

2255

NINA Rapport

## Første påvisning av *Batrachochytrium dendrobatidis* på Nordpadde i Norge

Annette Taugbøl, David Strand, Jeroen van der Kooij & Hege Brandsegg



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Første påvisning av *Batrachochytrium dendrobatidis* på Nordpadde i Norge

Annette Taugbøl

David Strand

Jeroen van der Kooij

Hege Brandsegg

Taugbøl, A., Strand, D., van der Kooij, J. & Brandsegg, H. 2023. Første påvisning av *Batrachochytrium dendrobatidis* på Nordpadde i Norge. NINA Rapport 2255. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/3049762>

Lillehammer, 6. februar 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5052-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Denne rapporten er lisensiert under Creative Commons Navngivelse 4.0

Internasjonal lisens: [Creative Commons — Attribution 4.0 International — CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Frode Næstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Kristin Evensen Mathiesen

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2487 | 2023

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Ingrid Regina Reinkind

FORSIDEBILDE

Gyting som forhåpentligvis resulterer i mange små rekrutter © Jeroen van der Kooij

NØKKEWORD

- Oslo
- *Bufo bufo*
- Amfibier
- Parasitter
- Amfibiesykdom
- Chytridiomykose
- Kartlegging
- MiljøDNA/ Miljø-DNA
- Dammer

Det ble oppdaget en feil i forfatterlista, 4.5.2023. Jeroen van der Kooij erstatter Karolina Bączela-Spychalska og Monika Baranowska

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedontr**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**

Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Taugbøl, A., Strand, D., van der Kooij, J. & Brandsegg, H. 2023. Første påvisning av *Batrachochytrium dendrobatidis* på Nordpadde i Norge. NINA Rapport 2255. Norsk institutt for naturforskning.  
<http://hdl.handle.net/11250/3049762>

*Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) er en algesopp i rekken Chytridiomycota, en av de mer primitive typene av sopp vi kjenner til i dag. Bd påfører amfibier infeksjonssykdommen chytridiomykose via zoosporer da amfibier fungerer som vertskap for Bd og blir bærere av zoosporangier. Selv om chytridiomykose hos amfibier nå har vært kjent i over tjue år og sykdommen har ført til drastisk reduksjon i flere amfibiepopulasjoner i enkelte verdensdeler, er det ennå relativt lite man vet om sykdomsforløpet til ulike arter av amfibier. Det er høy sannsynlighet at det er store mørketall på dødelighet da det foreligger få studier av dyrene i deres naturlige habitat igjennom sesongen.

Det er tidligere påvist Bd på storsalamander (*Triturus cristatus*) i Norge, mens soppen trolig oppstod som vert på frosk og padde. Det ble derfor samlet inn totalt 70 prøver fra padde som ble testet for Bd i dette studiet. Totalt testet 32 individer positivt på Bd, fra fem ulike dammer (Tabell 1). Prevalensen av smittede dyr (antall smittede dyr/ totalt antall dyr testet) var mellom 40 (Vesletjernet) og 100% (Svartkulp og Froskedammen). Dette er første gang det er påvist Bd på padder i Norge. Alle de infiserte populasjonene ligger forholdsvis nært hverandre, og det er også påvist Bd fra ulike salamanderprøver i området (Taugbøl et al, upubliserte data). Det er uvisst hvordan Bd spres i terrenget, og flere nærliggende populasjoner bør prøvetas i nærmeste fremtid for å få en bedre oversikt over den faktiske geografiske utbredelsen. Det er tidligere tenkt at Bd er mer utbredt i urbane områder, mens resultater fra urbane områder i dette prosjektet er varierende med både Bd-frie og Bd-infiserte dammer i Urbane områder, er de to dammene som ble sjekket fra skogen (nær sti) infisert.

Vi har per i dag undersøkt et meget begrenset geografisk område i Norge for smitte på padde, og det er begrenset kunnskap om konsekvenser av smitte i naturlige populasjoner. Fra forsøk i laboratorium på ulike froske- og paddearter er generelle funn at infiserte individer har lavere vekt, høyere metabolisme, lavere nivå av immunbeskyttende stoffer og mindre utviklede kjønnsorganer. Eksperimentelle undersøkelser viser også dødelighet opp mot 88% ved hibernering av infiserte individer. Dette tilsier at det sannsynligvis er mye «skjult» dødelighet ved for eksempel lavere overlevelse igjennom vinteren. Per i dag er det ingen overvåkning av paddepopulasjoner i Norge og det er derfor ikke mulig å utelukke negative arts- og populasjonseffekter av infeksjonen.

**Annette Taugbøl**, NINA Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2614 Lillehammer, [annette.taugbolnina.no](mailto:annette.taugbolnina.no)

**David A. Strand**, Veterinærinstituttet, Elizabeth Stephansens vei 1, 1433 s, [david.strand@veitnst.no](mailto:david.strand@veitnst.no)

**Jeroen van der Kooij**, Naturformidling, konsekvensutredning og forskning van der Kooij, Rudsteinveien 67,  
1480 Slattum, [jvdkooij@online.no](mailto:jvdkooij@online.no)

**Hege Brandsegg**, NINA Trondheim, Postboks 5685, Sluppen, 7485 Trondheim, [hege.brandsegg@nina.no](mailto:hege.brandsegg@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>5</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>6</b>
<b>Forord .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Materialer og metoder .....</b>	<b>9</b>
2.1 Utvalgelse av dammer .....	9
2.2 Innsamling av svaberprøver .....	9
2.3 Laboratoriemetoder.....	9
<b>3 Resultater og diskusjon .....</b>	<b>10</b>
<b>4 Referanser .....</b>	<b>14</b>

## Forord

Mange amfibiepopulasjoner verden over har i de siste par tiår blitt smittet av chytridiomykose, forårsaket av den patogene chytridesoppen *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd). Dette har ført til drastisk nedgang i mange amfibiepopulasjoner, og i noen tilfeller utryddelse, men ulike arter, og dels populasjoner, ser ut til å tåle infeksjonen ulikt. Vi vet allikevel svært lite om langtidseffektene av smitte og sykdom for både individer og populasjoner for Norske arter. Chytridiomykose er en sykdom som kun opptrer i hudlaget til amfibiene, noe som gjør immunresponsen til huden særlig viktig, og det er også ved hjelp av hudprøver at soppen best kan påvises; enten ved mikroskopering av hudlaget, eller ved direkte prøvetaking av huden (svabeprøver), som så analyseres for genetiske spor av soppen, såkalt miljøDNA. Bd ble oppdaget i Norge i 2017 ved at fem ulike dammer i Viken fylke (den gangen Akershus fylke) slo ut positivt på en artsspesifikk genetisk markør for Bd, og senere ble det bekreftet smitte på storsalamander (*Triturus cristatus*) ved svaberprøver. Det ble ikke bekreftet smitte på Småsalamander (*Lissotriton vulgaris*) samme år.

Dette prosjektet er en videreføring av kartleggingsarbeidet av infeksjon og infeksjonsrater hos de norske amfibiartene. Frosk og padde er mer nærliggende verter for Bd, og ved at Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) konkluderte med at padde var den mest sårbare arten i Norge, ble padde prioritert. Resultater fra denne rapporten viser at padde er smittet i stor utstrekning innenfor det innsamlede området, og med høy prevalens.

At vi ikke vet noe om hvilke konsekvenser dette har i de naturlige populasjonene av padde understreker behovet for en omfattende investering av amfibieovervåkning i Norge.

Vi ønsker å takke Karolina Bacela-Spychalska og Monica Baranowska ved Universitetet ved Lodz, Polen, for hjelp med isolering av svabrene og oppdragsgiver ved Miljødirektoratet Ingrid Regina Reinkind for god tilretteleggelse av prosjektet. Prosjektet har vært finansiert av Miljødirektoratet og EEA-prosjektet ECOPOND 2019/34/H/NZ8/00683.

Februar 2023

Annette Taugbøl

Prosjektleder

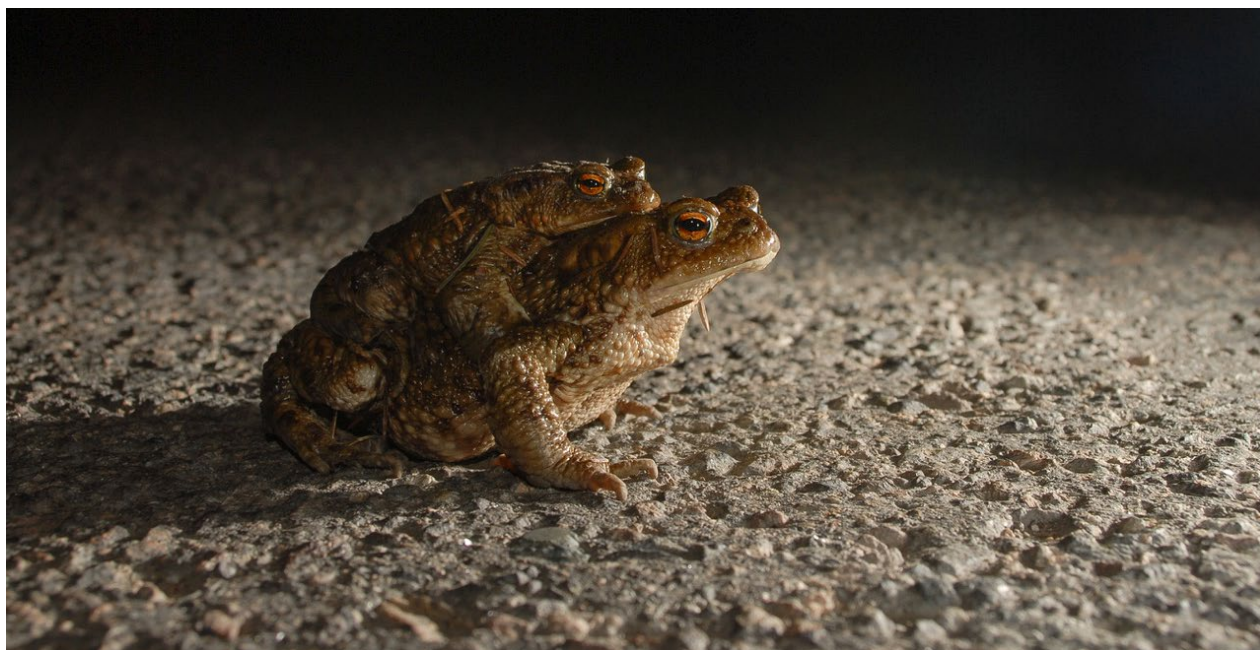


## 1 Innledning

Patogenet *Batrachochytrium dendrobatidis*, heretter omtalt som Bd, er en algesopp i rekken Chytridiomycota, en av de mer primitive typene av sopp vi kjenner til i dag. Til tross for sin primitive evolusjonære status har Bd blitt forholdsvis kjent verden over ved at den påfører amfibier infeksjonssykdommen chytridiomykose via zoo-sporer, da amfibier fungerer som vertskap for Bd og blir bærere av zoosporangier. Soppen er altså en parasitt på amfibie huden, og sykdommen regnes i dag som en av de viktige årsakene til drastisk nedgang av, og i noen tilfeller utryddelse av, amfibiepopulasjoner i Australia, Mellom- og Sør-Amerika. Mer utfyllende bakgrunn om selve soppen kan leses i Taugbøl et al., (2017) og VKM (2019).

Bd ble først oppdaget i Norge i 2017 ved filtrering av miljøDNA og arts-spesifikke primere (Taugbøl et al., 2021; Taugbøl et al., 2017). Videre kartlegging av mulige verter for Bd påviste kun storsalamander (*Triturus cristatus*) som vert, da ingen av svabreprøvene for småsalamander (*Lissotriton vulgaris*) fanget inn fra de infiserte dammene slo ut positive i 2018 (Taugbøl et al., 2019). For storsalamander varierte prevalensen (antall smittede dyr i forhold til totalt testet) forholdsvis mye mellom dammene, fra 14% smitte i Tokerud til 80% smitte fra dyr ved dammen ved Rør gård (Taugbøl et al., 2019).. At en art ikke blir påvist fra vannprøvene selv om den er tilstede i miljøet kan ha flere årsaker, som innsamlingstidspunkt, temperatur i vannet, tetthet av arten man ønsker å teste for, mengde filtrert vann, filtertype og metoder på labben. Med Bd som eksempel, vil lav smitte på dyrenes hud, som var tilfelle for storsalamanderprøvene i 2018 (Taugbøl et al., 2019), også gi færre Bd-DNA-molekyler i vannet, noe som da gir større muligheter for falske negative resultater ved filtrering av vannprøver.

Denne rapporten oppsummerer resultater fra innsamlede svaberprøver fra nordpadde (*Bufo bufo*) i Oslo-området. Ved å stryke en bomullspinne direkte over huden til dyret øker treffsikkerheten betraktelig i å avgjøre om dyret er infisert eller ikke.



Bilde. Paddehunn som krysser veien med en hann på ryggen. © Jeroen van der Kooij



## 2 Materialer og metoder

### 2.1 Utvelgelse av dammer

Prøveinnsamlingen har fokusert på Oslo og nærområdene til Oslo. Antall dammer/ områder som det ble samlet inn prøver fra for de fire ulike årene er oppsummert i **Tabell 1**, sammen med antall prøver. Enkelte prøver er samlet inn fra dyr på vei til dammen fra vinterhibertering (Morteveien og Sørli/Vassøytjerna).

**Tabell 1.** Oversikt over antall svaber-prøver som ble samlet inn fra de ulike dammene i 2021 og 2022, og i hvilket geografisk område de befinner seg i. Dammene er også vist på kart i **Figur 1**.

Lokalitet	Geografisk område	2021	2022
Holmenkollen	Oslo	10	
Linbäckdammen	Oslo	10	
Solemskogen, Karrustjern	Oslo	1	
Svartkulp	Oslo	14	5
Froskedammen	Oslo		5
Vesletjernet	Viken	10	
Morteveien	Nittedal	5	
Sørli/Vassøytjerna	Nittedal	10	

### 2.2 Innsamling av svabeprøver

Bd kan påvises på flere måter. Den mest sensitive metoden er ved hjelp av molekylærgenetisk påvisning av DNA fra Bd via svaber-prøver. Paddene som ble samlet inn med svaberprøver ble enten samlet inn direkte ved vandring og/eller med hov fra dammen. Ved prøvetaking ble dyrene holdt med den ene hånden mens overflatene på særlig hender, føtter og munnen ble strøket over med en myk svaber (Q-tip-lignende). Svaberen ble lagret i ATL-buffer frem mot ekstrahering av DNA.

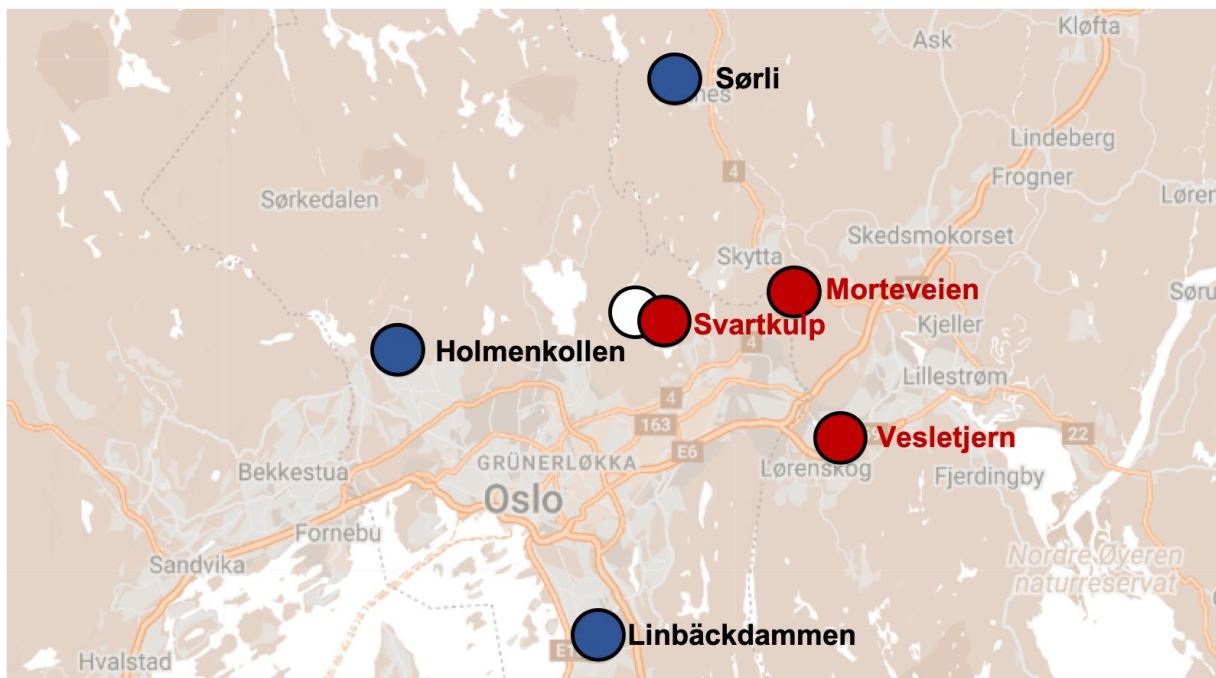
### 2.3 Laboratoriemetoder

**DNA isolering** - DNAet ble ekstrahert ved hjelp av DNeasy Blood and Tissue kit fra Qiagen.

**Påvisning av Bd via kvantitativ PCR (qPCR)** -kvantitativ PCR er en metode hvor amplifiseringen av PCR-produktet avleses for hver PCR syklus (real time), der mengden av DNA teoretisk dobles for hver syklus om mål-DNAet er tilstede i reaksjonen. Mengden av DNA i prøven leses av via fluorescens og beregnes ved hjelp av en standardkurve med kjent konsentrasjon av mål-DNAet. Det analyseres tre replikater fra hver DNA prøve, og minst to av tre replikater betegnes som positiv prøve.

### 3 Resultater og diskusjon

Det ble samlet inn totalt 70 prøver fra padde som ble testet for Bd i dette studiet. Totalt testet 32 prøver positivt på Bd, fra fem ulike dammer, resultatene er oppsummert **Tabell 2**. Prevalensen av smittede dyr (antall smittede dyr/totalt antall dyr testet) var mellom 40 (Vesletjernet) og 100% (Svartkulp og Froskedammen). Dette er en meget høy prevalens, og høyrere enn tilsvarende prøver samlet inn fra padde i Sverige (Kärvemo et al., 2018)



**Figur 1.** Kart med oversikt over dammene for innsamling og prøvetaking. Rød farge = påvist som infisert, hvit farge=kun testet ett individ (stor usikkerhet i negativ prøve), blå farge= alle prøver negative for på Bd.

**Tabell 2.** Oversikt over antall negative og positive svaber-prøver for de ulike dammene. For de positive dammene (merket i oransje) er også prevalensen regnet ut. Dammene er også vist på kart i **Figur 1**.

Lokalitet	Negative	Positive	Prevalens
Holmenkollen	10		
Linbäckdammen	10		
Solemskogen, Karrustjern	1		
Svartkulp		19	100%
Froskedammen		5	100%
Vesletjernet	6	4	40%
Morteveien	1	4	80%
Sørli/ Vassøytjerna	10		

Dette er første gang det er påvist Bd på padder i Norge. Alle de infiserte populasjonene ligger forholdsvis nært hverandre, og det er også påvist Bd fra ulike salamanderprøver i området (Taugbøl et al., upubliserte data). Det er uvisst hvordan Bd spres i terrenget, og flere nærliggende populasjoner bør undersøkes i nærmeste fremtid for å få en bedre oversikt over den faktiske geografiske utbredelsen. Det er ingen trend i resultatene om de infiserte dammene er urbane eller ikke- da Sørli Lindäckdammen og Holmenkollen foreløpig testet negativt for Bd der alle ligger nær bebyggelse, mens de infiserte dammene Mortveien og Vesletjern er i urbane strøk, og Svartkulp og Froskedammen ligger i skog. Vi vet per i dag ingenting om konsekvensene av smitte i de norske paddepopulasjonene da vi ikke har noe overvåkningsprogram av paddepopulasjoner i Norge. Det er tidligere konkludert med at padde er den norske amfibiarten som potensielt kan være mest sårbar for Bd-infeksjon (VKM et al., 2019). Sammen med flere nyere eksperimentelle studier som viser vekttap hos både frosk og padde (Kásler et al., 2022), samt studier som viser 88% redusert vinter-overlevelse av infiserte individer (Wetsch et al., 2022), er det stor grunn til å tro at også de norske infiserte paddene har lavere overlevelse noe som kan føre til økt populasjonsnedgang.

Parasitter er ofte avhengig av en spesifikk type vert for å kunne fullføre livssyklusen sin, mens Bd må karakteriseres som en uspesifisert parasitt ved at den har infisert hundrevis av amfibiarter etter den har blitt spredt verden over ved hjelp av mennesker. Smitteundersøkelser har vist at Bd kan gi ulike konsekvenser mellom arter (Meurling et al., 2020), men også innad hos artene, konsekvenser som blant annet avhenger av når i livsløpet arten blir smittet, om individet i tillegg er smittet av andre parasitter (Wetsch et al., 2022) og temperaturforhold.

### **Generelle effekter på immunresponser av Bd-infeksjon**

Mange amfibier har kompliserte hud-assosierte forsvarsmekanismer mot patogener, der syntesen av kjemiske peptider både kan økes og/eller svekkes som følge av en infeksjon. Det ble nylig vist at padde (*Bufo bufo*) som i Ungarn ble infisert som yngel hadde lavere nivå av kjemiske forsvarspeptider i forhold til kontrollyngel som ikke hadde blitt infisert (Ujszegi et al., 2021). I det samme studie ble også langbeinsfrosker (*Rana dalmatina*) utsatt for smitte og de hadde også lavere nivåer av kjemisk forsvar i huden, men fikk likevel lavere smittetrykk og prevalens enn paddene i forsøket, som fikk høy infeksjonsgrad og høy prevalens, og da særlig i metamorfosen (Ujszegi et al., 2021). Det ble ikke observert vekttap for de infiserte paddene fra Ungarn tidlig i livsløpet (Ujszegi et al., 2021), men vekstraten var lavere og de infiserte paddene oppnådde dermed også lavere totalvekt (Kásler et al., 2022).

### **Generelle effekter av Bd-infeksjon ved ulike temperaturer**

Som alle patogen/vertskaps-forhold kan påvirkingsgraden til dels være temperaturstyrt. For å sjekke for ulike Bd-infeksjonseffekter ved ulike temperaturer ble infiserte australske frosker av arten *Litoria aurea* holdt ved 12 og 24 °C over en fem-måneders periode. Froskene som ble holdt i 12°C hadde høyere smittetrykk og gikk gjennom en høyere dødelighet enn froskene som ble holdt ved 24°C (Campbell et al., 2019). Generelt hadde infiserte frosker fra det samme studiet også forhøyet metabolisme, og fikk reduserte fettreserver sammenlignet med u-infiserte frosker, infiserte hannfrosker hadde ved begge temperaturer også utviklet mindre kjønnsorganer (Campbell et al., 2019). Det er også observert lignende temperatureffekter fra forsøk på amerikanske amfibier, da resultater fra infiserte frosker av arten *Rana aurora* og padden *Anaxyrus bireas*, viste høyere smitte ved konstant eksponering ved 15°C enn ved 20°C, og dyr som gikk igjennom en økning i temperatur fra 15°C

til 20°C over et kort tidsintervall på fire dager fikk også lavere smitte. Temperatur og effekter av temperatur på parasitt/vertsapsforhold er kompliserte, særlig da det også virker som temperatur kan gi ulike effekter for juvenile og adulte dyr – og at Bd-linjene som brukes til smitteforsøk også kan ha ulike temperaturpreferanser og/eller ha effekter av å ha blitt dyrket ved ulike temperaturer. Bd-linjen som gav høyest smitte ved 15°C i det amerikanske forsøket var for eksempel også dyrket ved 15°C (Campbell et al., 2019). At Bd-smitten holder seg stabil høy, og er til dels økende, for amfibier ved lave temperaturer kan ha konsekvenser for amfibiene i nordlige områder, og for populasjoner som befinner seg høyere over havet, der de gjennomsnittlige døgntemperaturene ofte ikke når opp mot 20° C.

### **Eventuelle dødelige effekter Bd-infeksjon**

Til tross for at Bd er påvist over store geografiske områder i Europa og i forholdsvis høye konsentrasjoner hos smittede individer, er det foreløpig registrert forholdsvis få dramatiske hendelser med massedødelighet. De aller fleste amfibiartene er likevel i nedgang, der Bd kan være én av faktorene som bidrar med økt dødelighet, men da mer som «skjult individuell dødelighet» (Rumschlag & Boone, 2018; Wetsch et al., 2022). Flere studier har funnet vekttap hos de infiserte individene, men det er også studier som tyder på at det ikke er vekten alene som fører til lavere overlevelse igjennom vinteren (Rumschlag & Boone, 2018). Ved å utsette yngel av den amerikanske grønnfrosken *Lithobates pipiens* for ulike oppvekstmiljø, utviklet yngelen utsatt for fiskelukt seg til å bli størst, samt metamorfoserte i samsvar med kontrollen, mens økt tetthet av artsfrender senket den individuelle vekten 2.5 ganger og økte gjennomsnittslengen for metamorfose med seks dager. Etter ca. 12 uker, rett etter metamorfosen ble halvparten av individene infisert med Bd og oppholdt seg i terrestriske terrarier i ytterligere 12 uker uten noen synlige forskjeller mellom infiserte og ikke infiserte individer, mens individene som ble re-infisert før overvintring hadde lavere overlevelse, uavhengig av kroppsvekt (Rumschlag & Boone, 2018). Selv om dette er data på arter utenfor Norge og Europa, er det også vist at Svenske Bd-infiserte padder (*Bufo bufo*) oppnår lavere vekt og har høyere dødelighet (Cortazar-Chinarro et al., 2022; Meurling, 2019). Populasjonene med nordlig utbredelse har økt sannsynlighet for lavere genetisk variasjon (Höglund et al., 2022), og dermed også færre immungener å spille på. I Sverige ble det for eksempel rapportert tretten unike MHC-alleler (klasse IIB) i sørlige populasjoner, mens det bare ble funnet fire lengre nord i Norbotten (Cortazar-Chinarro et al., 2022). Lavere kjemisk hudforsvar kan også øke sårbarheten for å overleve andre smitekilder, og/eller ved at immunresponsen blir ytterligere svekket under hiberneringen, men dette må det forskes mer på i kontrollerte forhold (Ujszegi et al., 2021).

### **Oppsummering og videre anbefalinger**

**Starte opp et årlig overvåkningsprogram-** Flere resultater i litteraturen tilsier at smitten hos infiserte amfibier øker ved lavere temperaturer, noe som tilsier at kalde somre kan gi økt utslag av infeksjon. Da vi per i dag har for få datapunkter over smitte av padde i Norge er det for tidlig å si noe om dette kan være tilfelle her.

**Temperaturpåvirkning:** Ved at Bd kan overleve bedre ved lavere temperaturer bør det tas prøver for uttesting av Bd fra amfibi-populasjoner i Trøndelag og fra fjellstrøk ned mot Oslo-området.

**Veie, måle og fotografere individer ved prøvetakning-** De innsamlede paddene i dette studiet ble ikke målt og veid for prøvetakning, men dette er data som bør samles inn ved fremtidig feltarbeid.

Ved å måle og veie individer fra både smittede og friske populasjoner kan eventuelle vektforskjeller avdekkes fra naturlige forhold, noe som videre vil kunne være med på å avdekke forskjeller i tilstanden etter vinterhiberneringsen. Ved fotografering kan også individene kjennes igjen og ved nok data kan vi beregne individuell overlevelse i naturlige miljø.

**Genetisk prøvetakning**- Ved at padde også kan være vanskelig og prøveta igjennom sesongen da de er sky, samt i perioden mellom nylig metomorfoserte juvenile og kjønnsmodne adulte, vil innsamling måtte følges opp over lengre tid med årlig individuell prøvetakning av infiserte populasjoner. Innsamling ved bilder (over) er billigere, men innsamling og analyse av genetiske prøver vil også gi informasjon om genetisk variasjon og eventuelle flaskehalsen som de infiserte metapopulasjonene går igjennom.

**Beregning av effektive populasjonsstørrelser for friske og infiserte populasjoner**- At infiserte dyr utvikler mindre kjønnsorganer kan gi lavere reproduksjon. Padde legger egg i snorer som de som regel tvinner inn i andre snorer fra andre individer, slik at det kan være vanskelig å overvåke reproduksjonsinnsats i gytetiden. Innsamling av egg for genetiske analyser kan avdekke antall hunner og hanner i gytebestanden, informasjon som kan brukes inn mot forvaltningen av robuste genetiske populasjoner.



Bilde. Hanner speider etter damer som forhåpentligvis våkner opp etter vinterdvalen også i fremtiden. © Jeroen van der Kooij

## 4 Referanser

Campbell, L., Bower, D. S., Clulow, S., Stockwell, M., Clulow, J., & Mahony, M. (2019). Interaction between temperature and sublethal infection with the amphibian chytrid fungus impacts a susceptible frog species. *Scientific Reports*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35874-7>

Cortazar-Chinarro, M., Meurling, S., Schroyens, L., Siljestam, M., Richter-Boix, A., Laurila, A., & Höglund, J. (2022). Major histocompatibility complex variation and haplotype associated survival in response to experimental infection of two Bd-GPL strains along a latitudinal gradient. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, Article 915271. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.915271>

Höglund, J., Bolender, L., Cortazar-Chinarro, M., Meurling, S., Laurila, A., Hermaniuk, A., & Dufresnes, C. (2022). Low neutral and immunogenetic diversity in northern fringe populations of the green toad *Bufo viridis*: implications for conservation. *Conservation Genetics*, 23(1), 139-149. <https://doi.org/10.1007/s10592-021-01407-5>

Kärvemo, S., Meurling, S., Berger, D., Höglund, J., & Laurila, A. (2018). Effects of host species and environmental factors on the prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in northern Europe. *Plos One*, 13(10), Article e0199852. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199852>

Kásler, A., Ujszegi, J., Holly, D., Üveges, B., Móczis, Á. M., Herczeg, D., & Hettyey, A. (2022). Metamorphic common toads keep chytrid infection under control, but at a cost. *Journal of Zoology*, 317(3), 159-169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jzo.12974>

Meurling, S. (2019). The response in native wildlife to an invading pathogen: Swedish amphibians and *Batrachochytrium dendrobatidis*. PhD thesis. Uppsala University. <http://uu.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1369696&dswid=3881>.

Meurling, S., Kärvemo, S., Chondrelli, N., Cortazar Chinarro, M., Åhlen, D., Brookes, L., Nyström, P., Stenberg, M., Garner, T. W. J., Höglund, J., & Laurila, A. (2020). Occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Sweden: higher infection prevalence in southern species. *Dis Aquat Organ*, 140, 209-218. <https://doi.org/10.3354/dao03502>

Rumschlag, S. L., & Boone, M. D. (2018). High juvenile mortality in amphibians during overwintering related to fungal pathogen exposure. *Diseases of Aquatic Organisms*, 131(1), 13-28. <https://www.int-res.com/abstracts/dao/v131/n1/p13-28/>

Taugbøl, A., Bærum, K. M., Dervo, B. K., & Fossøy, F. (2021). The first detection of the fungal pathogen *batrachochytrium dendrobatidis* in Norway with no evidence of population declines for great crested and smooth newts based on modeling on traditional trapping data. *Environmental DNA*, 3(4), 760-768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/edn3.180>

Taugbøl, A., Dervo, B. K., Bærum, K. M., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Ytrehus, B., Miller, A., & Fossøy, F. (2017). Første påvisning av den patogene soppen *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) i Norge. Bruk av miljø-DNA for påvisning av fremmede arter. NINA-Rapport 1399. Norsk Institutt for Naturforskning.

Taugbøl, A., Dervo, B. K., Brandsegg, H., & Fossøy, F. (2019). Analyser av miljø-DNA og strykeprøver for overvåking av soppen *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) i Akershus. NINA-Rapport 1660. Norsk Institutt for Naturforskning



Ujszegi, J., Ludányi, K., Móricz, Á. M., Krüzselyi, D., Drahos, L., Drexler, T., Németh, M. Z., Vörös, J., Garner, T. W. J., & Hettyey, A. (2021, 2021/07/03). Exposure to *Batrachochytrium dendrobatidis* affects chemical defences in two anuran amphibians, *Rana dalmatina* and *Bufo bufo*. *BMC Ecology and Evolution*, 21(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01867-w>

VKM, Nielsen, A., Dolmen, D., Höglund, J., Kausrud, K., Malmstrøm, M., Taugbøl, A., & Vrålstad, T. (2019). Assessment of the risk to Norwegian biodiversity from the pathogenic fungi *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) and *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal). VKM Report.

Wetsch, O., Strasburg, M., McQuigg, J., & Boone, M. D. (2022). Is overwintering mortality driving enigmatic declines? Evaluating the impacts of trematodes and the amphibian chytrid fungus on an anuran from hatching through overwintering. *Plos One*, 17(1), e0262561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262561>



*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5052-8

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger