

Madelen Timannsvik

# Genredigering i naturforvaltning i Norge, og hvordan genredigeringen blir brukt på organismer for å tilpasse dem geografiske forhold.

Tilpasning gjennom teknologi: Bruk av genredigering for å skreddersy organismer til Norges unike miljø

Bacheloroppgave i Geografi  
Veileder: Elaina Jacqueline Wiljanen Weber  
Mai 2024



Madelen Timannsvik

# **Genredigering i naturforvaltning i Norge, og hvordan genredigeringen blir brukt på organismer for å tilpasse dem geografiske forhold.**

Tilpasning gjennom teknologi: Bruk av genredigering for å  
skreddersy organismer til Norges unike miljø

Bacheloroppgave i Geografi  
Veileder: Elaina Jacqueline Wiljanen Weber  
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap  
Institutt for geografi



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



## **Innholdsfortegnelse**

### **1. Innledning**

- Bakgrunn
- Formål med oppgaven
- Problemstilling

### **2. Bakgrunnsinformasjon**

- Historisk kartlegging av genredigering og kloning
- Tidligere anvendelser av bioteknologi i naturforvaltning

### **3. Teoretisk rammeverk**

- Genredigering og kloning: Nåværende teknologier og metodikker

### **4. Metodikk**

- Oversikt over forskningsdelen
- Valg av dokumenter
- Søkeprosess og utvalgsriterier
- Første runde av sortering
- Andre runde av sortering
- Analytiske koder
- Resultater

### **5. Miljømessige implikasjoner**

- Langsiktige effekter og risikoer
- Bærekraft og bevaringstiltak
- Vurdering av bærekraftsmål
- Tilpasning av juridiske rammeverk
- Samarbeid mellom stakeholdere
- Utvikling av etiske retningslinjer
- Monitorering og vurdering av langtidseffekter

### **6. Juridiske og regulatoriske rammer**

- Nasjonale og internasjonale lovgivninger
- Anbefalinger for fremtidig regulering

### **7. Diskusjon**

- Sammenfatning av funn
- Etiske og miljømessige implikasjoner
- Veier for videre forskning
- Implementering av genredigeringsteknologi

## **8. Konklusjon og anbefalinger**

- Hovedfunn og refleksjoner
- Fremtidige tiltak og forskningsområder
- Avsluttende tanker

## **9. Referanser**

# **1. Innledning**

## Bakgrunn

Genredigering har revolusjonert feltene bioteknologi og naturforvaltning ved å tilby presise verktøy for å endre organismer på genetisk nivå. I Norge har interessen for genredigering i naturforvaltning økt som en mulighet til å tilpasse arter til endrede miljøforhold, bekjempe invasive arter, og forbedre genetisk mangfold. Grunnen til at jeg har valgt å skrive om dette temaet er fordi jeg synes det er utrolig spennende, og så finnes det ikke så altfor mye informasjon om det enda. Det er et tema som er stadig under utvikling, og som krever at vi er åpen for endringer. Denne teknologien gir håp om innovative løsninger på noen av dagens mest presserende miljøutfordringer, men reiser også spørsmål om etikk og bærekraft.

## Formål med oppgaven

Formålet med min bacheloroppgave er å utforske bruken av genredigeringsteknologi i naturforvaltningen i Norge, med spesiell vekt på teknologiens effektivitet, bærekraftighet og de etiske implikasjonene knyttet til modifisering av organismer. Dette inkluderer en dypere vurdering av hvordan slike teknologier potensielt kan påvirke økosystemer og juridiske rammeverk. Studien vil vurdere teknologiens effektivitet, bærekraft, og etiske implikasjoner ved å modifisere organismer for å bedre tilpasse dem til miljøendringer eller kontrollere befolkninger av visse arter.

Jeg sikter mot å tilføre ny kunnskap om mulige fordeler og risikoer ved bruk av genredigering, og hvordan disse kan balanseres for å oppnå en bærekraftig forvaltning av naturressurser.

I mitt arbeid vil jeg belyse nøkkelaspekter ved genredigering, blant annet teknologiens kapasitet til å møte utfordringer som klimaendringer og tap av biodiversitet. Jeg vil også vurdere hvordan genredigering kan integreres i eksisterende politikk og praksis, samt undersøke hvilke etiske hensyn som må overveies når man griper inn i naturens genetikk på denne måten.

### Problemstilling

Hovedproblemstillingen i oppgaven er: "Hvordan kan genredigering bidra til naturforvaltning i Norge, og hva er de potensielle etiske og miljømessige implikasjonene?" For å svare på dette vil oppgaven fokusere på følgende spørsmål:

1. Hvordan anvendes genredigeringsteknologier i naturforvaltning i Norge i dag?
2. Hvilke etiske overveielser oppstår i bruk av genredigering for å manipulere levende organismer i naturforvaltning?
3. Hvilke miljømessige risikoer og fordeler kan være assosiert med slik teknologi?

Disse delene vil danne grunnlaget for resten av oppgaven, hvor jeg vil gå dypere inn i de teknologiske, juridiske og praktiske aspektene ved bruk av genredigering i naturforvaltningen. Dette vil gi en helhetlig forståelse av både de vitenskapelige mulighetene og de etiske dilemmaene teknologien bringer med seg.

## **2. Bakgrunnsinformasjon**

### Historisk kartlegging av genredigering og kloning i Norge

Historisk sett har Norge vært involvert i forskning på genredigering og kloning av dyr, men det har vært betydelige etiske og juridiske spørsmål som har veid tungt i denne forskningen.

Genredigering og kloning har utviklet seg over flere tiår og involverer teknikker som tillater vitenskapelige endringer på DNA-nivå i levende organismer. I Norge startet interessen for genetiske teknologier spesielt i løpet av de siste tretti årene, parallelt med globale vitenskapelige fremskritt (Eggestøl, 2023). Kloning av dyr, som sau og storfe, i tidlige eksperimenter viste potensialet for å produsere genetisk identiske individer for

landbruksformål. Disse tidlige forsøkene la grunnlaget for mer avanserte teknikker som CRISPR-Cas9, som nå er den ledende teknologien innen genredigering på grunn av sin presisjon og effektivitet (Jenssen, 2023).

### Tidligere anvendelser av bioteknologi i naturforvaltning

Historisk sett har bioteknologi vært brukt i naturforvaltning primært gjennom selektiv avl og genetiske modifikasjoner for å forbedre planters og dyrs egenskaper. I nyere tid, med fremveksten av genredigering, har potensialet for direkte og målrettet manipulasjon av genetiske egenskaper i ville arter åpnet for nye naturforvaltningsstrategier (Myskja, 2024). Eksempler inkluderer genredigerte planter som kan tåle ekstreme værforhold, eller dyr hvor bestemte gener er redigert for å kontrollere sykdomsspredning. I Norge har anvendelsen vært forsiktig, med betydelige etiske og miljømessige hensyn tatt i betraktning (Myskja, 2024).

Dette teoretiske rammeverket gir en bred oversikt over hvordan genredigering og kloning har utviklet seg og blir brukt i dagens naturforvaltning, med et spesielt fokus på situasjonen i Norge.

## **3. Teoretisk rammeverk**

### Genredigering og kloning: Nåværende teknologier og metodikker

Moderne genredigeringsteknologier, spesielt CRISPR-Cas9, har transformert mulighetene innen naturforvaltning. Denne metoden gjør det mulig å utføre presise endringer i organismers genomer, noe som kan anvendes for å styrke motstandsdyktighet mot sykdommer, tilpasse arter til endrede klimatiske forhold, eller kontrollere populasjoner av invasive arter (Dassler m.fl, 2022). I Norge har forskning og anvendelse av CRISPR i naturforvaltning vært gjenstand for både vitenskapelig og offentlig debatt, spesielt med tanke på de etiske implikasjonene og behovet for regulering (Jenssen, 2023).



#### **4. Metodikk**

##### Oversikt over forskningsdelen

For å samle nødvendig informasjon om emnet, har jeg anvendt Atekst, et verktøy som muliggjør dybdesøk i et bredt spekter av artikler på nett. Mitt søk ble ledet av nøye utvalgte søkeord for å sikre relevans og aktualitet i dataene som ble samlet inn. Søkeordene inkluderte kombinasjoner som "Genredigering AND naturforvaltning" og "Genredigering OG Genteknologi AND bærekraft", spesifikt avgrenset til de siste tre årene for å sikre relevansen av informasjonen. Dette ga et bredt utvalg av resultater, fra over 1400 til kun to, avhengig av søkekriteriene. Etter en første sortering basert på relevans og duplikater, ble 36 artikler valgt ut for videre analyse.

##### Valg av dokumenter

I denne teksten har jeg anvendt bruk av dokumentanalyse fordi jeg har valgt å fokusere på å analysere dokumenter i deres naturlige kommunikasjonskontekst, ofte brukt innen kvalitativ forskning. Dokumentanalysen fokuserer på å tolke dokumenter for å gi innsikt i emnet, enten det er offentlige poster, møtereferater, avisartikler, e-poster, eller andre skriftlige materialer. I denne sammenheng er det mest avisartikler som er blitt brukt. Denne metoden kan være nyttig for å forstå politiske beslutninger, organisasjonsstrukturer, kulturelle praksiser, eller historiske perspektiver.

De utvalgte dokumentene varierte i innhold og perspektiv, inkludert forskningsartikler om Crispr og genredigering, avisartikler som diskuterer den offentlige og faglige debatten om genredigering i Europa, og publikasjoner fra naturvernforbundet som kritiserer uforsiktig genredigering på dyr. Valget ble informert av en intensjon om å fange opp et bredt spekter av synspunkter og forskningsresultater. Dette inkluderte spesielt dokumenter forfattet av norske forskere, for å gi en lokalt relevant kontekst til diskusjonen om genredigering i naturforvaltning i Norge.

I arbeidet med å samle inn relevant informasjon til min bacheloroppgave om genredigering i naturforvaltning, benyttet jeg Atekst som hovedverktøy for å utføre et bredt søk i tilgjengelige artikler. Prosessen med å filtrere og sortere artiklene ble utført i flere trinn, med spesielt fokus på søkeord, tidsrammer og søketreff for å sikre at kun de mest relevante artiklene ble inkludert i analysen.

### Søkeprosess og Utvalgsriterier

For å sikre en grundig og relevant litteraturgjennomgang for dette studiet, ble det anvendt en totrinns søke- og sorteringsprosess som utnyttet både digitale databaser og manuell vurdering for å identifisere og inkludere de mest relevante artiklene.

Initialt ble et sett med nøye utvalgte søkeord brukt for å gjennomføre en omfattende søk i databasen Atekst. Søkeordene inkluderte "Genredigering AND naturforvaltning" og "CRISPR AND bærekraft," spesifikt avgrenset til publikasjoner fra de siste tre årene for å sikre aktualitet og relevans. Denne prosessen genererte et bredt utvalg av artikler som varierte sterkt i relevans, fra over 1400 ned til bare to eller tre, avhengig av søkekriterienes spesifisitet.

### Første runde av sortering

I den første sorteringen ble artikler ekskludert basert på deres titler og sammendrag. Artikler som klart var irrelevante for temaet, som de som fokuserte utelukkende på planter når studien hovedsakelig fokuserte på dyr, eller de som ikke primært omhandlet genredigering, ble fjernet. Dette reduserte antallet potensielle kilder betydelig og tillot en mer håndterbar mengde for videre analyse.

Gitt det brede spekteret av søketreff, ble en første runde av sortering nødvendig for å håndtere det store volumet av informasjon. Denne første sorteringen fokuserte på å eliminere artikler som åpenbart var irrelevante for forskningstemaet. Kriteriene for utelukkelse omfattet artikler som primært handlet om planter, der genteknologi ikke var sentralt, eller duplikater av samme artikkel. Dette tillot en reduksjon til 36 artikler som anses som potensielt relevante for videre analyse.

Denne metoden for søk og sortering ved hjelp av Atekst, med nøye valgte søkeord og en definert tidsramme, sørget for en effektiv innsamling av relevant litteratur. Ved å anvende en strategisk tilnærming til både søk og sortering, var jeg i stand til å kondensere et bredt utvalg av informasjon ned til et håndterbart antall artikler for grundig gjennomgang og analyse i forhold til mitt forskningstema.

### Andre runde av sortering

Den andre runden involverte en grundig gjennomgang av de gjenværende artiklenes fulltekst for å vurdere deres tematiske relevans til forskningsspørsmålene. Her ble artikler valgt ut som tilførte innsikt og dybde til diskusjonen om genredigering i naturforvaltning, spesielt de som adresserte etiske og regulatoriske aspekter ved slik teknologi i Norge. Kun noen få artikler ble ekskludert i denne runden, basert på deres mangel på direkte bidrag til studiens tema.

I andre runde med sortering var målet å kutte ut enda flere artikler, og i prosessen med å analysere og velge ut artikler for min oppgave, la jeg vekt på deres direkte bidrag til forskningsspørsmålene om genredigering og kloning av dyr i Norge. Jeg prioriterte artikler som introduserte ny innsikt og hadde en høy analytisk dybde. Troverdigheten til kildene var avgjørende, og jeg fokuserte spesielt på artikler relevante for den norske konteksten og de som reflekterte de siste vitenskapelige utviklingene. Det var også viktig for meg å inkludere arbeid som omhandlet de etiske og regulatoriske aspektene ved denne forskningen, for å forstå både vitenskapens fremgang og det juridiske rammeverket som omgir den.

### Analytiske Koder

I analysen av innsamlet materiale anvendte jeg et sett med forhåndsdefinerte koder for å organisere og strukturere dataene. Disse kodene inkluderte "Norge i forhold til andre land", "geografiske tilpasninger", "genteknologier, skepsis og risiko", "langsiktige miljøeffekter og bærekraft", "juridiske tiltak og rammer/andre tiltak" og "etiske overveielser". Disse kodene tjente som en guide for å tematisk analysere tekstene, og hjalp til med å identifisere gjentakende temaer og perspektiver relatert til anvendelsen av genredigeringsteknologier i naturforvaltning. Gjennom denne prosessen var jeg i stand til å skille mellom teknologiens potensielle fordeler, de etiske dilemmaene det reiser, og de praktiske utfordringene med implementering i naturforvaltningen.

### Resultater

Da jeg hadde gått gjennom alle de ulike dokumentene så satt jeg igjen med klar informasjon om hva som skulle være med i min oppgave.

#### Etiske overveielser

Som med forskning på genredigering og kloning av mennesker, har Norge implementert strenge regler og etiske retningslinjer for å regulere denne typen forskning på dyr. Lovverket,

inkludert Genteknologiloven, regulerer bruken av genredigering og kloningsteknologier for å sikre at forskningen utføres på en etisk forsvarlig måte og i samsvar med dyrevernloven.

I sum har Norge deltatt i forskning på genredigering og kloning av dyr, men dette har alltid blitt gjort innenfor rammen av etiske og juridiske retningslinjer som tar hensyn til både vitenskapelige fremskritt og velferden til dyrene involvert.

Etiske spørsmål ble hyppig adressert i dokumentene jeg analyserte. De fleste tekstene reflekterte over konsekvensene av genredigering i forhold til inngrep i naturen og behandling av genmodifiserte organismer. For eksempel, i en artikkel fra Nationen, understreker bekymringen for dyrevelferd og integriteten til naturlige arter; "Hvordan skal vi sikre at håndtering av genredigerte dyr i Norge er moralsk akseptabelt, hvis vi fjerner reguleringen? Når genetiske endringer kan skje langt raskere og mer radikalt enn tidligere, og innebærer omfattende inngrep i livsbetingelsene til våre medskapninger, er det grunn til å beholde kontrollen med etikk, samfunnsnytte og bærekraft i dagens lov, også om krav til risikovurderinger nedjusteres." (Myskja, 2024). I et annet dokument fra Økologisk Norge påpekes det at: "Et sunt kulturlandskap med en blomstrende flora og fauna over og under jorda er en av menneskehetens mest verdifulle ressurser og hjørnesteinen i vårt matsystem. Vi mennesker skal sørge for ansvarlig forvaltning av naturen. Dette betyr å bruke føre-var-prinsippet, og prinsippet om omsorg, helse, økologi, og rettferdighet forankret i helhetlige agroøkologiske tilnærminger." (Hustad, 2024). Disse funnene illustrerer et bredt spekter av etiske dilemmaer som må håndteres med forsiktighet.

### Norge i forhold til andre land

Sammenligningen mellom Norge og andre land avslørte forskjeller i reguleringsrammeverk og teknologiadopsjon. Et dokument fra Nordnorsk debatt beskriver hvordan Norge ligger etter i bruk av genredigering sammenlignet med andre store land som USA og Kina, som har mer liberale tilnærminger til teknologien. Det er forskjell fra resten av verden og Norge, og vi har uavhengige lover når det kommer til genredigering; "Til sammenligning er regelverket i USA litt mer uklart enn vårt. I 2015 hadde ingen genmodifiserte produkter blitt godkjent som mat eller fôr i Norge. Syv år senere har vi fortsatt ingen slike produkter ute på det norske markedet. Dette kan bli problematisk når det meldes om at flere land, som for eksempel Kina, åpner mer opp for genredigerte matplanter. Norge er helt avhengig av matimport fra andre land." (Dassler m.fl, 2022). En annen kilde støtter dette utsagnet; "Det er bare å se til USA, der bruken av plantevernmidler nådde en topp i 1981 og gradvis har gått nedover siden den

gang, skriver det amerikanske landbruksdepartementet. Spesielt stor har nedgangen vært i bruken av insektmidler, typisk noen av de giftigste og mest miljøskadelige plantevernmidlene.” (Heggdal, 2023)

En annen kilde fra Nettavisen fremhever Norges forsiktige tilnærming, som vektlegger omfattende risikovurdering og offentlig engasjement; “Tillit til norsk matproduksjon må gå foran. Vi må følge EU der vi må, og reservere oss der vi kan. Det må legges stor vekt på bærekraft, samfunnsnytte og etikk” og “...det må legges vekt på uavhengig risikovurdering og reglene evalueres etter hvert som man får erfaring.

– Dette er en kraftfull teknologi som må reguleres for å tjene samfunnet som helhet, og for å kunne bidra til en ønsket utvikling.” (Holst, 2024). Det er store forskjeller bare fra EU og Norge, og vi må ikke helt til den andre siden av verden for å finne andre lover og regelverker. Denne koden belyser viktige internasjonale perspektiver som kan informere den norske politikken.

#### Genteknologier, skepsis og risiko

Skepsis og risiko knyttet til genredigering ble ofte diskutert, spesielt med hensyn til potensielle langsiktige effekter og biologisk sikkerhet. Enkelte dokumenter uttrykte bekymring for uforutsette konsekvenser, som beskrevet i en uttalelse: "Forbrukere generelt er ikke imot å ta i bruk ny teknologi, men det har vært en grunnleggende skepsis og negativ holdning til GMO i Norge. Flere forbrukerundersøkelser både i Norge og internasjonalt viser at forbrukere har et variert syn på GMO og de nye genredigeringsteknikkene. Forbrukere forstår at disse teknikkene kan tas i bruk for samfunnsnyttige formål, slik som å fremme dyrehelse, motstandsdyktighet mot sykdom, næringsrik mat osv. Samtidig er de bekymret for negative effekter, særlig for natur, økosystemer og biodiversitet." (Forbrukerrådet, 2021). En annen kilde er usikker på om utviklingen vil være lønnsom for Norge; "Formålet med en endring av reguleringen må være å gjøre flere genredigerte produkter tilgjengelige på det norske markedet. Vi mener NOU-flertallet bommer med sitt endringsforslag. Å unnta et felt av nye oppfinnelser fra patenterbarhet kan ha den effekten at investeringslysten går ned. Dette innebærer ikke at vi mener det er riktig å patentere genteknologi, men at patentsystemet må revideres helhetlig for at en reform skal være bærekraftig." (Myskja, 2024). Denne kategorien reflekterer en kritisk vurdering av teknologien som er nødvendig for å veilede forsvarlig implementering. Likevel er det også flere som mener at regelverket må oppdateres,

og en artikkel fra Nationen sier at; "Det har mye for seg å ikke ta i bruk teknologi raskere enn folk flest henger med. Det har imidlertid også mye for seg å gi folk kunnskap om ny teknologi, ikke bare spekulere om hva som kan gå galt." (Nationen, 2023). Det samme sier også en annen artikkel fra Nationen; "Dagens genteknologilov ble til for 30 år siden. På den tiden innebar genmodifisering av organismer (GMO) som regel å sette DNA fra andre arter, for eksempel bakterier, inn i matplanter for å gjøre de resistente mot sprøytemidler eller skadedyr. Det var usikkerhet rundt helse -og miljøfølger av å blande genetisk materiale fra ulike arter, og teknologiens presisjon. Mye av behovet for å regulere genmodifiserte organismer kom som et resultat av denne bekymringen. Med genredigering med Crispr-metoden, som kom i 2012, fikk man et nytt verktøy til å endre egenskaper til levende organismer." (Aasen, 2024).

### Geografiske tilpasninger

Flere dokumenter fokuserte på hvordan genredigering kan brukes for å tilpasse organismer til spesifikke geografiske forhold. For eksempel beskrives genredigerte dyr som er designet for å overleve bedre; "Genredigering kan blant annet bidra til styrket plante- og dyrehelse, økt dyrevelferd, mer ressurseffektiv produksjon, redusert miljøbelastning fra for eksempel sprøyting, gjødsling, antibiotika og andre legemidler, redusert matsvinn og forbedret næringsinnhold og andre egenskaper som er bra for forbrukeren." (Malonæs & Eik-Nes, 2023). Et annet eksempel er genmodifisering av fiskearter for å bedre overlevelse i endrede temperaturforhold, som nevnt i Norce: "Å genredigere oppdrettslaksen kan kanskje bidra særlig til problemet med innblanding i ville populasjoner. Ved Havforskningsinstituttet i Bergen har forskere utviklet en steril laks som mangler kjønnsceller. De har både funnet ut hvordan man kan lage stamfisk som er genetisk sterile og kan få sterile avkom, og forsket på helsen til denne sterile laksen. Så langt tyder resultatene på at genredigert steril laks ligner vanlig oppdrettslaks i stor grad, men vokser noe saktere og har noen endringer i genuttrykk og stressfaktorer." (Blix, 2022). Disse funnene understreker potensialet for genredigering til å fremme tilpasning og bærekraft i respons til klimaendringer.

### Langsiktige miljøeffekter og bærekraft

Dokumentanalysen avslørte dyp bekymring for langsiktige miljøeffekter av genredigering. I forskjellige tekster ble det diskutert hvordan genmodifiserte organismer (GMOer) kan påvirke økosystemer over tid. En studie fremhevet, "– Ikke noe av dette ligger inne i anbefalingene fra flertallet i genteknologiutvalget. Hvis deres forslag går igjennom, vil det

bety at en stor gruppe genmodifiserte organismer kan settes rett ut i naturen, uten noen uavhengig risikovurdering og uten mulighet for hverken sporing og overvåking, oppsummerer Truls Gulowsen. – Det vil være svært uklokt." (Flekkøy, 2024). En annen relevant observasjon var relatert til bærekraft: "– Vi er opptatt av miljø, helse, dyrevelferd og bærekraft. Derfor er vi også opptatt av at vi skal ta i bruk de verktøyene som finnes for å lage et mest mulig bærekraftig matsystem, sier flertallsmedlem og molekylærbiolog Sigrid Bratlie. Det er grunn til å anerkjenne denne motivasjonen, slik vi anerkjenner at også mindretallet som vil opprettholde det restriktive lovverket har gode intensjoner." (Nationen, 2023). Disse punktene understreker nødvendigheten av å utføre omfattende miljøvurderinger før genredigerte arter introduseres i naturen.

#### Juridiske tiltak og rammer/andre tiltak

Juridiske og regulatoriske tiltak var også hyppige temaer i dokumentene jeg analyserte. En kilde beskrev utfordringene med å holde regelverket oppdatert med teknologiske fremskritt: "Økologisk landbruk leverer konsekvent motstandsdyktige agroøkologiske systemer, og tar hensyn til kompleksiteten i samspillet i naturen. Økologisk landbruk styrker biologisk mangfold, demper virkningene av klimaendringer, har høyere dyrevelferd, bedre jordhelse som kan motstå erosjon og takle flom, i tillegg til og mange andre miljømessige og sosiale fordeler. Den økologiske bevegelsen har i flere tiår vært en viktig drivkraft for naturbaserte regenerative systemer for agroøkologisk innovasjon." (Hustad, 2024). Et annet viktig funn var behovet for internasjonale avtaler for å håndtere grenseoverskridende genetisk modifiserte organismer. Som ett dokument uttrykker det, "Dette kan bli problematisk når det meldes om at flere land, som for eksempel Kina, åpner mer opp for genredigerte matplanter. Norge er helt avhengig av matimport fra andre land." (Dassler m.fl, 2022). Disse funnene peker på behovet for både nasjonale og internasjonale tilnærminger for å regulere og overvåke bruk av genredigeringsteknologi på en sikker og ansvarlig måte.

Det var mange gode artikler som jeg valgte å bruke videre i forskningen min, men ettersom jeg leste artiklene om og om igjen så fant jeg ut at det var flere som ikke var relevante nok og som jeg ikke valgte å ta i bruk for å skrive oppgaven min. Noen av artiklene viste seg å ha mye av den samme informasjonen, og noen artikler hadde ikke tilstrekkelig med akkurat den informasjonen jeg trengte for å fullføre oppgaven min på den måten jeg ville oppnå. Derfor endte jeg opp med færre dokumenter enn det som ble valgt ut i første og andre runde av sortering. Denne tredje runden med sortering ga meg en klar indikasjon på hvordan oppgaven

ville utforme seg, og hvilke artikler som var gode nok for å fullføre oppgaven på best mulig vis.

## **5. Miljømessige implikasjoner**

Genredigeringsteknologi representerer en kraftfull mulighet for å takle noen av de mest utfordrende miljøproblemene vi står overfor i dag, men for å utnytte denne teknologien effektivt og ansvarlig, må den integreres nøye i eksisterende rammeverk og strategier for bærekraftig utvikling og naturforvaltning.

### Langsiktige effekter og risikoer

Bruken av genredigering i naturforvaltning bærer med seg potensialet for betydelige og langvarige endringer i økosystemer. En av de mest presserende bekymringene er hvordan genmodifiserte organismer (GMO) kan påvirke naturlige populasjoner og deres habitat (Aasen, 2024). For eksempel kan innføring av genredigerte arter som er motstandsdyktige mot sykdommer eller har forbedrede overlevelsesegenskaper, utilsiktet føre til en ubalanse i det lokale biodiversitetet. Risikoen for krysskontaminering mellom genmodifiserte og ville arter er også en viktig bekymring, da dette kan føre til uforutsigbare genetiske endringer og mulige negative effekter på økosystemet (Blix, 2024).

### Bærekraft og bevaringstiltak

På den positive siden tilbyr genredigering muligheter for å forsterke bevaringstiltak. Genetiske verktøy kan brukes til å styrke populasjonen av truede arter, ved å øke deres genetiske mangfold og motstandsdyktighet mot miljøendringer. For eksempel har forskere utforsket muligheten for å bruke genredigering til å gjenopprette arter som har vært utsatt for ekstreme befolkningsnedganger (Myskja, 2024). I tillegg kan teknologien anvendes for å utvikle nye varianter av laksen som er mer motstandsdyktig mot sykdommer og lus, noe som kan redusere miljøavtrykket og samtidig bevare naturlige ressurser (Jensen, 2023) , (Marøy, 2023).

### Vurdering av bærekraftsmål

For å integrere genredigering i bærekraftig utvikling, er det essensielt å vurdere hvordan denne teknologien kan bidra til å oppnå FNs bærekraftsmål, slik som mål 15 (Liv på land) og mål 14 (Liv under vann). Genredigering kan potensielt bidra til å oppnå flere av FNs



bærekraftsmål ved å styrke biologisk mangfold og fremme helsen til naturlige habitater. For å integrere genredigering i disse målene, må teknologiens anvendelse nøye overvåkes og styres for å sikre at den ikke skaper nye miljømessige ubalanser eller forverrer eksisterende problemer. Genredigering kan for eksempel brukes til å utvikle dyrearter, som for eksempel laks, som bidrar til å bekjempe utrydding ved å være mer resistente mot sykdommer og skadedyr, eller ved å forbedre vekst under vanskelige forhold som kan forekomme i degraderte områder (Bergesen, 2023).

### Tilpasning av juridiske rammeverk

Juridiske rammeverk må tilpasses for å reflektere de unike utfordringene og mulighetene som genredigering bringer. Dette inkluderer utvikling av spesifikke reguleringer som adresserer risikoanalyse, godkjenning av prosesser, og overvåking av genredigerte organismer (Bioteknologirådet, 2023).

Genredigering faller under ulike nasjonale og internasjonale lovverk som regulerer bioteknologi og miljøbeskyttelse.

For effektiv integrering, må disse lovene revideres for å inkludere spesifikke bestemmelser om genredigering. Dette kan omfatte utvikling av klare retningslinjer for risikovurdering og godkjenningsprosesser for genredigerte organismer (GMOer) og oppdatering av regelverk for å reflektere den nyeste vitenskapen og teknologien innen genredigering. I Norge vil dette innebære en gjennomgang av Genteknologiloven for å sikre at den er oppdatert med nyeste vitenskapelige kunnskap og praksis, og at den balanserer behovet for innovasjon med offentlig sikkerhet og miljøbeskyttelse (Flekkøy, 2024).

### Samarbeid mellom stakeholdere

Effektiv integrering krever også tverrsektorielt samarbeid mellom forskere, myndigheter, næringsliv og samfunn. Dette samarbeidet kan sikre at genredigeringsprosjekter ledes av et bredt spekter av perspektiver, inkludert etiske, økologiske og sosioøkonomiske vurderinger (Bioteknologirådet, 2023). Slike initiativer må støttes av transparente prosesser og inkluderende beslutningstaking for å bygge offentlig tillit og forståelse. Arrangering av workshops og offentlige høringer kan bidra til å formidle informasjon og samle innspill fra ulike grupper, noe som kan lede til mer informerte og aksepterte beslutninger (Jaklin, 2023). Som et eksempel så ha NORCE begynt med workshops for å diskutere sammen med ulike yrkespersoner, som industri, klynger, virkemiddelapparat og forskere (Jaklin, 2023).

### Utvikling av etiske retningslinjer

Etiske retningslinjer må styrkes for å sikre at genredigering blir brukt på en måte som respekterer både menneskelige og ikke-menneskelige livsformer. Dette kan omfatte retningslinjer for ansvarlig forskning og utvikling, samt vurdering av langtidseffekter og irreversible konsekvenser på naturmiljøet (Nationen, 2024), (Flekkøy, 2024).

### Monitorering og vurdering av langtidseffekter

Langsiktig monitorering og miljøvurdering er avgjørende for å forstå de faktiske effektene av genredigeringsintervensjoner i naturen (Flekkøy, 2024). Systematiske evalueringer kan hjelpe med å identifisere uventede økologiske forandringer og tilrettelegge for tidlig intervensjon hvis negative effekter oppdages (Hustad, 2023).

For å forstå de langtidsmessige virkningene av genredigering på økosystemer, er det nødvendig med robuste overvåkningsprogrammer og kontinuerlige forskningsstudier (Hustad, 2023). Dette inkluderer overvåkning av biodiversitet før og etter introduksjon av genredigerte arter for å fange opp eventuelle negative effekter tidlig og langtidsstudier for å analysere økosystemers og arters tilpasningsevne og motstandsdyktighet i møte med genetiske endringer (Hustad, 2023).

## **6. Juridiske og regulatoriske rammer**

### Nasjonale og internasjonale lovgivninger

Genredigering faller under regulering av bioteknologi, som er strengt kontrollert i mange land, inkludert Norge. I Norge styres genredigering primært av Genteknologiloven, som regulerer fremstilling og bruk av genmodifiserte organismer (GMO) med sikte på å sikre at de brukes på en etisk og miljømessig trygg måte (Aasen, 2024). Denne loven vurderer potensielle risikoer for helse og miljø og krever grundig vurdering før genmodifiserte organismer kan godkjennes for bruk (Aasen, 2024).

På internasjonalt nivå må Norge også forholde seg til retningslinjer fra organisasjoner som Verdens helseorganisasjon (WHO) og De forente nasjoner (FN), samt følge internasjonale

avtaler som regulerer bevegelse av GMOer mellom land for å beskytte biologisk mangfold (Bergesen, 2023). Norge forholder seg etter EØS-avtalen selv om de har egne regelverk, så hvis det skal bli endringer i EUs regelverk som fører til at det blir en del av EØS-avtalen må Norge forholde seg til de lovene som blir gjeldende der (Aasen, 2024). Bioteknologirådet har påpekt at Genteknologiutvalget ikke ser ut til å ha utført adekvate juridiske evalueringer for å sikre at de foreslåtte lovendringene er i samsvar med EØS-avtalen. Derfor anbefaler hele Bioteknologirådet at det utføres en grundig utredning av mulighetene for å gjennomføre endringer i norsk lovgivning og administrativ praksis (Aasen, 2024).

### Anbefalinger for fremtidig regulering

Det er avgjørende å øke transparensen i reguleringsprosessen av genredigeringsteknologier. Det kan inkludere offentlige høringer og bruk av rådgivende panel bestående av eksperter og lekfolk for å sikre at en bredere del av samfunnet kan gi innspill og forstå de vitenskapelige og etiske grunnlagene for beslutninger som tas.

Fremtidige reguleringer bør innføre mer robuste og dynamiske risikovurderingsmekanismer som kan tilpasse seg nye vitenskapelige oppdagelser og teknologiske fremskritt innen genredigering. Dette kan omfatte periodiske revisjoner av risikovurderingsprotokoller og metodikker for å sikre at de holder tritt med teknologisk utvikling.

For å håndtere grenseoverskridende miljø- og helseutfordringer relatert til genredigerte organismer, er det nødvendig å styrke det internasjonale samarbeidet. Norge kan arbeide aktivt for å harmonisere internasjonale standarder og praksiser, spesielt i forhold til regulering og overvåking av GMOer (Bioteknologirådet, 2023).

Det er behov for å utvikle og integrere sterke etiske rammer i lovverket som spesifikt adresserer genredigering. Dette inkluderer vurdering av langtidskonsekvenser, etiske dilemmaer knyttet til genmodifisering av ville arter, og menneskets rett til å gripe inn i naturens egne prosesser.

Regjeringen og relevante myndigheter bør investere i utdannings- og informasjonsprogrammer som øker offentlig forståelse og aksept av

genredigeringsteknologier. Dette kan dempe frykt basert på misforståelser og bygge en mer informert dialog rundt teknologiens potensial og utfordringer.

Ved å oppdatere og forbedre de juridiske og regulatoriske rammene kan Norge bedre sikre at genredigering blir brukt på en måte som fremmer bærekraftig naturforvaltning og beskytter både menneskelig helse og miljø (Myskja, 2024).

## **7. Diskusjon**

### Sammenfatning av funn

Basert på analysen av tilgjengelig litteratur og studier om genredigering i naturforvaltning, er det klart at teknologien har potensial til å løse flere miljøutfordringer, som å styrke arter mot sykdommer eller tilpasse dem til klimaendringer. Funnene indikerer at genredigering kan tilby presise og målrettede intervensjoner som tidligere var umulige med tradisjonell genetisk modifisering. Det er imidlertid en rekke risikoer og usikkerheter forbundet med teknologien, inkludert potensielle langtidsvirkninger på biodiversitet og økosystemers stabilitet.

Genredigeringsteknologier, spesielt CRISPR-Cas9, har potensial til å tilpasse arter til endrede miljøforhold, bekjempe invasive arter og forbedre genetisk mangfold. Disse teknologiene er i bruk i Norge, men med strenge etiske og juridiske rammeverk (Blix, 2022).

### Etiske og miljømessige implikasjoner

Bruken av genredigering reiser betydelige etiske spørsmål, særlig knyttet til menneskets rolle i å manipulere naturen på genetisk nivå. Det oppstår spørsmål om rettighetene til genmodifiserte organismer, og de bredere implikasjonene av å forandre naturlige genetiske prosesser. Miljømessig er det bekymringer knyttet til uforutsette konsekvenser, som genflyt fra genmodifiserte til ville arter, som kan forandre økosystemer på uforutsigbare og potensielt skadelige måter.

Bruken av genredigering i naturforvaltning reiser etiske spørsmål knyttet til menneskets rolle i å manipulere naturen. Problemstillingen rundt etiske overveielser, som mitt andre forskningsspørsmål, utforskes gjennom diskusjonen om hvordan genredigering påvirker organismers liv og integritet. De dokumenterte bekymringene inkluderer spørsmål om dyrevelferd og økosystempåvirkninger (Hustad, 2023).

Potensielle miljømessige risikoer, som uforutsette konsekvenser av genflyt mellom modifiserte og ville arter, samt teknologiens fordeler som styrket biodiversitet og tilpasning til klimaendringer, adresseres. Dette gir svar på ditt tredje spørsmål om miljørisikoer.

Dokumentene understreker behovet for omfattende risikovurderinger og forsiktig implementering for å minimere potensielle negative effekter på økosystemer (Hustad, 2023).

### Veier for videre forskning

Gitt de mange ubesvarte spørsmålene og potensielle risikoene, er det avgjørende med videre forskning på flere områder. Dette er et tema som er stadig i endring og trenger stadig nyere forskning for å få tilstrekkelig kunnskap om emnet. Her har jeg laget en kort oversikt over hva som bør forskes videre på:

Det første er langtidseffekter. Det er behov for omfattende studier som ser på langtidseffekter av genredigerte organismer i naturlige habitater for å forstå deres innvirkning på økosystemer over tid.

En annen er reguleringsstrategier. Forskning bør også fokusere på utvikling av bedre reguleringsstrategier som kan tilpasses raskt til nye vitenskapelige oppdagelser og teknologiske fremskritt.

Etiske rammer er uhyre viktig for å fortsette forskning. Vi har kommet så langt i teknologien, men bør alltid ha et etisk overblikk når vi snakker om mennesker og dyrs helsevelferd.

Videre studier bør utarbeide og evaluere etiske retningslinjer for bruk av genredigering i naturforvaltning, for å sikre at teknologien brukes på en rettferdig og ansvarlig måte.

Det er også vesentlig at det skjer noe hos offentlig engasjement og utdanning. Det er også nødvendig å utforske metoder for å øke offentlig forståelse og aksept av genredigering, gjennom utdanningsinitiativer og transparent kommunikasjon.

### Implementering av genredigeringsteknologi

Implementering av genredigeringsteknologi i naturforvaltning krever en grundig og veloverveid tilnærming for å maksimere teknologiens potensielle fordeler samtidig som man minimerer risikoene. En av de første stegene i en slik implementering er utviklingen av

robuste sikkerhetsprotokoller (Hustad, 2023). Disse protokollene må omfatte retningslinjer for hvordan genredigering skal utføres, sikkerhetsvurderinger før inngrepene finner sted, og strenge kriterier for valg av målarter og genetiske sekvenser som skal redigeres. Disse protokollene hjelper ikke bare i å bevare artenes integritet, men også i å forebygge potensielle negative økologiske effekter (Heggdal, 2023).

Videre er etablering av effektive monitoreringsmekanismer essensielt. Det krever et system for kontinuerlig overvåking av genredigerte organismer etter at de er sluppet ut i naturen. Dette inkluderer sporing av deres spredning, interaksjon med naturlige populasjoner, og eventuelle endringer i økosystemet. Overvåkingen bør være dynamisk og tilpasse seg nye oppdagelser om organismenes oppførsel og miljøets respons. Dette kan oppnås gjennom satellittovervåking, genetisk sporing og feltoppdrag som regelmessig samler data om de berørte artenes helse og biodiversitet (Blix, 2022).

I tillegg må det utvikles kapasitet for rask respons for å håndtere eventuelle negative konsekvenser som måtte oppstå. Rask responskapasitet vil være avgjørende for å kunne adressere eventuelle uforutsette negative effekter raskt og effektivt, for å forhindre langvarige skader på økosystemet.

## **8. Konklusjon og anbefalinger**

### Hovedfunn og refleksjoner

Oppgaven har utforsket det komplekse og dynamiske feltet genredigering innen naturforvaltning, med et spesielt fokus på den norske konteksten. Hovedfunnene indikerer at genredigering tilbyr betydelige muligheter for å adressere noen av de mest presserende miljøutfordringene, som bevaring av truede arter og tilpasning av organismer til endrede klimatiske forhold. Likevel, selv med denne teknologiens potensial, er det klare risikoer og etiske dilemmaer knyttet til dens anvendelse. Disse inkluderer muligheten for irreversible endringer i økosystemer og de bredere sosioøkonomiske og etiske spørsmålene som oppstår når mennesker griper direkte inn i naturens genetiske struktur.

### Fremtidige tiltak og forskningsområder

Basert på funnene i oppgaven, kan jeg foreslå følgende tiltak og områder for videre forskning av dette temaet:

Det første er strengere reguleringer når det gjelder genteknologi. Oppdatering og styrking av juridiske og regulatoriske rammeverk er essensielt for å sikre ansvarlig bruk av genredigering. Dette innebærer både nasjonal og internasjonal handling for å skape retningslinjer som reflekterer både de nyeste teknologiske fremskrittene og samfunnsmessige bekymringer. Norge har mye samhandling med EU, men står samtidig alene når det gjelder nyere utvikling. Norge har egne lover og regler, og bør være kritisk når det gjelder endringer.

Det bør også være forbedret monitorering og overvåkning. Det bør etableres robuste systemer for monitorering av genredigerte organismer i miljøet for å raskt identifisere og håndtere potensielle negative effekter. For eksempel på laksen, som Norge har valgt å fokusere mye på, så bør man monitorere nøye for å forsikre seg at den genredigerte laksen ikke ødelegger økosystemet og heller bidrar positivt til miljøet.

En annen ting som kan være et godt tiltak er økt offentlig engasjement og dialog. Å bygge offentlig tillit gjennom transparent kommunikasjon og engasjement er nødvendig for å sikre bred støtte og forståelse for genredigeringsprosjekter. Dette inkluderer utdanningsprogrammer og offentlige diskusjonsfora. Andre ting er workshops, som nevnt tidligere, for å inkludere innspill fra ulike grupper.

Det er viktig å tenke på det etiske, og etisk og miljømessig forskningsstøtte er viktig for å forsikre om at genredigeringen skjer på en god måte. Videre støtte til forskning som adresserer både de etiske og miljømessige aspektene ved genredigering vil være kritisk. Dette bør inkludere studier om langtidseffekter og utvikling av metoder for å reversere eller redusere skadelige effekter om nødvendig.

Det siste tiltaket jeg synes er viktig å inkludere er internasjonalt samarbeid. Norge har mye å lære av andre land, og land som USA og Kina har kommet mye lengre enn det vi har her. Norge har mye samarbeid med EU, men står likevel som et eget land med egne lover. Med samarbeid over landegrensene kan vi dele kunnskap, teknologier, og beste praksiser som kan bidra til mer effektiv bruk av genredigering i naturforvaltning som samtidig minimerer risikoen.

### Avsluttende tanker

Genredigering representerer et kraftfullt verktøy for naturforvaltning, men det krever en nøye balanse mellom teknologisk innovasjon og etisk ansvarlighet. Mens teknologien fortsetter å utvikle seg, vil behovet for omfattende dialog, regulering, og forskning være avgjørende for å sikre at dens anvendelse gagnar både mennesker og miljøet på en bærekraftig måte. Denne oppgaven har belyst viktigheten av en integrert tilnærming som omfavner både muligheter og utfordringer ved genredigering, og setter en ramme for fremtidig anvendelse og forskning innen feltet.

I avsluttende del av min bacheloroppgave vil jeg reflektere over min personlige læringsreise gjennom studiet av genredigeringens rolle i naturforvaltning. Da jeg først begynte på dette prosjektet, hadde jeg en overfladisk forståelse av både genredigeringens vitenskapelige grunnlag og dens anvendelser i feltet. Gjennom grundig forskning, analyse av vitenskapelige artikler, og diskusjoner med eksperter, har min forståelse dypnet betydelig. Jeg har blitt mer bevisst på de komplekse etiske, juridiske og miljømessige aspektene som følger med teknologiske innovasjoner som genredigering.

Gjennom arbeidet mitt har jeg lært å kritisk vurdere de lange banevirkningene av genredigering, en kompetanse jeg mener er avgjørende for enhver naturforvalter. Jeg har også erkjent viktigheten av å balansere vitenskapelig innovasjon med økologisk bærekraft og etisk ansvarlighet, en balanse som er avgjørende for å opprettholde naturens mangfold og helse.

Videre har studiet gitt meg innsikt i hvordan genredigering kan brukes praktisk i naturforvaltning. For eksempel kan teknologien anvendes for å styrke arter som er truet av klimaendringer, ved å forbedre deres evne til å tilpasse seg nye miljøer. Dette kan potensielt redusere artenes utryddelsesrisiko og støtte bevaring av biologisk mangfold. Samtidig har jeg lært om betydningen av strenge reguleringer og grundige risikovurderinger for å unngå negative effekter på økosystemer.

Jeg har også blitt mer bevisst på mitt eget ansvar som forsker og fremtidig naturforvalter. Jeg innser viktigheten av å fortsette å holde meg oppdatert på ny forskning og å delta i den pågående debatten om genredigeringens rolle i samfunnet. Gjennom mitt arbeid ønsker jeg å bidra til en mer informert og ansvarlig anvendelse av genredigering, hvor man veier mulige fordeler mot risikoer og etiske overveielser.



Min oppgave har ikke bare vært en akademisk utfordring, men også en personlig vekstmulighet, og jeg ser frem til å anvende denne kunnskapen i mitt videre arbeid innen naturforvaltning.

## 9. Referanser

Aasen, M. (2024, 07. Mars). Bioteknologirådet vil ha ny genteknologilov. *Nationen*. Hentet fra <https://www.nationen.no/bioteknologiradet-vil-ha-ny-genteknologilov/o/5-148-510592>

Bergesen, M. (2023, 04. juni). Er bærekraft bare en floskel? *Tekna.no* Hentet fra <https://www.tekna.no/magasinet/er-barekraft-bare-en-floskel/>

Bioteknologirådet. (2023, 7. juni). Endring av genteknologiloven. *Bioteknologiådet*. Hentet fra <https://www.bioteknologiradet.no/2023/06/endring-av-genteknologiloven/>

Blix, T. (2022, 25. oktober). Genredigert laks: Hva kan og bør vi gjøre. *NORCE*. Hentet fra <https://www.norceresearch.no/aktuelt/genredigert-laks-hva-kan-og-bor-vi-gjore>

Dassler, T & Kjeldaas, S & Wikmark, O. (2022, 05. oktober). Hvordan vil vi produsere maten vår i framtida? *Nordnorsk debatt*. Hentet fra <https://www.nordnorskdebatt.no/hvordan-vil-vi-produsere-maten-var-i-framtida/o/5-124-201284>

Eggstøl, H. Ø. (2023, 20. september). I Genialt Gensaks: Genteknologiutvalget mener alle at loven må endres. *Bioteknologirådet*. Hentet fra <https://www.bioteknologiradet.no/2023/09/i-genialt-gensaks-deler-genteknologiutvalget-mener-alle-mener-loven-ma-endres/>

Eik-Nes, O & Malonæs, K. (2023, 28. mars). En gamechanger. *Norsvin*. Hentet fra <https://norsvin.no/nyheter/en-gamechanger/>

Flekkøy, K. G. (2024, 07. Februar). Advarer mot uforsvarlig genredigering. Hentet fra *Naturvernforbundet*. <https://naturvernforbundet.no/advarer-mot-uforsvarlig-genredigering/>

Forbrukerrådet. (2021, 14. desember). Rett til å vite: Bruk av genredigering i matproduksjon. *Forbrukerrådet*. Hentet fra

<https://www.forbrukerradet.no/siste-nytt/mat-og-handel/rett-til-a-vite-bruk-av-genredigering-i-matproduksjon/>

Heggdal, Ø. (2023, 12. august). Genteknologi er en del av et robust matsystem. *Nationen*. Hentet fra

<https://www.nationen.no/genteknologi-er-en-del-av-et-robust-matsystem/o/5-148-398402>

Holst, I. (2024, 10. Mars). Nytt EU-forslag kan tvinge gjennom genredigering i Norge. *Nettavisen*. Hentet fra

<https://www.nettavisen.no/okonomi/nytt-eu-forslag-kan-tvinge-gjennom-genredigering-i-norge/s/5-95-1668836>

Hustad, M. L. (2023, 07. august). Robuste gener og matsystemer er fremtiden. *Nationen*. Hentet fra

<https://www.nationen.no/robuste-gener-og-matsystemer-er-fremtiden/o/5-148-396584>

Hustad, M. (2024, 09. Februar). Økologisk Norge posisjon på GMO 2023. *Økologisk Norge*. Hentet fra

<https://okologisknorge.no/hvorfor-oekologisk/aktuelt/oekologisk-norge-posisjon-paa-gmo-2023/>

Jaclin, K. (2023, 30. mars). Nå skal den blå sjømatnæringen bli grønnere. *NORCE*. Hentet fra <https://www.norceresearch.no/aktuelt/na-skal-den-bla-sjomatnaeringen-bli-gronnere>

Jensen, P. M. (2023, 26. Oktober). Bioteknologirådet betinget positiv til forsøk med CRISPR laks i sjø. *Kyst.no*. Hentet fra <https://www.kyst.no/bioteknologiradet-crispr/bioteknologiradet-betinget-positiv-til-forsok-med-crispr-laks-i-sjo/1584846>

Madelen Timannsvik  
Bacheloroppgave vår 2024

Jenssen, T. T. (2023, 12 oktober). Lakse-genetiker: -Finnes ikke et tak for hvilke egenskaper vi kan fokusere på. *iLaks*. Hentet fra <https://ilaks.no/lakse-genetiker-finnes-ikke-et-tak-for-hvilke-egenskaper-vi-kan-fokusere-pa/>

Marøy, J. M. (2023, 07. august). Benchmark utvider forskningsteamet innen reproduktive teknologier. *Kyst.no* Hentet fra <https://www.kyst.no/benchmark-pressemedling/benchmark-utvider-forskningsteamet-innen-reproduktive-teknologier/1553221>

Myhr, A. I. (2023, 07. september.). NORCE gir innspill: Tre viktige utfordringer for bærekraftig utvikling. *NORCE*. Hentet fra <https://www.norceresearch.no/aktuelt/norce-gir-innspill-tre-viktige-utfordringer-for-baerekraftig-for>

Myskja, B. K. (2024, 01. Mars). Genredigering, patent og dyrevelferd. *Nationen*. Hentet fra <https://www.nationen.no/genredigering-patent-og-dyrevelferd/o/5-148-507660>

Nationen. (2023, 09. juni). En nødvendig utvikling. *Nationen*. Hentet fra <https://www.nationen.no/en-nodvendig-utvikling/o/5-148-371432>

