

1633

## Storsalamanderen og trafikk

Utfordringer for en myk trafikant

Børre K. Dervo  
Jan Mjåland

NINA Rapport



## **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 annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **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 vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Storsalamanderen og trafikk

Utfordringer for en myk trafikant

Børre K. Dervo

Jan Mjåland

Dervo, B.K. & Mjåland, J. 2019. Storsalamanderen og trafikk. Utfordringer for en myk trafikant. NINA Rapport 1633. Norsk institutt for naturforskning.

Lillehammer, Februar 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3376-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Kim Magnus Bærum

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Jon Museth (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statens vegvesen Region øst og Vegdirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Håvard Hjernestad-Sollerud og Grete Sponga

FORSIDEBILDE

Storsalamander under vårvandringen © Børre K. Dervo

NØKKEWORD

Norge  
Buskerud  
Amfibier  
Trafikk  
Trafikkdød  
Avbøtende tiltak

KEY WORDS

Norway  
Buskerud  
Amphibians  
Traffic  
Traffic fatalities  
Mitigating measures

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Gaustadalléen 21  
0349 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

Dervo, B.K. & Mjåland, J. 2019. Storsalamanderen og trafikk. utfordringer for en myk trafikant. NINA Rapport 1633. Norsk institutt for naturforskning.

Vi har overvåket vandringene av storsalamander ved Lahelldammen i Lier kommune i Oslo og Viken fylke i perioden 2012 til 2017. I denne perioden er det gjort observasjoner av vårvandringene, trafikk tetthet og antall påkjørte voksne storsalamander. Tidspunktet for starten på den årlige vandringen av storsalamander til yngleplassen varierte fra 27. februar til 11. april. Det er til dels stor variasjon i vandringsperioden mellom år på grunn av forskjellen i temperatur (summen av døgngader og temperaturen om kvelden og natta) og nedbør (snømengde om våren og regn). I de fleste årene vandrer mer enn 50 prosent av dyrene i løpet av tre døgn. Tidlig i sesongen (1. mars) starter vandringene omkring kl. 19:00 på kvelden, mens seint i sesongen (1. mai) rundt 22:30. Gjennomsnittlig vandringshastighet for storsalamander ble målt til 0,4 m/min, dvs. at de bruke fra 7 til 11 min avhengig av lufttemperatur på å krysse den fem meter brede asfalterte vegen rundt Lahelldammen.

Det var en klar sammenheng mellom antall påkjørte individer av storsalamander, antall passerende biler og antall vandrende dyr. Samlet ble omkring tre prosent av individene som krysset vegen rundt Lahelldammen påkjørt. Dette til tross for at trafikk tettheten og hastigheten generelt er veldig lav, dvs. færre enn 5 biler i gjennomsnitt pr time og en bilhastighet på under 30 km/t. Påkjørslene var flest i et område i nordøst hvor dyrene krysser vegen skrått i forhold til bilenes fartsretning.

For Lahelldammen er problemene med påkjørsler av amfibier relativt små og de mest kostnads-effektive tiltakene vil være skilting og eventuelt informasjon til beboerne i området på dager med stor vandringsaktivitet. En tommelfingerregel kan være at andre tiltak bør vurderes når biltettheten blir større enn 10 biler per time i gjennomsnitt i vandringsperioden om kvelden.

Børre K. Dervo, NINA, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, [borre.dervo@nina.no](mailto:borre.dervo@nina.no)  
Jan Mjåland, Primerose, Lahelldammen 12, 3427 Gullaug, [jan.mjaaland@primrose.no](mailto:jan.mjaaland@primrose.no)

## Abstract

Dervo, B.K. & Mjåland, J. 2019. Great crested newt and traffic. Challenges for a vulnerable road user. NINA Report 1633. Norwegian Institute for Nature Research.

The migration of Great crested newts has been monitored at Lahelldammen from the year 2012 to 2017. Lahelldammen is located in Lier municipality, Oslo and Viken county.

In this period the yearly spring migration, density of the traffic and number of killed animals have been monitored. The starting point of the yearly migration varied from February 27th to April 11th. This variation depended on the temperature (average temperature and the temperature in the evening and night) and rainfall (snow in the spring and rain).

Normally more than 50% of the animals migrate during 3 nights. Early in the season (March 1st) the migration starts at 19.00 in the evening, later in the season (May 1st) it starts at 22.30. Average speed for the Great crested newts was 0,4 m/minute, i.e. they spent 7 to 11 minutes (depending on temperature) to cross the 5 meter wide road that surround the pond.

It is a clear correlation between the number of killed animals, number of cars and number of crossing animals. All together about 3% of the animals were killed. This occurred despite very low traffic (about 5 cars per hour), at very low speed (less than 30km/h). Most of the animals were killed in the north-east corner where the animals cross the road more parallel to the road.

At Lahelldammen the problem with traffic and amphibians is relatively small, and the most cost-effective way to reduce the problem could be road signs and information to the locals in the evenings during the migration period.

A rule of thumb can be that other actions must be considered when the traffic is more than 10 cars in the evening in the migration period.

Børre K. Dervo, NINA, Vormstuguvegen 40, N-2624 Lillehammer, Norway

[borre.dervo@nina.no](mailto:borre.dervo@nina.no)

Jan Mjåland, Primerose, Lahelldammen 12, N-3427 Gullaug, Norway

[jan.mjaaland@primrose.no](mailto:jan.mjaaland@primrose.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Livssyklus hos storsalamander.....	7
1.2 Oppdraget.....	8
<b>2 Områdebeskrivelse og metoder</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Resultater</b> .....	<b>11</b>
<b>4 Diskusjon og anbefalinger</b> .....	<b>18</b>
4.1 Oppsummering av resultatene.....	18
4.2 Andre amfibiearter ved Lahelldammen.....	18
4.3 Amfibier og veier.....	19
4.4 Anbefalinger.....	20
<b>5 Referanser</b> .....	<b>22</b>

## Forord

Vegvesenet og Vegdirektoratet har vært oppdragsgiver for denne rapporten. Overvåkingen av storsalamander ved Lahelldammen i Lier kommune er gjennomført som egeninnsats. Statens vegvesen Region øst og Vegdirektoratet har bidratt med midler for analyser og rapportering. Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Håvard Hjermestad-Sollerud og Grete Sponga og begge takkes for godt samarbeid. Thomas Mjåland, Bjørnar Dervo og Katrine Mjåland har bidratt med feltobservasjoner og takkes for innsatsen.

Lillehammer, februar 2019

Børre K. Dervo  
Prosjektleder



# 1 Innledning

## 1.1 Livssyklus hos storsalamander

Storsalamanderne har en kompleks livssyklus og veksler mellom et liv i vann og et liv på land (Arntzen 2003, Dolmen 1994, Fog m. fl. 1997, Malmgren 2007). Om høsten og vinteren ligger storsalamanderen i dvale. Overvintringen skjer i jordhuler til småpattedyr, steinrøyser, vindfall av trær, bygningsstrukturer etc (Dervo m. fl. 2018). Dvalen er en tilpasning til matmangel ved å redusere metabolismen til et minimum gjennom vinteren (Hillman m. fl. 2009).

Om våren vandrer salamanderne mot yngledammen. Vandringen stimuleres av temperatur og nedbør og skjer i døgnetts mørke timer (Dervo m. fl. 2016, Malmgren 2007, Harrison m.fl. 1983). Vandringen om våren starter gjerne ca. 8-12 døgn etter at døgnmiddel er over null grader celsius. Gjerne etter tre påfølgende dager med døgnmiddel på mer enn 4 °C. Storsalamanderen vil vandre hver kveld etter dette hvis temperaturen er over 1,5 °C og det er tilstrekkelig fuktighet, dvs. snøsmelting, regn eller maksimalt 2-3 dager etter et betydelig nedbør (Dervo m.fl. 2016a). Tidspunktet for vandringsstart er vanligvis et times tid etter solnedgang når lysstyrken er rundt 5 lux. Selv om temperaturen er over 1,5 °C om kvelden når vandringen starter, vil en raskt synkende temperatur føre til at vandringen stopper opp selv før den kommer under null. Salamanderen ser ut til å velge en vandringsrute som er kortest mulig mellom vei mellom overvintringsplassen og yngledammen, dvs. ofte en rett linje mellom disse to punktene. Vi har observert de samme PIT-merkede individene på samme sted under vandringen opp til fem påfølgende år (Dervo upublisert). Vanligvis vil vandringen skje i en etappe, men dyrene kan «overnatte» under vegs på veg til yngledammen.

Etter ankomst til dammen, skjer en fysiologisk tilpasning til et liv i vann. Huden blir glattere og mer velegnet for hudrespirasjon. I tillegg utvikles de sekundære kjønnskarakterer, i særdeleshett hannens rygg- og halekam (Fog m. fl. 1997, Malmgren 2007). Fra slutten av april til begynnelsen av juni, samles hannene i grupper på spillplasser i strandsonen på ca. 20-60 cm dyp. Kurtisen starter normalt ved en vanntemperatur på ca. 10 °C (Malmgren 2007).

En tid etter paringen starter eggleggingen. I motsetning til de haleløse amfibiene (frosk og padde) legger salamanderne sine egg enkeltvis, festet til vegetasjon under vann. Hunnen velger eggleggingssted og legger inntil 5-15 egg i døgnet og totalt 200-300 i løpet av sesongen (Fog m. fl. 1997, Malmgren 2007). Både parringstiden og eggleggingsperioden kan strekke seg over et langt tidsrom (Arntzen 2003). Når eggleggingen er over, vil de voksne individene etter hvert gå på land. Men i forhold til småsalamander, er storsalamander mer knyttet til vannet. Det vil derfor være en del voksne storsalamandre som forblir i dammen i lang tid etter endt reproduksjon. Når de går på land vil det ofte skje i mørke og regn (Malmgren 2007). Larven frigjøres fra egget etter 2-3 uker, og utviklingstiden er temperatur-avhengig (Fog m. fl. 1997). Fram til metamorfosen i august-oktober vokser larvene til en størrelse på nærmere 70 mm for storsalamander. Store larvene er dagaktive og henger gjerne lett synlig i de frie vannmasser, mens larvene til småsalamanderen lever på bunnen i dammen. På grunn av denne atferden er spesielt storsalamanderlarvene svært utsatt for predasjon fra fisk (Damm m. fl. 2007, Dolmen 1988, Malmgren 2007). Nymetamorfoserte salamandere forflytter seg raskt til et beskyttende terrestrisk miljø med overvintringsmuligheter. Storsalamander hannene blir kjønnsmodne etter 3-4 år, hunnene etter 3-5 år (Fog m. fl. 1997). Etter kjønnsmodning antas storsalamanderen å reproducere årlig. Storsalamanderens maksimale levetid i naturen kan være minst 16-18 år (Dolmen 1982).

De fleste voksne individene av storsalamander kan gjenfinnes mindre enn 300 m fra dammen, men individer er funnet opptil 1 300 m unna ynglelokaliteten (Jehle 2000, Jehle & Arntzen 2000, Kupfer 1998, Malmgren 2002, Schabetsberger m. fl. 2004). I sitt terrestriske miljø oppsøker storsalamander hulrom under steiner, røtter, løvfall, dødt treverk og museganger. Om dagen ligger den mest i skjul og kommer normalt fram på netter med regn eller høy luftfuktighet. Det er uvisst hvor sterkt bundet de enkelte individene er til sine vann- og landmiljøer (Malmgren 2007).

Mesteparten av spredningen til nye områder skjer trolig hos juvenile (1-2 år gamle) individer. Det foreligger ingen indikasjoner på territoriell atferd i land-fasen. Overvintringsstedene vil være av samme type som dagskjulestedene, men omfatter også kjellere og andre åpninger i byggverk og konstruksjoner (Damm m. fl. 2007, Malmgren 2007).

Storsalamanderen forekommer i to hovedtyper av landskap; 1) kulturlandskap med god tett-het av beite-, tun- eller vanningsdammer og 2) halvåpne mosaikkpreget skogslandskap med lang kontinuitet som er rike på små vannforekomster (Gustafson & Malmgren 2002, Haugen 2018, Malmgren 2007, Oldham m. fl. 2000). Storsalamanderen er en lavlandsart knyttet til fuktige habitater med god temperatur og god tilgang på skjulesteder. Antall dammer bør være flere enn en per km<sup>2</sup> og andelen godt landhabitat bør utgjøre mer enn 10 prosent per km<sup>2</sup> (Oldham m. fl. 2000). Ynglelokaliteten må være permanente vannforekomster gjerne større enn 100 m<sup>2</sup> og dypere enn 0,5 m uten fisk (Oldham m. fl. 2000). Dette er i kulturlandskapet ofte næringsrike og soleksponert dammer. I skoglandskapet er dette ofte myrdammer eller små tjern med pH > 5,5-6.0. I disse lokalitetene blir antall individer pr areal ofte bare en tiendedel av hva man kan finne i kulturlandskapet (Derivo upubliserte data). I gode leveområder i kulturlandskapet kan det være opp mot 1 000 voksne individer av storsalamander per 1 000 m<sup>2</sup> yngledam. I skoglandskapet kan det på et tilsvarende areal ofte ikke være mer enn 100-150 voksne storsalamander pr 1 000 m<sup>2</sup> yngledam.

## 1.2 Oppdraget

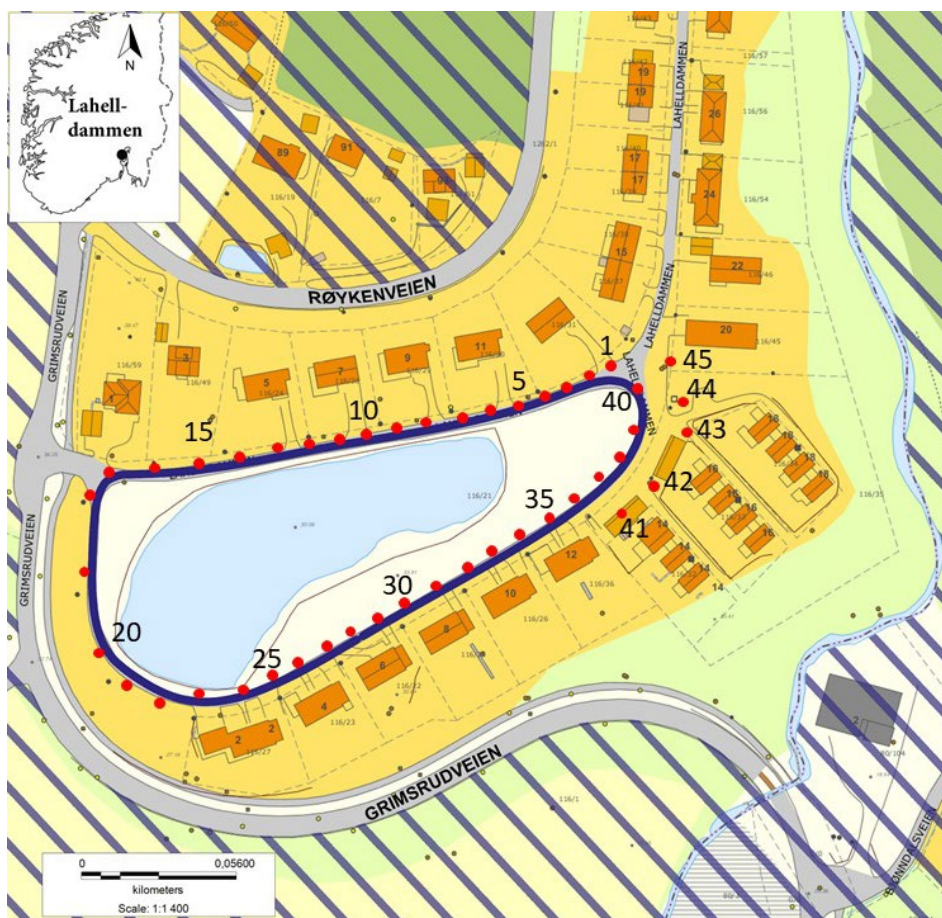
NINA har overvåket vandringene til salamanderne ved Lahelldammen siden 2009. På vegen som omgir hele Lahelldammen har vi hver vår telt antall kryssende små- og storsalamander. I tillegg til å bestemme art og kjønn på dyrene er tidspunkt sted for krysningene og eventuelle påkjørsler notert.

Statens vegvesen Region øst og Vegdirektoratet ønsket en sammenstilling og analyse av disse dataene med bakgrunn i å skaffe kunnskap som vil bidra til bedre trafikksikringstiltak for amfibier.

## 2 Områdebeskrivelse og metoder

**Figur 2.1** viser Lahelldammen i Lier kommune, Viken fylke, Sørøst-Norge (UTM WGS84 33N 0236699 33S 6630232). Arealene rundt Lahelldammen er sterkt påvirket av landbruk, boligområder og infrastruktur som parker og veier. Dammen ligger 30 m o.h. har et areal på 6 100 m<sup>2</sup>, maks dybde på 4 m og et volum på 13 000 m<sup>3</sup>. Gjennomsnittlig årlig lufttemperatur er 5,0 °C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 860 mm. Gjennomsnittlig lufttemperatur i mars, april og mai er henholdsvis -1,0, 3,9 og 10,1 °C (eklima.no). Innenfor en sirkel på 300 meter (A =0,392 km<sup>2</sup>) utgjør jordbruk 33% av arealet, veier 6% og boliger 17% (GIS-basert analyse av FKB-kart fra Statens kartverk). Skog og andre egnede arealer for amfibiene utgjør 44% av området. Kun 29% av området er lett tilgjengelig for amfibiene på grunn av to veier (Røykenveien og Grimsrudveien) med høy biltetthet og en nærliggende elv. Kun om lag 10% av området er godt egnet habitat for amfibier.

Lahelldammen brukes av nordpadde, buttsnutefrosk og små- og storsalamander som yngledam. Den lokale veien rundt Lahelldammen brukes av relativt få biler hver dag og er derfor egnet til å observere salamanderne under vårvandringen (merket blått i **figur 2.1**). I et merking- gjenfangst-forsøk fant vi at ca. 25% av bestanden av storsalamander hadde sine overvintringsplasser innenfor veien (Dervo upublisert). Den samme studien viste at 30-40% av de salamanderne som krysset veien ble observert av oss under tellingene. Basert på merking- gjenfangstforsøk ble bestanden av storsalamander beregnet (Chapman estimator) til 1 156 (95% CI = 738-1 573) voksne individer for perioden 2012-2015. For perioden 2016 til 2018 har bestanden gått en del ned (Dervo upublisert).



**Figur 2.1.** Kart over Lahelldammen i Lier kommune. Blå heltrukket linje er veien hvor vårvandringen observeres. Skravert felt er områder som er lite tilgjengelig for salamanderne. Røde punkter viser plassering av stasjonene (1-45) rundt Lahelldammen.

Salamandernes vandringsmønster ble registrert hver dag i en periode på seks år (2012-2017) fra februar til mai. Det ble ikke gjort observasjoner på dager med svært ugunstige forhold for vandring som temperaturer under null eller når været var tørt og varmt. Tellingene ble gjort i den mørke delen av døgnet på den 501 m lang og 6 m bred asfaltert vei som omkranser Lahelldammen. For hver observasjonsrunde ble stasjon, tidspunkt, art og kjønn notert for hver storsalamander som ble registrert. Eventuelle påkjørte og døde dyr ble notert. Videre ble tidspunkt og kjørestrekning for alle biler notert. Antall observasjonsrunder hver natt varierte fra 0 til 15 og startet omtrent 1 time etter solnedgang. Når forholdene var ugunstige, det vil si kaldt vær og mer enn en uke siden siste nedbør, ble det ikke gjennomført noen observasjoner. Når antall observasjoner var mindre enn 2 individer av storsalamander på de to første rundene, ble det ikke gjennomført flere observasjonsrunder. Samlet ble det observert 1 670 storsalamander på 152 observasjonsdager og 692 observasjonsrunder. Temperatur- og nedbørsdata er fra Meteorologisk instituttets værstasjon i Bæreskog i Drammen, beliggende 8 km fra studieområdet (eKlima.no). Temperatur- og lysforholdene ble målt ved hjelp av en HOBO- temperaturlogger ( $\pm 0,53 \text{ }^\circ \text{C}$  og  $\pm 2,5\%$  FS for lys) (<http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ua-001-64>).



**Figur 2.2** Foto fra veien rundt Lahelldammen i nord (oppe til venstre, stasjon 5 til stasjon 17), i sør (nede til venstre, stasjon 32 til 38 ved garasjene), i øst (oppe til høyre, fra stasjon 42 til 36 ved enden av garasjen) og vest (nede til høyre, fra stasjon 18 til 22). Børre K. Dervo ©

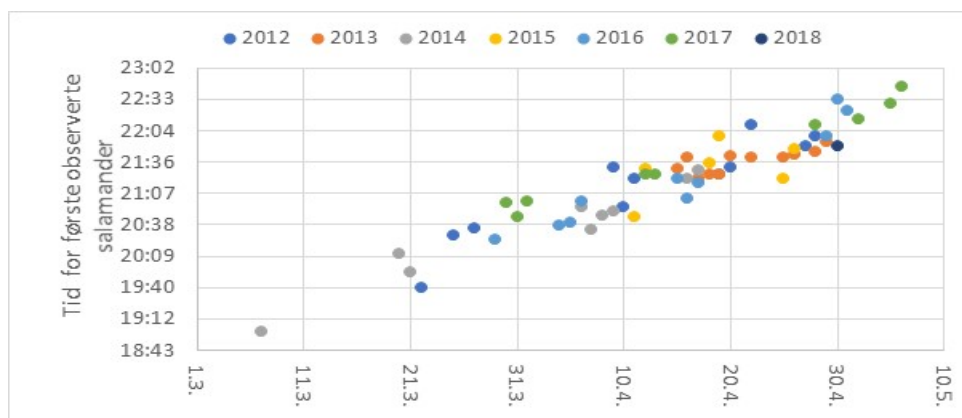
### 3 Resultater

**Tabell 3.1** viser antall individer av storsalamander som ble observert de ulike årene fra 2012 til 2017. Innsatsen for å observere vandringen har variert en del mellom år og skyldes en kombinasjon av mange dager med dårlige forhold for vandringer enkelte år og en redusert bestand (færre dager som fører til mange nok individer for telling). Tidspunktet for første observasjon varierer mye mellom år. Det er hele 44 dager mellom første observasjon i 2014 og første observasjon i 2017. Tidspunktet for når flertallet av individene vandrer varierer imidlertid mindre mellom år. For de samme to årene er det kun 6 dager forskjell for dato når 50 prosent av individene har vandret. En stor andel av de årlige vandringene skjer også på relativt få dager. Andelen de tre døgnene med flest vandringer utgjør av den totale vandringen varierer mellom 33 og 83 prosent for perioden 2012 til 2017 (**Tabell 3.1**).

**Tabell 3.1.** Antall individer av storsalamander observert, første og siste observasjonstidspunkt, antall observasjonsdager, antall observasjonsrunder og tidspunkt for når 50 prosent av de observerte individene har vandret fordelt på år for perioden 2012 til 2017. Andelen de tre døgnene med flest vandrende individene utgjør av totalt antall vandrende individer for årene 2012 til 2017 nederst i tabellen.

Tema	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Antall ind.	396	326	368	234	203	143
Første obs.	17. mars	11. apr.	27. feb.	7. apr.	29. mars	30. mars
Siste obs	11. mai	7. mai	9. mai	26. apr.	1. mai	17. mai
Antall obs. dager	40	23	39	9	13	28
Antall obs runder	200	139	121	52	89	91
Dato 50% vandret	18. apr.	26. apr.	7. apr.	19. apr.	6. apr.	1. apr.
Andelen av obs. som er gjort på de tre døgnene med flest vandrende ind.	41%	33%	64%	83%	46%	57%

**Figur 3.1** viser tidspunktet på kvelden når første individ av storsalamander blir observert i perioden 1. mars til 10. mai. I begynnelsen av mars observeres de første individene rundt kl. 19:00, mens i slutten av vandringssesongen dukker de første individene opp rundt kl. 22:30. Vandringstidspunktet er styrt av lys og temperatur. Temperaturen på alle dager med vandring var  $> 1,0^{\circ}\text{C}$  målt på bakken ved de to vanligste vandringsrutene (stasjon 1-3 og stasjon 34-35) og lysstyrken ble målt til  $< 5$  lux.



**Figur 3.1.** Tidspunkt for første vandrende individ av storsalamander ulike observasjonsdager gjennom sesongen for perioden 2012 til 2018.

Vanligvis er antall vandrende dyr størst mellom kl. 23 og 24 på kvelden og avtagende utover natten (**Figur 3.2** side 13), men på kvelder hvor det er en ukes tid siden forrige kveld og natt med vandring, kan det være svært mange individer den første timen på kvelden. I **figur 3.2** er det også vist tidspunktet for funn av påkjørte storsalamander. Figuren viser at det er nær sammenheng mellom antall funn av påkjørte individer og vandringstidspunkt.

Det er til dels stor variasjon i vandringstidspunktet mellom år (**Figur 3.3** side 14). Årsaken til denne forskjellen er temperatur (summen av døgngrader og temperaturen om kvelden og natta) og nedbør (snømengde om våren og regn) i vandringsperioden om våren. For alle år, med unntak for 2017, er det i april som de aller fleste storsalamanderne vandrer fra overvintringsplassen til yngledammen.

Vi målte gjennomsnittlig vandringshastigheten for noen få individer 12. april i 2012 på gressbakken og på vegen (asfalt og grus) over en strekning på 20 til 50 meter. Temperaturen på observasjonstidspunktet var 4,2 °C. Vandringshastigheten ble målt til 0,4 m/min. (n=7, std. 0,12). Hastigheten var størst på asfalt (0,6 m/min). Ved lavere temperatur vil vandringshastigheten være noe mindre. Under vandringen om våren vil derfor storsalamanderen vanligvis bruke fra sju til 11 minutter på å krysse den fem meter brede asfalterte vegen rundt dammen (6 m inkludert vegskuldrene).

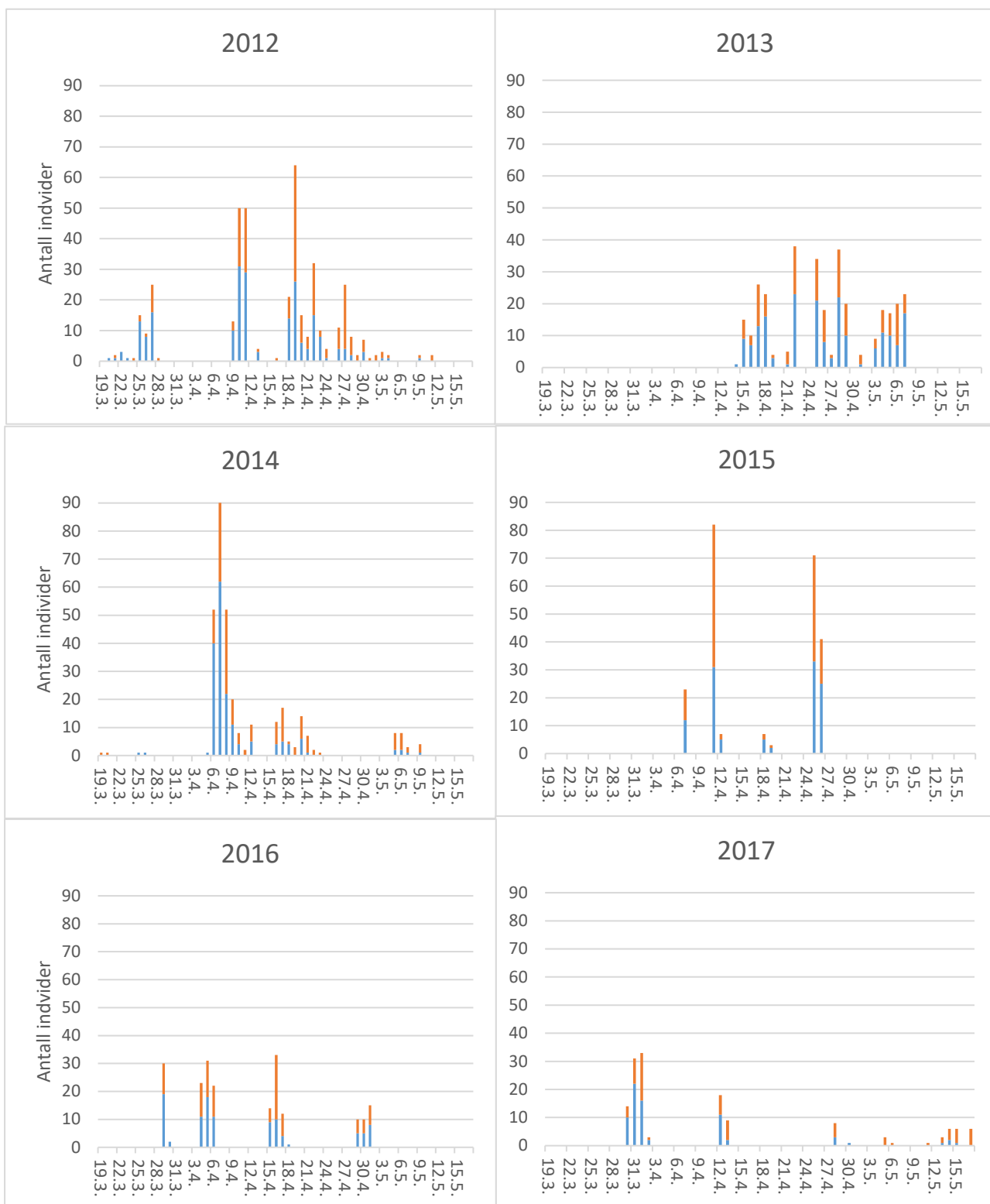
Observasjon av passerende biler er gjort samtidig med observasjoner av vandrende dyr (**Figur 3.4** side 15). Få observerte biler før kl 20:20 skyldes at det meste av observasjonene av vandringer blir gjennomført etter kl 21:00 på kvelden. Det ligger et garasjeanlegg øst for dammen. De fleste bilene kjører inn og ut på nordsiden av dammen. Antall biler pr time varierer veldig mye mellom dager. På vegen i sør ble høyeste trafikk tetthet notert 27. april 2012 med totalt fire biler fra kl. 20:30 til 23:00. Dette gir en snitt på litt under en bil pr time. I gjennomsnitt blir det her observert en bil pr sjuende observasjonstur. På vegen i nord ble det i de tre døgnene med flest biler observert henholdsvis 12, 13 og 22 biler fra kl. 20:30 til 23:00. Det gir et gjennomsnitt på henholdsvis fem, fem og sju biler pr time. I gjennomsnitt ble det observert litt under en bil pr observasjonstur. En slik observasjonsrunde tar fra 10 minutter og opp til 30 minutter avhengig av antall dyr som observeres. Trafikk tettheten er 5 til 7 ganger høyere på vegen i nord sammenlignet med vegen i sør.

Det er en klar sammenheng mellom antall biler og antall påkjørte storsalamander fordelt på tidsperioder (**Figur 3.4** side 15). Det er i perioden fra 20:30 til 23:00 at antall påkjørte individer er størst. Samlet ble omkring tre prosent av individene som krysset eller forsøkte å krysse vegen påkjørt, med unntak for 2017 (**Tabell 3.2** side 13). Tilsvarende var andelen påkjørte storsalamander i sør en prosent og nord seks prosent. I 2017 var andelen trafikkdrepte dyr hele 6 prosent. Årsaken til mange trafikkdrepte dyr dette året var en lastebil som kjørte inn på nordsiden rundt kl. 01:00 om natten ved flere anledninger. Lastebilen hadde breiere dekk og kjørte i større grad på veiskuldrene, enn personbilene. Det førte til at flere dyr ble påkjørt, selv om lastebilen passerte veien på et seint tidspunkt. En relativt stor andel av dyrene blir påkjørt i løpet av de tre døgnene med størst vandring de ulike årene.

Hovedmengdene av dyr krysser vegen på nordsiden ved stasjon 1 til 10, på sørsiden ved stasjon 32 til 36 og helt i øst ved stasjon 39-40 (**Figur 3.5** side 16). Antall påkjørte individer er desidert størst ved stasjon nr. 1 til 10 og ved stasjon 40. Det er her trafikken er størst. Mellom stasjon nr. 1 og 5 blir dyrene gående delvis på og langs vegen før de krysser (**Figur 3.6** side 17). Stasjon 40 er på parkeringsplassen ved garasjene hvor mange biler passerer. Området hvor det krysser flest dyr over vegen er ved stasjon 32 til 35. Her passerer det imidlertid svært få biler og få dyr blir derfor påkjørt. **Figur 3.7** og **3.8** side 17 viser henholdsvis en vandrende hunn av storsalamander og to trafikkdrepte hanner.

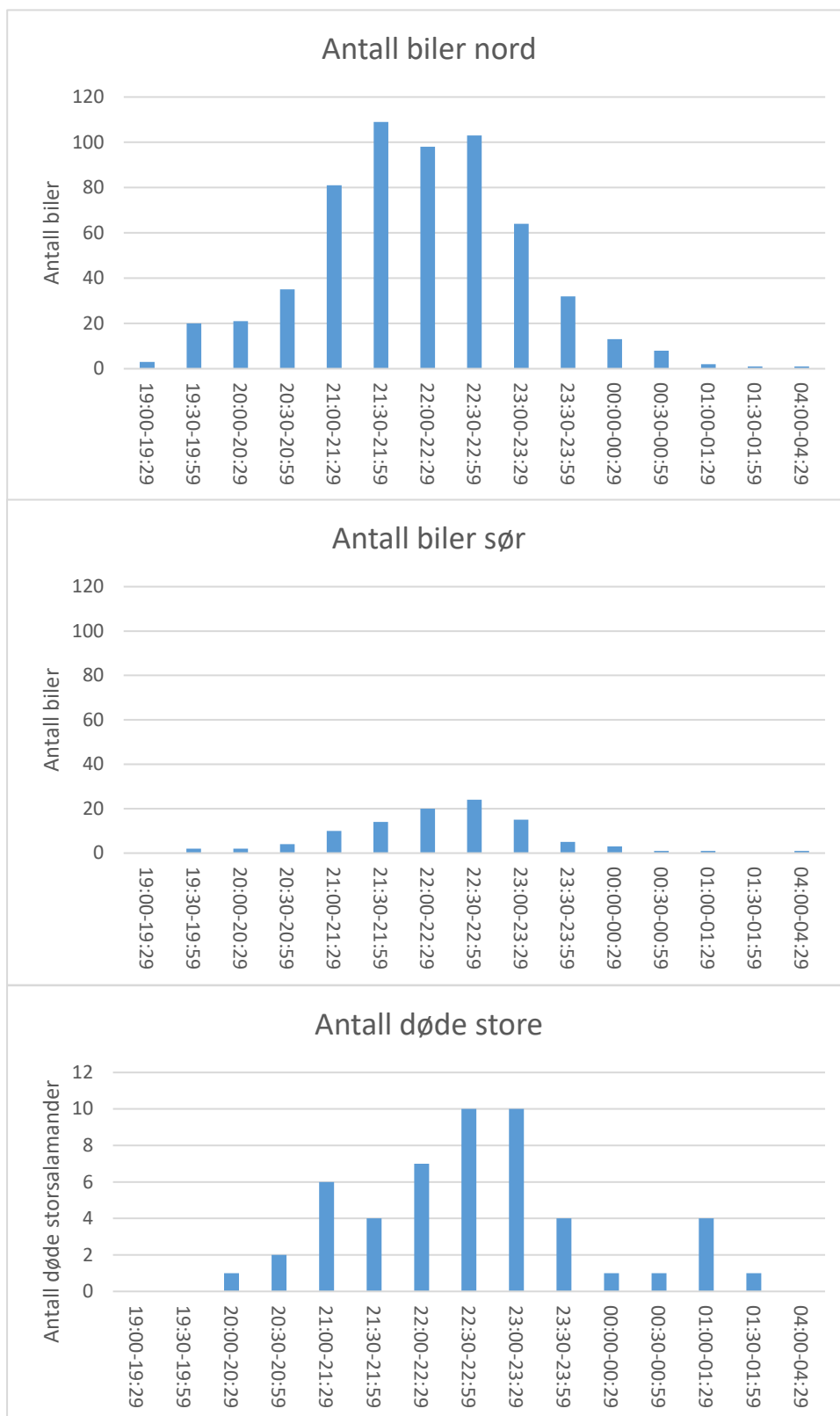


**Figur 3.2.** Antall vandrende individer av storsalamander fordelt på observasjonstidspunkter (halv times perioder fra 19:00 til 04:30) for tre utvalgte døgn, henholdsvis 19. april 2012 ( $n=68$ ), 11. april 2015 ( $n=104$ ) og 7. april 2014 ( $n=130$ ). Antall døde individer for de samme tidsperiodene for perioden 2012 til 2017 ( $n=52$ ) vist i nederste figur.



**Figur 3.3.** Antall vandrende individer av storsalamander fordelt på observasjonsdag for perioden 2012 til 2017. Røde søyler er hunner og blå søyler er hanner. Den 7. april 2014 var det totalt 130 individer som vandret (søylen går over maksverdien på y-aksen).

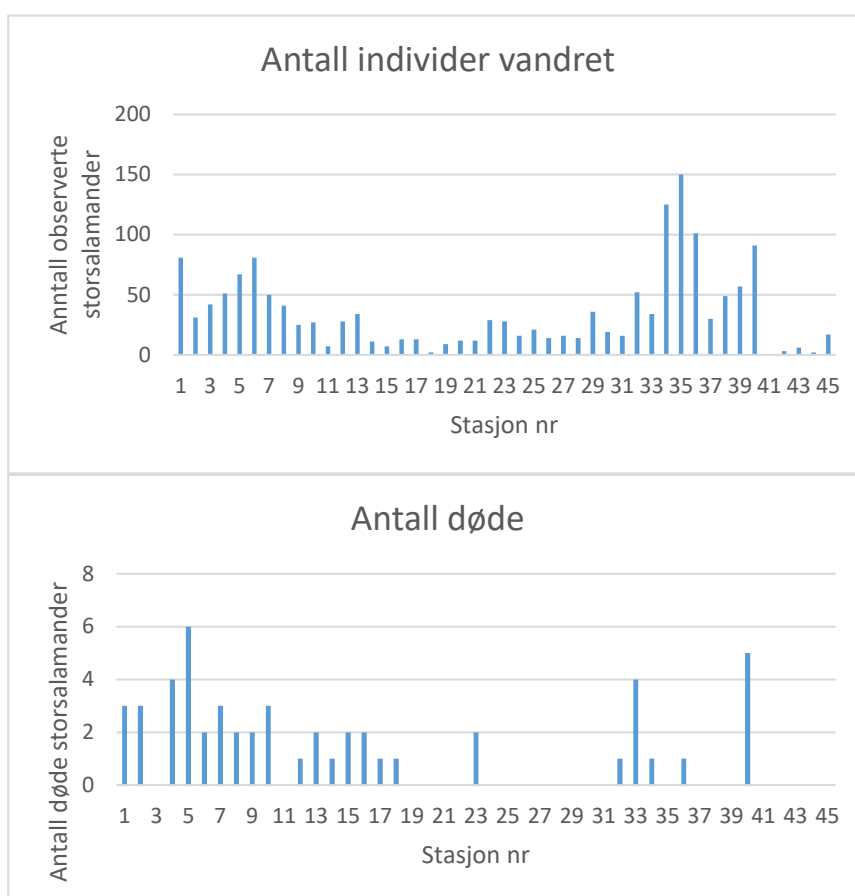




**Figur 3.4.** Antall registrert biler fordelt på observasjonstidspunkter (halv times perioder fra 19:00 til 04:30) på henholdsvis nord- og sørsiden av Lahelldammen for perioden 2012 til 2017. Antall biler på nordsiden er 591 og på sørsiden 102. Antall døde individer for de samme tidsperiodene for perioden 2012 til 2017 ( $n=52$ ) vist i nederste figur. 152 observasjonsdager med 692 observasjonsrunder.

**Tabell 3.2.** Antall individer av storsalamander observert, andel trafikkdrepte, andelen de tre døgnene med flest vandrende individene utgjør av totalt antall vandrende individer og andel trafikkdrepte på disse tre døgnene fordelt på år for perioden 2012 til 2017.

Tema	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Alle år
Antall ind.	396	326	368	234	203	143	1670
Antall trafikkdrepte ind.	12	5	7	8	5	9	46
Andel trafikkdrepte	3%	2%	2%	3%	2%	6%	3%
Andelen av obs. som er gjort på de tre døgnene med flest vandrende ind.	41%	33%	64%	83%	46%	57%	53%
Andel trafikkdrepte på de tre dagene med mest vandring	42%	20%	71%	50%	0%	44%	41%



**Figur 3.5.** Antall individer av storsalamander som har vandret fordelt på stasjonene rundt Lahelldammen og antall døde individer for perioden 2012 til 2017. Antall dyr som har vandret er 1670 og 46 døde (3 %). 152 observasjonsdager med 692 observasjonsrunder.



**Figur 3.6.** Bilde av vegen hvor flest storsalamander blir påkjørt. Stasjon nr. en ligger helt til høyre i bilde og stasjon nr. seks er ved postkassene innerst til høyre i bildet. Børre K. Dervo ©



**Figur 3.7.** En vandrende storsalamander hunn ved st. 33 ved Lahelldammen. Børre K. Dervo ©



**Figur 3.8.** Trafikkdrepte storsalamander ved st. 5 og 6 ved Lahelldammen. Børre K. Dervo ©

## 4 Diskusjon og anbefalinger

### 4.1 Oppsummering av resultatene

Tidspunktet for starten på den årlige vandringen av storsalamander til yngleplassen varierte mellom 27. februar og 11. april for perioden 2012 til 2017, en forskjell på hele 44 dager mellom det tidligste og seineste starten. Tidspunktet for når 50 prosent av dyrene hadde vandret varierte med 25 dager i de ulike årene. Årsaken til denne forskjellen er temperatur (summen av døgng-rader og temperaturen om kvelden og natta) og nedbør (snømengde om våren og regn) i vandringsperioden om våren (Dervo m.fl. 2016). For de fleste årene utgjør de tre døgnene med mest vandring rundt halvparten eller mer av det totale antallet vandrende individer i en sesong. Tidlig i sesongen (1. mars) starter vandringene omkring kl. 19:00 på kvelden, mens seint i sesongen (1. mai) rundt 22:30, vanligvis rundt en drøy time etter solnedgang. Vanligvis er antall vandrende storsalamander størst mellom kl. 23 og 24 på kvelden. Gjennomsnittlig vandringshastighet ble målt til 0,4 m/min, dvs. at de bruke fra sju til 11 min avhengig av lufttemperatur på å krysse den fem meter brede asfalterte vegen rundt Lahelldammen.

Det var en klar sammenheng mellom antall påkjørte individer av storsalamander, antall passerende biler og antall vandrende dyr. Dette er også påvist i andre studier (Hels & Buchwald 2001). Det er i perioden fra kl. 20:30 til 23:00 at antall påkjørte individer er størst. Samlet ble omkring tre prosent av individene som krysset eller forsøkte å krysse vegen rundt Lahelldammen påkjørt. Tilsvarende var andelen påkjørte storsalamander i sør en prosent og nord seks prosent. Trafikk-tettheten er fem til sju ganger høyere på vegen i nord sammenlignet med vegen i sør. På vegen i nord ble de tre døgnene med flest biler observert henholdsvis 12, 13 og 22 biler fra kl. 20:30 til 23:00, et gjennomsnitt på mellom fem og sju biler i timen. For alle dager ble det i gjennomsnitt observert litt under en bil pr observasjonstur, dvs. 0,25 biler/t.

Hovedmengdene av dyr krysser vegen ved de nordøstre og den sørøstlige delene av dammen, dvs. ved stasjon nr. 1 - 10, ved stasjon 39-40 og ved stasjon 32 - 36. Antall påkjørte individer er desidert størst ved stasjon nr. 1 til 10 og 40. Dette området har den største biltettheten og dyrene blir gående delvis på og langs vegen før de krysser. Stasjon nr. 40 er på parkeringsplassen. Området der desidert flest kryssende dyr (stasjon nr. 32 til 35) har færre passerende biler og krysningen skjer på tvers av veien med få dyr gående på veiskuldrene.

### 4.2 Andre amfibiearter ved Lahelldammen

Småsalamander, buttsnutefrosk og nordpadde benytter Lahelldammen som ynglelokalitet i tillegg til storsalamander. Nordpadde er det kun en håndfull observasjoner av hvert år og ingen observasjoner av påkjørte dyr. Småsalamander er fem til sju ganger så tallrik som storsalamander og følger samme vandrings- og påkjørselsmønster som for storsalamander (Dervo og Mjåland upubliserte data). Buttsnutefrosken har imidlertid et litt annet vandringsmønster enn salamanderne. For det første varierer antall observasjoner mye mellom år (Dervo og Mjåland upubliserte data). De fleste kryssing av veien rundt Lahelldammen skjer på de samme stedene som for salamanderne. Tidspunktet for krysning kan imidlertid variere mye og de beveger seg mer enn dobbelt så raskt som salamanderne. Frosken vandrer som regel om natta og aller helst når det regner. Når det regner kan også mange dyr vandre på dagtid. For frosk kan «parringsleken» starte allerede på veg ned til dammen (**Figur 4.1**). Det gjør at de kan bli sittende lengre perioder i veien og i større grad være utsatt for påkjørsler.

Vi har ikke analysert dataene for de andre artene av amfibier ved Lahelldammen. For buttsnutefrosk varierer antall observerte individer mye mellom år. Våre tellinger fanger imidlertid ikke opp vandringene på dagtid og gir derfor ikke et riktig bilde av bestandsstørrelsen i forhold til antall påkjørte individer. Småsalamander er direkte sammenlignbar med storsalamander og vil ha mye av de samme problemene og løsningene i forhold til trafikk.



**Figur 4.1** En hann av buttsnutefrosk har tatt et godt grep rundt en hunn. Dyrene ble liggende over en halv time på veien ved Lahelldammen. Foto: Børre K. Dervo ©

### 4.3 Amfibier og veier

Generelt er det en omfattende nedgang og tap av amfibearter over hele verden (Beebee & Griffiths 2005, Blaustein & Wake 1995, Hof m.fl. 2011, Houlihan m.fl. 2000, Stuart m.fl. 2004). I Norge er det spesielt salamanderne som har en nedgang i antall forekomster (Dervo m.fl. 2016b). En viktig årsak til denne nedgangen i amfibebestandene både Norge og i verden for øvrig er ødeleggelse og fragmentering av leveområdene (Beebee & Griffiths 2005, Cushman 2006, Gibbs 1998), klimaendringer (Blaustein m.fl. 2010, Carey & Alexander 2003, Parmesan & Yohe 2003) og spredning av dyresykdommer (Berger m.fl. 2016, Berger m.fl. 1998, Taugbøl m.fl. 2017).

Veier er en viktig årsak til fragmentering og fører både direkte og indirekte til høy dødelighet hos amfibiene (Andrews m.fl. 2006, Andrews m.fl. 2008, Beebee 2013, Forman m.fl. 2003, Garcia-Gonzalez m.fl. 2012, Gryz & Krauze 2008, Hels & Buchwald 2001, Jochimsen m.fl. 2004, Matos m.fl. 2012). Fragmenteringen fører til isolerte bestander som over tid blir «genetisk fattigere» (reduisert effektiv populasjonsstørrelse) og blir ekstra sårbare for klimaendringer og andre påvirkningsfaktorer (Haugen 2018). Veier kan også føre til redusert habitatkvalitet og endret adferd som reduserer bæreevnen (Andrews m.fl. 2008, Beebee 2013, Jochimsen m.fl. 2004). Selv om fragmentering er en viktig årsak til bestandsendringer hos amfibiene generelt og salamandre spesielt, er det få studier som knytter effektene av trafikk direkte til endringer på populasjonsnivå (Beebee 2013, Cushman 2006).

For salamanderne er den største dødeligheten knyttet til vandringen mellom overvintringsplassen og yngledammen om våren (Hels & Buchwald 2001, Jochimsen m.fl. 2004). I en dansk studie av Hels & Buchwald (2001) ble effekten på trafikk på vårvandringen hos små- og storsalamander, buttsnutefrosk og nordpadde studert. Vandringshastigheten til små- og storsalamander ble målt til henholdsvis 0,5 og 1,0 m pr minutt. Dette er omtrent den dobbelte hastigheten som ble målt i vårt studie (fra 0,4 til 0,6 m/min.) og kan skyldes at målingene er gjort under ulike temperaturer og på ulikt substrat. Buttsnutefrosk ble målt til 2,4 m pr minutt og padde til 0,9 m pr minutt i det danske studiet. Denne studien fant at de viktigste faktorene som påvirket sannsynligheten for å bli påkjørt var hastigheten til bilene, vandringsmønsteret til dyrene og variasjonen i trafikkmønsteret. Ved biltetthet på 50 biler/t fant de en sannsynlighet for å bli påkjørt på rundt

50 % på vegene kulturlandskapet i Danmark (hastighet 50 til 80 km t). Sannsynligheten for påkjørsler økte betydelig hvis veikryssingen var vinklet på fartsretningen til bilene.

Vandringshastigheten til salamanderne i vårt studie er lavere enn i det danske studie på grunn av temperatur. Dette øker sannsynligheten for å bli påkjørt. Samtidig er biltettheten svært lav, vanligvis ikke mer enn 1 til 5 biler i timen. Sannsynligheten for å bli påkjørt er også svært mye lavere i vårt studie. Det som øker sannsynligheten for påkjørsel i vårt studie er passeringene av vegen ved stasjon 1 til 10. Når dyrene krysser vegen på skrå eller går i vegbanen et lengre stykke, øker også dødeligheten selv ved svært lave trafikk tettheter.

Den naturlige dødeligheten for storsalamanderen ved Lahelldammen ligger på mellom 20 og 30 prosent mellom år for voksne kjønnsmodne individer (Dervo upubliserte data). Uten en mer inngående analyse av våre data inkludert en modellering av sannsynligheten for å bli påkjørt, er det vanskelig å konkludere med hvor tålegrensen er for trafikk for amfibiebestandene ved Lahelldammen. Variasjon i vandringsmønster, tidspunktet for vandring, andelen av bestanden som har behov for å krysse veier, biltetthet og hastighet er alle faktorer som vil påvirke sannsynligheten for påkjørsler. Den påviste andelen påkjørsler ved Lahelldammen er lav og ser ikke ut til å påvirke bestandsstørrelsen i nevneverdig grad i dag. Generelt bør trafikk tetthet på mer enn 10 biler pr time på tidspunkter hvor det pågår vandring av salamander, kunne ha bestandsmessige effekter.

#### 4.4 Anbefalinger

For amfibiebestanden ved Lahelldammen er trafikken såpass liten at den trolig ikke har stor bestandsmessig effekt. Trafikken i nordøst kan i perioder være så stor at den kan ha betydning for den delen av bestanden som overvintrer utenfor veien i dette området. De mest kostnadseffektive tiltakene ved denne lokaliteten vil være å eventuelt skilte i den perioden på året hvor flest dyr vandrer. Eventuelt kunne man ha satt opp transportable ledegjerder på en kortere strekning, for å få dyrene i større grad til å krysse vegen mer på tvers av bilenes fartsretning. Både skilting og eventuelle ledegjerder ville være aktuelle kun en uke eller to på våren (**Figur 4.2**). Ved Lahelldammen er det også satt opp fire «salamanderhotell» rundt dammen for å redusere behovet for vandring på trafikkerte veier (Dervo m.fl. 2018). utover dette er det ikke gjennomført tiltak for å redusere problemene med påkjørsler.



**Figur 4.2.** Transportabelt ledegjerde til venstre og trafikkskilt som er satt opp i forbindelse med vårvandringen til amfibier til høyre. Foto: Børre K. Dervo ©

I Schmidt and Zumbach (2008) er det gitt en oversikt over og vurdering av aktuelle tiltak for amfibier for å redusere trafikkdød. I English Nature (2001) er tiltak spesielt for storsalamander beskrevet, men som også er aktuelt for de fleste andre norske amfibiartene. Kulverter/faunapassasjer blir i stor grad brukt av padder og frosker (anura), men i mindre grad av salamanderartene (Schmidt & Zumbach 2008, Smith & Sutherland 2014). Ved riktig konstruksjon og plassering vil kulverter også brukes av salamanderne (Matos m.fl. 2017). Salamanderne krever ofte kortere avstand (< 50 m) mellom kulvertene og riktig oppsatte ledegjerder for at de skal bli tatt i bruk. Faunapassasjer kan også være et tiltak for amfibier. Hvordan disse bør konstrueres og plasseres for amfibier er relativt godt dokumentert (Cunnington m.fl. 2014, Jackson 1996, Lesbarrères m.fl. 2004, Schmidt & Zumbach 2008). Både plassering, størrelse, form, bunnsstrukt, fuktighet (gjærne inkludere «vannveger» i form av «bekkesig»), ledegjerde og avstand mellom to passasjer er viktig. Amfibiene har dårlig evne til bevegelse og plassering er spesielt viktig i kombinasjon med ledegjerder. I viktige trekkruer (innen et funksjonsområde) bør passasjene ligge tett og lages spesifikt for amfibiene. Faunapassasjer for mange arter kan også fungere for amfibiene med litt tilpasning og vil kanskje være viktig for å lage forbindelser mellom våtmarksområder eller ulike amfibielokalteter. Både amfibiikulverter og faunapassasjer er mest aktuelt der trafikk tettheten er stor og trafikkdød har stor bestandsmessig effekt.

I forbindelse med veger er det for amfibiene også mye fokus på yngledammene og vandringsveier til og fra overvintringsområder (Schmidt & Zumbach 2008). For å hindre amfibiens tilbakegang er det behov for å fokusere mer på de indirekte effektene av veier. Trolig bør man fokusere på landskapet rundt en amfibielokaltet og hindre effektene av fragmentering på en større skala (Cushman 2006, Garcia-Gonzalez m.fl. 2012). En måte kan være å gjennomføre «konnektivetsanalyser» for amfibiene hvor bekkedrag og våtmarksområder er viktige spredningskorridorer mellom ynglelokalteter. Genetiske studier vil være et nyttig verktøy for å påvise eventuelle negative effekter av fragmentering (Haug 2018).

Både for å påvise omfanget av problemet med trafikkdød og designe gode løsninger, er det viktig å måle effektene av avbøtende tiltak. For ulike typer tiltak bør effekten måles på bestandsnivå (Cushman 2006). Det betyr kunnskap om både før og etter situasjonen. For amfibiene kan det være relativt stor naturlig variasjon i bestandsstørrelse (Dervo m.fl. 2017). Man bør derfor ha kontrollområder i tillegg. Slik kunnskap vil ofte være overførbart og enkel telling av bruken sammen med kunnskap om bestandsstørrelse og -utvikling kan da være tilstrekkelig for å måle effekten av tiltakene. For amfibiene vil måling av effektiv populasjonsstørrelse i ynglelokalteten over tid kunne være tilstrekkelig som evaluering av tiltak. I Skei m.fl. (2010) og Dervo m.fl. (2017) er det en oversikt over metoder for å overvåke salamander. Mange av metodene er anvendbart for de fleste amfibiartene. Framover vil bruk av eDNA bli viktig for overvåking av amfibier i ynglelokalteten (Taugbøl m.fl. 2017; Taubøl m. fl. under utarbeidelse).

## 5 Referanser

- Arntzen, J. 2003. *Triturus cristatus* Superspesies-Kammolch-Artenkreis. I Grossenbacher, K. & Thiesmeier, B. (red.). Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. 4. Aula Verlag, Wiesbaden. S. 421-514.
- Andrews, K. M., Gibbons, J. W. & Jochimsen, D. M. 2006. Literature synthesis of the effects of roads and vehicles on amphibians and reptiles. - Synthesis.
- Andrews, K. M., Gibbons, J. W., Jochimsen, D. M. & Mitchell, J. 2008. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. - *Herpetological Conservation* 3: 121-143.
- Beebee, T. J. 2013. Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. - *Conservation Biology* 27 (4): 657-668.
- Cunnington, G. M., Garrah, E., Ewen, E. & Fahrig, L. 2014. Culverts alone do not reduce road mortality in anurans. - *Ecoscience* 21 (1): 69-78.
- Cushman, S. A. 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. - *Biological conservation* 128 (2): 231-240.
- Damm, N., Briggs, L., de Vries, W. & Bibelriether, F. 2007. Action Plan for *Triturus cristatus* in the former Vejle County
- Dervo, B.K., Bærum, K.M., Skurdal, J. & Museth, J. 2016a. Effects of Temperature and Precipitation on Breeding Migrations of Amphibian Species in Southeastern Norway. *Scientifica* 2016: 8.
- Dervo, B.K., Pedersen, C. & Bærum, K.M. 2016b. Tap av ynglelokaliteter for storsalamander i Norge. . NINA Rapport 1014. Norsk institutt for naturforskning.
- Dervo, B.K., Bærum, K.M. & Diserud, O.H. 2017. Bruk av overvåkingsdata til beregning av bestandsutvikling hos storsalamander *Triturus cristatus* og småsalamander *Lissotriton vulgaris* i Norge. NINA Rapport 1408. 50 s.
- Dervo, B., 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 South-east Norway. *Diversity* 10(3): 56(Hillman m. fl. 2009).
- Dolmen, D. 1982. Skeletal growth marks and testis lobulation as criteria for age in *Triturus* spp.(Amphibia) in central Norway. *Acta Zoologica* 63(2): 73-80.
- Dolmen, D. 1988. Coexistence and niche segregations in the newts *Triturus vulgaris* (L.) and *T. cristatus* (Laurenti). *Amphibia-Reptilia* 9: 365-374.
- Dolmen, D. 1994. Stor salamander. I Brunvoll, F., Schøning, P., Rübberdt, S., Theodorsen, P., Kjeland, G. & Midtland, S. (red.). *Naturmiljøet i tall 1994*. Universitetsforlaget, Oslo. S. 244.
- English Nature. 2001. Great crested newt mitigation guidelines. - English Nature, Peterborough.
- Fog, K., Schmedes, A. & Rosenørn de Lasson, D. 1997. Nordens padder og krybdyr. Gad, Gads Forlag, København.
- Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T. & Winter, T. C. 2003. Road ecology: science and solutions. - Island Press.
- Garcia-Gonzalez, C., Campo, D., Pola, I. G. & Garcia-Vazquez, E. 2012. Rural road networks as barriers to gene flow for amphibians: species-dependent mitigation by traffic calming. - *Landscape and Urban Planning* 104 (2): 171-180.
- Gryz, J. & Krauze, D. 2008. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland). - *European Journal of Wildlife Research* 54 (4): 709-714.
- Gustafson, D. & Malmgren, J.C. 2002. Inventering och övervakning av större vattensalamander (*Triturus cristatus*). Länsstyrelsen.
- Harrison J, Gittins S, Slater F. The breeding migration of Smooth and Palmate newts (*Triturus vulgaris* and *T. helveticus*) at a pond in mid Wales. *Journal of Zoology*. 1983;199(2):249-58.



- Haugen, H. 2018. Microclimate and topography influence genetic differentiation in northern crested newt (*Triturus cristatus*) in a boreal forest ecosystem. University of South-Eastern Norway. Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences, Bø.
- Hels, T. & Buchwald, E. 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 99(3): 331-340.
- Hillman, S.S., Withers, P.C., Drewes, R.C. & Hillyard, S.D. 2009. *Ecological and environmental physiology of amphibians*, Oxford University Press.
- Jackson, S. D. 1996. Underpass systems for amphibians. Trends in addressing transportation related wildlife mortality from the Transportation related mortality seminar, Tallahassee, Fl. Proceedings.
- Jehle, R. 2000. The terrestrial summer habitat of radio-tracked great crested newts (*Triturus cristatus*) and marbled newts (*T. marmoratus*). *Herpetological Journal* 10(4): 137-142.
- Jehle, R. & Arntzen, J. 2000. Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *Journal of Zoology* 251(3): 297-306.
- Jochimsen, D. M., Peterson, C. R., Andrews, K. M., Gibbons, J. W. & Drawer, E. 2004. A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. - Idaho Fish and Game Department, USDA Forest Service.
- Kupfer, A. 1998. Migration distance of some crested newts (*Triturus cristatus*) within an agricultural landscape. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 5: 238-242.
- Lesbarrères, D., Lodé, T. & Merilä, J. 2004. What type of amphibian tunnel could reduce road kills? - *Oryx* 38 (2): 220-223.
- Malmgren, J.C. 2002. How does a newt find its way from a pond? Migration patterns after breeding and metamorphosis in great crested newts (*Triturus cristatus*) and smooth newts (*T. vulgaris*). *Herpetological Journal* 12(1): 29-35
- Malmgren, J., Gustafson, D., Pettersson, C. J., Gradin, U. & Rygne, H. 2005. Inventering och övervakning av större vattensalamander. Naturvårdsverket, Stockholm (In Swedish).
- Malmgren, J. C. 2007. Åtgärdsprogram för bevarande av större vattensalamander och dess livsmiljöer (*Triturus cristatus*). - Naturvårdsverket. Rapport 5636. 61 s.
- Matos, C., Sillero, N. & Argaña, E. 2012. Spatial analysis of amphibian road mortality levels in northern Portugal country roads. - *Amphibia-Reptilia* 33 (3-4): 469-483.
- Oldham, R., Keeble, J., Swan, M. & Jeffcote, M. 2000. Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal* 10(4): 143-156.
- 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.
- Schmidt, B. & Zumbach, S. 2008. Amphibian road mortality and how to prevent it: a review. - *Urban herpetology. Herpetological Conservation* 3.
- Skei, J. K., Dervo, B. K., van der Kooij, J. & Kraabøl, M. 2010. Evaluering av registreringsmetoder for nasjonal overvåkning av storsalamander *Triturus cristatus* i Norge. - NINA Rapport 589: 76 pp+ vedlegg. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer. 589.
- Smith, R. K. & Sutherland, W. J. 2014. *Amphibian Conservation. Evidence for the effects of interventions*. Exeter, Pelagic Publishing.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L. & Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. - *Science* 306 (5702): 1783-1786.
- Taugbøl, A., B.K., D., Bærum, K.M., Brandsegg, H., Siverts-gård, 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.
- Taugbøl, A., Dervo, B.K., Sivertsgård, R., Brandsegg, H. & Fossøy, F. 2018b. Bruk av miljø-DNA til overvåkning av små-og storsalamander. NINA Rapport 1476. Norsk institutt for naturforskning.





*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: 978-82-426-3376-7

## 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