fosfor for denne vanntypen er 29 µg/l P (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018). Basert på denne grensen kan det beregnes at avlastningsbehovet er ca. 2 500 kg P/år, i stedet for de drøye 4 000 kg P/år anslått i 2007 (da miljømålet ble antatt å være noe lavere). Vi kjenner ikke til at det er utført nye/oppdaterte tilførselsberegninger for vassdraget. Videre omtale av vannkvaliteten i Håelva finnes i avsnitt 7.1.

## 5 PÅVIRKNINGER, DRIVERE OG SEKTORER

### 5.1 Landbruk

Ifølge tiltaksplan (Steen Larsen 2017) står landbruket for 75 % av næringstilførslene til Håelva.

#### 5.1.1 Dagens arealbruk og historiske arealbruksendringer

Arealet med dyrka mark i nedbørfeltet til Håelva er ifølge Tiltaksplan for Håelva om lag 49 000 dekar (Steen Larsen 2017). Det representerer antagelig stort sett fulldyrka jord. I tillegg kommer det overflatedyrka jordbruksareal. Jordbruksarealet som ble hentet ut fra Søknad om produksjonstilskudd er på omtrent 82 000 dekar. Tall fra søknad om produksjonstilskudd viser at det totale jordbruksarealet har økt fra 2013 til 2018 og at det særlig er fulldyrka areal som har økt (ca. 6 % økning).

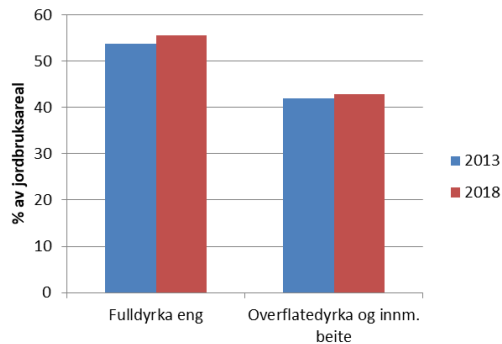
#### 5.1.2 Areal og vekstfordeling

Den dominerende veksten er gras, enten som fulldyrka eng, overflatedyrka eng eller innmarksbeite. Utover eng er det noe korn, poteter og grønnsåvekster, men de utgjør kun noen få prosent av det fulldyrka arealet (figur 5.1 og 5.2).

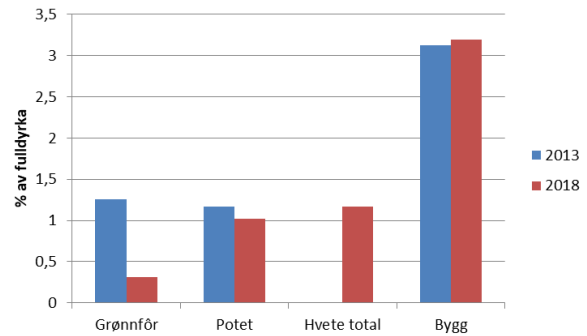
#### 5.1.3 Husdyrproduksjon

Det har kun vært små endringer i melkeproduksjon og annen storfe-produksjon fra 2013 til 2018. Derimot har svinproduksjonen gått kraftig ned fra 2013 til 2018 (figur 5.3). Dette har ført til en reduksjon i antall gjødseldyrenheter (GDE) per dekar jordbruksareal (areal det er søkt produksjonstilskudd for) fra 0,18 til 0,16 GDE/dekar. Ifølge spredearealkravet er den øvre grensen for husdyrproduksjon for hvert gårdsbruk 0,25 GDE/dekar.

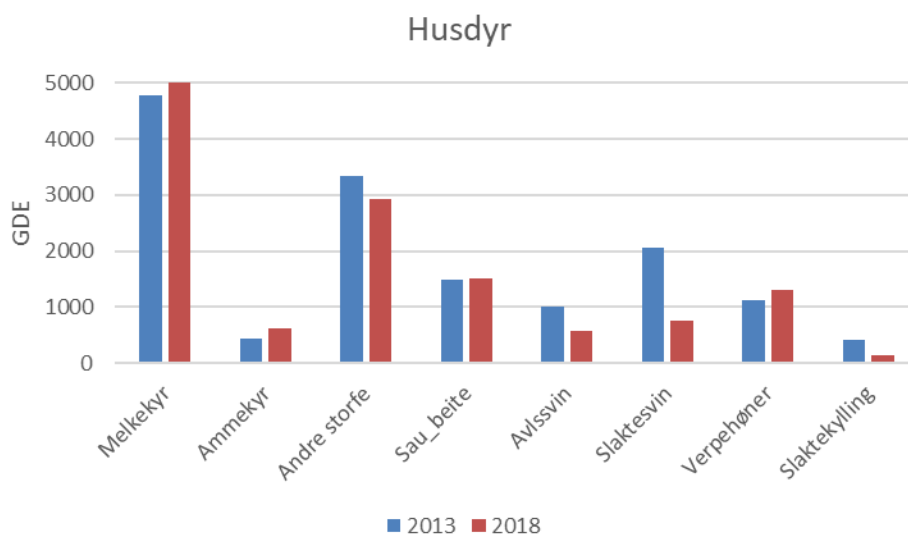




Figur 5.1. Fulldyrka og overflatedyrka/innmarksbeite i 2013 og 2018.



Figur 5.2. Grønnfôr, potet, hvete og bygg i 2013 og 2018.



Figur 5.3. Husdyrproduksjon i nedbørfeltet til Håelva

## 5.2 Avløp

I tiltaksanalysen for Jærvassdragene er det estimert en årlig tilførsel av 1 250 kg fosfor fra avløpssektoren, fordelt med 586 kg fra lekkasjer og overløp fra kommunalt avløpsnett, 153 kg fra overvann knyttet til bebygde områder og 514 kg fra spredte avløp (Molversmyr *et al.* 2008). De spredte avløpene fordelte seg på 364 separate avløpsanlegg, hvorav 70 % ble anslått å ha en rensegrad for fosfor under 90 %. Ifølge tiltaksanalysene bidro avløpssektoren med 13 % av de totale fosfortilførslene til Håelva. Håelvas nedbørfelt ligger hovedsakelig innenfor Time og Hå kommuner, som dekker henholdsvis den øvre og den nedre delen.

I tiltaksplanen for Håelva fra 2017 fremgår det at 92 % av alle boliger i Time er koblet på offentlig kloakk mens 95 % av alle boliger i Hå kommune er koblet på (Steen Larsen 2017). Antall eiendommer som ikke er tilkoblet offentlig kloakk har blitt vesentlig redusert de siste 10 år. Det er flest separate avløpsløsninger i den øvre delen av vassdraget (dvs. i Time kommune), mens i Hå kommune er de fleste eiendommer i nedslagsfeltet påkoblet offentlige kloakk. Tiltaksplanen viser til at det investeres mye i oppgradering av kloakknettet, blant annet med å separere overvann fra avløpsvann og at det også jobbes aktivt med kloakkering av spredt avløp.

### 5.3 Atmosfæriske avsetninger

Håelva ligger i den delen av Norge som har hatt, og fortsatt har, den høyeste avsetningen av langtransportert forurenset luft og nedbør. Dette skyldes nærhet til sentrale utslippskilder i Europa, samt store nedbørmengder som vasker forurensningene ut av lufta. Tilførsler av svovel- og nitrogenforbindelser via atmosfæriske avsetninger har ført til forsurening av mange innsjøer og elver i Sør-Norge, men takket være internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner er konsentrasjonene av svovel og nitrogen i nedbør vesentlig redusert (hhv. ca. 80 % og 45-50 %) siden 1980 (Aas *et al.* 2019). Avdamping av ammoniakk i forbindelse med spredning av husdyrgjødsel kan lokalt føre til høyere nitrogeninnhold i nedbøren i og omkring Jæren.

Håelva som helhet er lite påvirket av forsurening fra langtransporterte forurensninger, og tilførslene av nitrogen via nedbøren (ca. 1,0-1,5 kg N/da/år) betyr forholdsvis lite i forhold til det som tilføres jordbruksarealene hvert år i form av gjødsel. Det foreligger ikke rutinemessige målinger av fosfortilførsler via nedbør, men basert på en prøvetakingskampanje over ett år på to stasjoner i Sør-Norge (Birkenes og Møsvatn) ble det målt en avsetning på omkring 15 g P/da/år, dvs. om lag 100 ganger lavere enn de atmosfæriske tilførslene av nitrogen.

## 6 KLIMAENDRINGER

Scenarioene for fremtidige klimaendringer er basert på to utslippsscenarioer for klimagasser (RCP4.5 and RCP8.5) kjørt med 10 kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller. I de følgende avsnittene er det tatt utgangspunkt i middelveidene for de 10 modellkombinasjonene, men figurene illustrerer også variasjonen i projeksjonene fra de individuelle modellene.

### 6.1 Temperatur

Målte data viser at området allerede har hatt en tydelig økning i årsmiddeltemperaturen fra 1970 til 2018 (Figur 6.1). Basert på klimascenarioene vil årsmiddeltemperaturen fortsette å stige, fra et nivå på omkring 7 °C i dag til om lag 8 °C ved RCP4.5 og 10 °C ved RCP8.5 mot slutten av dette århundret. De to klimascenarioene følger hverandre nokså tett fram til 2050, hvorefter RCP8.5 fører til en mye sterkere oppvarming enn RCP4.5. Basert på RCP8.5 scenarioet har Norsk klimaservicesenter beregnet at årsmiddeltemperaturen i Rogaland vil øke med ca. 3,7 °C fra 1971-2000 til 2071-2100 (Hisdal *et al.* 2017). Den modellerte temperaturstigningen fordeler seg forholdsvis jevnt over året, men med noe større økning om vinteren (4,0 °C) i forhold til sommeren (3,5 °C). Middelveidene for de 10 klimamodellene (de røde og blå linjene) gir et godt bilde på utviklingen over tid, men skjuler samtidig den store år-til-år variasjonen som ofte forekommer i meteorologiske tidsserier (jf. de observerte dataene fram til 2018). Det er ventet at det fortsatt vil være stor- og kanskje økende år-til-år variasjon i fremtiden; jamfør det økende spriket mellom de individuelle modellprojeksjonene.

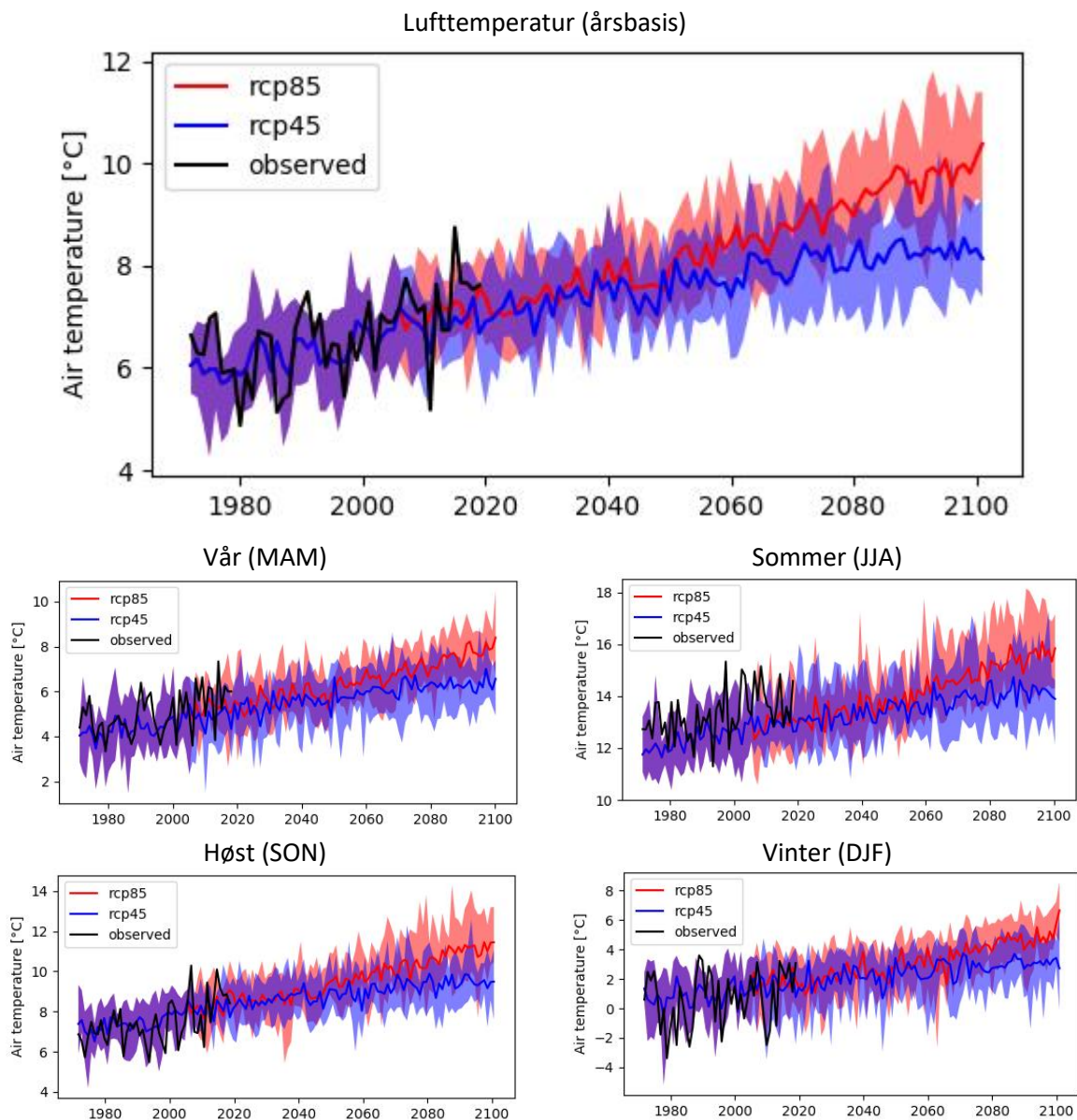
### 6.2 Nedbør

På samme måte som for lufttemperatur, har det allerede vært en klar økning i årsnedbøren i perioden 1970-2018 (figur 6.2). Basert på klimascenarioene vil årsnedbøren endre seg forholdsvis lite videre framover mot slutten av dette århundret. Basert på RCP8.5 scenarioet har Norsk klimaservicesenter beregnet at årsnedbøren i Rogaland vil øke med 10 % fra 1971-2000 til 2071-2100, og at den sesongmessig fordeler seg slik: vinter: 20 %, vår: 10 %, sommer: 5 % og høst: 10 % (Hisdal *et al.* 2017).

Ett forhold som ikke kommer fram i Figur 6.2, som er basert på årlige middelveidier, er at frekvens og intensitet av kortvarig nedbør kan øke i fremtiden. Basert på klimamodellene kan maksimal døgnnedbør i perioden 2030-2100 komme opp i 101-198 mm, med et snitt for de 10 modellene på 148 mm. Det var liten forskjell mellom scenario RCP4.5 og RCP8.5 med hensyn til dette. Til sammenligning var maksimal observert døgnnedbør 103 mm i perioden 1970-2018.

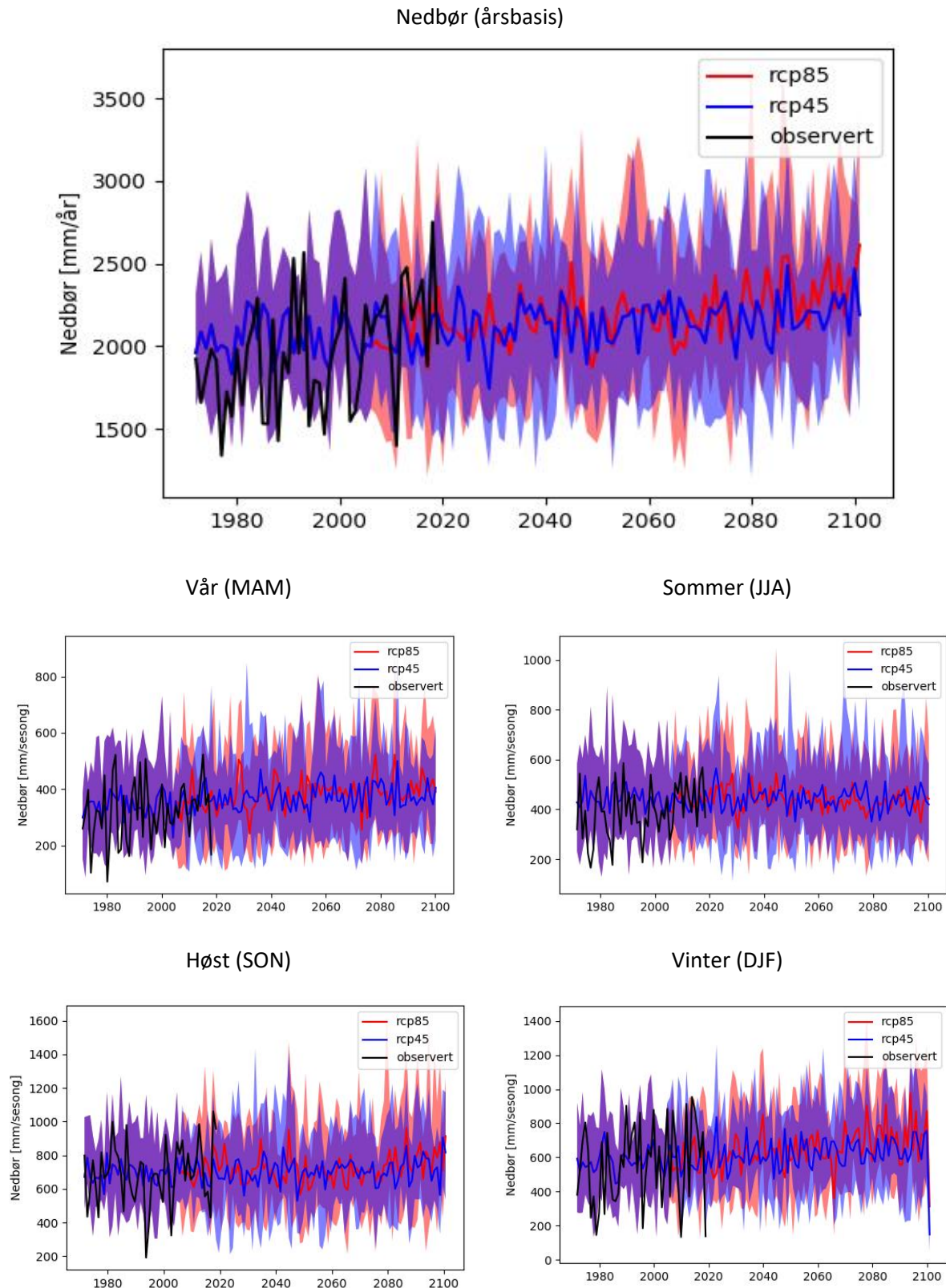
Ekstrem nedbør over kort tid (timer) kan forårsake store oversvømmelser i områder preget av tette flater og begrensede muligheter for magasinering/fordrøyning av regnvannet. Utsiktene til høyere lufttemperatur i et fremtidig klima øker risikoen for kortvarig ekstremnedbør.

I en analyse utført av Norsk klimaservicesenter (basert på det høye utslippsscenarioet, RCP8.5) er hyppigheten av ekstrem nedbør forventet å øke med 80 % mot slutten av dette århundret <sup>1</sup>. Ekstrem nedbør er her definert som de to våteste dagene i løpet av året med dagens klima. For episoder som varer opptil ett døgn og som inntreffer oftere enn hvert 50. år vil veksten være på ca. 20 %, mens for nedbørsepisoder på under en time og som skjer sjeldnere enn hvert 50. år, vil veksten være langt større med 50 % (Dyrrdal & Førland 2019).



Figur 6.1. Modellert lufttemperatur 1970-2100 projisert på Håelvas nedbørfelt, basert på 10 kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller og to scenarioer for utslipp av klimagasser (RCP4.5 og RCP8.5). De tykke røde og blå linjene representerer gjennomsnittet for de 10 modellkombinasjonene, mens det skraverte arealet viser variasjonen mellom de individuelle modellene. Øverste panel viser årlige gjennomsnitt, mens de nederste panelene viser resultatene fordelt på sesonger.

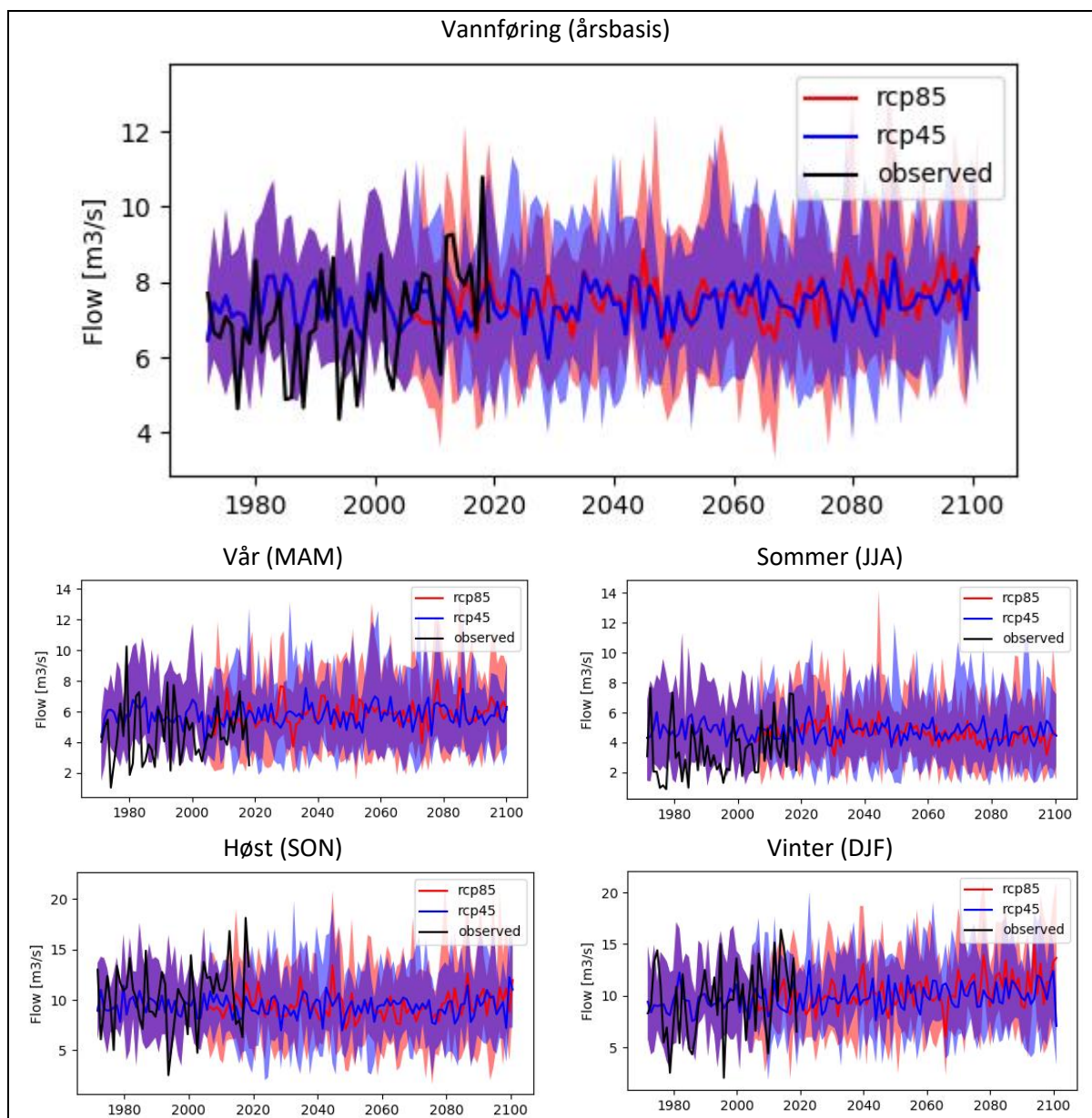
1 Datagrunnlaget kan lastes ned på: <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-rogaland/attachment/10936?ts=159bb554e03>.



Figur 6.2. Modellert nedbør 1970-2100 projisert på Håelvas nedbørfelt, basert på 10 kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller og to scenarier for utslipp av klimagasser (RCP4.5 og RCP8.5). De tykke røde og blå linjene representerer gjennomsnittet for de 10 modellkombinasjonene, mens det skraverte arealet viser variasjonen mellom de individuelle modellene. Øverste panel viser årlige gjennomsnitt, mens de nederste panelene viser resultatene fordelt på sesonger.

### 6.3 Hydrologi

Prognosene for fremtidig vannføring viser i stor grad det samme mønsteret som for nedbør; det har allerede vært en økende nedbørtrend fra 1970 til 2018 og scenarioene videre fram mot år 2100 viser kun en beskjeden endring i årlig middelvannføring (Figur 6.3). Også på sesongbasis er det predikert relativt små endringer i de midlere forholdene.

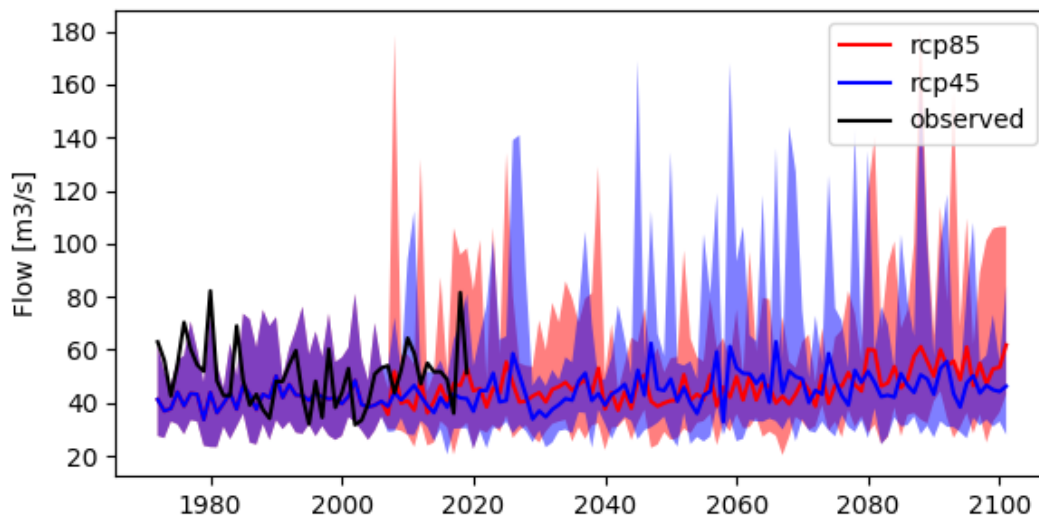


Figur 6.3. Modellert vannføring 1970-2100 for Håelvas nedbørfelt, basert på den hydrologiske modellen PERSiST og 10 kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller og to scenarioer for utslipp av klimagasser (RCP4.5 og RCP8.5). De tykke røde og blå linjene representerer gjennomsnittet for de 10 modellkombinasjonene, mens det skraverte arealet viser variasjonen mellom de individuelle modellene. Øverste panel viser årlige gjennomsnitt, mens de nederste panelene viser resultatene fordelt på sesonger.

Det som imidlertid er mest interessant i forbindelse med fremtidig vannkvalitet i Håelva er om frekvensen og intensiteten av flommer kommer til å øke. Figur 6.4 viser maksimal vannføring i Håelva i løpet av årene 1970-2100 basert på scenarioene for temperatur og nedbør gitt ovenfor. Maksimal døgnvannføring på én enkelt dag i løpet av scenarioperioden 2030-2100 varierer mellom de ulike modellene fra 64 til 169 m<sup>3</sup>/s (middel: 119 m<sup>3</sup>/s) for RCP4.5. Tilsvarende maks-vannføringer for

RCP8.5 scenarioet varierte i området 109-180 m<sup>3</sup>/s (middel: 121 m<sup>3</sup>/s). Basert på statistikk fra NVE-stasjon Haugland i perioden 1919-2017 er en middelflom beregnet til 68,9 m<sup>3</sup>/s, femårsflom 81,0 m<sup>3</sup>/s, tiårsflom 92,2 m<sup>3</sup>/s og en femtiårsflom 120,7 m<sup>3</sup>/s. Høyeste målte døgnvannføring i perioden 1970-2018 var 82 m<sup>3</sup>/s.

Resultatene viser at det er relativt liten forskjell mellom RCP4.5 og RCP8.5 scenarioene når det gjelder maksimal døgnvannføring. RCP8.5 scenarioet innebærer imidlertid en større potensiell risiko for ekstrem nedbør over kort tid (timer), noe som kan føre til problemer med oppstuvning og store oversvømmelser langs de lavereliggende delene av elva.



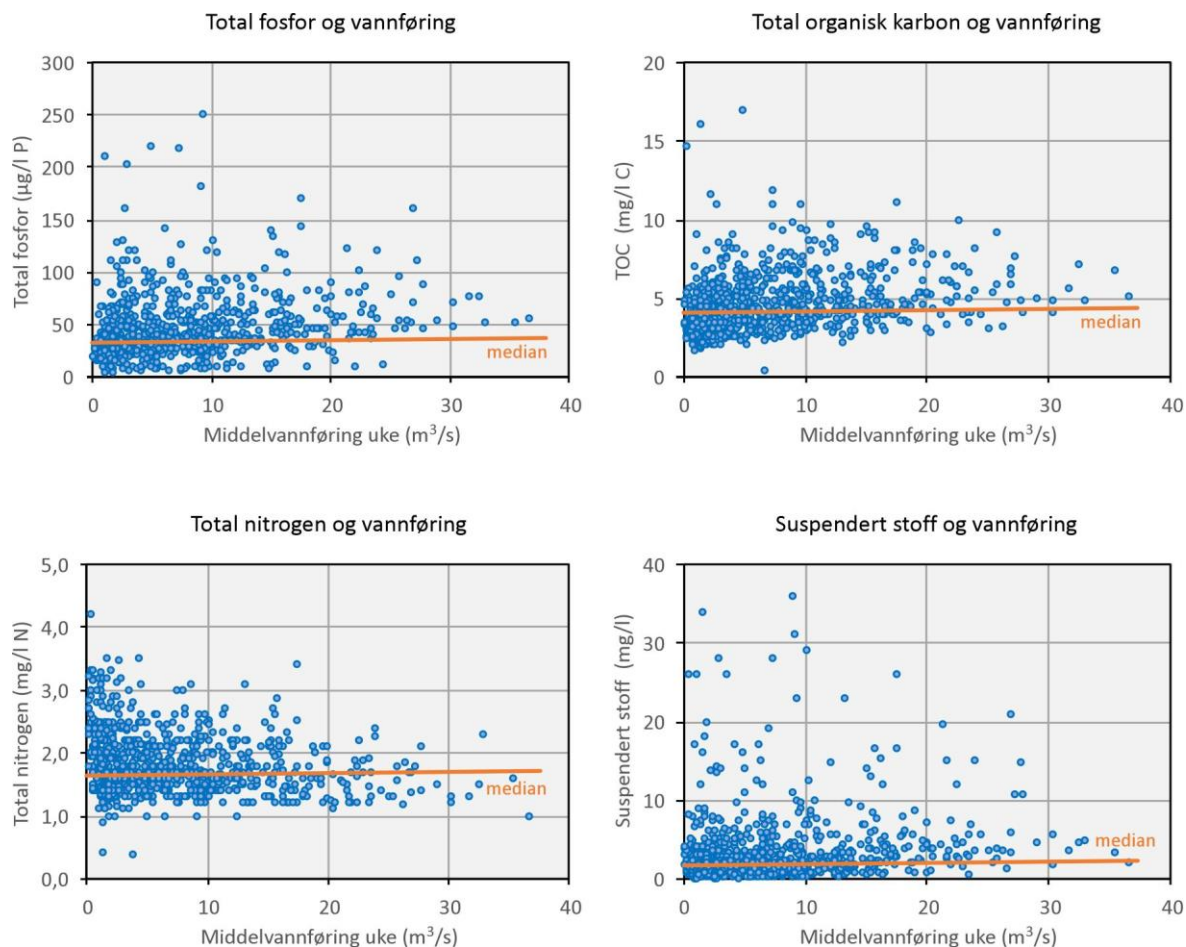
Figur 6.4. Maksimal vannføring i Håelva 1970-2100 basert på de samme modellforutsetningene som i figurene over.

## 7 VANNKVALITET OG KLIMAEFFEKTER

Stoffkonsentrasjonene som kan måles i et gitt punkt i en elv er et resultat av tilførsler oppstrøms i vassdraget, både naturlige og antropogene (menneskeskapte), med opphav i nedbørfeltet selv og tilført utenfra via nedbør og annet atmosfærisk nedfall. Konsentrasjoner må ses i sammenheng med vannavrenningen i elva for å få kunnskap om stofftransport og stoffbelastning. I en situasjon med økt nedbør og vannavrenning kan ikke tilsynelatende stabile konsentrasjoner over tid tas som tegn på at tilførsler og stofftap fra oppstrøms arealer er stabile, men økt stofftransport vil øke belastningen og kan bety en forverring av tilstanden i nedstrøms vannforekomster. Dette må tas med i betraktningen når tiltak for å begrense tilførsler og stofftap skal vurderes.

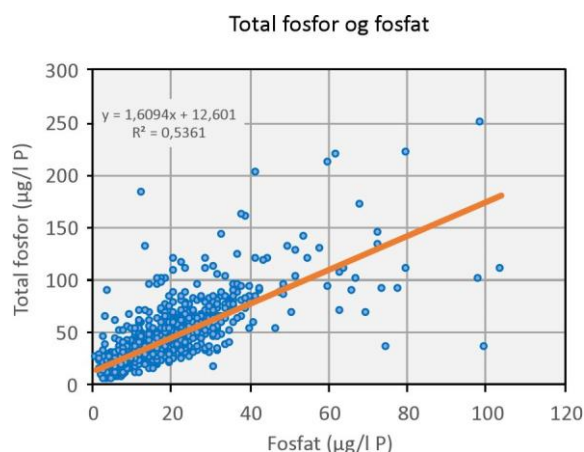
### 7.1 Dagens vannkvalitet og klima

Data fra målestasjonen for vannkvalitet nederst i Håelva (figur 3.1) viser ingen klare sammenhenger mellom observert konsentrasjon av fosfor, nitrogen eller organisk karbon i vannet, og nedbør eller vannføring i elva (figur 7.1). For fosfor og organisk karbon er det kun en svak tendens til økt konsentrasjon med økt vannføring (ikke signifikant), der konsentrasjoner jevnt over er høyere enn snitt-/medianverdi ved høy vannføring. De høyeste konsentrasjonene opptrer ved middels til lav vannføring (se nedenfor om økning i periodene for første- og andreslått). For nitrogen er det ingen tendens til økning med økt vannføring, men heller en tendens til avtakende verdier (som kan være en fortyningseffekt).



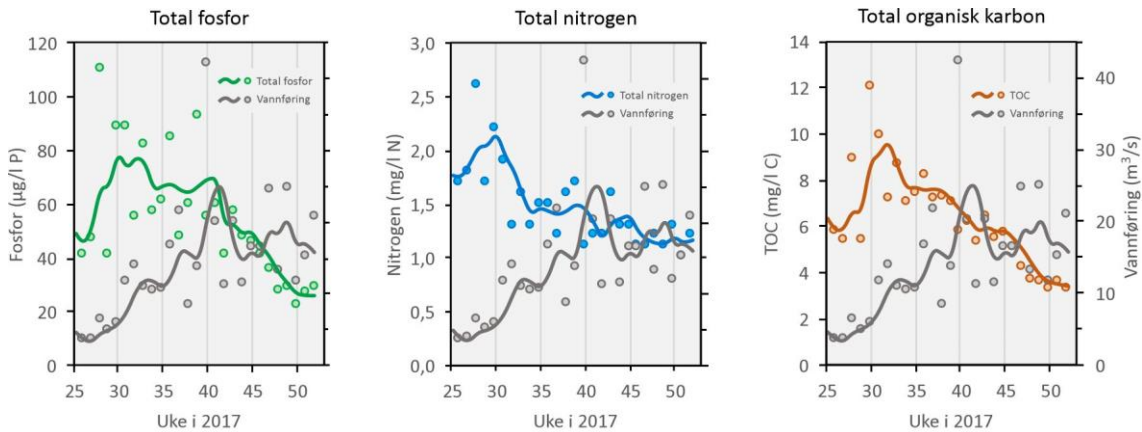
Figur 7.1. Stoffkonsentrasjon i ukeblandprøver fra Håelva i forhold til middelvannføring for aktuell uke.

Håelva er som andre elver på Jæren lite utsatt for erosjon og partikkeltransport. Figur 7.1 viser at det jevnt over er lave konsentrasjoner av suspendert stoff, og at høy vannføring og flom ikke generelt øker stoffkonsentrasjonene. Derimot er det en tydelig sammenheng mellom total fosfor og fosfat (figur 7.2), som i gjennomsnitt utgjør ca. 45 % av totalfosforet. Tilsvarende sammenheng er observert i andre vassdrag på Jæren, inkludert JOVA-feltene Skas-Heigre kanalen og Timebekken (Molversmyr 2018). Fosforøkning synes derfor primært å være knyttet til utvasking fra nedbørfeltet av mer løselige fosforfraksjoner, og ikke så mye knyttet til fosfor bundet til partikler.



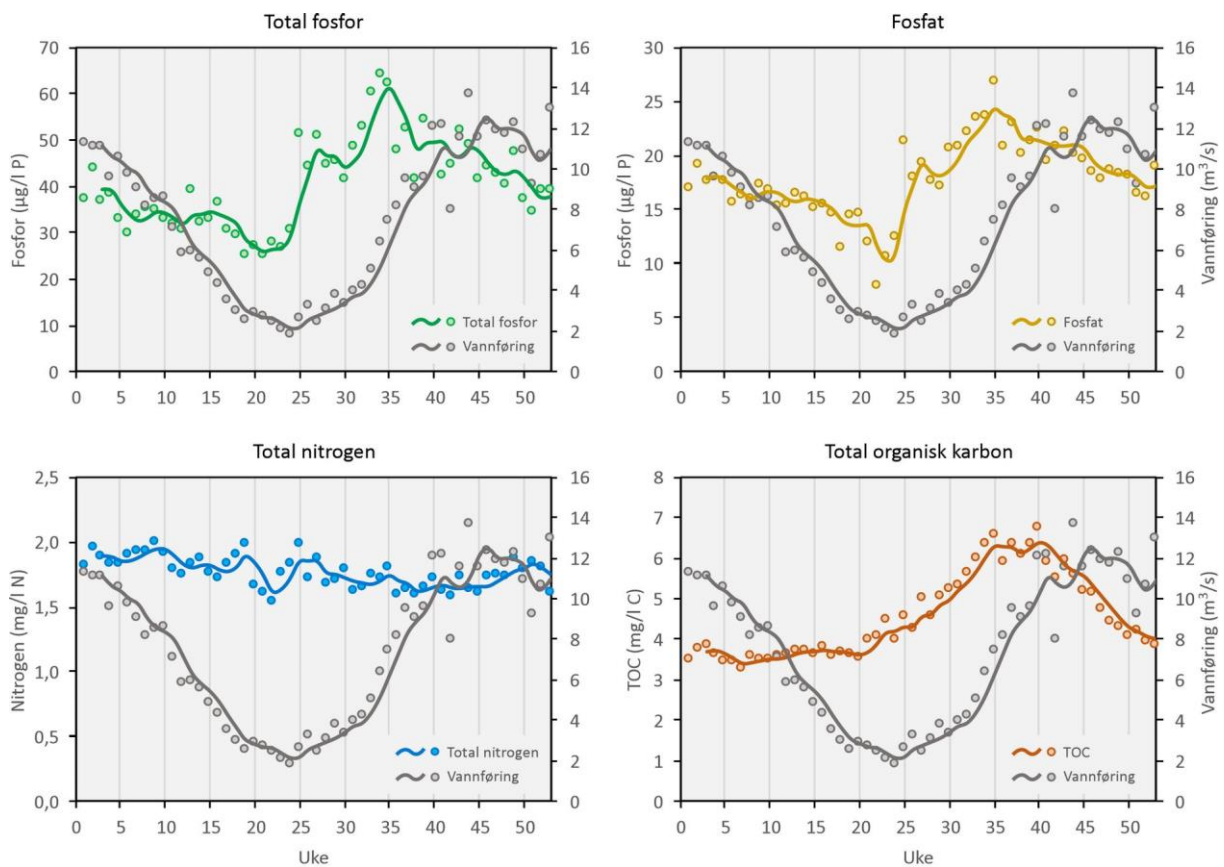
Figur 7.2. Sammenheng total fosfor og fosfat.

Ser en nærmere på hva som skjer under flomperioder, er det ikke indikasjon på at økt vannføring medfører økt konsentrasjon av verken fosfor, nitrogen eller organisk karbon. Dette kan illustreres med eksempel fra 2017, da det var en betydelig flom om høsten (figur 7.3). Dataene tyder på at en flom heller medfører en fortykning av stoffkonsentrasjonene. Dette kan likevel gi en økt totalbelastning på nedstrøms vannforekomster.



Figur 7.3. Stoffkonsentrasjon i ukeblandprøver høsten 2017, samt ukemiddel vannføring ved Haugland. (Linjer viser flytende middel med periode på 3 målinger.)

Dataene viser derimot at fosforkonsentrasjonene i elva øker raskt i perioder om sommeren. Figur 7.4 viser stoffkonsentrasjon i elva pr. uke i gjennomsnitt for hele perioden 1994-2018. Det fremgår at konsentrasjonen av fosfor (både fosfat og total fosfor) øker raskt i midten av juni (uke 25), med en ytterligere økning og en topp i siste del av august (uke 33-35). Den første økningen skjer i en periode da vannavrenningen er på sitt laveste, og er i tid nær opp til førsteslåtten og gjødsling som skjer etter denne. Den andre økningen skjer mot slutten av august, og kan ha tilsvarende tilknytning til andre-slåtten.



Figur 7.4. Gjennomsnittlig stoffkonsentrasjon og vannføring (ved Haugland) pr. uke i perioden 1994-2018. (Linjer viser flytende middel med periode på 3 målinger.)



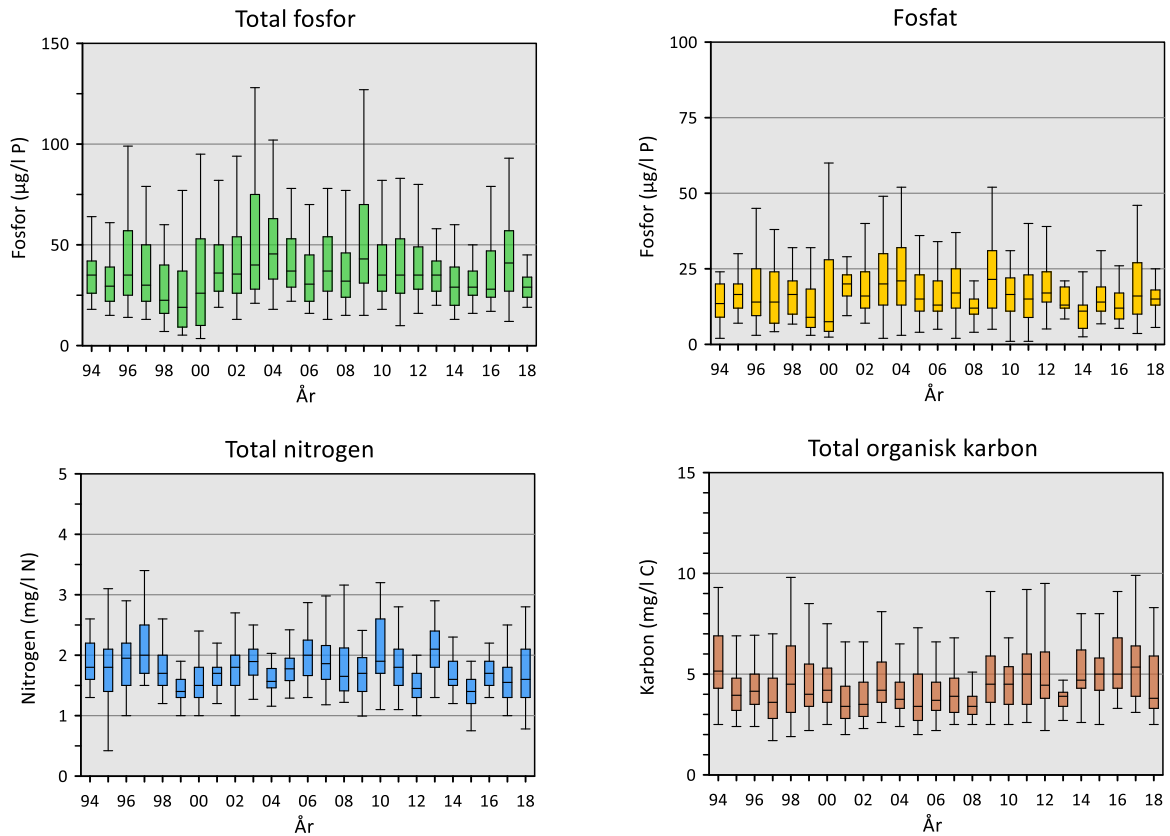
Plantenes evne til å ta opp fosfor blir redusert når graset kuttes. På en nyslått eng vil det ta litt tid før ny vekst etableres, og før vekstene igjen tar opp næringsstoffer effektivt. Tilført gjødsel i en slik situasjon vil gi større sannsynlighet for tap av næringsstoffer, siden plantenes evne til opptak må antas å være sterkt redusert. Det er nærliggende å tenke at den observerte fosforøkningen har sammenheng med slike prosesser. Det er også verdt å merke seg at gjødslingen om våren ikke resulterer i tilsvarende fosforøkning i elva, som kan ha sammenheng med at plantene da er i aktiv vekst og kan ta opp næringsstoffer effektivt. Utslipp av silosaft etter høsting kan også bidra til økte fosforkonsentrasjoner. Dette er hypoteser basert på ekspertvurderinger, og det påpekes at årsakene til variasjoner i fosforkonsentrasjoner er ikke klarlagt.

Mens fosforverdiene går i sykler, med avtakende verdier fra høsten og frem til økningen om forsommeren, er konsentrasjonene av nitrogen i elva relativt jevnt over året (figur 7.4). Avrenningen av nitrogen synes ikke å være påvirket av de samme prosessene som fosfor. Konsentrasjonen av organisk karbon i elva er jevnt stigende om sommeren og jevnt avtakende om høsten, mens det er stabilt gjennom vinteren og våren (figur 7.4). Syklusen skiller seg noe fra den en ser for fosfor, og prosessene for utvasking virker å være ulike.

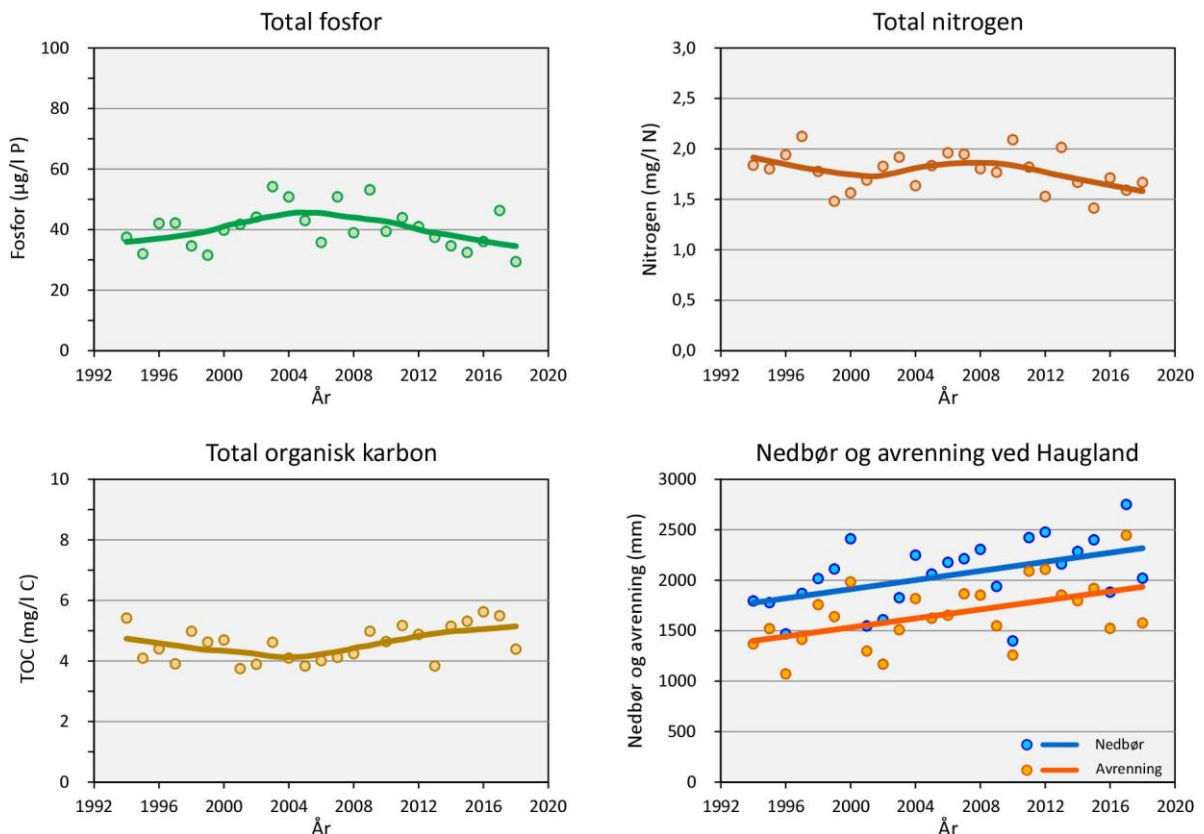
Stoffkonsentrasjonene i Håelva har vært relativt stabile gjennom perioden en har data fra (figur 7.5). Det er betydelige variasjoner fra år til år, og uten klare utviklingstrender, men en liten reduksjon i fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner og svak økning av total organisk karbon de siste ca. 15 årene kan likevel antydes når en ser på årlig gjennomsnittlige konsentrasjoner (figur 7.6). Det samme bildet finner en for årlige medianverdier, og for årlige maksimumsverdier for fosfor og nitrogen og minimumsverdier for total organisk karbon.

En kan merke seg at nedbørmengden (og vannavrenningen) har økt i perioden, i størrelsesorden 30 % siden 1994 ut fra regresjonslinjer som kan trekkes for dataene (figur 7.6). Analysen indikerer at dette ikke har hatt vesentlig betydning for stoffkonsentrasjonene i elvevannet. Elva transporterer derfor mer næringsstoffer som følge av økt avrenning, og tilførselene til kystvannet har økt. Tiltakene som er gjennomført i nedbørfeltet har foreløpig hatt liten effekt på stoffkonsentrasjonene i vannet.

Basert på gjennomsnittet for de siste fem årene (både stoffkonsentrasjoner og vannføring) kan det anslås at Håelva nå årlig transporterer ca. 10 tonn fosfor og 480 tonn nitrogen ut i kystvannet. Mens fosfor har fokus i vassdraget, vil nitrogen ha større betydning i kystvannet siden nitrogen antas å være den primært begrensende faktoren for algevekst i kystvann. Høye nitrogenkonsentrasjoner i Håelva og andre nærliggende elver gjør at vassdragene på Jæren tilfører betydelige mengder nitrogen til kystvannet, men effekter som dette måtte medføre ligger utenfor mandatet for dette oppdraget og blir ikke vurdert i denne rapporten.



Figur 7.5. Innhold av fosfor, nitrogen og organisk karbon i Håelva ved utløpet. (Box-plot som viser medianverdi, bokser med utstrekning mellom første og tredje kvartil (IQR), og vertikale linjer med avgrensning IQR·1,5. Data utenfor dette regnes som «uteliggere», og er ikke vist i figuren.)



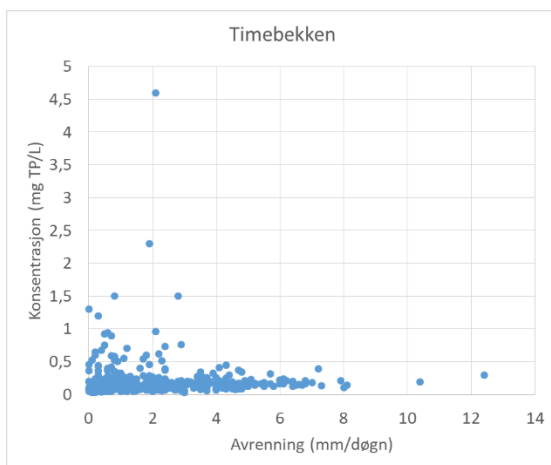
Figur 7.6. Årlige middelerverdier av fosfor, nitrogen og organisk karbon i Håelva, samt nedbør og avrenning. (For stoffinnhold vises LOESS regresjonslinje, for nedbør og avrenning vises lineær regresjonslinje.)

### 7.1.1 Erfaringer fra Timebekken og Skas-Heigre kanalen

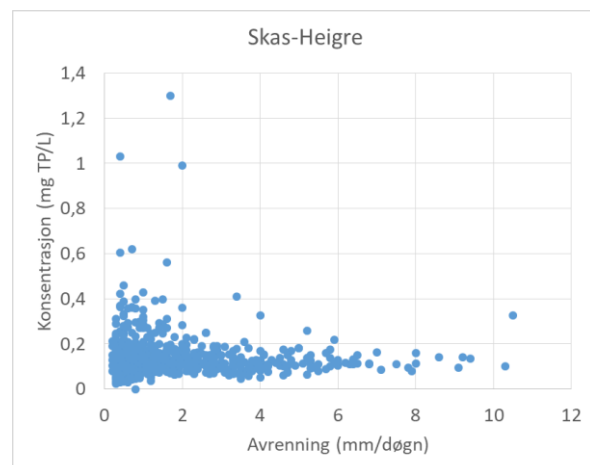
Analyse av sammenheng mellom vannføring og vannkvalitet (partikler, totalfosfor og totalnitrogen) i Time og Skas-Heigre viser at det er en svak tendens til at de laveste konsentrasjonene av totalfosfor (TP) registreres ved lave vannføringer, men det er også slik at de høyeste konsentrasjonene registreres ved forholdsvis lave vannføringer (figur 7.7 og 7.8). Dette er det samme mønsteret som en ser i dataene fra Håelva (se figur 7.1). Slik som i Håelva er konsentrasjonen av næringsstoffer i Time og Skas-Heigre analysert i vannføringsproporsjonale blandprøver, men prøvene dekker her en periode på om lag 2 uker (Bechmann *et al.* 2017) til forskjell fra 1 ukes perioder i Håelva. Konsentrasjonene viser derfor mer en gjennomsnittlig sammenheng med variasjoner i vannføring over en periode enn den viser effekten av variasjoner i vannføring over korte tidsrom.

Som omtalt ovenfor viser dataene fra Håelva at avrenningen av næringsstoffer ikke skyldes løsrivelse og transport av partikkelbundne stoffer. Da ville en forvente høyere konsentrasjoner ved høyere avrenningsintensitet, noe som ikke er tilfellet. Hvis avrenning av næringsstoffer derimot kommer fra punktutslipp vil mengde fra et utslipp ofte være forholdsvis konstant (f.eks. et avløp fra septiktank) og når vannføringen øker vil konsentrasjonen gå ned siden utslippet fortynnes. En fortyningseffekt kan som nevnt ovenfor ses i datamaterialet fra Håelva.

Ofte består avrenningen i en bekk eller elv av flere kilder, både arealavrenning der konsentrasjonen øker ved økende avrenningsintensitet og punktutslipp der konsentrasjonen fortynnes ved økende avrenning. Hva som er den dominerende kilden, kan variere mellom årstider og i forhold til jordbruksaktiviteten. Kartlegging av kilder i nedbørfeltet er et viktig grunnlag for tiltaksgjennomføring.



Figur 7.7. Sammenhengen mellom konsentrasjon av total fosfor og vannavrenning i blandprøver fra Timebekken i perioden 1995-2018 (JOVA 2019).



Figur 7.8. Sammenhengen mellom konsentrasjon av total fosfor og vannavrenning i blandprøver fra Skas-Heigre i perioden 1995-2018 (JOVA 2019).

## 7.2 Fremtidig vannkvalitet og klima

### 7.2.1 Endrete klimafaktorer som kan ha betydning for vannmiljøet

Basert på scenarioene for fremtidige klimaendringer som er presentert i kapittel 6, er det først og fremst økningen i lufttemperatur og risikoen for mer intens nedbør som antas å få mest betydning for vannmiljøet. Basert på klimascenarioene vil årsnedbøren endre seg forholdsvis lite videre framover mot slutten av dette århundret. Det tyder på at vi allerede har sett mesteparten av nedbørøkningen som er knyttet til klimaendringer fram mot 2100.

Økt lufttemperatur kan ha en rekke direkte og indirekte effekter på prosesser som har betydning for vannmiljøet. En direkte effekt er at økt temperatur i luft, jord og vann øker hastigheten på alle biologiske prosesser. Det innebærer raskere omsetning av næringsstoffer – gjennom økt nedbrytning av organisk materiale, mineralisering av organisk bundne næringsstoffer og økt næringsopptak i planter som vokser raskere og bygger mer biomasse ved høy temperatur. Økt karboninnhold i atmosfæren bidrar ytterligere til planteveksten (Höglind *et al.* 2016). Dette forutsetter imidlertid at plantene har nok tilgang til vann. Ved tørke vil veksten hemmes og plantene i verste fall dø, noe som kan føre til akkumulering av næringsstoffer i jorda som lettere kan vaskes ut ved neste regnværs-episode. Dette gjelder spesielt for nitrogen (nitrat) som bindes dårligere i jorda enn fosfor. Økt jordtemperatur påvirker for øvrig nitrogenkretsløpet gjennom en rekke prosesser: Mineralisering, nitrifikasjon (ved lav jordfuktighet), denitrifikasjon (ved høy jordfuktighet), opptak i planter og mikrober. Ved ubalanse i prosessene som styrer produksjon/mobilisering og opptak/immobilisering vil nitrogen kunne lekke fra jord til vann, hovedsakelig i form av nitrat.

Indirekte effekter av økt lufttemperatur vil være kortere vintre og lengre vekstsesong. Vintrene i området er allerede milde, og det er sjelden at det akkumuleres snødekke av betydning. Det er få fryse-tine-episoder og det forventes at frekvensen av fryse/tine-episoder, som kan ha betydning for stoffomsetning og utfrysing av fosfor fra plantebiomasse, vil avta i fremtiden. Lengre vekstsesong gir økt potensial for plantevekst, først og fremst om våren og om høsten før innstrålingen blir for lav (Persson og Höglind 2014; Höglind *et al.* 2013). Temperaturen om sommeren tilsvarer allerede i dag temperatur for optimal vekst (Persson *et al.* 2017). Det forventes å bli flere høstinger av grovfôr fremover (Höglind *et al.* 2016). En annen indirekte effekt av høyere lufttemperatur er økt fordampning og økt risiko for tørke i perioder med lite eller ingen nedbør.

Mer nedbør i perioder med lite opptak av næringsstoffer i plantene (om vinteren) vil kunne føre til økt tap av næringsstoffer. I landbruket vil mer nedbør om våren være en utfordring for spredning av husdyrgjødsel dersom en skal unngå jordpakking (Höglind *et al.* 2016). Mer nedbør om høsten vil kunne gi økt risiko for tråkkskader under beitedrift (Höglind *et al.* 2016). Tråkkskader kan føre til økt erosjon og næringsstofftap.

Varmere vann som følge av høyere lufttemperatur kan være en stressfaktor for mange vannlevende dyr, inkludert fisk, blant annet fordi respirasjonen (oksygenforbruket) øker samtidig som løseligheten av oksygen i vann avtar. Økt vanntemperatur kan åpne for invaderende arter og skape ubalanse i økosystemene. Det øker også risikoen for oppblomstring av potensielt giftige cyanobakterier i innsjøer (Ho *et al.* 2019).

Scenarioene for fremtidige klimaendringer innebærer en økt risiko for økt frekvens og intensitet av kraftig nedbør (Hisdal *et al.* 2017). Mer intens nedbør skaper økt risiko for skadeflommer og oversvømmelser i de lavereliggende delene av vassdraget. Dette vil skape økt fare for erosjon i elveløp og utvasking av næringsstoffer og partikler fra arealer som er oversvømte. Mer intens nedbør vil også gi økt risiko for overflateavrenning med etterfølgende erosjon og næringsstoffavrenning. Dette gjelder spesielt for arealer og perioder uten vegetasjonsdekke og/eller hvor det er spredt husdyrgjødsel i forkant. Med økt frekvens av nedbør blir det vanskeligere å finne tørre dager for innhøsting og gjødselspredning, noe som kan gi økt jordpakking og høyt vanninnhold i fôret (Höglind *et al.* 2016). Høyt vanninnhold i fôret fører til økt risiko for utslipp av silosaft. Flom gir økt partikkeltransport og sedimentasjon på elvebunnen, noe som over tid vil gi grunnere elveløp og økt fare for at elva går ut over sine bredder ved flom. Intens nedbør øker også faren for lekkasjer og overløp fra kommunalt avløpsnett, samt at det øker belastningen med overvann fra bebygde områder, veier og andre arealer preget av flater med dårlig infiltrasjonsevne.

Summen av de klimarelaterte påvirkningene kan være at det blir vanskeligere å oppnå målet om god økologisk status i vassdraget basert på de tiltakene som er igangsatt eller planlagt gjennomført. Dette gjelder både for begroingsalger, som vil vokse fortere og bygge opp mer biomasse av trådformete alger i elva, og for bunndyr og fisk, som vil bli skadelidende pga. nedslamming av elvebunnen og lavere oksygenkonsentrasjoner (se 7.2.2). Det betyr at strengere og mer klimarobuste tiltak bør iverksettes dersom målene skal nås.

### 7.2.2 Kombinasjonseffekter av næringsalter og klimaendringer

For innsjøer vil klimaendringer kunne forverre eutrofieringsproblemer både pga. økte tilførsler av næringsalter (fosfor og nitrogen) som følge av mer ekstrem-nedbør, og pga. økt temperatur som gir raskere vekst og lengre vekstsesong for planteplankton (Couture *et al.* 2018). Oppblomstringer av potensielt giftige cyanobakterier øker nå i innsjøer over hele verden (Ho *et al.* 2019) og kan forårsake helseskader ved bading. Slike oppblomstringer skjedde også i Mjøsa i juli 2019 og forårsaket badeforbud rundt hele innsjøen, selv om den dominerende cyanobakterien ikke var giftig i dette tilfellet. Hålandsvatnet i Stavanger og Randaberg kommuner er et eksempel på en lokal innsjø som har betydelige problemer med giftige cyanobakterier. Slike forverringseffekter kan gi økt behov for tiltak mot avrenning av næringsalter til innsjøer.

I elver vil klimaendringer kombinert med tilførsler av organisk stoff fra f.eks. husdyrgjødsel kunne gi dårligere forhold for bunnfauna og fisk, fordi både varmere vann og nedbrytning av det organiske stoffet vil gi lav oksygen-konsentrasjon. Laksefisk, som har stort behov for oksygen og er tilpasset kaldt klima vil være spesielt utsatt for dette. Disse effektene kan gi økt behov for flere tiltak mot tilførsler av organisk stoff fra husdyrgjødsel og fra spredt avløp.

Samvirkningseffekter av klimaendringer og eutrofiering/organisk belastning og anbefalinger av hvordan disse bør håndteres i forvaltningen er beskrevet i bl.a. Schinegger *et al.* (2018) og andre publikasjoner fra MARS-prosjektet (<http://www.mars-project.eu/index.php/results.html>).

## 8 TILTAK – MULIGHET FOR Å OPPNÅ GOD ØKOLOGISK TILSTAND

### 8.1 Vannmiljøtiltak

#### 8.1.1 Gjennomførte tiltak i jordbruket

Ifølge Regionalt miljøprogram for Rogaland 2013-2016 og Regionalt miljøprogram i Rogaland 2019-2022 danner grunnlag for tilskudd til gjennomføring av en rekke tiltak i landbruket for å begrense avrenning til vassdrag og kyst (tabell 8.1). Tiltakene er finansiert med midler fra det Regionale miljøprogram (RMP) og Spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL). Det er tatt ut statistikk på gjennomførte tiltak i nedbørfeltet til Håelva. Vurdering av effekten av tiltakene i et fremtidig klima er beskrevet i avsnitt 8.4. Her er det lagt vekt på omfang av tiltaksgjennomføringen, endringer fra 2013 til 2018 og effekten på vannkvalitet.

Tabell 8.1. Tiltak med tilskuddsordning i Håelvas nedbørfelt i to perioder (2013-2016 og 2019-2022).

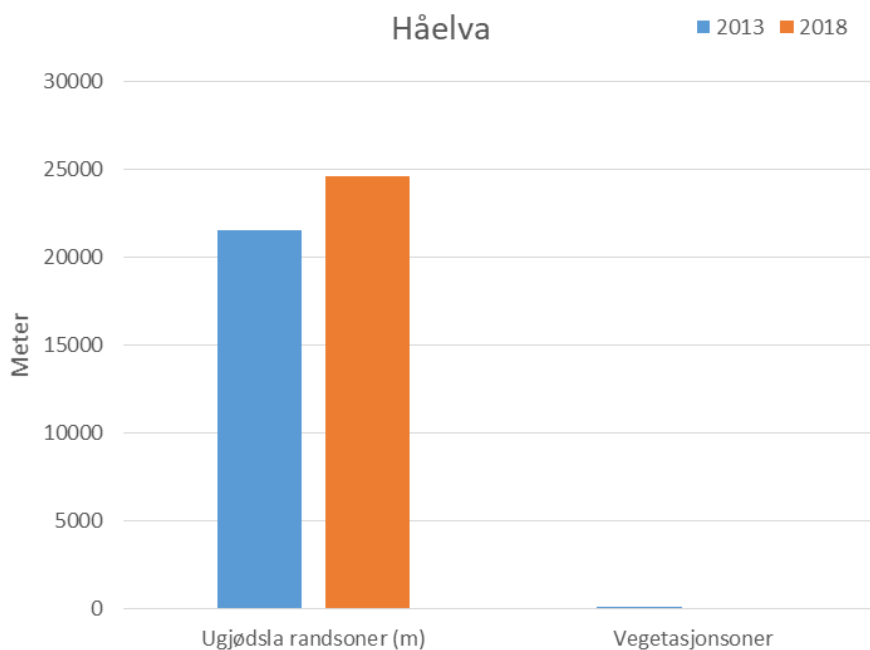
RMP 2013-2016 (forlenget til 2018)	RMP 2019-2022
Fangvekster etter høsting	Fangvekster sådd etter høsting
Ugjødsla randsone i eng	Kantsone i eng
Vegetasjonssone	Grasdekt sone i åker
Vedlikehold av fangdammer	Overført til SMIL-ordningen
Miljøavtale	Miljøavtale
- Begrenset gjødsling med fosfor	- Begrenset gjødsling med fosfor
- Spredning av husdyrgjødsel før 1. august	- Spredning av husdyrgjødsel før 10. august
- Jordanalyser minst hvert femte år	- Jordanalyser minst hvert femte år
- Ingen krav til kantsoner	- Grasdekt ugjødsla kantsone (4 m eng; 6 m åpen åker)
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel
- Nedlegging eller nedfelling	- Spredning av husdyrgjødsel ved nedfelling eller nedlegging
- Bruk av tilførselsslanger	- Spredning av husdyrgjødsel med tilførselsslange
- Spredning med rask nedmolding	Utgått
SMIL	SMIL
Etablering av fangdammer og våtmarker	Etablering og vedlikehold av rensedamper
Hydrotekniske tiltak	Hydrotekniske anlegg
Oppsamlingsanlegg for avløp fra veksthus	Hindre avrenning fra veksthus

### Fangvekster etter høsting

Fangvekster etter høsting finnes på et meget lite areal (144 dekar i 2013) da det er lite åpen åker i nedbørfeltet. Fangvekster er et viktig tiltak i åpen åker for å redusere erosjon og næringsstofftap, særlig dersom det blir mer nedbør og mer intens nedbør.

### Ugjødsla kantsoner og vegetasjonssoner

I nedbørfeltet til Håelva har det vært 20-25 km med ugjødsla kantsoner i eng langs vassdrag. Lengden av ugjødsla kantsoner har økt med 14 % fra 2013 til 2018 (figur 8.1). Det er lite kantsoner i åker i nedbørfeltet til Håelva. Det skyldes at det er lite åpen åker. Klimaendringer forventes å føre til flere oversvømmelser. Ugjødsla og grasdekte kantsoner i eng og åker blir enda viktigere tiltak i områder med oversvømmelser i fremtiden.



Figur 8.1. Jordbruksareal med RMP-tiltak (meter). Ugjødsla randsoner er det samme som kantsoner i eng.

### Miljøavtaler

Arealet med miljøavtaler utgjorde knapt 5 000 dekar i 2018, det vil si vel 5 % av det dyrka arealet. Formålet med miljøavtalen er å redusere fosfortapet og få en mer optimal utnyttelse av husdyrgjødsel. Miljøavtalene gir økt bevissthet om næringsstoffer, men med balansegjødsling vil nedgangen i jordas fosfortall bli minimal. Miljøavtalene omfatter også spredning av husdyrgjødsel i vekstsesongen før 1. (evt. 10. august). Det vil gi økt utnyttelse av fosfor til plantevekst og redusert risiko for fosforavrenning utenom vekstsesongen.

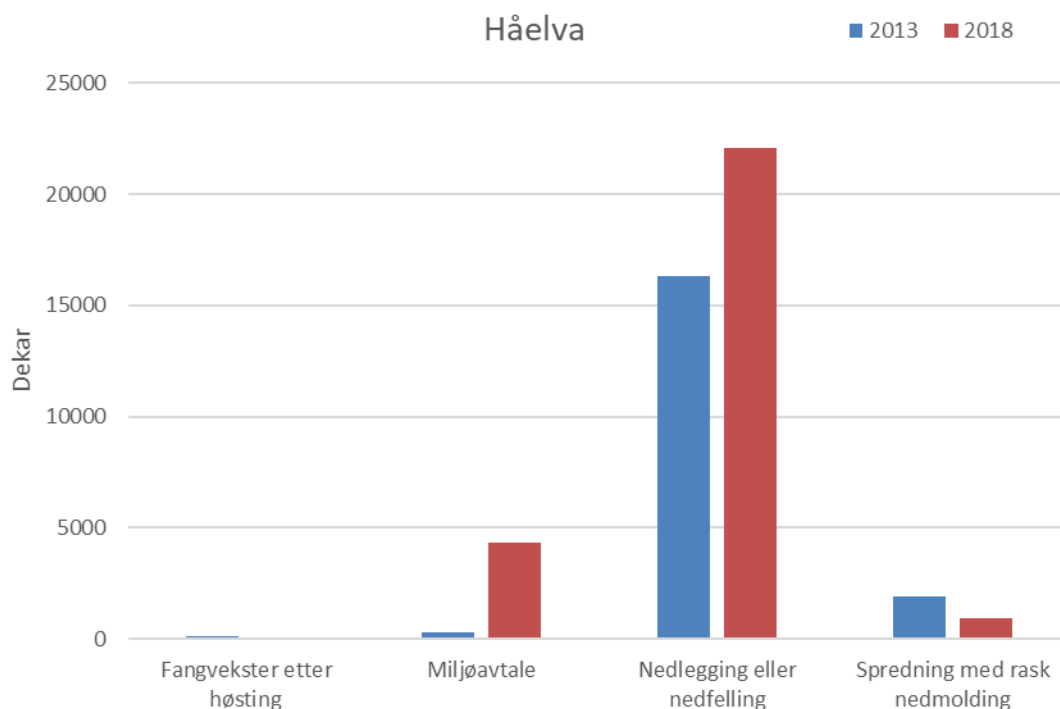
### Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel

Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel omfatter nedlegging, nedfelling, bruk av tilførselsslange og rask nedmolding etter spredning.

I 2018 ble det brukt miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel på et areal som tilsvarer om lag halvparten av den fulldyrka eng i nedbørfeltet til Håelva (figur 8.2). For å bruke nedlegging, nedfelling og bruk av tilførselsslanger må gjødsla fortynnes med vann. Det betyr at gjødsla infiltrerer lettere i jorda og at risikoen for overflateavrenning av gjødsla ved etterfølgende regnvær forventes å være mindre. I tillegg kan det være bedre presisjon ved spredning med slanger frem for bredspredning av gjødsla. Det er imidlertid stor usikkerhet med hensyn til betydningen av effekten av miljøvennlig gjødselspredning på vannkvalitet. I tilfeller der gjødsla inneholder stor andel fast gjødsla kan gjødsla

bli liggende oppå jorda i striper lenge etter spredning. Ved rask nedmolding etter spredning reduseres risiko for tap av nitrogen til luft, men tap av både nitrogen og fosfor kan øke på grunn av jordarbeidingen.

Mer nedbør, større intensitet og hyppighet av nedbørepisoder vil gi økt behov for tiltak som kan redusere risikoen for overflateavrenning. Dersom miljøvennlig gjødselspredning fører til at det ligger mindre fosfor i gjødsel igjen på overflaten er det forventet at miljøvennlig gjødselspredning vil få større betydning i et fremtidig klima.



Figur 8.2. Jordbruksareal med RMP-tiltak (dekar).

#### **Etablering og vedlikehold av fangdammer og våtmarker/ renseparker**

Det har blitt etablert fangdammer og våtmarker i nedbørfeltet til Håelva med tilskudd fra SMIL-midler siden 1995, de fleste ble etablert fra 2001 til 2008 (figur 8.3). De fleste er etablert i Time kommune (figur 8.4).

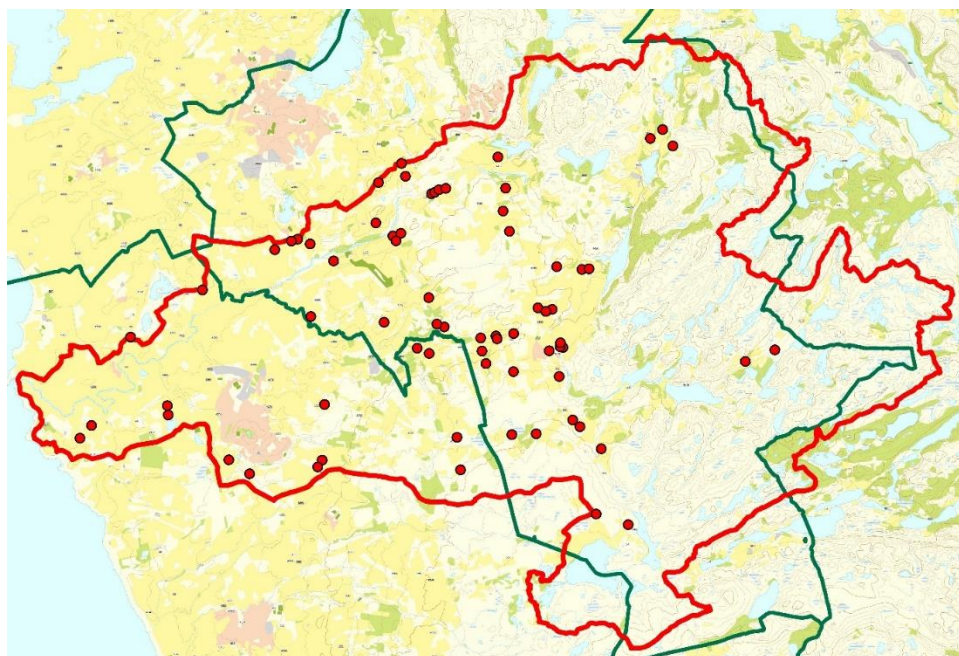
Effekten av fangdammer og våtmarker er størst på partikkelbundet fosfor (Grønsten et al. 2008). I Håelva finnes rundt 40 % av fosforet som løst fosfat. Det er målt en viss tilbakeholdelse av løst fosfat i fangdammer, men hovedeffekten er på den partikkelbundne delen (Braskerud & Løvstad 2002). Det kan derfor være aktuelt å vurdere alternative utforminger av fangdammer, f.eks. med filtermateriale for oppsamling av løste næringsstoff. Dette er lite utprøvd i Norge, men mer vanlig andre steder (se f.eks. Ballantine & Tanner 2010; Carstensen *et al.* 2019). Det er ikke funnet litteratur på effekten av fangdammer på Jæren, dette anbefales for å få bedre kunnskap om kost-effekt av dette tiltaket, samt å kunne anbefale forbedringer av utforming.

På grunn av partikler og organisk slam som samles opp i fangdammene må de med jevne mellomrom tømmes. Det blir gitt tilskudd gjennom RMP til vedlikehold av fangdammer. I 2013 ble det gitt tilskudd til vedlikehold av 4 daa fangdam og i 2018 ble det gitt tilskudd til vedlikehold av 33 daa. Det er ikke kjent hvor mange fangdammer som er tømt. Dersom sedimentet/slammet ikke blir rensset opp vil fangdammene miste evne til å tilbakeholde sediment og partikkelbundet fosfor.

Klimaendringene fører til at det blir mer nedbør og større nedbørintensitet og dermed vil det bli mer erosjon og større jordtap. Da blir vedlikehold av fangdammene enda viktigere i et fremtidig klima.



Figur 8.3. Bygging av fangdammer og våtmarker i Håelvas nedbørfelt.



Figur 8.4. Fangdammer og våtmarker (renseparker) i Håelvas nedbørfelt.

### 8.1.2 Andre tiltak

#### **Mudring og habitatforbedrende tiltak**

I Håelva pågår for tiden et prosjekt med mudring av elvebunn i nedre del av vassdraget, samt utviding av elvebredden og nedlegging av substrat (se figur 8.5).

I samtaler med bønder både ved Håelva og andre steder på Jæren (f.eks. Blankenberg & Skarbøvik 2018) har vi forstått at det oppleves som en utfordring at det avleires sediment på elvebunnen, og at dette kan bidra til flomproblematikken.

På våre spørsmål har Fylkesmannen i Rogaland opplyst om at det er Fylkesmannens miljøvern-avdeling som behandler søknader om tiltak i vassdrag etter Forskrift om fysiske tiltak i anadrome deler av vassdrag. Rogaland fylkeskommune behandler søknader i ikke-anadrome deler av vassdrag. På anadrom strekning var det to søknader til uttak av masser i 2019, og fire i 2017. Det er kommet flere søknader etter at FM har gått tydeligere ut og veiledet om at dette er søknadspliktige tiltak;



søknadene gjelder både hovedløp og sidevassdrag, mens det ikke kommer søknader om grøfterensking. Det er derfor mulig at det fremdeles gjennomføres mudring uten søknad og tillatelse, spesielt i kanaler og grøfter. Det kan søkes om SMIL-midler til disse tiltakene.



Figur 8.5. Fra mudringsprosjektet i Håelva. Jordvullen langs kanten stammer antakelig fra utvidelsen av vassdraget, siden selve mudringen egentlig var såkalt ripping, uten å ta opp massene, men isteden skal de «løses» og transporteres videre nedover vassdraget. Foto: Eva Skarbøvik.

Massen som fjernes ved disse tiltakene legges sannsynligvis på jordene. Det er en utfordring at massene ofte ønskes lagt på områder som er utsatt for oversvømmelser og som kan være viktige for fuglelivet. Deponering av masser i de vassdragsnære områdene kan også gi økte tap av jord og næringsstoffer fra disse områdene.

Det er vesentlig å vite hvor sedimentene kommer fra, og hvorfor tilslammingen av elvebunnen eventuelt har økt de siste årene. Hvis det meste av sedimentet kommer fra kanterosjon vil det hjelpe å steinsette kantene, men dette kan neppe gjennomføres for hele vassdraget, og det vil derfor fremdeles pågå kanterosjon i deler som ikke er sikret. Det anbefales av Stranzl *et al.* (2018) å lage «et elveløp i elveløpet» (se figur 7 i sitert notat), men med stadig tilførsler av finkornet materiale er det fremdeles en fare for at elveløpet kan tilslammes. Dermed er det risiko for at de tiltakene som nå iverksettes må gjentas i årene som kommer. Ifølge det høye klimascenariet forventes hyppigheten av ekstrem nedbør å øke med 80 % mot slutten av dette århundret (Aamaas & Berg 2019). Slike episoder kan forverre kanterosjonen. I tillegg til en mer grundig undersøkelse av sedimentkilder, anbefales derfor også forsøk med planting av lavere trær og/eller vierarter langs vassdragene, for å redusere kanterosjonen (se f.eks. Blankenberg *et al.* 2017). Gras beskytter dårligere mot kanterosjon, og samtidig er det vanlig at elveløp med grasdekte kanter blir brattere og dermed enda mer utsatt for erosjon enn der det er trær og busker langs med kanten. Se f.eks. Skarbøvik *et al.* (2018) om et forsøk med treplanting på Østlandet; et tilsvarende prosjekt kunne vært forsøkt på Jæren, og da med tanke på hvilke arter som kan egne seg best i den type jord og klima vi finner i Rogaland.

### **Kommunalt og spredt avløp**

Når det gjelder spredt avløp antar vi at det ikke i særlig grad vil bli påvirket av klimaendringer. Høyere vanntemperatur om sommeren vil imidlertid føre til et økt potensial for algevekst på strekninger som er påvirket av utslipp fra spredt avløp. Økt nedbør vil også potensielt kunne redusere oppholdstiden og virkningsgraden i anlegg som er basert på infiltrasjon. Det bør derfor fortsatt være en prioritert oppgave å holde god kontroll med spredte avløpsløsninger, samt å øke tilknytningsgraden til kommunalt avløpsnett.

Den største utfordringen for avløpssektoren i et fremtidig klima er knyttet lekkasjer og overløp fra det kommunale ledningsnettet under kraftig nedbør. Det vil derfor være viktig å prioritere arbeid med å sanere gamle avløpsledninger, redusere mengden fremmedvann på avløpsnettet og redusere faren for overløp ved å dimensjonere avløpsnettet i forhold til fremtidige prognoser for korttidsnedbør (jf. Dyrddal & Førland 2019).

## 8.2 Tiltak ifølge tiltaksplan – er det mulig å oppnå god økologisk tilstand innen 2027?

I Tiltaksplan for Håelva fra 2017 er det beskrevet tiltak som bør settes i verk for å nå miljømålet (Steen Larsen 2017). De planlagte tiltakene er beskrevet i tabell 8.2 i den rekkefølgen de er fremstilt i Tiltaksplanen. Det er gitt en vurdering av effekten av tiltakene i et fremtidig klima basert på generell kunnskap om agronomi og nedbørfeltprosesser.

Tabell 8.2. Forslag til tiltak i jordbruket fra Tiltaksplan for Håelva (Steen Larsen 2017).

Tiltak ifølge tiltaksplanen	Betydning for vannmiljø i et fremtidig klima	Konsekvenser
Gjødsling etter jordas fosforstatus (bl.a. fosforfri mineralgjødsel)	Et viktig tiltak også i et fremtidig klima. Redusert fosforstatus i jorda har betydning for om fosfor løses ut fra oversvømte arealene. Mer nedbør gir større utvasking – redusert fosforstatus blir enda viktigere. Økt nedbørintensitet har liten betydning	Økte kostnader ved bruk av fosforfri gjødsel og til frakt av overskudd av husdyrgjødsel til andre arealer. Det forventes ingen avlingsnedgang.
Bedre drenering for å oppnå gode avlinger	Økt nedbørintensitet fører til behov for økt kapasitet på drenering for å unngå vannmetting og overflateavrenning. Samtidig kan drenering gir raskere transport av næringsstoffer fra dyrka mark til vassdrag og kan føre til raskere flommer og mer oversvømmelse nedstrøms	Drenering kan gi bedre avlinger, økt opptak i plantene og reduserte tap til vassdraget. Investering ved hjelp av SMIL-midler.
Økt presisjon i gjødslingen ved bruk av gjødsel-spreder med kantfunksjon	Viktig tiltak for å unngå uhell med spredning av gjødsel på kanten eller direkte i bekken. Uavhengig av klimaendringer	Et godt agronomisk tiltak
Bedre gjødselplanlegging ved hjelp av NLR kretsløpstolken	Økt utnyttelse av husdyrgjødsel til plantevekst har god effekt på overskudd av nitrogen, men ofte liten effekt på fosforutnyttelsen og dermed heller ikke effekt på fosfortapene. Uavhengig av klimaendringer	Et godt agronomisk tiltak
Punktutslipp: Lekkasjer på gjødselporter, overdekking av plansilo, pumper og slanger	Økt nedbørintensitet, spesielt i forbindelse med innlegging i silo (om sommeren) har betydning for lekkasjer fra plansilo og særlig i et fremtidig klima med mer nedbør	Krever investeringer
Økning av kapasitet på gjødsellager fra 8 til 10 måneder	Økt nedbør gir behov for økt kapasitet på gjødsellager (uten tak). Det vil også være behov for økt lagerkapasitet på grunn av økt risiko for ekstreme vær-situasjoner hvor det kan bli vanskelig å spre gjødsel	Krever investeringer
Lagring av rundballer minst 5 m fra vassdrag og maks. 2 baller i høyden	Økt nedbør ved innhøsting gir mer våt silo og større behov for gode rutiner for lagring uten tap av silosaft. Liten effekt av økt nedbørintensitet	
Ta vare på myrer og våtmarker. Oppdyrking bør ikke skje	Har betydning for å redusere flomrisiko nedstrøms	
Kantsoner 2 – 6 og 15 m uten gjødsling og jordarbeiding	Kantsoner er spesielt viktige på flomutsatte områder og det vil bli økt behov for kantsoner dersom risiko for oversvømmelser øker	Ugjødsel randsoner og vegetasjonssoner fører til redusert mat-/fôrproduksjon
Hydrotekniske tiltak for å hindre erosjon og tap av jord til vassdrag	Økt nedbørintensitet i et fremtidig klima fører til økt behov for hydrotekniske tiltak for å redusere risiko for overflateavrenning og erosjon	
Erosjonssikringstiltak	Økt nedbørintensitet i et fremtidig klima fører til økt hyppighet og størrelse på flomtopper. Det vil føre til økt risiko for kanterosjon i elven, med økt behov for erosjonssikring	Erosjonssikring og planting av busker langs elvekanter kan redusere behovet for mudring. Imidlertid viktig å kartlegge sedimentkildene

De gjennomførte og planlagte tiltakene antas ikke å være tilstrekkelige for å oppnå god økologisk status i Håelva i dagens klima. I et fremtidig klima vil det dessuten være behov for ytterligere tiltak.

### 8.3 Dagens virkemidler og økonomisk handlingsrom

Fra 2019 kan tiltaksgjennomføring i Håelvas nedbørfelt gjennomføres med tilskudd som beskrevet i Regionalt miljøprogram i Rogaland 2019-2022 og gjennom SMIL-ordningen (tabell 8.1).

Tiltakene er for det meste de samme som det ble gitt tilskudd til i RMP 2013-2016 kun med få endringer. Endringene omfatter at det ikke lenger i RMP 2019-2022 er tilskudd til rask nedmolding av husdyrgjødsel og at miljøavtaler fra 2019 inkluderer grasdekte ugjødsla kantsoner i tillegg til de andre tiltakene i miljøavtalene.

I et fremtidig klima er det som nevnt over økt behov for grasdekte ugjødsla kantsoner på grunn av økt risiko for oversvømmelse. Rask nedmolding kan ved økt nedbørintensitet føre til økt erosjon med store tap av partikler og næringsstoffer og det er riktig å ta tiltaket ut av tilskuddsordningene i forventning om fremtidig klima.

En del av tiltakene har fått nytt navn for å standardisere navnsettingen på tiltak for hele landet.

### 8.4 Tiltaksgjennomføring i et fremtidig klima og konsekvenser av ulike løsninger

Fremtidens klima vil påvirke prosesser som fører til erosjon og tap av jord og næringsstoffer. Landbrukstiltakene vil være omtrent de samme som i nåtidens klima, men med mer vektning på tiltak på flomutsatte arealer. Tabell 8.3 gir en oversikt over tiltakene med potensiale for gjennomføring og betydning i fremtidig klima. Økt nedbør vil stort sett føre til økte tap av jord og næringsstoffer og vil føre til at det blir større behov for alle tiltak. Økt frekvens og intensitet av nedbøren vil særlig gi økt behov for tiltak på flomutsatte arealer og økt behov for tiltak som bidrar til å redusere løsrivelse av partikler og partikkelbundne næringsstoffer.

Selv om det kan antas at diffuse kilder utgjør en stor andel av kildematerialet for eutrofibelastningen, er det likevel å anbefale å utføre kildeproving i nedbørfeltet. Dette bl.a. for å lokalisere punktkilder som det relativt enkelt kan utføres tiltak på, og å kartlegge sedimentkilder som bidrar til tilslamming, oversvømmelser og mudringsbehov.

Tabell 8.3. Forslag til tiltak i Håelvas nedbørfelt i lys av forventede klimaendringer.

Tiltak for bedre vannkvalitet	Potensiale for gjennomføring	Effekt	Betydning i fremtidig klima	Kommentarer/forutsetninger /virkning. Konsekvenser av tiltak
<b>GJØDSLINGSTILTAK</b>				
Fosforfri mineralgjødsel	På alle arealer der det kan spres husdyrgjødsel	Reduserte tilførsler av nærings-salter til vassdraget	Økt behov for dette tiltaket pga. økt risiko for næringsstofftap på grunn av økt nedbør og økt avrenning i et fremtidig klima	Reduserte utgifter til gjødsel i landbruket
Null-gjødsling med fosfor inklusive husdyrgjødsel på jord med høye fosfornivåer	Jordbruksareal med høye fosfornivåer	Næringsstofftap	Økt risiko på grunn av økt nedbørintensitet i et fremtidig klima og dermed økt løsrivelse av partikkelbundet fosfor; økt behov for dette tiltaket	Overskudd av husdyrgjødsel transporteres ut av området eller husdyrtettheten reduseres. Forutsetter bruk av fosforfri mineralgjødsel

Tiltak for bedre vannkvalitet	Potensiale for gjennomføring	Effekt	Betydning i fremtidig klima	Kommentarer/forutsetninger /virkning. Konsekvenser av tiltak
Miljøvennlig gjødselspredning (fortynning, nedlegging og spredning i vekstsesongen)	Overalt der det spres husdyrgjødsel	Næringsstofftap og tap av organisk stoff	Økt risiko for overflateavrenning i et fremtidig klima; økt behov for dette tiltaket	Gir større presisjon i gjødselspredningen og bedre infiltrasjon slik at en unngår overflateavrenning. Synergi med reduserte tap av ammoniakk
Forbud mot spredning av fosfor gjødsel på flomutsatte arealer	Omtrent 18 % av jorda er ifølge kartlegging flomutsatt eller grunnvannspåvirket	Fosfortap	Med økt nedbørintensitet blir det større risiko for oversvømmelse, reduserende forhold og utvasking av fosfor; økt behov for dette tiltaket	Overskudd av husdyrgjødsel transporteres ut av området eller husdyrtettheten reduseres Forutsetter bruk av fosforfri mineralgjødsel
Forbud mot spredning av fosfor på risikoarealer for utvasking	Arealer med jord som har lav bindingskapasitet for fosfor (jord med lavt innhold av jern- og aluminiumoksider)	Fosfortap	Økt risiko for næringsstofftap på grunn av økt nedbør og økt avrenning i et fremtidig klima; økt behov for dette tiltaket	Krever kartlegging av jord med hensyn til risiko for utvasking
<b>KANTSONER</b>				
Ugjødsla kantsone i eng (4 m) og grasdekt kantsone i åker (6 m) rundt kummer for inntak av overflatevann og andre steder der overflatevann dannes og renner rett i elva	Areal rundt inntakskummer for overflatevann (ukjent areal) og enkelte areal langs vannforekomster	Partikkel- og næringsstofftap og tap av organisk stoff	Økt risiko for næringsstofftap i et fremtidig klima og derfor økt behov for dette tiltaket	Avlingsreduksjon på de grasdekte ugjødsla kantsonene
Grasdekte ugjødsla kantsone i eng (4 m) langs åpent vann.	Alle jordbruksarealer langs åpent vann	Partikkel- og næringsstofftap og tap av organisk stoff	Økt risiko for næringsstofftap i et fremtidig klima og derfor økt behov for dette tiltaket	Avlingsreduksjon på de grasdekte ugjødsla kantsonene
Grasdekte kantsoner i åker (6 m) for arealer med korn, potet og grønnsaker	Tiltaket gjelder en liten del av arealet (ca. 5 % areal med korn, potet og grønnsaker)	Partikkel- og næringsstofftap	Økt risiko for erosjon og næringsstofftap i et fremtidig klima og derfor økt behov for dette tiltaket	Avlingsreduksjon (korn, potet og grønnsak) siden areal settes av til gras, også begrenset grasproduksjon på dette arealet, siden det ikke gjødsles
Kantsoner med busker og trær	Jordbruksarealer langs åpent vann	Redusert tilførsel av næringsstoffer til vassdraget og bedre forhold for biologien	Økt behov for dette tiltaket pga. økt temperatur og økt avrenningsintensitet i et fremtidig klima	Manglende avling på kantsonene

Tiltak for bedre vannkvalitet	Potensiale for gjennomføring	Effekt	Betydning i fremtidig klima	Kommentarer/forutsetninger /virkning. Konsekvenser av tiltak
<b>PUNKTUTSLIPP</b>				
Tette lekkasjer på gjødsellager	Ukjent hvor mye dette betyr i nedbørfeltet	Næringsstoffer, organisk stoff	Vil ikke være påvirket av klimaendringer	Investeringskostnader
Dekke over plansilo for å unngå innstrømning av overflatevann	Ukjent hvor mye dette betyr i nedbørfeltet	Næringsstoffer, organisk stoff	Nedbørmengde og -intensitet har stor effekt på risiko for lekkasjer	Investeringskostnader
Tilstrekkelig lagerkapasitet for husdyrgjødsel	Den nåværende lagerkapasiteten er ukjent	Næringsstofftap og tap av organisk stoff	Fleksibilitet i forhold til spredning av husdyrgjødsel avhenger av at det er tilstrekkelig lagerkapasitet	Vanninnblanding er viktig for å øke infiltrasjon av gjødsel i jorda og dermed øke utnyttelse av næringsstoffene
Lagring av siloballer med oppsamling av silosaft	Potensiale ukjent	Næringsstoffer, organisk stoff	Risiko for overflateavrenning har stor betydning	Krever investering
Lagring av siloballer utenfor arealer med risiko for over-svømmelse og arealer uten drenering	Viktig tiltak, ukjent omfang	Næringsstoffer, organisk stoff	Risiko for over-svømmelse har stor betydning for tap av silosaft og organisk materiale	
Stoppe utslipp fra veksthus og vask av fjørfehus	Lite omfang av veksthus og fjørfeproduksjon	Næringsstoffer, organisk stoff	Uavhengig av klimaendringer	
Redusere utslipp fra kommunale avløp	Potensiale ukjent	Næringsstoffer, organisk stoff	Økt behov for dette tiltaket pga. økt risiko for næringsstofftap ved økt nedbør og avrenning i et fremtidig klima	Krever investeringer
<b>GRØNNE TILTAK</b>				
Habitatforbedrende tiltak som substratforbedring (steinlegging/gytegrus i elvebunn), planting av kantsoner med busker og trær	Bør vurderes for hele vassdraget, og særlig de midtre og nedre delene	Forbedring av økologisk tilstand for Biologi, inkl. begroing-alger, bunndyr og fisk	Trær og busker skygger for sola og kan hindre raske temperaturstigninger om sommeren. Busker/trær langs kantene reduserer risiko for kanterosjon og avrenning av næringsalter og partikler ved kraftig nedbør	Økt sannsynlighet for bedring av økologisk tilstand i elva. Noe redusert jordbruksareal, som kan gi krav om økonomisk kompensasjon

Tiltak for bedre vannkvalitet	Potensiale for gjennomføring	Effekt	Betydning i fremtidig klima	Kommentarer/forutsetninger /virkning. Konsekvenser av tiltak
Bevaring av myrer og våtmarker for flomdemping og vannhusholdning generelt	Alle udyrkede myrer og våtmarker	Flomdemping, redusert effekt av tørkeperioder	Betydning for flomdemping nedstrøms. Kan gi mindre problemer ved tørke	Redusert risiko for flomskader. Hvis myr og våtmark i tillegg restaureres/tilbakeføres, vil dette redusere jordbruksarealet
Endre arealbruk på sårbare områder	Arealer som er egnet for energiskog, pollinatorformål, bærbusker, kirsebærtrær	Kan redusere erosjon og avrenning av nærings-salter og gi økt biologisk mangfold	Økt betydning i fremtidig klima	Økonomiske konsekvenser og virkemidler må vurderes
Mudring	Nederste delen av elva	Forbedre økologisk tilstand for biologi, inkl. bunndyr og fisk	Økt behov for dette tiltaket pga. økt risiko for næringsstofftap ved økt nedbør og avrenning i et fremtidig klima	Økonomiske konsekvenser og virkemidler må vurderes

Det kan angis tre ambisjonsnivå eller faser for gjennomføringen av de foreslåtte tiltakene (tabell 8.3). Gjennomføringsgraden er angitt i parentes i listen under. Det er lagt vekt på tiltak som reduserer tap av partikler og næringsstoffer, spesielt fosfor.

Første ambisjonsnivå omfatter:

- Kildesporing av næringsstoffer og partikler
- Tiltak mot punktutslipp (100 %), herunder utslipp fra gjødsellagre, silosaft, veksthus og vask av fjørfehus.
- Gjødslingstiltak
  - Fosforfri mineralgjødsel overalt på arealer med P-AL>14 (er for det meste allerede gjennomført)
  - Null-gjødsling med fosfor på flomutsatte arealer med P-AL>14 som oversvømmes sjeldnere enn hvert 3 år og på alle arealer som oversvømmes oftere enn hvert 3 år
  - Halvering av gjødsling med fosfor på alle andre arealer med P-AL>14
  - Miljøvennlig gjødselspredning (75 % av arealet, med fokus på areal nært vassdrag og inntakskummer for grøfter)
  - Begrensing i tillatt spredning av fosfor på risikoarealer for utvasking - forutsetter kartlegging av risikoarealer
- Kantsoner
  - Ugjødsla kantsone rundt kummer (100 % av arealet)
  - Ugjødsla kantsone i eng mot åpent vann (50 % av arealet)
  - Grasdekt kantsone i åker mot åpent vann (75 % av arealet)
- Endre arealbruk (f.eks. energiskog, bærbusker og frukttrær) på flomutsatte arealer og arealer med stor risiko for utvasking av fosfor (30 % av arealet)
- Busker og trær i utvalgte kantsoner, kombinert med overvåking av erosjon og overlevelse av de planta trærne.
- Vurdere aktuelle lokaliteter for etablering av rensedamper samt vurdere utforming for best mulig renseseffekt
- Kommunalt avløp saneres, fremmedvann reduseres og økt dimensjonering for å unngå overløp
- Mudring gjennomføres for å forbedre av forholdene for biologien i vassdraget

Andre ambisjonsnivå omfatter:

- Gjødslingstiltak
  - Null-gjødsling med fosfor på arealer med P-AL>14
  - Miljøvennlig gjødselspredning (100 % av arealet)
  - Forbud mot spredning av fosfor på risikoarealer for utvasking - forutsetter kartlegging av risikoarealer
- Kantsoner
  - Ugjødsla kantsone i eng mot åpent vann (100 % av arealet)
  - Grasdekt kantsone i åker mot åpent vann (100 % av arealet)
- Endre arealbruk (f.eks. energiskog, bærbusker og frukttrær) på flomutsatte arealer og arealer med stor risiko for utvasking av fosfor områder (60 % av arealet)
- Busker/trær langs erosjonsutsatte elve-/bekkekanter, basert på overvåking i ambisjonsnivå 1. I tilstøtende areal bør det fortsatt være ugjødsla kantsoner i eng eller grasdekt kantsone i åker
- Etablering av rensedamper

Tredje ambisjonsnivå omfatter:

- Gjødslingstiltak
  - Gjødsling etter anbefalt gjødsling i forhold til P-AL på arealer med P-AL<14
  - Forbud mot spredning bruk av fosforgjødsel på flomutsatte arealer (100 % av arealet)
- Endre arealbruk (f.eks. energiskog, bærbusker og frukttrær) på flomutsatte arealer og arealer med stor risiko for utvasking av fosfor områder (100 % av arealet)
- Utvide utplantning av busker/trær langs vassdrag til stadig større del av nedbørfeltet.

En vesentlig grunn til høye fosforkonsentrasjoner i Håelva er fosfornivået i landbruksjorda (ofte målt som P-AL). Eldre data viser at det er høyt fosforinnhold i jorda. Forbedring i vannkvaliteten forutsetter en reduksjon i jordas fosforinnhold. Både den løste og den partikkelbundne delen av fosforavrenningen blir påvirket av jordas fosforinnhold. Et viktig grunnlag for å planlegge effektive tiltak som kan redusere jordas fosforstatus er å få tilgang til alle data over P-AL-status i jord. I dag er disse data ikke tilgjengelige for forvaltningen. I forbindelse med miljøavtaler er det mulig å legge inn et krav om dokumentasjon.

Fosforinnholdet i jorda kan reduseres ved å spre mindre husdyrgjødsel enn det som tas opp i plantene og høstes. En slik begrensning i spredning av husdyrgjødsel betyr at ikke all tilgjengelig husdyrgjødsel kan spres på arealene. Det betyr igjen at husdyrtettheten må reduseres, eller at husdyrgjødsel må transporteres bort eller brukes på annen måte. Det er gjort en studie som illustrerer konsekvensene ved å transportere husdyrgjødsel over lange avstander (Hanserud *et al.* 2016). Ved bruk av husdyrgjødsel i biogassanlegg blir det en biorest (den tørre delen) som inneholder det meste av fosforet og som kan flyttes til områder med behov for gjødsel.

Prosjektet har ikke hatt som oppgave å gjennomføre en kost-effektanalyse av disse tiltakene, men en slik analyse kan anbefales. Dette er dessuten anbefalt i vannforskriften før prioritering av tiltak.

## 9 KONKLUSJONER

- Hovedutfordringen i forhold til fremtidige klimaendringer i området vil knytte seg til økt temperatur og nedbør, spesielt utsiktene til hyppigere og mer intens korttidsnedbør.
- Økt lufttemperatur vil medføre lengre vekstsesong, økt fare for sommertørke, høyere vann-temperatur og større oksygenforbruk om sommeren, noe som kan være en stressfaktor for vannlevende organismer. Økt vanntemperatur øker også potensialet for algevekst i elver og innsjøer, inkludert økt risiko for oppblomstring av giftige cyanobakterier i innsjøer.
- Økt frekvens og intensitet av korttidsnedbør øker faren for kanterosjon langs elva og overflateavrenning med erosjon fra landbruksarealer, samt risiko for lekkasjer og overløp fra kommunalt kloakknnett. Det øker også faren for oversvømmelser i lavereliggende områder med dertil risiko for tap av næringsstoffer fra jordoverflaten. I tillegg vil en generell økning i årsnedbøren føre til et større potensial for utvasking og transport av næringsstoffer til elva og videre ut til havet.
- De viktigste tiltakene på flomutsatte arealer er tiltak som gir redusert innhold av fosfor i jorda. Tiltak som gjennomføres for å redusere jordas fosforstatus vil også være et viktig tiltak for å redusere fosforutvasking, som blir større med mer nedbør.
- Mange tiltak er gjennomført i Håelvas nedbørfelt, men det gjenstår fortsatt reduksjon i jordas fosforinnhold. Det er en prosess som skjer over lang tid.
- Meget høy fosforstatus i jorda i landbruket er en vesentlig årsak til høye fosforkonsentrasjoner i Håelva. Mange tiltak er gjennomført i Håelvas nedbørfelt, men det gjenstår fortsatt reduksjon i jordas fosforinnhold. Det er en prosess som skjer over lang tid. Detaljerte opplysninger om fosforstatus er grunnlag for optimal planlegging av tiltak både med dagens klima og et fremtidig klima.
- Etablering av kantsoner med busker og trær har en flernytte-effekt og bør gjøres snarest mulig i så stor del av vassdraget som mulig og særlig i midtre og nedre deler. Dette vil redusere tilførsler av næringsalter og partikler til elva, dempe erosjon, gi skygge og avkjøling av vannet om sommeren, bedre den økologiske tilstanden og gi økt biologisk mangfold i området.
- Endring i arealbruken med fokus på energiskog, bærbusker og frukttrær vil også sannsynligvis bedre tilstanden i vassdraget og være positivt for pollinatorformål.



- Borttransport av en del av husdyrgjødsel eller redusert husdyrtetthet er en forutsetning for lavere fosforkonsentrasjoner i vassdraget. Husdyrgjødsel kan f.eks. omsettes til biogass og den tørre delen fraktes ut av området.
- Tap av partikler og næringsstoffer er særlig store fra arealer som jordarbeides, det vil i hovedsak si åpen åker. Det er lite åpen åker i nedbørfeltet til Håelva men det er likevel viktig å sette inn tiltak på disse arealene som kan være risikoarealer. De viktigste tiltakene på åpen åker i et fremtidig klima er gjødslingsplanlegging, fangvekster etter høsting, grasdekt kantsone i åker og fangdam. For korn er overvintring i stubb et viktig tiltak, særlig ved økt nedbør og økt nedbørintensitet.
- Den største utfordringen for avløpssektoren i et fremtidig klima er knyttet lekkasjer og overløp fra det kommunale ledningsnett under kraftig nedbør. Det vil derfor være viktig å prioritere arbeid med å sanere gamle avløpsledninger, redusere mengden fremmedvann på avløpsnett og redusere faren for overløp ved å dimensjonere avløpsnett i forhold til fremtidige prognoser for korttidsnedbør.
- Når det gjelder spredt avløp vil økt nedbør potensielt kunne redusere oppholdstiden og virkningsgraden i anlegg som er basert på infiltrasjon. Det bør derfor fortsatt være en prioritert oppgave å holde god kontroll med spredte avløpsløsninger, samt å økte tilknytningsgraden til kommunalt avløpsnett.

## 10 REFERANSER

- Aamaas B. & A. Berg, 2019. Del 1. Overordnet analyse av konsekvenser av klimaendringer på natur og samfunn i Rogaland. *CICERO report 2019:19*.
- Aas, W., M. Fiebig, S. Solberg & K.E.Yttri, 2019. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual report 2018. *NILU report 8/2019*.
- Ballantine, D.J. & C.C. Tanner, 2010. Substrate and filter materials to enhance phosphorus removal in constructed wetlands treating diffuse farm runoff: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53: 71-95, doi:10.1080/00288231003685843.
- Bechmann, M., M. Stenrød, I. Greipsland, M. Hauken, J. Deelstra, H. O. Eggestad & G. Tveiti, 2017. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2016. *NIBIO Rapport 2 (71) 2017*.
- Blankenberg A.-G. B. & E. Skarbøvik, 2018. Kartlegging av kantsoner langs jordbrukskanaler og -elver i Rogaland; Forprosjekt. *NIBIO Rapport 4(87) 2018*.
- Blankenberg, A.-G. B., E. Skarbøvik & S. Kværnø, 2017. Effekt av buffersoner - på vannmiljø og andre økosystem-tjenester. *NIBIO Rapport 3(14) 2017*.
- Braskerud, B.C. & Ø. Løvstad, 2002. Tilbakeholding av algetilgjengelig fosfor i konstruerte våtmarker. *Jordforsk rapport nr. 83/02 2002*.
- Carstensen, M.V., S.E. Larsen, C. Kjærgaard & C.C. Hoffmann, 2019. Reducing adverse side effects by seasonally lowering nitrate removal in subsurface flow constructed wetlands. *Journal of Environmental Management* 240: 190-197. doi:10.1016/j.jenvman.2019.03.081.
- Couture, R.-M., S.J. Moe, Y. Lin, Ø. Kaste, S. Haande & A. Lyche Solheim. 2018. Simulating water quality and ecological status of Lake Vansjø, Norway, under land-use and climate change by linking processoriented models with a Bayesian network. *Sci. Tot. Env.* 621:713-724.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. *Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften, Veileder 02:2018*.
- Dyrddal A.V. & E. J. Førland, 2019. Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge. *NCCS report 5/2019*.
- Futter, M. N., M. A. Erlandsson, D. Butterfield, P. G. Whitehead, S. K. Oni, & A. J. Wade, 2014. PERSiST: a flexible rainfall-runoff modelling toolkit for use with the INCA family of models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18: 855-873.
- Grønsten, H.A., A. Hauge, H. Borch & A. B. Blankenberg, 2008. Fangdammer – effektive oppsamlere av jord og næringsstoffer. *Bioforsk Tema 3(13)*.
- Hanserud, O.S., K. Lyng, J.W.D. Vries, A.F. Øgaard & H. Brattebø, 2016. Redistributing Phosphorus in Animal Manure from a Livestock-Intensive Region to an Arable Region: Exploration of Environmental Consequences. *Sustainability* 9, 595. doi:10.3390/su9040595
- Hanssen-Bauer, I., E. J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg & B. Ådlandsvik, 2015: Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert 2015. *NCCS rapport no. 2/2015, ISSN nr. 2387-3027*.
- Hellen, B.A., 2015. Klassifisering av ulike deler av Håelvavassdraget basert på bunndyrsamfunn. *Rådgivende Biologer AS, rapport 2171*.
- Hisdal H., D. Vikhamar-Schuler, E.J. Førland & I. Brox-Nilsen [red.], 2017. Klimaprofiler for fylker. Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning. *NCCS rapport no. 3/2017*.
- Ho, J.C., A.M. Michalak & N. Pahlevan, 2019. Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s. *Nature* 547: 667-670 (doi:10.1038/s41586-019-1648-7).
- Höglind, M., T. Persson, L. Østrem, M. Jørgensen, S. Dalmannsdottir & O.A. Rognli, 2016. Landbruk og klimaendringer. *Vedlegg til rapport om Effekter av endret klima og behov for tilpasninger. Norsk grovfôrproduksjon*. (<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/landbruk-og-klimaendringer/id2476389/>)

- Höglind, M., S.M. Thorsen, & M.A. Semenov, 2013. Assessing uncertainties in impact of climate change on grass production in Northern Europe ensembles of climate models. *Agricultural and forest meteorology* 170: 103-113.
- JOVA 2019. Program for jord- og vannovervåking i landbruket. Datauttrekk 1. november 2019.
- Larsen, B.M. & J.H. Magerøy, 2019. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2018. *Norsk institutt for naturforskning, NINA Rapport 1686*.
- Larsen, B.M., 2013. Problemkartlegging med tilknytning til elvemusling i Håelva og forslag til tiltaksplan for å ta vare på og styrke bestanden i vassdraget. *Norsk institutt for naturforskning, NINA Rapport 911*.
- Molversmyr, Å., 2018. Vurdering av resultater fra problemkartlegging av mindre bekker og elver i Time, Klepp og Hå 2016-2017. *NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport - 2018/365*.
- Molversmyr, Å., M. Bechmann, H.O. Eggestad, A. Pengerud, S. Turtumøygard & E. Rosvoll, 2008. Tiltaksanalyse for Jærvassdragene. *International Research Institute of Stavanger, rapport IRIS - 2008/028*.
- Molversmyr, Å., T. Stabell, A. Engh & S.W. Hereid, 2019. Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2018. *NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport 004-2019*.
- Persson, T. & M. Höglind, 2014. Impact of climate change on harvest security and biomass yield of two timothy ley harvesting systems in Norway. *Journal of Agricultural Science* 152: 205-216.
- Persson, T., M. Höglind, S. Dalmannsdottir, M. Jørgensen, O.A. Rognli & L. Østrem, 2017. Dyrking av grovfôr i et endret klima. *NIBIO pop 3 (24)*.
- Schinegger, R., L. Schülting, S. Schmutz, A. Lyche Solheim, S. Birk, C. Feld, D. Hering, M. Kuijper, C. Chrzanowski, T. Buijse, A. Borja, M. Venohr & L. Globevnik, 2018. MARS Recommendations on how to best assess and mitigate impacts of multiple stressors in aquatic ecosystems. *MARS project deliverable 8.2*. <http://mars-project.eu>.
- Skarbøvik, E., S. Martinsen, A.-G. B. Blankenberg & C. R. Isdahl, 2018. Treplanting langs vann i jordbruksområde. Overlevelse av trær og grunneiers erfaringer. Våler kommune i Østfold (Vannområde Morsa). *NIBIO Rapport 4/30/2018*.
- Steen Larsen, E., 2017. Tiltaksplan for Håelva. *Time og Hå kommune, mai 2017*.
- Stranzl, S., H. Skoglund & U. Pulg, 2018. Forslag til habitatforbedrende tiltak i nedre Håelva. *NORCE, notat november 2018*.
- Sævarsson, H., 2014. Nedvasking av fosfor gjennom ulike jordprofiler fra Jæren. Lysimeterforsøk. *Masteroppgave fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet*.



NORCE Norwegian Research Centre AS  
[www.norceresearch.no](http://www.norceresearch.no)