

Samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets innsats innen fiskehelse

Frode Skjeret

Kåre Petter Hagen

Linda Nøstbakken

SNF



SNF-RAPPORT NR. 05/16

Samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets innsats innen fiskehelse

av

**Frode Skjeret
Kåre Petter Hagen
Linda Nøstbakken**

SNF- prosjekt nr.: 6163:
"Samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets innsats innen fiskehelse"

Prosjektet er finansiert av Veterinærinstituttet

**SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING
BERGEN, september 2016**

© Materialet er vernet etter åndsverkloven. Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarframstilling som utskrift og annen kopiering bare tillatt når det er hjemlet i lov (kopiering til privat bruk, sitat o.l.) eller avtale med Kopinor (www.kopinor.no)
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatnings- og straffeansvar.

ISBN 978-82-491-0929-6 (Trykt versjon)
ISBN 978-92-491-0930-2 (Elektronisk versjon)
ISSN 0803-4036

INNHOLD

1	Innledning	1
2	Bakgrunn: Havbruksnæringen og Veterinærinstituttet	4
2.1	Næringens generelle utvikling	5
2.2	Veterinærinstituttet	10
2.3	Sykdom i norsk oppdrett	15
3	Økonomiske konsekvenser ved sykdom	20
3.1	Lakselus	20
3.2	Pankreassykdom (PD)	23
3.3	Infeksiøs lakseanemi (ILA)	25
4	Økonomisk analyse	29
4.1	Metodisk rammeverk	29
4.1.1	Ulike typer nytte-kostnadsanalyse	29
4.1.2	Bortfallsanalyse	30
4.2	Bortfallsanalyse av Veterinærinstituttet	31
4.2.1	Inngangsverdier for analysen	33
4.2.2	Analyse	37
4.2.3	Analyse av beredskapsfunksjonen	45
4.2.4	Samlet vurdering	53
5	Konklusjoner	58
6	Referanser	60
	Appendiks: Utvikling ILA	67

1 INNLEDNING

I denne rapporten gjennomføres en samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets arbeid opp mot havbruksnæringen. Bakteppet for analysen er en næring med høy lønnsomhet, men som står overfor relativt store sykdomsutfordringer, samt forventninger om stor økning i produksjonskapasiteten i årene som kommer.

Enhver samfunnsøkonomisk analyse må basere seg på et mål på lønnsomhet. Ressursene myndighetene har til bruk i forvaltningen av havbruksnæringen er knappe, og det finnes mange alternative organiseringer av forvaltningen av havbruksnæringen. Vi avgrensner analysen til først å se på fire oppgaver Veterinærinstituttet har som en del av det offentliges forvaltning av næringen, forskning, diagnostikk, overvåkning og rådgivning. Disse fire oppgavenes bidrag til Veterinærinstituttets arbeid med beredskap mot sykdom blir så vurdert. Vi vil bruke en bortfallsanalyse, der vi søker å si noe om hva som forventes å være konsekvensene av bortfall av oppgavene Veterinærinstituttet har opp mot havbruksnæringen. Vi ser først på effektene av bortfall av oppgavene enkeltvis, før vi avslutter med å se på den samlede effekten bortfall av oppgavene har på beredskap.

En samfunnsøkonomisk analyse av en organisasjon som Veterinærinstituttet er utfordrende av flere årsaker. Først, den økonomiske begrunnelsen for at Veterinærinstituttet er en offentlig institusjon kan forklares med at de produserer kollektive goder. Produksjonen av kunnskap om sykdom og smitte av sykdom kan ikke forventes å være tilstrekkelig høy om en overlater oppgaven til private aktører. Ved smitte av sykdom mellom matproduserende anlegg som en ser i havbruksnæringen, har ikke private aktører tilstrekkelige insentiver til å investere i tiltak for å hindre smitte. I økonomisk sjargong tilsvarende dette eksternaliteter i produksjonen. En negativ eksternalitet i produksjonen er til stede når produksjonsmulighetene til ett oppdrettsanlegg påvirkes negativt av for eksempel for lave tiltak mot smitte hos et annet produksjonsanlegg. Dette innebærer at en ikke kan forvente at mindre private aktører har tilstrekkelige økonomiske insentiver til å redusere smittepresset deres anlegg har på nærliggende anlegg eiet av konkurrerende aktører. Veterinærinstituttet har også flere avdelinger og fagfelt som i fellesskap produserer tjenestene de yter. Dette medfører at det er potensiale for å realisere synergigevinster når omfanget av aktivitetene internt i Veterinærinstituttet er tilstrekkelig stort.

Den samfunnsøkonomiske verdiskapingen hos Veterinærinstituttet skjer gjennom flere ledd. Råd og anbefalinger fra Veterinærinstituttet har både en direkte og indirekte effekt på fiskevelferd og fiskehelse. For eksempel kan et råd til myndighetene direkte legge føringer på fiskevelferd (som antall fisk per merd), mens øvrige anbefalinger basert på forskning kan påvirke biomassens helse via selskapenes implementering av anbefalingene. Det er også utfordrende å måle verdien av anbefalinger og råd som Veterinærinstituttet gir. Både på grunn av at et sykdomsutbrudd kan finne sted til tross for at myndighetene har innført optimale tiltak, men også fordi det er private bedrifter som kan ha økonomiske insentiver til å gjennomføre strengere tiltak enn det som pålegges av myndighetene. Dette innebærer at myndighetenes regulering av næringen, basert på råd og anbefalinger fra Veterinærinstituttet, ikke nødvendigvis slår ut i bedret fiskehelse og/eller fiskevelferd.

Til sist utføres de fleste av oppgavene som vi evaluerer ikke i ordinære markeder. Oppgavene som leder opp mot målene om fiskehelse og fiskevelferd, er i stor grad pålagte oppgaver, og oppgaver som gjennomføres via tildelingsbrev fra det offentlige. Når de oppgavene som gjennomføres i det nasjonale arbeidet med fiskehelse og fiskevelferd i liten grad blir registrert i en markedsmessig sammenheng, er det vanskelig å fastslå både hvor stort det totale samfunnsmessige bidraget er, samt hvor store de ulike aktørenes individuelle bidrag til totalen er. Bare når arbeidet hos Veterinærinstituttet implementeres hos aktørene i form av bedre driftsrutiner og mer effektive reguleringer, vil arbeidet føre til bedre fiskehelse og fiskevelferd. I tillegg ser vi bare på en del av den totale forvaltningen. Veterinærinstituttet er en av flere aktører som bidrar inn mot forvaltningen av havbruksnæringen. Veterinærinstituttet bruker kunnskap og tjenester produsert av andre i sin tjenesteproduksjon for havbruksnæringen. På samme måte bruker de andre aktørene innsatsfaktorer produsert av Veterinærinstituttet i arbeidet opp mot havbruksnæringen. Vi vil diskutere disse aspektene ved Veterinærinstituttets arbeid senere i rapporten.

En annen utfordring er at det ikke er gitt hvordan en skal spesifisere alternativet til Veterinærinstituttet. Spesifiseringen av referansealternativet er avgjørende for samfunnsøkonomiske analyser, og har to formål. Først skal referansealternativet være en målestokk som andre alternative forslag kan vurderes mot. Samtidig må referansealternativet være realistisk. På den ene siden kan en tenke seg at en annen aktør tar over alle aktivitetene til Veterinærinstituttet. Dette ser vi ikke på som relevant for denne analysen. Alternativt kan en tenke seg at enkeltoppgaver

overføres til en annen aktør. I den økonomiske analysen vil vi i hovedsak benytte den siste tilnærmingen. Dette gjør vi i en såkalt bortfallanalyse for å vurdere det samfunnsøkonomiske bidraget til Veterinærinstituttets arbeid opp mot fiskehelse og fiskevelferd i havbruksnæringen.

I det videre arbeidet legger vi til grunn prinsippene for gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser som i NOU (1999). Herunder vil vi forsøke å fastslå verdien av Veterinærinstituttets arbeid som samfunnsøkonomisk lønnsom eller ikke.

I det neste kapitlet gir vi en kort oversikt over havbruksnæringen og Veterinærinstituttets arbeid opp mot havbruksnæringen. I dette kapitlet diskuteres også kort sykdommer i norsk oppdrettsnæring. Det tredje kapitlet gjør anslag på de økonomiske konsekvensene av sykdomsutbrudd i den norske oppdrettsnæringen. I kapittel 4 gjennomfører vi så den samfunnsøkonomiske analysen. Det siste kapitlet konkluderer analysen.

2 BAKGRUNN: HAVBRUKSNÆRINGEN OG VETERINÆR-INSTITUTTET

Havbruksnæringen begynte i det små på 1960-tallet og har siden den spede begynnelse hatt en formidabel vekst. Veksten skjøt for alvor fart på 1980-tallet, og fra et produksjonsnivå i 1980 på ca. 8.000 tonn, produserer den norske oppdrettsnæringen i dag over 1,3 mill. tonn laks og ørret per år. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig årlig vekst over perioden på vel 16 %. Innovasjon har vært en viktig faktor bak den kraftige veksten, både innenfor produksjon, fiskefôr, sykdomsbekjempelse og på markedssiden. I fortsettelsen skisseres først hvordan næringen har utviklet seg. Deretter gir vi en oversikt over Veterinærinstituttets rolle overfor næringen.

Oppdrettsnæringen var i starten primært tenkt som en binæring for befolkningen langs kysten, og eierskap i næringen var kraftig regulert frem til 1991.¹ I denne perioden var det strenge krav om lokalt eierskap og begrensninger som gjorde at ingen kunne ha majoritetsierskap i mer enn én konsesjon. Næringen vokste likevel kraftig i løpet av 1980-tallet og ble i 1990 rammet av en krise på grunn av et fall i lakseprisen. Samtidig innså man at eierskapsbegrensningene påførte næringen store kostnader ved at aktørene ikke kunne hente ut store skalafordeler (Bjørndal og Salvanes, 1995). Som et resultat ble næringen deregulert i 1991 ved at man gikk bort fra de sterke eierskapsbegrensningene. Dette var starten på utviklingen mot dagens situasjon, siden en rekke oppkjøp og selskaps-sammenslåinger gradvis har ført til et mer konsentrert eierskap i næringen. Siden 1980-tallet har dermed næringen utviklet seg fra å bestå av en rekke lokale småskala produsenter, til dagens situasjon med en langt mer profesjonalisert næring bestående av færre og langt større selskaper. I dag finnes det alt fra små selskaper med et fåtall konsesjoner til store aktører med 20 – 25 % av norsk produksjonsvolum.

Samtidig med økt eierskapskonsentrasjon har man observert en stadig mer omfattende regulering av næringen. Veterinærinstituttet er en viktig premissleverandør i reguleringen av oppdrettsnæringen, og bidrar i forhold til forskning og utvikling, beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger. Under gir vi en kort beskrivelse av den

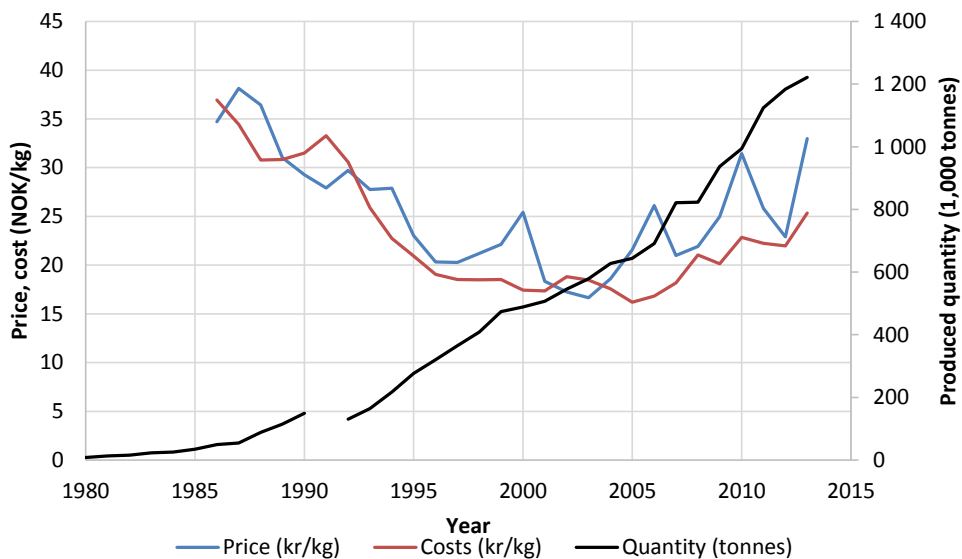
¹ Gjennomgangen av næringens generelle utvikling er i hovedsak basert på Gullestad *et al.* (2011), NOU (1999) og St.Meld 16 (2014-2015).

historiske utviklingen av den norske oppdrettsnæringen, med fokus på økonomisk utvikling, reguleringer og sykdomsutfordringer.

2.1 Næringens generelle utvikling

For oppdrettsnæringen var 1980-tallet preget av de første store tildelingsrundene, det ble i 1981 gitt 54 tillatelser (hver på 3.000 m³ produksjonsvolum), og den første permanente oppdrettsloven ble vedtatt i Stortinget. Senere ble det gitt 100 nye tillatelser (5.000 m³) i 1983 og 150 tillatelser (8.000 m³) i 1985. Den første permanente oppdrettsloven ble revidert allerede i 1985 som følge av den raske utviklingen i bransjen. Tillatelsene var i stor grad preget av at produksjonen fant sted på en enkelt lokalitet. På slutten av tiåret økte man igjen produksjonsvolumet ved at alle matfisktillatelsene fikk utvide produksjonen til 12.000 m³.

På 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet var næringen preget av hyppige sykdomsutbrudd og flere nye sykdommer ble påvist. Mellom annet skapte kaldtvannsvibriose, furunkulose, infeksjøs pankreasnekrose, infeksjøs lakseanemi og lakselus utfordringer for aktørene. Bakteriesykdommene kunne begrenses med vaksiner, mens spredningen av infeksjøs lakseanemi var stor. Dette viste med tydelighet at en nedre grense på 1 km mellom anlegg var for lite. For å bekjempe disse sykdomsutbruddene ble koordinert brakklegging tatt i bruk, samt at Stopp ILA-kampanjen ble gjennomført.



Kilde: Data fra SSB, Fiskeridirektoratet

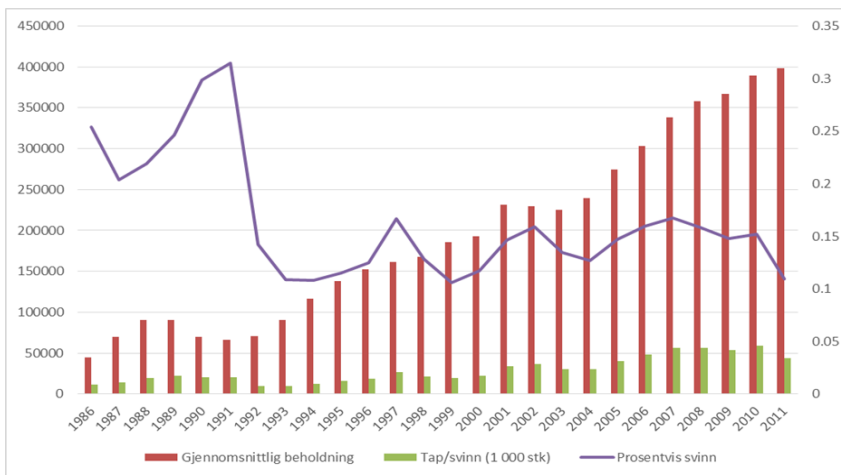
Figur 1: Utvikling i produksjon og priser/kostnader i norsk oppdrettsnæring. Venstre vertikale akse viser priser og kostnader, høyre vertikale akse angir produsert kvantum

I tillegg til sykdom og smitte av sykdom mellom anlegg var 1990-tallet preget av store utfordringer knyttet til økonomi og markedsreguleringer. Dette skyldes hovedsakelig store markedsutfordringer i disse årene, i tillegg arbeidet man for å redusere omfanget av sykdom i oppdrettsnæringen. Når det gjelder sistnevnte, var fokuset mellom annet på naboaktørers lokalisering i forhold til hverandre, samt risikofaktorer som helsestatus og smitte. På slutten av 1990-tallet ble også krav om driftsplaner og generasjonsadskilte utsett fastsatt i en felles forskrift mellom fiskeri- og veterinærmyndighetene.

Som nevnt var de markedsmessige utfordringene store på 1990-tallet. Det gjaldt spesielt USAs innføring av straffetoll som følge av anklager om ulovlig subsidiering, konkursen til Fiskeoppdretternes Salgslag og de negative virkningene den nasjonale bankkrisen påførte selskapenes økonomi. Sammen med de sykdomsrelaterte og økonomiske problemene en opplevde dette tiåret, bidro dereguleringen til en omstrukturering av næringen. Som omtalt over, opplevde man i denne perioden en generell konsentrasjon av eierskapet i næringen. Flere mindre aktører ble kjøpt opp av større enheter som etterhvert vokste til å bli havbrukskonsern innen sjømatnæringen. Lovverket ble endret slik

at produsenter som opererte under en konsernmodell blant annet kunne se konsernets totale fôrkvoter i sammenheng, heller enn på lokalitetsnivå. I 1992 bestod næringen av 668 selskaper med 772 tillatelser, men allerede i 1999 var tallet på selskaper redusert til 325 selskaper som holdt til sammen 768 tillatelser.

På begynnelsen av 2000-tallet ble det gjennomført flere endringer i lovverket. I 2001 ble det besluttet at antall tillatelser på en hånd ikke kunne overstige 20 % av totalt antall tillatelser, og maksimalt 50 % av antall tillatelser innen en av Fiskeridirektoratets regioner. Samtidig ble det gitt til sammen 155 nye tillatelser, 40 i 2002, 50 i 2003 og 65 i 2009. På grunn av flere fusjoner og oppkjøp falt antall eiere ytterligere, og i 2011 var 935 tillatelser eid av ca. 200 selskaper. På grunn av lave priser på laks i 2003 gikk mange selskaper konkurs. Statistikk fra Fiskeridirektoratet viser at mens de 10 største produsentene stod for bare 18 % av samlet produksjon i 1996, hadde denne andelen økt til 66 % i 2009. I 2005 ble produksjonsreguleringene endret ved at hver tillatelse, som på det tidspunkt tillot et produksjonsvolum på 12.000 m³ hver, ble konvertert til en kapasitetsgrense på maksimum 780 tonn biomaFigur 2sse i sjøen (900 tonn for Troms og Finnmark). Sammen med større produksjon per anlegg og økt fleksibilitet knyttet til samlokalisering og –drift, førte dette til stor produksjonsvekst (se figur 2).

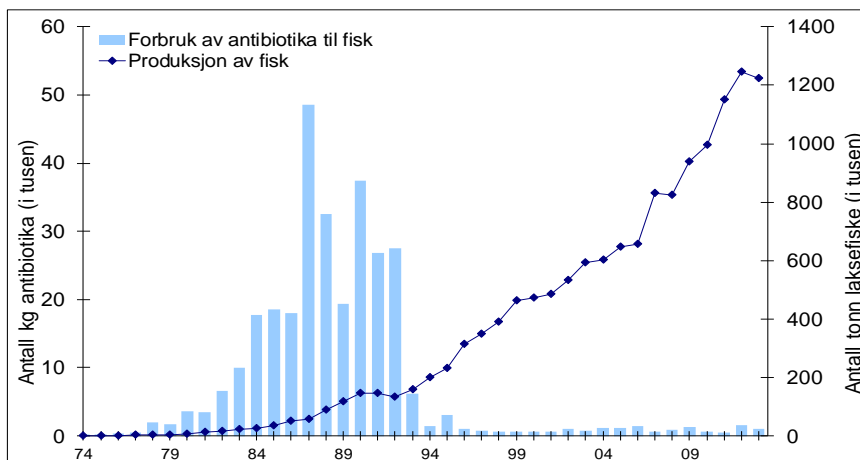


Kilde: Bleie og Skrudland (2014)

Figur 2: Beholdning av fisk og tap/svinn (venstre akse), prosentvis svinn (høyre akse)

Den økonomiske utviklingen i næringen har vært god. Det var en nedgang i kostnader fra midten av 1980-tallet til 2005, dette reflekterte den store produktivitetsøkningen som fant sted i perioden, og bidro til den kraftige veksten i næringen. Denne produktivitetsøkningen er ikke bare drevet av at man i større grad har utnyttet stordriftsfordeler og at reguleringsregimet har blitt bedre tilrettelagt (f.eks. gjennom dereguleringen i 1991), det skyldes også innovasjon i alle deler av produksjonen. I denne perioden begynte en også med lysstyring av smoltproduksjonen og flere utsett av smolt gjennom året.

Økningen i gjennomsnittskostnader fra 2005 og frem til i dag skyldes hovedsakelig økte problemer med lus og sykdom, samt et strengere reguleringsregime. Prisen falt gradvis fra midten av 1980-tallet til tidlig på 2000-tallet, men ikke mer enn fallet i kostnader. De siste ti årene har prisutviklingen vært positiv, til tross for at tilbudet av laks i markedet har økt år for år. Dette gjenspeiler en annen suksessfaktor for oppdrettsnæringen, nemlig at man har klart å stadig utvide markedene i takt med produksjonsøkningen. Prisene har derfor holdt seg relativt høye til tross for stor økning i produsert kvantum.



Kilde: Veterinærinstituttet

Figur 3: Produksjonsvekst og antibiotikabruk

Driftsmarginen var negativ i 1991 (på grunn av overproduksjon og straffetoll på eksport til USA) og årene 2002 og 2003 (på grunn av overproduksjon etter svært gode år for norsk havbruksnæring). Samtidig har lønnsomheten økt de senere

årene, med en gjennomsnittlig driftsmargin i perioden 2005 til 2013 på ca. 20 %. Dette er svært gode tall for næringen, og sammen med det store produksjonsvolumet illustrerer dette at næringen har blitt en viktig bidragsyter til økonomien i flere regioner. Den totale verdiskapingen fra sjømatnæringen tilsvarte i 2013 NOK 8,4 mrd., se Fiskeridirektoratet (2013). I tillegg bidrar de til dels store overskuddene til skatteinngang til stat og kommune. Staten har også inntekter fra salg av oppdrettsstillatelser. Lønnsomhetsundersøkelsen til Fiskeridirektoratet viser at samlet resultat før skatt i 2013 var om lag NOK 12 mrd. Richardsen *et al.* (2015) ser også på ringvirkninger av næringens aktiviteter og finner at den totale verdiskapingen fra den havbruksbaserte verdikjeden er på NOK 35 mrd.

Samtidig som oppdrettsnæringen skaper store verdier for eierne og det øvrige samfunnet, er det fremdeles store utfordringer knyttet til helsetilstanden til fisken. Mens flere av sykdommene har blitt redusert til et minimum, er det fortsatt store utfordringer knyttet spesielt til lakselus og PD (Veterinærinstituttet, 2015). I den norske oppdrettsnæringen har derimot antibiotikabruken gått kraftig ned og siden tidlig på 1990-tallet har denne bruken vært marginal, ca. 500 kg i 2014, se Grave og Brun (2016). Før den tid økte antibiotikabruken kraftig og i takt med økt produksjon til toppen på nesten 50 tonn i 1987. Det er flere grunner til at antibiotikabruken gikk ned. Det ble utviklet bedre og mer effektive driftsrutiner.² I tillegg førte utviklingen (og bruken) av bedre og mer effektive vaksiner mot bakteriesykdommer til at bruken av antibiotika gradvis falt til 1,4 tonn i 1994. Etter dette har bruken av antibiotika vært marginal, som vist i figur 3.

Nylig la den norske regjeringen frem en Stortingsmelding som legger til grunn fortsatt vekst i norsk produksjon av laks og ørret. I pressemeldingen (20.03.2015) som fulgte offentliggjøringen av stortingsmeldingen, pekte fiskeriministeren på at det var mulig å seksdoble verdiskapingen i de marine næringene frem mot 2050, og at havbruk vil stå for en stor del av denne veksten. En kan således forvente en relativt stor vekst i norsk oppdrettsproduksjon om den nåværende regjeringens forslag legges til grunn for fremtidig vekst i næringen. Veksten forventes å fordele seg mellom nye tillatelser og økning av kapasiteten på eksisterende produksjonstillatelser. Dette vil med stor sannsynlighet også kreve at flere lokaliteter benyttes til havbruk (kortere avstand mellom lokaliteter) og mer fisk per lokalitet, samt bruk av off-shore-anlegg og landbasert produksjon.

² For eksempel pågikk «Stopp-ILA» kampanjen i perioden 1989-1993.

Det virker å være konsensus om at det i dag er store biologiske utfordringer i næringen, for eksempel knyttet til lakselus, og da spesielt den økte forekomst av lus som er resistent mot eksisterende avlusningsmidler. Det hevdes at videre vekst i næringen bør settes på vent til man har løst disse problemene. Regjeringen har foreslått et trafikkløssystem der man vurderer videre produksjonsvekst på en lokalitet eller i et område ut fra status på blant annet lusesituasjonen i området. Er situasjonen kritisk vil man måtte redusere produksjonen, men har man få biologiske utfordringer kan man få øke produksjonen. Det å vurdere videre produksjonsøkning i næringen generelt og hvor og når produksjonsvekst skal skje vil kreve input fra Veterinærinstituttet og andre lignende bidragsytere til næringen og dens regulatorer.

2.2 Veterinærinstituttet

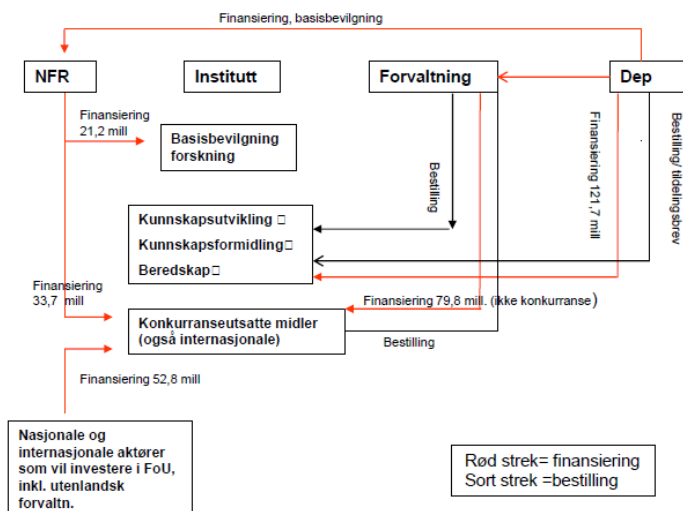
Oppgavene til Veterinærinstituttet er omfattende. I denne rapporten fokuserer vi på Veterinærinstituttets oppgaver knyttet til havbruk, og for den senere analysen er særlig forhold som gjelder fiskehelse viktige.

Nærings- og fiskeridepartementet har det øverste ansvaret for forvaltningen av havbruksnæringen. Akvakulturloven (fra 2005) regulerer oppdrett av fisk i Norge, denne skal legge til rette for mellom annet en lønnsom og konkurranse-dyktig havbruksnæring. Samtidig regulerer akvakulturdriftsforskriften driften av oppdrettsanlegg i Norge. Denne legger føringer på aspekter som driftsplaner og brakklegging, tetthet av fisk, maksimal biomasse, maksimalt antall fisk og biomassetak (for konsern og interregionale selskaper).

Fiskeridirektoratet og Mattilsynet er viktige aktører for departementene i forvaltningen av havbruksnæringen. Mattilsynet er det statlige forvaltningsorganet som bidrar til å sikre trygg mat og drikkevann. Dette innebærer blant annet å fremme et etisk forsvarlig dyre- og fiskehold, samt å fremme folke-, plante-, fiske- og dyrehelse.

Figur 4 under illustrerer noen av de viktigste oppgavene til Veterinærinstituttet (kunnskapsutvikling, kunnskapsformidling og beredskap), samt instituttets overordnede finansieringskilder. En ser av figuren at den største enkeltkilden til finansiering er departementene. Samtidig bidrar forvaltningen og Norges forskningsråd med finansiering av forskning – dette gjelder både konkurranseutsatt og ikke-konkurranseutsatt prosjektfinansiering. Veterinærinstituttet gjennomfører også forskning basert på finansiering fra internasjonale (EU) aktører, i konkurranse med andre forskningsinstitusjoner.

De røde strekene illustrerer finansieringskildene til Veterinærinstituttet på et overordnet nivå, og de sorte strekene viser bestillinger av oppgaver levert fra Veterinærinstituttet. Departementene (Nærings- og fiskeridepartementet og Landbruks- og matdepartementet) gir sine bestillinger via årlige tildelingsbrev, mens Veterinærinstituttets oppdrag for forvaltningen organiseres direkte via bestillinger og konkurranseutsatte prosjekter. Norges forskningsråd er en viktig finansieringskilde, både via basisbevilgning og finansiering av konkurranseutsatte forskningsprosjekter.



Kilde: Vedlegg til Forskningsrådet (2010)

Figur 4: Finansiering og bestilling av oppdrag hos Veterinærinstituttet, tallene er for året 2008

De viktigste virksomhetsområdene hos Veterinærinstituttet er forskning og utvikling, beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger.

I analysen ser vi på hvordan bortfall av oppgaver påvirker Veterinærinstituttets arbeid opp mot næringen kan erstattes av andre aktører, private eller offentlige. Hovedoppgaven til Veterinærinstituttet knytter seg til den totale forvaltningens arbeid opp mot beredskap. Vi ser derfor også på hvordan synergier og komplementariteter mellom avdelingene/oppgavene kan gi opphav til samfunns-

økonomiske gevinster. Vi avgrenser arbeidet med denne rapporten til å ta for seg Veterinærinstituttets arbeid opp mot havbruksnæringen, og vi ser spesielt på de fire oppgavene:

- 1) Rådgivning til myndigheter og næring: Basert på forskning og erfaringer fra den norske oppdrettsnæringen skal Veterinærinstituttet være rådgiver både for myndigheter og næringsaktører. Veterinærinstituttet dokumenterer fravær av smittestoff, dette innebærer å gjennomføre undersøkelser, samt frembringe dokumentasjon for internasjonal fristatus. Veterinærinstituttet avholder en rekke møter med Mattilsynet og departementene med fokus på rådgivning. I tillegg har de oppdrag finansiert av private aktører. Veterinærinstituttet gir råd til næringen når det gjelder sykdommer og bekjempelse av sykdommer.
- 2) Diagnostikk: Veterinærinstituttet bidrar til diagnostikk av fisk og gjennomfører prøvetaking med påfølgende analyser av prøver. Veterinærinstituttet stiller diagnoser med bakgrunn i tverrfaglig kompetanse, samt bruk av et vidt spekter av analysemetoder. Dette arbeidet er viktig for å sette inn hensiktsmessige tiltak i bekjempelsen av sykdommene. Veterinærinstituttet tar imot en lang rekke prøver som analyseres for ulike sykdommer. Som en del av Veterinærinstituttets overvåkning av listeførte sykdommer mottok de i 2013 og 2014 henholdsvis ca. 2.000 og 2.300 saker for oppklaring av sykdomsproblemer hos oppdrettsfisk. De aller fleste av disse sakene omfattet laks. Med bakgrunn i en rekke typer prøver og analyser er Veterinærinstituttet i stand til å stille en sikker diagnose i om lag 70 % av tilfellene.
- 3) Overvåkning: Veterinærinstituttet overvåker næringen, med spesielt fokus på helsetilstanden til fisk, samt mattrygghet og fôrtrygghet. Veterinærinstituttet har også et overordnet ansvar for en rekke sykdommer, og mottar prøver fra laboratorier ved mistanke om sykdom. Mattilsynet bestemmer hvilke overvåkningsprogrammer som skal utføres, og Veterinærinstituttet bidrar i planleggingen, bearbeider data og rapporterer resultater fra overvåkningsprogrammene. Resultatene fra disse programmene publiseres i egne årsrapporter utgitt av Veterinærinstituttet. Per i dag pågår fire overvåkningsprogrammer spesielt relevante for denne rapporten (lakselus, pankreassykdom, viral hemoragisk septikemi og PRVom (*Piscine orthoreovirus Oncorhynchus mykiss*)).

- 4) Forskning og kunnskapsutvikling innen relevante sektorer: Veterinærinstituttet gjennomfører forskning på relevante tema. De forsker på grunnleggende tema innen eksempelvis patologi, immunologi og epidemiologi, og mer anvendte tema knyttet til sykdommer hos fisk. Forskning og kunnskapsutvikling er en viktig oppgave for Veterinærinstituttet, da de blant annet skal gi forskningsbasert støtte til myndighetene på områder som mattrygghet, fôrhygiene og fiskehelse. Videre har forskningen som mål å øke kunnskapen om sykdommers årsak og utvikling. Det pågår flere forskningsprosjekter knyttet til fiskehelse hos Veterinærinstituttet, mellom annet prosjekter på infeksjøs lakseanemi (ILA), gjellesykdommer hos laksefisk, viral hemoragisk septikemi (VHS) hos villfisk og oppdrettsfisk og lusebekjempelse.

Disse fire oppgavene vil bli analysert hver for seg før vi vurderer de samlet opp mot beredskapsfunksjonen. En rekke andre aktører har også oppgaver som ligger nært opp til Veterinærinstituttets oppgaver knyttet til oppdrettsnæringen. Det er derfor av interesse å gjennomgå noen av disse aktørenes oppgaver før vi går videre til analysedelen. I fortsettelsen gir vi en kort presentasjon av de mest sentrale instituttene med komplementerende oppgaver til Veterinærinstituttet: Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (heretter: NIFES), Nofima, Havforskningsinstituttet og Vitenskapskomitéen for mattrygghet. Informasjonen om instituttene er hentet fra departementenes tildelingsbrev.³

NIFES bidrar med forskning og rådgivning på ernæring til fisk og hvordan fisk og sjømat påvirker helsen til forbrukerne. Ifølge tildelingsbrevet til NIFES er hovedmålet: «NIFES skal være en ledende kunnskapsleverandør innen fiskeernæring og trygg og sunn sjømat nasjonalt og internasjonalt.» I tildelingsbrevet står også at NIFES skal arbeide med oppdrettsfiskens ernæringsbehov og muligheter og utfordringer ved nye fôrråvarer, herunder hvordan ulike fôrsammensetninger påvirker fiskehelse og fiskevelferd.

Nofima er ett av Europas største næringsrettede forskningsinstitutter som driver med forskning og utvikling for mellom annet oppdrettsnæringen. Nofima skal fremme arbeide for å øke verdiskapingen i sjømatnæringen gjennom markedsorientering, bedre utnyttelse av strategiske fortrinn og høyere grad av nyskaping. Havbruksforskningen skal søke å øke verdiskapingen og bidra til økt lønnsomhet

³ Tildelingsbrevene til instituttene er tilgjengelige på www.regjeringen.no.

gjennom optimalisering av produksjonen og utvikling av kommersiell produksjon.

Havforskningsinstituttet (HI) har ansvar for overvåkning av miljøgifter og villfisk i Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen og hele norskekysten. Ifølge tildelingsbrevet til Havforskningsinstituttet er hovedmålet å være en ledende leverandør av kunnskap og råd for bærekraftig forvaltning av ressursene og miljøet i de marine økosystemene. Havforskningsinstituttet skal forske på rømt oppdrettsfisk og lakselus, samt hvordan utbredelse og reproduksjon for marine bestander påvirkes av havbruksvirksomhet. Lokalisering av oppdrettsanlegg og videreutvikling av metodikk for å måle miljøeffekter av havbruk er også uttalte viktige felter. Havforskningsinstituttet skal arbeide mot å bedre forvaltningens kunnskapsgrunnlag på de ovennevnte områdene. I det siste tilgjengelige tildelingsbrevet heter det at Havforskningsinstituttet skal prioritere kjerneoppgavene som ligger til grunn for rådgivningen innenfor akvakultur og fiskerier.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) bidrar til å «sikre uavhengige vitenskapelige risikovurderinger av forhold som har direkte eller indirekte betydning for helsemessig trygg mat langs hele matkjeden.» Medlemmene i VKM er uavhengige vitenskapelige eksperter fra en rekke fagfelt og er oppnevnt av Helse- og omsorgsdepartementet. VKM gjennomfører risikovurderinger mellom annet på området dyrehelse på oppdrag fra Mattilsynet. Risikovurderingene gjennomført av VKM brukes til rådgivning, tillatelser og å utvikle regelverk, samt når Mattilsynet og Miljødirektoratet gir innspill til departementene. De bidrar således med tverrfaglig kunnskap inn mot oppdrettsnæringen spesielt for myndighetene. VKM er også Norges kontakt inn mot den Europeiske myndigheten for næringsmiddeltrygghet (European Food Safety Authority, EFSA). Veterinærinstituttet har per i dag 13 medlemmer i VKM. Vitenskapskomitéen for mattrygghet har gjennomført en rekke risikovurderinger for oppdrettsfisk mellom annet med fokus på: amøbegjellesykdommenes risiko for norsk oppdrettsnæring, potensiell vertikal smitte av listeførte sykdommer hos oppdrettsfisk og infeksjøs lakseanemi (ILA). Mattilsynet benytter disse risikovurderingene ved utvikling av regelverk og valg av tiltak mot sykdommene. Samtidig benyttes risikovurderingene til å vurdere effektene av risikoreducerende og helsefremmende tiltak.

Som en ser av diskusjonen ovenfor, har de ulike institusjonene til dels tangerende arbeidsfelt med Veterinærinstituttet. I tillegg bidrar en rekke private aktører på

noen av områdene som Veterinærinstituttet fokuserer på. Dette vil også være viktig når vi går videre til den økonomiske analysen i kapittel 3.

I avsnittet under vil vi diskutere de sykdommene som skaper de største utfordringene for den norske oppdrettsnæringen. Spesielt vil vi vurdere tre store helsemessige utfordringer for næringen - lakselus, ILA og PD, og diskutere Veterinærinstituttets fire hovedoppgaver opp mot oppdrettsnæringen (overvåkning, diagnostikk, rådgivning og forskning) for hver av disse tre sykdommene.

2.3 Sykdom i norsk oppdrett

I dette avsnittet vil vi diskutere og legge frem tall på sykdom i den norske oppdrettsnæringen, samt svinn relatert til dette. Dette for å kunne evaluere eventuelle effekter av bedre regulering av næringen, og da særlig effekter som kan relateres til Veterinærinstituttets arbeid opp mot sykdommer og smitte av sykdom mellom anlegg. Vi starter med en generell presentasjon av svinn og sykdom i oppdrettsnæringen, før vi ser spesifikt på lakselus, PD og ILA.

Bleie og Skrudland (2014) gjennomførte en stor spørreundersøkelse for å avklare årsakene til svinn i oppdrett av norsk laks og regnbueørret. De fant registrert svinn på lokalitetsnivå for de analyserte generasjonene på 16,3 % (laks) og 18,3 % (regnbueørret), samt store variasjoner i årsakene til svinn. Miljørelatert svinn var lavt i perioden (mellom 0,3 % og 0,4 %), mens den største forklaringen for svinn var infeksjoner (mellom 5,2 % og 7,2 %). Mekanisk skade (mellom 1 % og 1,3 %), settefiskrelatert (mellom 2,1 % og 5,8 %) og diverse (mellom 2,9 % og 4,2 %) var også tatt med i undersøkelsen. De fant også at det var store forskjeller mellom regionene Sør-Vestlandet, Midt-Norge og Nord-Norge, der oppdrettsanleggene i Midt-Norge stort sett har lavere produksjonstap enn oppdrettsanleggene i Sør og Nord.

Gullestad *et al.* (2011) viser til at én prosent reduksjon i tapet i produksjonen gir en netto kostnadsreduksjon for den norske havbruksnæringen (laks og ørret) på NOK 25 mill., samt en potensiell merinntekt på over NOK 200 mill. Tapet kommer som følge av påløpte kostnader, mens den potensielle merinntekten knyttes til inntekten som ville inntruffet om fisken hadde blitt fôret opp til slaktevekt og solgt.

Et prosjekt i regi av Mattilsynet fra 2011 viste at nesten en fjerdedel av all oppdrettsfisk i Norge som blir satt i sjøen ikke overlevde frem til slakt. Også dette prosjektet viste stor variasjon på tvers av smoltgrupper, hvilket settefiskanlegg

fisken kom fra og hvilken matfisklokalitet en undersøkte. De konkluderte med at i) riktig kunnskap, ii) bruk av lokaliteter med gode forhold og iii) riktige valg knyttet til driften av anlegget, gjør at man kan drive oppdrett av laks med minimal dødelighet. Om en ser dette resultatet i sammenheng med funnene i Bleie og Skrudland (2014), ser en at det er potensielt store gevinster å hente ved å arbeide mot å redusere sykdom og svinn i den norske oppdrettsnæringen.

Under beskriver vi kort flere av de sykdommene i den norske oppdrettsnæringen som står for de økonomisk største utfordringene/tapene. Tabell 1 rapporterer utbrudd av listeførte sykdommer i oppdrettsnæringen mellom 1990 og 2015.

I det følgende vil vi diskutere hovedkategoriene av sykdomsutfordringer i oppdrettsnæringen: virussykdommer, bakteriesykdommer, parasitter og sopp.

Virussykdommer

Den virussykdommen i norsk fiskeoppdrett som de siste årene har gitt de største økonomiske utfordringene er PD (Mardones *et al.*, 2014; Veterinærinstituttet, 2016d). De økonomiske utfordringene skyldes den store utbredelsen sykdommen har. Sykdommen forårsakes av Salmonid alfavirus (SAV). SAV2 finnes hos laks i sjøvannsfasen i Midt-Norge, mens SAV3 forekommer endemisk hos laks og regnbueørret på Vestlandet. PD kan ikke behandles med medikamenter. Det finnes imidlertid en godkjent vaksine mot sykdommen, men denne har ifølge Mattilsynet (2016b) begrenset virkning, se også Jensen *et al.* (2012). For å effektivt bekjempe spredning av denne sykdommen er det per i dag gunstig å gjennomføre nedslakting av biomasse smittet av PD når utbruddet skjer i et område som en forsøker holde fri for sykdommen (Veterinærinstituttet, 2015). Det har vært en økning i nye tilfeller av sykdommen de siste årene (Veterinærinstituttet, 2016f).

Det har også vært utbrudd av infeksjøs lakseanemi de siste årene. De fleste utbruddene av denne sykdommen knyttes til kontakt med andre smittede anlegg, bruk av samme brønnbåt, og deling av utstyr på flere anlegg (Veterinærinstituttet, 2015). En skiller mellom primærutbrudd og sekundærutbrudd, der sistnevnte er utbrudd med smittespredning fra primærutbruddene. ILA er underlagt et aktivt bekjempelsesprogram, og i de fleste tilfeller vil Mattilsynet fastsette en kontrollområdeforskrift (Veterinærinstituttet, 2016d). Et kontrollområde omfatter en bekjempelses- og observasjonssone, og det følger detaljerte bestemmelser om driftsforhold, sykdomsovervåking og prøvetaking. Det har tidligere vært utbrudd av infeksjøs lakseanemi i Norge, Skottland, Canada, Chile og Færøyene.

Tabell 1: Utbrudd av listeførte sykdommer i norsk oppdrettsnæring, for årene 2009-2014

Sykdom ^{a)}	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ILA ^{b)}	98		23	21	12	8	16	11	4	7	17	10	7	1	2	10	10	15
PD ^{c)}	n.a.	5	11	15	14	22	43	45	58	98	108	75	88	89	137	99	142	137
HSMB ^{d)}	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	54	83	94	162	144	139	131	162	142	134	181	135
IPN ^{e)}	Ca 200	72	n.a.	n.a.	174	178	172	208	207	165	158	223	198	154	119	56	48	30
CMS ^{f)}	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	88	71	80	68	66	62	49	74	89	100	107	105
BKD ^{g)}	77	6	3	3	1	1	1	2	0	0	0	3	0	3	2	1	0	0
Flavobacterium ^{h)}	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	2

17

Kilde: Veterinærinstituttets Fiskehelse rapporter utgitt i perioden 2010 til 2015 (se referanselisten), og kapittel om helsesituasjonen for laksefisk i Havforskningsinstituttet sine Havbruksrapporter.

- a) Liste-2 sykdommer er ikke-eksotiske sykdommer, Liste-3 sykdommer er nasjonale sykdommer. Begge utløser minimumskrav til kontroll og bekjempelse om disse bryter ut i Norge.
- b) Infeksiøs lakseanemi (ILA). Liste-2 sykdom.
- c) Viral hemoragisk septicemi (VHS). Liste-2 sykdom.
- d) Hjerter- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB). Liste-3 sykdom.
- e) Pankreassykdom (PD). Liste-3 sykdom.
- f) Furunkulose. Liste-3 sykdom.
- g) Bakteriell nyresyke (BKD). Liste-3 sykdom.
- h) Flavobacterium psychrophilum (Flavobacterium P). Sykdommen ble listeført 2013, derfor ingen registrering tidligere. Liste-3 sykdom

I tillegg til sykdommene omtalt over, har Veterinærinstituttet fra siste halvdel av 2013 mottatt flere innsendelser av prøver som viser et ukjent sykdomsbilde, senere kalt *Piscine orthoreovirus Oncorhynchus mykiss* (PRVom) (Veterinærinstituttet, 2015).⁴ Fra 2015 har Mattilsynet gitt Veterinærinstituttet i oppdrag å gjennomføre et nasjonalt overvåkningsprogram for PRVom blant regnbueørret i Norge. Veterinærinstituttet er spesielt opptatt av å avklare uopplarte sykdommer, og å fastslå om sykdommene har en infeksjøs årsak. I denne prosessen benyttes flere metoder, mellom annet smitteforsøk, molekylærbiologiske metoder og epidemiologiske undersøkelser (Veterinærinstituttet, 2014). Det pågår også arbeid for å karakterisere Virus Y nærmere, og Veterinærinstituttet arbeider for tiden med å se etter mulige sykdomsfremkallende agens (Veterinærinstituttet, 2016g).

Veterinærinstituttet har også utviklet en polymerasekjedereaksjonsmetode (PCR-metode) for påvisning av *Piscine orthoreovirus* (PRV), og arbeider i dag sammen med en rekke andre aktører for å utvikle en vaksine mot viruset. De har også ledet en forskningssatsing på hjertesprekk i regi av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF).

Bakteriesykdommer

Det er også en rekke bakteriesykdommer som skaper utfordringer for den norske oppdrettsnæringen. Bakteriesykdommer som furunkulose og vibriose er godt kontrollert, men en ser at ny teknologi kan skape nye utfordringer, både når det gjelder kjente og ukjente bakterier. Vi ser for eksempel et økende problem med bakterien *Yersinia ruckeri* i resirkulasjonsanlegg for smoltproduksjon (Veterinærinstituttet, 2015). Bakteriell nyresyke, som er en alvorlig sykdom som rammer laksefisk, er en annen utfordring (Veterinærinstituttet, 2016b). Sykdommen er i hovedsak påvist på Vestlandet og i de senere årene i Nord-Norge. Til slutt har *Flavobacterium psychrophilum* blitt påvist hos regnbueørret i settefiskfasen, og det virker som om denne sykdommen har etablert seg på Vestlandet (Veterinærinstituttet, 2016c).

⁴ Dette sykdomsbildet ble lenge kalt «Virus Y», men har senere fått navnet *Piscine orthoreovirus Oncorhynchus mykiss* (PRVom).

Parasittsykdommer og sopp

Parasittsykdommene utgjør en stor utfordring for den norske oppdrettsnæringen, og lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er parasitten som skaper de aller største utfordringene. Dette skyldes både at det har vært observert høye lusetall de siste årene, og at høy bruk av legemidler mot lakselus over tid har ført til at effekten av bruken av legemidlene har gått ned (Veterinærinstituttet, 2015; 2016e). Men det er også en utfordring at lakselus har store negative effekter også for villaks. Også andre parasitter påvises i den norske oppdrettsnæringen, men disse skaper per i dag langt mindre utfordringer enn lakselusen. Parasitter som *Parvicapsulose*, *Paramoeba peruans* og *Costia* (*Ichthyobodo necator/salmonis*) har også blitt påvist i Norge. Veterinærinstituttet (2015) skriver at amøbegjellesykdom (*Paramoeba peruans*) har blitt en alvorlig sykdom i norsk fiskeoppdrett, og kan potensielt påvirke selskapenes lønnsomhet. Veterinærinstituttet publiserte tidlig funn av amøbegjellesykdom i Norge, og både myndigheter og næringsaktører ble således tidlig klar over at sykdommen var i ferd med å bli et problem (Steinum *et al.*, 2008). Det har vært relativt få sopp sykdommer i norske oppdrettsanlegg de siste årene (Veterinærinstituttet, 2015). Brorparten av påvisningene skjer hos yngel (*Saprolegniose*). Det viser seg i studier at anlegg med resirkulering har høyere forekomster enn andre anlegg.

De siste årene har også amøbegjellesykdom blitt en alvorlig sykdom i norsk oppdrett (Veterinærinstituttet, 2016a). Denne sykdommen ser ut til å ramme flere anlegg enn tidligere, samt at den observeres i et større geografisk område. Fra et bedriftsøkonomisk ståsted er gjellesykdom en stor risiko. Denne sykdommen er en av de viktigste årsakene til produksjonstap i oppdrettsnæringen (laksefisk). Det var den mest tapsbringende sykdommen i Irland og Skottland i 2012 (Mo *et al.*, 2015). Sykdommen er også problematisk fordi den ofte har flere bakenforliggende årsaksfaktorer (multifaktoriell, flere agens og flere ulike miljøparametere). Veterinærinstituttet har gjennomført flere forskningsprosjekter knyttet opp mot gjellesykdommer og har hatt vitenskapelig gjennombrudd. For eksempel har de gjort den første genomkarakteriseringen av et *Pox*-virus fra fisk, samt en beskrivelse av den assosierte sykdommen. Det pågår fremdeles arbeid for å undersøke nærmere betydningen av dette viruset. Dette er eksempler på hvordan Veterinærinstituttet må kartlegge og forske på nye og ukjente sykdommer.

3 ØKONOMISKE KONSEKVENSER VED SYKDOM

I fortsettelsen ønsker vi å for det første å tallfeste de økonomiske kostnadene ved de ulike fiskehelseutfordringene. Deretter diskuterer vi hvilke oppgaver Veterinærinstituttet utfører knyttet til å redusere de negative økonomiske konsekvensene av sykdommen. Dette vil så danne grunnlag for den økonomiske analysen der vi søker å gjøre anslag på den økonomiske verdien arbeidet til Veterinærinstituttet har gjennom en bortfallsanalyse (ser på de tre over nevnte sykdommene). Dette vil så ligge til grunn når vi evaluerer Veterinærinstituttets arbeid på fiskehelse i den norske havbruksnæringen.

3.1 Lakselus

Lakselus er en alvorlig utfordring for den norske oppdrettsnæringen (Veterinærinstituttet, 2015). I noen områder har en nå utbrudd med resistent lus, og det er stadig hyppigere behandlinger av lakselus. Dette gir naturlig nok økte kostnader, og det er stort trykk i næringen for å utvikle mer effektive medikamenter, samt nye ikke-medikamentelle metoder mot lakselus. Flere alternativer til medikamenter er allerede i bruk, både biologiske (rensefisk) og mekaniske (for eksempel spyling), mens andre igjen er under utvikling. Veterinærinstituttet er med i utviklingen og rådgivning om tiltak, samt bruk av rensefisk.⁵ Veterinærinstituttet deltar også i prosjekter som utvikler modeller som skal beregne smittepress og lusepåslag på laksefisk. En forventer også at tiltakene mot lusebekjempelse må bestå av en rekke ulike tiltak (Veterinærinstituttet, 2015). Veterinærinstituttet arbeider med flere tiltak som skal redusere de negative konsekvensene av lakselus i norsk oppdrettsnæring, herunder forsøk på å få næringen selv til i større å grad bidra til bekjempelse av luseproblematikken, se Veterinærinstituttet (2015).

Økonomiske konsekvenser

De økonomiske konsekvensene av lakselus er høye og har vært stigende de siste årene. Om en sammenligner analyser av lakselus over tid ser en at kostnadene har økt (Abolofia *et al.*, 2014; Costello, 2009). Nyere anslag fra Abolofia *et al.* (2014), estimerer den totale kostnaden ved lakselus i den norske oppdretts-

⁵ Bruken av rensefisk øker og Veterinærinstituttet utreder sykdomstilstanden på rensefisken og mottar stadig mer diagnostisk materiale. Veterinærinstituttet gjennomførte også et prosjekt i regi av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), «Rensefiskhelse: Tapsårsaker og forebyggende tiltak» (Veterinærinstituttet, 2016i).

næringen i 2006 til mellom USD 301 og 436 mill. Gitt valutakursen på det aktuelle tidspunkt (5,88 NOK/USD) tilsvarer tallene til Abolofia *et al.* (2014) et intervall på lusekostnad for bransjen på mellom 1.771 og 2.565 mill. norske kroner, eller en lusekostnad per kilo på NOK 0,88-3,94 i 2006 (tilsvarende 0,93-4,15 i 2015-kroner).

Flere kostnadskomponenter ved bekjempelse av lus har økt de siste årene. Spesielt har kostnader til kontroll av lusenivåer og forebygging økt (Iversen *et al.*, 2015). På grunn av lusens resistens mot en del typer lusemidler har man igjen begynt å bruke hydrogenperoksid. Dette øker kostnadene både på grunn av økt bruk av stoff, dyrere stoffer og mer arbeidskrevende avlusing. Iversen *et al.* (2015) anslår næringens årlige kostnader på grunn av lakselus til mellom tre og fire mrd. kroner for året 2014. Dette er en stor økning i forhold til 2012 (1,29 mrd.) og 2013 (1,55 mrd.).

På grunn av de store biologiske utfordringene lus skaper for næringen, samt de høye kostnadene oppdrettsselskapene har ved bekjempelse av lus, vil selv små endringer i faktorer som påvirker tapet kunne gi store økonomiske konsekvenser. For eksempel vil en liten økning i hvor lang tid det kan gå mellom hver avlusing, reduserte kostnader ved behandling eller mindre nedklassing av slaktet fisk kunne gi store økonomiske gevinster for næringen samlet.

På få år har lusekostnadene per kilo produsert laks nesten doblet seg. Det er usikkert hvorvidt endrede reguleringer eller teknologiske nyvinninger vil påvirke kostnadene ved lus, men mange aktører arbeider intensivt for å finne løsninger på luseproblemet. Calanus (2013) viser til forsøk med tildekking av annenhver merd i anlegg med stor internsmitte, hvor luseskjørtet reduserte nivået av lakselus med ca. 70 %. Det finnes også en rekke andre prosjekter som er i teststadiet.

Veterinærinstituttets oppgaver når det gjelder lakselus er som følger:

Rådgivning til myndigheter og næring

En viktig del av arbeidet med å begrense spredningen av lakselus ligger i å koordinere produksjon, avlusning, brakklegging og annet på tvers av anleggene. Siden både spredning av lakselus og utvikling av legemiddelresistens innebærer betydelige eksternaliteter (mellom oppdrettere), er koordinering av innsatsen mot lakselus (og andre sykdommer som smitter horisontalt) en viktig oppgave for myndighetene. I forhold til dette arbeidet vil Veterinærinstituttets råd basert på forskningsbasert kompetanse og et overordnet syn på næringen være viktig. I

tillegg deltar Veterinærinstituttet sammen med industrien i arbeidet med å opprette/definere soner for å strukturere og øke effektiviteten av kontrolltiltakene.

Diagnostikk

Diagnostikk er lite relevant når det gjelder lakselus, utover det som diskuteres under neste punkt (overvåkning).

Overvåkning

Veterinærinstituttet koordinerer overvåkning av utvikling av legemiddelresistens hos lakselus. Formålet med overvåkingen er å gi en best mulig beskrivelse av lakselusens følsomhet mot legemidler. Videre må en i dag sjekke lusens resistens i forhold til ulike medikamenter for å sikre optimal medisinerings og å unngå resistensutvikling. Målet til Veterinærinstituttet er å holde en samlet nasjonal oversikt over resistensutviklingen, og gi råd om legemiddelbruk for å kontrollere lakselus i oppdrett av laksefisk. I tillegg er det en rekke private aktører som utfører resistensanalyser av lus.

I januar 2013 trådte ny lakselusforskrift i kraft som ytterligere vektlegger at det er selskapenes ansvar å holde tallet på lakselus under den gjeldende grensen. Antall lakselus skal telles minst hver uke ved temperaturer over fire grader Celsius, og annenhver uke ved temperaturer under fire grader Celsius. Det er knyttet detaljerte regler til tellingen av lakselus, eksempelvis til antall fisk, antall merder, når tellingene foretas, før/etter behandling, med mer.

Forskning og kunnskapsutvikling innen relevante sektorer

Veterinærinstituttet har hatt flere prosjekter knyttet til lakselus. Eksempler på faglige bidrag er vurdering av nye ikke-medikamentelle behandlingsprinsipper, soneringsstrategier og utvikling av en modell som viser spredning av lakselus mellom oppdrettsanlegg. I tillegg til den direkte verdien av forskningen, er forskning og kunnskapsutvikling en viktig bidragsyter inn mot de andre oppgavene diskutert over.

Det er også en rekke private initiativ for å prøve ut nye teknologier for å bekjempe de store problemene selskapene står overfor når det gjelder lakselus. Veterinærinstituttet er i mange tilfeller med i prosjekter for å sikre at helse- og velferds-effekter blir dokumentert og ivarettatt ved utvikling av, eller bruk av, ny teknologi.

Når det gjelder innovasjon, er for lav innsats for å utvikle nye teknologier, legemidler og lignende et velkjent økonomisk problem. Dette skyldes at det kan være store spillover-effekter, der også aktører som ikke driver egen innovasjon

nyter godt av den kunnskapen som andre utvikler (og betaler for). Innenfor oppdrettsnæringen var det dessuten lenge en utfordring at næringen bestod av mange små aktører som hver for seg gjerne var for små til å ha noe igjen for å drive egen innovasjon innenfor mange områder. Med den økende konsentrasjonen i næringen ser vi at næringsaktørene selv bruker ressurser på å utvikle ny kunnskap og teknologi i kampen mot lus. Fiskeridirktoratet har dessuten åpnet for såkalte utviklingstillatelser. Dette er oppdrettstillatelser som skal legge til rette for utvikling av teknologi som bidrar til å løse utfordringer som havbruksnæringen står overfor. Vi diskuterer også dette nærmere i kapittel 3.3.

3.2 Pankreassykdom (PD)

PD forårsakes av Salmonid alfavirus (SAV) eller PD-virus: Sykdommen er en av de mest alvorlige sykdommene i oppdrett av laks og regnbueørret i den norske oppdrettsnæringen. Det pågår to epidemier av PD i Norge, SAV2 og SAV3. Bleie og Skrudland (2014) rapporterer at PD er den av infeksjonssykdommene som gir høyest svinn i senere sjøfaser.

Økonomiske konsekvenser

Bleie og Skrudland (2014) konkluderer med at PD ga betydelige tap for oppdrettsnæringen på Sør-Vestlandet og at vaksiner ikke viste positiv effekt på totalt registrert svinn på lokalitetsnivå (undersøkelsen gjaldt 2010 og 2011). Pettersen *et al.* (2015) finner at direkte kostnader ved et utbrudd av PD tilsvarer NOK 55,4 mill., Aunsmo *et al.* (2010) finner at direkte kostnader utgjør NOK 15,6 mill. Forskjellen forklares med at Pettersen *et al.* (2015) benyttet et anlegg med 1.000.000 smolt (500.000 i Aunsmo *et al.* (2010)) og en høyere laksepris. Eksemplene gitt over er gjort på SAV3. Jansen *et al.* (2015b) gjennomgår den nasjonale og internasjonale litteraturen på PD og finner at det ikke er gjennomført økonomiske analyser av marin SAV2. De viser heller ikke til aggregerte økonomiske tall for større nasjonale eller regionale utbrudd av PD.

Torrissen (2008) anslo den årlige kostnaden ved PD til om lag NOK 1 mrd. Det fremgår ikke av rapporten hvilket år han studerte, men i de tre foregående årene var det i gjennomsnitt 67 (45, 58 og 98) utbrudd per år (se tabell 1 for tall på utbrudd av sykdom). PD har hatt stadig flere utbrudd de senere årene, fra 75 i 2009 til 142 i 2014, se tabell 1 over som baserer seg på Veterinærinstituttets fiskehelse rapporter. Om en antar et årlig gjennomsnitt på 100 utbrudd per år, og sammenstiller dette med analysene på anleggsnivå over, finner en at PD er

årsaken til årlige kostnader for den norske oppdrettsnæringen på mellom NOK 1.500 mill. og NOK 5.540 mill. Om utbruddene fortsetter å øke blir kostnaden enda høyere, og ved 150 utbrudd per år utgjør de direkte årlige kostnadene NOK 2.340-8.310 mill. Under ser vi på ulike aspekter ved Veterinærinstituttets arbeid opp mot PD.

Rådgivning til myndigheter og næring

Veterinærinstituttet bistår Mattilsynet med risikovurderinger og faglige råd vedrørende PD, samt at det er et pågående overvåkningsprogram for PD. Dette programmet har bidratt til å dokumentere at hele Nord-Norge er fritt for PD i henhold til internasjonale krav. Mattilsynet gjennomfører overvåkningsprogram i denne delen av landet for å sikre markedsadgang (se for eksempel Veterinærinstituttet (2015)). Veterinærinstituttet er referanselaboratorium for PD innen Verdens dyrehelseorganisasjon (OIE).⁶ Dette innebærer at Veterinærinstituttet globalt skal være rådgivere og diagnostisk ledende på PD, samt bistå globalt med sykdom- og diagnostisk kompetanse på sykdommen. Veterinærinstituttet er nasjonalt referanselaboratorium på PD, en funksjon som har sitt utspring i EUs reguleringer. Det etableres referanselaboratorier på EU-nivå (EU-RL), og det skal utnevnes nasjonale referanselaboratorier på de samme områdene. Instituttet undersøker prøver ved mistanke om sykdom. Veterinærinstituttet har evaluert arbeidet med bekjempelse av PD over perioden 2007-2011. Der ble effektene av mellom annet vaksinerings, bruk av Hustadvika som barriere og effekter av flytting av fisk evaluert, se Lillehaug *et al.* (2012). Veterinærinstituttet publiserer en månedlig oversikt over PD-situasjonen på sine nettsider og diskuterer eventuell sykdomsutvikling.

Diagnostikk

Om observasjoner i felt, obduksjonsfunn og/eller funn ved laboratorieundersøkelser gir grunn til PD-mistanke, skal prøver obduseres og undersøkes ved hjelp av histopatologi og virologi, eventuelt supplert med antistoffundersøkelser (Jansen *et al.*, 2015b). PD er også internasjonalt meldepliktig i

⁶ Verdens dyrehelseorganisasjon (OIE) er en internasjonal standardsettende organisasjon som blant annet har som formål å sikre åpenhet om global dyresykdomsstatus, samle inn, analysere og distribuere oppdatert vitenskapelig informasjon om dyresykdommer og koordinere internasjonal solidaritet i kontroll av dyresykdommer.

verdens dyrehelseorganisasjon, noe som legger føringer på internasjonal handel av smitteførende materiale (som levende fisk), se Jansen *et al.* (2015b). Som nasjonalt referanselaboratorium har Veterinærinstituttet en viktig rolle innenfor diagnostikk av fiskesykdommer i Norge, inkludert diagnostikk av PD. Vi har ikke kjennskap til andre aktører i Norge som har tilstrekkelig kompetanse til å ta over rollen som nasjonalt referanselaboratorium for PD. Som diskutert innledningsvis, skal Veterinærinstituttet som nasjonalt referanselaboratorium mellom annet verifisere sykdom, smittestoff eller analytt, eventuelt karakterisere agens, yte vitenskapelig bistand til Mattilsynet og samarbeide med EU-RL (Veterinærinstituttet, 2016h).

Overvåkning

I 2014 ble det besluttet å starte et overvåkningsprogram for PD i de fire nordligste fylkene Finnmark, Troms, Nordland og Nord-Trøndelag. Veterinærinstituttet koordinerer arbeidet med programmet og rapporter publiseres på nettsidene til Veterinærinstituttet. Som diskutert for tilfellet med lakselus, innebærer spredning og utviklingen av PD betydelige eksternaliteter (mellom oppdrettere), noe som taler for at myndighetene gjennomfører koordinert overvåkning og innsats mot sykdommen.

Forskning og kunnskapsutvikling innen relevante sektorer

Veterinærinstituttet har pågående forskning på PD (Jansen *et al.*, 2015a). De har også et stort internasjonalt forskningsnettverk på området PD. Blant annet er Veterinærinstituttet involvert i et prosjekt om PD hos laksefisk som både gjennomgår den eksisterende litteraturen på PD (vitenskapelige publikasjoner og faglige rapporter), og gjennomfører en innsamling av erfaringer fra fiskehelse-tjenestene og oppdrettsaktører i Norge, Irland og Skottland. De har også et stort forskningsmiljø som spenner over flere fagfelt og næringer. Veterinærinstituttet har sekretærfunksjon i samarbeidet 'PD TriNation', et initiativ mellom Norge, Irland og Skottland med siktemål å integrere aktiviteter fra akademiske miljøer og industriaktører i de tre landene.⁷

3.3 Infeksiøs lakseanemi (ILA)

Infeksiøs lakseanemi er en smittsom virussykdom hos fisk, som i Norge primært rammer atlantisk laks, men har også blitt påvist hos regnbueørret. Sykdommen

⁷ Se nettsiden www.trination.org.

har ført til utbrudd i andre land, mellom annet Skottland, Canada, Færøyene og Chile. Det kraftige ILA-utbruddet førte til at oppdrettsnæringen i Chile hadde store finansielle problemer i årene etter 2007, men også problemene på Færøyene var store som følge av utbruddet i årene etter 2000 (ISU, 2011; Lyngøy, 2003). Det har også fått stor oppmerksomhet i andre land på grunn av de enorme konsekvensene infeksjøs lakseanemi fikk i disse to landene (Bergheim, 2012). Påvisning av infeksjøs lakseanemi er internasjonalt meldepliktig. Se appendiks for en oversikt over utvikling av, og tiltak mot, sykdommen i Norge.

Økonomiske konsekvenser

Lyngøy (2003) har analysert utbruddene av infeksjøs lakseanemi i Norge og på Færøyene omkring årtusenskiftet. Han rapporterer om store produksjonstap. I denne perioden rapporteres mellom annet at de årlige kostnadene grunnet utbruddet sent på 1990-tallet var på USD 14 mill. i Øst-Canada og USD 11 mill. i Norge. Etter utbruddet i Skottland i 1998/1999 rapporterer Murray *et al.* (2002) at kostnadene førte til et tap på USD 32 mill. Valutakursen i denne perioden var om lag 7,75 (gjennomsnitt for årene 1998 og 1999), og med denne kursen tilsvarer tapet NOK 85,25 mill. for den norske næringen.

Vike (2014) rapporterer at det gjennomsnittlige tapet grunnet utbrudd av infeksjøs lakseanemi i Chile var mellom 15 og 25 mill. kroner per anlegg. Mattilsynet har de senere årene opprettet en rekke forskrifter om bekjempelse av ILA i Norge, se Mattilsynet (2016a) og Veterinærinstituttet (2016d). En har kjennskap til at sykdommen starter i en merd og sprer seg over lang tid (uker og måneder) til andre merder i det samme anlegget.

Det er også eksempler på at ILA har medført store økonomiske kostnader, langt utover det som kan beregnes med utgangspunkt i enkeltstående oppdrettsanlegg. I både Chile og på Færøyene ble deler av oppdrettsområdene brakklagt over en lengre periode, noe som medførte tapt verdiskaping og til dels stor økning i arbeidsledighet, i tillegg til at oppdrettsselskapene opplevde store finansielle problemer. Alvial *et al.* (2012) anslår at om lag 50 % av arbeidsplassene i næringen forsvant etter utbruddet av sykdommen i Chile, noe som tilsvarte ca. 25.000 arbeidere. Dette påvirker også skatteinngang og annen næringsdrift i de rammede regionene. Under ser vi på de ulike oppgavene til Veterinærinstituttet opp mot ILA.

Rådgivning til myndigheter og næring

Som for PD bistår Veterinærinstituttet Mattilsynet med risikovurderinger og faglige råd, samt at de undersøker prøver ved mistanke om sykdom. Veterinærinstituttet er godkjent som internasjonalt referanselaboratorium for Verdens dyrehelseorganisasjon (OIE) for infeksiøs lakseanemi. EU-regelverket stiller krav om at Norge også skal ha et nasjonalt referanselaboratorium. Denne rollen har myndighetene lagt til Veterinærinstituttet. Som for PD, har vi ikke kjennskap til andre aktører i Norge som har tilstrekkelig kompetanse til å ta over rollen hverken som OIE-laboratorium eller nasjonalt referanselaboratorium for denne sykdommen.

Diagnostikk

Obduksjon og prøvetakning av fisk utføres oftest av personell fra fiskehelse-tjenester eller Mattilsynet. Veterinærinstituttet mottar beskrivelser av sykdoms-historikk og synlige forandringer, samt vevsprøver fra organer. Histopatologiske prøver brukes for å se etter forandringer karakteristiske for ILA, og en gjennomfører viruspåvisning i vevsprøver, eksempelvis ved bruk av immun-histokjemi og tester for forekomst av virus. Alle virus-isolater fra samtlige utbrudd blir sekvensert og genotypet for å bestemme slektskap mellom de ulike virus-isolatene, dette for å være i stand til å påvise smitteveier.

Overvåkning

ILA-spredning mellom anlegg innebærer en betydelig eksternalitet. Altså at sykdom hos en oppdrettsaktør påvirker produksjonsmulighetene til andre oppdrettsaktører negativt. Som diskutert tidligere, taler dette for at myndighetene koordinerer arbeidet mot ILA, blant annet gjennom overvåkning og koordinert innsats mot sykdommen. Sykdommen er en liste-2 sykdom i Norge, og dermed underlagt et aktivt bekjempelsesprogram. Dette innebærer at utbrudd følges opp av flere strenge tiltak. Mattilsynet forvalter dette programmet i Norge. Som regel fastsetter Mattilsynet kontrollområdeforskrift, herunder en bekjempelsessone og en observasjonssone. Innenfor disse sonene gjelder strengere bestemmelser om driftsforhold, sykdomsovervåking og prøvetakning, og som regel kreves at fisken slaktes ut (all fisk i et anlegg med påvist sykdom anses som smittet, men Mattilsynet avgjør hvor lenge frisk fisk kan stå i anlegget). Veterinærinstituttet bidrar opp mot Mattilsynet både med kunnskapsbasert råd for optimal overvåkning og til å fastsette de ulike reguleringssonene, samt de oppfølgende prøvetakingsregimer.

Forskning og kunnskapsutvikling innen relevante sektorer

Veterinærinstituttet er med i flere forskningsprosjekter som angår infeksjøs lakseanemi, og har også et stort internasjonalt forskningsnettverk på sykdommen. Mellom annet er Veterinærinstituttet med på prosjektet «New targeting vaccines for sustainable aquaculture.» I dette prosjektet søker de å utvikle en fleksibel vaksineplattform som kan skreddersys for ulike sykdommer og fiskeslag. Bakgrunnen er at vaksiner mot bakteriesykdommer fungerer godt. De siste to årene har Veterinærinstituttet fått prosjektmidler for å studere nærmere selve ILA-viruset, hva som gjør det sykdomsfremkallende, smittmekanismer og forekomst i oppdrettspopulasjonen. Veterinærinstituttet har også forsket på hvordan ILA smitter mellom anlegg i Norge (Lyngstad, 2012; Scheel *et al.*, 2007).⁸ I diskusjonen av lakselusproblemet viste vi til muligheten for at næringen selv driver for lite innovasjon på grunn av spillover-eksternaliteten av ny kunnskap. Dette gjelder trolig også både for ILA og PD, noe som taler for at myndighetene bidrar til å fremskaffe forskningsbasert kunnskap. Muligheten for å få verdifulle patenter på effektive vaksiner eller andre legemidler kan likevel bidra til at farmasøytiske selskaper selv tar en god del av forskningen.

⁸ For eksempel forskningsprosjektet «*The interaction between ISAV with Atlantic salmon RBC and its relation to infectious salmon anaemia pathogenesis*», finansiert av Norges forskningsråd.

4 ØKONOMISK ANALYSE

I det følgende vil vi gjennomføre en samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttet basert på en bortfallsanalyse. Dette innebærer at vi først forsøker å si noe om størrelsesorden på verdien av å øke (eller redusere) nivået på ulike fiskehelseutfordringer. Deretter analyserer vi gjennom en bortfallsanalyse hva som ville skjedd om Veterinærinstituttet sluttet å utføre ulike oppgaver de i dag har overfor oppdrettsnæringen. Til slutt ser vi disse to delene i sammenheng og forsøker å gjøre et anslag på verdien av de ulike oppgavene til Veterinærinstituttet ved å vurdere det samfunnsøkonomiske tapet ved bortfall. Dette innebærer at vi forsøker å anslå tapet om oppgavene ikke lenger utføres av Veterinærinstituttet. En sentral del av diskusjonen vil derfor være om og i hvor stor grad andre aktører ville erstattet eller fylt hullet etter Veterinærinstituttet på ulike områder.

Før vi presenterer analysen vil vi kort skissere det metodiske rammeverket for den samfunnsøkonomiske analysen.

4.1 Metodisk rammeverk

Det velferdsteoretiske fundamentet for samfunnsøkonomiske analyser baserer seg på NOU (2012). En institusjons, eller for den saks skyld en regulerings, samfunnsøkonomiske verdi er gitt ved denne institusjonens samlede verdiskaping utover verdiskapingen ved den beste alternative anvendelse av ressursene som driften av denne institusjonen krever. Vi skiller oftest mellom tre typer samfunnsøkonomiske analyser, se NOU (1997). Vi vil kort diskutere disse typene analyser med bakgrunn i formålet med denne rapporten.

4.1.1 Ulike typer nytte-kostnadsanalyse

a) Nytte-kostnadsanalyse: I de tilfeller hvor det er mulig å tallfeste alle relevante gevinster og kostnader knyttet til et tiltak kan man gjøre en nytte-kostnadsanalyse. For vårt vedkommende vil det være vanskelig å tallfeste de samfunnsøkonomiske gevinstene ved Veterinærinstituttets arbeid knyttet til reguleringen av oppdrettsnæringen.

b) Kostnadseffektivitetsanalyse: Når de ulike tiltakene forventes å gi de samme nyttevirkningene og når nyttesiden vanskelig lar seg kvantifisere, kan analysen søke å finne det tiltaket som minimerer de totale samfunnsøkonomiske kostnadene. For vårt formål vil det ikke være et hovedmål å tallfeste kostnads-siden, men heller å vurdere effekter på nyttesiden.

c) Kostnadsvirkningsanalyse: Når i) ulike tiltak forventes å gi forskjellige nyttevirksomheter og ii) nyttesiden er vanskelig å tallfeste, kan en i tillegg til å analysere de ulike tiltakenes kostnadsside gi en beskrivelse av virkningene av de samme tiltakene.

Verdien av en tradisjonell tjeneste er bestemt av brukernes betalingsvillighet for denne tjenesten målt i pengers verdi. Når tjenesten omsettes i et velfungerende marked, vil markedsprisen reflektere betalingsvilligheten når markedet er i likevekt ved at tilbudet er lik etterspørselen. Når markedsimperfeksjoner medfører at tjenesten ikke tilbys i et samfunnsøkonomisk tilstrekkelig omfang, vil oftest myndighetene regulere tilbudet av tjenesten. Dette gjelder for eksempel de tjenestene vi vil analysere i denne rapporten. På grunn av at aspekter ved produksjonsprosessene i oppdrettsnæringen har karakter av å være kollektive goder (f.eks. smitte og resistens), samt at det er signifikante eksterne effekter, har enkeltaktørene sannsynligvis ikke privatøkonomiske insentiver til å gjennomføre tilstrekkelige investeringer i sykdomsbekjempelse sett fra næringens og samfunnets synsvinkel. Det samme gjelder utvikling av ny teknologi og forskningsbasert kunnskap. På samme måte medfører asymmetrisk og ufullstendig informasjon at forbrukerne ikke har tilstrekkelig kunnskap til å ta beslutninger som angår produksjonsprosessen og påfølgende kvalitet på det ferdige produktet. Konsumenter har da ikke tilstrekkelig kunnskap til å ta rasjonelle valg. Etterspørsel og betalingsvillighet for produkter som har adekvat kvalitet er derfor sannsynligvis for lav.

4.1.2 Bortfallsanalyse

Bortfallsanalysen vil i denne rapporten tjenestegjøre som referansealternativ. Vi er ute etter verdien på 'differanseprosjektet', altså forskjellen i verdien av norsk oppdrettsnæring med og uten Veterinærinstituttet. I bortfallsanalysen vil derfor situasjonen uten Veterinærinstituttet tilsvare det tradisjonelle referansealternativet anvendt i samfunnsøkonomiske analyser. Referansealternativet står sentralt i samfunnsøkonomiske analyser, se NOU (2012). Det skal tjene to formål. For det første skal det være en målestokk som andre alternative forslag kan holdes opp mot. I vår analyse vil det innebære å sammenligne dagens situasjon med en hypotetisk situasjon uten Veterinærinstituttet. På den måten kan de to alternative situasjonene sammenliknes og rangeres. Samtidig skal det være et reelt og realistisk alternativ som man kan gå videre med dersom det fremstår som bedre enn de andre alternativene. For vårt vedkommende innebærer dette at vi søker å vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av at private eller andre

offentlige aktører fyller tomrommet om Veterinærinstituttet sluttet å utføre noen av sine oppgaver. Hvordan en definerer referansealternativet i analysen, bestemmer hvor stor den samfunnsøkonomiske verdien av utførelsen av Veterinærinstituttets oppgaver vil være. I vårt tilfelle vil vi med bakgrunn i de oppgavene Veterinærinstituttet har opp mot sykdommer i den norske oppdrettsnæringen, utvikle et referansealternativ for oppdrettsnæringen uten Veterinærinstituttet basert på en bortfallsanalyse. Dette innebærer at vi forsøker å si noe om hvordan oppgavene vi ser på vil bli skjøttet om Veterinærinstituttet ikke lenger gjennomførte disse oppgavene. I den økonomiske analysen vil vi gjøre forutsetninger om følgende størrelser ved sykdomsutbrudd:

- Sannsynligheten for sykdomsutbrudd
- Kostnadseffekter
- Priseffekter
- Volumeffekter

Vi vil vurdere Veterinærinstituttets oppgaver i forhold til rådgivning, diagnostikk, overvåking og forskning/kunnskapsutvikling. Vi vil først med bakgrunn i en bortfallsanalyse analysere effektene av å legge ned hver av de fire oppgavene til Veterinærinstituttet for tre spesifikke fiskehelseutfordringer (ILA, PD og lakselus). Dernest konkluderer vi med bakgrunn i mer generelle betraktninger.

4.2 Bortfallsanalyse av Veterinærinstituttet

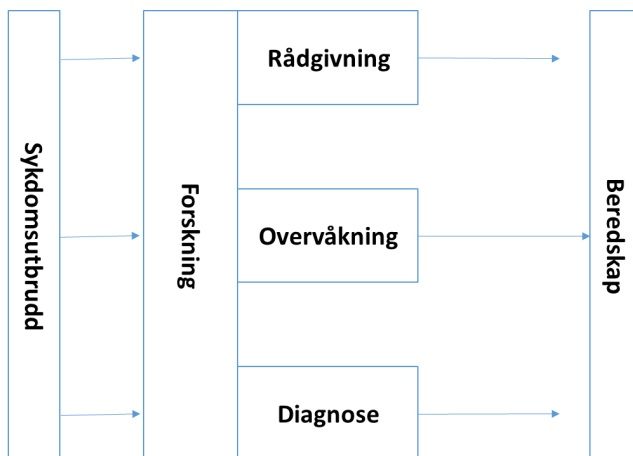
For oppdrettsselskapene er det to faktorer som bestemmer forventet bedriftsøkonomisk tap ved sykdomsutbrudd: sannsynligheten for at et sykdomsutbrudd finner sted og det økonomiske tapet som påløper som følge av utbruddet. Dette kan illustreres med ligningen:

$$E[T_i] = P(\epsilon_i, a_i, s_i) \cdot T(m, q, k) \quad 1$$

I ligningen over viser P til sannsynligheten for utbrudd av sykdom. Vi kan anta at sannsynligheten for utbrudd avhenger av tilfeldigheter utenfor selskapenes kontroll, ϵ_i , anleggenes daglige drift inkludert handlinger for å hindre utbrudd, a_i , og smittepresset anlegget utsettes for, s_i . Dersom andre anlegg i området er eid av andre selskap, vil denne siste effekten representere en eksternalitet – noe som påvirker selskapet, men ligger utenfor selskapets kontroll.

Tapet som oppstår ved utbrudd av sykdom er gitt ved T . Det samlede tapet kan forklares ved tre faktorer: økt dødelighet som følge av sykdommen, m , volumeffekter grunnet redusert vekst som følge av sykdom og/eller behandling, q , og til sist redusert slakteverdi på grunn av nedklassifisering av kvaliteten på biomassen, k . De faktorene som kan påvirkes av selskapene eller offentlige reguleringer vil bli diskutert under. Vi søker å fastsette den samfunnsøkonomiske verdien av Veterinærinstituttet ved å vurdere hva som ville skjedd om Veterinærinstituttet ikke gjennomførte de ulike oppgavene sine i forhold til ulike sykdommer, samt omfanget og verdien av dette.

I verste fall vil bortfall av en av oppgavene til Veterinærinstituttet innebære at oppgaven ikke blir erstattet av andre – hverken andre offentlige aktører eller private. Når det gjelder de fleste oppgaver, er dette utfallet urealistisk, og kan derfor ikke ligge til grunn som referansealternativ. På den andre siden vil tilfellet hvor andre offentlige og private aktører fullstendig overtar produksjonen av Veterinærinstituttets tjenester også være et urealistisk alternativ. Vi vil derfor gjennomføre en grundig analyse av tre av de største fiskehelseutfordringene næringen står overfor i dag. Vi søker således å tallfeste verdien av Veterinærinstituttet med bakgrunn i både hvilke aktører som eventuelt kan overta deler av arbeidsoppgavene og hvordan arbeidet antas påvirke oppdrettsnæringen via omfanget, og alvorligheten, av ulike typer sykdomsutbrudd (se ligning 1).



Figur 5: Skisse for effekter ved evaluering av Veterinærinstituttet

Figur 5 illustrerer også et annet viktig forhold som må tas med i analysen, nemlig at alle de tre VI-oppgavene rådgivning, overvåkning og diagnostikk er basert på forskningsbasert kunnskap. I første del av vår analyse ser vi på bortfall av hver av de fire oppgavene enkeltvis. Dette innebærer at vi i vår diskusjon av for eksempel rådgivningsoppgaven, likevel antar at forskningsgrunnlaget frembrakt av Veterinærinstituttet er tilgjengelig for næringen. Etter å ha vurdert de fire oppgavene enkeltvis ser vi på bortfall av beredskapsoppgaven til Veterinærinstituttet, der vi anser Veterinærinstituttets beredskap som den totale produksjonen av diagnostikk, overvåkning, rådgivning og forskning/utvikling. Den største utfordringen i analysearbeidet er likevel å søke å kvantifisere i hvor stor grad bortfall av en VI-oppgave påvirker det forventede tapet knyttet til ulike sykdommer (inkludert de ulike faktorene som inngår i ligning 1 over).

I det følgende vil vi for PD, ILA og for lakselus først presentere kostnader og deretter vurdere verdien av arbeidet Veterinærinstituttet står for langs dimensjonene verdi og omfang. Målet er å gjøre anslag på verdien av de ulike oppgaver Veterinærinstituttet utfører opp mot den norske oppdrettsnæringen. Alle forsøk på tallfesting er nødvendigvis basert på en kontrafaktisk analyse, og vil måtte brukes med forsiktighet. Vi vil presentere konservative anslag på verdien av Veterinærinstituttets arbeid, men det er viktig å understreke at tallene må tolkes som anslag på størrelsesorden heller enn eksakte verdiestimer.

4.2.1 Inngangsverdier for analysen

Pankreassykdom (PD)

I tabellen under presenterer vi tall fra undersøkelsen til Aunsmo *et al.* (2010) om økonomiske effekter av PD. Vi bruker tallene deres både til å illustrere normalsituasjonen (PD) og til å definere effekter ved høye kostnader ved utbrudd (Høy kost) og lave kostnader ved utbrudd (Lav kost). For de tre kostnadstilfellene baserer vi oss på at det er 140 utbrudd av PD i næringen per år. Dette er basert på at det i 2014 var 142 utbrudd, samtidig som det har vært en økning i utbruddene de siste årene fra 75 og 88 i henholdsvis 2009 og 2010.

Tabell 2: Inngangsverdier for analyse av PD

		PD	Lav	Høy
1	Mortalitet (m)	1,8	0,7	3,6
2	Vekstfart (v)	-0,99	-1,53	-0,47
3	Kvalitet (k) ^{a)}	3,3 – 2,7 – 0,8	1,3 – 0,9 – 0,8	7,8 – 6,7 – 4,1
4	Økt produksjonskostnad	6,97 kr per kg	4,07 kr per kg	10,11 kr per kg
5	Tap per anlegg	16,3 mill.	11,9 mill.	20,1 mill.
6	Totalt tap	2.281 mill.	1.663 mill.	2.819 mill.

a) Tallene for kvalitet gir for hver kolonne økning i andel av total biomasse klassifisert som henholdsvis ordinær kvalitet, produksjonskvalitet og kondemnert.

Kilde: Aunsmo *et al.* (2010), tallene er justert til 2015-kroner. Tallene i kolonne 1-3 er endring i forhold til et gjennomsnittlig anlegg uten påvist PD. Tallene i kolonne 4-6 er absolutte tall for et anlegg med påvist PD-smitte.

I tabell 3 viser vi til hvordan de økonomiske effektene for næringen blir ved å variere både kostnadene ved utbrudd på enkeltlokaliteter og tallet på utbrudd i næringen per år. Vi ser på ± 30 utbrudd per år som variasjon fra normaltallet (140).

Tabell 3: Totalt tap for næringen som følge av endret sannsynlighet for utbrudd, og ulike tap per anlegg

	Lavt omfang	PD	Høyt omfang
Utbrudd/år	110	140	170
Lav kost (11,9 mill.)	1.307 mill.	1.663 mill.	2.020 mill.
PD (16,3 mill.)	1.792 mill.	2.281 mill.	2.770 mill.
Høy kost (20,1 mill.)	2.215 mill.	2.819 mill.	3.424 mill.

Kostnader ved utbrudd kan også variere med når på året utbruddet finner sted, størrelsen på oppdrettsanlegget og om det er høst- eller vårutsett. Våre utregninger innebærer at vi antar at det er lokaliteter som analysert i Aunsmo *et al.* (2010) og Pettersen *et al.* (2015) som blir utsatt for smitte.

Tabellene over viser at det er store verdier som står på spill for næringen om tallet på utbrudd eller kostnaden per utbrudd øker. Med antall utbrudd som i 2010 var næringens samlede kostnader ved utbrudd under 1 mrd. kroner, mens vi i dag har

kostnader på godt over 2 mrd. kroner. I forhold til et produksjonsnivå på ca. 1,3 mrd. kilo i 2014, innebærer dette en PD-relatert kostnad på NOK 1,5 per kilo. Dette illustrerer de store verdiene som står på spill når det gjelder fremtidig utvikling av omfanget av sykdommen.

Infeksiøs lakseanemi

I tabell 4 oppsummerer vi kostnader ved utbrudd av ILA basert på vår litteraturanalyse (se kapittel 2.3.5). Vi antar at mortaliteten ved utbrudd i alle tilfeller er 100 % på grunn av krav om at fisken må slaktes ved påvisning av denne sykdommen. Utbruddene har de siste årene variert mellom ett og 20 utbrudd per år, og i 2013 og 2014 var det hvert år 10 utbrudd. Vi ser derfor på 10 utbrudd som normalsituasjonen. Vi bruker også 20 utbrudd som et anslag på høyt antall utbrudd (høy). For infeksiøs lakseanemi har vi også laget et case av et stort utbrudd innen en region (ekstrem). Her antas både tallet på utbrudd å være høyt samtidig som kostnaden per utbrudd antas er som i «høy»-alternativet over.

Tabell 4: Direkte kostnader ved et ILA-utbrudd (ekskl. kostnader ved eventuell tapt produksjon som følge av brakklegging)

		ILA	Høy	Ekstrem
1	Mortalitet (m)	100 %	100 %	100 %
2	Utbrudd	10	20	90
3	Sannsynlighet (p)	1 %	2 %	9 %
4	Tap per anlegg	45 mill.	60 mill.	60 mill.
5	Totalt tap	450 mill.	1.200 mill.	5.400 mill.

Kilde: Se tekst. Økonomiske tall er justert for inflasjon til 2015-kroner.

Casene «høy» og «ekstrem» har høyere kostnader fordi myndighetene sannsynligvis vil iverksette strengere reguleringer av selskapene i en situasjon med et større utbrudd av en sykdom som ILA. Bakgrunnen for dette caset er at infeksiøs lakseanemi tidligere har skapt store økonomiske utfordringer for oppdrettsnæringen i flere land. Oftest starter et utbrudd i én merd, og sprer seg så over en lengre periode (måneder) til andre merder i anlegget. ILA kan derfor karakteriseres som en ulmebrann. Sykdommen smitter også mellom nærliggende anlegg (Lyngstad, 2012). Sykdommens karakter av å være en ulmebrann og det at den smitter mellom nærliggende anlegg tilsier at sykdommen har potensiale til å skape et stort utbrudd. Vi ser derfor for oss ekstrem-caset som at vi får et stort

utbrudd av ILA i Nordland og Nord-Trøndelag. Ved et slikt utbrudd ville trolig Hustadvika fungert som en sørlig ‘branddør’ som stopper sykdommen fra å spre seg videre sørover.

Tabell 4 viser utelukkende selskapenes direkte kostnader knyttet til selve utbruddet av sykdommen. Som en del av bekjempelsen av sykdommen gjennomføres ofte brakklegging av oppdrettsanlegg for en periode etter at biomassen er slaktet ut. I denne brakkleggingsperioden vil den samfunnsøkonomiske kostnaden ved sykdommen tilsvare den tapte verdiskapingen. Størrelsen på denne kostnaden varierer med hvor lenge et anlegg må ligge brakklagt før myndighetene igjen tillater oppdrett, og i hvor stor grad produksjonen kan flyttes til andre lokaliteter. Om sykdommen får stor utbredelse nord for Hustadvika, men avgrenset nordover til Nordland, vil oppdrettsnæringen i fylkene Nordland og Nord-Trøndelag bli utsatt for sykdommen, noe som for 2014 tilsvarer 237 aktive lokaliteter (Fiskeridirektoratet, 2015).

Basert på tallmateriale fra Fiskeridirektoratet (2015) antar vi en gjennomsnittlig salgpris for de to fylkene på 32,50 kroner per kilo, og en gjennomsnittlig produksjonskostnad på 25,80 kroner per kilo. Fiskeridirektoratet oppgir at samlet salg fra de to fylkene var rett under 340.000 tonn. Det innebærer at verdiskapingen i de to fylkene utgjorde i overkant av 2,2 milliarder kroner. Ved et stort utbrudd av ILA må det antas at en relativt stor andel av oppdrettsanleggene rammes av sykdommen, samt at enda flere rammes av myndighetenes tiltak for bekjempelse av sykdommen. Vi antar i det følgende at 90 lokaliteter slås ut av sykdommen i de to fylkene. Som følge av dette innfører myndighetene tiltak for å bekjempe sykdom og hindre smitte, ved bruk av bekjempelsessoner og observasjonssoner. En brakklegging som vil redusere produksjonen i regionen med 25 % tilsvarer et tap på i overkant av 500 mill. kroner per år, som da utelukkende er knyttet til myndighetenes bekjempelse av sykdommen. Hvis vi legger sammen både de direkte tapene knyttet til et ILA-utbrudd og tapt produksjon som følge av brakklegging, ser vi at det er svært store verdier som står på spill ved et større utbrudd av infeksjøs lakseanemi. Dette fikk også chilenske oppdrettere erfare for noen år siden.

Lakselus

Det er sterke indikasjoner på at de negative økonomiske konsekvensene av lakselus på oppdrett av fisk vokser raskt. Som omtalt over viser Abolofia *et al.* (2014) til arbeider av Costello (2009), og hevder at utviklingen i kostnader knyttet

til lakselus har gjort anslagene i Costello (2009) utdaterte. Videre er det flere indikasjoner på at anslagene i Abolofia *et al.* (2014) ikke lenger er representative for den norske oppdrettsnæringen. I løpet av spesielt 2015 har det også kommet rapporter om at kostnaden ved lus har økt ytterligere. Iversen *et al.* (2015) anslø kostnadene for året 2014 til om lag 3,2 mrd. kroner. Med mindre det kommer et gjennombrudd i behandlingen eller knyttet til å redusere smittepresset (f.eks. lakseskjørt), kan en ikke se bort fra at dette tallet øker i årene som kommer. Vi har derfor tre scenarier når det gjelder utviklingen i kostnad ved lakselus. Tilfellet omtalt som «lus» er det gjennomsnittlige resultatet fra Abolofia *et al.* (2014). Tallene for kostnad per anlegg er basert på et antall oppdrettsanlegg i 2006 på 1.136, se Fiskeridirektoratet (2015).

Tabell 5: Inngangsverdier for analyse av lakselus, tallene er ytterligere diskutert i analyseteksten. Alle økonomiske tall er inflasjonsjustert til 2015-kroner

	Lus	I dag	Høy
Vekstfart (v)	÷11,82 %	n.a.	n.a.
Nasjonalt gjennomsnitt, tap per kilo slaktet	2,50 kr	3,00 kr	4,5 kr
Tap per anlegg ved utbrudd	1,56 mill.	3,94 mill.	5,9 mill.
Totalt tap næring	1.770 mill.	4.000 mill.	6.000 mill.

Antall aktive oppdrettsanlegg i dag er ifølge Fiskeridirektoratet 1.015. Nasjonalt tap for casene «I dag» og «Høy» er gitt ved Fiskeridirektoratets statistikk ‘Totalt solgt mengde slaktet fisk.’ For året 2014 var det solgt 1.330.481 tonn fisk i Norge.

4.2.2 Analyse

I det følgende ser vi mer inngående på hvordan Veterinærinstituttets arbeid virker inn på de ulike faktorene som påvirker det forventede verditapet til oppdretts-selskapene, $E[V]$. Vi vurderer hver av de ulike oppgavene til Veterinærinstituttet separat, Forskning (**F**), diagnostikk (**D**), overvåkning (**O**) og Rådgivning (**R**). Alle disse fire faktorene blir vurdert for hvert av elementene som inngår i ligningen som vi presenterte ovenfor: $E[T_i] = p(\epsilon_i, a_i, s_i) \cdot T(m, q, k)$. Det vil si at vi vurderer Veterinærinstituttets oppgaver for hver av følgende punkter: anleggenes handlinger i den daglige driften, samt myndighetenes regulering av selskapenes drift (a), smittepress (s), dødelighet/mortalitet (m), kostnadsøkninger

som følge av utbrudd (q) og eventuelle kvalitetsnedskrivninger og/eller pris-reduksjoner på biomassen (k).

Anleggenes daglige drift (a):

F: Veterinærinstituttet er internasjonalt OIE-referanselaboratorium for PD, og nasjonalt referanselaboratorium for fiskeesykdommer. Dette har en stor verdi knyttet til opparbeiding av kunnskap om sykdommen på grunn av kunnskap og informasjon de får tilgang til både fra andre laboratorier og andre lands utfordringer med sykdommene. Det er tvilsomt at en annen norsk aktør ville fått rollen som internasjonalt referanselaboratorium om Veterinærinstituttets forskningsoppgaver faller bort.

Veterinærinstituttet har et stort internasjonalt forskningsnettverk på områdene PD, infeksjøs lakseanemi og lakselus. De har dessuten en egen forskningsgruppe som arbeider med problemstillinger vedrørende lakselus, og leder også overvåkningsprogrammet for resistens hos lakselus. Derfor pågår en rekke forskningsprosjekter på lakselus i regi av andre aktører, både private og offentlige. Dette skyldes nok, som vi diskuterte i kapittel 2.3.1, den store kostnaden lakselus påfører så godt som alle oppdrettere i Norge i dag i tillegg til at selskapene i næringen har blitt store nok til at det kan lønne seg å drive egen innovasjon. I tilfellet med lakselus kan dermed den privatøkonomiske verdien av aktivitetene være tilstrekkelig høy til at bortfall av Veterinærinstituttet sine forskningsoppgaver i en betydelig grad ville blitt erstattet av andre.

Oppgavene knyttet til forskning og kunnskapsformidling har stor verdi for næringen gjennom at dette øker kvaliteten på de andre oppgavene Veterinærinstituttet utfører (diagnostikk, overvåkning og rådgivning). Dette gjelder også i den grad disse oppgavene blir utført av andre aktører. Dette gjør at næringen selv kan ta beslutninger basert på forskningsbasert kunnskap, og at næringen møter et regelverk som er informert av solid og oppdatert kunnskap. Til tross for stor aktivitet blant mange aktører i søket etter svar på lakselusutfordringene, er det grunn til å tro at en del av forskningen til Veterinærinstituttet ikke ville blitt overtatt av andre aktører. Dette skyldes både de tidligere nevnte spillover-eksternalitetene innenfor innovasjon som medfører at markedet selv investerer for lite i dette, og at andre offentlige institusjoner ikke i tilstrekkelig grad har overlappende ansvarsområder med Veterinærinstituttet.

Dette tilsier at verdien av Veterinærinstituttets forskning og kunnskapsformidling er stor. Ikke bare er den stor for arbeidet Veterinærinstituttet utfører internt, men

kunnskapsspredning gir store gevinster også for næring og myndigheter. I tillegg kommer ringvirkninger av økt kunnskap som er til nytte for internasjonale aktører.

D: Diagnostikk av lakselus er lite relevant, utover det arbeidet som gjennomføres via overvåkningsprogrammet for resistens hos lakselus som vi omtaler under overvåkning. Vi fokuserer derfor på diagnostikk av sykdommene PD og ILA. Veterinærinstituttet bidrar i dag med diagnostikk, men det eksisterer også private laboratorier som blant annet selger diagnostikktjenester til næringen. Det er derfor sannsynlig at andre private aktører kan overta diagnostikken av PD, ILA og andre kjente sykdommer i fravær av Veterinærinstituttet. Det kritiske for denne diskusjonen er at Veterinærinstituttet uansett vil bidra med forskning og kunnskap inn mot denne sektoren. Private aktører kan da tilegne seg relevant kunnskap og effektivt gjennomføre diagnostikk i det private markedet for slike tjenester. I den grad de private aktørene har incentiver for å underdiagnostisere de aktuelle sykdommene, vil det kunne ha ekstra verdi at diagnostikk gjennomføres av en nøytral aktør som Veterinærinstituttet, men slike problemer vil man også kunne hanskede med gjennom rapporteringskrav, kontroller og lignende. Som referanselaboratorium har Veterinærinstituttet en del oppgaver knyttet til blant annet diagnostikk. Disse vil det kunne være vanskeligere å overføre til andre aktører, siden det stilles høye krav til kompetanse for å bli referanselaboratorium.

Vi konkluderer derfor med at diagnoseoppgavene til Veterinærinstituttet har en positiv verdi, særlig når det gjelder nye sykdommer, men at en stor del av oppgavene opp mot kjente sykdommer kan utføres også av private.

O: Veterinærinstituttet koordinerer arbeidet med det aktive overvåkningsprogrammet for PD og infeksjøs lakseanemi. Det er ingen andre offentlige aktører som har tilstrekkelig overlapp når det gjelder ansvarsområde til at de uansett vil utføre denne oppgaven i fravær av Veterinærinstituttet. Når det gjelder lakselus, arbeider Veterinærinstituttet gjennom overvåkningsprogrammet for resistens hos lakselus tett opp mot selskapenes daglige utfordringer med lus. Veterinærinstituttet ønsker å kontrollere lakselus i oppdrettsnæringen ved å gi råd om bruk av legemidler og nøyaktig kunne beskrive lakselusens følsomhet mot legemidler. Som leder for overvåkningsprogrammet og med aktiviteten Veterinærinstituttet legger ned i arbeidet med lakselus, ser vi det som lite sannsynlig at private vil kunne overta denne rollen fullt ut. Derimot er det i dette tilfellet mulig at andre offentlige aktører vil kunne ta over i hvert fall deler av rollen. Havforskningsinstituttet er en naturlig kandidat. De har villaks som ansvarsområde og siden

luseproblemerne i oppdrettsnæringen har store konsekvenser også for villaksen, er det en stor grad av overlapp her. Det at ansvarsområdene til Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet ikke er helt sammenfallende⁹, gjør at Havforskningsinstituttet ikke nødvendigvis hadde overtatt absolutt hele overvåkningsoppgaven i fravær av Veterinærinstituttet.

Når det gjelder både overvåkning av ILA og PD, kan selve overvåkningen gjennomføres av andre basert på Veterinærinstituttets forskning og kunnskap om sykdommene. Om private vil bidra til dette i fravær av Veterinærinstituttet avhenger av næringens evne til å koordinere og samarbeide, eller av om det er private aktører som er store nok til at de vil bidra til sykdomsovervåkning selv uten bidrag fra andre oppdrettere til dette. De store eksternalitetene mellom private aktører, særlig på grunn av smittefare, kombinert med at det er mange aktører som må koordinere, gjør at sannsynligheten er liten for at næringen selv ville løst oppgaven fullt ut. Likevel gjør det at vi over tid har observert økt konsentrasjon i næringen, er det nå mer sannsynlig at man kan få til enn viss grad av koordinering. Det er likevel fortsatt mange aktører i næringen, og det er ikke nødvendigvis slik at alle disse ser det privatøkonomisk lønnsomt i å selv bidra til et felles overvåkningsarbeid (gratispassasjerproblem).

Som for diagnoseoppgaven er det den forsknings- og kunnskapsbaserte overvåkningen som har den største verdien, mens selve overvåkningen kan gjennomføres av andre. Siden forskningsoppgaven er analysert separat og dermed ikke skal vurderes her, konkluderer vi med at en koordinert overvåkning av sykdom har en positiv verdi for næringen og at oppgavene til Veterinærinstituttet på dette området ikke fullt ut vil erstattes av andre aktører. Når det gjelder lakselus, er verdien litt mindre siden det på dette området er en betydelig grad av overlapp med Havforskningsinstituttets oppgaver.

R: Med bakgrunn i den samlede forskningen, rollen som internasjonalt og nasjonalt referanselaboratorium og det omfattende diagnostikk- og overvåkningsarbeidet, har Veterinærinstituttet svært god kompetanse til å bidra med rådgivning av høy kvalitet. Vi må likevel skille mellom fremskaffelsen av ny kunnskap, som vi allerede har vurdert under forskning, og kunnskapsbasert rådgivning. I den grad rådgivningskompetansen som opprinner fra forskning og kunnskapsbaserte

⁹ Havforskningsinstituttet har i stor grad ansvar opp mot villfisk og rømt oppdrettsfisk, mens Veterinærinstituttets mandat direkte går på oppdrettsnæringen.

aktiviteter hos Veterinærinstituttet lett kan overføres til andre aktører som driver rådgivning, har disse aktørene også potensialet til å drive forskningsbasert rådgivning. Det eksisterer en rekke konsulentselskaper som har spesialisert seg på rådgivning innen fiskehelse og relaterte temaer opp mot oppdrettsnæringen. Denne typen rådgivning knyttet til den daglige driften av anleggene er allerede utbredt. Men det er tvilsomt om privat rådgivning når det gjelder hvordan man skal begrense eksternaliteter, som det å hindre smittespredning, blir like god og fullstendig uten en overordnet koordinering fra en aktør som Veterinærinstituttet, dvs. en offentlig aktør med en viss avstand til næringen. Det er også tvilsomt om andre aktører fullt ut kan erstatte Veterinærinstituttet når det gjelder å fungere som rådgiver opp mot myndighetene.

Vi konkluderer med at rådgivning har betydelig verdi både i produksjonen og for regulering av næringen. Videre konkluderer vi at Veterinærinstituttets rådgivningsoppgave ikke fullt ut kan erstattes av andre aktører.

Smittepress (s):

Både når det gjelder smittsom sykdom og lakselus, representerer infisert fisk i sjøanlegg det største smittereservoaret. Ved smittsom sykdom sprer sykdommen seg først innen anlegget, og senere til anlegg i samme fjordsystem, samt ved transport av syk fisk. Lakselus smitter også mellom fisk, både innad i og mellom anlegg.

F: Forskningen som gjennomføres hos Veterinærinstituttet kan knyttes direkte til andre lands erfaringer med sykdom, og den nasjonale kunnskapen om smitte er basert på omfattende forskning som er av tidsmessig karakter. Når det gjelder lus, pågår det omfattende arbeid med å utvikle nye medikamentelle og ikke-medikamentelle metoder for å redusere omfanget av lakselus i norsk oppdrett. Dette skjer både i privat og offentlig regi, blant annet hos Veterinærinstituttet.

På grunn av at det er eksternaliteter i produksjonen av kunnskap om smittepress (lus og sykdom), både på grunn av spillover-effekter av kunnskap og fordi smitte fra eget til andres anlegg representerer en eksternalitet for oppdretteren, er det lite sannsynlig at forskning som kan redusere smitte er en oppgave som i tilstrekkelig grad hadde blitt overtatt av private aktører. Likevel tyder det omfattende arbeidet med å utvikle nye metoder mot lakselus i privat regi på at en del av arbeidet gjennomført av Veterinærinstituttet ville kunne blitt erstattet av andre aktører i deres fravær. Samtidig er det flere prosjekter hvor Veterinærinstituttet samarbeider med private. Dette gjelder særlig i tilfeller der private ikke selv har

den kompetanse og de ressurser Veterinærinstituttet besitter til å teste ut nye ideer for blant annet å redusere problemer knyttet til lakselus. For det andre antyder dette at forskningskompetansen til Veterinærinstituttet bidrar til å holde omfanget av private initiativ på området på et høyere nivå. Forskningskompetanse er et kollektivt gode, og det har ingen samfunnsøkonomisk verdi å holde kompetanse og forskningsresultatene hemmelig. I forlengelsen av dette kan det ha samfunnsøkonomisk verdi å bidra med forskningskompetanse for å heve kvaliteten av private prosjekter.

Vi ser det som usannsynlig at andre aktører kan erstatte Veterinærinstituttets oppgaver fullt ut. Dette på grunn av eksternaliteter i innovasjon som gjør at private aktører ikke har sterke nok incentiver til å gjennomføre prosjekter selv om de er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Når det gjelder lakselus, har Havforskningsinstituttet med ansvar for villaksen, stor interesse av å redusere smittepresset av lakselus. Det er likevel ikke gitt at deres oppgave fullt ut dekker Veterinærinstituttets oppgave på området, siden Havforskningsinstituttet ikke har som oppgave å arbeide direkte mot å redusere de negative konsekvensene for oppdrettsnæringen.

For å konkludere, så kan forskning på dette området ha store positive effekter for næringen. Både ILA/PD og lakselus påfører (som vist ovenfor) næringen store kostnader hvert år, og innovasjon som reduserer disse kostnadene vil dermed være svært verdifullt. Siden andre aktører bare til en viss grad kan erstatte Veterinærinstituttets oppgaver, er verdien av at Veterinærinstituttet utfører disse oppgavene høy.

D: Diagnostikk er i liten grad relevant for smittepresset (se ellers diskusjonen under «Anleggenes daglige drift» ovenfor).

O: Veterinærinstituttet driver overvåkningsprogrammet for resistens hos lakselus. I tillegg gir overvåkingen av PD og ILA, nasjonalt som internasjonalt, kunnskap om historiske utbrudd av sykdommen og dens smittepress. Det kan være viktig at all slik kunnskap samles hos en aktør som kan systematisere, analysere og gjøre denne kunnskapen tilgjengelig. Når det gjelder lakselus, søker Veterinærinstituttet å overvåke (og motvirke) resistens hos lakselus, for på den måten å kunne kontrollere lakselus i oppdrettsnæringen. Som tidligere omtalt, har Havforskningsinstituttet med sitt ansvar for villaksen en del sammenfallende interesser med Veterinærinstituttet når det gjelder overvåking av lus, men det er nok større overlapp på området smittepress enn resistens mot avlusningsmidler.

Når det gjelder PD og ILA, er det ikke andre offentlige aktører som i tilstrekkelig grad har overlappende roller med Veterinærinstituttet når det gjelder overvåkning. Det virker dermed sannsynlig at deler av denne oppgaven ikke blir utført om Veterinærinstituttets overvåkning faller bort. Som diskutert under «Anleggenes daglige drift,» vil neppe private aktører fullt ut kunne erstatte Veterinærinstituttets oppgaver knyttet til dette.

Sykdommene PD og ILA kan koste næringen betydelige summer ved større utbrudd, noe som tilsier at overvåkning og koordinert kontroll av spredning har høy verdi. Også resistens hos lakselus kan påføre næringen betydelige kostnader. Oppgavene til Veterinærinstituttet innenfor overvåkning kan til en viss grad overtas av andre aktører, men langt fra fullt ut. Vi konkluderer dermed med at denne oppgaven har middels til høy verdi.

R: De store eksternalitetene som eksisterer mellom oppdrettsselskaper og anlegg på grunn av smitterisiko, stiller sterke krav til reguleringene for å holde smitterisikoen på et samfunnsøkonomisk effektivt nivå. Dette betyr at særlig rådgivningen opp mot myndigheter knyttet til smittepress for sykdom som PD og ILA og for lakselus er viktig. Det er vanskelig å se for seg at andre aktører fullt ut kan overta denne rollen, ettersom andre offentlige aktører ikke har samme ansvarsområde, mens private aktører kan ha andre incentiver enn samfunnsøkonomisk optimal smittespredning. Unntaket er igjen Havforskningsinstituttet med deres ansvar for villaks som dermed har en viss overlapp med Veterinærinstituttets rådgivningsarbeid knyttet til lus. Det at denne oppgaven blir utført av en nøytral aktør som Veterinærinstituttet, har også en verdi i seg selv.

Vi konkluderer med at verdien av rådgivning, særlig opp mot myndighetene for å redusere smittepress, er av stor verdi i lys av de store tapene man kan få ved større utbrudd av PD og ILA. I tillegg kan ikke Veterinærinstituttets oppgaver på dette feltet, og særlig i forhold til sykdommer som PD og ILA, erstattes i tilstrekkelig grad av private eller andre aktører, noe som fører til at Veterinærinstituttets rådgivning når det gjelder smittepress, har stor verdi.

Mortalitet (m) og kostnadsøkninger, kvalitetsforringelse/priseffekt (k):

F: Det foregår noe relevant forskning hos Veterinærinstituttet, blant annet på dødelighet ved PD, men også andre aktører gjør lignende forskning på sykdommene. Utover dette går Veterinærinstituttets forskning på tap ved utbrudd i liten grad inn på næringens kostnadsøkninger som følger av utbrudd. Veterinærinstituttets lakselusrelaterte forskning fokuserer heller ikke direkte på

faktorer som påvirker dødelighet eller kostnadseffekter. Det er likevel flere forskningstema hos Veterinærinstituttet som indirekte vil påvirke dødelighet som følge av lakselus og sykdom generelt, eksempelvis vil arbeidet der man tester effektiviteten ved ulike tiltak også gi kunnskap om hvordan dette stresser fisken, som kan relateres til dødelighet. Samtidig vil forskning som bidrar til økt effektivitet i behandlingen redusere behovet for å gjennomføre flere behandlinger, noe som igjen medfører lavere resistens, færre behandlingsskader og mindre stress, og dermed lavere dødelighet og kostnader. Disse eksemplene representerer ikke en sentral del av forskningen til Veterinærinstituttet, men andre deler av forskningen deres kan ha positive eksternaliteter når det gjelder dødelighet og kostnader ved sykdom og lus.

En reduksjon i dødeligheten ved PD og ILA vil ha betydelig verdi for næringen. Når det gjelder lakselus, der dødeligheten er relativt lav, vil næringen derimot ha stort utbytte av forskning som gjør at man får redusert kostnadene ved behandling av lakselus. Ny kunnskap som gjør at man kan redusere antallet medikamentelle behandlinger vil for eksempel kunne bidra svært positivt ved at det i tillegg til å redusere behandlingsskade på fisken, også reduserer den samlede perioden fisken må sveltes grunnet avlusning.

Vi konkluderer dermed at selv om forskning på redusert dødelighet og tap grunnet sykdom har til dels stor verdi for næringen, er omfanget av Veterinærinstituttets forskning på dette lav. Verdien av Veterinærinstituttets oppgave på dette området vurderes derfor til liten.

D: Veterinærinstituttets rolle ved diagnostikk av lakselus er lite relevant på dette punktet. Derimot kan rask og presis diagnostikk av sykdom som PD og ILA gi lavere mortalitet og lavere kostnader ved utbrudd. Som diskutert ovenfor under «Anleggenes daglige drift», finnes det private aktører som tilbyr diagnose-tjenester. Siden tapet som vurderes her utelukkende er et privat tap, bør de private aktørene ha riktige incentiver til tidlig og god diagnostikk av sykdommen. Unntaket må eventuelt være for sykdommer som medfører kostbare restriksjoner for anleggene de oppdages ved (ILA). I den grad dette er et problem kan det uansett løses gjennom kontroller, rapporteringsplikt eller ved bruk av andre midler.

Vi konkluderer derfor med at selv om rask og presis diagnostikk har en verdi for næringen i form av rask behandling som reduserer kostnadene ved utbrudd, så kan Veterinærinstituttets oppgaver knyttet til diagnostikk erstattes av andre og

allerede eksisterende aktører. Vi vurderer derfor diagnostikkoppgaven deres til å ha en lav, men positiv verdi.

O: Overvåkingen vil sannsynligvis ikke ha signifikant verdi knyttet til dødelighet eller kostnader ved sykdomsutbrudd utover det vi har diskutert under «Anleggenes daglige drift.»

Overvåkingen av sykdom som PD og ILA kan likevel ha en verdi i salget av produsert fisk. PD ble internasjonalt meldepliktig i verdens dyrehelseorganisasjon i 2014. Land som kan dokumentere at de ikke har SAV i eget land, har hjemmel til å nekte import av smitteførende materiale. Veterinærinstituttet overvåker forekomsten av SAV, og det pågår et overvåkningsprogram som skal dokumentere at Nord-Trøndelag og Nord-Norge er fri for viruset som er årsaken til PD. I evalueringer av Veterinærinstituttet kommer det frem at brukere av Veterinærinstituttets tjenester ser på det som verdifullt at det er Veterinærinstituttet i Norge som har denne rollen. Dette gjelder også for ILA.

Vi konkluderer med at Veterinærinstituttets overvåking av sykdom har en viss verdi i at den har en positiv effekt på næringens markedsadgang.

R: Rådgivningen knyttet til dødelighet og kostnader ved sykdomsutbrudd kan være av stor verdi for næringsaktørene. Som diskutert tidligere kan likevel rådgivningstjenestene lett replikeres av private aktører ved bortfall av Veterinærinstituttet. Det er nemlig den forskningsbaserte kunnskapen som gjør at rådgivningen blir verdifull. Rådgivning overfor myndighetene kan påvirke kostnadene gjennom reguleringer, men vil i liten grad påvirke sluttresultatet utover det som allerede diskuteres under «Anleggenes daglige drift» over. Vi konkluderer derfor med at verdien av Veterinærinstituttets oppgaver som gjelder rådgivning for å redusere dødelighet ved utbrudd er lav.

4.2.3 Analyse av beredskapsfunksjonen

I avsnittene over diskuterte vi Veterinærinstituttets enkeltaktiviteter relatert til fiskehelse og fiskevelferd i havbruksnæringen. Et av de viktigste bidragene til de ulike enkeltoppgavene er likevel hvordan de samlet styrker Veterinærinstituttets arbeid for å sikre tilstrekkelig beredskap mot sykdom. Vi vil derfor i denne delen vurdere beredskapsfunksjonen til Veterinærinstituttet. Mens vi i avsnittet over diskuterte enkeltaktiviteter opp mot tre utvalgte sykdommer, vil vi i dette avsnittet vurdere verdien av beredskap mot sykdommer generelt. Som nevnt er beredskap mot sykdommer også beredskap mot nye og ukjente sykdommer. Vi

velger derfor å analysere beredskapsfunksjonen til Veterinærinstituttet uten å vurdere enkeltstående sykdomsutfordringer.

Som omtalt over har Veterinærinstituttet en viktig rolle som kunnskapsleverandør til myndighetene ved sykdomsutbrudd. Dette gjelder forebygging og rådgivning i forkant av sykdomsutbrudd, samt rådgivning, oppklaring og håndtering av sykdommer i etterkant av utbrudd. Summen av disse aktivitetene inngår i Veterinærinstituttets produksjon av beredskap mot sykdom. Arbeidet med beredskap omslutter således alle oppgavene omtalt i analysen over (kap. 4.2.2). Veterinærinstituttets arbeid med beredskap innebærer å ha god kjennskap til sykdomsbildet, samt være forberedt på å møte kritiske situasjoner. Det er også avgjørende å besitte kunnskap til å håndtere og redusere skadevirkningene av uønskede hendelser. Beredskap omfatter både tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak ved uønskede hendelser. Beredskapen hos Veterinærinstituttet utøves på flere nivå: i) beredskap på nasjonalt nivå, ii) beredskap på næringsnivå (her: havbruksnæringen) og iii) beredskap overfor enkeltsselskaper.

Veterinærinstituttet produserer en rekke relaterte tjenester, og kan derfor sees på som en 'flervareprodusent.' Flervareprodusenter har spesielle karakteristika, og kan utnytte gevinster ved omfangsøkonomi, komplementariteter og/eller interne synergier mellom avdelinger/fagfelt. I det følgende ser vi derfor på hvordan skalagevinster, omfangsgevinster og karakteristika ved tjenestene Veterinærinstituttet produserer, kan gi samfunnsøkonomiske gevinster utover det som fremkommer ved å se på hver enkelt aktivitet isolert.

Skalaøkonomi

Gevinster knyttet til skalaøkonomi er kostnadsfordeler som en produksjonsenhet har som følge av størrelsen av produksjonen. Når produksjonen er karakterisert ved signifikante faste kostnader, faller gjennomsnittskostnadene når en øker produksjonsnivået. Henderson og Cockburn (1996) finner at det er gevinster ved skalaøkonomi i forskning på legemidler, noe som begrunnes med at det er signifikante faste kostnader i denne næringen. Investeringer i laboratorier og spesialisert utstyr vil lettere kunne gjennomføres av større enheter. De peker også på at den underliggende kunnskapen som kreves for å utvikle nye legemidler er svært kompleks og at det er potensiale for spesialisering. Dette gjelder sannsynligvis også for Veterinærinstituttet. En høy andel av personellet har høy kompetanse på sine fagfelt. Stor skala muliggjør at Veterinærinstituttets ansatte i større grad kan spesialisere seg innen smalere fagfelt. Jo større spesialisering en

oppnår, jo større blir kostnadseffektiviteten og produktiviteten. Macher og Boerner (2006) finner at en bedrift med erfaring fra flere relaterte fagfelt i større grad kan oppta spillovers av forskning og utvikling. Større enheter vil lettere kunne ha spesialisert arbeidskraft i for eksempel forskningsavdelingen.

Forskningsrådet (2010) viser også til brukere av Veterinærinstituttet som er bekymret for kapasiteten til Veterinærinstituttet. Det faglige nivået på prøvetaking, diagnostikk og analyse er høyt, men på flere områder nås kapasitetsgrensen for fort. Dette kan være kritisk, spesielt i beredskapssituasjoner som varer over tid. Ifølge Forskningsrådet (2010), har Veterinærinstituttet en utfordring når det gjelder å levere prøvesvar til rett tid. Dette kan også være en indikasjon på at kapasiteten til Veterinærinstituttet ikke er tilstrekkelig i noen situasjoner.

Det er også avgjørende at kapasiteten til Veterinærinstituttet er tilstrekkelig til å håndtere ekstreme situasjoner, eksempelvis store sykdomsutbrudd. Når det er liten sannsynlighet for et fremtidig alvorlig sykdomsutbrudd, er det ikke gitt at private aktører har insentiver til å holde et samfunnsmessig ønsket nivå på beredskapen.¹⁰

I økonomiske analyser behandles katastrofer særskilt. Dette er hendelser som inntreffer sjelden, men gir alvorlige negative konsekvenser. Ofte har de negative effektene fra en katastrofe irreversible virkninger, eller det er svært kostbart å komme tilbake til utgangssituasjonen. Utviklingen i oppdrettsnæringen i Chile på slutten av 1990-tallet ble av mange sett på som en katastrofe. Den voldsomme reduksjonen i produksjon, fallet i verdi på gjenværende produksjon og de store kostnadene som krevdes for å gjenoppbygge næringen, viste at voldsomme sykdomsutbrudd i oppdrettsnæringen kan ha karakter av å være katastrofer. Et voldsomt sykdomsutbrudd i norsk oppdrettsnæring, hvor i) sykdommen har store negative konsekvenser for et anlegg, og ii) sykdommen lett smitter mellom fisk og anlegg, vil kunne ha store negative konsekvenser på flere nivå. Både sykdommens evolusjon, befolkningens reaksjon på sykdomsutbrudd og internasjonale handelsrestriksjoner, vil være vanskelig å tallfeste på forhånd.

Sammenhengene i naturen er også ofte komplekse og preget av stor usikkerhet. For det første er det vanskelig å forutse hvordan sykdommer spres langs kysten. Dernest er det usikkerhet knyttet til både hvor dødelige sykdommene kan være og hvor raskt og effektive eventuelle vaksiner vil være. Bare en tilstrekkelig

¹⁰ Innen legemiddelindustrien omtales såkalte 'orphan drugs' og 'orphan diseases.'

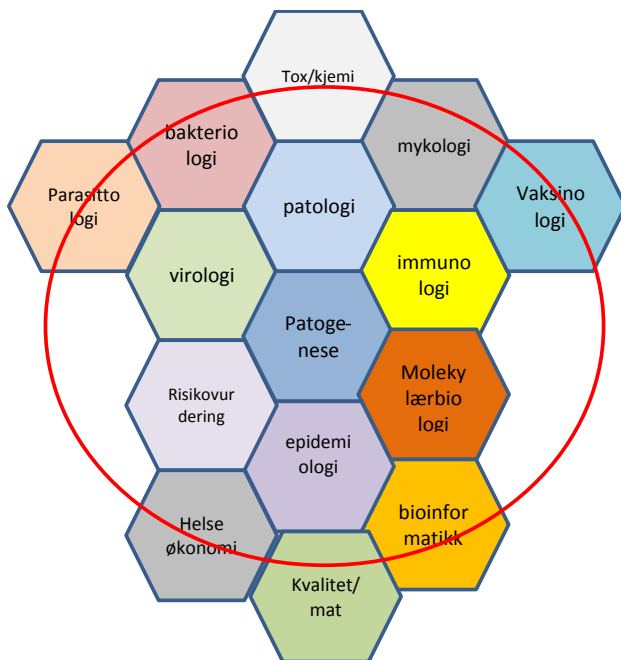
skalert beredskap vil kunne redusere de negative konsekvensene av store sykdomsutbrudd. En effektiv og hensiktsmessig skalert beredskap vil være viktig for å unngå at den norske oppdrettsnæringen kommer i en situasjon med store sykdomsmessige utfordringer. Forskningsbasert kunnskap om fiskehelse og sykdommer vil være sentralt om en skulle stå overfor et voldsomt sykdomsutbrudd. Det bør bemerkes at St.mld. 13 (1992-1993) legger et Føre-var-prinsipp til grunn når det foreligger trussel om alvorlig eller uopprettelig skade.

Omfangøkonomi

Veterinærinstituttet produserer en rekke relaterte tjenester, og det er potensielt gevinster knyttet til omfangøkonomi. Omfangøkonomi er gitt ved tilfellet hvor det er billigere å produsere to tjenester sammen (kvantum tjeneste 1: q_1 og tjeneste 2: q_2), enn å produsere de to tjenestene separat, eller $C(q_1, q_2) < C(q_1, 0) + C(0, q_2)$.¹¹ For eksempel påvirker forskningsaktivitetene til Veterinærinstituttet effektiviteten til diagnostikken hos Veterinærinstituttet, både gjennom utvikling av mer effektive diagnoser og ved utvikling av nye diagnostiske metoder. Rutinepregede oppgaver som analyser og diagnoser kan gjennomføres av andre miljø til en lavere pris. Men ifølge Forskningsrådet (2010) er det to årsaker til at flere av disse oppgavene gjennomføres av Veterinærinstituttet. For det første er det i mange tilfeller ikke bare svar på prøver/analyser som er ønsket, en søker også å vurdere konsekvenser og andre tema relatert til prøvetakningen. For det andre må Veterinærinstituttet gjennomføre et visst antall prøver per år som følge av oppgavene de har vedrørende mellom annet overvåkning. På samme måte er rådgivningstjenestene til Veterinærinstituttet basert på faglig spisskompetanse fra en rekke fagfelt, som illustrert i figur 6. Henderson og Cockburn (1996) finner at gevinstene som oppstår som følge av omfangøkonomi er større enn skalaøkonomi i forskning og utvikling av legemidler i en empirisk undersøkelse av farmasøytiske bedrifter. Omfangøkonomi oppstår også når innsatsfaktorer for eksempel i diagnostisk arbeide kan benyttes i relaterte aktiviteter, eller når ulike aktiviteter deler bruken av innsatsfaktorer uten at det medfører ytterligere kostnader. Veterinærinstituttets rådgivningstjenester har stor gevinst av å basere seg på det omfattende arbeidet med overvåkning, diagnostikk og forskning.

¹¹ $C(\cdot; \cdot)$ angir kostnad.

Henderson og Cockburn (1996) finner at forskningsprogrammer lagt til større selskaper i større grad realiserer gevinster fra omfangsøkonomi enn mange små selskaper. På grunn av størrelsen og omfanget av aktiviteter hos Veterinærinstituttet er det lite sannsynlig at andre aktører er i stand til å realisere omfangsgevinster i den grad som Veterinærinstituttet er. I en oppfølgingsstudie finner de lignende resultater (Cockburn og Henderson, 2001). Nesta og Saviotti (2005) finner at omfanget av kunnskapsbasen til et farmasøytisk selskap er viktig for å forklare investeringer i forskning og utvikling. Et pågående prosjekt hos Veterinærinstituttet illustrerer hvordan en institusjon som Veterinærinstituttet kan trekke vekslers på flere relaterte fagfelt. Prosjektet «Strategic research on gill health at the Norwegian Veterinary Institute» trekker vekslers på en rekke fagfelt som bakteriologi, immunologi, parasittologi, patologi og virologi.



Kilde: Veterinærinstituttet

Figur 6: Veterinærinstituttets fagfelt (beskrevet med sirkel)

Det er lite sannsynlig at andre aktører i Norge har denne bredden i forskningen opp mot fiskehelse, spesielt ikke aktører som også raskt kan stille denne bredden av kunnskap til rådighet for den norske forvaltningen i arbeidet mot utbrudd av sykdommer. Et eksempel på dette er hvordan Veterinærinstituttet kunne stille

personell fra flere fagfelt og avdelinger til disposisjon i det pågående utbruddet av ILA i Nord-Norge.

For vårt formål er en viktig fordel knyttet til realisering av omgangsgevinster, muligheten Veterinærinstituttet har til å raskt tilpasse seg uventede situasjoner, for eksempel ved større sykdomsutbrudd. Veterinærinstituttet har per i dag flere relevante fagfelt og flere avdelinger med tilstrekkelig kompetanse til å bistå i beredskapen mot både nye og eksisterende sykdommer. Om deler av aktivitetene blir fjernet fra Veterinærinstituttet må en i større grad koordinere aktiviteter og personell fra langt flere institusjoner og selskaper. Dette vil øke koordineringskostnadene og sannsynligvis redusere mulighetene for raskt og kostnadseffektivt å respondere ved sykdomsutbrudd. Når Veterinærinstituttet har tilgang til de nødvendige fagdisipliner og avdelinger, har de også stor fleksibilitet til å møte ukjente sykdomsutbrudd på en tidsmessig og kostnadseffektiv måte. Dette er spesielt viktig for effektiviteten i beredskapsarbeidet.

Beredskap; synergier, eksternaliteter og kollektive gode

Beredskapen som Veterinærinstituttet produserer kan anses som den samlede produksjon av kunnskap for å møte fremtidige kjente og ukjente helse- og sykdomsutfordringer opp mot havbruksnæringen. Kunnskapsproduksjon har klart karakter av å være et kollektivt gode. Dette innebærer at kunnskap opparbeidet i et program eller en avdeling kan benyttes som innsatsfaktor i andre programmer eller avdelinger. Mens omfangsøkonomi viser til gevinster på kostnadssiden knyttet til flervareproduksjon, er det sannsynligvis også synergier i produksjonen som følge av samproduksjon. Rådgivningsfunksjonen til Veterinærinstituttet har stor nytte av forskningen som foregår hos Veterinærinstituttet. Det samme kan sies om aktiviteter som diagnostikk og overvåkning.

Forskning bidrar til at eksisterende teknologier effektiviseres og nye teknologier innføres. Kunnskapsakkumulasjon bestemmes av flere faktorer og det er ikke gitt at faktorer som bidrar til utvikling av eksempelvis abstrakt kunnskap, bidrar til oppbygning av anvendt kunnskap. To egenskaper knyttet til kunnskap er viktig for forståelsen av hvordan kunnskap akkumuleres. Først, all kunnskap er ikke-rivaliserende i bruken. Dette innebærer at hvordan en bedrift bruker kunnskap knyttet til diagnostikk, ikke reduserer potensialet for at andre bedrifter bruker den samme kunnskapen. Dernest, kunnskap er til en viss grad ekskluderbar. I hvilken grad en type kunnskap er ekskluderbar avhenger av i) egenskapene ved kunnskapen og ii) de juridiske/økonomiske institusjonene som styrer eiendoms-

rettighetene til denne kunnskapen. Det er ikke ønskelig at aktøren holder kunnskap om aspekter ved beredskap tilbake. For eksempel publiserer Veterinærinstituttet jevnlig opparbeidet kunnskap om diagnostikk og sykdommer på sine nettsider. Det er ikke gitt at private aktører har insentiver til å gjøre det samme. I andre tilfeller er det egenskaper (eksempelvis kompleksitet) som gjør at konkurrerende bedrifter ikke kan nyttiggjøre seg kunnskapen. Kunnskap om lokale forhold opparbeidet over tid internt i en bedrift kan være tilstrekkelig kompleks (og lokal) til at andre bedrifter ikke klarer å nyttiggjøre seg denne. Graden av ekskluderbarhet knyttet til kunnskap bestemmer i hvilken grad markedskrefter kan forventes å investere tilstrekkelig i kunnskap. For å sikre at investeringene i kunnskap gjennomføres på et tilstrekkelig nivå, må myndighetene enten subsidiere private selskaper eller sikre at en offentlig aktør står for kunnskapsinvesteringene.

Den generelle forskningen ved Veterinærinstituttet gir en kunnskapsbase som er fritt tilgjengelig siden kunnskapen publiseres og er tilgjengelig for alle andre aktører i havbruksnæringen. Ansatte hos Veterinærinstituttet publiserer jevnlig i internasjonalt anerkjente tidsskrifter og deltar aktivt i rådgivning mot næring og myndigheter. En offentlig aktør som Veterinærinstituttet bidrar med andre ord til spredning av kunnskap. Spillovers (eller overføring av kunnskap) mellom aktører kan påvirke private selskapers insentiver til å investere i kunnskapsakkumulasjon. En skiller mellom to typer smitteeffekter, smitteeffekter på innsatsfaktorsiden og smitteeffekter på sluttproduksiden.

d'Aspremont og Jacquemin (1988) utviklet en modell hvor selskapene investerer i forskning og utvikling for å redusere produksjonskostnadene, og hvor det er smitteeffekter på innsatsfaktorsiden mellom to konkurrerende bedrifter. De finner at smitteeffekten mellom bedrifter fører til at selskapene investerer for lite i forskning og utvikling, med andre ord at produksjonskostnadene i næringen er for høye. Kamien *et al.* (1992) anvender en modell som ligner på modellen omtalt over, men vurderer smitteeffekter på sluttproduksiden. De finner også med bakgrunn i en teoretisk modell at markedsmekanismene gir for lave investeringer i forskning og utvikling, og dermed for høye kostnader. Smitteeffekter på sluttproduksiden innebærer at kunnskap overføres mellom selskapene i fasen hvor forskning og utvikling finner sted, og ikke knyttet til sluttproduktet. For vårt formål tilsier dette at utvikling av eksempelvis diagnostiske metoder kan bli redusert om den i for stor grad gjennomføres av private aktører.

Bakgrunnen for at private selskaper reduserer investeringene i forskning og utvikling, er at selskapene ikke klarer å fange inn hele profitten som investeringen i forskning og utvikling skaper. På grunn av at opparbeidet kunnskap smitter over til konkurrerende foretak, forvitrer gevinstene av å gjennomføre forskning og utvikling. Konkurrerende selskaper drar nytte av andres investeringer i forskning og utvikling, og blir tøffere konkurrenter i markedet for sluttproduktet. Sett i lys av diskusjonen om Veterinærinstituttets produksjon av beredskap, kan eksistensen av smitteeffekter mellom private selskaper bety at Veterinærinstituttet må sikres en tilstrekkelig andel av denne type aktiviteter. Alternativt må de private aktørene sikres støtte (eksempelvis subsidier) som bidrar til å til at selskapene har tilstrekkelig sterke økonomiske insentiver for å drive forskning, diagnostikk og overvåkning.

Som omtalt under avsnittet om omfangsøkonomi vil det være synergier – eller krysseffekter – mellom avdelinger. Dette innebærer at kvaliteten av arbeidet i en avdeling påvirker kvaliteten på arbeidet i andre avdelinger. Når denne type krysseffekter eksisterer mellom avdelinger (og mellom fagdisipliner), blir det vanskeligere å realisere gevinstene når oppgavene er spredt ut hos en lang rekke mindre aktører. Om diagnostikkarbeidet legges til en lang rekke mindre aktører, vil det kunne øke koordineringskostnadene i arbeidet med overvåkingen av sykdomsbildet. Om en avdeling faller bort (som i en bortfallsanalyse), vil dette påvirke kvaliteten og effektiviteten hos de øvrige avdelingene. På samme måte må en forvente at om for eksempel arbeidet med diagnostikkarbeidet i stor grad legges til private aktører, vil dette påvirke kvaliteten på arbeidet utført ved de øvrige avdelingene hos Veterinærinstituttet. For det første, på grunn av at interne synergier vanskeligere lar seg realisere. I tillegg vil private aktører sannsynligvis ikke ha tilstrekkelige insentiver til å investere i forskning og utvikling, og nivået på investeringene kan være for lave for å sikre et hensiktsmessig nivå på kunnskapsproduksjonen. Om noen av de private aktørene har lavere kvalitet i diagnostikkarbeidet, reduserer dette kvaliteten på overvåkingen og rådgivningen overfor myndighetene. Disse effektene illustrerer at man ikke uten videre kan vurdere verdien av de ulike aktivitetene hver for seg, og at det dermed er mest hensiktsmessig å vurdere produksjonen av beredskap som en funksjon av alle aktivitetene samlet. I tillegg vil det sannsynligvis være relativt stor forskjell på de ulike effektene på kort og lang sikt.

På kort sikt vil en vanskelig kunne erstatte enkeltbidragene som Veterinærinstituttet står for, da de organisatoriske og teknologiske strukturene lar seg ikke

lett erstatte. Det er tidkrevende å bygge en organisasjon som raskt skal respondere på store sykdomsutbrudd. På lang sikt vil en større del av oppgavene som Veterinærinstituttet står for kunne bli erstattet av private og offentlige aktører, men diskusjonen over vil fortsatt være gyldig. Ved skala- og omfangsfordeler på kostnadssiden, samt komplementariteter i produksjonen av tjenestene, vil en vanskelig kunne oppnå en kostnadseffektiv produksjon med samme kvalitet om de ulike oppgavene blir overtatt av mindre og mer spesialiserte aktører.

4.2.4 Samlet vurdering

Under gir vi en samlet vurdering av Veterinærinstituttets arbeid opp mot de tre fiskehelseproblemene PD, ILA og lakselus som vi har analysert over (tabell 6). Analysen vår viser at av de ulike enkeltoppgavene Veterinærinstituttet utfører relatert til oppdrettsnæringen, er det deres forskningsoppgaver som har den klart største samfunnsøkonomiske verdien. Forskning er særlig viktig når det gjelder å redusere risikoen for utbrudd av sykdom gjennom reguleringer, når det gjelder å gjøre riktige valg i driften av oppdrettsanleggene (og næringen sett under ett), og for å redusere spredning av smitte mellom fisk og anlegg. For det andre kan en stor og anerkjent aktør som Veterinærinstituttet, med et bredt kontaktnett og høy kompetanse innenfor en rekke fiskehelserelaterte tema, være mer effektiv enn om de samme oppgavene hadde blitt fordelt på flere mindre institutter.

Det er flere grunner til at Veterinærinstituttets forskning er så viktig i forhold til å redusere risikoen for utbrudd. For det første er det store eksternaliteter både når det gjelder innovasjon (positive spillover-effekter), og når det gjelder de enkelte aktørenes egne incentiver til å redusere smittespredning (negativ smitte-eksternalitet). Begge disse bidrar til at næringsaktørene selv har for svake incentiver både til innovasjon og til å bruke ressurser på å redusere smitte til andre anlegg (andre selskap). Subsidiert innovasjon er en av flere måter å motvirke denne typen markedssvikt, som for eksempel ved at myndighetene finansierer Veterinærinstituttets forskning til samfunnets beste. For det andre er forskningsbasert kunnskap en kritisk faktor for høy kvalitet i andre tjenester som oppdrettsnæringen nyter godt av: diagnostikk, overvåking og rådgivning, uavhengig av om disse oppgavene blir ivaretatt av Veterinærinstituttet eller andre. En siste viktig grunn for den høye verdien av Veterinærinstituttets forskning er de store verdiene som står på spill ved alvorlige sykdomsutbrudd i havbruksnæringen. En annen måte å se dette på er ved å ta utgangspunkt i tallene i tabellene 2-5, som gir anslag på tap ved utbrudd av de ulike sykdommene vi har vurdert i analysen. Skal man få til en betydelig reduksjon i kostnadene de ulike

sykdommene påfører næringen (uten store reduksjoner i produksjonsvolum), må man mest sannsynlig forske og finne frem til ny kunnskap og nye løsninger.

Veterinærinstituttets oppgaver knyttet til rådgivning og overvåking har også et relativt stort samfunnsøkonomisk bidrag. Når det gjelder rådgivning, gjelder den høye samfunnsøkonomiske verdien særlig rådgivning overfor myndigheter og som grunnlag for reguleringer. Rådgivning overfor private aktører kan derimot enklere erstattes av private konsulentselskap eller andre som selger slike tjenester til næringen. Så lenge disse aktørene har tilgang til forskningsbasert kunnskap fremskaffet av Veterinærinstituttet og andre, er ikke egen forskning nødvendig for å kunne yte god rådgivning. Veterinærinstituttets rolle innenfor overvåking er viktig fordi et godt og velfungerende overvåkingsprogram krever koordinering, gjerne utført av en nøytral aktør som ser hele bildet, samt systematisering og analyse av informasjon. Denne typen oppgave egner seg derfor i mindre grad for private aktører. Det er dessuten ikke stor nok overlapp mellom Veterinærinstituttets oppgaver og andre offentlige aktørers oppgaver til at denne type rådgivning og overvåking hadde blitt sikret av andre aktører i Veterinærinstituttets fravær. Unntaket her er Havforskningsinstituttets arbeid med å overvåke lusesituasjonen knyttet til deres arbeid mot villfisk.

Tabell 6: Enkeltvis vurdering av oppgavene basert på bortfallsanalyse av Veterinærinstituttets oppgaver mot ILA, PD og lakselus på en skala fra 0 (ingen) til +++ (høy positiv)

	Forskning	Diagnostikk	Overvåking	Rådgivning
Daglig drift (a)	+++	+	++	++
Smittepress (s)	+++	0	++	+++
Mortalitet (m), kostnader/kvalitet/ pris (k)	+	+	+	+
Samlet vurdering	+++	+	++	++

Det er mindre kritisk at Veterinærinstituttet gjennomfører oppgaver knyttet til diagnostikk. Her konkluderer vi med at verdien av Veterinærinstituttets tjenester er positiv, men lavere enn de øvrige oppgavene vi har sett på. Det finnes nemlig en rekke private aktører som tilbyr denne typen oppgaver. Unntaket er Veterinærinstituttets arbeid med å forsøke å stille diagnose i tilfeller med ukjent sykdomsbilde, som blant annet kan medføre at nye sykdommer oppdages. Det er

flere indikasjoner på at flere sykdommer kan bli påvist i den norske oppdrettsnæringen i årene som kommer. Med økende havtemperaturer kan nye arter og sykdommer flytte nordover til norske farvann. Dette øker behovet for tjenestene som Veterinærinstituttet står for i dag. Og enda viktigere, behovet for forskningsbasert diagnostikk, overvåkning og rådgivning øker. Veterinærinstituttet har tidligere forsket på sykdommer relatert til global oppvarming, dog ikke knyttet til fiske sykdommer (Jore *et al.*, 2014). Eksempler på sykdommer som nylig har blitt påvist i Norge er VHS (Lyngstad *et al.*, 2015) og Virus-Y, i tillegg er det påvist bare to av seks SAV-virus i norske farvann. Det er andre versjoner av SAV i nærliggende farvann, dette gjelder både Skottland og Irland.

Merk at når man leser tabell 6 er det viktig å huske at det kan være andre fordeler ved å samle flere oppgaver hos en aktør som Veterinærinstituttet. Det er sannsynligvis gevinster ved at samme institusjon står for arbeidet med flere av disse oppgavene samlet. Det er tre årsaker til dette. Først er det stordriftsfordeler i produksjonen av beredskap. For eksempel er det sannsynligvis stordriftsfordeler i bruken av laboratorier. Det er også avgjørende at Veterinærinstituttet har en tilstrekkelig kapasitet til å kunne møte store fremtidige utbrudd av sykdommer.

For det andre er det omfangsgevinster i produksjonen av beredskap. Veterinærinstituttet har medarbeidere med spesialkompetanse innen en rekke relevante fagfelt og som arbeider med diagnostikk, overvåkning og forskning. Det er også synergier ved å holde produksjonen av de ulike aktivitetene innenfor samme organisasjon. Dette gjelder synergier i de daglige arbeidsoperasjonene, men er spesielt viktig i beredskapsrollen hvor Veterinærinstituttet kan sette sammen team som kan møte kjente og ukjente sykdomsutbrudd på kort varsel. Denne type gevinster relateres til produksjonskostnadene og tilsier at Veterinærinstituttet bør produsere en stor del av tjenestene omtalt over, samt ha et tilstrekkelig omfang av aktiviteter.

For det tredje har kunnskap karakter av å være et kollektivt gode, noe som gjør at en ikke kan forvente at private aktører investerer tilstrekkelig i forskning uten offentlige inngrep. Det er eksternaliteter og smitteeffekter i forskning og utvikling. Det er også interne synergier mellom ulike fagfelt og avdelinger ved Veterinærinstituttet. Ved å redusere omfanget av Veterinærinstituttet vil det være vanskeligere å realisere disse eksternalitetene og synergiene. Det er også eksterne effekter mot næringen og andre aktører i forskning og utvikling. Med mindre myndighetene griper inn i markedet vil private aktører ha for svake insentiver til å investere i forskning og utvikling.

Når en vurderer de ulike aktivitetene hver for seg, kan de til en viss grad erstattes av andre aktører. Når en ser på de ulike aktivitetene som en del av et større system for å produsere tjenesten beredskap, styrkes derimot argumentasjonen for at en aktør som Veterinærinstituttet skal stå for en stor del av omfanget av aktivitetene. Forskningsrådet (2010) viser til at Veterinærinstituttet har flere beredskaps- og overvåkningsfunksjoner, at de er nasjonalt referanselaboratorium på en rekke områder, samt at Veterinærinstituttet har oppgave som internasjonalt referanselaboratorium innen fiskehelse. For at Veterinærinstituttet skal kunne opprettholde et tilstrekkelig høyt nivå på disse oppgavene, må de kontinuerlig oppdatere og utvikle diagnoser og metoder for prøvetakning. Dette krever også at Veterinærinstituttet har en stor og effektiv laboratoriekapasitet. Forskningsrådet (2010) viser også til at brukere mener det er viktig å ha et forskningsmiljø i Norge som innehar den kompetansen som instituttet sitter på.

Rapporten fra Forskningsrådet (2010) anfører videre at skillet mellom næringsrettet og forvaltningsmessig forskning er kunstig, og at det kan være ødeleggende for det omfattende kompetansemiljøet som Veterinærinstituttet besitter. Selv om skala- og omfangsfordeler på kostnadssiden og samt komplementariteter i produksjonen av ulike tjenester taler for at en del aktivitet samles hos én aktør som Veterinærinstituttet, er det derfor viktig at dette ikke går på bekostning av Veterinærinstituttets troverdighet. Det er avgjørende for troverdigheten til Veterinærinstituttet at de har armlengdes avstand til næringsaktørene, og at de næringsmessige kontaktene ikke blir for tette og omfattende. Verdien av Veterinærinstituttet er størst om det forblir en troverdig aktør for publikum og handelspartnere, noe man kan oppnå ved å overlate noen rådgivningstjenester til private aktører.

Som diskutert tidligere kan vår oversikt av enkeltaktivitetene (jf. tabell 6) anses som et konservativt anslag på konsekvensen av å legge ned Veterinærinstituttets oppgaver på området. En annen og viktig reservasjon gjelder våre anslag på størrelsesorden ved å redusere (eller øke) kostnadene knyttet til næringens sykdomsutfordringer. Det er grunn til å anta at det norske reguleringsregimet for oppdrettsnæringen er relativt bra, noe blant andre Veterinærinstituttet bidrar til. Men dess mindre sykdomsproblemer man har, og har hatt på grunn av et velfungerende forvaltningsregime, dess lavere kostnadsanslag får vi ved å vurdere historiske kostnader ved sykdom i havbruksnæringen. Dette gjør det vanskeligere å forestille seg økte sykdomsproblemer i fremtiden enn de vi har i dag. Dette gjør det også vanskelig å definere et realistisk alternativ, og å tallfeste

effekten av hver aktørs rolle i det store bildet. Dette betyr imidlertid ikke at verdien av forvaltningsregimet er lav. Så lenge Veterinærinstituttet, den øvrige forvaltningen og næringen selv gjør en god jobb med å hindre sykdomsutbrudd i den norske havbruksnæringen kan verdien av forvaltningens arbeid fremstå som lav. Om de derimot gjør en dårlig jobb, og sykdom blir et stort problem for næringen, vil verdien av Veterinærinstituttets tjenester ironisk nok fremstå som høyere.

Det er det totale arbeidet med å sikre tilstrekkelig beredskap mot sykdom som bør være den parameteren Veterinærinstituttet måles opp mot. Dette arbeidet består av en rekke avdelinger og fagdisipliner. Vi har vist til at det på kostnads-siden i produksjonen av beredskap er potensielle gevinster ved å holde en stor andel av aktivitetene hos Veterinærinstituttet. Samtidig er det interne og eksterne eksternaliteter og synergier mellom avdelingene som gjør at samproduksjon gir høyere kvalitet enn spredt produksjon av mange av oppgavene som Veterinærinstituttet står for.

Oppsummert kan en fastslå at bortfall av Veterinærinstituttets arbeid med beredskap har en stor samfunnsøkonomisk negativ konsekvens. Dette begrunner vi med at Veterinærinstituttets arbeid med beredskap har stor verdi, og samtidig at verditapet ved bortfall av Veterinærinstituttets bidrag på feltet er stort. Når en ser på den totale verdiskapingen havbruksnæringen har for Norge, kan forverret fiskehelse ha store økonomiske konsekvenser. Det er avgjørende både for kvaliteten på Veterinærinstituttets arbeid og for en kostnadseffektiv forvaltning av havbruksnæringen, at Veterinærinstituttet har en relativt stor skala på forskning, rådgivning, diagnostikk og overvåkning. Dette på grunn av at disse aktivitetene er avgjørende for kvaliteten på beredskapen.

5 KONKLUSJONER

I denne rapporten har vi gjennomført en todelt samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttet. Først så vi på fire utvalgte arbeidsoppgaver som Veterinærinstituttet utfører opp mot den norske oppdrettsnæringen. Deretter analyserte vi de fire oppgavens bidrag opp mot det totale beredskapsarbeidet som Veterinærinstituttet står for. Vi har gjennomført en bortfallsanalyse av hver enkelt av de fire oppgavene i forhold til en rekke faktorer som bidrar til tap grunnet fiskehelseproblemer i næringen. I tillegg analyserte vi hva effektene av bortfall av disse oppgavene vil ha på beredskapsoppgaven til Veterinærinstituttet. Vi har ikke forsøkt å gjøre et tallmessig anslag på verdien av hver av de valgte oppgavene da dette vil være svært krevende og også gi svært usikre anslag. Vi har heller forsøkt å bruke tilgjengelig tallmateriale til å si noe om størrelsesorden på ulike fiskehelseproblemer Veterinærinstituttet bidrar til å holde nede eller løse. Vi har fokusert på tre av de økonomisk viktigste utfordringene for dagens oppdrettsnæring: ILA, PD og lakselus.

Vi finner at forskningen som Veterinærinstituttet gjennomfører opp mot næringen er den desidert mest verdifulle av oppgavene vi har analysert, og anses som svært viktig for næring og myndigheter. Denne konklusjonen baserer seg på at forskningen er av høy kvalitet, samtidig som den i stor grad er rettet mot de eksisterende utfordringene som oppdrettsnæringen står overfor. Rådgivning og overvåkning er også viktig, og da særlig rådgivning mot myndigheter og forvaltning. Myndighetene benytter seg aktivt av Veterinærinstituttet i planleggingen og den praktiske gjennomføringen av reguleringer og overvåkningsprogrammer for oppdrettsnæringen. Den kunnskapsbaserte rådgivningen utført av andre aktører, som Veterinærinstituttets forskning bidrar til, er også verdifull.

Mye av diagnosearbeidet kan derimot utføres av andre aktører, særlig diagnostisering av kjente sykdommer. Denne oppgaven ser vi derfor på som den med lavest samfunnsøkonomisk verdi. Det er også verdt å bemerke at vi ser en stadig økende konsentrasjon i næringen. Med økt konsentrasjon vil det bli enklere for næringsaktørene å få til effektiv selvkoordinering i arbeidet mot smittespredning, samt at færre og større selskaper typisk fører til mer innovasjon. Over tid kan dermed verdien av Veterinærinstituttets oppgaver falle i den grad de kan overtas av næringen selv. Det er likevel usannsynlig at vi får store endringer i vurderingen presentert i tabell 6 med det første. Vi vil også legge til at verdien av alle oppgavene til Veterinærinstituttet som vi har analysert øker med omfanget,

og alvorligheten av de mulige sykdomsutbruddene. Nye sykdommer og mer alvorlige sykdomsutbrudd øker verdien av oppgavene som Veterinærinstituttet står for, samt gjør det mindre sannsynlig at andre aktører kan erstatte Veterinærinstituttet i arbeidet opp mot oppdrettsnæringen.

Mens forskningen til Veterinærinstituttet er den oppgaven som enkeltvis har størst verdi for havbruksnæringen, er det det samlede arbeidet opp mot beredskap mot sykdom og smitte av sykdom som er Veterinærinstituttets viktigste oppgave. Beredskap bygger i stor grad på de fire arbeidsoppgavene forskning, diagnostikk, rådgivning og overvåkning, og vi finner at andre aktører i langt mindre grad kan erstatte Veterinærinstituttet på dette området. Det at arbeidet innenfor forskning, rådgivning, diagnostikk og overvåkning er viktige innsatsfaktorer i Veterinærinstituttets arbeid med beredskap øker bortfallsverdien av disse fire oppgavene. Veterinærinstituttet er en viktig aktør i forvaltningens totale beredskapsarbeid, og det er sannsynligvis store gevinster å hente ved at disse fire oppgavene er samlet i samme organisasjon. Dette gjelder både kostnadseffektivitet (skala- og omfangsfordeler) og komplementariteter (og synergier) i produksjonen av beredskap. Dette er spesielt viktig ved omfattende utbrudd av sykdommer som krever umiddelbare og effektive tiltak, og ved utbrudd av nye og ukjente sykdommer. Vi konkluderer derfor med at Veterinærinstituttets arbeid opp mot havbruksnæringen har en betydelig samfunnsøkonomisk verdi.

6 REFERANSER

Abolofia, J., F. Asche, A. Guttormsen og J. Wilen (2014). Putting a price on lice: Quantifying the biological and economic impacts of sea lice on farmed salmonids.

Alvial, A., F. Kibenge, J. Forster, J. Burgos, R. Ibarra og S. St-Hilaire (2012). The Recovery of the Chilean Salmon Industry. The ISA crisis and its consequences and lessons. A Global Aquaculture Alliance report to The World Bank, the Undersecretariat of Fisheries-Chile and the Chilean Salmon Industry Association (SalmonChile). n.a.

Aunsmo, A., P. S. Valle, M. Sandberg, P. J. Midtlyng og T. Bruheim (2010). "Stochastic modelling of direct costs of pancreas disease (PD) in Norwegian farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)." *Preventive veterinary medicine* 93(2): 233-241.

Bergheim, A. (2012). "Recent growth trends and challenges in the Norwegian aquaculture industry." *Lat. Am. J. Aquat. Res* 40(3): 800-807.

Bleie, H. og A. Skrudland (2014). Tap av laksefisk i Sjø, Rapport fra Mattilsynet. Finansiert av Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF). Mattilsynet, Regionkontoret Trøndelag og Møre og Romsdal.

Cockburn, I. M. og R. M. Henderson (2001). "Scale and scope in drug development: unpacking the advantages of size in pharmaceutical research." *Journal of Health Economics* 20(6): 1033-1057.

Costello, M. J. (2009). "The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry." *Journal of fish diseases* 32(1): 115-118.

d'Aspremont, C. og A. Jacquemin (1988). "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers." *American Economic Review* 78(5): 1133-1137.

Fiskeridirektoratet (2013). Lønnsomhetsundersøkelse for produksjon av laks og regnbueørret. Lønnsomhetsundersøkelsen. Fiskeridirektoratet.

Forskningsrådet (2010). En robust instituttsektor: Gjennomgang av forskningsinstitusjonene under LMD inkludert Bygdeforskning. Oslo. Forskningsrådet.

Grave, K. og E. Brun (2016). Use of Antibiotics in Norwegian Aquaculture. Report. The Norwegian Veterinary Institute.

Gullestad, P., S. Bjørge, I. Eithun, A. Ervik, R. Gudding, H. Hansen, R. Johansen, A. Osland, M. Rødseth og I. Røsvik (2011). Effektiv og bærekraftig arealbruk i havbruksnæringen. The Royal Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, Oslo, Norway, Technical Report (in Norwegian).

Henderson, R. og I. Cockburn (1996). "Scale, scope, and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery." *The RAND journal of economics*: 32-59.

ISU (2011). Infectious Salmon Anemia. Iowa State University: The Center for Food Security & Public Health. Iowa State University: The Center for Food Security & Public Health.

Iversen, A., Ø. Hermansen, O. Andreassen, R. K. Brandvik, A. Marthinussen og R. Nystøyl (2015). "Kostnadsdrivere i lakseoppdrett."

Jansen, M., B. B. Jensen og E. Brun (2015a). "Clinical manifestations of pancreas disease outbreaks in Norwegian marine salmon farming—variations due to salmonid alphavirus subtype." *Journal of fish diseases* 38(4): 343-353.

Jansen, M. D., B. B. Jensen, T. Taksdal, H. Sindre og A. Lillehaug (2015b). Pankreassykdom hos laksefisk - en review med fokus på forebygging, kontroll og bekjempelse. Rapport. Oslo. Veterinærinstituttet.

Jensen, B. B., A. B. Kristoffersen, C. Myr og E. Brun (2012). "Cohort study of effect of vaccination on pancreas disease in Norwegian salmon aquaculture." *Dis Aquat Org* 102: 23-31.

Jore, S., S. O. Vanwambeke, H. Viljugrein, K. Isaksen, A. B. Kristoffersen, Z. Woldehiwet, B. Johansen, E. Brun, H. Brun-Hansen og S. Westermann (2014). "Climate and environmental change drives *Ixodes ricinus* geographical expansion at the northern range margin." *Parasites & vectors* 7(1): 1.

Kamien, M. I., E. Muller og I. Zang (1992). "Research Joint Ventures and R&D Cartels." *American Economic Review* 82(5): 1293-1306.

Lillehaug, A., B. B. Jensen, H. Sindre og E. Brun (2012). "Bekjempelsen av PD 2007-2011."

Lyngstad, T. M. (2012). Tracing transmission pathways for infectious salmon anaemia (ISA) virus. Norwegian Veterinary Institute Unipub forlag, Norwegian School of Veterinary Science. PhD.

Lyngstad, T. M., H. Hellberg, H. Viljugrein, B. B. Jensen, E. Brun, E. Sergeant og S. Tavornpanich (2015). "Routine clinical inspections in Norwegian marine salmonid sites: A key role in surveillance for freedom from pathogenic viral haemorrhagic septicaemia (VHS)." *Preventive veterinary medicine*.

Lyngøy, C. (2003). Infectious salmon anemia in Norway and the Faroe Islands: an industrial approach. International response to infectious salmon anaemia: prevention, control, and eradication: proceedings of a symposium. Tech Bull 1902.

Macher, J. T. og C. S. Boerner (2006). "Experience and scale and scope economies: trade-offs and performance in development." *Strategic Management Journal* 27(9): 845-865.

Mardones, F., B. Martinez-Lopez, P. Valdes-Donoso, T. Carpenter og A. Perez (2014). "The role of fish movements and the spread of infectious salmon anemia virus (ISAV) in Chile, 2007–2009." *Preventive veterinary medicine* 114(1): 37-46.

Mattilsynet (2016a). "Infeksiøs lakseanemi (ILA)." Sist oppdatert Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/ila/.

Mattilsynet (2016b). "Pancreas disease (PD)." Sist oppdatert, 20.04.2015 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/pd/.

Mo, T. A., S. Hytterød, A. B. Olsen og H. Hansen (2015). Utvikling av amøbegjellesykdom (AGD) hos laks i tre oppdrettsanlegg i 2013-2014. Oslo. Veterinærinstituttet.

Murray, A. G., R. J. Smith og R. M. Stagg (2002). "Shipping and the spread of infectious salmon anemia in Scottish aquaculture." *Emerging infectious diseases* 8(1): 1-5.

Nesta, L. og P. P. Saviotti (2005). "Coherence of the knowledge base and the firm's innovative performance: evidence from the us pharmaceutical industry*." *The Journal of Industrial Economics* 53(1): 123-142.

NOU (1997). Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. Finans- og tolldepartementet.

NOU (1999). Til laks å alle kan ingen gjera. Norges Offentlige Utredninger. Oslo. 9.

NOU (2012). Samfunnsøkonomiske Analyser. Oslo, Departementenes Servicecenter.

Pettersen, J., K. Rich, B. B. Jensen og A. Aunsmo (2015). "The economic benefits of disease triggered early harvest: A case study of pancreas disease in farmed Atlantic salmon from Norway." *Preventive veterinary medicine* 121(3): 314-324.

Richardsen, R. N., H. Bull-Berg og L. H. Vik (2015). Nasjonal betydning av sjømatnæringen. En verdiskapningsanalyse med data fra 2013 Sintef.

Scheel, I., M. Aldrin, A. Frigessi og P. A. Jansen (2007). "A stochastic model for infectious salmon anemia (ISA) in Atlantic salmon farming." *Journal of the Royal Society Interface* 4(15): 699-706.

St.Meld 16 (2014-2015). Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. Oslo. Nærings- og fiskeridepartementet.

Steinum, T., A. Kvellestad, L. Rønneberg, H. Nilsen, A. Asheim, K. Fjell, S. Nygård, A. Olsen og O. Dale (2008). "First cases of amoebic gill disease (AGD) in Norwegian seawater farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and phylogeny of the causative amoeba using 18S cDNA sequences." *Journal of fish diseases* 31(3): 205-214.

Torrissen, O. (2008). Forskning for verdiskapning. Rapport fra havforskningen. Bergen. Havforskningsinstituttet.

Veterinærinstituttet (2014). Fiskehelse rapporten 2013. Oslo. Veterinærinstituttet.

Veterinærinstituttet (2015). Fiskehelse rapporten 2014. Oslo. Veterinærinstituttet.

Veterinærinstituttet (2016a). "Fakta om: Amøbegjellesykdom (AGD)." Sist oppdatert, 12.02.2015 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Amoebegjellesykdom-AGD>.

Veterinærinstituttet (2016b). "Fakta om: Bakteriell nyresjuka (BKD)." Sist oppdatert, 13.03.2015 fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Bakteriell-nyresjuka-BKD>.

Veterinærinstituttet (2016c). "Fakta om: Flavobacterium psychrophilum." Sist oppdatert, 25.02.2016 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Flavobacterium-psychrophilum>.

Veterinærinstituttet (2016d). "Fakta om: Infeksiøs lakseanemi (ILA)." Sist oppdatert Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/infeksi%C3%B8s-lakseanemi-ila>.

Veterinærinstituttet (2016e). "Fakta om: Lakselus." Sist oppdatert, 08.04.2015 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Lakselus>.

Veterinærinstituttet (2016f). "Fakta om: Pankreassykdom (PD)." Sist oppdatert, 17.03.2015 15:58 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Pankreassykdom-PD>.

Veterinærinstituttet (2016g). "Fakta om: Virusassosiert sykdom hos regnbueørret (virus Y)." Sist oppdatert, 25.02.2016 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Faktabank/Virusassosiert-sykdom-hos-regnbueoerret-virus-Y>.

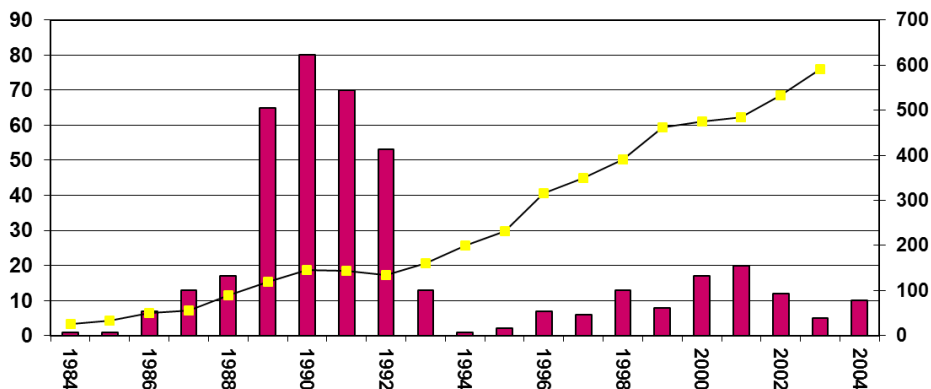
Veterinærinstituttet (2016h). "Hva er Nasjonale Referanselaboratorier (NRL)?" Sist oppdatert, 30.01.2014 Lastet ned 28.05, 2016, fra nettstedet <http://www.vetinst.no/Proevetaking-og-diagnostikk/Akkreditering-og-referansefunksjoner/Referansefunksjoner/Nasjonale-Referanselaboratorier-NRL>.

Veterinærinstituttet (2016i). "Rensefiskhelse: Tapsårsaker og forbyggende tiltak." Sist oppdatert, n.a. Lastet ned 28.05, 216, fra nettstedet http://www.vetinst.no/content/search?SearchText=forebygge&filter%5B%5D=contentclass_id:46&activeFacets%5Bclass:Content%20type%5D=Prosjekt.

Vike, S. (2014). "Infectious salmon anaemia in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. in Chile—transmission routes and prevention."

Appendiks: Utvikling ILA

Figuren under illustrerer utviklingen av produksjon og omfanget av ILA-epidemien fram til 2004 samt offentlige reguleringer som ble iverksatt for å få kontroll med ILA, reguleringer som også hadde en generell smitteforebyggende effekt på andre smittsomme sykdommer.



Kilde: Veterinærinstituttet

Figur 1: Produksjonsomfang og ILA-smitte perioden 1984 til 2004

1984; ILA påvist for første gang

1987; ILA vist å være smittsom

1987: ILA blir listeført

1990: Krav om helsesertifikat

1990: Krav om helsekontroll i settefiskanlegg

1990: Forbud om å flyttes fisk i sjø

1990/91: Forbud om bruk av sjøvann i settefiskanlegg – krav om desinfeksjon ved inntak av sjøvann

1991: Transportforskrifter

1991: Krav om desinfeksjon av avløpsvann fra slakteri

1993: Soneforskrifter

1994: ILA virus identifisert og beskrevet

Denne rapporten dokumenterer SNFs arbeid med gjennomføringen av en samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets arbeid opp mot fiskehelse i oppdrettsnæringen. Prosjektet har gjort anslag på den samfunnsøkonomiske verdiskapingen som Veterinærinstituttets oppgaver med fiskehelse skaper for offentlige og private aktører relatert til oppdrettsnæringen. Vi har avgrenset omfanget av oppdraget til å vurdere fire hovedoppgaver som Veterinærinstituttet står for: rådgivning til myndigheter og næring, diagnostikk, overvåkning og forskning og utvikling. I tillegg til de fire enkeltstående oppgavene vurderer vi den samfunnsøkonomiske verdien av Veterinærinstituttets overordnede beredskap mot sykdomsutbrudd i havbruksnæringen. Vi har fokusert på tre sykdommer som i stor grad har negative økonomiske konsekvenser for oppdrettsnæringen: lakselus, PD og ILA.

Rapporten konkluderer med at i tillegg til den overordnede beredskapsfunksjonen, er det spesielt forskningsaktivitetene til Veterinærinstituttet som har stor samfunnsøkonomisk verdi. Samtidig er det Veterinærinstituttets samlede arbeid opp mot beredskap mot sykdom og smitte av sykdom som er Veterinærinstituttets viktigste oppgave. Vi ser ikke at andre aktører lett kan erstatte Veterinærinstituttets rolle som totalleverandør av beredskapstjenester mot sykdom og smitte av sykdom i havbruksnæringen. På grunn av næringens store verdiskaping har derfor Veterinærinstituttets arbeid opp mot fiskehelse stor samfunnsøkonomisk verdi.

SNF



Samfunns- og næringslivsforskning AS

Centre for Applied Research at NHH

Helleveien 30
NO-5045 Bergen
Norway

P +47 55 95 95 00
E snf@snf.no
W snf.no

Trykk: Allkopi Bergen