



Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Petter Johannes Nergaard

Bacheloroppgave

Estimering av populasjonsstørrelse og overlevelse hos småsalamander (*Lissotriton vulgaris*) og storsalamander (*Triturus cristatus*) i en liten gårdsdam over fire år.

Estimating survival and population size of the smooth newt and the great crested newt in a small farm pond over four years.

Utmarksforvaltning

2020

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Innhold

SAMMENDRAG	4
ABSTRACT	5
1. INNLEDNING	7
2. MATERIALE OG METODER	11
2.1 OMRÅDEBESKRIVELSE	11
2.2 DATAINNSAMLING.....	12
2.3 ANALYSER	13
3. RESULTATER	19
3.1 OVERSIKT OG DESKRIPTIV STATISTIKK	19
3.2 POPULASJONSSTØRRELSE.....	22
3.3 OVERLEVELSE	24
4. DISKUSJON	26
LITTERATURLISTE	31
VEDLEGG	39

Sammendrag

I Norge er det to salamanderarter, storsalamander (*Triturus cristatus*) og småsalamander (*Lissotriton vulgaris*). Dette er det nordligste utbredelsesområdet for salamandere i Europa. Salamandere lever mesteparten av livet sitt på land, men vil dra tilbake til vann når det er parringstid på våren. I denne oppgaven estimerte jeg populasjonsstørrelse og overlevelse for begge artene i en liten gårdsdam i Eidskog i Sørøst-Norge basert på en 4-årig tidsserie. Området rundt dammen er preget av kulturlandskap, myr og skog. I noen tidligere år har dammen tørket inn. Jeg benyttet meg av fangst-gjenfangst metoden, og brukte ruser for å fange salamanderne i seks uker i månedene april til juni. Jeg brukte programmet Amphident for å identifisere individer basert på individuelle bukmønstre. Jeg tok bilder av bukmønsteret på salamanderne, og sammenlignet det med individer fra tidligere fangster. Jeg analyserte dataene jeg samlet inn i MARK, som er et merking-gjenfangstprogram under lukket populasjonsforventning. Mine resultater viste at det var en forskjell i gjennomsnittlig overlevelse mellom storsalamander (74%) og småsalamander (42%) over 4-år. Det var derimot ingen tydelig forskjell i overlevelse mellom kjønn for storsalamander, og heller ikke for småsalamander. Det var derimot en forskjell i overlevelse hos hunnene hos både storsalamander (79%) og småsalamander (37%). Populasjonsestimatet viser at bestanden til storsalamanderne sakte øker fra år til år, (76 til 112 fra 2016 til 2019 for hunner, og 75 til 124 for hanner). Småsalamandernes populasjonsutvikling viser også en svak økning (234 til 262 for hunner, og 271 til 332 for hanner), bortsett fra i året 2018, hvor dataene viser et høyere estimat. Trolig har ikke tørken påvirket salamanderpopulasjonen i noen nevneverdig grad, men man kan kanskje se en forsinket effekt av en manglende årsklasse i senere år. Salamanderes levealder gjør at de kan avvente med reproduksjon til forholdene igjen ligger til rette. Skulle det derimot være tørke i flere år, er det rimelig å anta at man kan se tydelige negative effekter hos begge artene. Fra et forvaltningsperspektiv er det viktig med kunnskap om dammene i nærområdet, samt oppvekst og overvintringsområder, og konnektiviteten mellom dem. Salamanderpopulasjonene er trolig stabile, og har en god overlevelse. Jeg anbefaler at området rundt dammen blir fortsatt ivaretatt, og at arealinngrep som flatehogst ikke gjennomføres da det er oppvekst- og overvintringsområde for salamandere. Jeg foreslår også at man kan gjøre tiltak for å hindre at dammen tørker inn.

Abstract

In Norway, there are two salamander species, great crested newt (*Triturus cristatus*) and smooth newt (*Lissotriton vulgaris*). This is the northernmost distribution area for salamanders in Europe. Salamanders live most of their lives on land but will return to water during the breeding season in the spring. In this study, I estimated population size and survival for both species in a small farm pond in Eidskog in southeast Norway based on a 4-year time series. The area around the pond is characterized by cultural landscapes, marshes, and forests. In some previous years, the pond has dried up. I used the mark-recapture method, and used funnel traps to catch the salamanders for six weeks in the months of April to June. I used the Amphident program to identify individuals based on individual abdominal patterns. I took pictures of the abdominal pattern of the salamanders and compared it to individuals from previous catches. I analyzed the data I collected in MARK, which is a mark-recapture program under the expectation that the population was closed. My results showed that there was a difference in average survival between great crested newts (74%) and smooth newts (42%) over 4 years. There was no clear difference in survival between the sexes for great crested newts, nor for smooth newts. On the other hand, there was a difference in the survival of females in both great crested newts (79%) and smooth newts (37%). The population estimate shows that the population of the great crested newt is slowly increasing year by year, (76 to 112 from 2016 to 2019 for females, and 75 to 124 for males). The population of smooth newts also shows a slight increase (234 to 262 for females, and 271 to 332 for males), except in the year 2018, where the data show a higher estimate. Probably, the drought has not affected the salamander population to any significant degree, but one may see a delayed effect of a lack of cohort in later years. Salamanders' longevity means that they can await reproduction until conditions are right again. However, should it be drought for several years, it is reasonable to assume that one can clearly see negative effects in both species. From a management perspective, it is important to have knowledge of the ponds in the immediate area, as well as growing up and wintering areas, and the connectivity between them. Salamander populations are probably stable and have a good survival rate. I recommend that the area around the pond is still maintained and that area intervention such as clear-cuts is not carried out as it is a nursery and hibernation area for salamanders. I also suggest that measures can be taken to prevent the pond from drying in.

Forord

Jeg ønsker å takke min veileder Antonio Poléo, og hans kone Victoria for trivelig selskap på Åklangenga, spaghetti puttanesca, whisky og gode tilbakemeldinger underveis i prosessen. Jeg ønsker å takke Trym Holt Rudshaug for uvurderlig hjelp med statistikken og programmet MARK, det så mørkt ut en periode.

À ma chère amie Louise. Merci de m'avoir aidé à collecter les salamandres. Les promenades en forêt resteront un bon souvenir. Tu as également illuminé le laboratoire de ta présence, le temps s'y est écoulé plus rapidement.

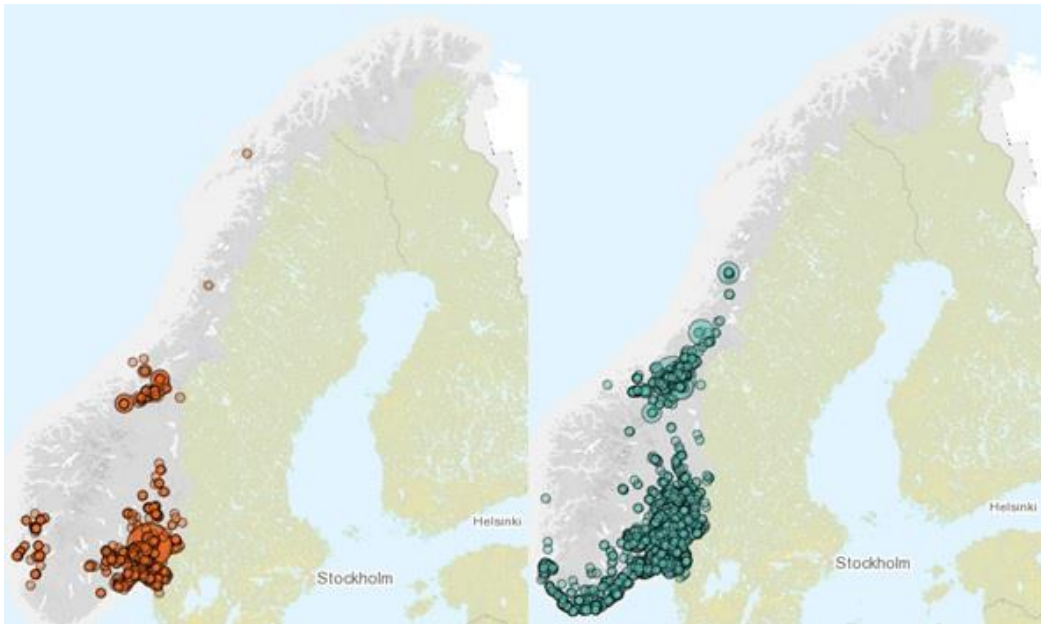
Petter Johannes Nergaard

1. Innledning

Salamandere (*Urodela*) er myteomspunne dyr som i historien har blitt beskrevet som vesener eller ånder som oppsto og levde i ilden. En naturvitenskapelig forklaring på dette kan være at noen typer salamandere lever i trevirke, og når disse ble kastet på ilden, flyktet de fra ildstedet, og dermed *oppsto* fra ilden (Szeintuch et al., 2005). Dette har dessverre gitt insentiv for lærde i eldre tider til å brenne salamandere i vitenskapens navn, uten hell (Brewer, 1894). Salamanderen ble også beskrevet som en fugl i visse kilder, fordi den ble forvekslet med fønixen, et mytologisk dyr som også er tilknyttet ilden. I middelalderen ble salamander brukt som et symbol på militær makt og frihet (Szeintuch et al., 2005). I moderne tid vet vi derimot at salamandere *ikke* bor i ilden, men tilhører klassen amfibier (*Amphiba*), og har representanter over hele verden, også i Norge.

Amfibiens utbredelsesområde i Europa har sin nordgrense i Norden, og derfor er også artsantallet lavt hos oss. Vi har tre arter av ekte frosker i Norge, buttsnutefrosk (*Rana temporaria*), spissnutefrosk (*R. arvalis*) og damfrosk (*Pelophylax lessonae*). Vi har også en paddeart, nordpadde (*Bufo bufo*), og to salamanderarter, småsalamander (*Lissotriton vulgaris*) og storsalamander (*Triturus cristatus*) (Støp-Bowitz & Skei, 2019).

Generelt er salamandere mer knyttet til vann enn andre amfibier. De fleste oppholder seg i vann under hele yngletiden. Noen salamandere lever hele livet sitt i akvatiske habitater. Andre salamandere har derimot frigjort seg fra kravet om at yngleplassen må være i vann, og legger egg på fuktige steder (Duellman & Zug, 2020; Hågvar, 2010). De to norske salamanderartene lever i vann på larvestadiet, og sitt voksne liv på land. Salamandere går gjennom en metamorfose sent på sommeren, hvor de går fra å ha gjeller på larvestadiet, til lunger som trer i funksjon når de for første gang beveger seg opp på land som «voksne» (Hågvar, 2010).



Figur 1 Utbredelsesområdet til storsalamander i Norge (til venstre vist med fargen oransje), og til småsalamander (til høyre vist med fargen grønn). (Utsnitt hentet fra artskart.artsdatabanken.no).

I Norge finnes storsalamanderen på Vestlandet, Østlandet og helt opp til Trøndelag, som sannsynligvis er den nordligste forekomsten for arten i verden. I tillegg har det blitt registrert to enkeltobservasjoner i Vefsn og Lofoten (Figur 1; Støp-Bowitz & Skei, 2019; Vedum et al., 2004). Lengden er som regel mellom 11-15 centimeter. Småsalamanderens utbredelsesområde overlapper i stor grad med storsalamanderens. Den er i tillegg utbredt på Sørlandet og lenger nord enn storsalamanderen (Figur 1; Dolmen, 2008). Småsalamanderen kan bli 5-7 centimeter lang. Våre salamandere foretrekker myrlendte, åpne skogsområder med god tilgang til refugier og dammer. Vi finner også salamandere ofte i tilknytning til kulturlandskap, hvor det er gårdsdammer og tjern. De tilbringer den terrestriske delen av livet sitt i nærheten av ynglelokaliteten, og trekker ned mot dammen om våren for å reprodusere (Vedum et al., 2004). Det er ikke blitt gjort mye forskning på overvintringsøkologien til våre to salamanderarter, men man vet at om vinteren går de i dvale under stener, i gamle trestammer og stubber, eller i ganger gravd ut av gnagere nede i bakken (Weinbach et al., 2018). Som allerede nevnt er de aller fleste amfibier, inkludert salamandere avhengige av både terrestriske og akvatiske habitater. Det er et krav for våre salamanderarter at habitat for næringssøk og overvintring ligger i tilknytning til vannlokaliteter for reproduksjon. Dette kravet gjør dem spesielt sårbare for arealendringer, og populasjoner kan gå tapt når vannlokaliteter ødelegges selv om det terrestriske habitatet er av god kvalitet (Downie et al., 2019). I 2010 var hele 41 % av verdens amfibiearter klassifisert som truet (Hoffmann et al., 2010). Alvorlige trusler kombinert med

liten innsats for å bevare amfibier, gjør at de er i en spesielt sårbar situasjon (Hoffmann et al., 2010). Mange av salamandernes leveområder har blitt ødelagt på grunn av drenering, utfylling av dammer og forurensning, samt utsetting av fisk. For eksempel vantrives storsalamanderen sammen med fisk, fordi larvene er sårbare for predasjon (Dolmen, 2008). Småsalamanderen derimot kan til en viss grad sameksistere med fisk, fordi larvenes habitatbruk gjør den mindre sårbar for predasjon (Vedum et al., 2004). På globalt nivå er småsalamanderen ansett av IUCN (International Union for Conservation of Nature) som livskraftig og stabil, mens storsalamanderen er ansett som nært truet (Arntzen et al., 2009a & b). En studie fra NINA (Norsk institutt for Naturforskning) viser at til tross for lovendringer mister storsalamanderen i Norge i gjennomsnitt 0,6 til 0,8 % av sine lokaliteter i skog- og kulturlandskap årlig. Videre konkluderer rapporten med at 2/3 av salamanderlokalitetene vil være borte i et hundreårsperspektiv hvis det ikke blir gjort tiltak for å motvirke denne utviklingen (Dervo et al., 2016).

Amfibier er plassert i midt i næringsnett, og fungerer som byttedyr for blant annet fugler og slanger, og spiser selv insekter og andre evertebrater (Davic & Welsh, 2004). Amfibier kan brukes som indikatorarter for å beskrive tilstanden til et økosystem fordi de er svært sensitive for endringer i miljøet, og er blant de første artene som forsvinner når forurensning forekommer (Jung et al., 2004; Venturino et al., 2003). Amfibier har tynn fuktig hud for å kunne ta opp oksygen, og er dermed også sårbare for opptak av miljøgifter som for eksempel bly, kadmium, ammoniakk og aluminium. Amfibier kan akkumulere bly og kadmium over tid (Jofré et al., 2012). Hos frosker i Argentina ble evnen til å reprodusere hemmet ved for høye verdier av bly, og en studie fra USA viser at høye verdier av kadmium kan senke vekstraten til salamanderne på larvestadiet, og bremse regenereringen av tapte lemmer (Jofré et al., 2012; Nebeker et al., 1995). Ammoniakk kan i likhet med kadmium, senke vekstraten hos amfibier på larvestadiet. Ammoniakk er også forbundet med lavere overlevelsesrate og deformiteter, og vil være dødelig for amfibier ved høye konsentrasjoner (Jofre & Karasov, 1999; Ortiz-Santaliestra et al., 2012). Forsuring vil føre til utvasking av aluminium fra jordsmonnet, som ender opp i innsjøer eller dammer. Aluminium er svært giftig ved høye konsentrasjoner og kan forårsake respirasjonssvikt hos ferskvannslevende organismer. I dag er imidlertid ikke forsuring et like alvorlig problem som det var på åttitallet (Downie et al., 2019; Leuven et al., 1986; Nestaas et al., 2020). Det er ikke gjort mye forskning på hva ringvirkningene er når amfibier forsvinner fra et økosystem, men en studie fra Panama viste at mangfoldet av slanger ble kraftig redusert når amfibiene forsvant (Zipkin et al., 2020). Det er rimelig å anta at det vil

være negative ringvirkninger i Norge også, hvis salamanderpopulasjonene skulle bli betydelig redusert. Det er derfor meget viktig å bevare salamanderpopulasjonene vi har i Norge, fordi de spiller en viktig rolle i økosystemet som predatorer, byttedyr og bioindikatorer. Hvis vi kan komme med gode forvaltningsplaner, er vi langt på vei med å fortsatt kunne bevare salamandere. For å kunne gjøre det, er det viktig at man kartlegger forhold som ynglelokaliteter, overvintringsområder, naturlige og menneskelige trusler for salamandere, samt samler inn informasjon om livshistorien og hvordan de greier seg i naturen.

En god metode for å undersøke amfibier i naturen er ved bruk av ikke-invasive undersøkelser. Metoden som brukes i denne studien er merking-gjenfangst. Kort forklart er merking-gjenfangst en metode for å beregne populasjonsstørrelser og overlevelse. Dette ved å 'merke' fangede individer, og så se om de dukker opp ved senere anledning. Måten vi merket individene på i denne studien var ved å fotografere mønsteret på buken til salamanderne. Bukmønsteret til salamanderen er unikt, og fungerer som et fingeravtrykk. Dette gir oss muligheten til å identifisere enkeltindivider, og se hvordan de greier seg over lengre perioder. Denne metoden har blitt brukt i alle tidligere undersøkelser i dammen hvor jeg har gjennomført mitt studium (Grini, 2017; Olsen, 2019; Rudshaug, 2018). En fordel med salamandere er at ifølge flere rapporter så er de er relativt trofaste til dammen sin, og vandrer trolig ikke så mye til andre dammer (Joly & Miaud, 1989; Smith & Green, 2005; Winandy et al., 2017).

Målet med min oppgave er å videreføre en tidsserie over fangst-gjenfangst for en populasjon av storsalamander og småsalamander i en liten gårdsdam sør for Kongsvinger. Denne tidsserien ble startet i 2016, og dekker 4 år. I min oppgave retter jeg et spesielt søkelys på å estimere overlevelsen for de to artene fra fire års data. Videre estimerer jeg populasjonsstørrelsen fra fangst-gjenfangst data for 2019, og sammenligner med tidligere års estimater.

På bakgrunn av dette har jeg formulert tre vitenskapelige spørsmål som jeg ønsker å svare på.

- 1) Hva er den årlige overlevelsen til storsalamander og småsalamander?
- 2) Er det en forskjell i overlevelse mellom artene?
- 3) Er det en forskjell i overlevelse mellom kjønnene innen hver art?

2. Materiale og metoder

2.1 Områdebeskrivelse

Datainnsamlingen foregikk på gårdsdammen til Åklangenga gård (60°06'03.1"N 12°07'35.0"E), som ligger sør for Kongsvinger, i Eidskog kommune (Figur 2).



Figur 2 Bilde over dammen hvor datainnsamlingen foregikk. (Foto: Petter Johannes Nergaard).

Området rundt dammen er noe kupert og er preget av skog- og myrlandskap. På vestsiden er det områder med kulturlandskap (Figur 3).



Figur 3 Åklangenga gård med omkringliggende kulturlandskap, skog og myr (Hentet fra Kartverket).

2.2 Datainnsamling

Metoden for datainnsamling har ikke endret seg nevneverdig siden første undersøkelse i 2016, og blir i korte trekk beskrevet i dette kapitlet. Datainnsamlingen ble gjennomført hver helg i perioden 17. april til 3. juni i 2019, i til sammen 6 uker. Det ble satt ut 10 ruser for å dekke dammen, og disse lå ute i 15 timer over natten, og tilsvarte til sammen 150 fangsttimer per natt. For hver ruse hadde jeg to plastbeholdere (til sammen 20) med luftehull hvor stor- og småsalamanderne ble oppbevart hver for seg under de biometriske målingene. Jeg hadde litt vann og vegetasjon fra dammen i plastbeholderne for å hindre at salamanderne ikke skulle tørke inn og skades. Før håndtering fuktet jeg hendene for ikke å fjerne det beskyttende slimlaget på huden til salamanderne. Etter at rusene ble tømt for fangst, ble bøttene med dyrene tatt med inn på laboratoriet, som ligger i låven på gården (Figur 2). Der ble hvert dyr kjønnsbestemt (se beskrivelse under) før det ble veid med en digital vekt og lagt på en fuktet glassflate med en fuktet, gul svamp over seg. Glassplaten hadde en målestokk ved den ene siden av rammen. Målestokken ble brukt som referanse for senere måling av lengde i dataprogrammet ImageJ (Rasband, 1997). Under glassflaten var det et Nikon D5300 speilreflekskamera rettet opp mot buken til salamander. Buken til salamanderen ble

fotografert. Det var viktig å ta et klart og lyst bilde av mønsteret på buken til salamanderen, slik at jeg senere kunne analysere og sammenligne med andre bilder i den akkumulerte databasen over individer fra tidligere år, og se om det var en gjenganger eller ikke. Til slutt ble salamanderen lagt i en egen boks med litt vegetasjon og vann i, før den ble sluppet tilbake i dammen.

For å bestemme art, så jeg på følgende kriterier; storsalamanderen har ruglete hudoverflate, mørkere pigment og bukmønsteret er gult og svart, mens småsalamanderen har glatt og jevn hudoverflate, lysere olivengrønt pigment og bukmønsteret er oransje og svart. Kjønnbestemmelsen gjøres ved å se på kloakkens farge, eller om det er en kam på ryggen. Hanner av begge arter har typisk større og mørkere kloakk, og en tynn kam som går fra nakken til haletippen i parringstiden. Hunnenes kloakk er mindre og rødbrun, og hunnene mangler den karakteristiske kammen til hannene. Hos småsalamanderen er fargespillet hos hannene mer tydelig, og buken har store svarte prikker, og de er som regel lengre enn hunnene. Hunnene har små svarte prikker på buken, og den oransje fargen er matt og mindre utpreget. Hos storsalamanderen er hunnene ofte større enn hannene. Disse aspektene gjorde det relativt lett å bestemme riktig art og kjønn hos begge de to undersøkte salamanderne.

2.3 Analyser

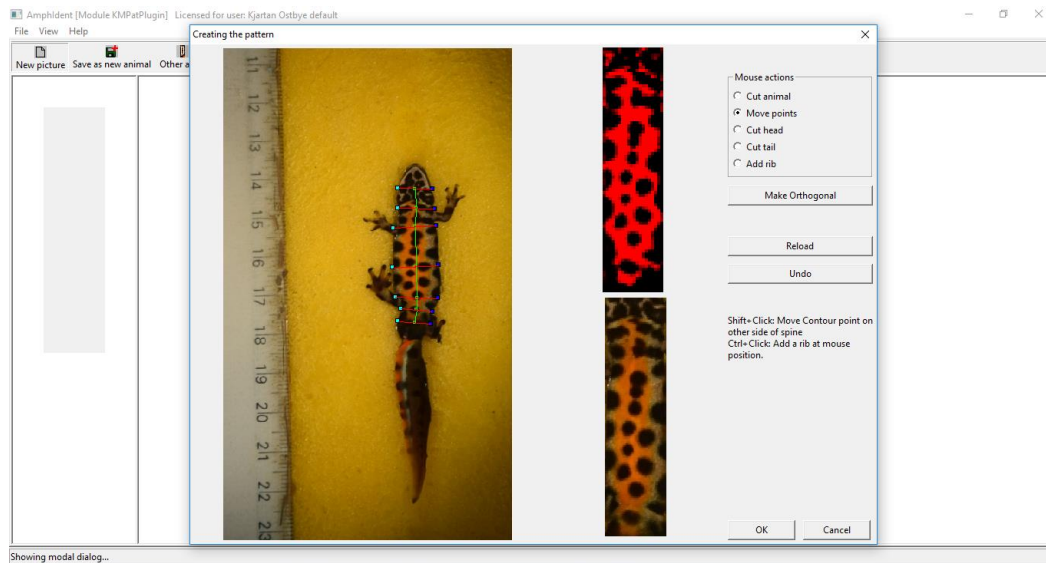
Estimering av lengde

Jeg brukte dataprogrammet ImageJ for å beregne lengden til salamanderne. ImageJ er et bildebehandlingsprogram med åpen kildekode som er myntet på vitenskapelig bearbeiding og prosessering av bilder. Man laster først inn bildene i programmet. Så angir man lengden per pixel. Lengden man angir er basert på hvor mange pixler det er per centimeter på målestokken i det enkelte bildet. Så drar man en strek langs ryggraden fra haletipp til snute, og får lengden. Fordelen med ImageJ er at man kan segmentere streken, hvis salamanderen har bøyd eller kroket seg. Som i tidligere undersøkelser hadde jeg en feilmargin på 0,2 cm i lengdemålene. Hvis feilmarginen overskred dette, kalibrerte jeg pixellengden på nytt.

Individgjenkjenning

Jeg brukte dataprogrammet Amphident for å bestemme hvilke individer som var nye, og hvilke som var gjenfangster fra tidligere år eller tidligere fangster samme år. Amphident er et

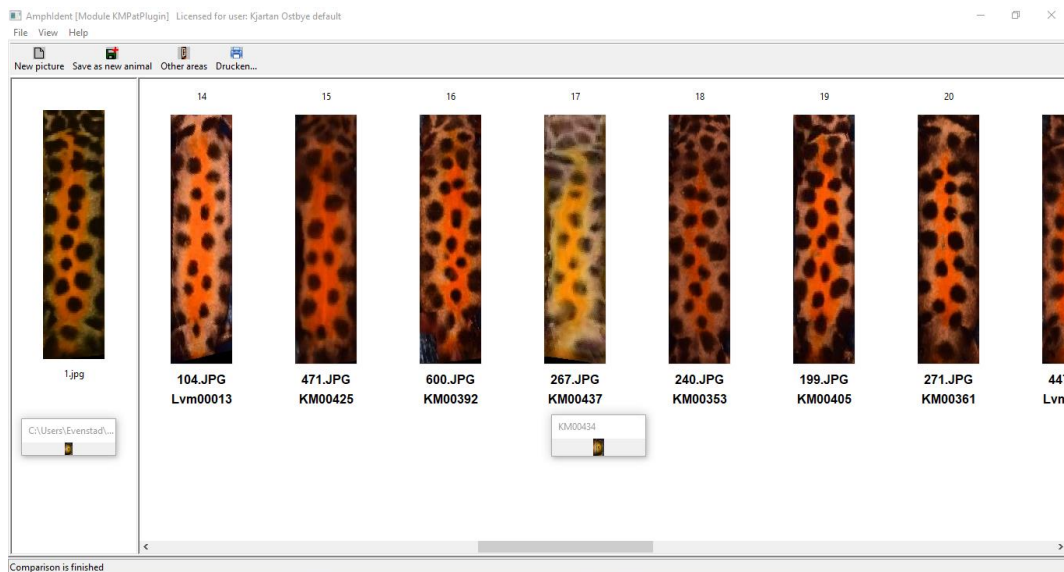
merking-gjenfangstprogram som er designet for amfibier, og har foreløpig den beste algoritmen for identifisering (Matthé et al., 2017). Programmet automatiserer delvis sammenligningen av bruksmønstrene til amfibier. Amphident har flere artsmoduler, som behandler bildene forskjellig. Jeg brukte imidlertid storsalamandermodulen for både storsalamander og småsalamander, fordi småsalamander ikke har sin egen modul. Ved å dra punkter fra kloakken til halsen på bildene, retter programmet ut bukmønsteret, og lager et utsnitt (Figur 4).



Figur 4 Utklipp fra Amphident som viser markering av bukmønster hos småsalamander. Ved å dra punkter fra kloakk til halsen, lages et utsnitt av mønsteret som kan sammenlignes med tidligere registrerte salamandere. (Skjermdump fra Trym Holt Rudshaug, med tillatelse).

Programmet foreslår 30 tidligere utsnitt fra databasen over bukbilder som den «mener» ligner på hovedutsnittet, så er det opp til brukeren av programmet å velge om det er et nytt utsnitt, eller en gjenfangst (Figur 5). Hvis det er et nytt utsnitt, opprettes det en ny ID som blir lagret i databasen. Gjenfangster blir knyttet til ID'en den fikk første gangen individet ble registrert. Det er til sammen fire databaser, en for hver kombinasjon av art og kjønn. Amphident fungerer som regel bra, men noen ganger kommer det mulige gjengangere hvor en subjektiv vurdering hos brukeren kan være utfordrende. Dette var spesielt åpenbart ved identifisering av småsalamandere, fordi det ofte dukket opp tilfeller hvor det var svært vanskelig å bestemme om det var en gjenganger eller ikke. I andre tilfeller har ikke-optimale, eller feilinnstillinger på kamera og mørk bakgrunn ført til obskure mønster på bildene som ytterligere har vanskeliggjort identifiseringen. Dette er spesielt synlig i tidligere undersøkelser, hvor det har

blitt brukt blå og gul svamp om hverandre. Jeg anbefaler at man kun bruker gul svamp, fordi det gir lysere bakgrunn og best resultat.



Figur 5 Utklipp fra Amphident som viser sammenligning av utsnitt i prioritert rekkefølge fra venstre til høyre, hvor de til venstre er mer sannsynlige, og de som heller til høyre er mindre sannsynlige. Bildet helt til venstre er utsnittet som det sammenlignes med. MARK analyserer utsnittet og kommer med 30 forslag til utsnitt den mener kan være samme individ. Brukeren av programmet må bestemme om det er et nytt individ eller en gjenganger. (Skjermdump fra Trym Holt Rudshaug, med tillatelse).

Estimering av populasjonsstørrelse og overlevelse

MARK er et dataprogram som ble utviklet av Gary C. White ved Colorado State University (White & Burnham, 1999). MARK kan brukes til å estimere populasjonsstørrelser og overlevelse mellom fangster. I mine analyser gikk jeg ut ifra at det var en lukket populasjon. I likhet med bacheloroppgaven fra 2018 som ble gjort i dammen på Åklangenga (Rudshaug, 2018) brukte jeg modelltype Pollock's Robust Design med datatype Huggins P & C. Pollock's Robust Design er anbefalt på grunn av dens evne til å innlemme variasjon i fangstsannsynlighet og evne til å beregne utvandringssannsynlighet (Bailey et al., 2004). 'P' er sjansen for at et dyr blir fanget for første gang og merket. 'C' er sjansen for å fange et dyr som har blitt fanget og merket minst én gang før. Denne modellen kan beregne inn- og utvandring i populasjonen (y' og y''), overlevelse (S), og estimerer populasjonsstørrelsen (N) kun ut fra individer som er fanget (Kendall, 2019). I likhet med (Rudshaug, 2018) var det problematisk å beregne ut- og innvandring. Ved å sette $y' = 1$ og $y'' = 0$ i MARK antar

programmet at y' aldri vil bli observert og y'' alltid kan observeres under fangsttidspunktet, og har fått navnet 'no movement' (Tabell 1). Selv om dette gjør modellen noe enklere, har studier vist at salamandere i stor grad holder seg til den dammen de ble født i (Joly & Miaud, 1989; Smith & Green, 2005; Winandy et al., 2017). AIC (Aikames Information Criterion) er en måling som prøver å balansere antallet parametere man har og hvor virkelighetsnær modellen er. Jo færre parametere, jo større er sannsynligheten for at modellen er virkelighetsnær. AIC fungerer derimot dårlig hvis det er for mange parametere i forhold til utvalgsstørrelsen. AICc er en måling som tar hensyn til små utvalgsstørrelser. Et viktig poeng med bruk av MARK og AIC er at man ikke får brukt klassisk hypotesetesting med p-verdier, og kan derfor ikke si om et resultat er statistisk signifikant.

Modellvalg

For å bestemme hvilken modell som var best egnet til å beregne populasjonsstørrelse og overlevelse, brukte jeg fem parametere (Tabell 1). Jeg testet modellen med forskjellige kombinasjoner av parameterne, for å komme frem til den modellen som var den mest virkelighetsnære, ifølge MARK. Jeg valgte å kjøre over 10 modeller for hver art, selv om jeg i utgangspunktet ikke trengte å kjøre så mange modeller. Jeg valgte å gjøre dette for å se om AICc, AICc weight og $\Delta AICc$ endret seg nevneverdig når det var flere modeller å sammenligne med. Ved valg av modell måtte jeg også ta hensyn til de biologiske parametere jeg var interessert i, på bekostning av modellens vekt.

Tabell 1 Oversikt over hvilke parametere som ble brukt, deres forkortelser og hva de betyr.

Parameter	Forklaring
{Raw}	Datasettet blir analysert som det er, uten noen parametere.
{No movement}	Man antar at det ikke er migrering inn og ut av området mellom fangstene.
{p=c}	Man antar at sjansen for å bli fanget første gangen er like stor som gjenfangst.
{s =f&m}	Overlevelsen for begge kjønn blir slått sammen.
{s=constant}	Betyr at sannsynligheten for å overleve fra år til år blir slått sammen.
{P session [X] [Kjønn] -1}	Betyr at sjansen for å bli fanget i en fangst for valgt kjønn blir slått sammen med sjansen for å bli fanget i neste fangst.

For småsalamander kjørte jeg datasettet 15 ganger, med forskjellige parametere. For småsalamander valgte jeg modell 3 som legger til grunn at det er en lukket populasjon uten inn- eller utvandring. Fra de tre beste modellene, ble Modell 3 valgt fordi den inneholder de biologiske parametere jeg er interessert i, nemlig overlevelse mellom kjønn og over tid (Tabell 2, 6 & 7).

Tabell 2 Oversikt over modeller, og hvilke parametere hver enkelt modell har, for småsalamander.

Nr	Model	AICc	Δ AICc	AICc Weights	Num. Par	Deviance	-2log(L)
1	{c=p, no movement, s = f&m}	6632	0.00	0.51	47	7788	6535
2	{c=p, no movement, p session 27 female -1, s = f&m}	6632	0.81	0.34	46	7791	6537
3	{c=p, no movement}	6635	3.62	0.08	50	7786	6532
4	{c=p, no movement, p session 30 male -1}	6636	4.42	0.06	49	7789	6535
5	{c=p}	6644	12.19	0.00	54	7786	6532
6	{c=p, no movement, s = constant}	6646	14.82	0.00	46	7805	6551
7	{c=p, no movement, s = f&m, s = constant}	6647	15.52	0.00	45	7808	6554
8	{c=p, no movement, s = constant, p session 26 -1}	6647	15.63	0.00	45	7808	6554
9	{c=p, no movement, p session 27 female -1, s = f&m, s = constant}	6648	16.33	0.00	44	7811	6557
10	{c=p, no movement, s = f&m, s = constant, p session 25 -1}	6648	16.33	0.00	44	7811	6557
11	{Raw input}	6652	20.76	0.00	86	7724	6470
12	{c=p, no movement, c = f&m, p = f&m}	6822	190.55	0.00	28	8019	6765
13	{c=p, c = f&m, p = f&m}	6829	197.42	0.00	33	8015	6761
14	{c=p, no movement, c = f&m, p = f&m, s = constant}	6840	208.48	0.00	24	8045	6791
15	{c=p, no movement, c = f&m, p = f&m p session 27 female -1, s = f&m, s = constant}	6846	214.84	0.00	23	8054	6800

For storsalamander kjørte jeg datasettet i MARK 12 ganger, med forskjellige parametere. Fra de tre beste modellene, valgte jeg modell 2 (Tabell 3, 4 & 5). Modell 2 viser ikke overlevelse fra år til år, men viser samlet overlevelse for begge kjønn i tidsperioden, og dermed kun delvis de parameterne jeg er interessert i.

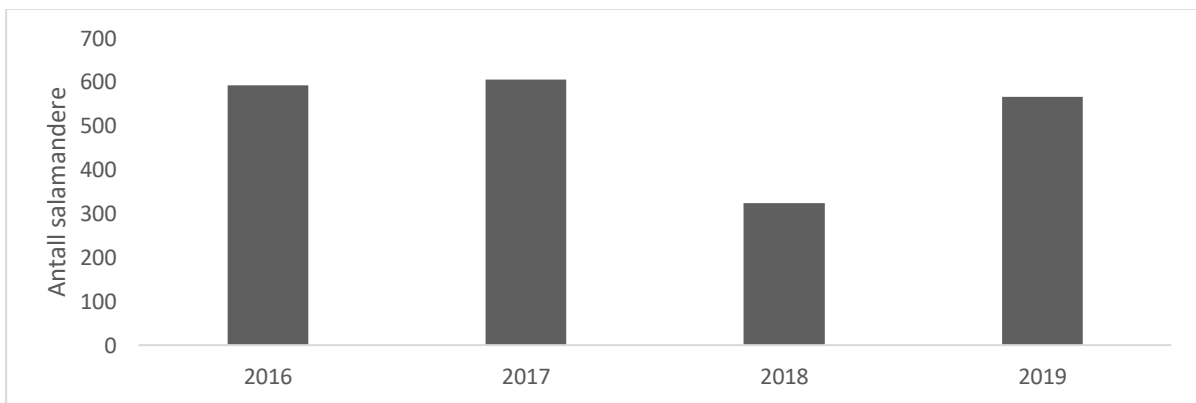
Tabell 3 Oversikt over modeller, og hvilke parametere hver enkelt modell har, for storsalamander.

Nr	Model	AICc	Δ AICc	AICc Weights	Num. Par	Deviance	-2log(L)
1	{p=c, no movement, p = f&m, c=f&m, s = constant, s = f&m}	2534	0.00	0.45	23	2671	2486
2	{p=c, no movement, p = f&m, c=f&m, s = constant}	2534	0.25	0.40	24	2669	2484
3	{p=c, no movement, p = f&m, c=f&m}	2537	2.83	0.11	28	2662	2477
4	{p=c, p = f&m, c = f&m}	2539	5.30	0.03	34	2651	2466
5	{p=c, no movement, s = f&m, s = constant}	2543	8.91	0.01	45	2629	2444
6	{p=c, no movement, s = constant}	2544	10.30	0.00	46	2628	2443
7	{p=c, p = f&m, c = f&m, s = f&m}	2545	11.13	0.00	35	2655	2470
8	{p=c, no movement, s = f&m}	2546	11.83	0.00	47	2627	2442
9	{p=c}	2549	15.33	0.00	55	2611	2426
10	{p=c, no movement}	2549	15.65	0.00	50	2623	2439
11	{p=c, no movement, p = f&m, c=f&m, s = f&m}	2608	73.89	0.00	25	2740	2555
12	{Raw input}	2610	76.23	0.00	88	2582	2397

3. Resultater

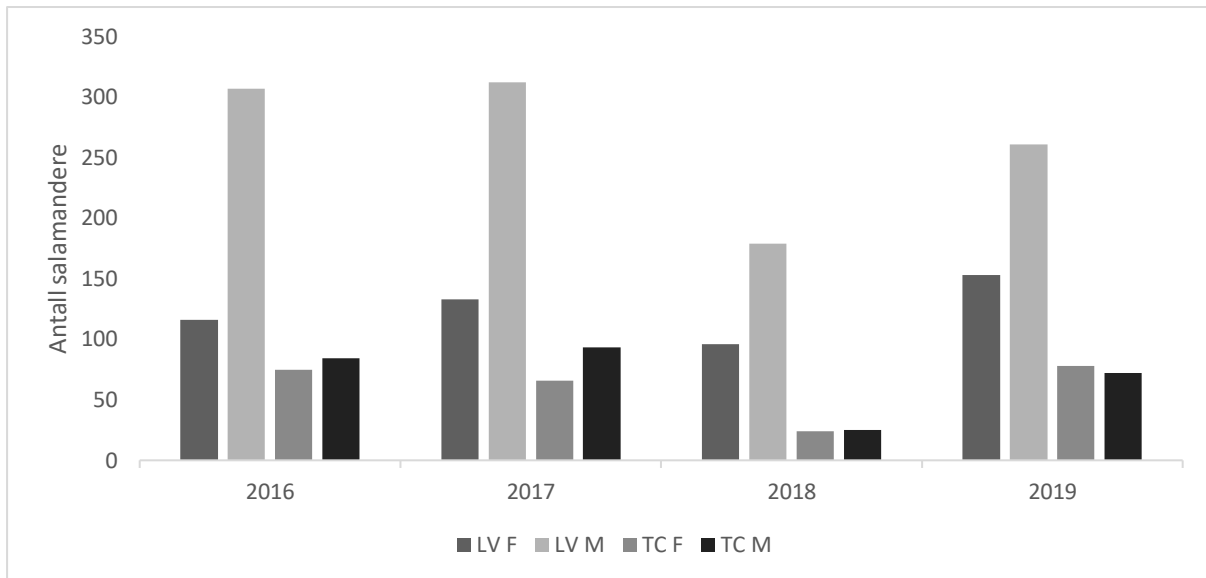
3.1 Oversikt og deskriptiv statistikk

I 2016 ble det fanget 592 salamandere. I 2017, 605 salamandere. I 2018, 324 salamandere. I 2019 ble det totalt fanget 566 salamandere (Figur 6), hvorav 151 var storsalamandere (TC) og 415 var småsalamandere (LV) (Figur 7). Kjønnfordelingen hos storsalamandere var 78 hunner og 72 hanner. Kjønnfordelingen hos småsalamander hadde færre representanter av hunner (F) (153) enn hanner (M) (261). Denne arts- og kjønnfordelingen ser ut til å være ganske stabil gjennom de årene undersøkelsen har pågått (Figur 7).



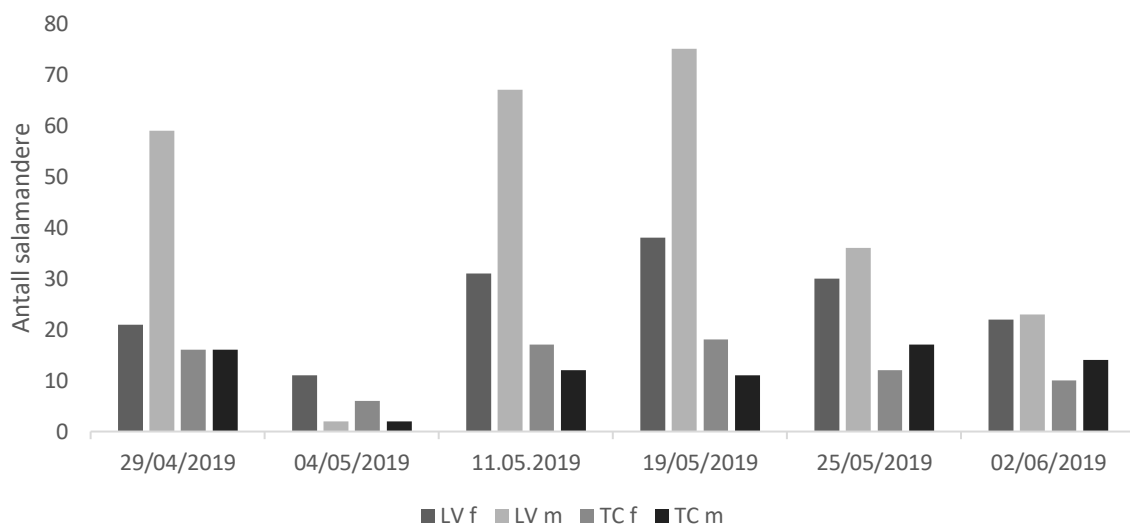
Figur 6. Total fangst av både stor- og småsalamander for årene 2016 til 2019.

For småsalamander var det i 2016, 116 hunner og 307 hanner. I 2017, 133 hunner, og 312 hanner. I 2018, 96 hunner, og 179 hanner og i 2019, 153 hunner og 261 hanner. For storsalamander var det i 2016, 75 hanner og 84 hunner. I 2017, 66 hanner og 93 hunner. I 2018, 24 hunner og 25 hanner og i 2019 var det 78 hunner og 72 hanner (Figur 7).



Figur 7. Oversikt over arts- og kjønnsfordelingen alle år for små- og storsalamander i løpet av de fire fangstsesongene 2016-2019. LV er forkortelse for småsalamander, og TC for storsalamander. F er forkortelse for hunn, og M for hann.

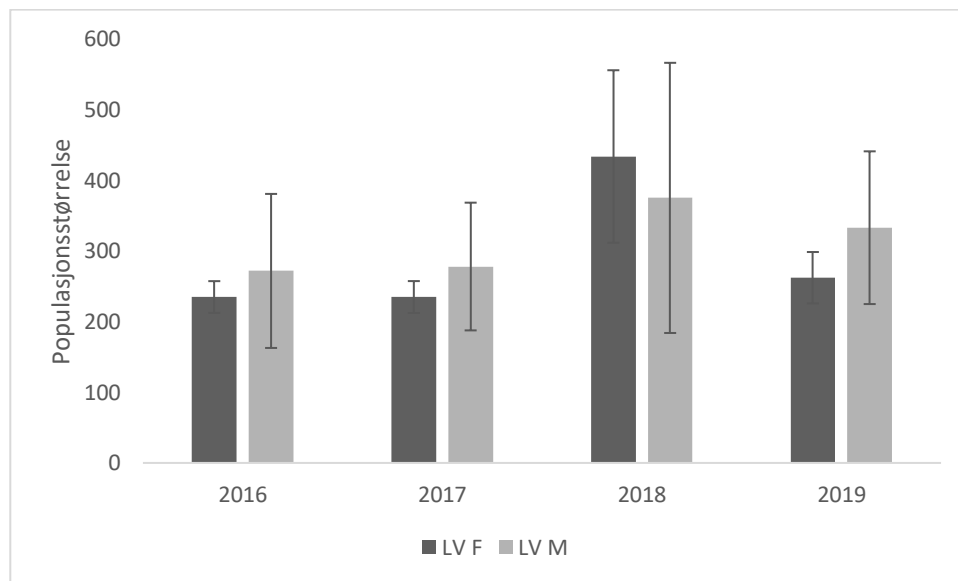
Den 29 april 2019, ble det fanget 21 småsalamanderhunner- og 59 hanner. For storsalamander var det 16 hunner og 16 hanner. Den 4 mai 2019, ble det fanget 11 småsalamanderhunner og 2 hanner. For storsalamander var det 6 hunner og 2 hanner. Den 11 mai 2019, ble det fanget 31 småsalamanderhunner og 67 hanner. For storsalamander var det 17 hunner og 12 hanner. Den 19 mai 2019 ble det fanget 38 småsalamanderhunner og 75 hanner. For storsalamander var det 18 hunner og 11 hanner. Den 25 mai, 2019 ble det fanget 30 småsalamanderhunner og 36 hanner. For storsalamander var det 12 hunner og 17 hanner. Den 2 juni 2019 ble det fanget 22 småsalamanderhunner og 23 hanner. For storsalamander var det 10 hunner og 14 hanner (Figur 8).



Figur 8. Oversikt over antall fangede salamandere fordelt på art og kjønn over 6 (seks) uker fra 29 april til 2 juni 2019. LV er forkortelse for småsalamander, og TC for storsalamander. F er forkortelse for hunn, og M for hann.

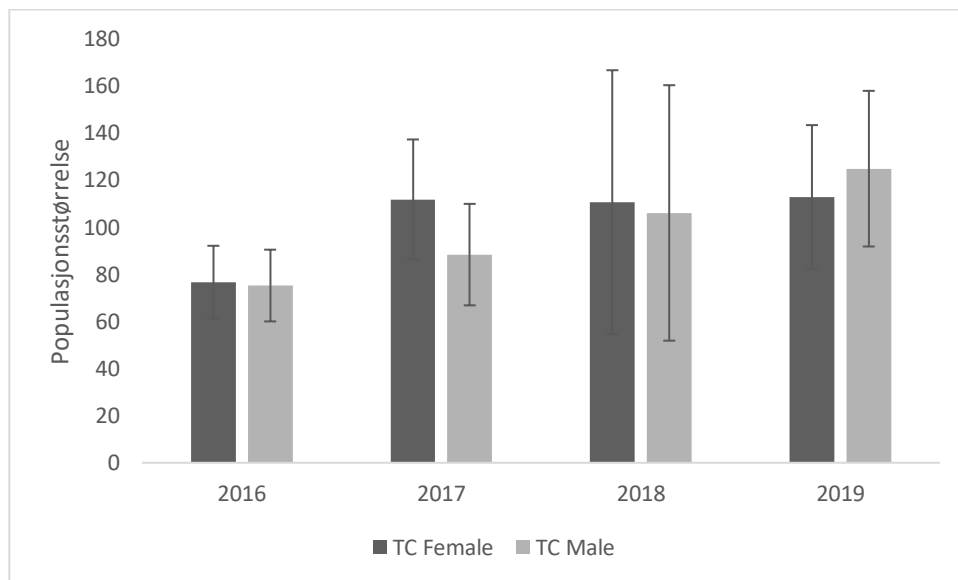
3.2 Populasjonsstørrelse

Populasjonsestimatet for småsalamander i fireårsperioden fra 2016 til 2019 viser at det ikke var noen forskjell i antall hunner og hanner, med en svak overvekt av hanner, bortsett fra i 2018, hvor det var en overvekt av hunner (Figur 9). Hos småsalamandere i 2016 ble populasjonsstørrelsen beregnet til å være $234,9 \pm 22,4$ for hunner, og $271,7 \pm 109,0$ for hanner. I 2017 $234,8 \pm 22,6$ for hunner, og $271,7 \pm 109,0$ for hanner. I 2018, $433,6 \pm 122,1$ for hunner, og $375,1 \pm 191,2$ for hanner. I 2019, $262,1 \pm 36,3$ for hunner, og $332,9 \pm 108,1$ for hanner.



Figur 9 Beregnet populasjonsstørrelse $\pm 2SE$ for småsalamander for årene 2016-2019. LV er forkortelse for småsalamander. F er forkortelse for hunn, og M for hann.

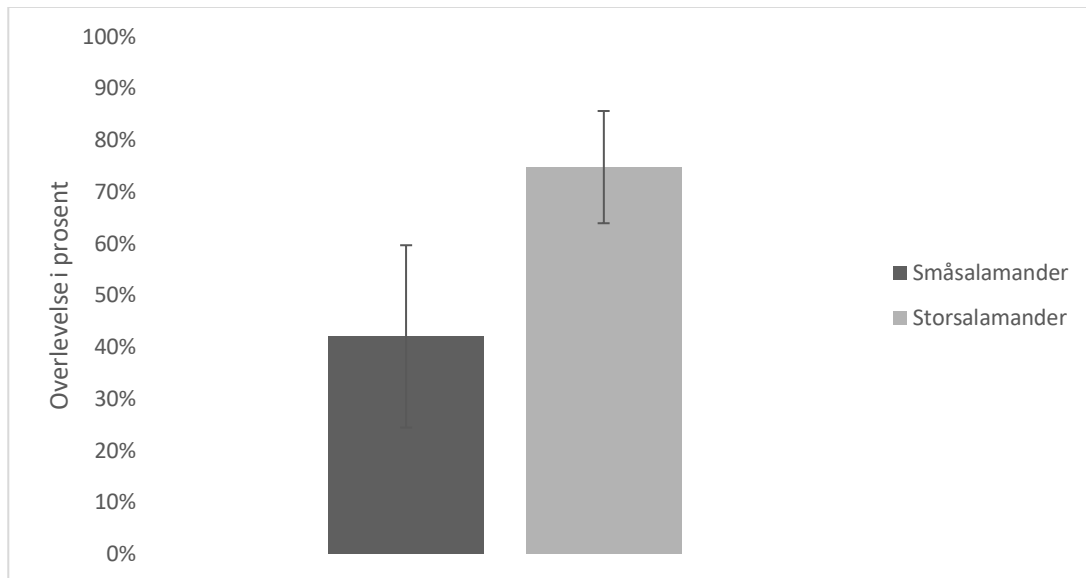
Populasjonsestimatet for storsalamander i fireårsperioden fra 2016 til 2019 viser at det ikke var noen forskjell i antall individer av hunner og hanner. Det var heller ingen forskjell i antall individer fra 2016 til 2019. Hos storsalamandere i 2016 ble populasjonsstørrelsen beregnet til å være $76,7 \pm 15$ for hunner, og $75,2 \pm 15$ for hanner. I 2017, $111,8 \pm 25$ for hunner, og $88,4 \pm 21$ for hanner. I 2018, $110,7 \pm 55$ for hunner, og $106,1 \pm 54$ for hanner. I 2019, $112,8 \pm 30$ for hunner, og $124,9 \pm 33$ for hanner (Figur 10).



Figur 10 Beregnet populasjonsstørrelse $\pm 2SE$ for storsalamander for årene 2016-2019. TC er forkortelse for storsalamander.

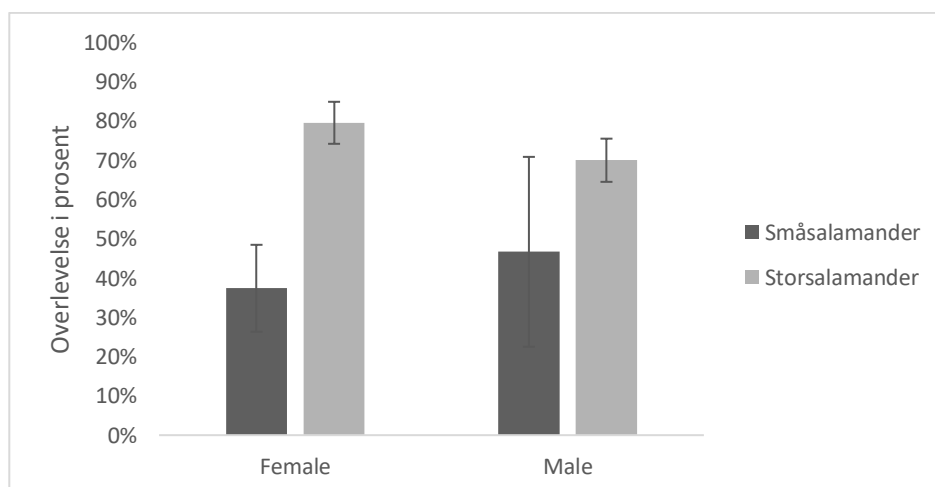
3.3 Overlevelse

Det er en forskjell i gjennomsnittlig overlevelse mellom stor- og småsalamander for begge kjønn over fire år. $0,42 \pm 0,17$ ($42\% \pm 17\%$) ($\Delta AICc = 3,62$, $AICcw = 0,08$, $fg = 50$) og storsalamander $0,75 \pm 0,04$ ($75\% \pm 4\%$) ($\Delta AICc = 0,25$, $AICcw = 0,40$, $fg = 24$) (Figur 11).



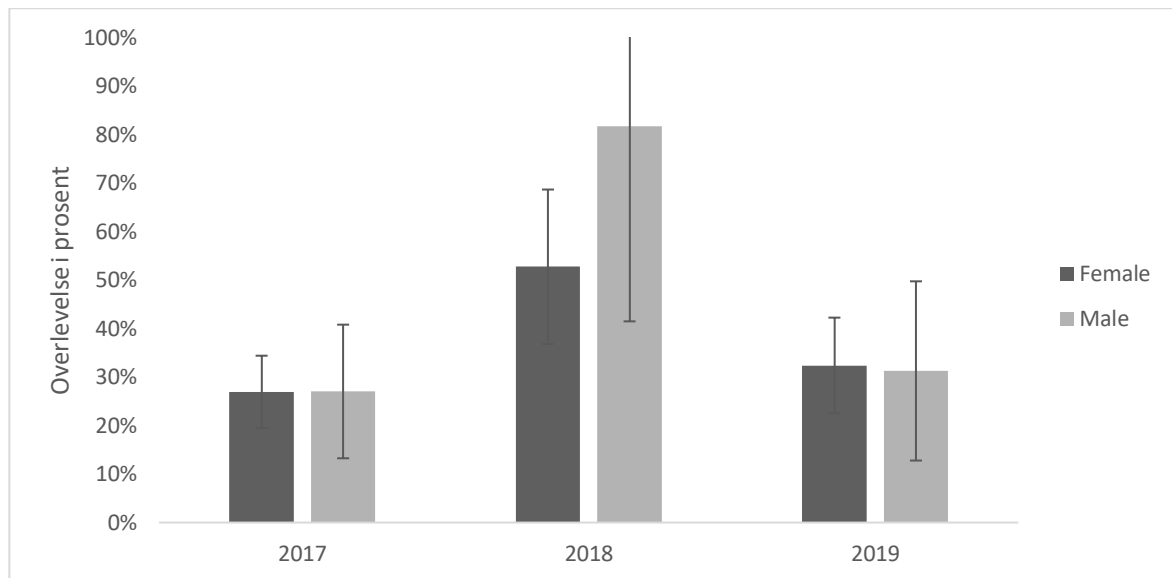
Figur 11 Gjennomsnitt overlevelse 2016-2019 \pm 2SE for stor- og småsalamander vist i prosent.

Den totale overlevelsen fordelt på kjønn for småsalamander ($\Delta AICc = 3,62$, $AICcw = 0,08$, $fg = 50$) var $0,37 \pm 0,11$ ($37\% \pm 11\%$) for hunner, og $0,47 \pm 0,24$ ($47\% \pm 24\%$) for hanner. For storsalamander ($\Delta AICc = 0,25$, $AICcw = 0,40$, $fg = 24$) var den totale overlevelsen $0,79 \pm 0,05$ ($79\% \pm 5\%$) for hunner, og $0,70 \pm 0,05$ ($70\% \pm 5\%$) for hanner (Figur 12).



Figur 12 Gjennomsnittlig overlevelse \pm 2SE målt i prosent fra 2016 til 2019 for småsalamander og storsalamander fordelt på kjønn.

Overlevelse for småsalamander ($\Delta AIC_c = 3,62$, $AIC_{cw} = 0,08$, $fg = 50$) fra 2016 til 2017 ble beregnet til å være $0,27 \pm 0,07$ ($27\% \pm 7\%$) for hunner, og $0,27 \pm 0,14$ ($27\% \pm 14\%$) for hanner. Fra 2017 til 2018, $0,53 \pm 0,16$ ($53\% \pm 16\%$) for hunner, og $0,82 \pm 0,40$ ($82\% \pm 40\%$) for hanner. Fra 2018 til 2019, $0,32 \pm 0,10$ ($32\% \pm 10\%$) for hunner og $0,31 \pm 0,18$ ($31\% \pm 18\%$) for hanner (Figur 13).



Figur 13 Oversikt over småsalamanderes overlevelse $\pm 2SE$ for begge kjønn i perioden 2017-2019.

4. Diskusjon

Mine resultater viste at det var en forskjell i overlevelse mellom stor- og småsalamander. Det var ingen forskjell i overlevelse mellom kjønn hverken for stor- eller småsalamander. Det var derimot en forskjell i overlevelse mellom hunnene på tvers av artene. Det var ingen forskjell i overlevelse for hannene for begge arter. Videre viste resultatene mine at beregnet populasjonsstørrelse for storsalamander har steget noe siden starten av tidsserien. For småsalamander viser resultatene mine at populasjonen har hatt en svak økning, med unntak av året 2018, hvor estimatet er høyere.

Populasjonsestimater

Det er ingen forskjell i populasjonsestimatet til småsalamander fra 2016 til 2019. Det er likevel en gradvis økning i antall individer i løpet av fireårsperioden. (Figur 9). Det er ingen tydelig forskjell i populasjonsstørrelse mellom kjønn, men det er en liten overvekt av hanner alle år, bortsett fra i 2018. Det er heller ingen forskjell i populasjonsestimatet til storsalamander fra 2016 til 2019, men det er i likhet med småsalamanderen, en gradvis økning i antall individer i løpet av fireårsperioden. I motsetning til småsalamanderen, er det ikke en økning i populasjonsberegningen i 2018 (Figur 10). Det virker som om populasjonen hos begge artene er relativt stabile, og at det er en liten økning for hvert år. Også totalt antall fangede individer har vært mellom 566 og 605 (Figur 6), bortsett fra i 2018 hvor det ble samlet inn 324 individer. En merking-gjenfangststudie fra England sammenlignet populasjonsstørrelsene mellom stor- og småsalamander og kom frem til at det var betydelig flere småsalamandere per storsalamander i alle dammene som ble undersøkt, noe som stemmer overens med resultatene fra min studie. Videre men at den samlede biomasse hos hver art var omtrent lik (Bell, 1979). Jeg fant kun én studie som kom med motstridende resultater, hvor det ikke var noen forskjell i populasjonsstørrelse mellom artene i tre av fire dammer. Denne studien brukte ikke merking-gjenfangstmetoden, men via observasjoner gjort med lommelykt i skumringen, og presisjonen er trolig ikke like god (Allain & Goodman, 2014). En annen studie fra Sørøst-Norge som undersøkte bruken av kunstige overvintringsstasjoner for salamandere, og fant en stor overvekt av småsalamandere sammenlignet med storsalamandere. Overførbarheten til min studien er noe usikkert, da juvenile også ble telt ved overvintringsstasjonene (Dervo et al., 2018). Uregelmessighetene i resultatene i år 3 (2018) kan ha en sammenheng med lav utvalgsstørrelse på grunn av at dammen tørket inn det året, lavt antall fangede individer og at

datainnsamlingen kun varte i 4 uker (Rudshaug, 2018). Estimatene fra det året er også mindre sikkert, med et større spenn i konfidensintervallet (Figur 10 & 11).

Overlevelse

Resultatene fra denne studien viser at det er en forskjell i gjennomsnittlig overlevelse mellom småsalamander og storsalamander. Storsalamander har høyere overlevelse (74%) enn småsalamander (42%) samlet over fire år. Dette stemmer overens med en svensk merking-gjenfangststudie med lignende resultater, hvor storsalamanderen hadde en overlevelse på 70-80% og småsalamander 50% (Hagström, 1979). En rapport fra England av Graham Bell viser en lavere overlevelseshastighet for småsalamandere. Denne studien baserer seg dog ikke på merking-gjenfangst, men analyse av aldersstrukturen i populasjonen, og kan ha begrenset overføringsverdi (Bell, 1977). Videre viser resultatene mine at det ikke er en forskjell i overlevelse mellom kjønn, hverken for små- eller storsalamander (Figur 11). Dette stemmer overens med en rapport fra Sentral-Europa hvor de heller ikke fant en forskjell i overlevelse mellom kjønn hos storsalamander (Bülow & Kupfer, 2019). I denne studien ble det ikke undersøkt om det var en forskjell i overlevelsen hos individer som skal reprodusere for første gang og eldre individer. Men antagelig er overlevelsen til individer som skal reprodusere for første gang lavere enn eldre individer. En studie over 6 år fra nordvestre Frankrike viste at overlevelsen til juvenile storsalamandere var halvparten så høy som de voksne (Arntzen & Teunis, 1993). Bell's studie fra England viste derimot at overlevelsen til juvenile småsalamandere var mye høyere, opptil 80%, men at resultatene var mindre pålitelige (Bell, 1977). Kalezić's studie har mer konservative resultater, hvor overlevelsen kun var 37-44% hos juvenile, og 33-35% hos voksne (Kalezić et al., 1996). Selv om både små- og storsalamander har lignende livshistorier, så lever storsalamanderen i snitt mye lengre enn småsalamanderen, opptil 14 år i naturen, stiller snevrere krav til habitat enn småsalamanderen og er mer knyttet til vann (Francillon-Vieillot et al., 1990; Langton et al., 2001). Småsalamander lever derimot i gjennomsnitt 6-7 år (Kalezić et al., 1996). I min studie fant jeg at det var høyere overlevelse av småsalamander det tredje året (2018). Dette kan ha en sammenheng med at dammen ble betydelig mindre i løpet av de fire ukene fangsten foregikk. Man kan spekulere i at dette gjorde at fangbarheten til fellene ble høyere, fordi de dekket en større prosentandel av dammen. Konfidensintervallet gjenspeiler dette ved at det i andre og fjerde året har et mindre spenn (Figur 12).

Jeg antar at tørken i dammen i 2018 ikke har hatt noen stor effekt på bestanden av de to salamanderartene på kort sikt. Dette finner jeg støtte for i andre studier som har vist at salamanderne viser motstandsdyktighet mot klimaendringer og tørke. Et merking-gjenfangststudie over 61 måneder som undersøkte effekten av langvarig tørke viste at effekten på larver var negativ, men migrasjonen hos voksne var dobbelt så høy, og overlevelsen endret seg ikke nevneverdig (Price et al., 2012). Trolig kan lang levealder og høy overlevelsesrate hos storsalamander dempe effekten av år uten rekruttering, ved å kunne avvente til forholdene ligger til rette for reproduksjon igjen. Klimaendringer og tørke påvirker derimot rekrutteringen og overlevelsen til larvene i det enkelte året hvor tørken skjer, og man kan trolig se en forsinket effekt av manglende årsklasser i senere år (Baker, 1999; Bülow & Kupfer, 2019; Semlitsch & Wilbur, 1988). En høy NAO indeks (North Atlantic Oscillation Scale) som kan bety varmere og våtere vintre, vil trolig medføre at juvenile og ett-åringer har høyere dødelighet fordi at energiforbruket er høyere sammenlignet med voksne storsalamandere på grunn av den allometriske sammenhengen mellom kroppsmasse og metabolisme (Catenazzi, 2016; Griffiths et al., 2010; Weinbach et al., 2018). Hvorvidt dette er overførbart til salamandere i Norge er noe usikkert, siden Norge er det nordligste utbredelsesområdet, og temperaturene i gjennomsnitt er mye lavere her enn i England og Italia hvor de refererte studiene er gjort. I Norge er det større sjanse for at en salamander fryser, selv om de er nokså tolerante mot kulde. Som nevnt i introduksjonen så vet man lite om overvintringsøkologien til salamandere. Man vet at salamanderne foretrekker å overvintre i ganger under jorden som varierer i dybde fra 5 til 80 cm (Schabetsberger et al., 2004). Det er rimelig å anta at salamanderne går dypere ned i jorden i Norge, for å unngå telen. En rapport fra NINA nevner at egenskapene ved overvintringsstedet har stor betydning for overlevelse og vandring om våren (Dervo, 2012). Hvordan dette vil utvikle seg i fremtiden, gjenstår å se. Men foreløpige projeksjoner og en konsensus i det vitenskapelige miljøet peker på at klimaendringer vil å ha en negativ effekt på salamanderpopulasjonene, men kanskje ikke i Norge (Caruso et al., 2014; Cook et al., 2013).

Forvaltning

Å forvalte salamandere kan være utfordrende med tanke på at de benytter seg av flere habitater under forskjellige deler av livssyklusen. Man må ivareta både det terrestriske og akvatiske habitatet. En studie fra USA viste at det var en sterk sammenheng mellom populasjonsstørrelse og størrelse på dammen (Searcy & Shaffer, 2008), og verdien av det umiddelbare området rundt dammen for populasjonen blir diskutert. Overførbarheten er imidlertid usikker siden denne studien dreide seg om California Tiger Salamander (*Ambystoma californiense*) (Searcy

& Shaffer, 2008). Sammenhengen mellom størrelse på dammen og den effektive populasjonsstørrelsen blir diskutert i en annen studie fra California som omhandlet samme art. Der kommer det frem at det er en sterk korrelasjon mellom populasjon- og damstørrelse (Wang et al., 2011). En studie fra North Carolina, USA, viste at det var en negativ sammenheng mellom flatehogst og forekomst av salamandere (Ash, 1988). Studier fra flathogstområder viser at mikroklimaet endrer seg drastisk når et skogområde blir hugd ned. Jord- og luftfuktigheten synker, og temperaturen stiger fordi solinnstrålingen øker (Carlson & Groot, 1997; Chen et al., 1993). En studie fra Notodden i Norge som undersøkte den genetiske strukturen hos storsalamandere i gammelskog og kulturskog, kom frem til at det genetiske mangfoldet var høyere i dammer knyttet til gammelskog enn kulturskog (Haugen et al., 2020). Salamandere foretrekker fuktig og kjølige habitater om sommeren, men ikke om vinteren (Lunghi et al., 2015). Det er da rimelig å anta at hvis man bevarer skogområdene i tilknytning til yngle- og oppvekstområdene, så bevarer man populasjonen. En studie fra USA undersøkte betydningen av etablering av en buffersone rundt det akvatiske området til flere amerikanske salamanderarter, og kom frem til at en 160 meters buffersone var nødvendig for at en populasjon skulle overleve. Studien påstår at funnene har overføringsverdi til andre terrestriske salamandere, men at salamanderes tendens til å vandre må tas i betraktning (Semlitsch, 2001). En tysk studie viste at storsalamandere kunne vandre nesten 900 meter fra den opprinnelige dammen, dette var dog i et landskap med høy konnektivitet mellom dammene (Kupfer & Kneitz, 2000). Trolig er det nødvendig med en større buffersone, da andre studier viser at selv om de fleste salamandere overvintrer innenfor en radius av 300 meter fra dammen, så har man funnet individer opp til 1300 meter fra dammen (Dervo et al., 2018). En mulig barriere for salamandere på Åklangenga er en grusvei, som er lettere trafikkert om dagen. Siden salamandere er nattaktive, er det trolig ikke en stor sjanse for å bli overkjørt (Haugen et al., 2020). For å kunne få en dypere forståelse over hvordan situasjonen er for salamanderpopulasjonene på Åklangenga og omegn, kan man undersøke andre dammer i nærheten, hva konnektiviteten til korridorene er mellom dammene, samt i hvilken grad salamanderne vandrer mellom dem. En studie på tigersalamandere (*Ambystoma trigrinum*) i dens nordligste utbredelsesområde i USA viste at habitatkorridorer er viktig for at gener utveksles mellom stammene, samt for kolonisering av nye dammer (Titus et al., 2014). Videre kan det gås linjetransekter for å undersøke hva juvenile- og voksne salamandere foretrekker av sommer- og overvintringshabitater.

Inn- og utvandring kan ha påvirket populasjon- og overlevelsesestimaterne mer enn opprinnelig antatt i min studie. Ifølge flere studier migrerer og vandrer salamandere ganske mye, noe som strider imot andre studier som hevder at salamandere har lav spredningsevne (Joly & Miaud, 1989; Smith & Green, 2005; Winandy et al., 2017). En merking-gjenfangst studie fra Frankrike viste at overlevelsen mellom to dammer i samme område varierte drastisk på grunn av migrasjon (Perret et al., 2003). En studie fra Tyskland viser at terrestriske salamandere vandrer mer enn tidligere antatt, og at en stor del av en salamanderpopulasjon er migrerende individer (Schmidt et al., 2007).

Resultatene fra denne bacheloroppgaven viser at salamanderne på Åklangenga Gård trolig har stabile populasjoner, med gode overlevelsesrater. Men hvis dammen blir utsatt for flere år på rad med inntørking og tap av årsklasser, er det fare for at salamanderne vil forsvinne fra området. Dette kan hindres med lokale forvaltningsstrategier som baserer seg på konserveringsøkologi. Grunneierne burde etterstrebe å bevare skoglandskapet rundt, og ikke drive med flatehogst eller andre inngripende tiltak som kan ødelegge habitat- og korridorer for salamanderne. Et annet tiltak vil være å hindre at dammen tørker inn. Til slutt så anbefaler jeg at man fortsetter og studerer salamanderne, både i akvatiske og terrestriske miljøer. Dette vil gjøre at man får mer og nyansert kunnskap for å kunne utvikle en god forvaltningsstrategi. Det blir uansett spennende å se hvordan salamanderpopulasjonene på Åklangenga utvikler seg videre, og hva fremtidige studier vil vise.

Litteraturliste

- Allain, S., & Goodman, M. (2014). Evaluation of great crested newt and smooth newt populations at Bar Hill Crematorium. *Cambridgeshire Bird Report 2013*, 87, 156–161.
- Arntzen, J., & Teunis, S. F. M. (1993). A six year study on the population dynamics of the crested newt *Triturus cristatus* following the colonization of a newly created pond. *The Herpetological Journal*, 3.
- Arntzen, J. W., Kuzmin, S., Beebee, T., Papenfuss, T., Sparreboom, M., Ugurtas, I. H., Anderson, S., Anthony, B., Andredone, F., Tarkhnishvili, D., Ishchenko, V., Ananjeva, N., Orlov, N., & Tuniyev, B. (2009). IUCN Red List of Threatened Species: *Lissotriton vulgaris*. *IUCN Red List of Threatened Species*.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T59481A11932252.en>
- Arntzen, J. W., Kuzmin, S., Jehle, R., Beebee, T., Tarkhnishvili, D., Ishchenko, V., Ananjeva, N., Orlov, N., Tuniyev, B., Denoël, M., Nyström, P., Anthony, B., Schmidt, B., & Ogrodowczyk, A. (2009). IUCN Red List of Threatened Species: *Triturus cristatus*. *IUCN Red List of Threatened Species*.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T22212A9365894.en>
- Ash, A. N. (1988). Disappearance of salamanders from clearcut plots. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 104(3), 116–122. JSTOR.
- Bailey, L. L., Simons, T. R., & Pollock, K. H. (2004). Comparing Population Size Estimators for Plethodontid Salamanders. *Journal of Herpetology*, 38(3), 370–380.
<https://doi.org/10.1670/194-03A>
- Baker, J. M. R. (1999). Abundance and survival rates of great crested newts (*Triturus cristatus*) at a pond in central England monitoring individuals. *The Herpetological Journal*, 9(1), 1–8.

- Bell, G. (1977). The Life of the Smooth Newt (*Triturus vulgaris*) after Metamorphosis. *Ecological Monographs*, 47(3), 279–299. <https://doi.org/10.2307/1942518>
- Bell, G. (1979). Populations of Crested Newts, *Triturus cristatus*, in Oxfordshire, England. *Copeia*, 1979(2), 350–353. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1443426>
- Brewer, E. C. (1894). *Dictionary of Phrase and Fable* (2nd ed.). Cassell & Company Limited.
- Bülow, B., & Kupfer, A. (2019). Monitoring population dynamics and survival of Northern Crested Newts (*Triturus cristatus*) for 19 years at a pond in Central Europe. *Salamandra*, 55, 97–102.
- Carlson, D. W., & Groot, A. (1997). Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87(4), 313–329. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(95\)02305-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(95)02305-4)
- Caruso, N. M., Sears, M. W., Adams, D. C., & Lips, K. R. (2014). Widespread rapid reductions in body size of adult salamanders in response to climate change. *Global Change Biology*, 20(6), 1751–1759. <https://doi.org/10.1111/gcb.12550>
- Catenazzi, A. (2016). Ecological implications of metabolic compensation at low temperatures in salamanders. *PeerJ*, 4, e2072. <https://doi.org/10.7717/peerj.2072>
- Chen, J., Franklin, J. F., & Spies, T. A. (1993). Contrasting microclimates among clearcut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 63(3), 219–237. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(93\)90061-L](https://doi.org/10.1016/0168-1923(93)90061-L)
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., & Skuce, A. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024024. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>

-
- Davic, R. D., & Welsh, H. H. (2004). On the Ecological Roles of Salamanders. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1), 405–434. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.112202.130116>
- Dervo, B. K. (2012). *Forekomst av salamander i Lier kommune* (No. 896; p. 27). Norsk institutt for naturforskning.
- Dervo, B. K., Museth, J., & Skurdal, J. (2018). Assessing the Use of Artificial Hibernacula by the Great Crested Newt (*Triturus cristatus*) and Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) in Cold Climate in Southeast Norway. *Diversity*, 10(3), 56. <https://doi.org/10.3390/d10030056>
- Dervo, B. K., Pedersen, C., & Bærum, K. M. (2016). Tap av ynglelokaliteter for storsalamander i Norge. In 21 s. (No. 1014; p. 21). Norsk institutt for naturforskning.
- Dolmen, D. (2008). *Norske amfibier og reptiler*. Tapir Akademisk Forlag.
- Downie, J. R., Larcombe, V., & Stead, J. (2019). Amphibian conservation in Scotland: A review of threats and opportunities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(4), 647–654. <https://doi.org/10.1002/aqc.3083>
- Duellman, W. E., & Zug, G. R. (2020). Amphibian. In *Encyclopædia Britannica*. Encyclopædia Britannica, inc. <https://www.britannica.com/animal/amphibian>
- Francillon-Vieillot, H., Arntzen, J. W., & Géraudie, J. (1990). Age, Growth and Longevity of Sympatric *Triturus cristatus*, *T. marmoratus* and Their Hybrids (Amphibia, Urodela): A Skeletochronological Comparison. *Journal of Herpetology*, 24(1), 13–22. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1564284>
- Griffiths, R. A., Sewell, D., & McCrea, R. S. (2010). Dynamics of a declining amphibian metapopulation: Survival, dispersal and the impact of climate. *Biological Conservation*, 143(2), 485–491. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.11.017>

- Grini, T. A. (2017). *Kartlegging av ynglelokaliteter for småsalamander (Lissotriton vulgaris) og storsalamander (Triturus cristatus) i Eidskog, Hedmark*. [Bachelor]. Høgskolen i Innlandet.
- Hagström, T. (1979). Population ecology of *Triturus cristatus* and *T. vulgaris* (Urodela) in SW Sweden. *Ecography*, 2(2), 108–114. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1979.tb00688.x>
- Hågvar, E. B. (2010). *Det zoologiske mangfoldet* (3rd ed.). Universitetsforlaget.
- Haugen, H., Linløkken, A., Østbye, K., & Heggenes, J. (2020). Landscape genetics of northern crested newt *Triturus cristatus* populations in a contrasting natural and human-impacted boreal forest. *Conservation Genetics*, 21(3), 515–530. <https://doi.org/10.1007/s10592-020-01266-6>
- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H. M., Carpenter, K. E., Chanson, J., Collen, B., Cox, N. A., Darwall, W. R. T., Dulvy, N. K., Harrison, L. R., Katariya, V., Pollock, C. M., Quader, S., Richman, N. I., Rodrigues, A. S. L., Tognelli, M. F., ... Stuart, S. N. (2010). The Impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates. *Science*, 330(6010), 1503–1509. <https://doi.org/10.1126/science.1194442>
- Jofré, M. B., Antón, R. I., & Caviedes-Vidal, E. (2012). Lead and cadmium accumulation in anuran amphibians of a permanent water body in arid Midwestern Argentina. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(7), 2889–2897. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-0795-2>
- Jofre, M. B., & Karasov, W. H. (1999). Direct effect of ammonia on three species of north american anuran amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18(8), 1806–1812. <https://doi.org/10.1002/etc.5620180829>

-
- Joly, P., & Miaud, C. (1989). Fidelity to the breeding site in the alpine newt *Triturus Alpestris*. *Behavioural Processes*, *19*(1), 47–56. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(89\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0376-6357(89)90030-2)
- Jung, R., Mercurio, G., Chellman, I., Southerland, M., Baxter, D., & Vølstad, J. (2004). Stream salamanders as indicators of stream quality in Maryland, USA. *Applied Herpetology*, *2*(1), 23–46. <https://doi.org/10.1163/1570754041231596>
- Kalezić, M. L., Cvetković, D., Djorović, A., & Džukić, G. (1996). Alternative life-history pathways: Paedomorphosis and adult fitness in European newts (*Triturus vulgaris* and *T. alpestris*). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, *34*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.1996.tb00804.x>
- Kendall, W. (2019). The ‘robust design’. In *Program MARK: a gentle introduction*. Colorado State University.
- Kupfer, A., & Kneitz, S. (2000). Population ecology of Great Crested Newts (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape: Dynamics, pond fidelity and dispersal. *Herpetological Journal*, *10*, 165–172.
- Langton, T., Beckett, C., & Foster, J. (2001). *Great crested newt: Conservation handbook*. Froglife.
- Leuven, R. S. E. W., den Hartog, C., Christiaans, M. M. C., & Heijligers, W. H. C. (1986). Effects of water acidification on the distribution pattern and the reproductive success of amphibians. *Experientia*, *42*(5), 495–503. <https://doi.org/10.1007/BF01946687>
- Lunghi, E., Manenti, R., & Ficetola, G. F. (2015). Seasonal variation in microhabitat of salamanders: Environmental variation or shift of habitat selection? *PeerJ*, *3*. <https://doi.org/10.7717/peerj.1122>
- Matthé, M., Sannolo, M., Winiarski, K., Sluijs, A. S. der, Goedbloed, D., Steinfartz, S., & Stachow, U. (2017). Comparison of photo-matching algorithms commonly used for

- photographic capture–recapture studies. *Ecology and Evolution*, 7(15), 5861–5872.
<https://doi.org/10.1002/ece3.3140>
- Nebeker, A. V., Schuytema, G. S., & Ott, S. L. (1995). Effects of cadmium on growth and bioaccumulation in the northwestern salamander *Ambystoma gracile*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 29(4), 492–499.
<https://doi.org/10.1007/BF00208379>
- Nestaas, I., Brænd, T. J., & Olerud, K. (2020). Sur nedbør. In *Store norske leksikon*.
http://snl.no/sur_nedb%C3%B8r
- Olsen, C. (2019). *Beregning av populasjonstetthet og gjenfangster for småsalamander (Lissotriton vulgaris) og storsalamander (Triturus cristatus) i Eidskog, Hedmark*. [Bachelor]. Høgskolen i Innlandet.
- Ortiz-Santaliestra, M. E., Fernández-Benítez, M. J., & Marco, A. (2012). Density effects on ammonium nitrate toxicity on amphibians. Survival, growth and cannibalism. *Aquatic Toxicology*, 110–111, 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2012.01.010>
- Perret, N., Pradel, R., Miaud, C., Grolet, O., & Joly, P. (2003). Transience, dispersal and survival rates in newt patchy populations. *Journal of Animal Ecology*, 72(4), 567–575.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00726.x>
- Price, S., Browne, R., & Dorcas, M. (2012). Resistance and Resilience of A Stream Salamander To Supraseasonal Drought. *Herpetologica*, 68, 312–323.
<https://doi.org/10.2307/23255783>
- Rasband, W. S. (1997). *ImageJ* (Version 1.8.0_112) [Computer software]. U. S. National Institutes of Health. <https://imagej.nih.gov/ij/>
- Rudshaug, T. H. (2018). *Estimering av overlevelsen og populasjonsstørrelsen med programmet MARK for Småsalamander (Lissotriton vulgaris) og Storsalamander (Triturus cristatus), i Eidskog kommune, Hedmark*. [Bachelor]. Høgskolen i Innlandet.

-
- Schabetsberger, R., Jehle, R., Maletzky, A., Pesta, J., & Sztatecsny, M. (2004). Delineation of terrestrial reserves for amphibians: Post-breeding migrations of Italian crested newts (*Triturus c. carnifex*) at high altitude. *Biological Conservation*, *117*(1), 95–104. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00268-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00268-4)
- Schmidt, B. R., Schaub, M., & Steinfartz, S. (2007). Apparent survival of the salamander *Salamandra salamandra* is low because of high migratory activity. *Frontiers in Zoology*, *4*(1), 19. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-4-19>
- Searcy, C. A., & Shaffer, H. B. (2008). Calculating Biologically Accurate Mitigation Credits: Insights from the California Tiger Salamander. *Conservation Biology*, *22*(4), 997–1005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00971.x>
- Semlitsch, R. D. (2001). Biological Delineation of Terrestrial Buffer Zones for Pond-Breeding Salamanders. *Conservation Biology*, *12*(5), 1113–1119. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.97274.x>
- Semlitsch, R. D., & Wilbur, H. M. (1988). Effects of Pond Drying Time on Metamorphosis and Survival in the Salamander *Ambystoma talpoideum*. *Copeia*, *1988*(4), 978–983. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1445721>
- Smith, M. A., & Green, D. M. (2005). Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: Are all amphibian populations metapopulations? *Ecography*, *28*(1), 110–128. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04042.x>
- Støp-Bowitz, C., & Skei, J. K. (2019). Amfibier og krypdyr i Norge. In *Store norske leksikon*. http://snl.no/Amfibier_og_krypdyr_i_Norge
- Szeintuch, Y., Tourgeman, D., & Zigdon, M. (2005). The Myth of the Salamander in the Work of Ka-Tzetnik. *Partial Answers: Journal of Literature and the History of Ideas*, *3*(1), 101–132. <https://doi.org/10.1353/pan.0.0122>

- Titus, V., Bell, R., Becker, C. G., & Zamudio, K. (2014). Connectivity and gene flow among Eastern Tiger Salamander (*Ambystoma tigrinum*) populations in highly modified anthropogenic landscapes. *Conservation Genetics*, *15*. <https://doi.org/10.1007/s10592-014-0629-5>
- Vedum, T. V., Hofstad, H., Åstrøm, S., Ødegaard, R., Dolmen, D., & Sørensen, S. (2004). *Dammer i kulturlandskapet*. 74.
- Venturino, A., Rosenbaum, E., Caballero de Castro, A., Anguiano, O. L., Gauna, L., Fonovich de Schroeder, T., & Pechen de D'Angelo, A. M. (2003). Biomarkers of effect in toads and frogs. *Biomarkers: Biochemical Indicators of Exposure, Response, and Susceptibility to Chemicals*, *8*(3–4), 167–186. <https://doi.org/10.1080/1354700031000120116>
- Wang, I. J., Johnson, J. R., Johnson, B. B., & Shaffer, H. B. (2011). Effective population size is strongly correlated with breeding pond size in the endangered California tiger salamander, *Ambystoma californiense*. *Conservation Genetics*, *12*(4), 911–920. <https://doi.org/10.1007/s10592-011-0194-0>
- Weinbach, A., Cayuela, H., Grolet, O., Besnard, A., & Joly, P. (2018). Resilience to climate variation in a spatially structured amphibian population. *Scientific Reports*, *8*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33111-9>
- Winandy, L., Legrand, P., & Denoël, M. (2017). Habitat selection and reproduction of newts in networks of fish and fishless aquatic patches. *Animal Behaviour*, *123*, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.10.027>
- Zipkin, E. F., DiRenzo, G. V., Ray, J. M., Rossman, S., & Lips, K. R. (2020). Tropical snake diversity collapses after widespread amphibian loss. *Science*, *367*(6479), 814–816. <https://doi.org/10.1126/science.aay5733>

Vedlegg

Tabell 4: Realverdier for overlevelse til storsalamander, lagd med MARK. Parameterne er som følger, S = overlevelse. Gamma'' er sannsynligheten for at et individ er utilgjengelig i fangstperioden, gitt at individet ikke var tilstede under fangstperioden. Gamma' er sannsynligheten for at et individ ikke er tilgjengelig under fangstperioden, gitt at individet var tilstede under fangstperioden.

Parameter	Estimate	Standard Error	Lower CI	Upper CI
1:S	0.794917	0.0534706	0.6708335	0.8805541
2:S	0.6995989	0.0549474	0.582474	0.7954084
3:Gamma''	0	0	0	0
4:Gamma''	0	0	0	0
5:Gamma''	0	0	0	0
6:Gamma'	1	0	1	1
7:Gamma'	1	0	1	1
8:p Session 1	0.1711399	0.0338509	0.1145282	0.2479006
9:p Session 1	0.0592407	0.0198057	0.0304243	0.1121927
10:p Session 1	0.1711399	0.0338509	0.1145283	0.2479006
11:p Session 1	0.3093683	0.0458227	0.2273338	0.4054709
12:p Session 1	0.1448107	0.0310978	0.0938018	0.2169182
13:p Session 1	0.1908868	0.0357855	0.1302913	0.2708862
14:p Session 2	0.0463034	0.0147414	0.0246163	0.0854236
15:p Session 2	0.0740855	0.0187212	0.0447672	0.1201886
16:p Session 2	0.0787158	0.0193102	0.0482538	0.125865
17:p Session 2	0.2731902	0.0369618	0.2069589	0.3512296
18:p Session 2	0.1296495	0.0249623	0.0880526	0.1868705
19:p Session 2	0.1342799	0.0254208	0.0917677	0.1923159
20:p Session 3	0.0721436	0.0204336	0.040992	0.12391
21:p Session 3	0.067334	0.0196292	0.0376512	0.1175591
22:p Session 3	0.0817627	0.0219969	0.047748	0.1365347
23:p Session 3	0.0144287	0.0084981	0.0045174	0.0451004
24:p Session 4	0.1333404	0.0263787	0.0895498	0.1939824
25:p Session 4	0.0344104	0.0124962	0.0167656	0.0693164
26:p Session 4	0.1247378	0.0253685	0.0828885	0.1834888
27:p Session 4	0.1247378	0.0253685	0.0828885	0.1834888
28:p Session 4	0.1247378	0.0253685	0.0828885	0.1834888
29:p Session 4	0.1032313	0.0227449	0.0663979	0.15706

Tabell 5: Realverdier for populasjonsestimering hos storsalamander, lagd i MARK. Grp. 1 er for hunner, og Grp. 2 er for hanner. Sess. = fangstår. N-hat er populasjonsestimatet.

Grp.	Sess.	N-hat	Standard Error	Lower	Upper
1	1	76.684688	7.7183041	65.707033	97.14598
1	2	111.81648	12.722905	92.436944	143.53519
1	3	110.6801	27.990061	70.756066	184.69445
1	4	112.77553	15.288445	89.802278	151.36223
2	1	75.237807	7.6144469	64.426629	95.454719
2	2	88.371091	10.77011	72.254759	115.65658
2	3	106.06843	27.119707	67.518591	177.99961
2	4	124.85862	16.520992	99.876232	166.31889

Tabell 6: Realverdier for overlevelse til småsalamander, lagd i MARK. Parameterne er som følger, S = overlevelse. Gamma'' er sannsynligheten for at et individ er utilgjengelig i fangstperioden, gitt at individet ikke var tilstede under fangstperioden. Gamma' er sannsynligheten for at et individ ikke er tilgjengelig under fangstperioden, gitt at individet var tilstede under fangstperioden.

Parameter	Estimate	Standard Error	Lower	Upper
1:S	0.2696583	0.0372128	0.203153	0.3484158
2:S	0.5274473	0.0796177	0.3737436	0.6761182
3:S	0.3240036	0.049286	0.2356856	0.4269306
4:S	0.2703419	0.0688899	0.1574404	0.4235102
5:S	0.8169175	0.2010156	0.2425643	0.9841697
6:S	0.3126859	0.0923806	0.1638169	0.513725
7:Gamma''	0	0	0	0
8:Gamma''	0	0	0	0
9:Gamma''	0	0	0	0
10:Gamma'	1	0	1	1
11:Gamma'	1	0	1	1
12:p Session 1	0.093675	0.0195323	0.0617751	0.1395968
13:p Session 1	0.1064489	0.0207569	0.0720742	0.1544887
14:p Session 1	0.195866	0.0275341	0.1474206	0.2554613
15:p Session 1	0.4726332	0.0396325	0.3962227	0.5503476
16:p Session 1	0.2810251	0.0322556	0.2223057	0.3483082
17:p Session 1	0.1575444	0.0249347	0.1145753	0.2127561
18:p Session 1	0.0220813	0.0099541	0.0090653	0.0527904
19:p Session 1	0.0073604	0.0053915	0.0017427	0.0305337
20:p Session 1	0.0220813	0.0099541	0.0090653	0.0527904
21:p Session 1	0.1214473	0.0314006	0.0720503	0.1975025
22:p Session 1	0.1251274	0.0321358	0.07446	0.2027208
23:p Session 1	0.1288076	0.0328695	0.0768703	0.2079322
24:p Session 2	0.1404834	0.0235668	0.1003067	0.193295

25:p Session 2	0.234139	0.0296355	0.1810854	0.297097
26:p Session 2	0.289481	0.0324227	0.2302551	0.3568779
27:p Session 2	0.2809668	0.0320232	0.222639	0.3477399
28:p Session 2	0.2554244	0.0307629	0.1998988	0.3202008
29:p Session 2	0.119198	0.0218341	0.0825908	0.1690412
			E-03	
30:p Session 2	0.0036079	0.0036453	0.4959737	0.0257428
31:p Session 2	0.0180397	0.0084774	0.0071394	0.0448309
32:p Session 2	0.0685507	0.0185806	0.0399436	0.1151876
33:p Session 2	0.1840045	0.0370046	0.1221203	0.2676861
34:p Session 2	0.1226696	0.0274977	0.0781195	0.1874596
35:p Session 2	0.0793744	0.0204365	0.0474698	0.1298002
36:p Session 3	0.0628291	0.0142827	0.0400067	0.0973504
37:p Session 3	0.1116961	0.0210373	0.0766255	0.1600361
38:p Session 3	0.1489281	0.0259089	0.1049233	0.2071181
39:p Session 3	0.09308	0.0185321	0.0625686	0.1363066
40:p Session 3	0.0267901	0.0105383	0.0123121	0.0573052
41:p Session 3	0.0321481	0.0119455	0.01541	0.0658508
42:p Session 3	0.1419874	0.0385212	0.0817634	0.2352075
43:p Session 3	0.0562591	0.017999	0.0297615	0.103824
44:p Session 4	0.2174412	0.0296025	0.1649818	0.2809684
45:p Session 4	0.0076295	0.0054002	0.0018961	0.0301749
46:p Session 4	0.2555887	0.0322444	0.1976272	0.3236917
47:p Session 4	0.2861068	0.0342417	0.2239221	0.3576033
48:p Session 4	0.1373313	0.023293	0.0977044	0.1896519
49:p Session 4	0.0877394	0.0185021	0.0576154	0.1314172
50:p Session 4	0.0631217	0.0168104	0.0371605	0.1052374
51:p Session 4	0.0330637	0.0111741	0.0169442	0.0635273
52:p Session 4	0.0931796	0.0219643	0.0581456	0.146049
53:p Session 4	0.1142201	0.0254435	0.0730166	0.1743028
54:p Session 4	0.0901738	0.0214604	0.0560301	0.1419943
55:p Session 4	0.0661274	0.0173401	0.0392371	0.109349

Tabell 7: Realverdier for populasjonsestimat for småsalamander. Grp. 1 er for hunner, og Grp. 2 er for hanner. Sess. = fangstår. N-hat er populasjonsestimatet.

Grp.	Sess.	N-hat	Standard Error	Lower	Upper
1	1	234.85445	11.215485	217.33245	262.17524
1	2	234.78229	11.288269	216.94454	261.99373
1	3	433.6427	61.044497	337.28289	580.94101
1	4	262.13989	18.171206	233.29621	305.7618
2	1	271.723	54.498661	193.4312	414.92563
2	2	277.94777	45.186018	210.14031	392.13242
2	3	375.07525	95.588511	240.1989	630.26752
2	4	332.9099	54.031714	251.17146	468.45437

