

Til: Justis- og beredskapsdepartementet

Kopi:

Klima- og miljødepartementet,
Kommunal- og distriktsdepartementet, Forsvarsdepartementet,
Landbruks- og matdepartementet,
Nærings- og fiskeridepartementet

DERES REF: 22/700	VÅR REF: 22/02879-2	ÅS, 16.10.2023
-------------------	---------------------	----------------

Veterinærinstituttets Høringsuttalelse vedrørende Totalberedskapskommisjonens rapport NOU 2023: 17

Totalberedskapskommisjonens utfordringsbilde virker godt fundert, men vi ser et behov for å utdype noe rundt størrelsesorden på biologiske konsekvenser av blant annet klimaendringer, og risikoanalysen basert på dette når det gjelder sykdomsutbrudd og matsikkerhet. Veterinærinstituttet ønsker å bidra til en samlet virkelighetsforståelse som er nødvendig for effektivt samarbeid på tvers av institusjoner og sektorer (se vedlegg).

I det sivile beredskapssystemet (SBS) av det nasjonale beredskapssystemet har Veterinærinstituttet en kritisk rolle. Veterinærinstituttet har som kunnskapsinstitusjon med analysekapasitet innen mat- og miljøforvaltningen en nøkkelrolle i nasjonal totalberedskap for å opprettholde god helse for dyr, fisk, og mennesker. Vår rolle er spesielt relevant ved langvarige eller gjentatte krisesituasjoner som må forventes å opptre med større hyppighet de nærmeste tiårene på grunn av geopolitikk, klimaendringer og belastning på økosystemtjenester.

På nasjonalt nivå er utfordringen å være rustet til å opprettholde grunnleggende tjenester som helse og matsikkerhet i møte med akutte og vedvarende krisesituasjoner, og å ha tett og velorganisert samarbeid med andre utøvende instanser (Folkehelseinstituttet, Mattilsynet, dyrehelsepersonell, Forsvarets Sanitet, fiskeri og landbruksnæringene m.fl.), samt øvrig forvaltning og kunnskapsleverandører (departement og kommuner, Forsvarets Forskningsinstitutt, Havforskningsinstituttet, NIBIO m.fl.).

Norge utsettes for raske klimaendringer og sterkere trusler mot vår status som land med lav sykdomsbelastning på husdyr, vilt og mennesker. Vi er likevel heldig stilt på mange måter når det gjelder tilgang på ferskvann, lavere fare for hetebølger over biologiske terskelverdier, og et godt økonomisk utgangspunkt. Imidlertid har vi også utfordringer rundt ekstremvær, manglende tradisjon for enkelte former for beredskap, og begrenset dyrkbart areal.

Nye infeksjoner i mennesker eller husdyr begynner med «spillover»-hendelser fra viltlevende arter eller endringer i smittestoffenes egenskaper. Generelt er klimaendringer og tap av biodiversitet i områder med økende husdyrintensitet, urbanisering, økt internasjonalisering og bruk av antibiotika og andre biocider faktorer som øker fremmarsjen av nye og kjente sykdommer. Alle stegene i en slik hendelseskjede påvirkes av faktorer relevante i beredskapssammenheng, enten for risikovurdering, overvåkning, eller intervensjonsplanlegging. Det er også klare kunnskapsbehov knyttet til flere ledd.

Norsk beredskapsplanlegging er bundet opp mot «føre-var-prinsippet». Imidlertid later den faktiske klimautviklingen så langt til å være innenfor konfidensintervallet rundt de mest dramatiske scenariene, slik at prinsippet i praksis ikke kan ansees mulig å følge. Siden biologisk risikovurdering ofte dreier seg om overskridelse av grenseverdier for vekst eller overlevelse av ulike organismer er det viktig å



kommunisere og planlegge utfra et utfallsrom som tar hensyn til både usikkerheter i framskrivninger og forventet naturlig variasjon.

På internasjonalt nivå er det åpenbart at mange av de store truslene kan og bør forebygges gjennom internasjonalt En-helse arbeid for utvikling, matsikkerhet, skoloring, klimatilpasning og biodiversitet.

Den internasjonale økonomien påvirker ikke bare risikoen for at kriser oppstår, men også ressursene vi har å håndtere dem med. Våre beredskapsplaner kan derfor ikke basere seg på en uforandret økonomisk ressursbase. Krigen i Ukraina har eksempelvis påvirket verdensmarkedet for mat og drivstoff simultant og det er blitt klart at vi må planlegge etter mer sammensatte krisesituasjoner av lengre varighet som følge av sammenfall mellom klima og miljø -forringelse, tettere handelsnettverk med mer anledning til raskere transport av mennesker, smittestoff og nye arter over landegrensene, og en verdensøkonomi med mindre forutsigbarhet å basere kriseberedskap på. Dette vil gi store utfordringer til sosial stabilitet, solidaritet, medmenneskelighet, ressursforvaltning og sikkerhet.

Det norske beredskapsarbeidet kan ikke sees isolert fra hverken den internasjonale situasjonen eller samfunnsmessige aspekter som økonomi, sikkerhet og fordeling. Vi ser behov for en mer konkret utarbeidelse av planer for et bredere utvalg av ulike scenarier, inkludert en eksplisitt forhånds-avklaring av mandater, ansvarsområder og kommandokjeder, og at disse innarbeides gjennom øvelser som inkluderer alle de forskjellige aktørene. Dette er ikke minst viktig i spillet med lokale aktører på kommune og fylkesnivå. Forskning er nødvendig for å dekke sentrale kunnskapshull. Veterinærinstituttet bør delta med et En-helse tilnærming i videre arbeid for samfunnsstrukturer forenelige med god nasjonal, regional og global helse, utvikling og sikkerhet.

Noen av Veterinærinstituttets viktigste funksjoner er å kunne tilby rask og riktig diagnostikk av viktige smittsomme sykdommer hos husdyr og vilt, være referanselaboratorium, samt gi oppdatert, forskningsbasert beslutningsstøtte. I tillegg kommer atomberedskap og oppgaver for Miljødirektoratet mv. Den diagnostiske rollen omfatter både naturlige og intenderte uønskede hendelser. Veterinærinstituttet har også en nasjonal tilstedeværelse med regionale laboratorier. Innen noen områder er Veterinærinstituttet den eneste eller en av få aktører i Norge, for eksempel innen landsdekkende varmbloodspatologi. Instituttet jobber for å ha en god informasjonsberedskap til å kunne sammenstille dyrepopulasjonsdata, utbruddsrapportering, planlegging av prøveuttak, planlegging og rapportering av overvåkings-, kontroll- og utryddelsesprogrammer, statusrapporter, fagrapporter og epidemiologisk analyse, modellering og utbruddssimulering. God beredskap mot cyberangrep, vilje og system for datadeling og god intern infrastruktur og forvaltning er fundamentet for god informasjonsberedskap. Den digitale avhengigheten mellom ulike aktører for å kunne løse samfunnsoppgaven øker med økende sårbarhet og da må informasjonssikkerhet prioriteres i alle samfunnsnivå.

Veterinærinstituttet har lenge fulgt utviklingen innenfor mattrygghet, matsikkerhet, zoonoser, dyresykdommer, antibiotikaresistens og relaterte tema innenfor klima, landbruksutvikling, CBRNE-hendelser og klimaendringer fra et En-Helse perspektiv. Det er klart at global bioøkonomi og trusselbilde er i rask endring. Løsninger som har fungert frem til nå er derfor ikke nødvendigvis tilstrekkelige eller hensiktsmessige i nær fremtid. Beredskap krever derfor at vi er proaktive og planlegger hvordan best håndtere hendelser som er gjennomgripende og langvarige. Dette krever helhetlig tenkning og samarbeid på tvers av institusjoner og samfunnssektorer, bygget på en omforent forståelse av trusselbildet.

Med vennlig hilsen



Torill Moseng
adm. direktør

Vedlegg: Utdypende grunnlag for høringsuttalelsen

Vedlegg: Utdypende grunnlag for høringsuttalelsen

Del 1: Veterinærinstituttets beredskapsfunksjoner i dag

Veterinærinstituttet skal være et biomedisinsk forskningsinstitutt og Norges ledende fagmiljø innen biosikkerhet for fisk og landdyr. Veterinærinstituttets viktigste funksjon er beredskap og kompetanseutvikling for å avverge helsetrusler mot fisk, dyr og mennesker. Diagnostikk har alltid vært et fundament for instituttets virksomhet. I dag er kjerneaktivitetene forskning, innovasjon, overvåking, risikovurdering, rådgiving og formidling i tillegg til diagnostikk. Veterinærinstituttet er nasjonalt og internasjonalt referanselaboratorium.¹

Prøvetaking og diagnostikk

Veterinærinstituttet leverer prøvetaking, laboratorie- og diagnosetjenester til mange aktører innen akvakultur og landbruk, og bidrar til at næringene selv blir klar over utbrudd. VI er nasjonalt referanselaboratorium (NRL) for en rekke sykdommer i marine og landlevende arter, noe som omfatter bl.a. å stadfeste påvisninger, kvalitetssikring av diagnostiske metoder, analyse av muggsoppgifter i mat og fôr, og generelt bidra til best mulig diagnostikk.

Smittesporing og epidemiologi

VI har smittesporing i mat, vilt og husdyr som et kjerneområde, og ved sykdommer med flere smitteveier eller hvor belastningen er stor på andre aktører er VI en ressurs i smittesporing og epidemiologisk modellering. Både ved sykdommer i vilt og husdyr samt matsmitte er VI kompetansestøtte, analyseleverandør og laboratorium for Mattilsynet. Ved zoonoser og andre sykdomsutbrudd i mennesker har VI kapasitet til å bistå Folkehelseinstituttet.

Overvåkningsprogrammer

Norge har en omfattende, aktiv overvåking av dyre-helse (inkludert fiskehelse), fôr- og mattrygghet via ulike overvåkningsprogram (OK-program). Programmene gir grunnlag for vurdering av sykdomsforekomst, og de dokumenterer at Norge følger internasjonale forpliktelser. OK-programmene bidrar til friske dyr, trygg mat og dokumenterer Norges helsestatus på disse områdene. OK programmene styrker også beredskapen ved at de bidrar til å opprettholde kapasitet og videreutvikle analysemetoder. Mattilsynet bestemmer hvilke programmer som til enhver tid finansieres. For mange av disse programmene er det VI som bistår Mattilsynet med planlegging, analyser, bearbeiding av data og rapportering.

Forskning og kompetanseutvikling

VI gjør et kontinuerlig arbeid for å opprettholde spisskompetanse gjennom å drive aktiv forskning innenfor diagnostikk, sykdomsovervåking, epidemiologi, virologi, evolusjon, mikrobiologi, fisk-, dyre-, og vilthelse, biosikkerhet og risikovurdering. Kunnskapen brukes i de andre områdene av Vis arbeid, deles gjennom vitenskapelige kanaler og offentlig opplysningsarbeid, og i rådgiving av private og offentlige instanser.

Introduserte arter

Veterinærinstituttet besitter kompetanse på bekjempelse av introduserte arter i ferskvann og vil være i stand til å gjennomføre tiltak for å fjerne nye arter dersom dette skulle bli aktuelt. Lignende finnes det miljø med tilsvarende kompetanse når det kommer til bekjempelse av fremmede landdyr og fugler, eksempelvis Statens naturoppsyn (SNO).

Kjemisk, biologisk og radioaktiv (CBRNE) beredskap

- Atomberedskap

Veterinærinstituttet har minst to funksjoner i norsk atomberedskap: Som analyselaboratorium og som kunnskapsstøtte knyttet til dyrehelse.

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

VI har 3 målestasjoner for radioaktivitet (Ås, Harstad, Sandnes). Hvert av disse er utstyrt med 1 geigerteller og 1 gammastråleapparat eid av Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA). Disse inngår i et landsdekkende nettverk av målestasjoner tilknyttet DSA. Hensikten er å dokumentere hvor og når det er oppnådd trygge nivåer i mat og drikkevann etter nedfall av radioaktivt materiale.

I tillegg er VI rådgivere for regjeringens kriseutvalg for atomberedskap. I den sammenheng er det VIs ansvar å bringe inn husdyrfaglige betraktninger ved utslipp samt gi råd om mulige tiltak for å sikre dyrehelse og produksjon av animalske matvarer. Arbeidet her er delvis en rolle som rådgiver for Mattilsynet for å sikre dyrehelse og trygg mat.

- **Kjemisk beredskap**

VI har en rolle i beredskap ved kjemisk forurensning i fôr og matvarer og effekter av disse på dyrehelse. VIs ansvarsområde inkluderer forekomst og effekter av kontaminanter på dyrehelse og forekomst i matvarer, inkludert kompetanse på forekomster og effekter av ulike kjemiske kontaminanter, deres potensielle spredningsvei i miljø og næringskjeder opp mot Folkehelseinstituttet og Mattilsynet.

Internasjonalt arbeid

VI arbeider i dag tett opp mot bl.a. European Food Safety Authority (EFSA), og er tilknyttet internasjonale nettverk både gjennom FN (WHO) og World Organisation for Animal Health (WOAH). VI deltar også utstrakt i internasjonal forskning, samt i bistandsarbeid bla. gjennom NORAD. Dette tillater VI å utveksle kunnskap, data og varsler om sykdommer eller andre trusler mot dyre- og menneskehelse, være en del av utviklingen internasjonalt innenfor sine fagfelt, og bidra til å forebygge helsetrusler gjennom å delta i internasjonal forskning, opplysning, utvikling og humanitært arbeid.

Del 2: utfordringsbilde og VIs beredskapshorisont

Totalberedskapskommisjonens utfordringsbilde virker godt fundert, men vi ser et behov for å utdype noe om størrelsesorden på de biologiske konsekvensene av blant annet klimaendringer, og risikoanalysen basert på dette når det gjelder sykdomsutbrudd og matsikkerhet. Veterinærinstituttet supplerer den grunnleggende faglige verdensforståelsen for samlet å se grunnen til våre forslag til videre tiltak, og for å bidra til en samlet virkelighetsforståelse som er nødvendig for effektivt samarbeid på tvers av institusjoner og sektorer.

Når ikke annet er nevnt baserer vi oss på følgende kunnskapsgrunnlag og antar at det representerer en felles forståelse for beredskapsinstitusjoner: Antakelser om klimautvikling er oppsummert i [1] og [2], og i data fra Norsk Klimaservicesenter (NCCS)². Hvordan klimaendringer påvirker havområder er oppsummert i [3], boreale system og biodiversitet i [4], folkehelse og helsesystemer i [5], matsikkerhet og jordbruk i [6], og forsvarsrelaterte utfordringer i [7]. Utfyllende henvisninger finnes i teksten.

Biologiske effekter av klima og miljøendringer: noen hensyn å inkludere ved risikovurdering

Sammendrag: Norsk beredskapsplanlegging er bundet opp mot «føre-var-prinsippet. Imidlertid skaper klimautviklingen usikkerhet for faglig baserte framskrivinger som er bedre enn de som virker sannsynlige ved en fortsettelse av dagens kurs. Siden biologisk risikovurdering ofte dreier seg om overskridelse av grenseverdier for vekst eller overlevelse av ulike organismer fra husdyr til sykdomsfremkallende organismer er det viktig å kommunisere og planlegge utfra et utfallsrom som tar hensyn til både usikkerheter i framskrivinger og forventet naturlig variasjon.

Stortingsmeldingen «Klimatilpasning i Norge» (Meld. St. 33, 2012-2013) slår fast at, i samsvar med føre-var-prinsippet, skal høye alternativer fra de nasjonale klimaframskrivingene legges til grunn når konsekvensene av klimaendringene vurderes. Imidlertid er det på nåværende tidspunkt vanskelig å se forskjell på observert drivhusgasskonsentrasjon, målt klimarespons og den mest alvorlige gruppen av

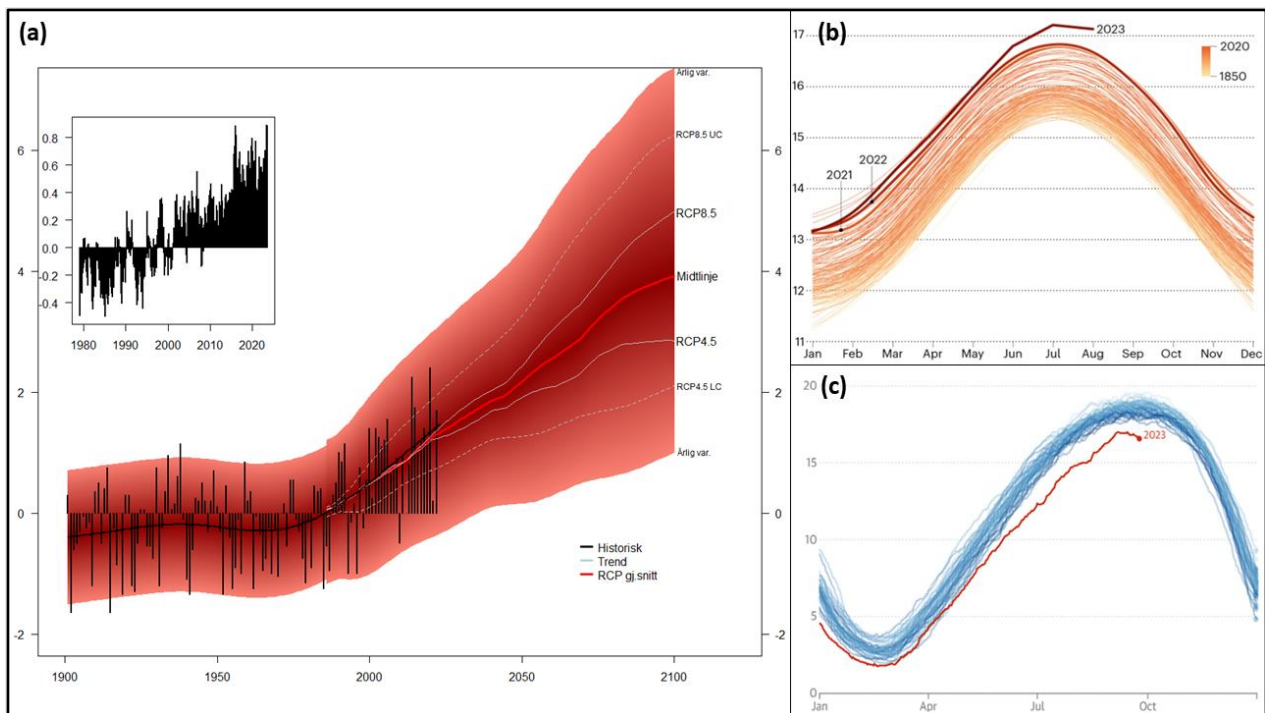
² <https://klimaservicesenter.no/>

scenarier brukt av IPCC (tidligere kalt RCP85, nå tilsvarende SSP5-8.5). Det finnes fremdeles mulige veier til å begrense total oppvarming til mellom 1.5-2.0°C i 2100 til tross for at disse målene har blitt enda vanskeligere å nå enn tidligere antatt [8], men også tilsvarende sannsynlighet for mer katastrofale scenarier [9]. De sistnevnte er imidlertid i liten grad kvantitativt beskrevet, så det eksisterer altså ikke klimaprojeksjoner som er signifikant høyere enn usikkerhetsnivået rundt nåværende endringsrate, noe som gjør en streng tolkning av føre-var-prinsippet vanskelig å etterleve.

Vi må derfor være klar over at vi analyserer en trolig, ikke en “verst tenkelig”, versjon av fremtiden når vi følger Vitenskapskomiteen for Mat og Miljø (VKM) [4, 10] og NorScen - Nordiske klimaScenarier [2] og fokuserer på utfallsrommet mellom RCP4.5 og RCP8.5, som i stor grad overlapper frem mot år 2100 når usikkerhet i modellene tas med i betraktning, og godt tilsvarer utviklingen så langt [11, 12].

I beredskapsøyemed er det viktig å ikke bare fokusere på medianestimatene i klimamodellene, men å være bevisst både usikkerheten i modellprosjeksjoner og den naturlige variasjonen. Slik kan man basere risikovurdering på hele det fulle mulige utfallsrommet (illustrert for mellomårstemperatur i figur 1).

Det vil si å basere beredskap på et Norge som mot slutten av århundret er blitt mellom fire og seks grader varmere i gjennomsnitt på årsbasis enn 1971-2000 normalen. Da kan naturlig mellomårsvariasjon av samme størrelsesorden som i dag bringe varme år opp i om lag syv grader over normalen, men mer beskrivende er kanskje at selv de kaldeste årene vil være varmere enn de varmeste årene 1900-2000.



Figur 1: Klimautvikling (a) Klimadata fra Norsk Klimaservicesenter. Svart linje er årsmiddeltemperatur i Norge 1900-2021. Grå stiplede linjer viser middelestimat og øvre og nedre 80% konfidensintervall for temperaturrespons som følge av utslippsscenarioene kjent som hhv. RCP4.5 og RCP8.5. Rødt skyggelagt felt viser utviklingen av observert middeltemperatur over tid +/- naturlig variasjon (intervallet 80% av årsmiddeltemperaturene faller mellom) under antatt konstant naturlig variasjon. For nærmere beskrivelse se [10]. Innsatt figur er global månedsoverflatetemperatur jan. 1979-aug.2023 fra Copernicus climate center³. (b) Global overflatetemperatur fra [13] som viser at 2023 ligger an til å bryte Parisavtalens 1.5 gradersmål for global oppvarming. (c) Omfanget av sjøis i

³ <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-august-2023>

Antarktis i mill. kvadratkilometer viser at 2023 ligger klart under det forrige rekordåret som var 2022⁴.

Én-Helse: Dyr, mennesker, og et miljø i endring

Forekomsten av sykdom i dyr og mennesker kan ikke løsrives fra klima og miljøendringene de opptrer i kontekst av, eller jordbruks-, bosetnings- og handelsnettverkene de sprer seg i. Én-helse perspektivet står derfor sentralt i beredskapstankegangen.

Sammendrag: Nye infeksjoner i mennesker eller husdyr begynner med «spillover»-hendelser fra viltlevende arter eller endringer i smittestoffenes egenskaper. Generelt er klimaendringer og tap av biodiversitet i områder med økende husdyrintensitet, urbanisering, økt internasjonalisering og bruk av antibiotika faktorer som øker fremmarsjen av nye og kjente sykdommer. Alle stegene i en slik hendelseskjede påvirkes av faktorer relevante i beredskapssammenheng, enten for risikovurdering, overvåking, eller intervensjonsplanlegging. Det er også klare kunnskapsbehov knyttet til flere ledd.

Økende frekvens av nye zoonoser og dyresykdommer

Medisinske fremskritt, tilgang til helsetjenester og bedre sanitærforhold har redusert dødeligheten og sykkeligheten fra infeksjonssykdommer kraftig over lang tid, spesielt for nedre luftveisinfeksjoner og diaré sykdommer, og den raske utviklingen av SARS-CoV-2-vaksinen illustrerer hvor effektiv moderne helsevitenskap kan være. Likevel er infeksjonssykdomsbyrden fortsatt betydelig i land med lav og lavere middelinntekt, og dødelighet og sykkelighet fra forsømte tropiske sykdommer, HIV, tuberkulose og malaria fortsatt høy. Nye sykdommer på fremmarsj⁵ antyder dessuten en fremtid med nye utfordringer påvirket av globale endringer i miljø, klima, demografi og handel.

Rundt 75% av nye infeksjonssykdommer på fremmarsj (EIDs) er zoonoser, og omtrent halvparten av disse finnes i produksjonsdyr [14]. Covid-19 var en zoonose, og har fortsatt å smitte mellom dyr og mennesker, noe som potensielt har bidratt til flere «variants of concern». Et nyere estimat av økningen i sykdomsfremvekst fra zoonotiske reservoarer assosiert med miljøendringer, anslår at den årlige sannsynligheten for fremvekst av større epidemier/ pandemier vil være omtrent tre ganger større i de kommende tiårene enn i forrige århundre [15]. Landbruk har siden 1940 vært assosiert med >25% av alle - og >50% av zoonotiske - smittsomme sykdommer som dukket opp hos mennesker, andeler som sannsynligvis vil øke etter hvert som landbruket utvides og intensiveres. Disse verdiene er enda høyere hvis vi inkluderer effekten av antimikrobielle midler i landbruk [16].

- **Spillover: Risikofaktorer som øker frekvensen av det første steget mot utbrudd og epidemier**

Mikroorganismer flyter kontinuerlig mellom miljøet og forskjellige arter i økosystemet, men bare noen gir opphav til nye sykdommer. Spillover er imidlertid ofte ikke en enkel engangsprosess, men kan involvere flere vertsarter og «spillover» events frem og tilbake mellom disse mens patogenet akkumulerer tilpasninger til nye miljø.

Befolkningsvekst og nye jordbruksområder og endringer i landskapsbruk fører til nye kontaktflater mellom mennesker og mikroorganismer i miljø og vilt. Eksempel: Nipah-virus hos svin i Malaysia.

Klimaendringer og andre miljøforandringer endrer arters utbredelsesområde, og gir interaksjoner mellom arter som ikke har møtt hverandre før. Det kan sette mikroorganismer i kontakt med nye potensielle vertsarter som ikke har utviklet motstandskraft.

Noen levevis, som for eksempel jakt øker sannsynligheten for «spillover». Disse påvirkes igjen av økonomiske forhold på større skala siden folk er troende til å benytte seg av ukontrollert jakt og «bushmeat» når matprisene er høye.

⁴ <https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/antarctic-sea-ice-reaches-early-winter-record-low-june-2023>

⁵ Her følger vi Tidsskriftet til Den Norske Legeforenings (2013) anbefaling og oversetter «Emerging Infectious Diseases» med «Sykdommer på Fremmarsj». <https://tidsskriftet.no/2013/02/sprakspalten/redaksjonen-svarer>

Tap av biologisk mangfold ser ut til å øke risikoen for menneskelig eksponering for både nye og etablerte zoonotiske patogener⁶. Intakte naturområder med høyt biologisk mangfold blir noen ganger ansett som sannsynlige kilder til zoonotiske patogener. Imidlertid bidrar det biologiske mangfoldet som inkluderer verter med lite potensial for videre smitte, antagelig til å begrense risikoen for overføring til mennesker. I motsetning til det naturlige biologiske mangfoldet i intakte naturområder, har menneskedominerte landskap ofte en mer ensartet utbredelse av dyrearter med høyt potensiale for å virke som zoonotiske verter, slik som mus og rotter i tett kontakt med mennesker. Dette kan bidra til å forklare hvordan nye infeksjonssykdommer oppstår i områder som utsettes for tap av biodiversitet og tett kontakt med store populasjoner av mennesker og husdyr [17-19].

- ***Evolusjon: Risikofaktorer som øker faren for at mikrober blir sykdomsfremkallende***

Av alle mikrobeutvekslinger som skjer på tvers av artsgrenser er det hovedsakelig de som resulterer i et patogen vi bryr oss om. Men prosessene som styrer evolusjon av virulens er dårlig forstått, og tilfredsstillende teoretisk rammeverk som forklarer eller forutsier hvordan virulens endres som følge av seleksjon hos sykdommer på fremmarsj eksisterer ikke. Dette er et fundamentalt kunnskapshull.

Ofte fungerer husdyr eller såkalte peridomestiserte dyr (dyr som lever sammen med mennesker uten å være tamdyr, som rotter i urbane strøk og jordbruksområder) ofte som grensesnittet mellom ville dyr og mennesker eller andre produksjonsdyr [20]. For eksempel spredte Nipah-virus seg fra flaggermus til tamgris flere ganger før det infiserte mennesker. Pandemisk humant influensa A-virus er ofte et resultat av reassortering mellom menneske- og fuglevirus, hvor både fjærfe og ville fugler antas å spille en rolle.

Intervensjonsstrategier har også ringvirkninger, for eksempel førte eliminering av kopper til opphør av koppevaksinasjon, noe som kan ha bidratt til spredningen av mpox og også et eksempel på at selv de beste intervensjoner kan ha utilsiktede følger som en må forsøke å være oppmerksom på.

Eldre mennesker immunsystem er mindre i stand til å slå ned nye smittestoff, som derved får en bedre sjanse til å tilpasse seg spredning hos mennesker. Aldrende befolkninger er derfor mer utsatt for fremvekst av nye patogener.

Forekomst av immunkompromitterende infeksjoner som HIV påvirker sykdomsbyrden av andre infeksjoner. Eksempler er HIV som har økt utbredelse av tuberkulose, eller genital schistosomiasis som i sin tur har økt utbredelsen av HIV i områder hvor disse er vanlige.

Husdyrhold med økende tetthet kan bidra til å øke mulighetene for utvikling av nye patogenvarianter, og tilhørende bruk av antibiotika har potensial til å selekttere for resistente bakteriestammer.

- ***Spredning: Risikofaktorer for at et nytt smittestoff blir til en epidemi eller pandemi***

En rekke respirasjonssykdommer, som influensa, er mer sesongavhengige i tempererte og nordlige klimasoner enn i subtropiske og tropiske. Klimaendringer er forventet å øke utbredelsen av de mindre sesongavhengige områdene, med følger for epidemiologi og evolusjon.

Når et smittestoff spres inn i nye områder møter det nye vertspopulasjoner som ikke har ervervet immunitet (med mindre de er vaksinert) og muligens heller ikke har utviklet en sterk immunrespons eller annet forsvar. Men hvis de er genetisk like nok verten i smittestoffets opprinnelige utbredelsesområde kan smittestoffets allerede ha utviklet seg til å effektivt infisere populasjonen. Dette er bekymringsverdig i forhold til genetisk homogenisering av husdyrarter og jordbruksplanter.

Demografi og handel er åpenbart viktig for spredning av potensielle pandemier, men behandles under.

Intensivering av landbruk samvirker med forekomst smittsomme sykdommer

I tradisjonelle jordbruksamfunn med høy grad av selvberging kan enhver kilde til dårlig helse ha en betydelig innvirkning på folks produktivitet. Ettersom immunrespons er metabolsk kostbare og en del parasitter stjeler næringsstoffer fra verten kan underernæring eller sykdom sette i gang en

⁶ Patogen: En mikrobe som gir økt dødelighet eller sykkelighet (virulens) i mennesker, dyr eller planter



selvforsterkende dårlig spiral. Matproduksjon er en viktig del av én-helse perspektivet men diskuteres separat her.

Intensivering av jordbruk under dårlige økonomiske eller miljømessige forutsetninger kan medføre mer husdyrhold under overbefolkede stressende forhold, noe som kan promotere fremvekst, overføring og amplifisering av patogener på fremmarsj, inkludert zoonoser [21]. Hvis ekspansjon og intensivering av landbruket ledsages av økt bruk av insektmidler, kan vektorresistens bli mer vanlig og kontroll av vektorbårne sykdommer mer utfordrende. Mange plantevernmidler er immunmodulatorer (eller hormonforstyrrende med immuneffekter), som kan øke forekomst av smittsomme sykdommer hos dyreliv og mennesker [36].

Urbanisering og fremvekst av epidemier

Ikke bare klimaendringer, men urbanisering og landskapsendringer kan endre i hvilke områder en sykdom kan spre seg. Urbanisering der dette medfører flere mennesker i trange kår og i boligområder med lav kvalitet eller sviktende sanitærforhold gir av åpenbare årsaker ofte god grobunn for spredning av gastrointestinale sykdommer og respirasjonssykdommer som COVID-19 og SARS mellom mennesker. Luftforurensing gjør også mennesker mer utsatt for infeksjoner i respirasjonssystemet, men urbanisering også kan medføre bedre tilgang til helsetjenester.

Imidlertid har det en mer kompleks sammenheng med spredning og utbredelse av myggbårne sykdommer. For eksempel spres en del virussykdommer som dengue, zika og chikungunya av myggartene *Aedes aegypti* og *A. albopictus*, som ikke bare er godt tilpasset urbane områder, men som ser ut til å utvikle en sterkere preferanse for mennesker i områder med høy befolkningstetthet. Imidlertid kan preferansen til de malariaoverførende myggene i *Anopheles*-gruppen for landlige miljøer ha ført til en nedgang i forekomsten av malaria i urbaniserende regioner.

Økosystemtjenester og biodiversitet

Handel, turisme og klimaendringer fører til at arter sprer seg inn i nye områder. Langtlevende, habitatbyggende organismer som trær flytter seg ikke i takt med klimaendringene og blir derfor svekket av å være dårligere tilpasset miljøet de lever i. Sammen med at artssamfunnene ellers også er under press fra arealbruk, forurensing og klimaendringer gir det grobunn for invasive arter som kan føre til sykdom og skade ikke bare på mennesker og produksjonsdyr, men på andre arter som er vitale for økosystemtjenester, som skogstrær eller andre nøkkelarter. Et berømt eksempel er den asiatiske seksporesoppen som bortimot utryddet skogsdannende kastanjetrær fra Nord-Amerika på begynnelsen av 1900-tallet.

Den sterke og potensielt akselererende nedgangen i global insektsbiomasse observert over de siste 30 år gir grunn til bekymring. Årsakene er antakelig sammensatte og involverer pesticider, forurensing og habitatødeleggelse, selv om noen nyere studier også antyder at værmønstre som følge av klimaendringer spiller en viktig rolle også her [22, 23].

Biodiversitet spiller også en rolle innefor fremvekst av nye sykdommer (se over).

Endringer i havet

Økt konsentrasjon av CO₂ og andre drivhusgasser i atmosfæren gir ikke bare høyere havtemperatur, men også lavere pH og mindre løst oksygen i vannet. Med andre ord et varmere, surere hav med mindre oksygen, som til sammen utgjør en svært uheldig kombinasjon [24]. Artssammensetning og tallrikhet er under endring med tilkomst av nye arter som pukkellaks, kongekrabbe, og havnespy, men tilpasning til temperaturnisjer påvirkes også av samspillet mellom arter og følger ikke nødvendigvis optimal klimadistribusjon [25]. Utviklingen er derfor ikke enkel å forutse. Spredning av toksinproduserende marine alger fra varmere vann er sannsynlig [26].

Resistens mot medisin og pesticider: en pågående kamp

Seleksjon for legemiddelresistens (AMR) er et generelt problem i medisin og veterinærmedisin og samvirker med andre seleksjonspress som følge av sosiale eller jordbruksmessige kontaktnettverk. De seks ledende patogenene i AMR-assosierte dødsfall globalt, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*,



Klebsiella pneumoniae, *Streptococcus pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* og *Pseudomonas aeruginosa* forårsaket om lag 3.57 millioner dødsfall i 2019 [27].

En analyse av globale datasett fant gjennomsnittlig plantevernmiddelresistens hos vandrekålmøll (*Plutella xylostella*) å være 158 ganger høyere på overvintringssteder sammenlignet med områder med kun sesongmessig forekomst. Ved å legge til rette for lokal utholdenhet hele året, kan klimaendringer antas å fremme og utvide plantevernmiddelresistens [28].

Sammensatte og internasjonale situasjoner av lang varighet

Det norske beredskapsarbeidet kan ikke sees isolert fra hverken den internasjonale situasjonen eller samfunnsmessige aspekter som økonomi, sikkerhet og fordeling. Veterinærinstituttets rolle har derfor også en sterk internasjonal komponent innenfor overvåking, bistand og horisontscanning.

Sammendrag: Den internasjonale økonomien påvirker ikke bare risikoen for at kriser oppstår, men også ressursene vi har å håndtere dem med: Våre beredskapsplaner kan derfor ikke basere seg på en uforandret økonomisk ressursbase. Krigen i Ukraina har eksempelvis påvirket verdensmarkedet for mat og drivstoff simultant og det er blitt klart at vi må planlegge etter mer sammensatte krisesituasjoner av lengre varighet som følge av sammenfall mellom klima og miljø -forringelse, tettere handelsnettverk med mer anledning til raskere transport av mennesker, smittestoff og nye arter over landegrensene, og en verdensøkonomi med mindre forutsigbarhet å basere kriseberedskap på. Dette vil gi store utfordringer til sosial stabilitet, solidaritet, medmenneskelighet, ressursforvaltning og sikkerhet.

Demografi og handel påvirker global epidemiologi

Vektorer og sykdommer har en lang historie med å spres langs handelsruter. Dyrehandel har vært kilde til flere hendelser globalt med store konsekvenser for landbrukssektoren og utgjør en betydelig risiko for dyre- og folkehelsen, for eksempel Rift Valley-feber. Men også handel med animalske produkter muliggjør bevegelse av patogener over store avstander og mellom kontinenter, hvor både kvanta som eksporteres, og tiden og metoden brukt i transporten, som igjen påvirker hva slags preserveringsmetoder som brukes på produkter som eksporteres [20]. Eksempler inkluderer Afrikansk svinepest; Til tross for forsøk på å begrense viruset, har sykdommen spredt seg til mer enn 20 land i Europa og Asia med dyrehandel, villsvin, og handel med animalske produkter.

Handel samvirker åpenbart med klimaeffekter; ettersom klimaendringer gjør at arter som fraktes langs handelsruter kan finne nye habitat raskere. Et eksempel er økningen i infeksjoner av *Vibrio parahaemolyticus* - et bakterielt patogen som finnes i skaldyr og den ledende årsaken til sjømatrelaterte sykdommer globalt. Nedgang i havis har økt trafikken gjennom Beringstredet av lasteskip som kan ha *V. parahaemolyticus* i ballastvann samtidig som økende havtemperaturer ser ut til å bidra til større potensielle leveområder for bakterien i det marine miljøet [20]

Globalt er antallet internasjonale migranter, definert som alle som med hensikt har flyttet til et annet land enn sitt fødeland, om lag 272 millioner, dvs. 3,5 % av verdens befolkning⁷. Midlertidig migrasjon, ofte betraktet som "sesongmessig migrasjon", av sesongarbeidere, turister, studenter og midlertidig arbeidskraft er i stor grad drevet av økonomiske mønstre, inkludert jordbruks sesonger. Begge former for migrasjon fortsetter å øke på grunn av både sosiale, økonomiske, politiske og miljømessige drivere, og klimaendringer vil sannsynligvis bidra til ytterligere eskalering. Migrasjon av alle slag medfører åpenbar risiko for transport av smitte, og har en rekke positive og negative følger som er utenfor VIs fagfelt men som har ringvirkninger for Én-helse. Migrasjon kan påvirkes av innsats innenfor helse, utvikling og bistandsarbeid som VI er en partner i.

Befolkningsmobilitet inne i land kan også spille en nøkkelrolle i sykdomsspredning; men det er vanligvis vanskelig å spore disse bevegelsene. Mobiltelefondata er et verdifullt verktøy for å spore mønstre i lokal mobilitet og forutsi fremtidige utbrudd, med reiser spørsmål om personvern og datasikkerhet.

⁷ <https://www.un.org/tr/node/81254>

Utviklingen i demografi og handel har likevel både positive og negative tegn på den måten at det er mer bevegelse, raskere, av både smittestoff og syke, men også raskere flyt av data, mer informasjon tilgjengelig flere teknologiske redskap for overvåking og modellering, og mer internasjonalt samarbeid.

Verdensøkonomi og sikkerhet i helseperspektiv

Globalt har matproduksjon etter andre verdenskrig mer enn kompensert for befolkningsvekst, og frem til i alle fall ca. 2014 gikk andelen mennesker utsatt for underernæring og matusikkerhet stadig nedover. Men denne utviklingen har i de senere år stagnert og stedvis vist noen tilbakeskritt (figur 2), og Landbruk dominerer nå ca. 1/2 og krever >2/3 av verdens årlige ferskvannsressurser. Likevel må landbruksproduksjonen økes betydelig frem mot FNs forventede befolkningstopp på 10-11 milliarder rundt år 2080 for å holde tritt med forventet etterspørsel.

Klimaendringene ser ut til å ha begynt å bidra sterkt til å øke de økonomiske forskjellene mellom land og regioner [29], og sammen med matusikkerhet er forsterket økonomisk ulikhet kjent som sterke drivere for krig og konflikt i forskjellige politiske systemer gjennom historisk tid [30]. Dette kan åpenbart være en ond sirkel, siden krig og uro i sin tur er kjent for å spre sykdom (Spanskesyken i 1918 er kanskje det mest dramatiske eksempelet) og forverre matmangel [31] -som illustrert ved den pågående krigen i Ukraina [32]. Imidlertid er i dagens tette økonomiske bånd en økonomisk nedgangstid gjerne smittsom, og til tross for å være relativt godt isolert mot hendelsene i Ukraina har eksempelvis selv Norge kjent økende drivstoffpriser, renter og dyrtid.

Ettersom krigen i Ukraina tross alt påvirker en liten del av verdens samlede matimport må man regne med at større og mer langvarige hendelser kan ha større økonomiske konsekvenser. Dette har igjen ringvirkninger for hvilke ressurser man kan regne med å ha tilgjengelig for å møte andre kriser. Ressursintensive beredskapsplaner for å møte sykdomsutbrudd i mennesker, vilt og produksjonsdyr kan bli vanskelige å opprettholde under trange budsjetter, særlig hvis man må møte flere situasjoner simultant.

Regionale sårbarheter i matvarekjeden

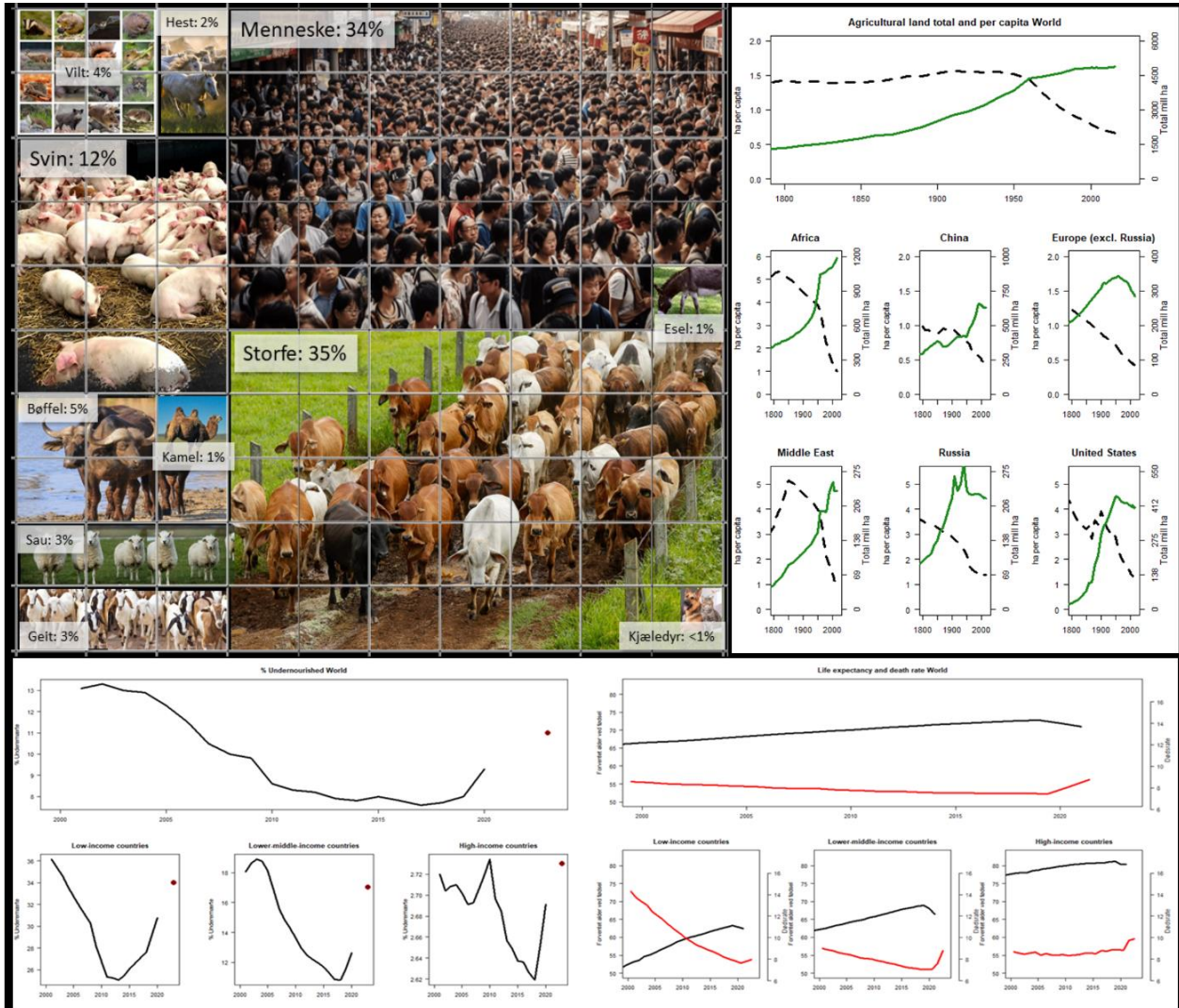
Videre intensivering av matproduksjon er mulig og sult er absolutt ikke er noen naturgitt nødvendighet. Men det er også slik at videre utvidelse og effektivisering av jordbruket møter motstand i form av stadig overforbruk av grunnvann, erosjon, økende saltkonsentrasjon i jord, tap av matjord og klimaeffekter på sykdom, skadegjørere, tørke og flom [33, 34]. Dette blir særlig tydelig i møte med andre menneskedrevne faktorer som krigen i Ukraina. EU er nettoeksportør av mat, og importen fra Ukraina utgjør en liten andel (ca. 5%) av EUs totale landbruksimport. Derimot har krigen alvorlige konsekvenser for områder som er avhengige av import direkte fra Ukraina eller via FNs matvareprogram [35]. Dette tydeliggjør sårbarheter i matvarekjeden ved krig, konflikter og økende energipriser.

Et viktig moment når det gjelder klimaendringer og levebrød er at vi på global skala naturlig nok finner de største befolkningene i de områdene som over historisk tid har vært mest velegnet menneskelig bosetning. Imidlertid er mange av disse områdene i et forholdsvis smalt bånd av klimatiske forhold, slik at en uproporsjonert stor del av befolkningen risikerer å befinne seg i områder klimatiske forskjellige fra de som har fungert optimalt som menneskelig habitat de siste 6000 år [36]. Dette betyr også at en forholdsvis stor del av befolkningen i lav og mellominntektsland er de som først ser de virkelige utfordringene med mangel på vann, hetebølger, flom, skadedyr og andre klimarelaterte utfordringer for matvareproduksjon og helse.

Risiko for dårligere mattrygghet når matsikkerheten er under press

I situasjoner der man tenker langvarige problemer med matproduksjon og/eller distribusjon kan man se for seg at mer produksjon tas opp lokalt, og at flere mennesker tar opp matproduksjon og "matauk" som en sidegesjeft slik man har sett før i trange tider som under andre verdenskrig eller i dagens Russland etter Sovjetunionens fall. Slik produksjon innebærer erfaringsvis ikke bare planter men også hold av høns, gris, og andre dyr som kan innpasses i bosituasjon og nabolag, Å opprettholde så god mattrygghet og matsikkerhet som mulig under slike forhold, særlig ved utbrudd av zoonoser og dyresykdommer som lettere smitter mellom ville populasjoner og «hobbybestander» med dårlig biosikkerhet, er en utfordring. Ikke minst ettersom en del praksis inkludert i urbant landbruk -for eksempel flere yngleplasser for mygg som følge av vanning og husdyrhold, og husdyr i tett kontakt med mennesker -gir bedre grobunn for mygg og andre insekter som kan spre sykdom og samt fekal-

orale parasitter. Urbant jordbruk er imidlertid tilsynelatende allerede økende popularitet etter Covid-19 pandemien i Norge [37] som i USA og Europa og har aldri gått ut av bruk i store deler av Øst-Europa, Asia, Afrika og Sør-Amerika.



Figur 2: Trender i forventet levealder ved fødsel (sorte linjer, venstre side), dødsrater (røde linjer, venstre side) og prosentandelen uten tilgang til tilfredsstillende ernæring (sotre linjer, høyre side) år 2000-2021. Tilgjengelige homogeniserte data går bare frem til 2021 (venstre side) og 2020 (høyre side), men tilgjengelige situasjonsbeskrivelser fra FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) tilsier trender kvalitativt antydnet med rød prikk for 2023. (Data fra United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022, Online Edition, via <https://ourworldindata.org/>)

Nasjonale forhold

De globale utfordringene danner bakgrunnen for det norske beredskapsbildet, men Norge har mange særegenheter å ta hensyn til i nasjonal beredskap.

Sammendrag: Norge utsettes for raske klimaendringer og sterkere trusler mot vår status som land med lav sykdomsbelastning på husdyr, vilt og mennesker. Vi er likevel heldig stil på mange måter når det gjelder tilgang på ferskvann, lavere fare for hetebølger over biologiske terskelverdier, og et godt økonomisk utgangspunkt. Imidlertid har vi også utfordringer rundt ekstremvær, manglende tradisjon for enkelte former for beredskap, og begrenset dyrkbart areal.

Dyresykdommer og klima i Norge

En rekke sykdommer sprer seg med vertsdyr eller vektorer som endrer utbredelse som følge av klima og/eller andre landskapsendringer. Eksempler inkluderer Afrikansk Svinepest i villsvin, borreliose og skogflåttencefalitt i flått, blåtungevirus med knott, nematoden *Setaria tundra* med mygg m.fl. I 2019 identifiserte de Nordiske Veterinærforeningenes tidsskrift 37 klimasensitive terrestriske dyresykdommer av særlig relevans for Norden [38]. På den marine siden kommer et antall klimasensitive sykdommer for villfisk og oppdrettsfisk. Her bør nevnes lakselus hvor infeksjonsraten forventes å stige med økende temperatur langs det meste av norskekysten [38]. Toksiner som en følge av algeoppblomstring under varmeperioder en kjent kilde til massedød ikke minst i oppdrettsfisk.

Zoonoser og klima i Norge

Mange kjente klimasensitive dyresykdommer er også potensielt smittsomme for mennesker. Imidlertid er det store kunnskapshull da de lave forekomstene av vektorbårne sykdommer i Norge har medført lite overvåkning og et fravær av historiske data på mygg og flått, og en sannsynlig underdiagnostisering av noen vektorbårne virus [39]. Fugleinfluenza regnes vanligvis ikke for å være spesielt klimasensitiv så den diskuteres senere, men klimarelaterte endringer i habitat, trekkruiter og følgelig kontaktfrekvens mellom ulike arter kan være en drivkraft bak utbrudd [40].

Klimaendringer vil kunne medføre flere endringer i norsk flora og fauna med mulighet for at nye arter kan etablere seg i landet. Nye økologiske nisjer vil kunne oppstå. For å kunne vurdere mulige konsekvenser av slike endringer må en tenke helhetlig fordi det kan oppstå nye risikofaktorer. De siste årene har en sett at fugleinfluenza har opptrådt pandemisk hos viltlevende fugler på alle kontinent og forårsaket omfattende utbrudd i fjørfe og fugledød især ved introduksjon i hekkeperioden hos kolonihekkende arter. Sykdommen har vist seg vanskelig å stoppe når den først har oppstått og spredt seg ut fra et opprinnelsesland og spredningen er uforutsigbar og skjer veldig fort. Dette må beredskapsarbeidet ta høyde for.

Med økte temperaturer ser vi at stadig flere arter kan overleve og etablere seg i Norge. Samtidig ser vi at økt import og reiseaktivitet øker risikoen for at disse artene introduseres til Norge. Disse utgjør en trussel mot vårt økosystem og biologisk mangfold, men også med tanke på vår matproduksjon. I tillegg har vi faren for spredning av zoonoser [41].

Ekstremvær og dyrehelse i Norge

Hetebølger på land kan ha store konsekvenser for dyrehelse, ikke minst i melkekyr og gris [42, 43]. Østlandsområdet er mest utsatt, men siden oppvarmingen er sterkere nærmere polene må situasjonen også vurderes i de nordlige landsdelene. Norske fjøs er tradisjonelt bygget mer med tanke på å holde varmen enn å holdes kjølige, og vi har tilsvarende lite utbygget nettverk av vannstasjoner og skyggetak for dyr på utmarksbeite i tørre perioder og åpne områder.

Ved ekstremhendelser som flom og skred er evakuering av mennesker ofte utfordrende, og evakuering av produksjonsdyr i enda større grad problematisk. Der bygninger går tapt eller bedømmes som usikre kan besetninger også bli stående uten driftsbygninger og/eller fôr. Prosedyrer for dyrehåndtering, dyrevelferd og mulighet for utnyttelse av ressursene de representerer slike hendelser bør være på plass, og risikofaktorer som økende frekvens av flom og skred tas høyde for ved bygging og gjenoppbygging av dyrestaller.

Hetebølger i havet er mindre omtalt, men er svært bekymringsverdige blant annet ettersom havet representerer et større energimagasin og er basis for mange næringskjeder og kretsløp. Frekvens og størrelsesorden av ekstremtemperaturer er sterkt økende også i Atlanterhavet [44], og har

fundamental økologisk påvirkningskraft [45]. Oppdrettslaks har naturlig nok begrenset evne til å velge habitat, og er mer utsatt for oksygenmangel i høye temperaturer. Massedød av oppdrettsfisk, sjøfugl og sjøpattedyr har blitt observert ikke bare i Middelhavet, men også på høyere breddegrader som følge av varmemstress, oksygenmangel, nedsatt primærproduksjon og algetoksiner, med klart økende risiko for økt dødelighet og mindre produksjon i norsk oppdrett av laks og torsk allerede før 2040 [46, 47]. I 2019 ble det observert massedød av villaks i Alaska som følge av en marin hetebølge av en størrelsesorden som ikke var forventet å inntreffe før rundt år 2070⁸. Den samlede overlevelsen og veksten hos norsk laks ser ut til å forbedres så lenge temperaturen øker innenfor et optimalt intervall, men deretter synke ikke-lineært når temperaturene overskrider dette intervallet [48]. Det later til å være et stort kartleggingsbehov for hva som utgjør effektive tiltak og av akvakultur og fiskeri -næringenes forståelse av klimaproblemene.

Fôrproduksjon, matproduksjon og miljø

Norge er heldig stilt på den måten at vi har rikelig med nedbør og lite problemer med overforbruk av grunnvann. Imidlertid har vi utfordringer innenfor arealbruk, nedbygging av matjord, landskapsfragmentering og tap av biodiversitet på grunn av habitatødeleggelse. Vi har i likhet med de fleste andre områder en blandet suksess med å redusere den samlede belastningen av miljøgifter⁹: Utslipp fra industri og en del klassiske miljøgifter er redusert betraktelig de siste 20-30 årene, mens nye miljøgifter som perfluorerte stoffer og bromerte flammehemmere utgjør pågående utfordringer, ofte transportert fra over landegrensene. Vi har også en betydelig belastning av mikroplast som vi neppe kjenner det fulle konsekvensbildet av ennå [49]. Koronapandemien synliggjorde også hvor avhengig matproduksjon og matforsyning er av flere ulike innsatsfaktorer for å kunne forsyne Norge med tilstrekkelig med mat.

Det forutsees generelt store utfordringer ved å opprettholde norsk matproduksjon på et stabilt og lønnsomt nivå etter hvert som effektene av klimaendringene blir sterkere [3, 6, 44, 46, 48, 50, 51]. Der en høyere gjennomsnittstemperatur med mildere vinter og lengre vekstsesong kombinert med mer atmosfærisk CO₂ tilgjengelig for opptak i seg selv forventes å være positivt for norsk primærproduksjon motvirkes dette av økende variasjon i temperatur og nedbør slik at sommertørke og flom paradoksalt nok begge deler forventes å opptre med høyere frekvens. I tillegg gir mindre vinterfrost og mer uforutsigbare perioder med varme, tørke og styrtregn utenpå sesongvariasjon bedre forhold for opportunistiske rasktvoksende organismer som kan dra fordel av svekkede verter. Disse er gjerne organismer vi forbinder med sykdommer og skadegjørende insekter på planter og dyr.

Vi kan derfor forvente en mer variabel innenlands produksjon når det gjelder mat både for mennesker og produksjonsdyr, og dette har sannsynligvis følger for hvordan vi optimalt fordeler innsats og ressurser over ulike produksjonsformer, inkludert for melk, kjøtt og egg-produksjon, sammen med bruk av utmarksbeite vs. fôr produsert på innmark. Når man også forutsetter stigende energipriser som påvirker lagring, foredling, transport og innhøsting og mer varierende tilgang på import av fôr og menneskemat ser vi åpenbare utfordringer for å opprettholde mattrygghet for befolkningen når matsikkerheten og den underliggende økonomien er under press.

Landbrukets ressursgrunnlag påvirkes også gjennom skogbruk, beite og viltskjøtsel, og det faktum at den landskapsøkologiske klimasonen som norsk innmark og skog befinner seg i vil gjennomgå fundamentale endringer over de kommende årtiene [4, 51]. En bevisst politikk for beredskap, fordeling og produksjonsform kan synes nødvendig, men langt fra enkel å utarbeide.

Matproduksjon i krigstid eller ved større internasjonale kriser

Ved et krigsutbrudd eller andre større kjemiske, nukleære eller eksplosive hendelser kan Norge ha en spesielt stor utfordring i å opprettholde matproduksjon. Dette da en liten del av landarealet vårt er godt egnet som jordbruksareal, og dette arealet sammenfaller i stor grad med populasjonssentra. Med unntak av Rogaland er det mest produktive arealet på Østlandet ikke langt fra Oslo, og opp gjennom innlandet til Trøndelag. Krigshandlinger vil antakelig være konsentrert om mye av de samme områdene, og gjøre en stor del av den mest produktive jorda utilgjengelig som følge av krigshandlinger,

⁸ <https://edition.cnn.com/2019/08/16/us/alaska-salmon-hot-water-trnd/index.html>

⁹ <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/>



ueksplodert ammunisjon, landminer og eventuelle tilsiktede eller utilsiktede nukleære eller kjemiske forurensinger med lang varighet. I en slik situasjon kan man anta økt behov for småskala dyrking, bruk av sekundær matjord og ikke minst en økt betydning av vilt og husdyr som kan nyttiggjøre seg utmarksbeite og mindre tilgjengelige fôrressurser utenfor de optimale områdene.

Del 3: Erfaringer og strategier

Veterinærinstituttet må utøve sin beredskapsfunksjon i samhandling med flere andre aktører. Håndtering av omfattende uønskede hendelser krever tydelige roller og ansvar, samt avklart og tydelig ledelse i et tversektorielt samarbeid. Ulike organisasjonsstrukturer hos de offentlige aktørene og uklare mandat gir uklarheter i oppfatning av roller og ansvar. Dette gjelder ikke minst lokalt, hvor de ulike kommunene og fylkene har svært ulike forutsetninger for å møte kriser. I mange situasjoner må samhandling mellom kommunale og statlige aktører etableres for hver hendelse, uten at en har hatt vesentlig kontakt tidligere eller har erfaringsgrunnlag fra andre hendelser eller øvelser. En avklaring av mandat vil gjøre tverrsektoriell samhandling lettere, selv om partene i utgangspunktet ikke har hatt mye kontakt på forhånd. Et sett planer som inneholder mandatfordeling, ansvarsområde og fleksible strategier basert på scenariene og utfordringene diskutert i Totalberedskapskommisjonens rapport, denne uttalelsen og i det underliggende materialet, bør legges. Dette vil stille krav til samarbeid, initiativ og evne til nytenkning hos alle involverte.

Erfaringer fra nylig og pågående beredskapsarbeid

Fugleinfluensa (HPAI) har spredt seg globalt de senere år. Sykdommen som ikke kan behandles, ble registrert hos kommersielt fjørfe og hos villlevende fugler for første gang i Norge i 2020. Siden har smitten spredt til flere ville fuglearter og pattedyr over hele landet, og nå i 2023 oppsto alvorlige utbrudd hos kolonihekkende fugl i Finnmark og på Svalbard. Dette påvirket naturen og økologien i området ved at det oppsto omfattende dødelighet i mange fuglekolonier. Situasjonen under utbruddet var krevende, fordi det var krevende å ha en god lokal håndtering av de døde fuglene, og fordi utbruddet oppsto i en tid med stor turisttrafikk i områdene.

Flere uønskede hendelser med utbrudd av smittsomme dyresykdommer de siste årene har berørt både husdyr og villlevende arter, og mange av de smittsomme sykdommene har også et mulig eller dokumentert smittepotensiale til mennesker. Det er derfor kritisk at det er god samordning i håndtering av slike hendelser mellom helse, miljø- og matforvaltning på alle nivåer. Koordineringsansvaret og en eventuell myndighetsrolle overfor andre aktører må være klargjort på forhånd.

Afrikansk svinepest er en svært tapsbringende og fryktet smittsom virussykdom som kan ramme svinebestander. I Sverige er sykdommen nylig påvist (2023) i villsvin. Sykdommen har over år spredt seg til flere land i Europa og smitten hos villsvin i Sverige representerer at en fare for at smitten skal spre seg til Norge. I tillegg til at villsvin migrerer i miljøet og dermed sprer smitten seg mellom og eventuelt til svinehold, er det påvist at menneskelig aktivitet kan spre smitten over store avstander ved at smittede kjøttprodukter der virus kan overleve lenge, spres gjennom uforsvarlig søppelhåndtering, eller at infiserte matrester kastes direkte ut i miljøet. Dette viser at forebygging av introduksjon av sykdommen krever samordning mellom ulike samfunnsområder og egnede informasjonstiltak og forebyggende tiltak innen bionæringene, generelt næringsliv, egne befolkningsgrupper og turister til Norge.

Vi må påregne økt hyppighet av slike situasjoner i fremtiden. Det er viktig at koordinerings- og lederansvaret mellom statlige aktører innen ulike samfunnsområder og på ulike nivå samt eventuelle kommunale aktører, er avklart. Det er også viktig at det sikres tilstrekkelig ressurser til å utøve sitt samfunnsansvar for de involverte parter slik at de som har ansvar for og myndighet til å ta kommando ved slike hendelser kan sørge for raske, potensielt gjennomgripende tiltak.



Erfaringer fra CBRNE arbeid

Roller i atomberedskap er koordinert av Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) og ulike aktørers rolle og samhandling oppleves i stor grad som avklart, om enn ikke alltid tilstrekkelig kjent i alle organisasjonene. Innenfor kjemisk beredskap kan det med fordel foretas noe rolleavklaring opp mot Folkehelseinstituttet og eventuelt andre aktører kan være nyttig. Det er også behov for en kapasitets- og tilgangsavklaring til det nasjonale nettverket av laboratorier i tilfelle av en hendelse.

Videre strategier for beredskap

Behov for bedre forhåndsavklaring av mandat og ansvarsområder

Totalberedskapskommisjonens rapport peker på at det er nødvendig å styrke myndighetenes og næringenes evne til samordnet forebygging og håndtering av plante- dyre- og fiskesykdommer. Veterinærinstituttet støtter dette fullt ut, men ønsker å påpeke at for at dette skal ha effekt er det viktig at kunnskapen om farer og risikoer blir erkjent ut over de primære aktørene, og at ansvarlige aktører blir satt i stand til å gjennomføre forbyggende tiltak og håndtering.

Flere uønskede hendelser med utbrudd av smittsomme dyresykdommer de siste årene har berørt både husdyr og viltlevende arter. Flere av de smittsomme dyresykdommene har også et mulig eller dokumentert smittepotensiale til mennesker. Norge må være forberedt på en fortsatt økt forekomst av denne typen uønskede hendelser, inkludert hendelser som man kanskje ikke har fått øvd eller risikovurdert på forhånd. Det er derfor kritisk at det er en planlagt og god samordning i håndtering av slike hendelser mellom helse, miljø- og matforvaltning på alle nivåer. Koordineringsansvaret og en eventuell myndighetsrolle overfor andre aktører må være klargjort på forhånd.

Veterinærinstituttet støtter utfra vårt erfaringsgrunnlag at statsforvalternes rolle må gjennomgås og styrkes. Ved hendelser som berører flere kommuner synes det ikke klart hvilket mandat statsforvalteren har og hvilke ressurser som kan disponeres til kommuner som ikke nødvendigvis har avsatte midler innen sine budsjett. Håndtering som er avhengig av et godt tverrsektorielt samarbeid, kan hvis roller og ansvar for de involverte ikke er klare, bli fragmentert og lite handlingsrettet.

Håndtering av uønskede hendelser på Svalbard kan fremheves spesielt, ettersom åremålsforvaltningen innen sysselmesterens system fører til at kontaktnettverk og basiskompetanse stadig må fornyes. Dette utgjør en belastning for samhandlingen med andre etater. Sysselmesteren har dessuten en spesielt viktig rolle, sammenlignet med andre lokale myndigheter, siden avstanden til fastlandet medfører at den primære innsatsen for eksempel innen utbrudd av sykdom hos dyr kan måtte settes inn før andre statlige aktører på eller fra fastlandet, kan komme til unnsetning. Ved skifte av personell er det viktig at det å etablere et godt kontaktnett mellom sysselmesterens stab og aktører som kan bidra med kompetanse og kapasitet blir prioritert.



Figur 3: Skjematisk fremstilling av Veterinærinstituttets viktigste samarbeidsinstitusjoner (med klokken). VI er selv underlagt Landbruks- og miljødepartementet, sidestilt med sin ofte nærmeste samarbeidspartner Mattilsynet. Imidlertid har VI kapasitet til å bistå Folkehelseinstituttet (bla. brukt under Covid-19 pandemien), utfører oppdrag på vegene av Miljødirektoratet og næringene innenfor lan og havbruk. VI samarbeider med andre kunnskapsleverandører som VKM og NINA, og koordinerer innsats ved sykdomsutbrudd med Statsforvalteren. I kriser som for eksempel involverer atomberedskap eller bioagens må VI samarbeide med Forsvarets Sanitet og Forskningsinstitutt for å overvåke situasjonen over tid og i matkjeden. Som beredskapsinstitusjon må VI ha gode forbindelser bla. til DSB, mens i når kapasiteten er til stede skal VI også støtte NORAD i utviklingsarbeid. Samvirke med overnasjonale aktører som WHO, WOAHA, FAO, EFSA og ECDC er kritisk for kunnskapsutveksling og varslng om hendelser. Havforskningen og fiskerinæringen er også sentrale samarbeidspartnere for norsk matsikkerhet. Skjemaet inneholder langt fra alle, men er ment å illustrere nødvendigheten av gjennomarbeidede mandat og samarbeidskanaler og viktigheten av å bevisst opprettholde disse.

Styrket internasjonalt arbeid

Økt investering i utbruddsrespons, for eksempel den nylige dannelsen av WHO Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence, kan bidra til å dempe trusselen fra fremtidige nye infeksjoner. I tillegg kan innsatsen for å utvikle universelle vaksiner (det vil si vaksiner som skaper immunitet mot alle stammer av influensavirus eller koronavirus, for eksempel) gi et monumentalt sprang for å takle nåværende og fremtidige infeksjoner [20]. VI bør være en aktiv deltaker i dette arbeidet.

Videre kan internasjonalt samarbeid bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget og styrke beredskapen mot nye zoonoser. VI deltok f.eks. i det EU-finansierte OneHealth prosjektet Covrin (One Health research integration on SARS-CoV-2 emergence, risk assessment and preparedness¹⁰). Her delte man kunnskap og ressurser i forhold til SARS-COV2 smitte mellom dyr og mennesker. VI er også deltager i EU prosjektet PAHW (European Partnership for Animal Health and Welfare) som skal øke kontrollen med infeksjonssykdommer hos dyr og mennesker. I tillegg forbindelsen mellom nasjonale referanselaboratorier og EU -referanselaboratorier (EURL), sammen med rollen VI har i å rapportere til EFSA og European Center For Disease Prevention and Control (ECDC) svært viktige for kunnskapsutveksling, beredskapsarbeid og kunnskapsstøtte og koordinering under utbrudd.

¹⁰ onehealthjp.eu

Utvikling og bistand

Den pandemien som gjør minst skade er åpenbart den som ikke starter. Siden mange av faktorene som driver spillover, fremvekst og spredning av sykdommer henger sammen med fattigdom er bistand, samarbeid og rettferdige handelsmønstre ikke bare eksempler på god humanitær praksis, men også effektiv pandemi- og sykdomsbekjempelse i global skala. Tilgang på rent vann, sanitær, elektrisitet og helseklinikker som kan bidra til å redusere smittsomme sykdommer fremmer økonomisk utvikling og helseinfrastruktur [16].

En situasjon som alvorlig truer matsikkerheten i Norge, vil med all sannsynlighet også ha rammet andre deler av verden. Våre planer for matsikkerhet må altså omfatte kapasitet til mottak av flyktninger og bidrag til nødhjelp så langt som overhodet mulig -både av grunnleggende humanitære hensyn, men også av strategiske og diplomatiske. Norge må som et rikt land med høy kompetanse også arbeide for å bidra til styrking av relevant infrastruktur i land med færre ressurser og system.

Sikre tilgang til veterinærmedisinske legemidler

Norge bør utrede og innføre tiltak for å sikre tilgang til legemidler til dyr også i krisesituasjoner for å ivareta god dyrehelse og dyrevelferd. Norge er sårbart når det oppstår mangler av legemidler til dyr, fordi vi importerer flesteparten av disse og dessuten utgjør et lite marked som kan bli bortprioritert hvis det oppstår legemiddelmangel. Særlig er det viktig å sikre tilgang til vaksiner og beta-laktamasesensitive penicilliner. Vaksiner er viktige ikke bare for å forebygge sykdom, men også for å redusere behovet for antibiotika. Beta-laktamasesensitive penicilliner er mye brukt til matproduserende dyr i Norge og er et førstevalg mot infeksjoner dersom de er virksomme. Samtidig er de mindre brukt i andre land på grunn av en mer utfordrende resistenssituasjon, noe som kan true forsyningsikkerheten.

System for tilgjengeliggjøring av ekspertise og personellforvaltning

Det er ikke mulig til enhver tid for alle ansvarlige institusjoner å inneha fullgod basiskunnskap ved eventuelle utbrudd av nye, men også ved kjente sykdommer til å kunne fremskaffe det beste beslutningsgrunnlaget for effektive tiltak. Dette vil særlig være kritisk i den innledende fasen når usikkerheten er størst. Derfor er et godt generelt robust beredskapssystem det beste tiltaket for å kunne håndtere alle uønskede hendelser. Planverkene bør etableres i former som lar seg skalere eller opprettholde i enklere former. Øvelser med verste-fall scenarioer vil kunne avdekke kapasiteten både internt hos aktører og mellom aktørene.

Ved store hendelser eller flere samtidige hendelser vil spesielt personell-kapasitet være en begrensende faktor. I komplekse situasjoner vil det være viktig for Norge å kunne utnytte den samlede nasjonale kompetansen ved håndtering av omfattende hendelser. Det kan med fordel utvikles system for effektiv utveksling av eksperter som kan arbeide fram beslutningsgrunnlag uten at de ansvarlige organisasjoner nødvendigvis må opp- og nedbemanne, men kan få midlertidig tilgang på personellressurser fra andre. Et slikt system vil også på sikt kunne utvikle den samlede nasjonale kompetansen og derved beredskapsevnen.

Sivile institusjoner som har en rolle i totalberedskap bør gjennomgå og fortolke sitt mandat i egen stab slik at beredskapsrollen blir en felles erkjennelse. Alle ledd i beredskapsinstitusjoner bør ha en klar formening om hvordan deres roller endrer seg i krisetilfelle. Det må derfor avsettes ressurser til små og store øvelser slik at beredskapsmessige roller og ansvar blir avklart.

Pandemisk horisontovervåking

Etter å ha kontrollert for rapporteringsinnsats viser et globalt kart over zoonotisk EID-risiko at denne er forhøyet i skogkledde tropiske områder med høy pattedyrdiversitet som opplever endringer i arealbruk [52], og slike kart kan og bør informere overvåkingsprogrammer og forskning på underliggende prosesser¹¹. Tilsvarende har forskning fokusert på de viktige gruppene filovirus, coronavirus og henipavirus identifisert minimumstemperatur og regn sammen med endringer i arealbruk som viktige drivere for nye sykdommer

¹¹ Eksempel på at dette gjøres inkluderer PANDASIA-prosjektet ledet av NMBU og VI fra Norge
<https://pandasia-project.com/>

[53]. Overvåking og studier for å bedre risikobasert overvåking, av arnesteder for nye sykdommer, eksemplifisert ved NIBIO og VIs samarbeid på Pandasia-prosjektet og prosjekt på såkalt «syndromic surveillance» bør følges opp og integreres i overvåking. Gjenoppretting av biologisk mangfold kan være en viktig strategi i håndteringen av zoonotisk sykdomsrisiko [17, 18], i Norge og i «EID hotspots» hvor Norge kan bidra. Overvåking av infeksjonssykdommer hos ville arter som lever i tett kontakt med mennesker, som gnagere i urbane strøk, bør dessuten styrkes [19].

Sekundærbruk av godkjente legemidler

Såkalt «drug repurposing», altså forskrivning av legemidler utenfor godkjent indikasjon er et problematisk, men noen ganger nødvendig virkemiddel, ikke minst i hurtig respons på en ny sykdom. En fullstendig oversikt er umulig før situasjonen foreligger, men en bevisstgjøring og grenseoppgang kan vurderes for human og veterinærmedisin og for legemidler som har overlappende bruk.

Resistensproblematikk

Norge og mange andre land har gjort store fremskritt i å begrense bruk av antibiotika som driver fremvekst av resistente mikrober er ikke dette universelt, og spredning av resistente sykdomsfremkallende mikrober er et stort problem globalt både i human og veterinær medisin [54, 55]. Utfordringen kan være å opprettholde og videreføre dagens status under press fra innførsel og økonomiske svingninger [56].

Mandatsavklaring og informasjonsarbeid vedrørende smittespredning

For å forebygge introduksjon og spredning av smittsomme sykdommer hos planter, dyr og fisk, er man avhengig av at egen befolkning og besøkende til Norge bidrar til forebyggende tiltak. Det er derfor viktig at kunnskapen om spredningen av smittsomme sykdommer fortsatt kommuniseres til grupper utover primære aktører som myndigheter og næringen. En mulig opprinnelse for svinepest-utbruddet i Sverige 2023 er svineprodukter i matsøppel. Dette understreker viktigheten av avfallshåndtering, ikke bare av generelle miljøsaker, men også med hensyn til smittevern. Imidlertid later arbeidet med å vurdere og eventuelt beordre opprydding i lokale fyllplasser å hemmes av uklare ansvarsforhold og mangel på myndighet med kapasitet til initiativ.

Bedre rammer for å begrense invasive arter og vektorbårne sykdommer i dyr og mennesker

Norge mangler beredskapsplaner og en mulighet til umiddelbar respons for å bekjempe invasive arter i etableringsfasen mens kontroll er mest kostnadseffektivt og har størst mulighet for suksess. Kontrolltiltak begrenses blant annet av gjeldende regelverk og tilgjengelige ressurser. For å sikre en god beredskap på dette feltet, må det etableres et regelverk som åpner for hurtig respons når behovet oppstår.

Eksempelvis er responstiden ved tiltak som krever bruk av rotenon på flere måneder. Dette skyldes en omfattende søknadsprosess for å få de nødvendige tillatelser på plass. I all hovedsak er dette en viktig prosess, men dersom en akutt fare skulle oppstå må regelverket gi rom for umiddelbar handling. For at dette skal ha en hensikt må kompetent personell være tilgjengelig, som kan stå for gjennomføringen av aktuelle tiltak. Denne kompetansen finnes, men fremtidige beredskapsplaner må sikre tilgjengelighet i akutte situasjoner.

Nye forvaltningsstrategier for skadedyr

Som en viktig drivkraft for populasjonsdynamikk, vil klimaendringer kreve adaptive forvaltningsstrategier for å håndtere skadedyr. Disse inkluderer overvåking av klima og skadedyrpopulasjoner, bruk av modelleringsprediksjonsverktøy og modifiserte integrerte bekjempelsestaktikker [57].

Integrering av ny teknologi i overvåking

Teknologiske fremskritt innen forskningsverktøy, datainnsamling og overvåking styrker muligheten for effektiv overvåking og må utnyttes i beredskapsøyemed. Relevante eksempler inkluderer nytolkning av informasjon tilgjengelig fra klassiske verktøy som patogenpåvisning med PCR, bruk av multiplekse serologiske tilnæringer for å identifisere mønster som kan tyde på patogenfremvekst, eller integrering av flere overvåkingsplattformer (fra genomiske data til casedata) for å bedre forstå patogenspredning.

Analyse av miljø-DNA bør der det er hensiktsmessig integreres med dagens overvåkingsmetoder.

Genomiske overvåkingssystemer er i stand til å karakterisere og spore fremveksten av nye varianter og var viktig under Covid-19 pandemien, men ressursbegrensninger, inkludert sekvenseringsplattformer, bioinformatiske rørledninger og regelmessig innsamling av prøver for behandling, fortsetter imidlertid å begrense den globale anvendelsen av sekvenseringsteknologi i overvåking.

Kunstig intelligens og maskinlæring ofte som verktøy for å svare på sentrale folkehelse spørsmål, men spesifikke brukstilfeller forblir unnvikende. Fremtidig arbeid bør ta sikte på å forbedre integreringen av maskinlæringstilnæringer innenfor de tradisjonelle mekanistiske modelleringsrammene for å raskt og nøyaktig vurdere potensielle utfordringer [20]

Informasjonssikkerhet

All tjenesteproduksjon i Veterinærinstituttet forutsetter nødvendig infrastruktur, herved laboratorieutstyr, maskinvare og programvare, og at den fungerer i krisesituasjoner. Den digitale avhengigheten i samfunnet er generelt stor og dermed er sårbarheten ved brudd eller utilgjengelighet i digitale infrastruktur stor. Overvåking av digitale systemer og deling av informasjon om hendelser og sårbarheter på et generelt grunnlag, er viktig for å få erkjennelsen om risikobildet godt inn. Slik informasjon danner grunnlag for systemforbedring og kulturutvikling i organisasjoner. Det er veldig positivt at overvåkingsorgan som PST har begynt å dele mer av sin informasjon om det aktuelle trusselbildet til berørte samfunnsaktører med beredskapsansvar, men også andre uten et spesifikt beredskapsansvar. Den digitale beredskapen må styrkes, og det trengs samhandling og øvelser for å kunne få kartlagt konsekvensen av en hendelse for tjenester ment for andre aktører.

Informasjonsberedskap

I en krisesituasjon vil det forventes at VI kan stille opp på kort varsel med analyser for å avhjelpe situasjonen. VI har tilgang på mange forskjellige datasett, både fra interne prosesser og eksterne aktører som kan brukes inn i analyser i beredskapssammenheng. For at data skal kunne brukes i krisesituasjoner vil det kreves at det finns gyldige datadelingsavtaler som åpner for å gjøre nødvendige analyser. Disse datadelingsavtalene må i tillegg komme med godt definerte informasjonsmodeller som i detalj beskrives hva dataene er og hvordan de kan tolkes. Dette er viktig for å kunne gjøre kvalitetssikrede og betimelige analyser, slik at VI dermed kan presentere raske og relevante råd i den aktuelle situasjonen. Interne prosesser for dataprosessering og dataanalyser må også standardiseres og dokumenteres.

En god informasjonsberedskap krever at data som kan benyttes er tilgjengelig før uønskede hendelser oppstår. Det kreves både organisering av data og kvalitetssikring samt kjennskap til data før de kan benyttes i en krisesituasjon. Samfunnets digitaliseringsstrategi gir føringer for ønske om økt deling av data både i det offentlige, men også mellom privat og offentlig. Å etablere datadelingsavtaler og gode og sikre tekniske løsninger er viktig for å oppnå en god informasjonsforvaltning.

Ansvarsfordeling og integrert planverk for matsikkerhet og mattrygghet

NSM Sikkerhetsfaglig råd for et motstandsdyktig Norge mot 2030¹² peker på at matforsyningskjeden er sårbar, fordi den er tverrsektoriell og forvaltes fra flere ulike departement, i tillegg til at en er avhengig av innsatsfaktorer fra det internasjonale markedet. Totalberedskapskommisjonens rapport peker på at entydig og god ledelse under hendeshåndtering er kritisk for å oppnå god håndtering. Det bør med andre ord utarbeides tverrsektorielle scenariobaserte kriseplaner for matproduksjon og -distribusjon ved ulike. Havbruk, beitedyr, vilt og husdyrbruk vil med all sannsynlighet være en viktig del av slike planer. Disse bør inkludere:

- Genetiske ressurser i husdyr som styrker beredskap

Avl for genetisk variasjon i husdyrraser er en avveining mellom flere forhold. Genetisk robusthet mot tørke, varme, væte, varierende fôr, utmarksbeite og nye sykdommer kan være av økt viktighet og bør farge prioriteringer i forhold til å ivareta tradisjonelle husdyrraser, for eksempel ved etablering og opprettholdelse av genbank, kombinert med målrettet avl og eventuell innførsel av genmateriale.

¹² <https://nsm.no/regelverk-og-hjelp/rapporter/sikkerhetsfaglig-rad-et-motstandsdyktig-norge#Sikkerhetsfaglig%20r%C3%A5d%20-%20et%20motstandsdyktig%20Norge>



- **Tiltak for å beskyttes norske husdyr mot ekstremvær**

Det bør utredes tiltak for å sikre velferden hos norske produksjonsdyr også ved ekstremvær. Norske fjøs må bygges og oppgraderes med tanke på hetebølger. Nettverk av vannstasjoner og skyggetak for dyr på beite og i utmark må forberedes for tørre perioder. Evakueringsveier eller annen beskyttelse for produksjonsdyr (inkludert fisk) må planlegges med tanke på flom, skred eller terrengbrann, basert på områdets beskaffenhet og sårbarhet.

- **Planer for næringsomlegging i krise**

Den energiintensive landbruksproduksjon og foredlingsindustrien kan bli sterkt rammet av ekstremvær eller økonomiske nedgangstider eller begge på en slik måte at nåværende metoder for produksjon, frakt, foredling og lagring ikke lar seg praktisk eller økonomisk opprettholde for viktige deler av jord og havbruksnæring. En bevisst styringspolitikk politikk for beredskap, fordeling og produksjonsform kan synes nødvendig, men langt fra enkel å utarbeide. Derfor bør et slikt utredningsarbeid antakelig starte mens det har tid til å produsere nyttig kunnskap.

- **Mattrygghet, matsikkerheten og samfunnets kunnskapsbank**

Ved langvarige problemer med matproduksjon og/eller distribusjon kan man se for seg at mer produksjon tas opp lokalt, og at flere mennesker tar opp selvberging med økt husdyrhold og dyrking av matplanter. Dette kan være kritisk viktig både for mattilgang og for sosial stabilitet. Imidlertid reiser det også utfordringer for mattrygghet og biosikkerhet. Et annet moment er at et flertall av befolkningen i dag har vokst opp med en større avstand til jordbruk og selvbergingssamfunnet enn deres foreldre og besteforeldre hadde. Det har også kommet til ny relevant kunnskap gjennom for eksempel forskning på urbant landbruk¹³. En tilgjengelig oppdatert enkel kunnskapsbank kunne med fordel lages og tilgjengeliggjøres for befolkningen.

Konklusjoner

Utfordringsbildet er stort og komplekst. Noen av de viktigste strategiene vi ser behov for er:

- Forhåndsavklaring av mandat og ansvar, ikke minst når det gjelder tverrsektorielle samfunnskritiske hendelser som matsikkerhet og større sykdomsutbrudd i vilt, husdyr eller fisk.
- Rutiner for utveksling av personell og andre ressurser mellom beredskapsinstitusjoner med overlappende kompetanse og materielle ressurser i krisetid. For eksempel mellom Veterinærinstituttet og Folkehelseinstituttet m.fl..
- Legge et robust tverrsektorielt planverk for å ivareta mattrygghet og matsikkerhet på best mulig måte over et bredere utvalg av forskjellige økonomiske, klimamessige og sikkerhetsmessige situasjoner av middels til lang varighet.
- Deltakelse i internasjonal utvikling-, overvåking-, kunnskapsutveksling-, og forskningsarbeid.
- Opprettholdelse av dagens OK-programmer med kontinuerlig integrering av ny teknologi
- Evaluering av robusthet ved dagens datainfrastruktur og personellressurser

¹³ <https://www.nibio.no/tema/mat/urbant-landbruk>



Referanseliste

1. Hanssen-Bauer, I., et al., *Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. NCCS Report, NCCS, Oslo, Norway, 2015. **203**.
2. Ottersen, G., et al., *Observed and expected future impacts of climate change on marine environment and ecosystems in the Nordic region*. Rapport fra havforskningen, 2023.
3. Sandø, A.B., et al., *Risikoanalyse for de norske havområdene om direkte og indirekte virkninger av klimaendringer på marine økosystemer under ulike utslippsscenarioer-Risikorapport om hav og klima*. Rapport fra havforskningen, 2022.
4. Kausrud, K., et al., *Klimaendringer og virkninger på hovedøkosystem skog*. VKM Report, 2022.
5. Rødland, E.K., et al., *Klimaendringer: Sårbarhet og tilpasningsbehov i helse-og omsorgssektoren i Norge*. 2023.
6. Bardalen, A., et al., *Klimaendring utfordrer det norske matsystemet. Kunnskapsgrunnlag for vurdering av klimarisiko i verdikjeder med matsystemet som case*. NIBIO Rapport, 2022.
7. Granlund, C., et al., *Konsekvenser av klimaendringer og klimatilpasninger for Forsvaret fram mot 2040-rapport til Forsvarskommisjonen*. 2022.
8. Gambhir, A., et al., *Adjusting 1.5 degree C climate change mitigation pathways in light of adverse new information*. Nature Communications, 2023. **14**(1): p. 5117.
9. Kemp, L., et al., *Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2022. **119**(34): p. e2108146119.
10. Kausrud, K.L., et al., *Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem. Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered species (CITES) of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment*. 2022.
11. Schwalm, C.R., S. Glendon, and P.B. Duffy, *RCP8. 5 tracks cumulative CO2 emissions*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2020. **117**(33): p. 19656-19657.
12. Ribes, A., S. Qasmi, and N.P. Gillett, *Making climate projections conditional on historical observations*. Science Advances, 2021. **7**(4): p. eabc0671.
13. Sanderson, K., *Earth's average 2023 temperature is now likely to reach 1.5° C of warming*. Nature, 2023.
14. Otte, J. and U. Pica-Ciamarra, *Emerging infectious zoonotic diseases: The neglected role of food animals*. One Health, 2021. **13**: p. 100323.
15. Marani, M., et al., *Intensity and frequency of extreme novel epidemics*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021. **118**(35): p. e2105482118.
16. Rohr, J.R., et al., *Emerging human infectious diseases and the links to global food production*. Nature Sustainability, 2019. **2**(6): p. 445-456.
17. 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.
18. Keesing, F. and R.S. Ostfeld, *Dilution effects in disease ecology*. Ecology Letters, 2021. **24**(11): p. 2490-2505.
19. Jahan, N.A., L.L. Lindsey, and P.A. Larsen, *The Role of Peridomestic Rodents as Reservoirs for Zoonotic Foodborne Pathogens*. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2021. **21**(3): p. 133-148.
20. Baker, R.E., et al., *Infectious disease in an era of global change*. Nature Reviews Microbiology, 2022. **20**(4): p. 193-205.
21. Stevenson, P., *Links between industrial livestock production, disease including zoonoses and antimicrobial resistance*. Animal Research and One Health, 2023. **1**(1): p. 137-144.
22. Harvey, J.A., et al., *Scientists' warning on climate change and insects*. Ecological monographs, 2023. **93**(1): p. e1553.
23. Müller, J., et al., *Weather explains the decline and rise of insect biomass over 34 years*. Nature, 2023: p. 1-6.
24. Kim, H., A.C. Franco, and U.R. Sumaila, *A Selected Review of Impacts of Ocean Deoxygenation on Fish and Fisheries*. Fishes, 2023. **8**(6): p. 316.
25. Durant, J.M., et al., *Predatory walls may impair climate warming-associated population expansion*. Ecology, 2023. **104**(9): p. e4130.



26. Klemm, K., et al., *Apparent biogeographical trends in Alexandrium blooms for northern Europe: A identifying links to climate change and effective adaptive actions*. Harmful Algae, 2022. **119**: p. 102335.
27. Murray, C.J.L., et al., *Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis*. The Lancet, 2022. **399**(10325): p. 629-655.
28. Ma, C.-S., et al., *Climate warming promotes pesticide resistance through expanding overwintering range of a global pest*. Nature Communications, 2021. **12**(1): p. 5351.
29. Diffenbaugh, N.S. and M. Burke, *Global warming has increased global economic inequality*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2019. **116**(20): p. 9808-9813.
30. Hoyer, D., et al., *Navigating Polycrisis: long-run socio-cultural factors shape response to changing climate*. 2023.
31. Vågsholm, I., N.S. Arzoomand, and S. Boqvist, *Food security, safety, and sustainability—getting the trade-offs right*. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2020: p. 16.
32. Abay, K.A., et al., *The Russia-Ukraine war: Implications for global and regional food security and potential policy responses*. Global Food Security, 2023. **36**: p. 100675.
33. Myers, S., et al., *Current guidance underestimates risk of global environmental change to food security*. bmj, 2022. **378**.
34. Ray, D.K., et al., *Crop harvests for direct food use insufficient to meet the UN's food security goal*. Nature Food, 2022. **3**(5): p. 367-374.
35. Hellegers, P., *Food security vulnerability due to trade dependencies on Russia and Ukraine*. Food Security, 2022. **14**(6): p. 1503-1510.
36. Xu, C., et al., *Future of the human climate niche*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2020. **117**(21): p. 11350-11355.
37. Milford, A.B., A. Prestvik, and S. Kårstad, *Markedshager i Norge. Utfordringer og muligheter med småskala grønnsaksproduksjon for direkte salg*. NIBIO Rapport, 2021.
38. Omazic, A., et al., *Identifying climate-sensitive infectious diseases in animals and humans in Northern regions*. Acta Veterinaria Scandinavica, 2019. **61**(1): p. 53.
39. Wilkman, L., et al., *Mosquito-borne viruses causing human disease in Fennoscandia—Past, current, and future perspectives*. Frontiers in Medicine, 2023. **10**: p. 1152070.
40. Canavan, B.C., *Opening Pandora's Box at the roof of the world: Landscape, climate and avian influenza (H5N1)*. Acta tropica, 2019. **196**: p. 93-101.
41. 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.
42. Cartwright, S.L., et al., *Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for thermotolerance: a review*. Frontiers in Veterinary Science, 2023. **10**: p. 1198697.
43. Renaudeau, D. and J. Dourmad, *Future consequences of climate change for European Union pig production*. animal, 2022. **16**: p. 100372.
44. Tanaka, K.R. and K.S. Van Houtan, *The recent normalization of historical marine heat extremes*. PLoS Climate, 2022. **1**(2): p. e0000007.
45. Smith, K.E., et al., *Biological impacts of marine heatwaves*. Annual Review of Marine Science, 2023. **15**: p. 119-145.
46. Ytteborg, E., et al., *Climate change with increasing seawater temperature will challenge the health of farmed Atlantic Cod (Gadus morhua L.)*. Frontiers in Marine Science, 2023.
47. Falconer, L., et al., *The importance of calibrating climate change projections to local conditions at aquaculture sites*. Aquaculture, 2020. **514**: p. 734487.
48. Oliveira, V.H., et al., *Factors associated with baseline mortality in Norwegian Atlantic salmon farming*. Scientific Reports, 2021. **11**(1): p. 14702.
49. Wang, Y., et al., *Consequences of Microplastics on Global Ecosystem Structure and Function*. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 2023. **261**(1): p. 22.
50. Bardalen, A., *Klimarisiko og norsk matproduksjon*. NIBIO Rapport, 2018.
51. Alexander, J., et al., *Matproduksjon, mattrygghet og miljø-innspill om kunnskapsbehov til gjennomføringen av det grønne skiftet-Uttalelse fra hovedkomiteen i Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM)*. 2022.



52. Allen, T., et al., *Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases*. Nature Communications, 2017. **8**(1): p. 1124.
53. Jagadesh, S., M. Combe, and R.E. Gozlan, *Human-Altered Landscapes and Climate to Predict Human Infectious Disease Hotspots*. Tropical Medicine and Infectious Disease, 2022. **7**(7): p. 124.
54. Zheng, D., et al., *Global biogeography and projection of soil antibiotic resistance genes*. Science Advances, 2022. **8**(46): p. eabq8015.
55. Tao, Q., et al., *Meta-analysis for the global prevalence of foodborne pathogens exhibiting antibiotic resistance and biofilm formation*. Frontiers in Microbiology, 2022. **13**: p. 906490.
56. Wierup, M., H. Wahlström, and B. Bengtsson, *Successful Prevention of Antimicrobial Resistance in Animals—A Retrospective Country Case Study of Sweden*. Antibiotics, 2021. **10**(2): p. 129.
57. Skendžić, S., et al., *The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests*. Insects, 2021. **12**(5): p. 440.