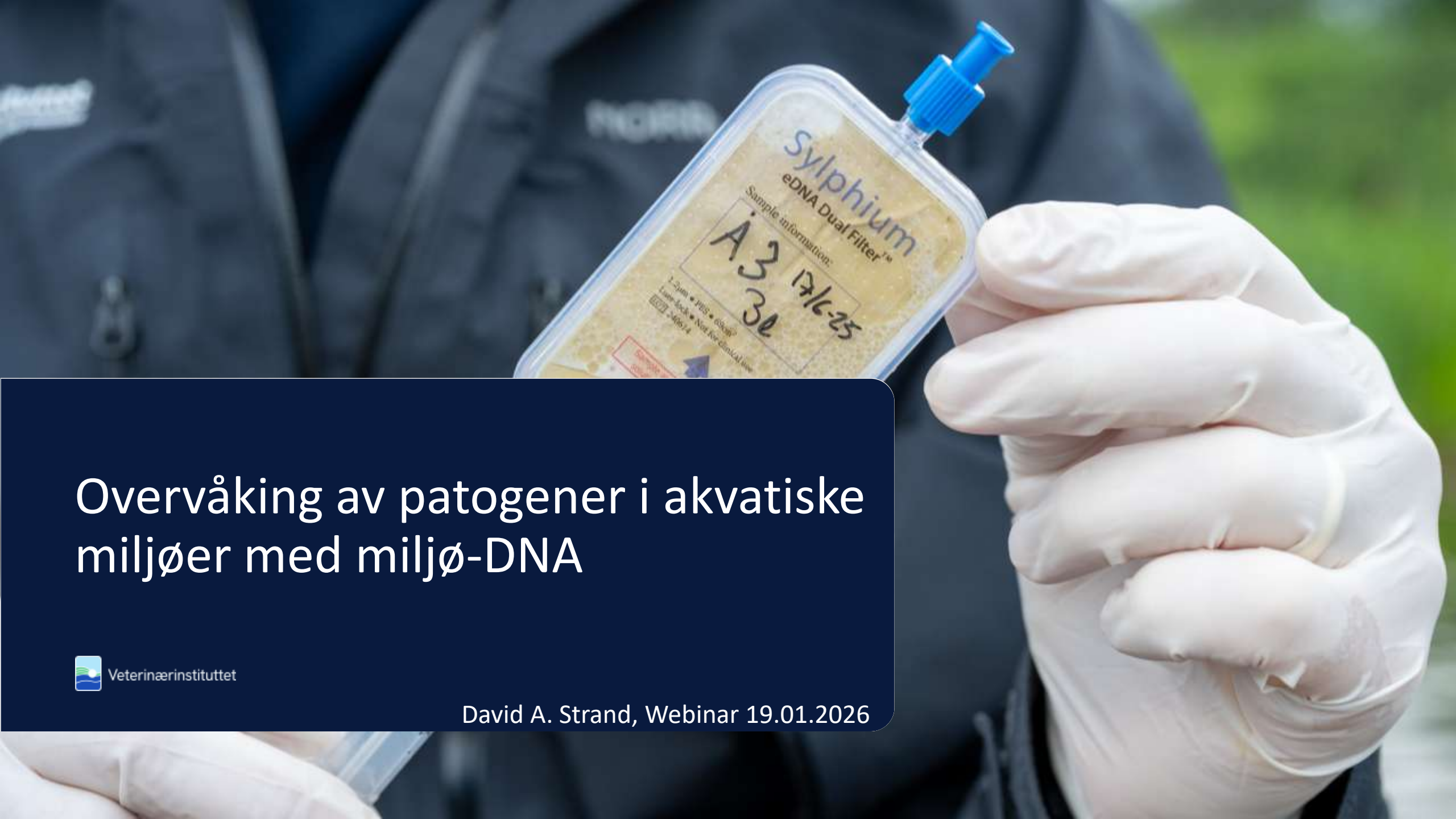




Overvåking av patogener i akvatiske miljøer med miljø-DNA



Veterinærinstituttet

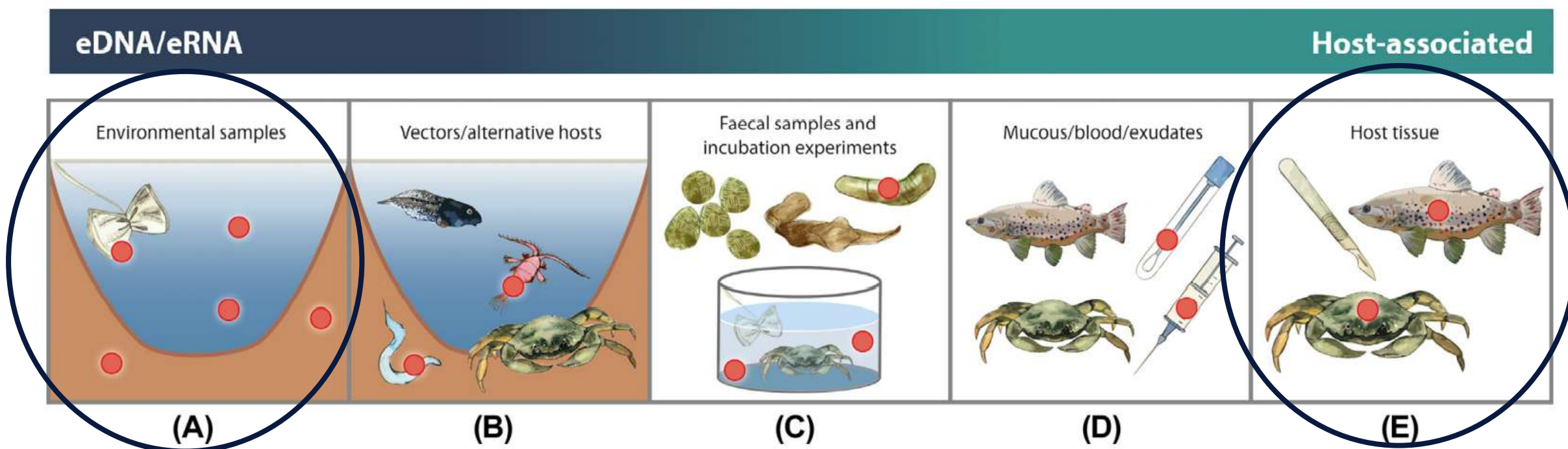
David A. Strand, Webinar 19.01.2026

Overvåking av patogener i akvatiske miljøer med miljø-DNA

Patogen: En biologisk agens – som et virus, en bakterie, sopp eller parasitt – som forårsaker sykdom eller infeksjon hos verten sin.

Sykdom: En spesifikk unormal tilstand eller forstyrrelse i struktur eller funksjon som påvirker hele eller deler av en organisme, og som resulterer i gjenkjennelige symptomer og nedsatt funksjonsevne.

Påvisning med miljø-DNA $\neq$ Sykdom/Diagnose

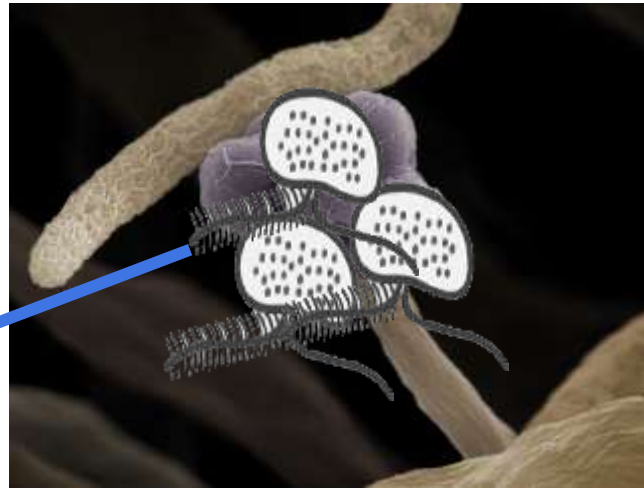


Edelkreps, Krepsepest & Signalkreps

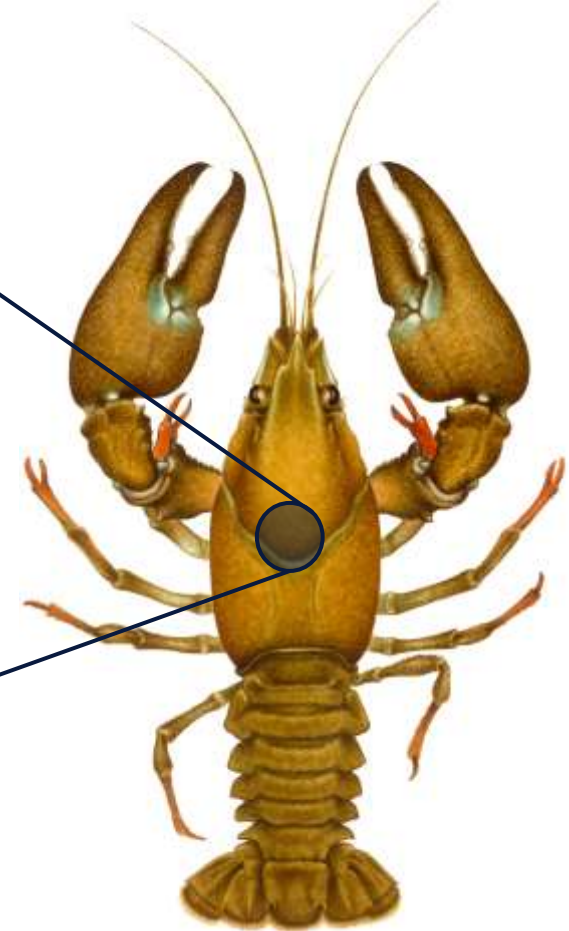


Edelkreps

SEM Mikroskopi

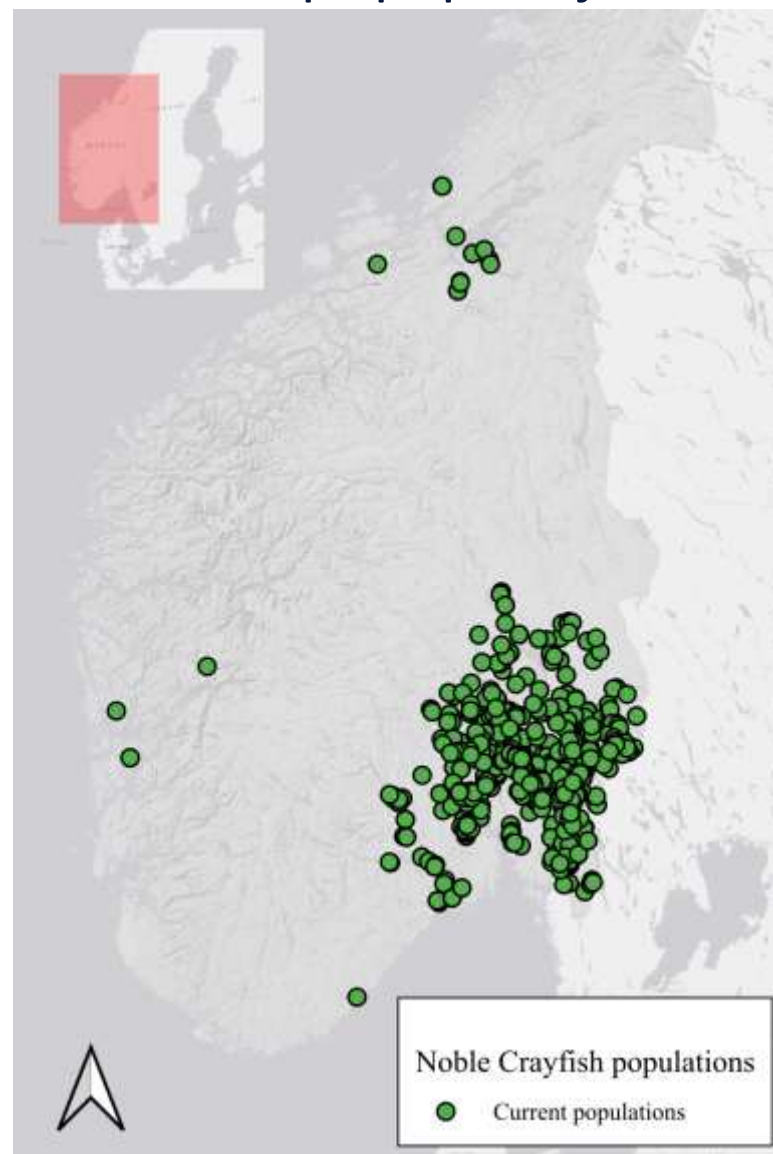


Aphanomyces astaci

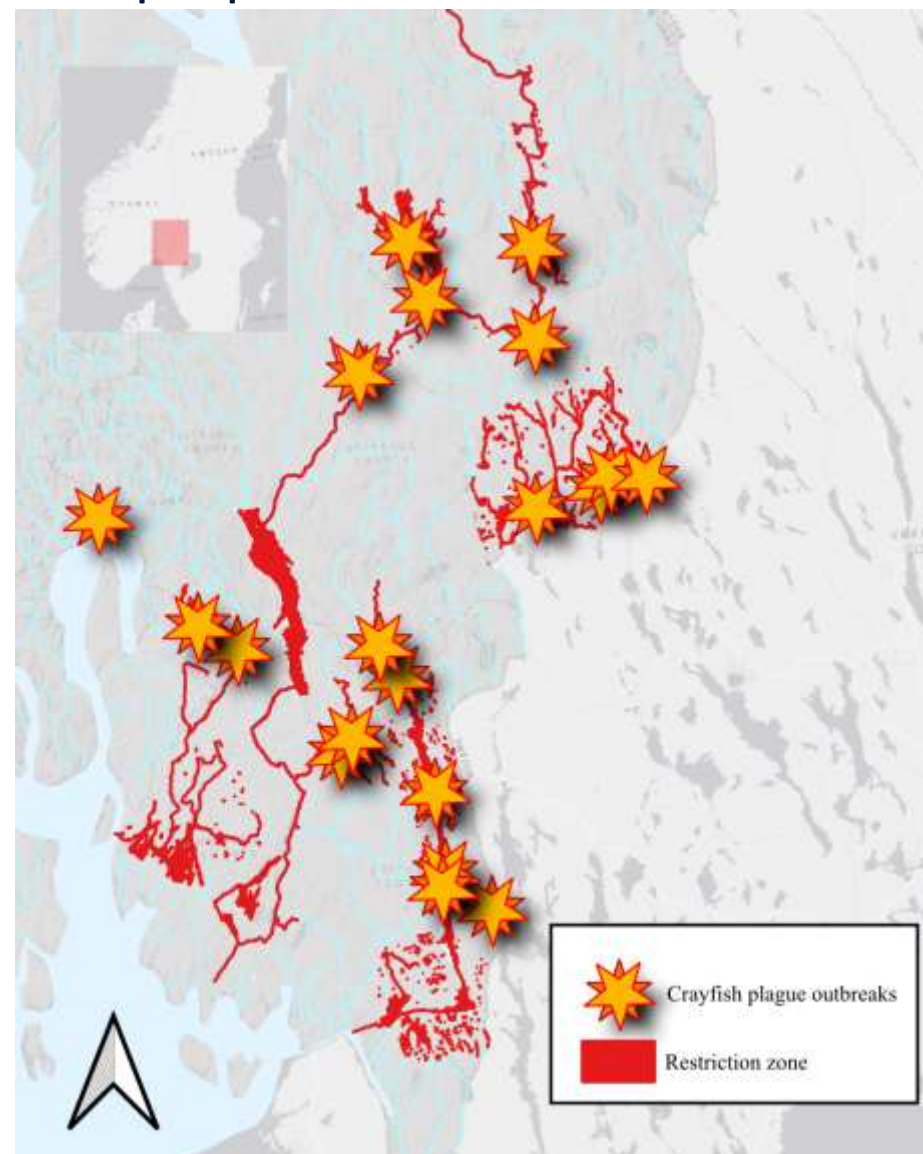


Signalkreps

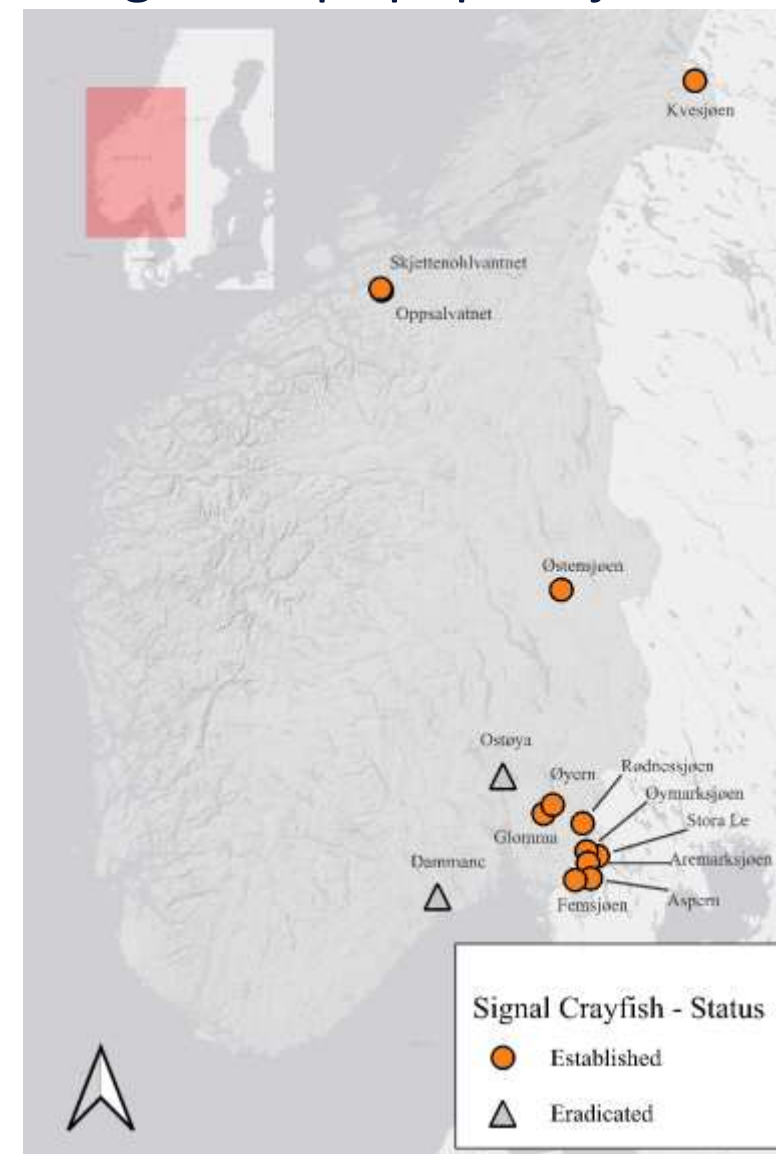
Edelkreps populasjoner



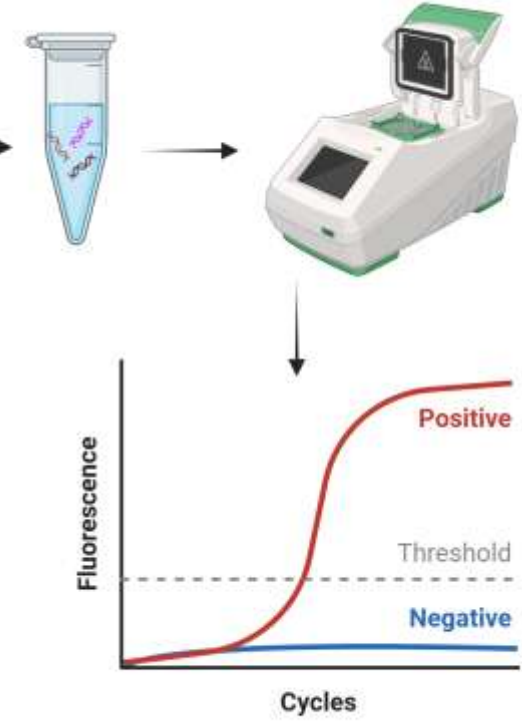
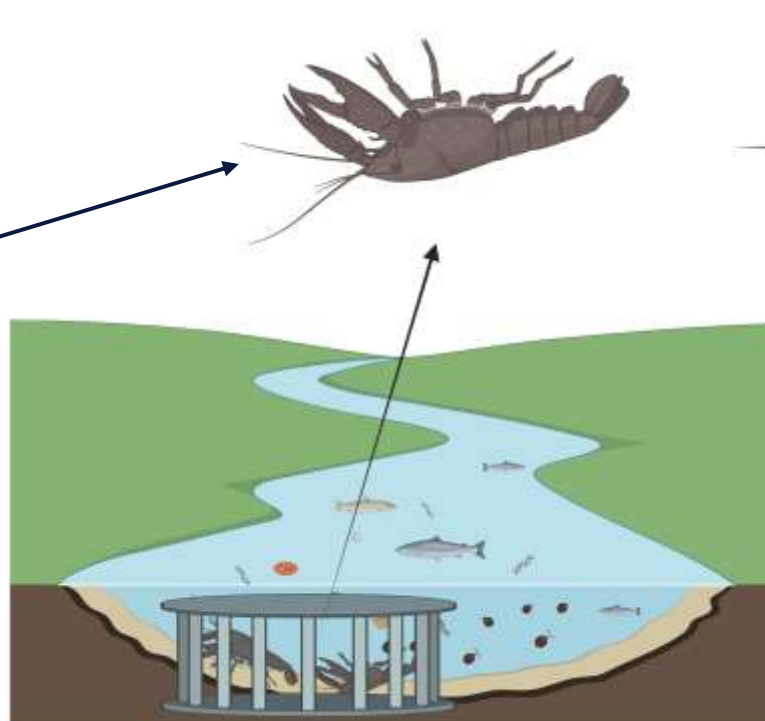
Krepsepest utbrudd 1971-2024



Signalkreps populasjoner

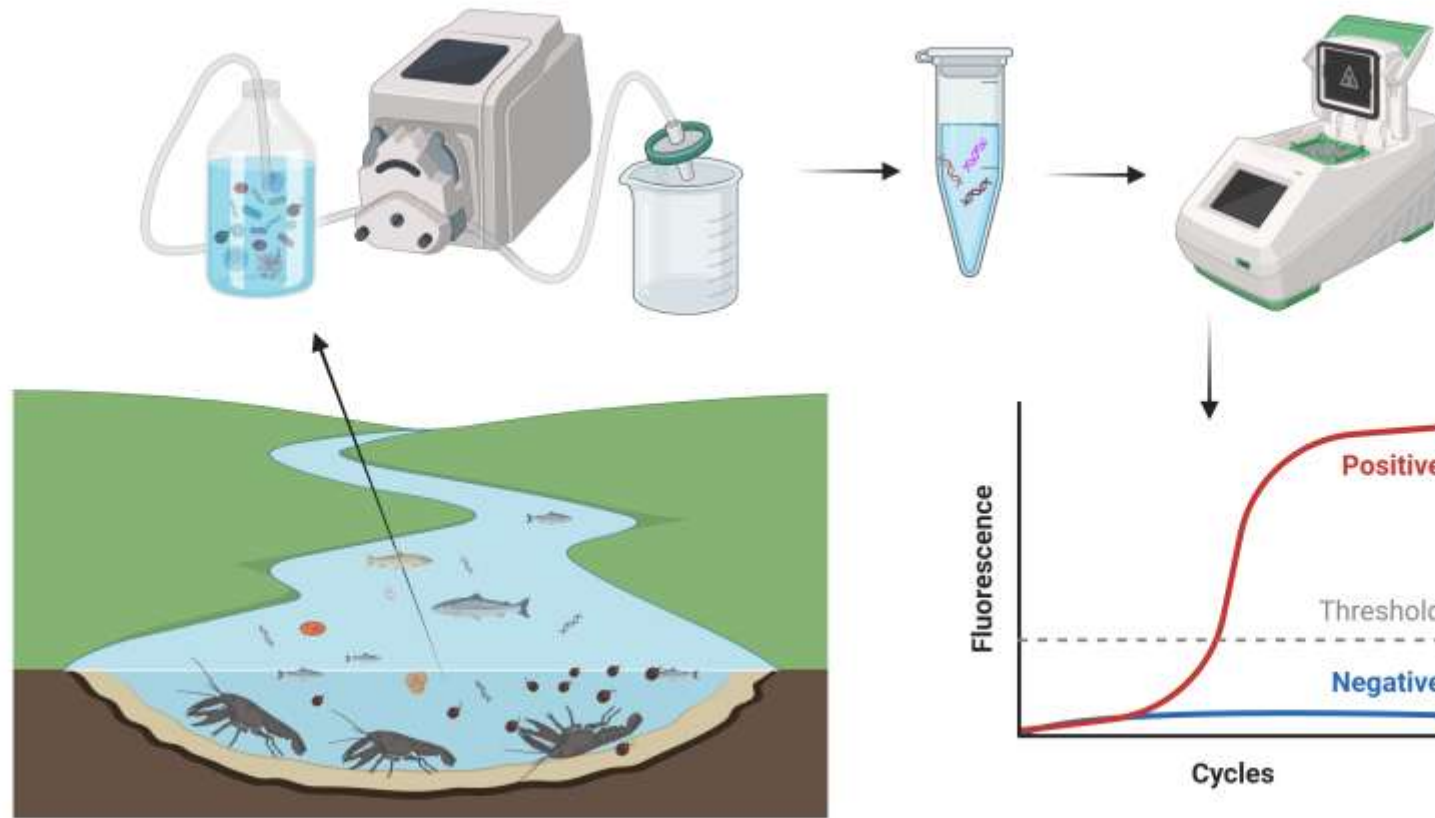


Tradisjonell overvåking av *A. astaci*



Created with BioRender.com

Utvikling av miljø-DNA overvåking av *A. astaci*



Created with BioRender.com

Utvikling av miljø-DNA overvåking av *A. astaci*

- Filtrering av <1 L vann
- God påvisning i labforsøk/smitteforsøk
- Noe påvisning i små damsystemer
- Dårlig påvisning i naturlige vassdrag



Utvikling av miljø-DNA overvåking av *A. astaci*

- Filtrering av 100 L vann (Ultrafiltrering)
- God påvisning av *A. astaci* i store innsjøer med bærercreps
- Tidkrevende filtrering (1-2 timer pr. prøve)
- Omfattende prosessering av filtrat



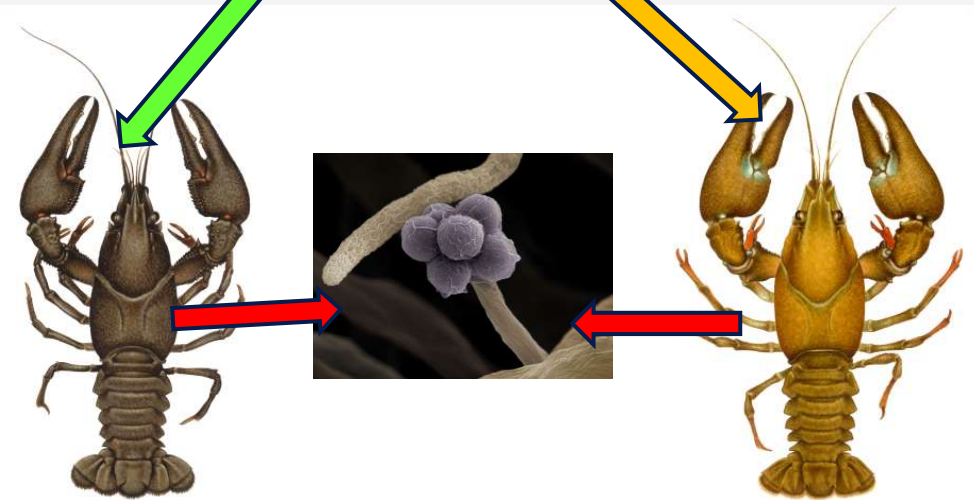
Utvikling av miljø-DNA overvåking av *A. astaci*

- Filtrering av 5 L vann (Glassfiberfilter)
- God påvisning av *A. astaci* i store innsjøer med bærerkreps
- Rask filtrering (10-15 min pr. prøve)
- Valgt som best egnet metode



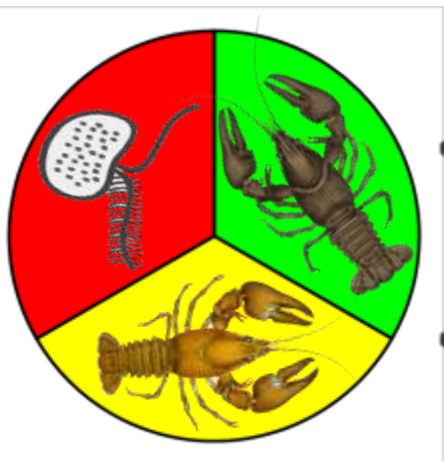
Validering av miljø-DNA overvåking av krepsepest

- Fangst av Edelkreps og Signalkreps i Rødnessjøen i sept. 2014
- Påvisning av *A. astaci* på Edel og Signalkreps
- Starten på et krepsepest utbrudd



Miljø-DNA validering

- Sammenlikne tradisjonell overvåking med miljø-DNA overvåking
- Nasjonal overvåking av edelkreps → Teinefiske
- Nasjonal overvåking av krepsepest → Burforsøk



Miljø-DNA

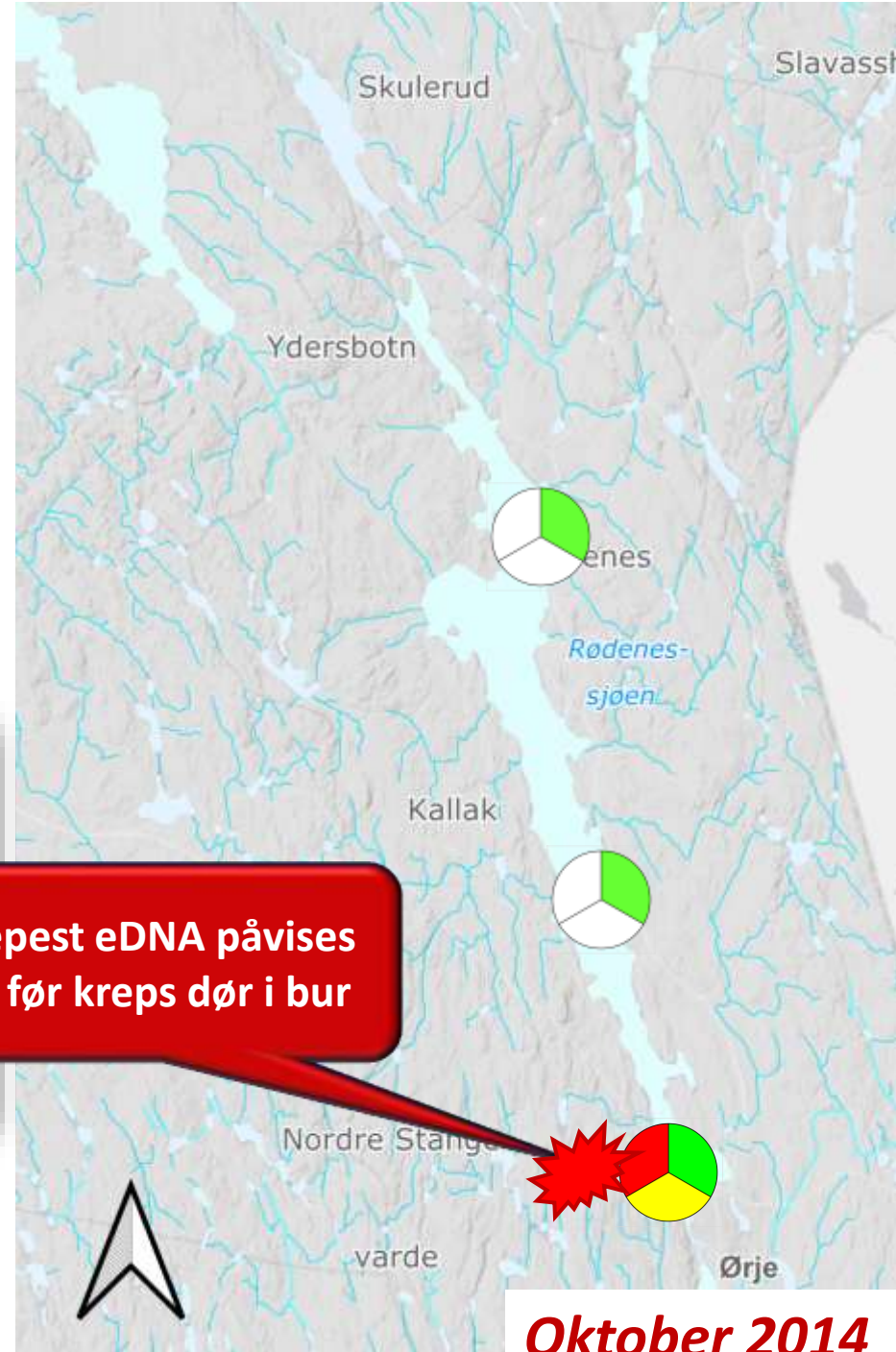


Burforsøk



Teinefiske

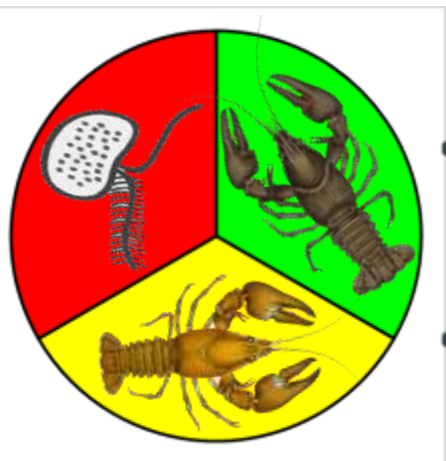
Krepsepest eDNA påvises
3 uker før kreps dør i bur



Oktober 2014

Miljø-DNA validering

Kreps dør i bur før
eDNA prøvetaking



Miljø-DNA



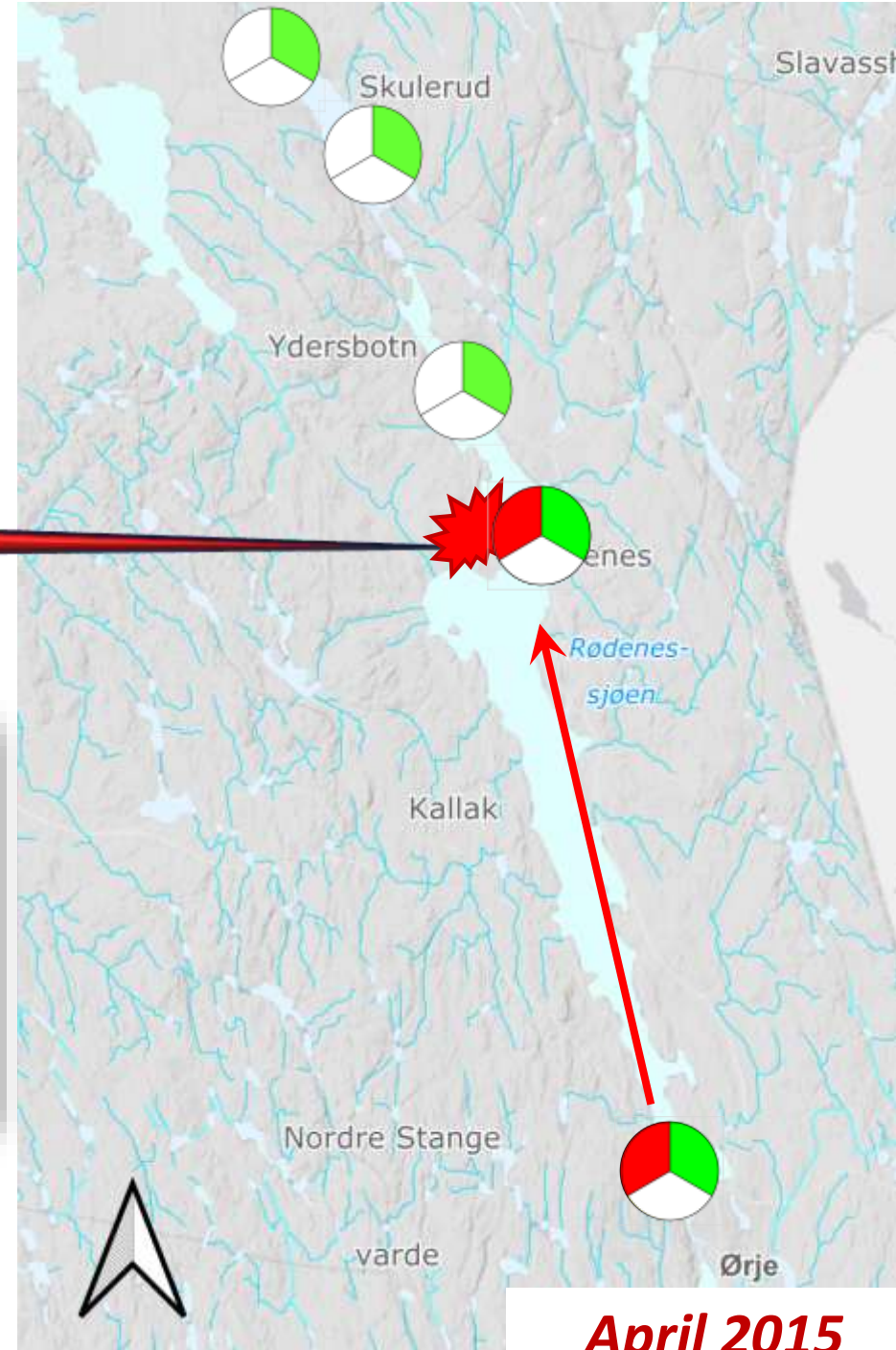
Burforsøk



Teinefiske



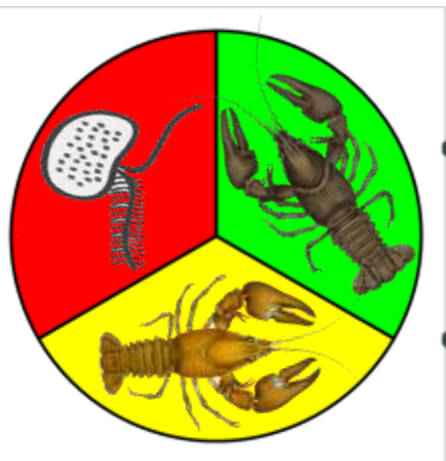
Veterinærinstituttet



April 2015

Miljø-DNA validering

Krepsepest eDNA påvises
~1 uke før kreps dør i bur



Miljø-DNA



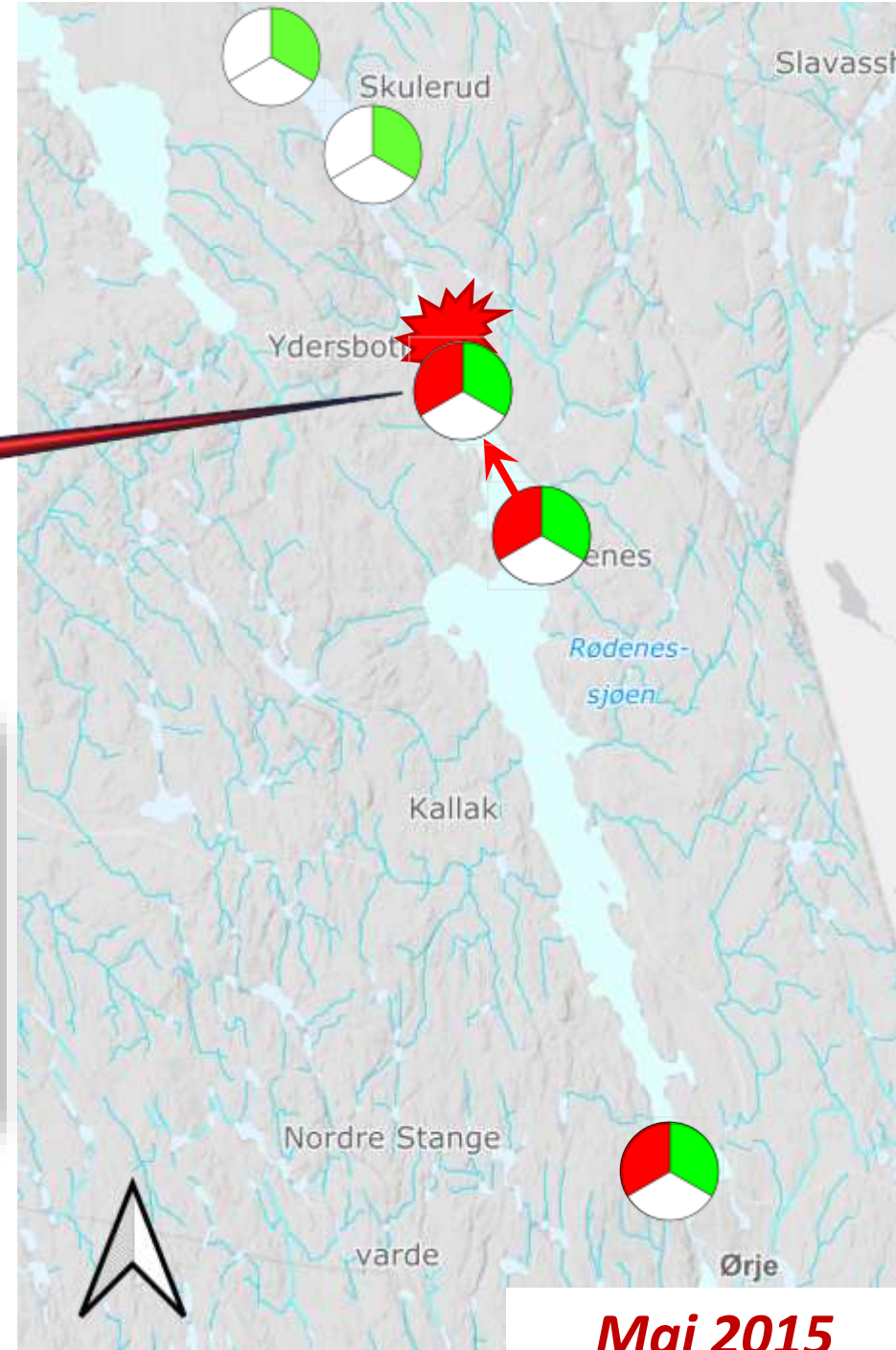
Burforsøk



Teinefiske



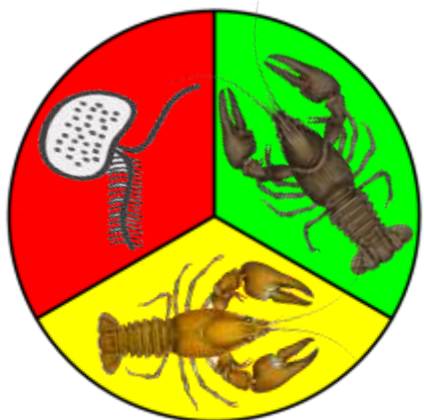
Veterinærinstituttet



Mai 2015

Miljø-DNA validering

Krepsepest eDNA påvises
~2,5 uke før kreps dør i bur



Miljø-DNA



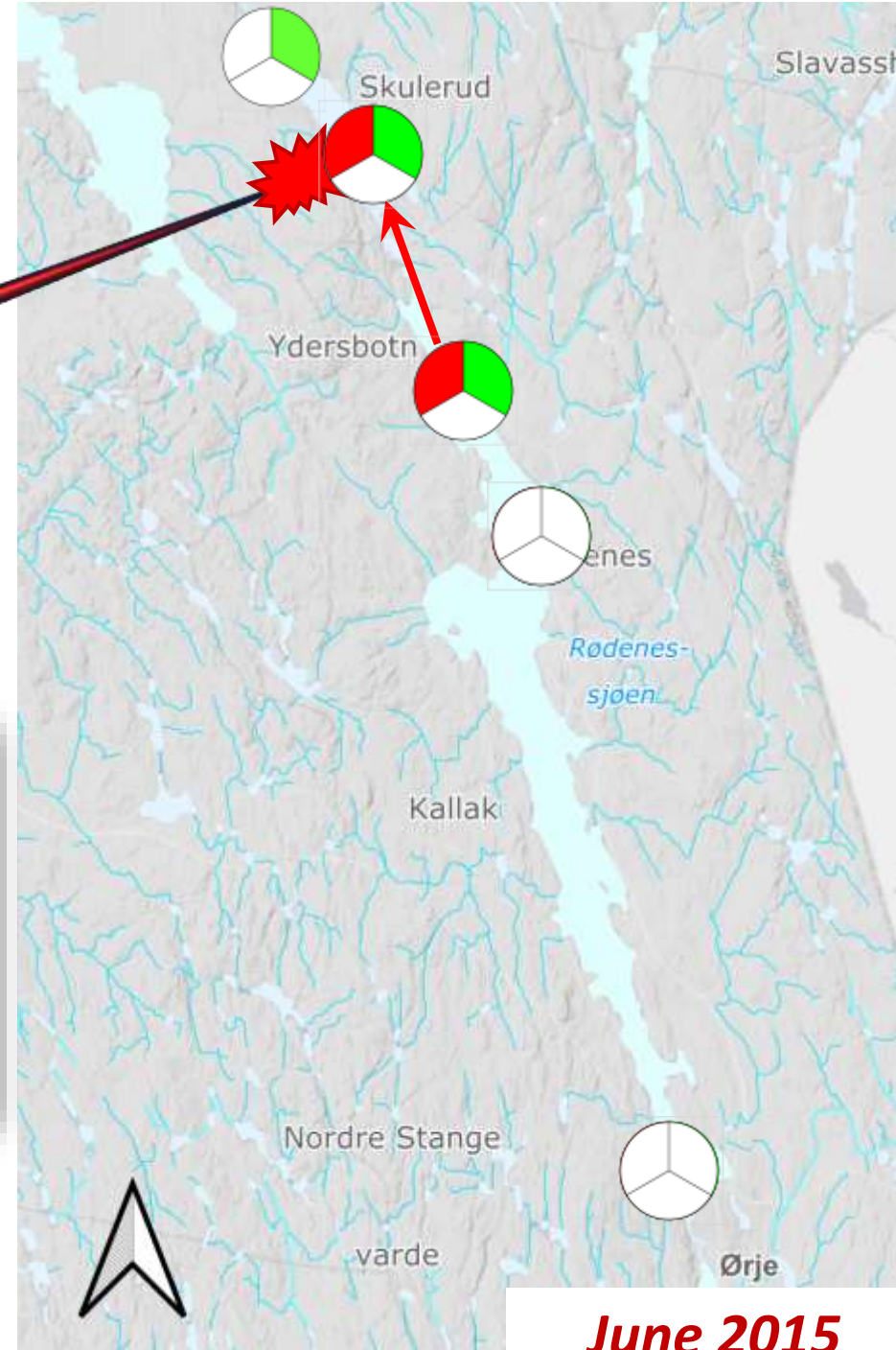
Burforsøk



Teinefiske



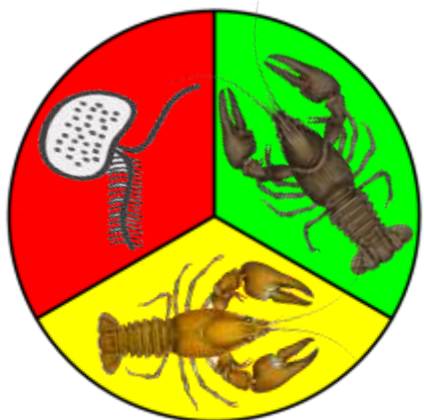
Veterinærinstituttet



June 2015

Miljø-DNA validering

Krepsepest eDNA påvises
Ingen dødlighet i bur



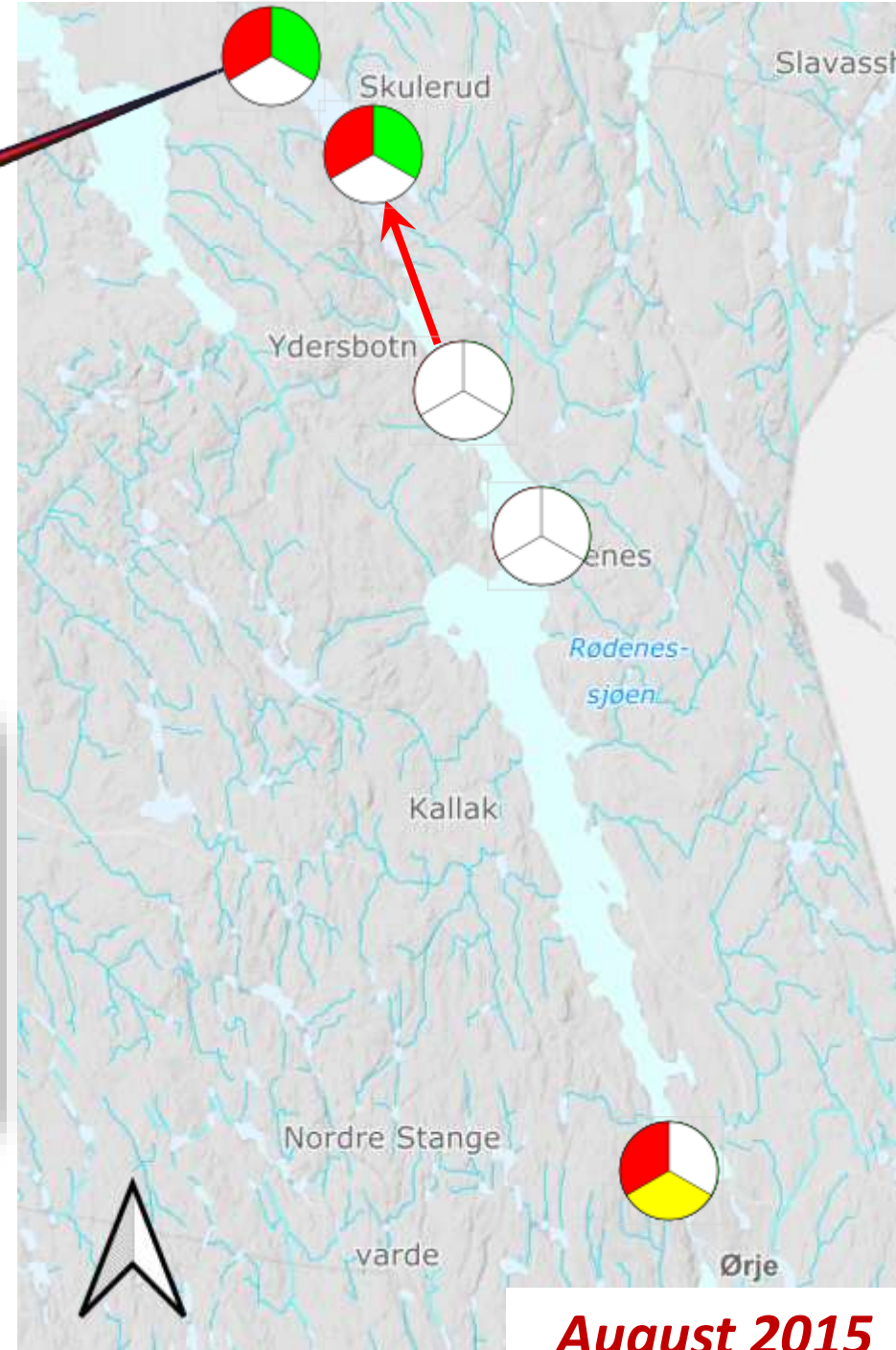
Miljø-DNA



Burforsøk



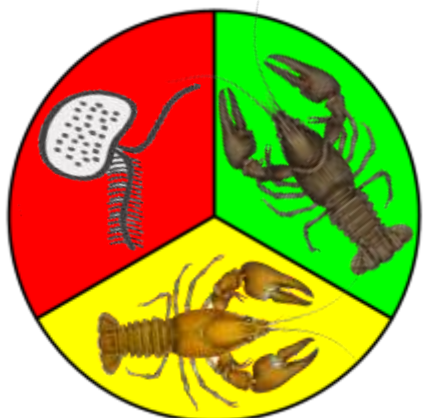
Teinefiske



August 2015

Miljø-DNA validering

Tomt for edelkreps i
september 2015



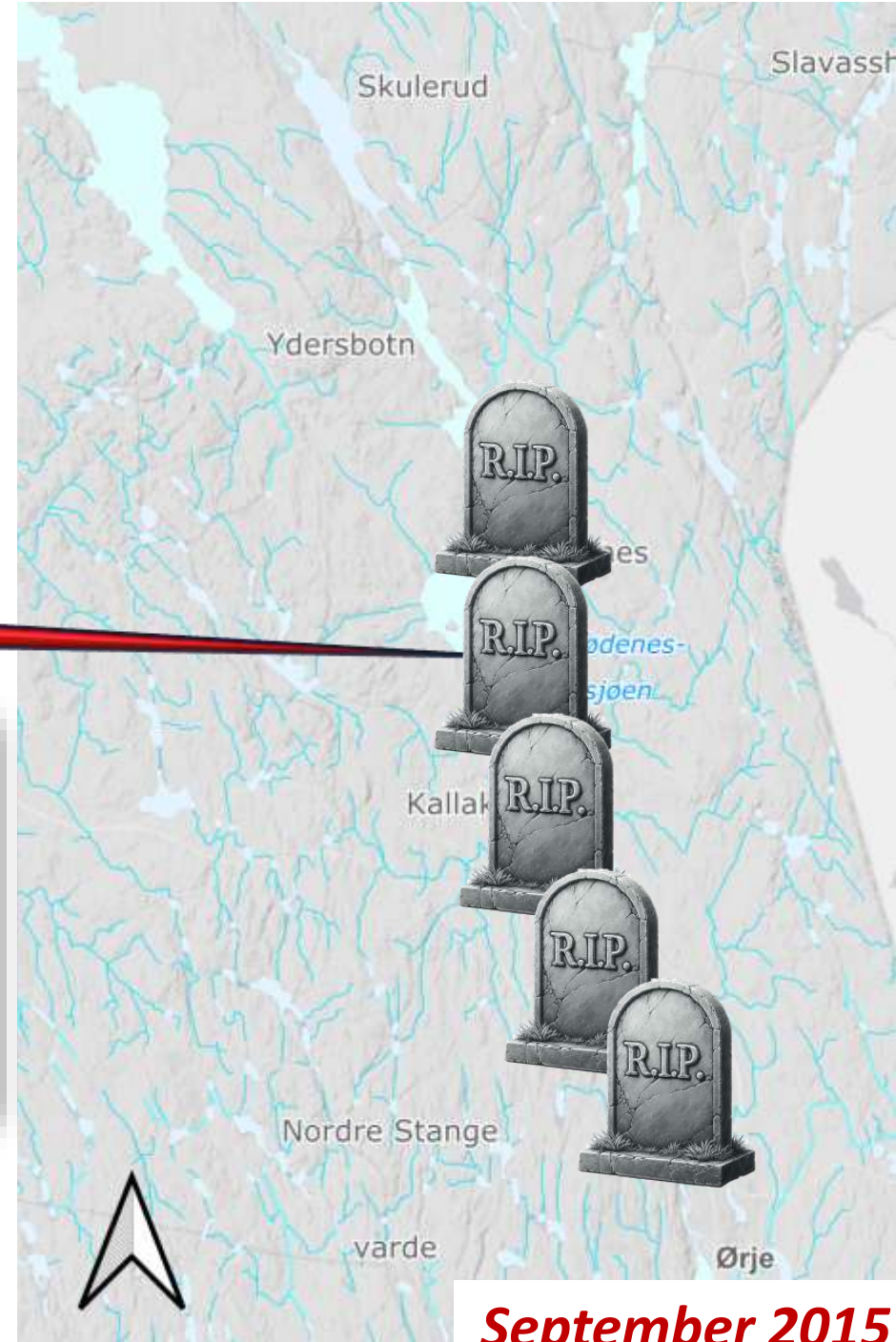
Miljø-DNA



Burforsøk



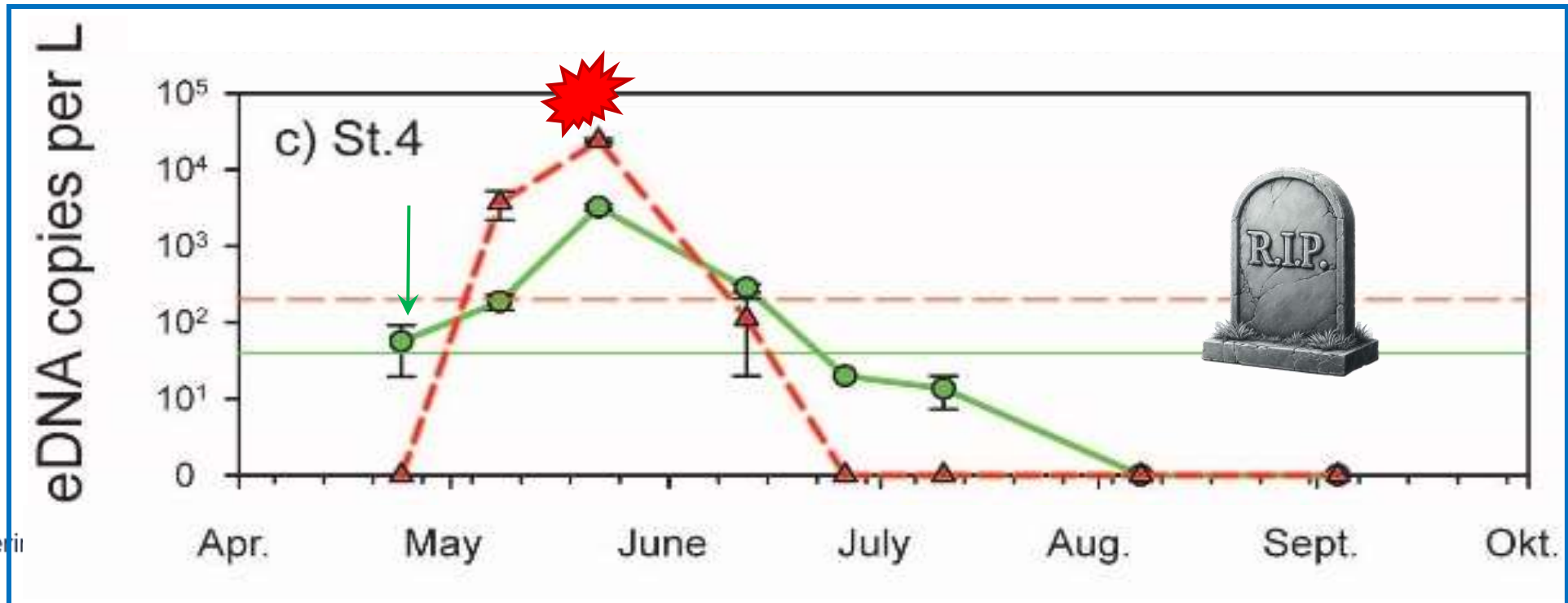
Teinefiske



September 2015

Miljø-DNA validering

- Miljø-DNA påviser smitte i vann ~3 uker før burforsøk
- Miljø-DNA spor forsvinner raskt etter utbrudd og utryddelse



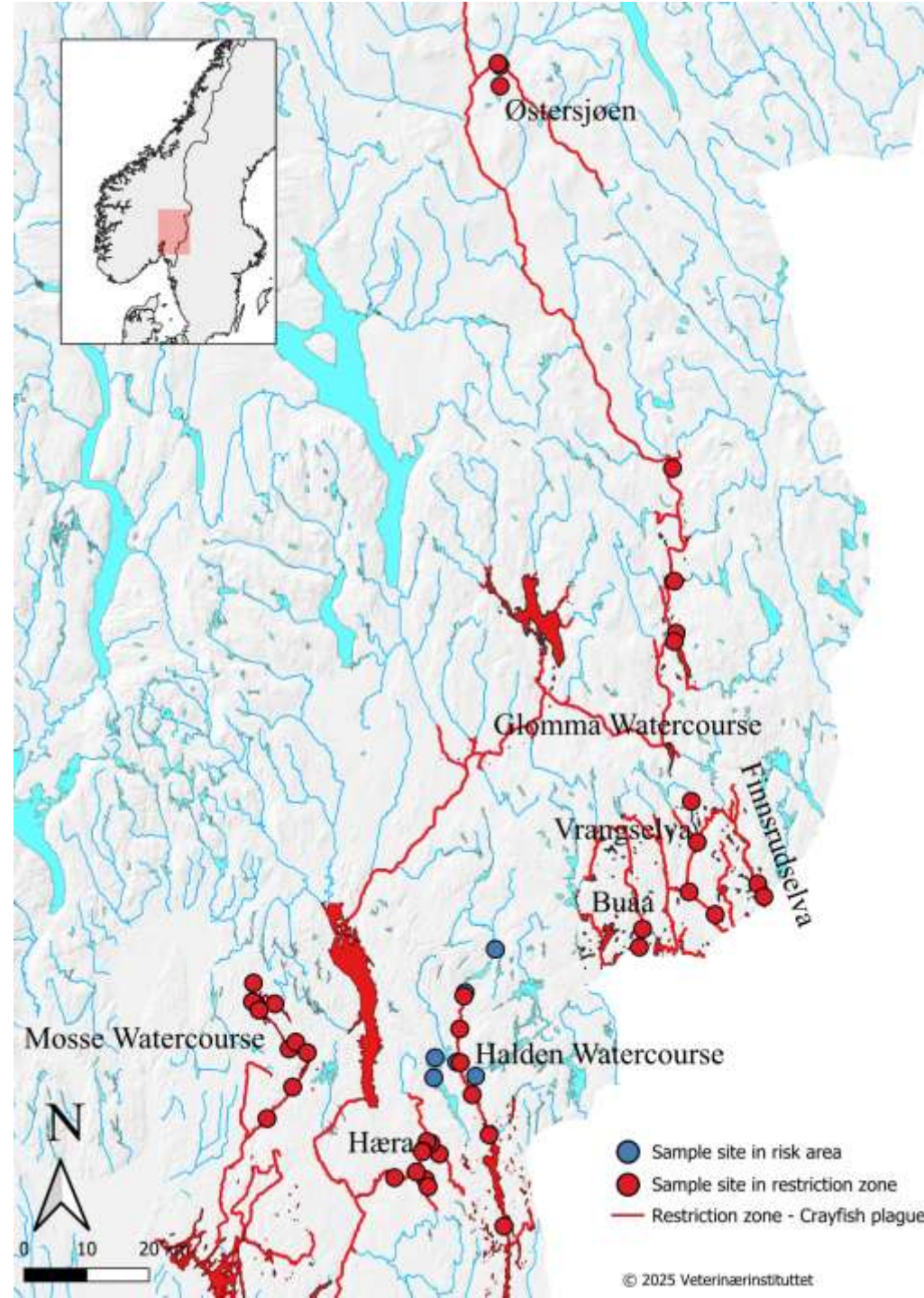
Overvåknings-programmet for *A. astaci* 2016-2025

- Miljø-DNA overvåking
 - *A. astaci*, Edelkreps og signalkreps
- Mål
 - Overvåke status i restriksjonssone
 - Overvåke status i nærliggende områder
 - Varsle myndigheter ved spredning
 - Vurdere potensial for friskmelding
 - Vurdere habitatstatus

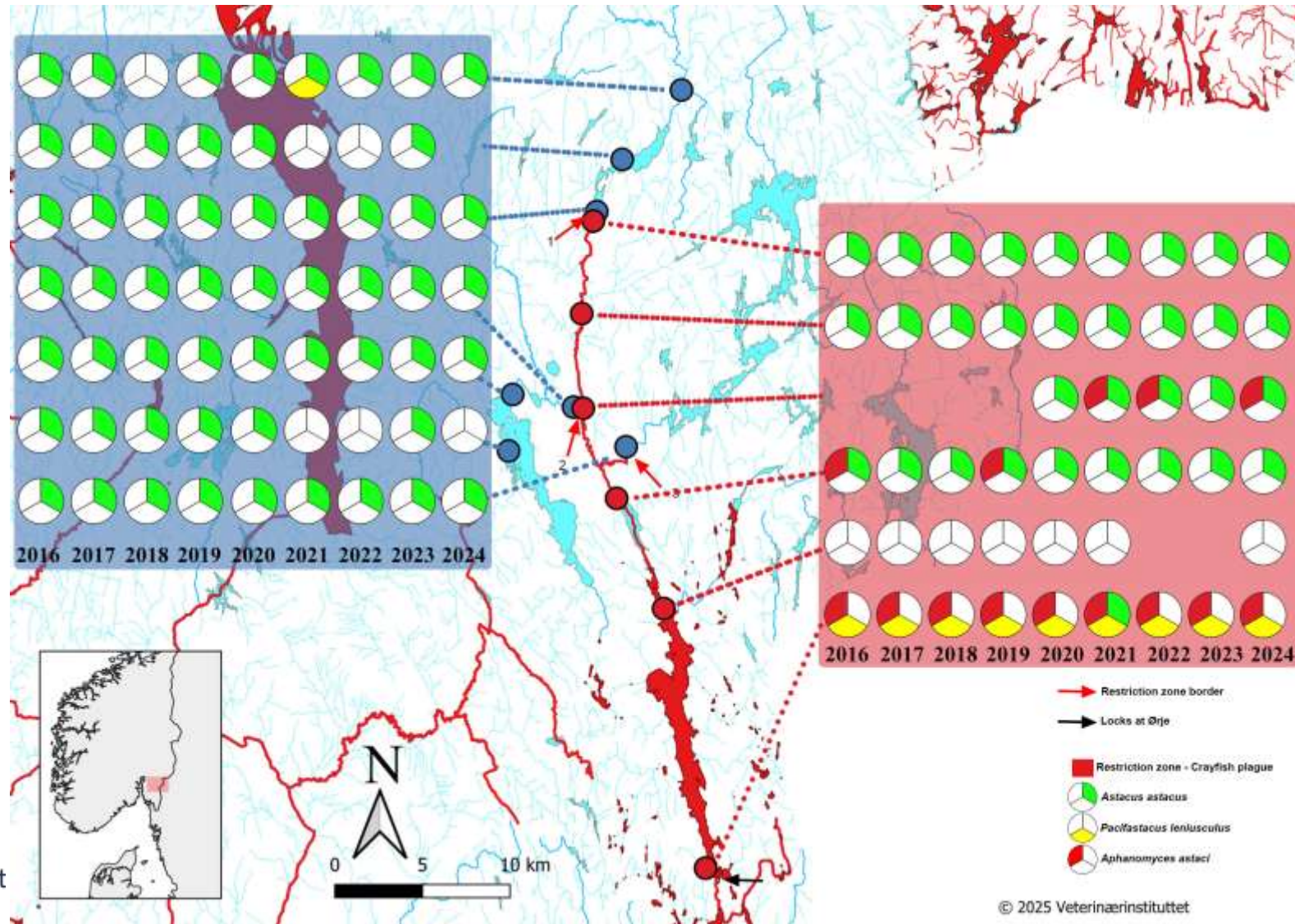


Overvåking krepsepest 2024

- 176 miljø-DNA prøver fra 44 stasjoner
 - 2x 5L pr stasjon
 - Hver stasjon prøvetas i juni og i august/september
- Miljø-DNA prøver analyseres for
 - Krepsepestagens (*A. astaci*)
 - Edelkreps
 - Signalkreps

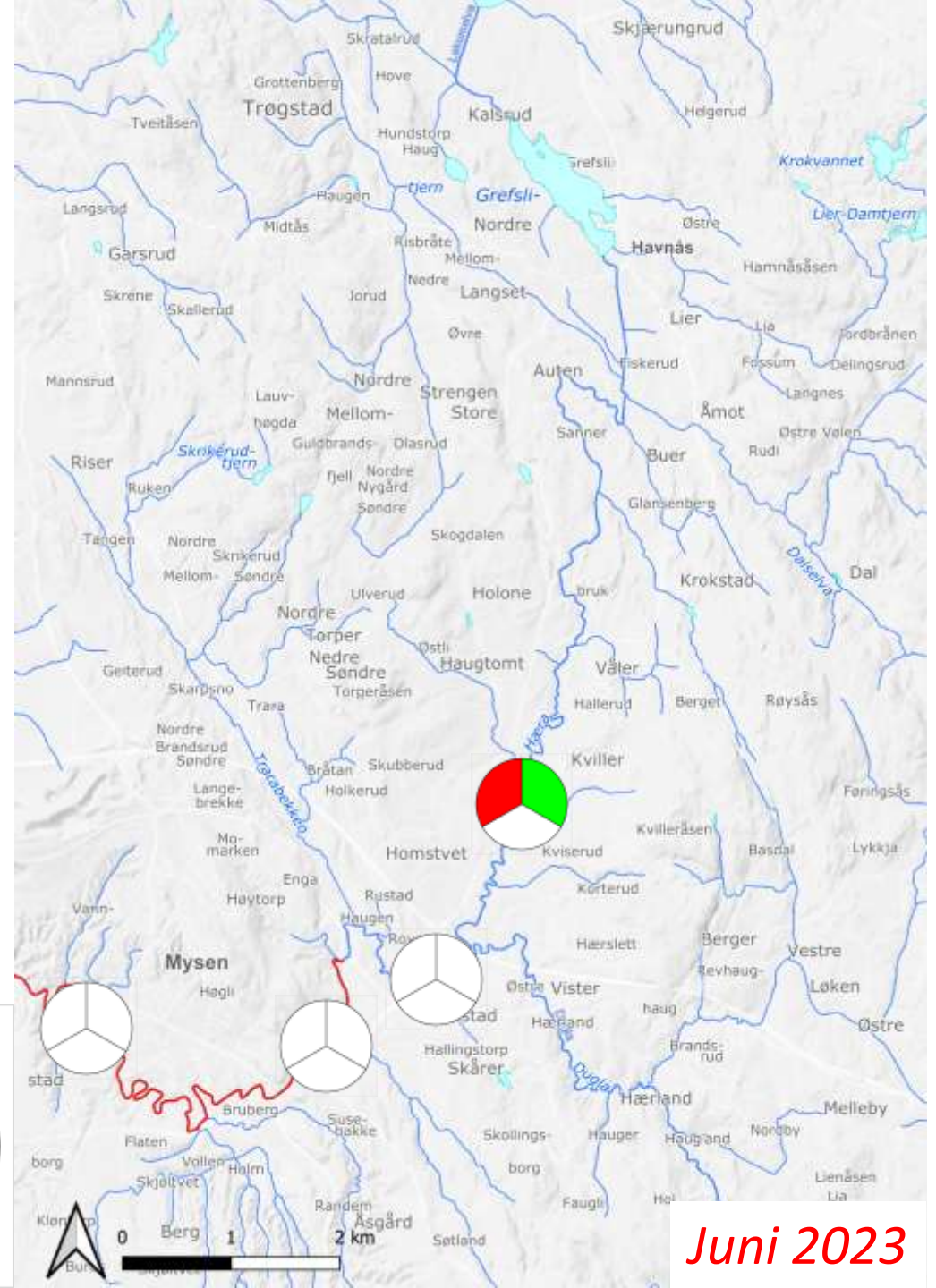
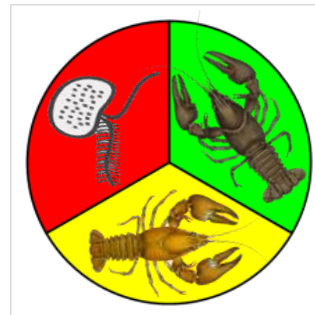


Resultater Haldenvassdraget 2016-2024



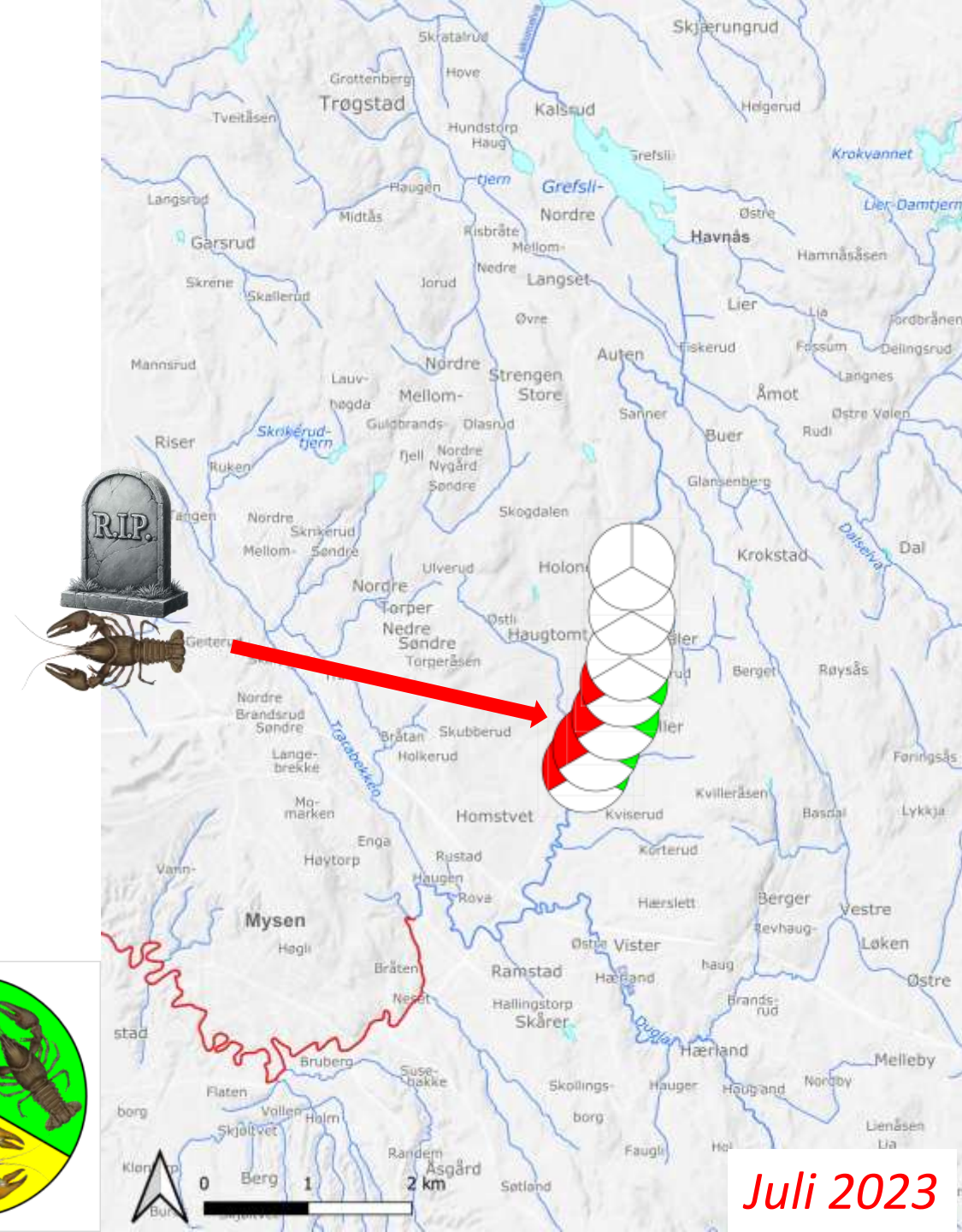
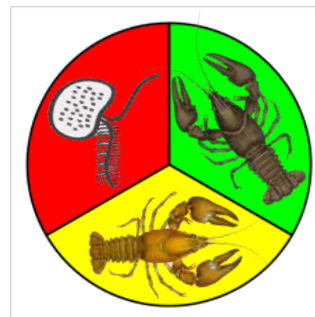
Tidlig varsling av krepsepest utbrudd

- Miljø-DNA prøve positiv for *A. astaci* i Hæra oppstrøm restriksjonssone



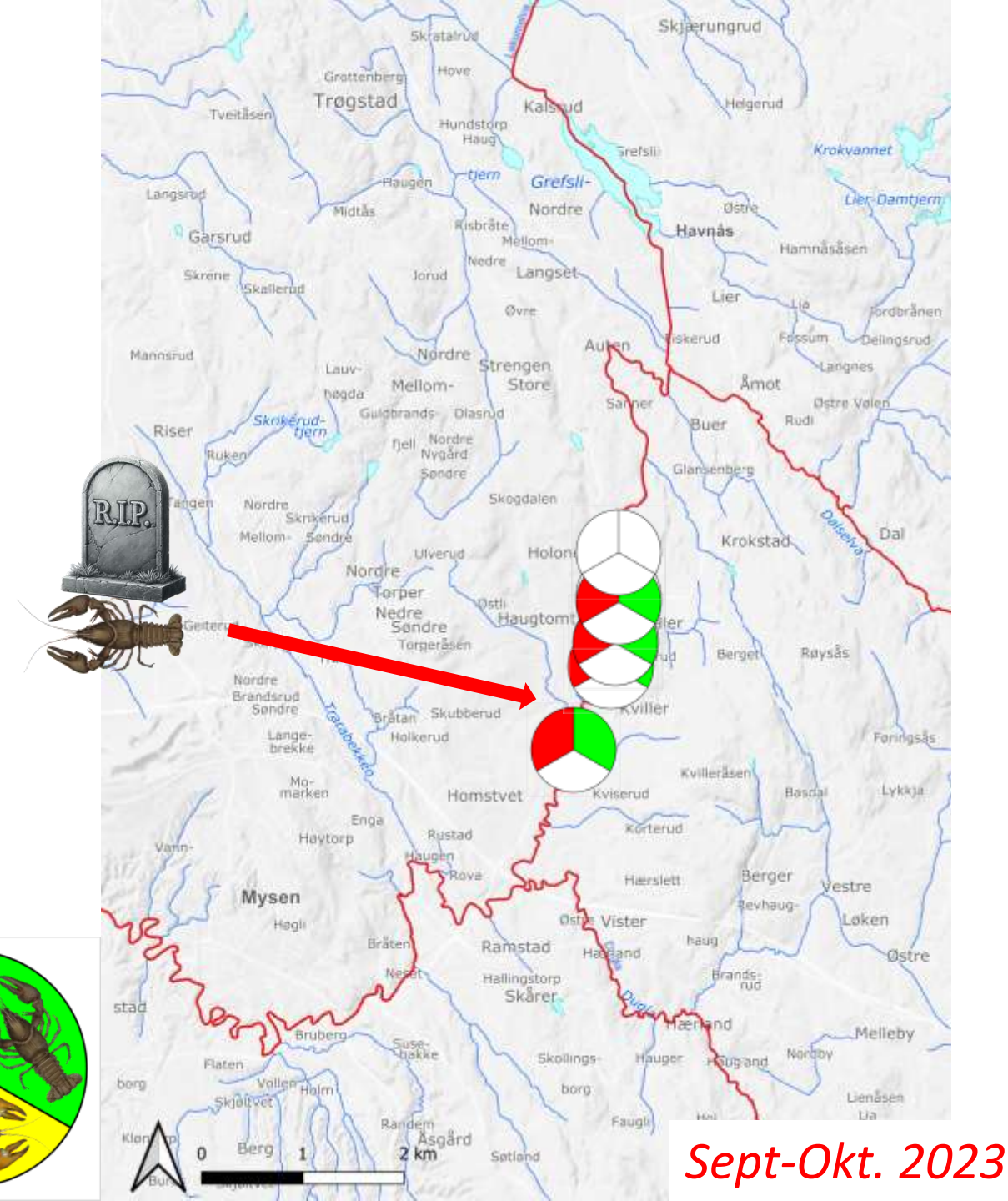
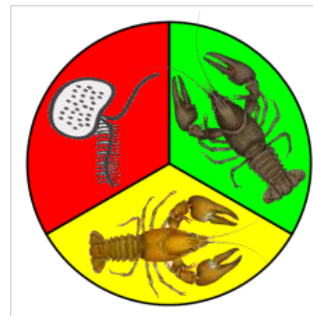
Tidlig varsling av krepsepest utbrudd

- Miljø-DNA prøve positiv for *A. astaci* i Hæra oppstrøm restriksjonssone
- Søk etter død kreps og ekstra miljø-DNA prøvetaking
- Funn av død kreps og analyse bekrefter krepsepest



Tidlig varsling av krepsepest utbrudd

- Miljø-DNA prøve positiv for *A. astaci* i Hæra oppstrøm restriksjonssone
- Søk etter død krepss og ekstra miljø-DNA prøvetaking
- Funn av død krepss og analyse bekrefter krepsepest
- Miljø-DNA viser sakte oppstrøms spredning
- Utvidet restriksjonssone for krepsepest



Miljø-DNA og krepsepest

- Miljø-DNA kan påvise smitte i vann før burforsøk og gi tidlig varsling av krepsepest utbrudd
- Kan påvise både vert og sykdom i samme prøve
- Dyrevelferdsvennlig metode
- Gir grunnlag for mistanke om krepsepest (ikke diagnostisk verktøy)



Gyrodactylus salaris

- Lakseparasitt og fremmedart i Norsk natur
- Ektoparasitt – fester seg på fisken
- Føder levende gravide barn (kloner)
- Kort levetid
- Trussel for norsk villaks
- Gyrodactylose listet F-sykdom i Norge



Laks (45mm lang) infisert av *Gyrodactylus salaris*.



Gyrodactylus salaris – foto Jannicke Wiik Nielsen

Omfattende overvåkning og bekjempelse i Norge

- Friskmeldingsprogrammet for *G. salaris*
- Overvåkingsprogrammet for *G. salaris* i anlegg og elvar
- Benytter tradisjonelle metoder med fangst av fisk og undersøkelse av fiskefinner
- Funn bekreftes molekylært (qPCR/Sekvensering)
- **Mulighet for å supplere med miljø-DNA?**



The surveillance programme for
Gyrodactylus salaris in Atlantic salmon
and rainbow trout in Norway 2024

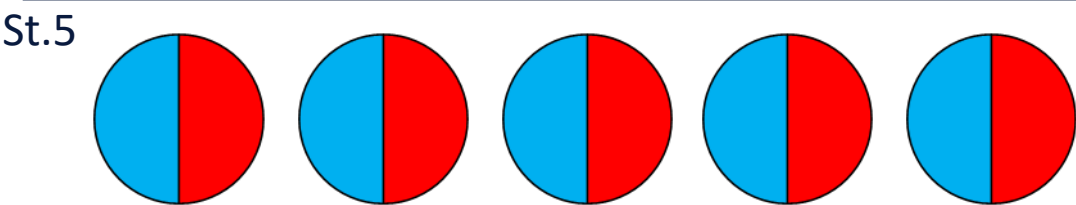
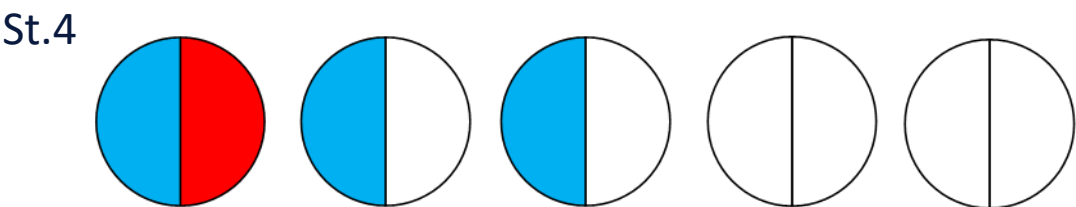
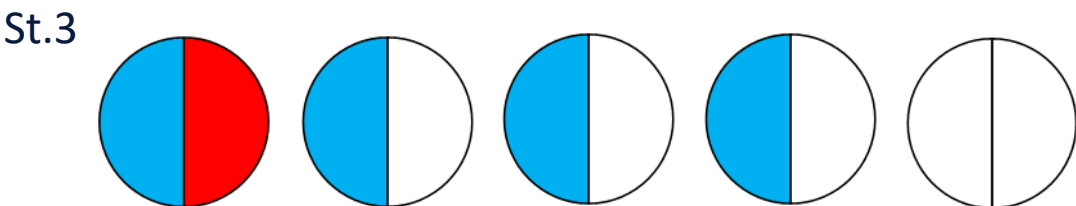
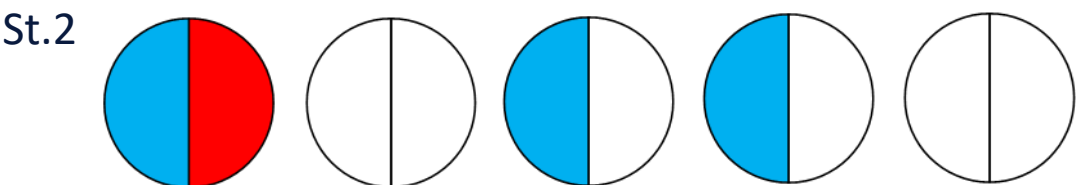
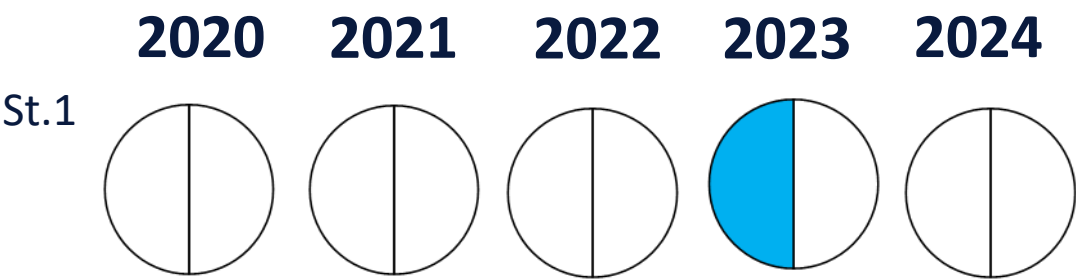
The post-treatment surveillance programme for
Gyrodactylus salaris in Norway 2023



Drammenvassdraget

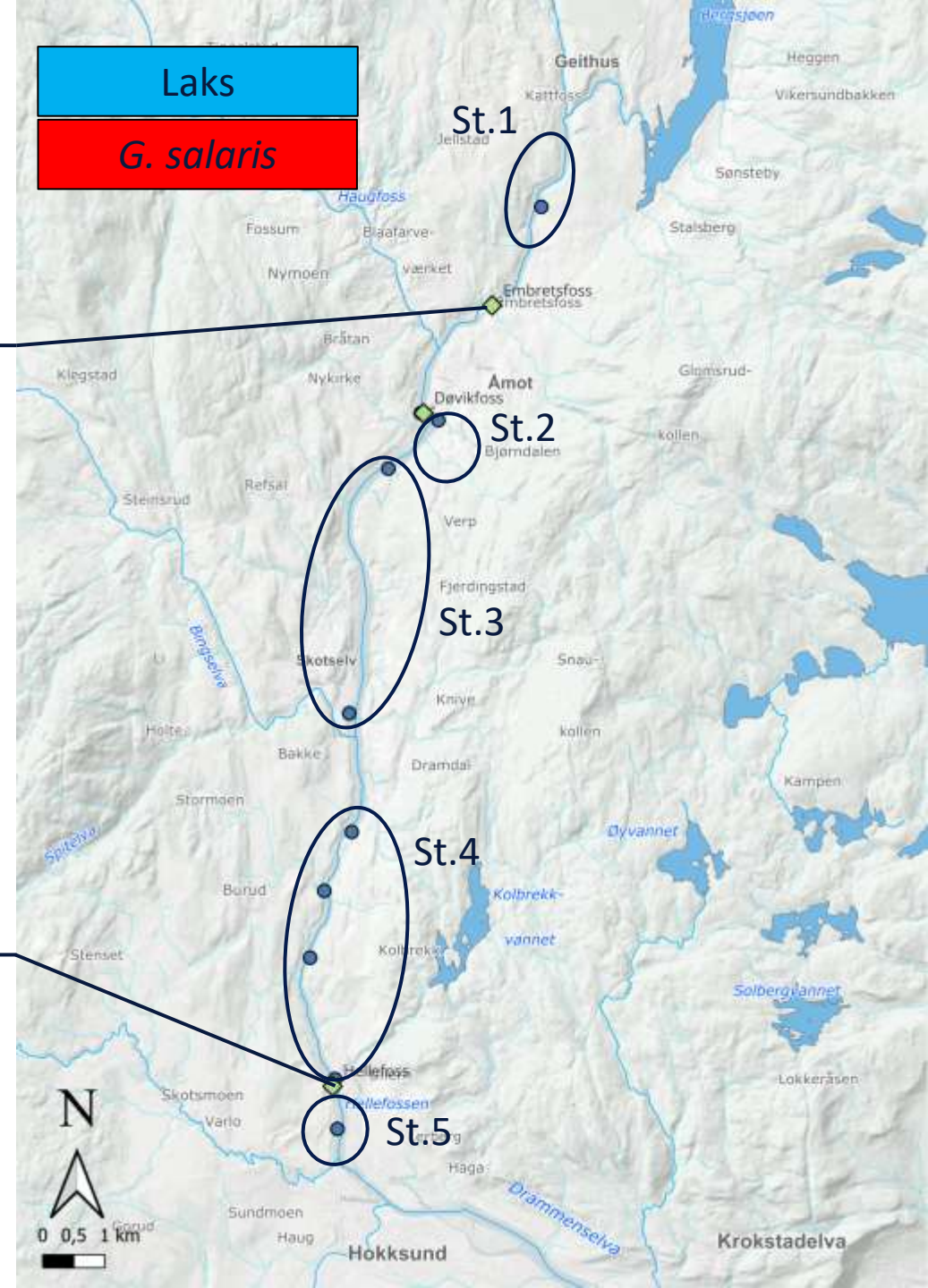
- Siste skanse for *G. salaris* i Norge
- I 2019 ble fisketrappa i Hellefossen stengt → Barriere for å hindre laks oppstrøms
- Overvåket siden 2020 med tradisjonell og miljø-DNA metode → Dokumentere effekt av stengt fisketrapp
- Behandling med klor startet i regionen i 2025 og hovedbehandling planlagt i 2027

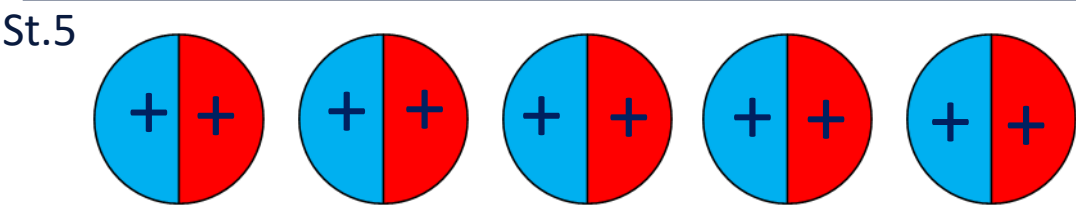
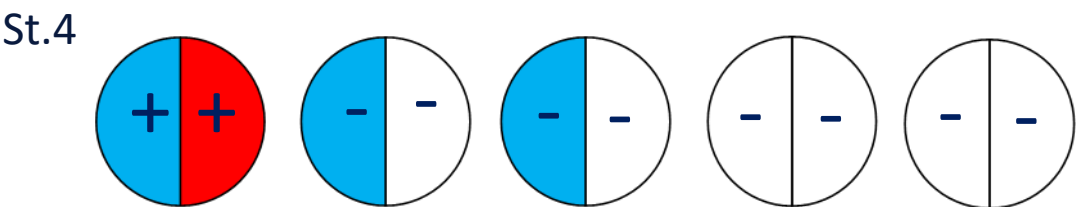
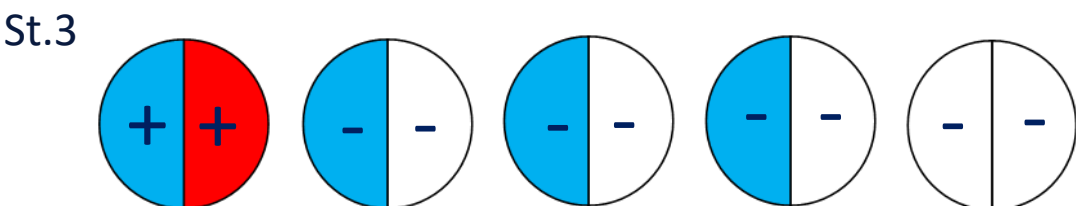
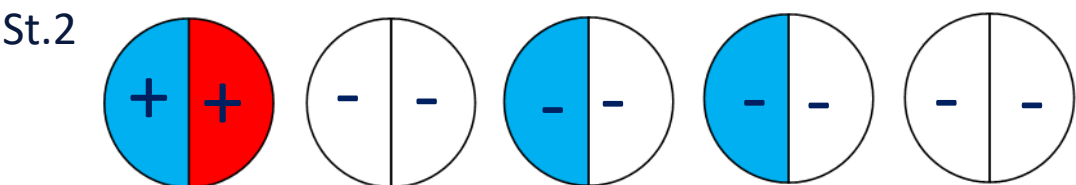
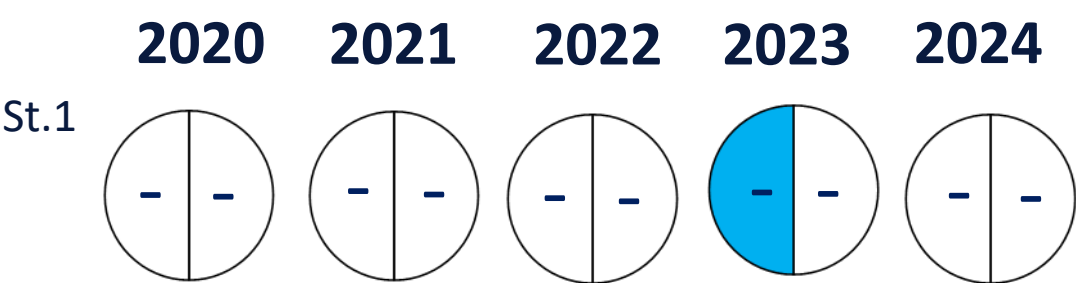




Laks

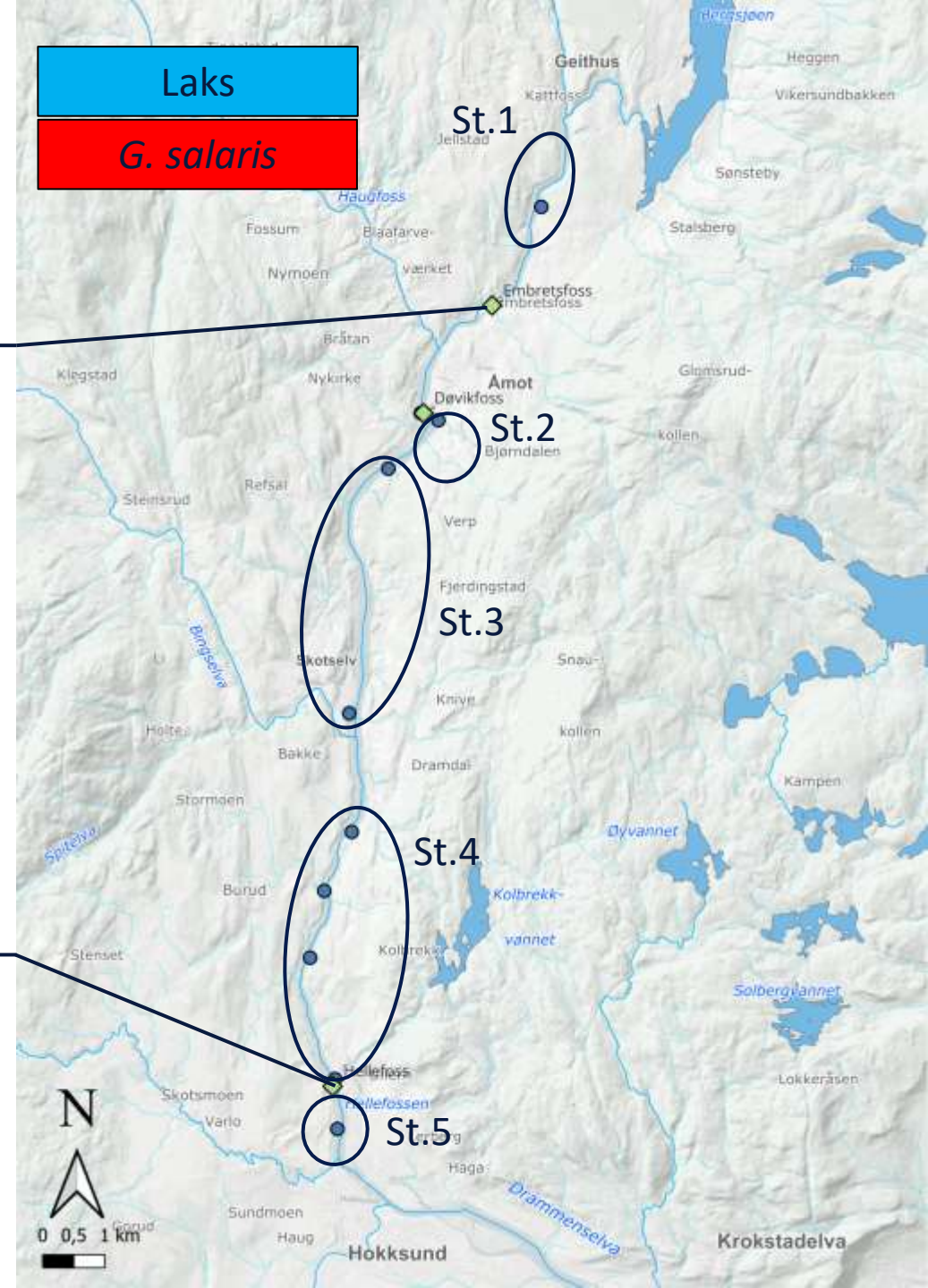
G. salaris

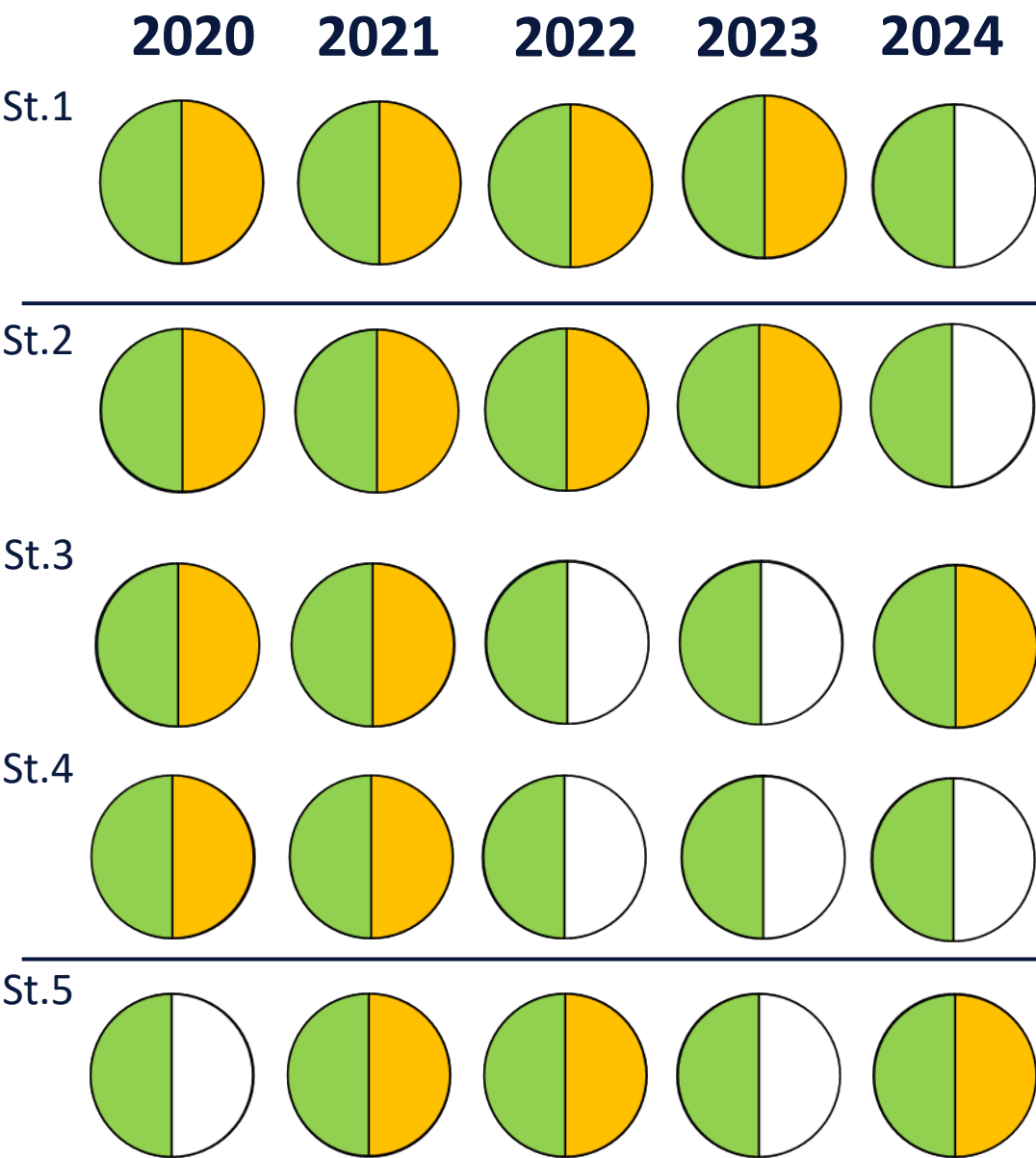




Elfiske:
 + Funn
 - Ikke funn

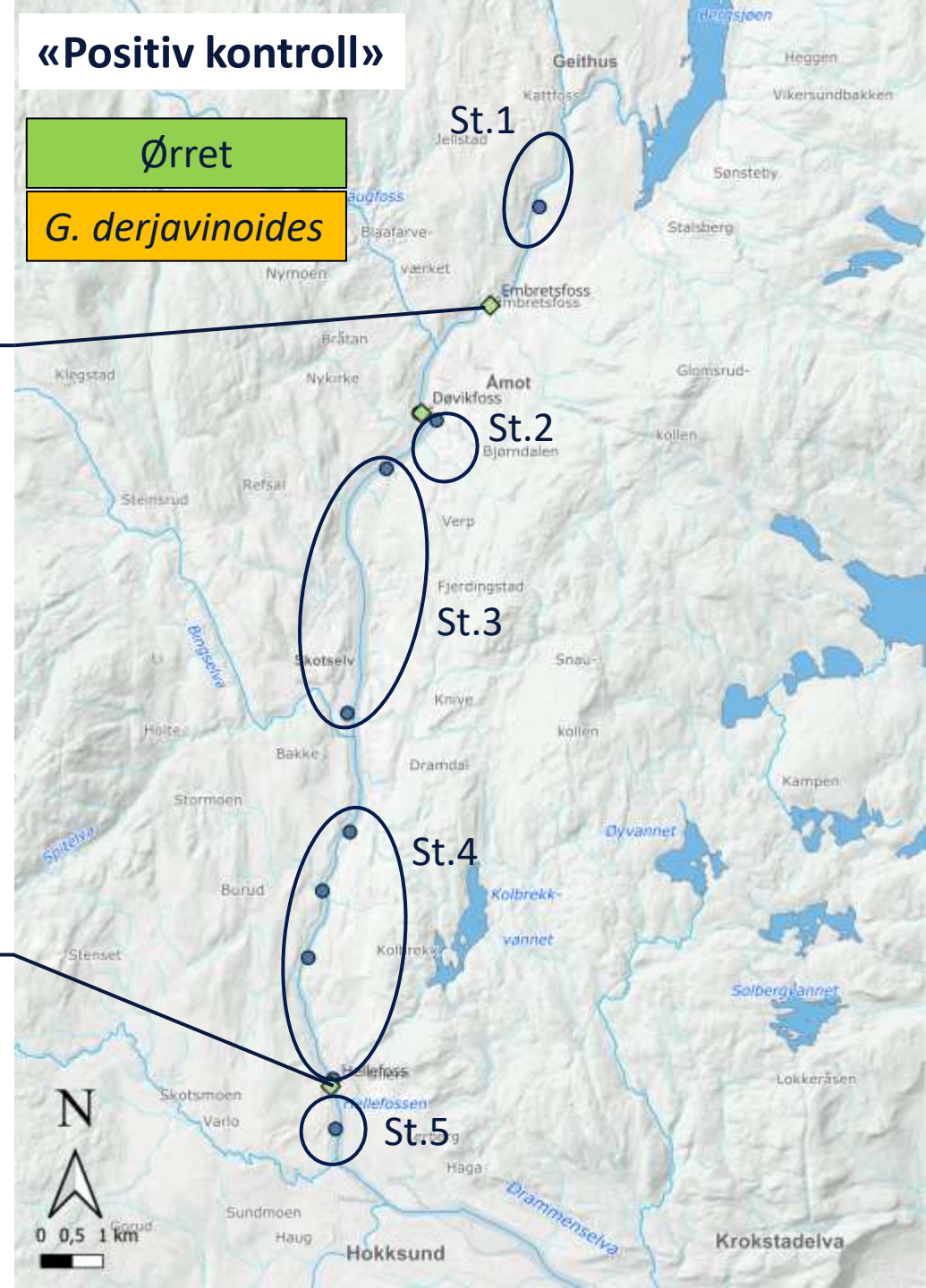
Laks
G. salaris





«Positiv kontroll»

Ørret
G. derjavinoides

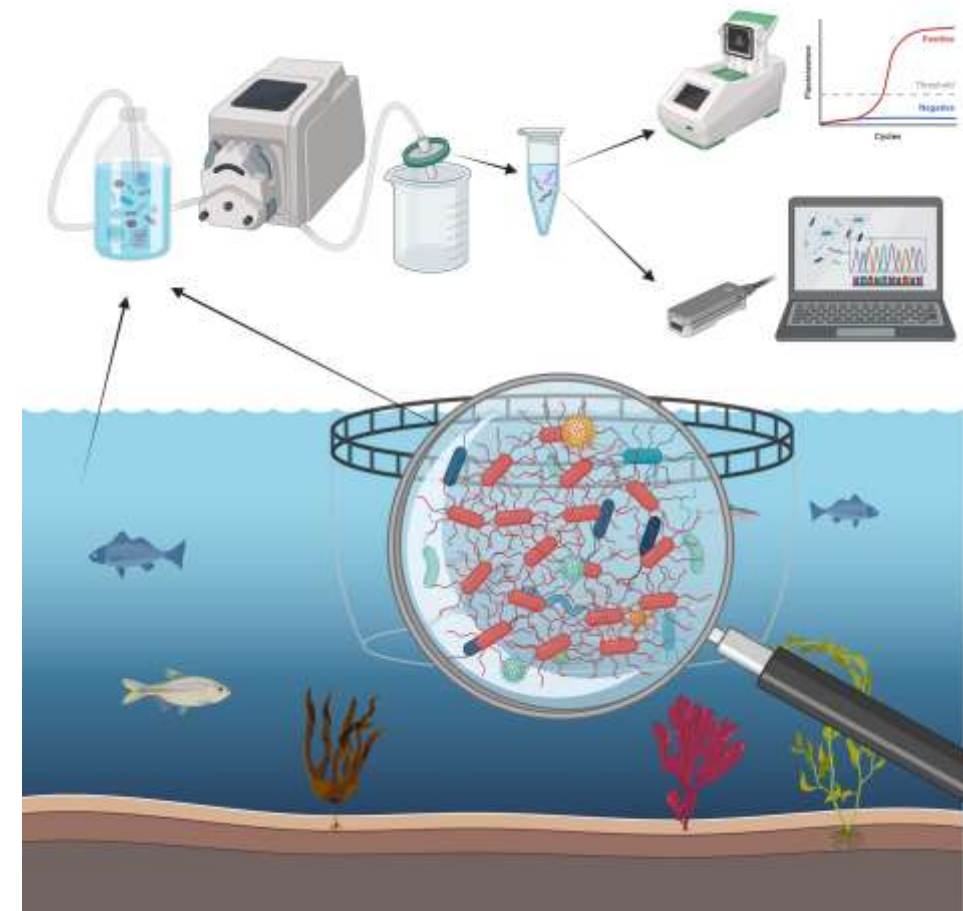
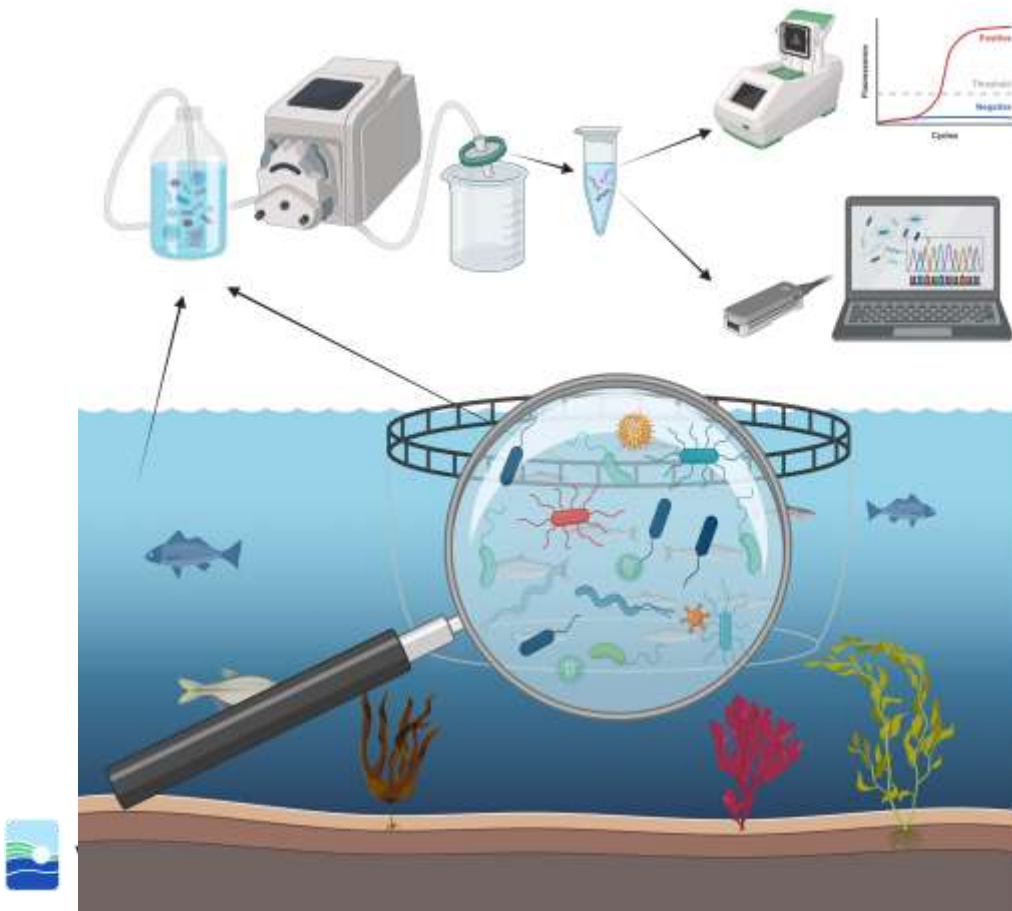


Miljø-DNA og *G. salaris*

- Miljø-DNA gjør det mulig å oppdage parasitten, men noe usikkerhet om sensitivitet
- Metoden er skånsom, rask og krever ingen fangst av fisk.
- Gir et godt grunnlag for å følge smittesituasjonen og effekten av tiltak over tid.



Bruk av miljø-DNA i akvakultur?

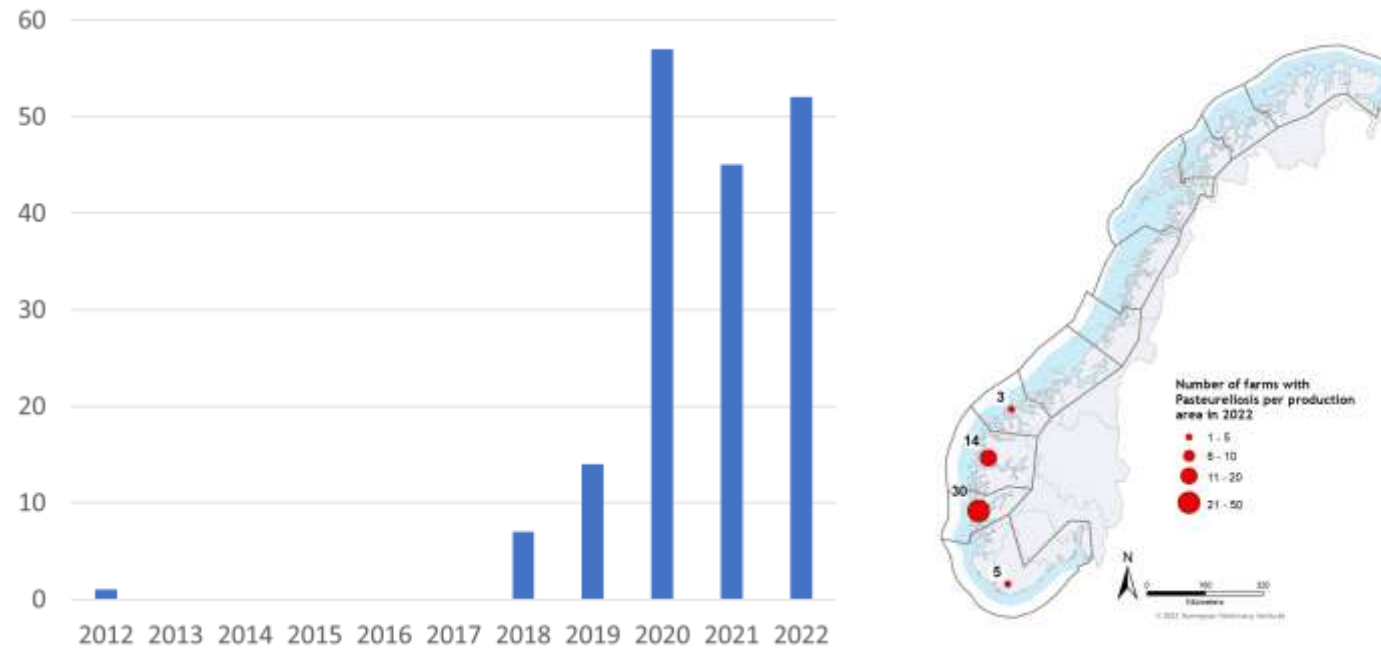


Miljø-DNA screening for “*Ph. atlanticus*”



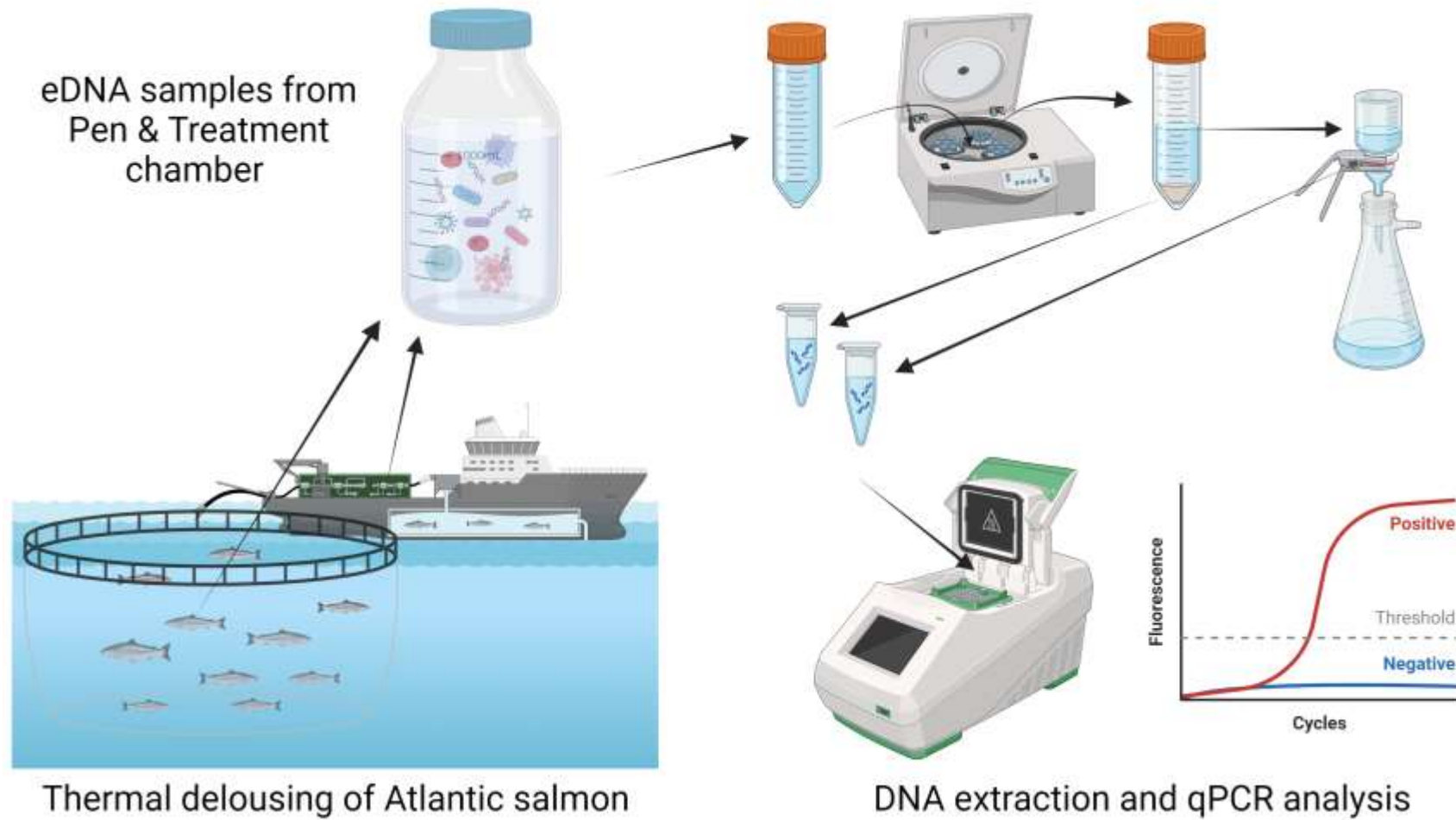
- Pasteurellose forårsaker redusert velferd og tap av atlantisk laks i Norsk og Skotsk fiskeoppdrett
- Pasteurellose i norsk lakseoppdrett er hovedsakelig forårsaket av *Phocoenobacter atlanticus* subsp. *atlanticus*

Miljø-DNA screening for “*Ph. atlanticus*”



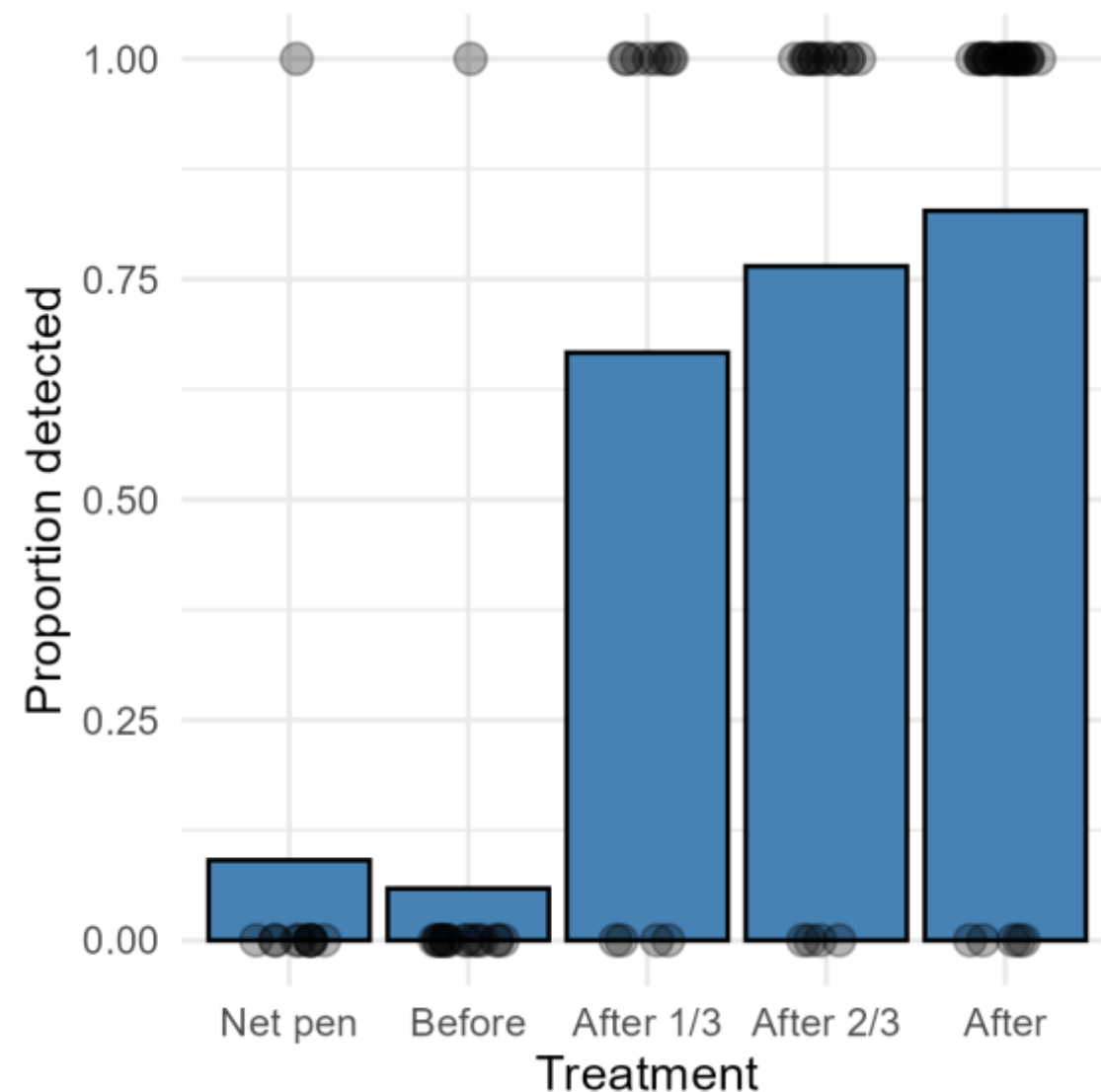
Det har vært en drastisk økning i frekvens av pasteurellose langs sørvestkysten av Norge siden 2018

Miljø-DNA screening for “*Ph. atlanticus*”



Miljø-DNA screening av anlegg med kjent status

- Svaberprøvetaking ble tidlig ekskludert på grunn av uregelmessig deteksjon hos ellers positive lokaliteter.
- Miljø-DNA fra behandlingsvann etter termisk avlusing ga pålitelig deteksjon, mens miljø-DNA fra fiskemerder sjelden var positivt.

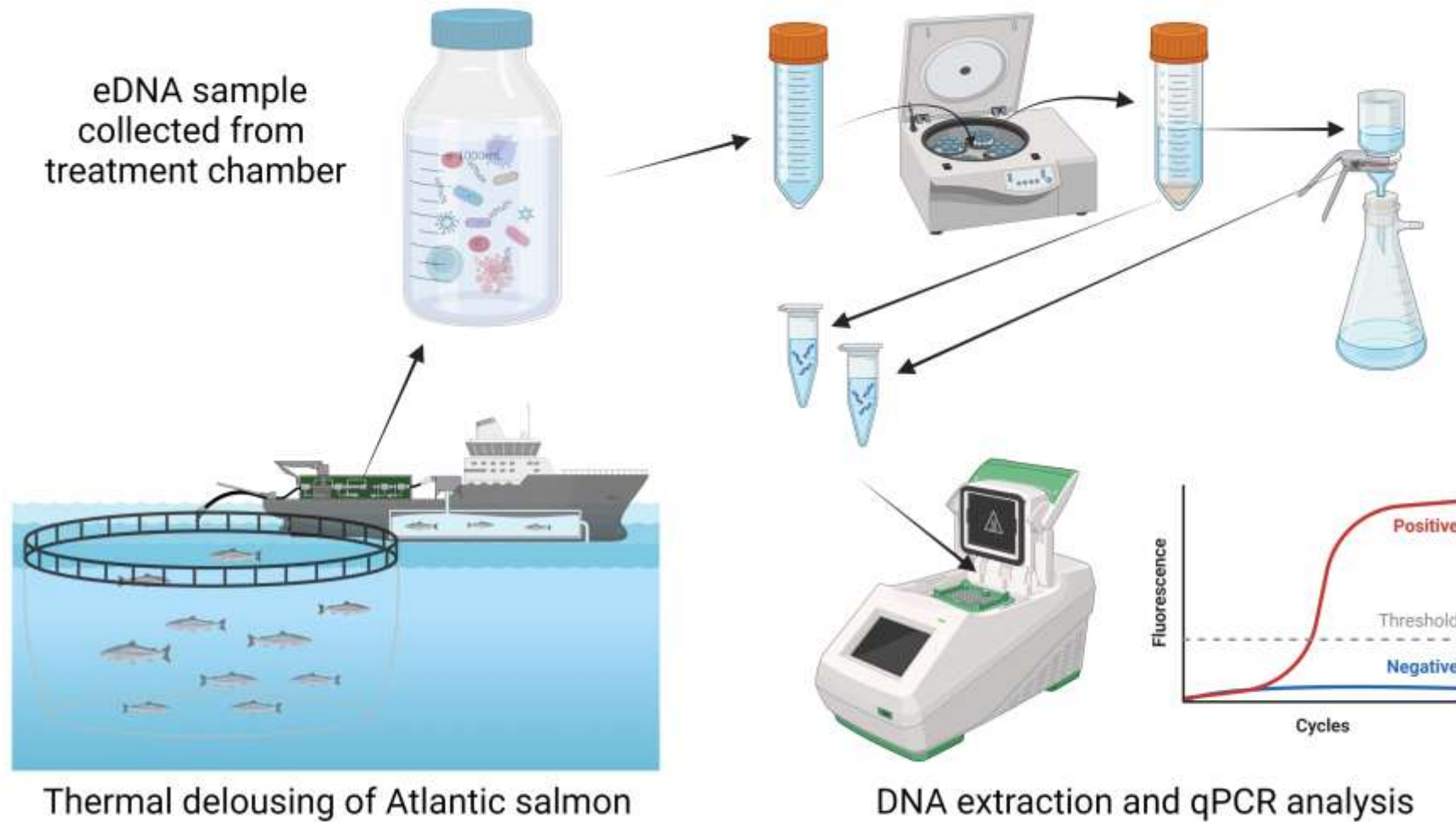


Miljø-DNA screening av anlegg med kjent status

Pasteurellose status	Antall anlegg	Påvises i merd vann	Påvises i avluser vann
Mildt utbrudd	5	1/5	5/5
Tidligere PCR positiv, Ikke aktivt utbrudd	4	0/4	4/4
Ikke bekreftet mistanke	2	0/2	1/2
Usikker status	2	0/2	2/2
Kontroll anlegg (antatt negative)	3	0/3	1/3



Miljø-DNA screening av anlegg med «Ikke påvist» status



Miljø-DNA screening av anlegg med «Ikke påvist» status

Fiskegruppe	Antatt pasteurellose status	eDNA <i>Pasteurella</i> positive/negative	Senere klinisk status
1	Negative	Negative	Fisken PCR positiv 5 måned etter eDNA testing
2	Negative	Negative	Pasteurellose påvist 5-6 måned etter eDNA testing
3	Negative	Negative	Pasteurellose-fri ved slakt 3 måneder etter eDNA testing
4	Negative	Negative	<i>Pasteurella</i> -fri 6 måned etter eDNA testing
5	Negative	Negative	Enkelte fisk positiv (dyrkning) 3 måneder etter testing
6	Negative	Positive	Ingen tegn til pasteurellose 6 måned etter eDNA testing
7	Negative	Positive	Ingen tegn til pasteurellose 5 måned etter eDNA testing
8	Negative	Positive	Pasteurellose bekreftet (dyrkning) 7 uker etter testing
9	Negative	Positive	Fisken PCR positiv 4 måned etter eDNA testing
10	Negative	Positive	Fisken PCR positiv 2 måned etter eDNA testing
11	Negative	Positive	Fisken PCR positiv 2 måned etter eDNA testing



Miljø-DNA og Pasteurellose

- Miljø-DNA fra termiske avlusere muliggjør tidlig påvisning
- Metoden er enkel og skånsom, og krever kun prøvetaking av behandlingsvann.
- Gir et effektivt verktøy for overvåking og smitteforebygging i oppdrett.
- Stort potensiale innen aquakultur



Overvåking av patogener i akvatiske miljøer med miljø-DNA

- **Tidlig påvisning** av virus, bakterier og parasitter i vann, inklusive vert
- **Høy sensitivitet**, men må optimaliseres for organisme → **fagkunnskap viktig**
- **Kostnadseffektiv** og bred kartlegging ved påvisning av flere ulike patogener samtidig.
- Reduserer behov for prøvetaking av dyr → **økt dyrevelferd**

Takk til



Forskningsrådet



Mattilsynet



Miljø-
direktoratet

FHF

- Trude Vrålstad, Saima Mohammad, Haakon Hansen, Marit Måsøy Amundsen, Duncan Colquhoun, Jannicke Wiik-Nielsen, Johannes Rusch, Elin Rolén, Hildegunn Viljugrein, Sonal J. Patel, Matilde Holmeset, **NVI**
- Stein I Johnsen, Annette Taugbøl, **NINA**
- Lennart Edsman, , Fredrik Engdahl, Patrik Bohman, **SLU**
- Japo Jussila, Harri Kokko, Jenny Makkonen, **UEF**
- Satu Viljamaa-Dirks, Sirpa Heinikainen, **FFA**
- Peter Rask Møller, Sune Agersnap, Steen Knudsen, **UoC**
- Bjarte Langhelle, Hanne Log Persson, **Åkerblå**
- Odin Kirkemoen, Jørn Lund, Morten Eken



Veterinærinstituttet