



Naturrisikoutvalget
c/o Klima- og miljødepartementet
Postboks 8013 Dep 0030 Oslo

ÅS, 30.10.2023

Innspill til Naturrisikoutvalget

Veterinærinstituttet takker for invitasjonen til å komme med innspill til Naturrisikoutvalget. Når Naturrisikoutvalget etterspør hvordan vår virksomhet påvirkes, tolker vi det, som en del av offentlig forvaltning og beredskap, dithen at det gjelder forhold som påvirker vårt samfunnsoppdrag.

Veterinærinstituttet er et biomedisinsk forskningsinstitutt og et nasjonalt ledende fagmiljø innen biosikkerhet for fisk og landdyr¹. Veterinærinstituttets viktigste funksjon er beredskap og kompetanseutvikling for å avverge helsetrusler mot fisk, dyr og mennesker gjennom diagnostikk, overvåking, forskning, risikovurdering, rådgiving og formidling i tillegg til å være nasjonalt og internasjonalt referanselaboratorium². Veterinærinstituttet er med andre ord en institusjon for beredskap og kunnskapsutvikling i skjæringspunktet mellom forvaltning, primærnæringer og folkehelse. Dette involverer naturrisiko som berører viltforvaltning, husdyrhold, matproduksjon og zoonotiske sykdommer.

Slik vi forstår oversikten over utvalgets mandat³ består det i å:

1. Beskrive naturrisiko med utgangspunkt i Klimarisikoutvalgets rapport
2. Vurdere hvordan norske sektorer er berørt av nasjonalt og globalt tap av natur
3. Vurdere hvordan rammevilkår for norske sektorer vil bli berørt av antatte og mulige innstramminger i den globale, europeiske og nasjonale naturmangfoldpolitikken
4. Vurdere hensiktsmessig analyse og framstilling av naturrisiko på nasjonalt nivå
5. Gjennomgå hvordan berørte aktører i Norge (private og offentlige virksomheter, herunder finansinstitusjoner) bedre kan analysere og håndtere naturrisiko

Selv om et visst overlapp er uunngåelig, forsøker vi å unngå gjentakelser av prosesser allerede dekket i dokumentet «Oversikt over aktuelle prosesser og dokumenter knyttet til naturrisiko» slik det foreligger per 01.11.22⁴. Vi gir slik sett ikke et altomfattende svar, men fokuserer på de faktorene vi ser et behov for å fremheve, styrke eller utfylle. Vi strukturerer innspillene våre etter punktene 1 til 5 i håp om å lette innpassing i utvalgets prosesser, og tar utgangspunkt i konkrete punkter tatt opp på Naturrisikoutvalgets nettside om innspill⁵.

¹ https://www.regjeringen.no/no/dep/lmd/organisasjon/Etatar-og-verksemder/Underliggende-etatar/veterinarinstituttet_vi/id85934/

² <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/referansefunksjoner-arsrapport-2022>

³ <https://naturrisikoutvalget.no/mandat/>

⁴ <https://naturrisikoutvalget.no/aktuelt/>

⁵ <https://naturrisikoutvalget.no/gi-innspill/>

Hovedpunkter

Som beredskapsinstitusjon og kunnskapsleverandør til primærnæringene, folkehelsen og forvaltningen er Veterinærinstituttet i berøring med en lang rekke fysiske naturreisikoler og ser effektene av dem i vårt daglige virke (del 2).

Veterinærinstituttet befinner seg, sammen med andre forvaltningsorganer, i en særstilling når det gjelder omstillingsrisiko. Dette fordi vi påvirkes av næringenes behov og prioriteringer, og er involvert i håndhevelse av reguleringsendringer (del 2). Ansvarsrisiko diskuteres ikke videre.

Fysiske naturreisikoler som påvirker primærnæringene og folkehelsen er for mange å regne opp her, så utover gitte eksempler henvises det til tidligere rapporter fra Veterinærinstituttet, Totalberedskapskommisjonen, Klimakommisjonen, Havforskningsinstituttet, NINA, NIBIO, CICERO, Norce, Nofima, Riksrevisjonen, m.fl. bl.a. i sentral dokumentasjon i Referanselisten (del 6).

Vi tolker risiko dithen at ordet impliserer uønskede utfall, ikke minst i konteksten naturtap (del 1). Risiko kan og bør forstås som Risiko = Konsekvens × Sannsynlighet, hvor usikkerhet hefter ved begge de multipliserte leddene uavhengig (del 5).

Risiko er altså ikke avhengig av usikkerhet, men av en mer eller mindre godt kjent og sannsynlig konsekvens (del 5)

All naturreisiko påvirker komplekse økosystemer og det er ikke bare element av kjent risiko, men også fare for uforutsette konsekvenser. Det uforutsette lar seg per definisjon ikke fullt ut kvantifisere i risikovurdering, men må anerkjennes så langt som mulig og gjennom overvåking og potensiell oppfølging (del 2).

Indeksbasert forvaltning kan gi uheldige utslag, ved å gi forvaltningsmål med suboptimal økosystemfunksjon når klimakstilstanden til systemet ikke er statisk. Dette kan for eksempel følge av klimaendringer, miljø- eller landskapsendringer på større skala (del 4).

Vi forutsetter at forvaltningen, som regulerer og fører kontroll, har langsiktige allmenne størrelser som livskvalitet og økosystemfunksjon som måleenhet for konsekvens og risikoavveining og ikke baserer seg på en kontekst- og fordelingsavhengig størrelse som verdiskaping (del 5).

Økosystemregnskap og verdsetting av økosystemtjenester blir i Naturreisikoutvalgets bakgrunnsmateriale omtalt i kontekst av TNFD-initiativet. Det er bra, men dette er utviklet av og for finansnæringen og beslektede aktører. Offentlig forvaltning må på sin side benytte metodikk beregnet på regulering, incentivering og kontroll med fellesskapet langsiktige interesse for øyet, fortrinnsvis FNs System of Environmental Economic Accounting (SEEA-EA) som er kompatibelt med TNFD og norske økosystemregnskap slik det er påbegynt og beregnet på offentlig sektor (del 5).

1. Hva er Naturreisiko

Her tar vi utgangspunkt i NOU 2018:17 «Klimarisiko og norsk økonomi», hovedsakelig seksjon 2.3 og 4 hvor klimarisikobegrepet diskuteres.

Ordet «risiko» impliserer i normaltale uønsket utfall eller konsekvens. Vi deler derfor tilsynelatende ikke helt Klimautvalgets uvanlige tolkning av at ordet «risiko» innebærer et avvik som kan gå i negativ eller positiv retning⁶. Sammenliknet med «klimaendringer» er det nok også vanskeligere å forstå begrep som «naturødeleggelse» og «naturtap» som nøytrale prosesser som kan gi positive eller negative utfall.

⁶ <https://naob.no/ordbok/risiko>

Man kan argumentere for at det finnes elementer av naturmangfold man med fordel kan miste, hovedsakelig sykdomsfremkallende mikrober som koppeviruset som ikke har blitt savnet etter utryddelsen. Men dette er særskilte unntak og, som vi vil komme tilbake til, ikke alltid uten sin egen form for risiko.

Ingen aktivitet, inkludert inaktivitet, er uten følger. Når følgene av en aktivitet inkluderer potensiell naturskade, innebærer de tilsvarende potensielle uønskede konsekvenser som kan være mer eller mindre godt identifisert på forhånd, men som ofte er kjent å være forskjellig fra null.

Når det gjelder komplekse ting som økosystemer, er det i praksis alltid flere mulige konsekvenser, noen bedre kjent enn andre, og noen lettere å forutsi sannsynligheten for at inntreffer enn andre. Ofte er de direkte følgene kjent, men ikke størrelsesorden på konsekvensene. For eksempel vet vi at sprøyting av et jorde med et biocid mot en type skadeinsekter i praksis også vil drepe noen andre insekter, inkludert pollinatorer. Vi vet ikke akkurat hvor stor betydning dette har, men vi kan anslå en sannsynlig størrelsesorden på konsekvens. I tillegg kommer kaskadeeffekter i økosystemet som kan være dårligere kjent og hvor man bare kan antyde sannsynlighet om de vil inntreffe.

Ettersom naturrisiko brukes som et begrep man både kan forårsake (ved å påføre naturskade) og være utsatt for (gjennom å føle konsekvensene av naturskade), må størrelsesorden være sammenliknbar uavhengig av om man har planlagt et visst konsekvensnivå eller ikke. Med andre ord, de alternative definisjonene av «risiko» som baserer seg på en finansiell forståelse av «risiko» som avvik fra forventet verdi (i.e. konsekvens) vil være uegnede for naturregnskap ettersom de avhenger av intensjonen til den som påfører skaden. Kostnaden er likevel påført de som opplever naturrisiko uansett hvorvidt dette var kjent for den som utførte handlingen eller ikke.

Risikobegrepet slik det er brukt i offentlig risikoanalyse bør derfor gjelde også her, slik at
Risiko = sannsynlighet × konsekvens av uønskede utfall.

Utfordringen er å finne en optimal risikoavveining gitt tilgjengelige ressurser og omstendigheter. Her avviker også vår forståelse tilsynelatende noe fra klimarisikoutvalgets, da vi mener at hensynet til å skape verdier ikke er en konsekvent målestokk å veie risiko opp mot. Verdiskapning er nødvendig for å unngå fattigdom og skape livskvalitet -men livskvalitet innebærer også intakt natur og fravær av naturrisiko for ens medmennesker og etterkommere. Sagt på en annen måte avhenger verdien av verdiskapningen av hvordan den brukes og fordeles. Livskvalitet er derfor et mer direkte og relevant mål på hva vi forsøker å maksimere gjennom å minimere risiko.

Livskvalitet er imidlertid vanskelig å måle og for private aktører kan det være vanskelig å forholde seg til det overordnede bildet når ens finansielle overlevelse måles gjennom økonomisk verdiskapning. Derfor er det den demokratiske forvaltningens ansvar å ha det ultimate målet for øyet når reguleringer og rammebetingelser legges. Dette perspektivet er antakelig vanskeligere å beholde dersom analysemetoder som adopteres fra næringsliv inn i offentlig forvaltning blir dominerende.

I tillegg kan man argumentere for at natur har egenverdi og at dyrs livskvalitet også må inkluderes i det samlede regnskapet. Her kolliderer flere filosofiske, etiske og religiøse verdensforståelser. Som et institutt basert på biovitenskap, registrerer Veterinærinstituttet at det er evolusjonære grunner til å anta at de menneskelige evnene til å føle smerte, oppstemthet, nedstemthet og endog empati og nysgjerrighet og derved oppleve livskvalitet, neppe oppsto som kvalitativt unike på noe punkt i vår utviklingshistorie. De må antas delt, i varierende grad og styrke, med andre pattedyr og potensielt andre organismer med velutviklet sentralnervesystem. Derfor er krav til dyrevelferd nedfelt i det norske lovverket⁷. Selv om dyrevelferd vektet svært forskjellig fra menneskers velferd, blir dyrs livskvalitet et av elementene som teller med i maksimert livskvalitet, om man skal være etisk og logisk konsekvent.

⁷ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-97>

Naturrisiko kan slik sett forstås som risiko for samlet tapt livskvalitet som følge av tap av økosystemtjenester, naturarealer eller biologisk mangfold. Ellers kan vi stille oss bak definisjonen i Deloitte's rapport av 2022⁸. Etter definisjonene brukt i Deloitte (2022) fokuserer vi på **fysisk naturrisiko** da det primært er dette Veterinærinstituttet må håndtere i vårt arbeid med beredskap, dyresykdommer, zoonoser, mattrygghet og matsikkerhet^{9, 10, 11, 12, 13, 14, mm.}.

Omstillingsrisiko er for oss en sekundær faktor som påvirker våre oppdragsgivere og samarbeidspartnere. Den er uten tvil viktig, men i mindre grad i fokus her. Veterinærinstituttet bistår på den ene siden næringene med ulike former for kunnskapsstøtte og påvirkes da av endringer i næringenes behov. På den andre siden er instituttets hovedoppdragsgiver forvaltningen som trenger støtte i oppfølgingen av regelverk og vedtak, og også disse er gjenstand for omstillinger. Samlet påvirker disse endringene instituttets rammevilkår og muligheter til å fylle samfunnsoppdraget.

Ansvarsrisiko blir i liten grad diskutert, men reiser en prinsipiell problemstilling vedrørende hvorvidt offentlige instanser har rettslig ansvar for ikke å ha forvaltet vårt felles naturgrunnlag godt nok på lang sikt. Det sentrale her vil være hvilket ansvar en offentlig instans har dersom den på den ene siden har fulgt retningslinjer fra demokratisk valgte myndigheter, og på den andre siden burde vite bedre.

Beredskap og risikohåndtering innebærer å minimere sannsynlighet og/eller uønsket konsekvens. Det siste medfører å maksimere tåleevne, og/eller effektivisere avbøting av skader.

2. Hvordan berøres vår sektor av fysisk naturtap og naturrisiko

Våre innspill til mekanismer er naturligvis ikke uttømmende da hverken tid eller plass tillater diskusjoner rundt disse temaene. Vi fokuserer derfor på å liste opp noen sentrale mekanismer, klargjøre gjennom noen eksempler, og ønske velkommen videre dialog og samarbeid der mekanismer og tiltak trenger utdyping med videre innhenting og vurdering av kunnskapsgrunnlag.

Gode økosystemfunksjoner er fundamentalt viktige for hele Veterinærinstituttets arbeid, og naturrisiko påvirker våre ansvarsområder på mange måter. Naturrisiko oppleves kontinuerlig og påvirker vårt arbeid gjennom påvirkning på både natur og ressursgrunnlag tidlig i verdikjedene vi har ansvar for. Noen sentrale berøringspunkter inkluderer:

- **Tap av pollinatorer** er en essensiell del av matproduksjon direkte samt for fôr og utmarksbeite [1], og tap av biomasse og biodiversitet er slik et direkte uttrykk for naturrisiko.
- **Tap av torvmyrer, elvebredder og strandsoner** er truede naturtyper essensielle for regulering av vassdrag og kretsløp. Dette er igjen essensielt for flomfare, vannkvalitet og drikkevannstilgang for husdyr, vilt, mennesker og avlinger [2, 3].
- **Etablering av invasive arter** av insekter eller andre dyr. Disse kan være vektorer eller verter for nye sykdommer som smitter mellom dyr og mennesker (zoonoser), mellom vilt og/eller husdyr (dyresykdommer), på planter og fôr (plantesykdommer), eller selv være skadegjørere [4] direkte eller pga. konkurranse med andre arter.

⁸ https://mkto.deloitte.com/rs/712-CNF-326/images/deloitte_naturavtalen_naturrisiko_rapport_2022.pdf

⁹ <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/dyrehelserapporten-2022>

¹⁰ <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/zoonoserapporten-2022>

¹¹ <https://www.vetinst.no/overvaking/aviaer-influenza-fjorfe>

¹² <https://www.vetinst.no/overvaking/gyrodactylus-salaris-overv%C3%A5kningsprogram>

¹³ <https://www.vetinst.no/overvaking/antibiotikaresistens-norm-vet>

¹⁴ <https://www.vetinst.no/overvaking/fortrygghet>

- **Tap av biodiversitet** har vist seg å være en drivende faktor for fremmarsj av nye sykdommer globalt, særlig der det kombineres med endringer av arealbruk og intensivering av jordbruk og tett kontakt mellom mennesker, husdyr og vilt [5-7].
- **Tap av genetisk diversitet** innenfor arter og populasjoner, så vel som på økosystemnivå, gjør organismegrupper mer sårbare for smittsomme sykdommer[8, 9].
- **Arealbruksendringer** som medfører nedbygging av dyrkbar mark og beitemark går sterkt utover matsikkerheten, og matberedskap i Norge [10], påpekt som en del av matsikkerhetsberedskap¹⁵.
- **Arealbruksendringer** som innebærer at vi tar i bruk arealer som tidligere ikke har vært vurdert som egnet, bidrar det til større press på natur og større matusikkerhet.
- **Forsøpling, miljøgifter og forurensing** som en kilde til naturtap er en direkte fare for helsen til vilt og tamdyr, dyrevelferd og menneskehelse, men også et resultat av naturtap der dette har redusert eller overveldet naturens evne til å omdanne, fortynne eller tolerere slike påkjenninger [11].
- **Antimikrobiell resistens og resistens mot plantevernmidler** henger tett sammen med bruk av antibiotika, plantevernmidler etc, og igjen sammen med biodiversitet i planter, insekter og mikrobielle samfunn [12]. Sammenhengen er spesielt klar når man tar inn over seg at biodiversitet er en essensiell del av økosystemfunksjon, ikke bare for nøkkelarter vi kan se, men i minst like stor grad for mikrobiell biodiversitet [13].
- **Zoonotiske pandemier og utbrudd av sykdommer hos menneske** henger sammen med tap av biodiversitet (se over), men også med handel, migrasjon, klima og spredning i vertsdyr som mink, katt, rev, smånagere hvis utbredelse og kontakt med mennesker bestemmes av vår behandling av natur, arealbruk og miljø [5, 14-16]
- **Endrete rammevilkår ifht. matsikkerhet.** Endringene truer med å gjøre matsikkerhet og mattrygghet vanskeligere å opprettholde over tid, og vi må både være bedre forberedt på endringene og ha strategier for å opprettholde både matsikkerhet og mattrygghet samtidig, under endrede forhold (se bl.a. Riksrevisjonens *Matsikkerhet og beredskap på landbruksområdet* Dokument 3:4 (2023–2024)).

Eksempler på samvirkende problemstillinger

Ekstremvær: Mer enn klima

Ekstremvær diskuteres ofte i klimasammenheng, men konsekvensene og mottiltakene henger sammen med naturrisiko, naturinngrep og regulering. Som et eksempel gir vi derfor en kort vurdering av ekstremværet «Hans» i kontekst naturrisiko.

Ved oversvømmelser vil vann/jord føre med seg en rekke potensielle ulemper/farer for fôr/beite, som kloakk og andre forurensede masser som forurenser jord, avlinger, dyrerom, drikkevann til mennesker og dyr samt fôr. Dette inkluderer en rekke smittestoffer som stammer fra jord, dyr, mennesker, kadaver og kloakk. Flere slike smittestoffer kan overleve en god stund i overflaten av beiter og/eller i fôrvekster, og kan overføres til dyr som spiser dette. Vilt er vanskeligere å beskytte, ikke minst siden tilgjengelig drikkevann til beitedyr og vilt kan være forurenset med kloakk, med fare for spredning av ulike smittestoffer. Døde dyr/kadaver (f.eks. ville etter flom) kan komme inn i fôr, noe som er en kjent kilde til botulisme hos dyr.

¹⁵ <https://kudos.dfo.no/dokument/53701/matsikkerhet-og-beredskap-pa-landbruksomradet>

Oversvømmelser forsterker effekten av forsøpling, da gjenstander og stoffer som føres med vann/skred kan forurense viltbeiter/fôrråvarer eller komme over i fôret ved innhøsting. Dette kan være alt fra blikkbokser (som ved oppkutting og innblanding i silo kan gi alvorlige skader hos dyr som spiser dette), til farlig avfall som f.eks. bilbatterier (som kan gi blyforgiftning), og spredning av ulike kjemikalier som drivstoff, etc. som kan forurense arealer til beite/fôrproduksjon.

Ved beiting i våte omgivelser i lengre tid, kan det oppstå klauv- og hudlidelser, og insektplager. Rundballer som er delvis ødelagte/skadet, kan ha redusert fôr kvalitet og/eller økt innhold av bakterier, mugg og giftstoffer fra sopp (mykotoksiner). Dersom det er ønskelig å bruke flomskadede grønnsaker/vegetabilier som fôr, må man være oppmerksom på de samme farene som ved annet fôr, og med fordel ensilere vegetabilene.

Dersom de vanlige beiteområdene er ødelagt, kan man måtte benytte mer «ukjente områder» til beite. En slik omregulering kan gi større risiko for at det f.eks. kan være giftige planter i området. Dersom beiteområder ødelegges og man må øke dyretettheten på brukbare beiter, kan smitteforhold endres. For eksempel kan parasittbelastningen øke. Det kan også føre til velferdsproblemer hos dyr. Utlån av beiter eller samarbeider mellom gårdsbruk, kan føre til at smittestoffer sprer seg mellom besetninger.

Vannkvalitet til innenlands fiskeproduksjon, klekkerier, oppdrettsanlegg osv. kan forringes og gi utfordringer for helse og velferd. Økt vannføring og/eller ødeleggelse av infrastruktur kan føre til rømming av oppdrettsfisk eller av husdyr/vilt i fangenskap og dette kan føre til spredning av sykdom eller påvirkning på ville bestander av ulik art. Ødeleggelse av «sperrer» etablert for f.eks. å hindre spredning av krepepest, parasitten *Gyrodactylus salaris* eller pukkellaks kan føre til etablering av smittestoffer eller arter i områder de egentlig skal holdes ute fra.

Potensielle reguleringer:

- En karenstid på beitebruk og fôrhøsting vil redusere faren for smittestoffer og bedre den hygieniske kvaliteten.
- Behandling med ensileringsmidler for å få ned pH og en viss lagringstid vil være et viktig tiltak for å unngå overføring av sykdomsfremkallende agens.
- Vern og gjenoppbygging av torvmyrer og andre vannmagasinerende naturtyper, i tillegg til andre tekniske sider ved vassdragsregulering som ikke faller inn under tema her.
- Ensilering og kontroll av vannskadde grønnsaker/vegetabilier for å unngå mykotoksiner
- Klarere ansvarsfordeling for opprydning i dårlig sikrede eller ulovlige avfallsdeponier.

Havbruk, fisk og oppdrettsnæring: Vekst versus tålegrenser

Det sies at den største styrken i norsk oppdrettsnæring er tilgangen til rent friskt vann. Allikevel er næringen (sjøfasen) så å si utelukkende tuftet på produksjon i åpne systemer der lite eller ingenting utestenges eller tas vare på. Produksjonen skjer på en miljømessig sett mest mulig naturbelastende måte: Gjennomstrømningskonseptet gir fri flyt av agens inn og ut av merdene, slammet går rett ut og fortynnes i vannmassene og gir økt mengde næringssalter. Resultatet er at hele næringen er sårbar for alger, episoder med oksygenmangel, spredningen av lakselus, introduksjon av nye agens/sykdommer og miljøhendelser generelt. Temperaturøkninger i sjøen og forsuring vil forsterke problemet lineært eller kanskje også eksponentielt dersom videre vekst baseres på dagens løsninger. Rent, friskt vann, næringens største styrke, er i ferd med å ødelegges av næringen selv.

En så stor næring er sårbar for den påvirkningen den selv påfører naturmiljøet. Utfordringene med lakselus er spesielt krevende. Overskridelse av de biologiske grensene slik vi ser i dag forringer økosystemet (fører til naturtap) og gjør næringen mindre robust. Slik vil naturlig forekommende ugunstige forhold (tørre somre, varmeperioder eller flomperioder) gi sterkere negative effekter som øker risikoen for ytterligere sykdomsutbrudd og dødelighetsepisoder.

Matproduksjonen som oppdrettsnæringen representerer er spesielt sårbar fordi sykdommer kan treffe hvor som helst, og spres videre langs hele kysten i en «perlesnoreffekt» ettersom det ikke finnes

effektive barrierer. Algeoppblomstringen i Nord-Norge er et beskrivende eksempel på hvor sårbar næringen er, og den var relativt begrenset/regional i omfang. Spredningen av furunkulose sent på 80-tallet og gjennom store deler av 90-tallet, viste hvordan sykdomsutbrudd kan ramme og spres. Vi er langt mer sårbare i dag, pga. større enheter, mindre avstand mellom anleggene og mer fisk i sjøen til enhver tid. Furunkulosen ble håndtert ved at det var en bakteriesykdom vi kunne kontrollere med en effektiv vaksine. Mange virus sykdommer har til nå være vanskeligere å kontrollere, og får vi inn en virus sykdom med samme spredningsevne og aggressivitet, vil dødelighetsbildet i oppdrettsnæringen bli svært krevende.

Lusesituasjonen viser at næringen med dagens produksjonsform overskrider bærekraftige nivå i gule og røde områder (ref. Trafikklyssystemet). Risikorapporten og Fiskehelse rapporten viser begge at utviklingen går feil vei, med mer lus, økt dødelighet, økt sårbarhet og redusert lønnsomhet som følge. Ulike mekaniske behandlingsmetoder av fisken mot lus gir en helsebelastning som utløser store velferdsproblemer og økt dødelighet som følge av sår og andre sykdommer (CMS, Pasteurella, gjelleproblemer m.m). Mangelen på effektive biologiske branngater øker sårbarheten. Sårbarheten vil forsterkes dersom videre vekst baseres på dagens løsninger. Se [17, 18] samt¹⁶.

Ellers viser vi til Havforskningsinstituttets høringsuttalelse til Naturrisikoutvalget.

Potensielle reguleringer:

- Påbud om slaktekapasitet, nødtransportkapasitet eller alternative måter å håndtere en stor hendelse langs kysten slik at større deler av næringen kan skjermes.
- Påbud om mer diverse produksjonsmetoder i sjø (bl.a. lukka, semilukka, nedsenkbare, snorkel, og åpne anlegg).
- Løsningene må gi vesentlig mindre fotavtrykk enn i dag. Det vil si mer sirkulær produksjon, oppsamling av slam, og skjerming mot lus.
- For å redusere sårbarheten, dødelighetsnivået og forbedre fiskevelferden, må utfordringene med lakselusa elimineres eller reduseres kraftig. Det vil trolig også ha stor positiv virkning på den generelle smittebelastningen langs kysten.
- Konkretisere anbefalingene fra Nøstbakken-utvalget NOU2023:23 «Helhetlig forvaltning av akvakultur for bærekraftig verdiskaping » som peker på at kysten må styres mot grønt (akseptabelt nivå) for de parameterne den måles på. Imidlertid definerte ikke utvalget noen grense for hva akseptabelt nivå vil si.

Eksempel: Genetisk diversitet

Genressurser som kan utnyttes kan for eksempel være koblet til motstand mot aktuelle sykdommer, bedre tilpasninger til lokale klima- og vekstforhold, og redusert avhengighet av innsatsvarer som kunstgjødsel og importerte fôrråvarer. Avl- og foredling som rettes inn mot f.eks. motstand mot sykdommer kan erfaringsvis også øke risikoen for at sykdomsagens på sikt overvinnes den aktuelle motstanden. Det genetiske rustningskappløpet mellom nytteorganismer og sykdomsagens omfatter også nye arter som kan følge av klimaendringer eller med vektorer og økt regional og global mobilitet. Det er i dette perspektivet også et poeng å forsøke å begrense risikoen for at avls- og foredlingsvirksomhet øker sannsynligheten for at skadeorganismer, f.eks. gjennom seleksjonspress, kan bli en større trussel mot naturlige populasjoner slik man har sett med lakselus i akvakulturnæringen.

Moderne matproduksjon er i all vesentlighet basert på monokulturer, noe som isolert sett bidrar til økt sårbarhet for utvikling av nye smittsomme sykdommer. Jo lavere genetisk diversitet i disse monokulturene, jo større sårbarhet. På samme måte vil lav genetisk diversitet i naturlige populasjoner bidra til høy sårbarhet for sykdom i disse. Krepsepest er et eksempel på en sykdom som var asymptomatisk på en importert dyreartsguppe (arter av amerikansk ferskvannskreps) men har vist seg å være dødelig for naturlige forekommende dyrepopulasjoner (ferskvannskreps) i Norge og resten av

¹⁶ <https://kystbarometeret.no/>

Europa. Det er mulig å se for seg tilsvarende problemstillinger som en konsekvens av importert avlsmateriale, f.eks. hvis oppdrettslaks ble gjort så resistent mot en sykdom at den kunne være symptomfri bærer av et sykdomsagens som ville være dødelig for villaks. I tillegg kan det bli aktuelt å ta i bruk dyre- og plantearter eller varianter som vi ikke har historisk erfaring med i Norge enten direkte eller for å øke tilgjengelig genetisk diversitet for avlsformål. Dette kan både vise seg å ha stort nyttepotensial, f.eks. gitt klimaendringene, og representere en miljørisiko som derfor bør undersøkes i forkant.

Beskrevne endringer i produksjonssystemer for mat kan bl.a. omfatte lengre utendørs produksjonssesong og tilrettelegge for at visse skadeorganismer i større grad får mulighet til å gjennomføre full livssyklus. Effektene kan i så fall både omfatte domestiserte og naturlige populasjoner som er mottakelige for skadeorganismene.

Tam- og villreinpopulasjonene i Norge er i liten grad i direkte kontakt. Dette kan komme til å endre seg med økende arealpress. Prionsykdommen klassisk skrantesyke har foreløpig kun blitt påvist på rein i villreinområdene Nordfjella og Hardangervidda, noe som allerede har påvirket både husdyrnæring og viltforvaltningen i disse og nærliggende områder¹⁷. Konsekvensene ved en videre spredning (eller påvisning) i andre villreinpopulasjoner og/eller tamrein vil være store, både miljømessig, samfunnsøkonomisk og kulturelt.

Med spredning av masser og intensivering av jordbruket, vil også gjødselsituasjonen forandre seg. Landbruksarealer gjødsles, både direkte og indirekte. Mer næringsstoffer i naturen vil stimulere andre mikro- og makroorganismer enn i dag. Tap av gjødsel ut til områder som ikke skulle hatt gjødsel vil også føre til knapphet på gjødsel.

Endringer i jordbruk, rammebetingelser og klima kan gi spredning av toksinproduserende sopp. Toksinproduserende sopp er avhengig av miljøfaktorer både for å spres og for å produsere toksiner. Mange arter, som f.eks. produsenter av de potente aflatoksinene, er avhengige av både temperatur og fuktighet for å danne toksiner. Det er predikert at en endring i klima vil øke forekomsten av aflatoxin B 1 og at toksinet vil spre seg til nye geografiske områder [19]. Forekomsten av toksinproduserende sopp som *Fusarium*-arter og deres toksiner er predikert å kunne endres, også i norsk klima [20, 21].

Uforutsette konsekvenser: Havbruk og oppdrett

Fremmede fiskearter sprer seg stadig som følge av flytting av fisk, men også gjennom naturlig innvandring, blant annet som følge av økte temperaturer. Introduksjon av fremmede arter er i utgangspunktet et økologisk problem. Lokalt kan det ha betydelige økonomiske konsekvenser for berørte grunneiere og næringsinteresser knyttet til fiske. For det offentlige kan slike introduksjoner medføre betydelige kostnader, avhengig av hvor mye midler man er villig til å bruke på å bevare stedeegne stammer og biologisk mangfold. Om så de direkte økonomiske kostnadene ved innføring av fremmede fiskearter i hovedsak er av mindre art, kan en slik introduksjon få fatale følger. Med nye arter følger det gjerne også nye parasitter og andre fiskesykdommer. Dette er en trussel for alle stedeegne fiskearter i Norge, men av økonomisk interesse står nok villaksen i en særstilling. Denne generer betydelige inntekter i flere lokalsamfunn. En annen faktor vil være at sykdom som angriper villaksen også vil kunne angripe oppdrettslaks og med det være en alvorlig trussel for en av landets viktigste næringer.

Spredning av *Gyrodactylus salaris* [22] og dens virkning på villaks er stadig en trussel, men med stadig bedre kontroll på situasjonen fremstår pukkelaks for øyeblikket som en av de største risikoene for den norske villaksen og økosystemfunksjon i norske elver. Dette er blant annet fordi man ikke har tilstrekkelig oversikt over pukkelaksens potensiale som bærer av smittsomme sykdommer, og fordi vann forurenset av råtnende pukkelaks ser ut til å medføre stor risiko for bakteriologiske infeksjoner hos mennesker og potensielt dyr. Dette er altså en trussel som både oppdrettsnæringen og folkehelsen må være forberedt på å kunne møte.

¹⁷ <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/kartlegging-og-overvaking-av-skrantesjuke-cwd-2022>

Oppdrett, fiske og annet havbruk har store økonomisk betydning for Norge og er utsatt for betydelig naturrisiko. Med økte havtemperaturer ser vi en stadig økning av nye arter i våre farvann som kan ha negative konsekvenser for stedege arter, både ville og i oppdrett. Vi avventer også en full forståelse av hvilken betydning mikroplast vil få for havøkosystemer, og hvordan samspillet mellom klimaendringer og andre menneskelige påvirkninger slår ut.

Potensielle reguleringer:

- Overvåkningsprogram
- Prioritering av grunnforskning for å identifisere sårbarheter og forebyggende tiltak

Håndtering av regleringer (omstillingsusikkerhet)

Veterinærinstituttet opplever konsekvensene av mange endringer, ofte både fra næringenes og naturforvaltningens sider samtidig. Fra vårt ståsted vil noen endringer på kort sikt være til fordel for verdiskapning i næringer vi samarbeider med og som kjøper våre tjenester. På lengre sikt kan disse endringene gjøre det vanskeligere å utføre vårt samfunnsoppdrag knyttet til matsikkerhet, mattrygghet og og sikre helsen for dyr og mennesker. Andre endringer kan ha motsatt effekt. De beste endringene er de som helhetlig fremmer formålene i vårt samfunnsoppdrag ved kunnskapsbasert forvaltning for bærekraftig produksjonskapasitet, stabiliserende ressursfordeling og langsiktig naturrisikovurdering.

3. Hvordan vurdere og håndtere naturrisiko

Veterinærinstituttet håndterer naturrisiko på daglig basis, men ofte på et nivå hvor hver enkelt sak ikke nødvendigvis koples til naturrisiko. På marin side er det for eksempel arbeid med Trafikklyssystemet¹⁸ for oppdrettsnæringen. Viltovervåking og metodeutvikling for å bekjempe spredning av nye innførte sykdommer inkluderer miljø-DNA mot krepsepest¹⁹, og biosikkerhetsarbeid mot afrikansk svinepest²⁰. Klimarisiko og naturrisiko skiller i praksis i liten grad da de uansett opptrer samtidig, samvirker og forsterker hverandre, og er resultat av samme globale produksjonssystem.

Som kunnskapsleverandør er det vår jobb å gjøre næringene bedre i stand til å vurdere naturrisiko og myndighetene i bedre i stand til å vurdere naturrisiko og gi tilpassede rammebetingelser. Det viktigste myndighetene kan gjøre for å sette Veterinærinstituttet bedre i stand til å vurdere naturrisiko er derfor å sørge for gode rammevilkår for relevant forskning, og godt samspill med myndigheter og de forskjellige aktørene.

Gjennom et styrket strategisk fokus på en Én Helse-tilnærming og samfunnsberedskap, ønsker Veterinærinstituttet å bidra til å ta bedre hensyn til naturrisiko gjennom egen virksomhet, næringenes og forvaltningens beslutningsgrunnlag, og vårt felles tilgjengelige «verktøysett» av metoder og strategier.

Økosystemer er komplekse, de er sammensatte av mange faktorer som er vanskelige å kjenne til og vanskeligere å kvantifisere. Naturrisiko innebærer derfor alltid et sterkt element av det ukjente og av uforutsette konsekvenser. Sprøytemidler som DDT er klassiske eksempler på tiltak som skal løse et sett med problem (skadeinsekter og sykdomsspredning), men som viste seg å skape andre vesentlige problemer (toksisk akkumulering i næringskjeden, økosystemeffekter). CFC-gasser bidro isolert sett til styrket mattrygghet og matsikkerhet ved å gjøre nedkjøling økonomisk, men gassene bryter ned ozonlaget. Mange flere eksempler kunne vært presentert. Det er derfor naturlig å anta at også fremtiden byr på uforutsette konsekvenser av velmente eller antatt harmløse ting vi foretar oss i dag.

¹⁸ <https://trafikklyssystemet.no/>

¹⁹ <https://www.vetinst.no/overvaking/krepsepest>

²⁰ <https://www.vetinst.no/nyheter/podcast-afrikansk-svinepest--en-dyrehelsetrussel-ogsaa-i-norge>

Et eksempel kan være mikroplast. Plast har vært produsert i økende kvanta siden 1930-tallet, men de potensielle farene ved mikroplast i miljøet ble ikke allment kjent før de siste årene [23].

4. Hvordan analysere og fremstille naturrisiko på nasjonalt nivå

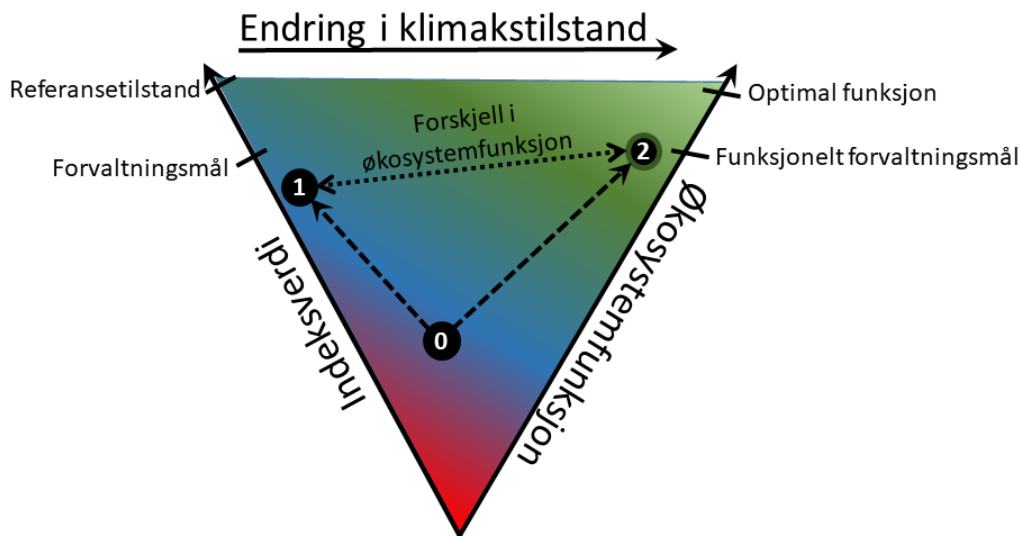
Naturindeks benyttes til å rapportere på nasjonale miljømål og inngår som bærekraftindikator for Norge. Det er derfor naturlig å se for seg en forståelse av begrepene naturtap og naturmangfold i forvaltningen basert på det store arbeidet som er lagt ned i å utarbeide Naturindeks for Norge²¹. Dette synes i all hovedsak å være en konkret, effektiv og analyserbar måte å sette og kontrollere forvaltningsmål. Naturindeks er derfor i utgangspunktet et godt verktøy. Dersom det brukes til å skjære bort økologisk fagkunnskap og fullstendig automatisere prosessen med økosystemvurdering, risikerer man imidlertid at det gir et overforenklet bilde som kan misbrukes eller mistolkes. Ekspertvurderinger kan være tid- og ressurskrevende, vanskelige å sammenlikne og å bruke på tvers av systemer. Derfor synes det åpenbart at disse tilnærmingene bør supplere og verifisere hverandre.

I en analyse av naturrisiko kan man se for seg at naturtap måles som differansen 1 minus indeks ($1 - I$), og at forvaltningsmål for et gitt område er å oppnå eller opprettholde en indeksverdi som regnes som akseptabel. Man kan se for seg en slik tilnærming som en kvantifiserbar størrelse å benytte i for eksempel TNFD Risk Management.

Imidlertid er ikke nødvendigvis det underliggende systemet statisk, men påvirket av prosesser på større skala, noe som kan skape et spenn mellom forvaltningsmål og økosystemfunksjon (se figur 1). Det enkleste eksemplet å illustrere innebærer klimaendringer: Dersom et område med intakt økosystem 1961-1990 besto av middels artsrik granskog i bestandsskogbruk, vil et indeksbasert naturregnskap motivere for å plante gran og forsvare det tilhørende artsinventaret mot nye arter frem mot år 2050 (forvaltningsmål 1 i figur 1). Imidlertid vil klimaendringene på det tidspunkt ha gjort nyplanting av gran lite tilrådelig i store områder, da disse trærne vil danne svekket skog utsatt for tørke, brann og skadegjørende insekter og sykdommer. Tilplanting med nye og mer klimatilpassede treslag, ville derimot kunne gi mer artsrik og robust skog med høyere biodiversitet, men ikke det samme artsinventaret (forvaltningsmål 2 i figur 1). Forvaltningsmålet og økosystemfunksjonen kan med andre ord, i varierende grad, være motstridende størrelser.

Liknende prosesser opptrer også som følge av endringer i arealutnyttelse på større skala, næringscyklus, etc. En naiv og ukritisk bruk av indekssystemet implementert i en næringsforvaltning med lite økologisk kunnskap, kan f.eks. ende opp med manglende eller motstridende incentiver. Et landskap i 2060 kan være satt inn i en større skala svært ulikt mhp. randsoner, tilflyt av næringsstoffer, artstilfang av dyr som bruker landskapet på større skala (trekkfugl, beitedyr) osv., enn det hadde under referansetilstanden. Da må man enten akseptere en lav naturindeksverdi og miste incentiver til forbedring, eller se på mulighetene som finnes for å benytte det nye regimet til å skape et artsrikt og robust landskap. Det siste vil kreve incentiver langs en akse som ikke finnes i naturindekssystemet (figur 1).

²¹<https://www.naturindeks.no/About>



Figur 1: Illustrasjon av et teoretisk gap mellom indeksbasert forvaltning og forvaltning basert på økosystemfunksjon. Jo større forskjellen er mellom referansetilstanden og den reelle klimakstilstanden for systemet om det fikk utvikle seg uten menneskelig påvirkning, jo større forskjell er det mellom et indeksbasert forvaltningsmål (1) og et funksjonelt forvaltningsmål (2) basert på oppdater økosystemtilstand. Fra et utgangspunkt (0) blir disse delvis motstridende hensyn, og forskjellen kan sees som økt naturrisiko.

En løsbart utfordring er også **inkludering av mikrobiom** i de funksjonelle begrepene naturrisiko, naturtap og naturindeks. Der naturindeks i stor grad bygger på artsobservasjoner er få av disse artene mikrober. Dette til tross for at mikrobielle samfunn fra mykorrhizza til jordbakterier til bakteriofager er essensielle deler av næringscyklus og funksjon i alle økosystemer [13]. Vi vet imidlertid lite om «naturtilstanden» for mikrobielle samfunn, så tenkte referansetilstander blir i stor grad gjettverk, og observasjoner kan ikke gjøres med det blotte øye. Imidlertid kan fremveksten av billige metoder som miljø-DNA, barcoding, og metagenom-tilnærminger gjøre det mulig å inkludere mikrobiomet i biodiversitet og naturtap-beregninger.

5. Hvordan analysere og håndtere naturrisiko for ulike aktører

Vi har et stort spørsmålsteget under dette punktet: Så vidt vi kan se nevnes bare finanssektorens initiativ for bokføring av naturressurser, TNFD²². Men dette er et rammeverk utviklet av og for private aktører (pers. kom. David Barton; Seniorforsker i Økosystemregnskap, NINA). Vi finner det derfor svært underlig og noe bekymringsverdig at ikke FNs system for offentlige aktører, System of Environmental and Economic Accounting (Ecosystem Accounting; SEEA EA)²³ er nevnt og fremhevet på samme vis. Disse systemene er komplementerende og skal kunne brukes ut fra en felles database, men har ikke samme formål eller virkemidler. Det er derfor urovekkende og en feil bruk av systemet dersom den offentlige forvaltningen også skal vurdere og budsjettere ut fra incentivene og virkemidlene i TNFD, ikke SEEA EA.

Et relatert konsept er hvordan risiko vurderes. Som nevnt tidligere er verdiskapning et nyttig måleverktøy, men et farlig ultimatum mål for god forvaltning når det egentlige målet over tid må være

²² Se <https://naturrisikoutvalget.no/mandat/>

²³ <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

livskvalitet. Dette krever et overblikk med fellesskapet for øyet og vurderingskriterier som er egnet for dette formålet. Derfor er TNFD -tilnærmingen et viktig skritt fremover for privat sektor, men offentlig forvaltning må baseres på SEEA EA.

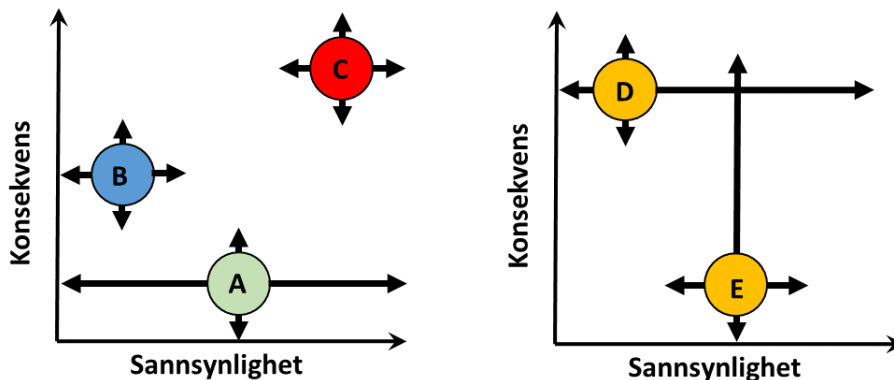
I denne sammenhengen er det også behov for en avklaring og videre konkretisering av selve begrepet risiko: Konsekvens er et *uønsket utfall – gitt at ønsket utfall er å maksimere livskvalitet over tid*. Da er den eneste måten å definere risiko på som er forenlig med både allmenn og faglig forståelse av begrepet at

Risiko = Konsekvens × Sannsynlighet [24, 25]

Alternativet er den såkalte «trefaktormodellen» der Risiko = Trussel × Sårbarhet uten en eksplisitt vurdering av sannsynligheten for at utfallet skulle inntreffe. Men dette er allerede besvart av Forsvarets Forskningsinstitutt som i sin vurdering av 2015 fastslår at også denne modellen må inkludere en sannsynlighetsvurdering for å ha praktisk verdi [26].

Begge ledd kan med fordel angis med et mål på usikkerhet, ettersom både størrelse av konsekvens og sannsynlighet for at konsekvens inntreffer i praksis ofte er vanskelig å bestemme med større presisjon. Men hvor usikkerheten sitter kan være svært viktig for vurderingen av om risikoen er verd å ta (se figur 2).

- Er konsekvensen uansett liten, kan man akseptere stor usikkerhet rundt sannsynligheten.
- Er konsekvensen stor, er presis sannsynlighetsvurdering essensiell.
- Er størrelsesorden av konsekvens usikker, tyder det på at viktige kunnskapshull må tettes før videre vurdering kan foretas, jf. føre-var prinsippet slik det er nedfelt i naturmangfoldloven § 9.



Figur2: Risiko som funksjon av konsekvens og sannsynlighet med uavhengige usikkerhetsestimater.

A: Sikker lav konsekvens, usikker sannsynlighet: Lav risiko

B: Sikker moderat konsekvens, sikker sannsynlighet: Moderat risiko vurderes mot nytte

C: Sikker stor konsekvens, sikker stor sannsynlighet: Høy risiko

D: Sikker stor konsekvens, usikker sannsynlighet: Ukjent risiko, føre-var inntil kunnskapshull tett

E: Usikker konsekvens, sikker sannsynlighet: Ukjent risiko, føre-var inntil kunnskapshull tett

Føre-var prinsippet står sterkt i norsk rett når det gjelder naturforvaltning. Det er inkorporert i naturmangfoldloven av 2009 § 9, Svalbardmiljøloven av 2001 § 7 og havressursloven av 2008 § 7, og følger av forurensningsloven av 1981 § 7 og sist, men ikke minst følger av Grunnloven § 112 (Grunnlovens miljøparagraf). Naturmangfoldloven § 9 lyder: «Når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig vesentlig skade på naturmangfoldet. Foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet, skal ikke mangel på kunnskap brukes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å treffe forvaltningstiltak.»

Med andre ord følger det også av føre-var-prinsippet formulering og plass i lovverket at bruk av begrepet «risiko» må inkludere sannsynlighet for tap av naturressurser til fellesskapets beste og graden av skade.

Dette nødvendiggjør

- (a) At SEEA EA inkluderes for offentlig forvaltning om TNFD brukes for privat sektor slik det er intendert fra FN²⁴, innarbeides i EU-systemet²⁵ og som anbefalt av Statistisk Sentralbyrå²⁶. Se også oppdatering i Lange et al. 2022 [27]
- (b) At det ultimate målet for risiko og derved risikovurdering er en faktor allmenn eller varig betydning, dvs. livskvalitet og/eller naturskade, ikke en størrelse som verdiskapning, hvis allmenngyldighet og varighet avhenger av eksterne faktorer som fordeling og videre konsekvens. Verdiskapning kan være lettere å kvantifisere i form av forskjellige parametere som brutto nasjonalprodukt (BNP/GDP), men disse reflekterer ikke alene det fulle forvaltningsmålet av felles interesse og ansvar [28-30]
- (c) Risiko = Konsekvens × Sannsynlighet [24, 25] hvor usikkerhet er et separat mål som inngår i begge ledd. Dette fremkommer også av Vitenskapskomiteen for Mat og Miljøs vurdering av Uavhengige Kunnskapsynteser (2020)²⁷.

Med vennlig hilsen


Merete Hofshagen

Avdelingsdirektør,
dyrehelse, dyrevelferd og
mattrygghet



Edgar Brun

Avdelingsdirektør, fiskehelse og fiskevelferd



6. Dokumenter

Se også dokumentasjon i fotnoter

1. Groven, I.S., *The Buzz on Grassland Management: Effects of management on pollinators and their flower resources in semi-natural grasslands*. 2023, NTNU.
2. Härkönen, L.H., et al., *Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning*. *Forest ecology and management*, 2023. **531**: p. 120776.
3. Vermaat, J.E., et al., *Projecting the impacts of the bioeconomy on Nordic land use and freshwater quality and quantity-An overview*. *Catena*, 2023. **228**: p. 107054.

²⁴ <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

²⁵ <https://www.onis.fr/wp-content/uploads/2021/07/STEURER-The-United-Nations-SEEA-EA.pdf>

²⁶ <https://www.ssb.no/forskning/energi-og-miljookonomi/klimapolitikk-og-okonomi/internasjonalt-system-for-verdsetting-av-naturgoder>

²⁷ <https://vkm.no/download/18.4b0d5342171ac4d3fab7ec70/1588246313710/Rapport%202020%20kunnskapsynteser%204.20.pdf>

4. Deksne, G., et al., *Parasites in the changing world-Ten timely examples from the Nordic-Baltic region*. Parasite epidemiology and control, 2020. **10**: p. e00150.
5. Keesing, F. and R.S. Ostfeld, *Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021. **118**(17): p. e2023540118.
6. Allen, T., et al., *Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases*. Nature Communications, 2017. **8**(1): p. 1124.
7. Keesing, F. and R.S. Ostfeld, *Dilution effects in disease ecology*. Ecology Letters, 2021. **24**(11): p. 2490-2505.
8. Russell, R.E., et al., *Principles and mechanisms of wildlife population persistence in the face of disease*. Frontiers in Ecology and Evolution, 2020. **8**: p. 569016.
9. Gibson, A.K., *Genetic diversity and disease: The past, present, and future of an old idea*. Evolution, 2022. **76**(s1): p. 20-36.
10. Bardalen, A., L. Aune-Lundberg, and H. Ulfeng, *Kunnskapsgrunnlag for norsk jordvernstrategi*. NIBIO Rapport, 2023.
11. Landrigan, P.J., et al., *Human health and ocean pollution*. Annals of global health, 2020. **86**(1).
12. Schütte, G., et al., *Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants*. Environmental Sciences Europe, 2017. **29**: p. 1-12.
13. Peixoto, R.S., et al., *Harnessing the microbiome to prevent global biodiversity loss*. Nature Microbiology, 2022. **7**(11): p. 1726-1735.
14. Rødland, E.K., et al., *Klimaendringer: Sårbarhet og tilpasningsbehov i helse-og omsorgssektoren i Norge*. 2023.
15. Rohr, J.R., et al., *Emerging human infectious diseases and the links to global food production*. Nature Sustainability, 2019. **2**(6): p. 445-456.
16. Roy, H.E., et al., *The role of invasive alien species in the emergence and spread of zoonoses*. Biological Invasions, 2023. **25**(4): p. 1249-1264.
17. Grefsrud, E.S., et al., *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022-risikovurdering—Effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett*. Rapport fra havforskningen, 2022.
18. Andersen, L.B., et al., *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2023—Produksjonsdødelighet hos oppdrettsfisk og miljøeffekter av norsk fiskeoppdrett*. Rapport fra havforskningen, 2023.
19. Leggieri, M.C., P. Toscano, and P. Battilani, *Predicted aflatoxin B1 increase in Europe due to climate change: actions and reactions at global level*. Toxins, 2021. **13**(4): p. 292.
20. Van Der Fels-Klerx, H., et al., *Mycotoxin contamination of cereal grain commodities in relation to climate in North West Europe*. Food Additives & Contaminants: Part A, 2012. **29**(10): p. 1581-1592.
21. Van der Fels-Klerx, H., et al., *Modeling deoxynivalenol contamination of wheat in northwestern Europe for climate change assessments*. Journal of Food Protection, 2012. **75**(6): p. 1099-1106.
22. Mo, T.A., E. Holthe, and O. Andersen, *Har myndighetene lyktes i kampen mot Gyrodactylus salaris?* 2022.
23. Prabhu, P.P., K. Pan, and J.N. Krishnan, *Microplastics: Global occurrence, impact, characteristics and sorting*. Frontiers in Marine Science, 2022. **9**: p. 893641.
24. Haimes, Y.Y., *On the complex definition of risk: A systems-based approach*. Risk Analysis: An International Journal, 2009. **29**(12): p. 1647-1654.
25. Mignan, A., S. Wiemer, and D. Giardini, *The quantification of low-probability-high-consequences events: part I. A generic multi-risk approach*. Natural Hazards, 2014. **73**: p. 1999-2022.
26. Busmundrud, O., et al., *Tilnærminger til risikovurderinger for tilsiktede uønskede handlinger*. 2015.
27. Lange, S., et al., *Progress on ecosystem accounting in Europe*. Ecosystem Services, 2022. **57**: p. 101473.
28. Fioramonti, L., *Gross domestic problem: The politics behind the world's most powerful number*. 2013: Bloomsbury Publishing.
29. Masood, E., *GDP: The World's Most Powerful Formula and why it Must Now Change*. 2021: Icon Books.

30. Cobham, A., et al., *Hidden inequality: how much difference would adjustment for illicit financial flows make to national income distributions?* Journal of Globalization and Development, 2016. 7(2): p. 20160022.