



HAVBRUK TIL HAVS – UTFYLLENDE KUNNSKAPSGRUNNLAG FOR UTVELGELSE AV
HAVOMRÅDER.

Bjørn Ådlandsvik

Havforskningsinstituttet
2021

Havbruk til havs – utfyllende kunnskapsgrunnlag for utvelgelse av havområder.

Det vises til Fiskeridirektoratets bestilling om utfyllende kunnskapsgrunnlag for utvelgelse av havområder for havbruk til havs fra 2. september 2021. Dette notatet gir først en oppsummering i form av svar på bestillingens punkter, deretter følger mer detaljert bakgrunn for svarene.

Bestilling og oppsummering

De fire første prikkpunktene i bestillingen lyder:

- Er det mulig å tallfeste hvor mye de foreslåtte HTH områdene 2 og 13 vil smitte med lus inn mot de forskjellige produksjonsområdene?
- Er det mulig å tallfeste prosentvis påvirkning fra foreslåtte områder 2 og 13 på de forskjellige produksjonsområdene?
- Kan man sammenligne smitten fra område 2 og 13, både med hverandre og med smittespredningen mellom produksjonsområdene?
- Hva med sannsynligheten for smitte fra kysten inn i de to HTH områdene, stiller det seg forskjellig for de to områdene?

Områdene er indikert med svarte prikker kartet i figur 1. Presis avgrensning av områdene finnes i rapporten (Fiskeridirektoratet, 2019) og Fiskeridirektoratets nettbaserte kartløsning. Ved hjelp av modeller kan de tre første besvares bekreftende. Estimert i tabell 2 tilsier at sannsynligheten for smitte fra HTH området 13 er omtrent 5 ganger høyere enn fra område 2.

- Vil det være av betydning hvor i de foreslåtte HTH områdene anleggene etableres? Hvilken rolle vil det spille om etableringen av HTH anlegget/anleggene gjøres i ytterkanten (vest) i områdene?

For område 2 spiller det liten rolle. For det større og mer kystnære området 13 halveres sannsynligheten for smitte til land ved å holde seg nær den vestlige ytterkanten.

- Er det mulig å si noe om hvor stor biomassen i HTH området kan være før det eventuelle lusebidraget inn til kysten blir problematisk/til å regne med i produksjonsområdene?
- Hvor lav må biomassen i HTH området være for at bidraget inn til PO er lavt nok til at det er neglisjerbart?

Biomasse kan regnes fram og tilbake fra estimert potensielt smittepress, men vi har ikke noe godt faglig grunnlag for å sette nivå på potensielt smittepress som er problematisk respektivt neglisjerbart. Dette er diskutert i avsnittet om smittepress og MTB hvor det sammenholdes med trafikklyssystemet og utveksling mellom produksjonsområdene. MTB-skrankene er svært følsomme for små endringer i smittepress slik at verdier vil bli svært usikre.

Med dagens yttergrenser av produksjonsområdene ligger område 2 utenfor produksjonsområdene mens område 13 ligger delvis i PO2 og delvis i PO3.

- Hvilke forutsetninger ligger i modelleringen i områderapporten?

Forutsetningene er først og fremst at modellsystemet er godt nok til å gi verdifull informasjon. De enkelte deler av modellsystemet er validert så godt som mulig og modellsystemet brukes med gode resultater i andre studier. Modellsystemet med havmodellen NorKyst-800 kan ha problemer i trange fjorder, men dette er ikke et problem for studiet av havbruk til havs.

Det forutsettes videre at anlegg til havs blir infisert av lakselus i samme grad som et gjennomsnittlig anlegg ved kysten. Samt at det sprer like mye luselarver per biomasse ved samme lusebelastning som eksisterende lokaliteter på kysten og i fjordene. Andre valg av teknologi som (delvis) lukkede eller nedsenkbare merder kan gi vesentlig lavere lusesmitte. Videre forutsettes det at biomassen er fordelt relativt jevnt i HTH-områdene.

- Hvilken biomasse er beregningene på luseutslipp gjort på bakgrunn av?

Beregningene er gjort med en MTB på 100 tusen tonn i hvert HTH område. Denne biomassen er spredt jevnt på fiktive anlegg i området. Valget av denne biomassen spiller ingen rolle fordi potensielt smittepress fra modellen skalerer lineært med MTB.

- Hvordan vil det stille seg dersom vi inkluderer deler av område 10 i område 11? Vil dette endre potensialet for lusepåvirkning inn til produksjonsområdene?

HTH område 10 kan betraktes som todelt med en grein inntil HTH11 og en tynnere grein som peker inn mot kysten. Her betraktes bare den ytre greinen. Modellberegningene bekrefter at lusesmitte til kysten ikke er en begrensende faktor for biomasse i ytre del av området 10 eller område 11. Siden disse områdene hver for seg gir neglisjerbart smittepress vil også det kombinerte området gjøre det samme. Potensiell smitte på utvandrende post-smolt fra de store lakseelvene i Trøndelag er ikke vurdert.

Metode

Det finnes ikke observasjoner av smittepress fra ikke-eksisterende lokaliteter til havs. Det må derfor brukes modeller for å estimere dette smittepresset. Modellen som brukes er som i smitterapporten (Ådlandsvik, 2019b) og yttergrenserapporten (Ådlandsvik, 2019a) med den forskjell at smitte fra en lokalitet her skaleres med maksimalt tillatt biomasse (MTB). Havmodellen NorKyst-800m (Albretsen m.fl. 2011) brukes til å simulere strømsystemet langs norskekysten. Resultater fra februar til og med september 2017 er brukt som inndata til spredningsmodellen LADiM (Ådlandsvik, 2020) for å simulere spredning av lakseluslarver. Denne modellkombinasjonen brukes også av Havforskningsinstituttet opp mot trafikklyssystemet (bl.a. Myksvoll m.fl. 2018).

Fra hver lokalitet både langs kysten og til havs slippes tre partikler hver time. Hver partikkel har en vekt skalert ut fra maksimalt tillatt biomasse (MTB) til kildelokaliteten. Vekten reduseres med 17% hvert døgn for å simulere dødelighet. Partikler mellom 40 og 170 døgngrader svarer til smittsomme kopepoditter. Den vektete summen av kopepodittpartikler hver time i de 800-meters gridcellene gir kart over statistisk spredningsmønster fra hvert kildeanlegg, se figurene 1 og 3 for eksempler sammensatt fra virtuelle lokaliteter i Fiskeridirektoratets HTH-områder. Potensielt smittepress på en lokalitet estimeres ved å summere summen over i 5x5 gridceller omkring lokaliteten. Enheten til det potensielle smittepresset blir dermed noe vilkårlig og brukes bare til å sammenligne smittepress.

I trafikklyssystemet skaleres partiklene realistisk, ut fra rapportert antall gravide hunnlus i kildelokalitetene til enhver tid. Dette er selvsagt ikke mulig for ikke-eksisterende anlegg. I denne rapporten beregnes derimot et *potensielt* smittepress, skalert med MTB hos kilden. En annen forskjell er at her regnes det på smittepress på eksisterende anlegg langs kysten, mens trafikklyssystemet er basert på smitte til villfisk.

Basert på 1043 kystlokaliteter og summert over produksjonsområder gir modellsystemet potensielt smittepress som vist i tabell 1.

Tabell 1: Tabell over potensiell smitte. Kolonner: produksjonsområde, antall lokaliteter, sum av MTB i området med enhet 1000 tonn, import av potensielt smittepress, totalt potensielt smittepress på produksjonsområdet, importert smittepress i prosent av total.

PO	Antall	MTB	Import	Smitte	Import%
1	11	34	0	36740	0,0
2	64	175	352	251619	0,1
3	149	377	4410	618492	0,7
4	140	382	12719	557114	2,2
5	43	141	918	110664	0,8
6	147	550	4502	675437	0,7
7	75	284	10183	385491	2,6
8	98	302	3037	267137	1,1
9	112	310	1853	421768	0,4
10	76	302	1445	397641	0,4
11	49	183	3758	168178	2,2
12	69	258	687	371748	0,2
13	10	32	0	38195	0,0
Total	1043	3328	43325	4300224	1,0

Det er bare smitte av lakselus som er vurdert. Annen smitte har kortere levetid og dermed kortere transportavstand og vil smitte anlegg langs kysten i mindre grad. For potensielle utaskjærs anlegg er beregningene gjort med forutsetning av tradisjonelle åpne merder samt at disse anleggene opplever lusetall per fisk som gjennomsnittlig for kyst- og fjordlokaliteter. Hvis mer lukket og/eller nedsenket teknologi brukes vil smitte til kysten kunne bli vesentlig redusert. Det samme hvis erfaring vil vise at anlegg til havs i mindre grad infiseres av lakselus.

Potensielt smittepress og MTB

Potensielt smittepress fra et HTH-område til havs på et produksjonsområde skalerer lineært med maksimal tillatt biomasse (MTB) i området i modellen som er brukt. Med 100 kt (kt = kilotonn = 1000 tonn) i referansekjøringen blir formelen:

$$\text{MTB} = (\text{prosentvis økning i smittepress}) * (\text{totalt smittepress}) / (\text{tabulert økning})$$

Der totalt smittepress er eksisterende potensielt smittepress fra eksisterende kystanlegg, kolonne «Smitte» i tabell 1, gjentatt i tabell 2. Og tabulert økning er økning i smittepress fra HTH-området gitt i tabell 2.

Spørsmålet om skranker på MTB i HTH-områder kan derfor oversettes til skranker for økt smittepress. Hvor stor økning kan vi ha før det blir problematisk? Hvor liten må økningen være for å være neglisjerbar? Dette er vanskelige spørsmål hvor vi har dårlig faglig grunnlag for å fastsette grenseverdiene.

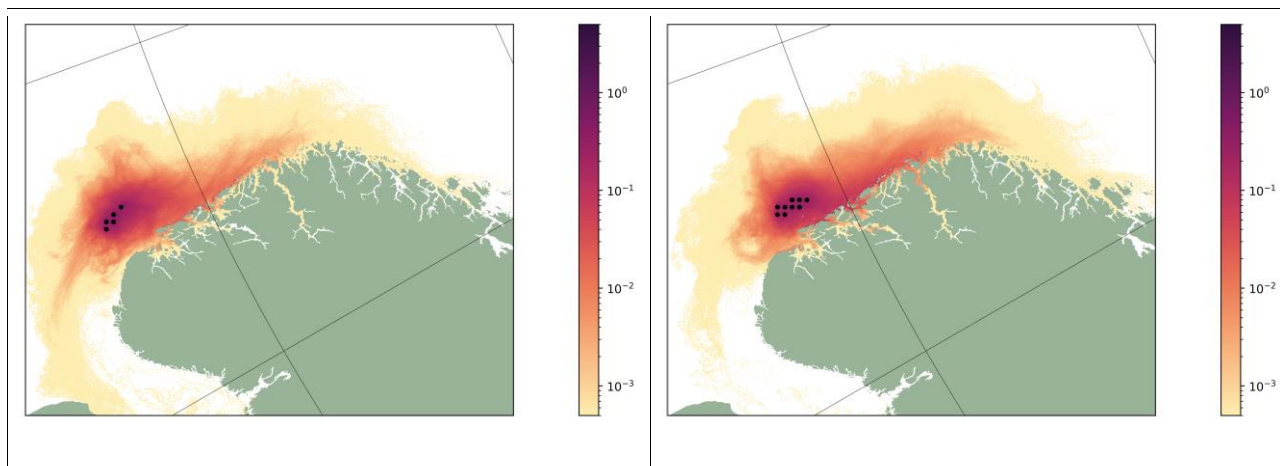
Det er naturlig å sammenligne med trafikklyssystemet. Der dreier det seg om eventuelt 6% økning i biomasse. Noe avhengig av hvor den økte biomassen kommer, forventes dette å gi 6% økning i potensielt smittepress. Dette er en stor økning som krever solid faglig begrunning. For gule områder, hvor det ikke tillates vekst i produksjonen, må øket smittepress fra et HTH område være mye mindre enn 6%. Selv 1% er problematisk, så økningen må ned på promillenivå. Dette passer godt sammenlignet med nivåene på utveksling mellom produksjonsområdene som stort sett er under 1% (tabell 1).

Uheldigvis når HTH-bidraget er lite, blir MTB-skrankene veldig følsom for verdien. Øket smittepress med f.eks. 0,1 eller 0,2% kan synes som fornuftige og relativt likeverdige verdier, men det oversettes til en faktor to på MTB-nivå.

For røde områder hvor kystlokalitetene må redusere produksjonen er enhver økning av smittepresset problematisk og kan være vanskelig å forsvare, mens grønne produksjonsområder kan tåle større vekst i smittepress. Det er imidlertid behov for videre analyser og diskusjon med fagmyndigheter som må sette nivået for akseptabel smittepåvirkning under ulike scenarier.

HTH områder 2 og 13

Bestillingen omhandler i hovedsak HTH områdene 2 og 13 utenfor sørvestlandet. Figur 1 viser de modellerte spredningskartene fra disse områdene.



Figur 1. Spredningsplott fra HTH område 2 til venstre og 13 til høyre. De mørke pikkene viser virtuelle lokaliteter i områdene. Logaritmisk fargeskala. Fra Ådlandsvik 2019b.

Det umiddelbare inntrykket fra figur 1 er at område 13 nærmere kysten bidrar mer med smitte til kysten. Dette er som forventet. Forskjellen er større enn hva den logaritmiske fargeskalaen antyder. Kvantitativt er den potensielle smitten på kystlokalitetene gitt i tabell 2.

Tabell 2. Potensielt smittepress fra havlokaliteter på produksjonsområdene. Kolonnene er produksjonsområde, potensielt smittepress fra kystlokaliteter, importert smittepress fra kystlokaliteter utenfor produksjonsområdet, potensielt smittepress fra HTH områdene 2 og 13.

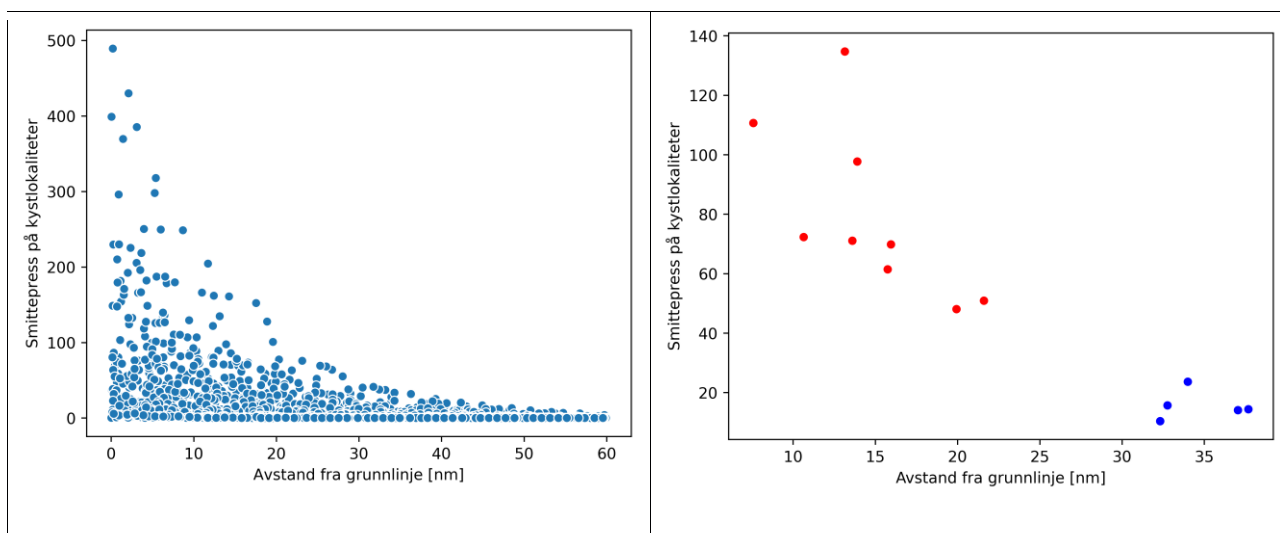
Produksjonsområde	Smittepress	Importsmitte	HTH område 2	HTH område 13
2	251619	352	81	90
3	618492	4410	1223	6348
4	557114	12179	262	1524
5	110664	918	1	3
6	675437	4502	0	1
Totalt	2213326	22361	1567	7966

Det potensielle smittepresset fra HTH13 er 5 ganger så stort som fra HTH2, både totalt og for det mest berørte produksjonsområdet PO3. Med litt nordligere beliggenhet har 13 også et ikke ubetydelig bidrag til PO4. Tabellen er beregnet ut fra en total MTB på 100 kt i hvert av områdene.

For HTH2 og 13 er det nok å se på PO3, en biomassebegrensning herfra virker også for de andre produksjonsområdene. Fra tabell 2 kan man beregne at en MTB på 100kt i HTH2 bidrar med 0,20% av totalt smittepress og 27,7% av importen. For HTH13 er tallene 1,03% respektivt 144%. PO3 har til nå vært både rødt og gult i trafikklyssystemet så det er grunn til å være tilbakeholden med å øke smittepresset.

En annen måte å se dette på er at tusen tonn biomasse i PO3 bidrar med $618492 / 333 = 1641$ enheter, mens samme biomasse i HTH2 og HTH13 bidrar med 15,67 resp. 79,66 enheter. Med andre ord, ett tonn biomasse i en kystlokalitet i PO3 bidrar med like mye potensiell lusesmitte som 105 tonn i HTH2 eller 20 tonn i HTH13.

Fiskeridirektoratet spør om betydning av avstand fra kysten innenfor HTH-områdene. Venstre panel i figur 2 gir det generelle svaret. Det potensielle smittepresset avtar raskt til å begynne med når en beveger seg ut fra kysten. Deretter flater det mer ut og det er vanskelig å se noe klart signal i støyen. I det høyre panelet er de fiktive lokalitetene i HTH områdene 2 og 13 valgt ut. Område 13 ligger så nært kysten at signalet er sterkt. Smittepresset fra lokalitetene lengst fra kysten bidrar med mindre enn halvparten av lokalitetene nærmest kysten. For dette området kan man derfor doble MTB-skrankene hvis en holder seg utenfor 17–18 nautiske mil fra grunnlinjen. Område 2 er derimot mindre og ligger allerede så langt fra kysten at det potensielle smittepresset ikke varierer systematisk. Det er derfor lite å tjene på å legge seg nær ytterkanten av dette området.

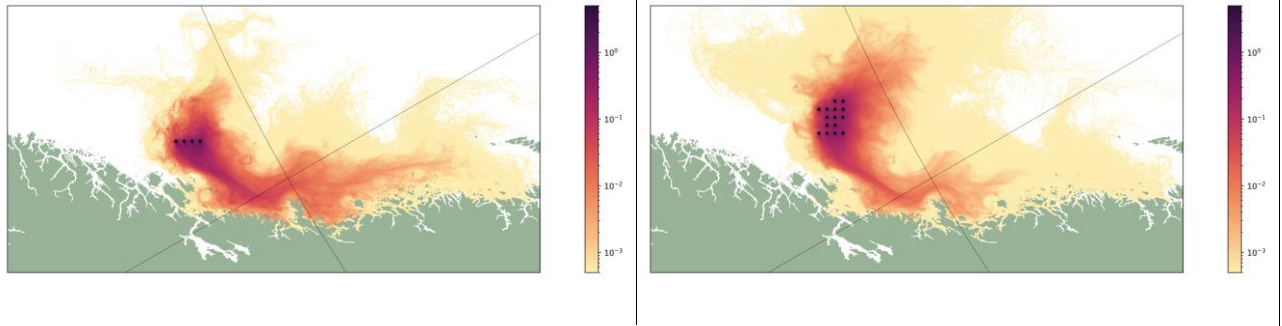


Figur 2: Potensielt smittpress på kystlokaliteter fra utaskjærs lokaliteter med ulik avstand fra grunnlinjen. Til venstre alle anlegg (fra Ådlandsvik 2019b). Til høyre fra HTH område 2 (blå) og HTH område 13 (rød).

Med dagens yttergrenser, 30 nm fra grunnlinjen, havner HTH område 13 innenfor (delt mellom PO2 og PO3) med de begrensninger det innebærer. Område 2 ligger utenfor produksjonsområdene også med dagens yttergrenser.

HTH områder 10 og 11

Fiskeridirektoratet spør også om potensiell smitte fra HTH områdene 10 og 11 nordvest for Frøya. Område 10 har to «greiner», men uheldigvis har bare den ytre langs grensen til 11 virtuelle lokaliteter fra simuleringen. Spredningsplott fra disse områdene og de virtuelle anleggene i området er vist i figur 3. På grunn av tre store øyene Smøla, Hitra og Frøya blir kyststrømmen tvunget fra land og fungerer som en barriere som beskytter de oppdrettsrike områdene på disse øyene. Den potensielle smitten treffer land lengre nord ved Fosenthalvøya. Denne lengre transportavstanden til kysten gir lavere potensiell smitte enn for områdene 2 og 13 diskutert over.



Figur 3: Modellert smittespredning fra ytre grein av område 10 (venstre) og område 11 (høyre). Fra Ådlandsvik 2019b.

Kvantitativt er dette beskrevet i tabell 3 som gir potensiell smittebelastning på produksjonsområdene gitt en virtuell biomasse på 100 kt i hvert av HTH-områdene. Smittebelastningen er klart større fra område 10 som ligger nærmest kysten. For PO6 bidrar 10 med 0,03% av modellert smittepress. Område 11 bidrar med 0,01% smittepress. For PO7 er tallene 0,09% fra område 10 og 0,02% fra område 11. For PO8 er tallene 0,03% fra område 10 og 0,00% fra 11.

Tabell 3. Som tabell 2, kolonnen 10+11 representerer kombinasjonen av HTH-områdene.

Produksjons-område	Smittepress	Import	HTH område 10	HTH område 11	10 + 11
6	675437	4502	221	84	113
7	385491	10183	331	78	131
8	267137	3037	70	11	23
Totalt	1328065	17722	622	173	267

Siden potensielt smittepress til kysten ikke er et problem for områdene ytre del av 10 og område 11 separat, vil det heller ikke være et problem for det kombinerte området. Med 4 virtuelle anlegg i 10 og 15 i 11 blir den kombinerte belastningen med MTB på 100 kt fordelt likt på 19 anleggene gitt som siste kolonne i tabell 3.

HTH-områdene 10 og 11 kan potensielt smitte utvandrende post-smolt fra de store lakseelvene i Trøndelag. Det er ikke vurdert her.

Referanser

J. Albretsen, A.K. Sperrevik, A. Staalstrøm, A.D. Sandvik, F. Vikebø og L. Asplin, 2011, NorKyst-800 Report No. 1, User Manual and Technical Descriptions, Fisken og Havet 2/2011, Havforskningsinstituttet.

Fiskeridirektoratet, 2019, Kartlegging og identifisering av områder egnet for havbruk til havs, <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Rapporter/Kartlegging-og-identifisering-av-omraader-egnet-for-havbruk-til-havs>

M.S. Myksvoll, A.D. Sandvik, J. Albretsen, L. Asplin, I.A. Johnsen, Ø. Karlsen, N.M. Kristensen, A. Melsom, J. Skarðhamar, and B. Ådlandsvik, 2018, Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system—From physics to fish, PLoS ONE, 13, e0201338.

B. Ådlandsvik, 2019a, Havbruk til havs – yttergrenser for produksjonsområdene, Rapport fra Havforskningsinstituttet til Nærings- og Fiskeridepartementet med utsatt offentlighet.

B. Ådlandsvik, 2019b, Havbruk til havs – smittespredning, Rapport fra havforskningen; 2019-58

B. Ådlandsvik, 2020, LADiM documentation, <https://ladim.readthedocs.io>