

2423

NINA Rapport

Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune

Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak

Børre K. Dervo



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune

Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende
tiltak

Børre K. Dervo

Dervo, B.K. 2024. Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune - oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak. NINA Rapport 2423. Norsk institutt for naturforskning

Oslo, februar 2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5232-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Vegar Bakkestuen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Leonard Sandin (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Kongsberg næringsparkutvikling AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Eva Kristin Eri, KTP

FORSIDEBILDE

Arsenaldammen i september 2023, Foto Børre K. Dervo ©

NØKKELOORD

Kongsberg kommune, småsalamander *Lissotriton vulgaris* storsalamander *Triturus cristatus*, forekomst, bestandsstørrelse, arealbruksendringer, økologisk funksjonsområde, genetisk isolasjon og naturbaserte løsninger

KEY WORDS

Kongsberg municipality, common newt *Lissotriton vulgaris*, great crested newt, *Triturus cristatus*, occurrence, population size, land use change, areas for ecological functions, genetic isolation and nature-based solutions

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Dervo, B.K. 2024. Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune - Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak. NINA Rapport 2423. Norsk institutt for naturforskning.

Kongsberg næringsparkutvikling AS søkt i 2007 om utvidelse av næringsarealene på Arsenalet og fikk igangsettingstillatelse i 2018. Kongsberg kommune stilte vilkår om at «tiltaket skulle utføres slik at det ikke påvirker eksisterende salamanderbiotop» på Arsenalet. Salamandernes leveområde (funksjonsområde) skal oppfylle sentrale funksjoner i livssyklus som reproduksjon (paring, yngling), overlevelse, spredning og vandring. Dette omfatter alle arealene som amfibiene bruker i løpet av livssyklus, dvs. dam for yngling, arealer for sommeropphold, overvintringsplasser, vandringskorridorer mellom overvintringsplasser og ynglelokaliteten, og spredningskorridorer til andre ynglelokaliteter.

I forkant av tiltakene på Arsenalet ble størrelsen på leveområdet vurdert til å være 28 963 m². Vinteren 2018-19 ble 10 510 m², og i 2023 ytterligere 2 829 m², gjort om til parkeringsplass og vei. Ved utfyllingen gikk en viktig «fuktig granskog» på 2 772 m² tapt ved etablering av parkeringsplassen i vest. Dette arealet fungerte trolig både som overvintringsplass og landhabitat for næringsøk for bestandene av små- og storsalamander i Arsenaldammen. De viktigste delene av leveområdene til salamanderne, selve yngledammen på 2 421 m² og flomskogsmark på 1 919 m², har ikke direkte blitt berørt av utfyllingene. I tillegg er et areal på 2 974 m² restaurert slik at det skal fungere som et godt landareal for salamanderne på Arsenalet. Det samlede andelen av godt og svært godt leveområde er omtrent den samme som før tiltakene i 2018. Hovedsakelig fordi de mest sentrale delene av leveområdet er bevart og nye områder har fått etablert naturbaserte løsninger.

Kunnskapen om bestanden av små- og storsalamander i forkant av endringene i arealbruken på Arsenalet var svært mangelfull. Kun ett individ av storsalamander var påvist i 2015. I løpet av prosjektperioden på fem år er det gjennomført årlige bestandsestimeringer, bestanden av storsalamander er undersøkt genetisk og kvaliteten til leveområdet er kartlagt. Den samlede bestanden av storsalamander ble estimert til 100 mellom 150 individer og bestanden av småsalamander ble anslått til mellom 1 000 og 1 500 individer. Bestandsstørrelsen av begge artene har trolig vært relativt stabil fra like før tiltakene ble gjennomført på Arsenalet i (2015) og i løpet av prosjektperioden (til 2023). De genetiske undersøkelsene av storsalamander har vist at bestanden har lav genetisk variasjon, sammenlignet med bestander i nabokommunen Notodden. Bestandene av salamander i Arsenaldammen har ikke fått naturlig innvandring fra andre bestander på mange tiår. I 2019 ble det satt ut 27 larver fra nabolokaliteter.

En foreløpig konklusjon er at vilkårene fra igangsettingsvedtaket fra 2018 er oppfylt. Det er imidlertid knyttet en del usikkerhet til en slik konklusjon. Først og fremst ved at tiltakene har vært omfattende, selv om de viktigste arealene for salamanderne i mindre grad er berørt. Generasjonstiden på seks år for storsalamander gjør at det vil ta tid før man ser de langsiktige effektene av tiltakene på Arsenalet. De positive effektene av de avbøtende tiltakene vil man først også se om noen år. Spesielt bør man følge den genetiske statusen på bestanden av storsalamander. Generelt så er salamanderbestander i denne typen lokaliteter svært krevende å undersøke. Samtidig er grytehullsjuer med en bestand av både små- og storsalamander svært sjeldent i Norge. Både landskapstypen og storsalamander er rødlistet. Antall lokaliteter som har denne kombinasjonen kan telles på en hånd i Norge.

Børre Dervo, NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo (borre.dervo@nina.no).

Abstract

Dervo, B.K. 2024. The newt pond at the Arsenalet in Kongsberg municipality - Summary of completed investigations and mitigation measures. NINA Report 2423. Norwegian Institute for Nature Research.

Kongsberg næringsparkutvikling AS applied in 2007 for the expansion of the commercial areas at the Arsenalet and received a start-up permit in 2018. Kongsberg municipality set conditions that the measure should be carried out so that it did not affect the existing newt biotope at the Arsenalet. The newts' living area (ecological functions area) must fulfill key functions in the life cycle such as reproduction (mating, breeding), survival, dispersal and migration. This includes all the areas that the amphibian uses during their life cycle, i.e. ponds for breeding, areas for summer residence, hibernating sites, migration corridors between hibernating sites and the breeding site, and dispersal corridors to other breeding sites.

In advance of the measures at Arsenalet, the size of the living area was assessed to be 28,963 m². In the winter of 2018-19, 10,510 m², and in 2023 a further 2,829 m², were converted into a car park and road. During the filling, an important moist spruce forest of 2,772 m² was lost when the car park was established. This area probably functioned both as a wintering place and land habitat for foraging for the populations of small and large salamanders in Arsenaldammen. The most important parts of the salamanders' habitats, the breeding pond itself of 2,421 m² and floodplain forest land of 1,919 m², have not been directly affected by the fillings. In addition, an area of 2,974 m² has been restored so that it will function as a good land area for the newts at the Arsenalet. The overall proportion of good and very good habitat is roughly the same as before the measures in 2018. Mainly because the most central parts of the habitat have been preserved and new areas have had new nature-based solutions established. In 2019, 27 newt larvae were released into the Arsenaldammen that had been caught in nearby ponds.

Knowledge of the population of smooth newt (*Lissotriton vulgaris*) and great crested newt (*Triturus cristatus*) prior to the changes in land use at the Arsenal was very deficient. Only one individual of the great crested newt was detected in 2015. During the project period of five years, annual population estimates have been conducted, the population of great crested newt has been examined genetically and the quality of the habitat has been mapped. The total population of large salamanders was estimated at 100 to 150 individuals and the population of smooth newt was estimated at between 1,000 and 1,500 individuals. The population size of both species has probably been relatively stable from just before the measures were implemented at the Arsenalet (2015) and during the project period (to 2023). The genetic investigations of great crested newt have shown that the population has low genetic variation, compared to populations in the neighboring municipality of Notodden. The populations of newts in Arsenaldammen have not received immigration from other populations for many decades.

A preliminary conclusion is that the conditions from the initiation decision from 2018 have been met. However, there is some uncertainty associated with such a conclusion. Primarily because the measures have been extensive, even if the most important areas for newts have been affected to a limited extent. The generation time of six years for the great crested newt means that it will take time before you see the long-term effects of the measures at Arsenalet. The positive effects of the mitigating measures will also only be seen in a few years. In particular, the genetic status of the population of large salamanders should be monitored. In general, newt populations in this type of locality are very demanding to investigate. At the same time, kettle lakes with a population of both smooth newt and great crested newt are very rare in Norway. Both the kettle and the great crested newt are red listed (NT). The number of localities that have this combination can be counted on one hand in Norway.

Børre Dervo, NINA, Sognsveien 68, N-0855 Oslo (borre.dervo@nina.no)

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Offentlige vedtak.....	7
1.2 Bestilte oppdrag.....	7
1.3 Vurdering av oppdraget og bruk av en erfaringsbasert forvaltningsmodell.....	9
1.4 Rapportering.....	10
1.4.1 Rapporter.....	10
1.4.2 Notater.....	10
2 Tiltakene på Arsenalet	11
2.1 Utfyllingen i 2019.....	11
2.2 Overvannsledningen.....	14
2.3 Snødeponiet i 2023.....	14
2.4 Nybygget i 2023 og parkeringen i øst.....	16
2.5 Avbøtende tiltak og arealbruksendringer.....	17
3 Salamanderne på Arsenalet	18
3.1 Naturtyper.....	18
3.2 Salamanderne på Arsenalet.....	21
3.2.1 Yngledammen.....	22
3.2.2 Sommerhabitatet.....	22
3.2.3 Overvintringsområder.....	22
3.2.4 Vandringskorridorer.....	22
4 Metoder og resultater av kartlegging og overvåking	23
4.1 Vannprøver.....	23
4.2 Salamanderfangst.....	25
4.3 Genetikk.....	27
5 Avbøtende tiltak	30
5.1 Salamanderhotell.....	30
5.2 Vanntilførsel.....	31
5.3 Landhabitatet.....	32
6 Diskusjon	35
6.1 Status for storsalamanderbestanden.....	35
6.2 Effekter av arealbruksendringene på salamanderbestanden.....	37
6.3 Bruk av erfaringsbasert forvaltningsbasert modell.....	39
7 Referanser	41
8 Vedlegg	44

Forord

Dette prosjektet er utført på oppdrag av Kongsberg næringsparkutvikling AS og er evaluering om vilkårene i igangsettingstillatelsene for utfyllingene på Arsenalet som ble gitt 26.05.2018 er oppfylt. Rapporten beskriver (1 NINA-Rapport, 3 NINA-Prosjektnotater og 3 interne notater) gjennomførte undersøkelser og ulike avbøtende tiltak før og etter anleggsfasen for å ta vare på salamanderbestandene i og rundt dammen. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra alle tidligere rapporter og notater. Undersøkelser som er gjennomført er habitatkartlegging, fangst av salamander og genetiske undersøkelser. Børre K. Dervo har vært prosjektleder og har hatt ansvaret for salamanderundersøkelsene og vært rådgiver for habitattiltakene. Irene Elgtvedt i 2019 har stått for innsamling av genetikkprøver. Hanne Haugen og Hege Brandsegg har stått for analysene av genetikkprøvene. Hanne Haugen og Finn Gregersen gjennomførte fangst og utsetting av storsalamanderlarver i 2019. Alle takkes for innsatsen. Eva Kristin Eri og Håvard Sandbu har bidratt med bilder. Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Eva Kristin Eri, KTP.

Oslo, februar 2024

Børre K. Dervo
Prosjektleder

1 Innledning

1.1 Offentlige vedtak

Konsekvensutredning for omregulering av arealene ved Arsenalet i Bergmannsveien i Kongsberg kommune ble gjennomført i 2007. Reguleringsplanen ble vedtatt 10.05.2007. Med bakgrunn i dette vedtaket søkte Kongsberg Næringsparkutvikling AS 25.06.2018 Kongsberg kommune om tillatelse til oppfylling, grovplanering og videreføring av eksisterende overvannsledning på Arsenalet. Kongsberg kommune fattet 05.10.2018 følgende vedtak:

«Vi godkjenner søknad om igangsetting (IG) for oppfylling, grovplanering og videreføring av eksisterende overvannsledning etter plan- og bygningsloven (pbl) § 21-4. Vilkår for tillatelsen:

1. Tiltaket skal bli utført slik at det ikke påvirker eksisterende salamanderbiotop.
2. Du skal gi oppfyllingen, som ligger i areal regulert til parkbelte, en parkmessig opparbeidelse. Det står mer i saksutredningen.
3. Du skal utføre tiltaket i henhold til den geotekniske rapporten datert 02.01.2018.
4. Det må være gitt ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse før tiltaket kan tas i bruk, jf. pbl. § 21-10. Ansvarlig søker skal sende søknad om ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse og oppdatert gjennomføringsplan til kommunen.»

Naturvernforbundet i Kongsberg framsatte 12.10.2018 en klage over kommunens vedtak datert 05.10.2018, med bakgrunn i at dammen på Arsenalet var en salamanderbiotop. Naturvernforbundet mente at det var begått følgende brudd på Naturmangfoldloven:

- Alternative arealløsninger, eksempelvis bruk av alternative arealer innenfor regulert industriområde ser ikke ut til å være drøftet.
- Vi ser ikke at det foreligger faglige rapporter som kan gi rammer for avbøtende tiltak dersom det skal fylles opp i bekkedalen.
- Konsekvenser for salamanderne av parkmessig behandling av regulert parkbelte er ikke foretatt.

Klagen fra Naturvernforbundet ble oversendt til Fylkesmannen i Buskerud, som gjorde følgende vedtak 21.12.2018:

«Klagen tas ikke til følge. Fylkesmannen stadfester Kongsberg kommunes vedtak av 5. oktober 2018.»

«Fylkesmannen forutsetter at det iverksettes avbøtende tiltak som angitt i kommunens saksutredning til klagebehandling, og tiltakshavers eget forslag fremsatt i e-post til Fylkesmannen 5. desember 2018. Fylkesmannen forutsetter at nødvendige tiltak gjennomføres i dialog med Kongsberg kommune»

1.2 Bestilte oppdrag

NINA utarbeidet i november 2018, i etterkant av Naturvernforbundets klage, et notat som vurderte eksisterende kunnskapsgrunnlag for salamanderne i dammen ved Arsenalet, og vurderte aktuelle tiltak for å ivareta salamanderne (Dervo 2018). Dette notatet ble lagt til grunn for Fylkesmannens klagesaksbehandling og vedtak.

Med bakgrunn i notatet utarbeidet av NINA (Dervo 2018), ble det i perioden november 2018 til januar 2019 gjennomført en prosess med å endre utfyllingsplanene. Alternativ to i nevnte notatet ble lagt til grunn for utfyllingen og med tilpasning av fyllingsfront og aktuelle avbøtende tiltak.

På møte 23. november 2018 ble følgende bestemt av oppdragsgiver som en del av planen for oppfylling av om-rådet på Arsenalet (Møtereferat KTP 26.november 2018):

- «Alternativ 2 i NINA-prosjektnotat 107 (Dervo 2018) skulle legges til grunn i videre planlegging.
- Ved prosjektoppstart skulle det gjennomføres en befaring med fastsetting av grense for fyllingsfront. Fyllingsfoten skulle være den nye ytterste grensen for utfylling mot dammen.
- På befaringen skulle linjen for utsetting av stein merkes opp tydelig definere ytterste fyllingsfot ved oppstart av maskinarbeider.
- Det ble foreslått å etablere fire salamanderhotell, hvor plassering rundt dammen skulle vurderes nærmere.
- Fyllingen skulle arronderes med jord.
- Vannspeil i dammen skulle forsøkes å holdes på ett nivå som ikke varierte med mer enn 10 cm i perioden 1. mai - 1.juli med vann fra brønner som er i området. Dette forutsetter at vannet ikke har blitt borte grunnet utbyggingen av E-134. Overvann fra tak skal føres til dammen.
- Vannet fra overvannsledningen skal forsøkes å spres ut i flere kanaler for å skape et «vått miljø». Kongsberg Næringsparkutvikling skal gjøre så mye de kan med de rammene de har for å unngå variasjon over 10 cm i gitt periode.
- Røtter som ble gravd opp i det området hvor utfyllingen gjennomføres, skulle lagres og vurderes brukt til habitatforbedrende tiltak på «butikktomta».
- Det skulle gjennomføres årlig undersøkelser i det tidsrommet NINA mener var mest gunstig for å kartlegge bestanden av salamander og vannkvalitet.
- Om 5 år skulle det gjennomføres en kontroll av effekten av tiltakene:
 - Det skulle settes opp konkrete måleparametere.
 - Det skulle gjennomføres kartlegging med ca. 30 ruser våren 2019 med inn-samling av DNA for gentesting av fangede dyr med utarbeidelse av rapport.
 - Det skulle gjennomføres en årlig kartlegging i 5 år for å holde følge med utviklingen (rusefangst).
- Ved gjennomføring av utfylling blir det i:
 - fase 1: fylt ut for anleggsvei for overvannsledning (kartskisse ble sendt ut på mail hvor veg og graving var tegnet inn for hånd).
 - fase 2: gjennomført en befaring med fastsetting av grense for fyllingsfront.
 - fase 3: gjennomført en ny befaring i forkant av oppstart av murerarbeid og hvor resterende område gjennomgås med NINA for detaljert planlegging for å ta hensyn til salamanderne».

Høsten 2022 ble det gjort et vedtak om etablering av et nytt bygg i randsonen til Arsenaldammen. Det nordre hjørnet på tomta til nybygget ville berøre parkeringen som var etablert på arealet som var fylt opp. Her var det forventet at det lå salamandre i dvale. NINA ble bedt om å lage et notat som beskrev hensyn utbygger måtte ta ved etableringen av det nye bygget. Følgende hensyn ble anbefalt av NINA (Dervo 2023c):

1. «Det må ikke være graving i steinmassene under parkeringsplassen før 15. mai 2023 eller etter 15. august 2023. Tilsvarende bør det ikke graves i steinmassene til hotellet når salamanderne ligger i dvale.
2. Det må settes opp et sperregjerde mellom steinmassene i fyllingsfronten og byggetomta innen 15. mars 2023. Dette sperregjerde bør stå oppe til ca. 20. mai. NINA har tilgang på sperregjerder som kan lånes ut.
3. I perioden 15 mars til 20. mai bør det ikke være aktiviteter om natta (kl 20 til kl 03) på asfalten nær fyllingsfronten eller på arealene mellom skogen i øst og byggetomta.
4. Tiltak må iverksettes for å hindre at avfall og annen forurensning kommer ned i dammen eller i dammens umiddelbare nærhet.
5. Det vil ikke være behov for avbøtende tiltak for arealene som blir berørt av utbyggingen.

6. *Overflatevann fra byggets takflate kan tilføres dammen. Eventuelt overflatevann fra arealene rundt bygget bør filtreres før det havner ut i dammen, f.eks. gjennom sanda i området rundt dammen.»*

I forbindelse med oppstart av gravearbeidene ved nybygget i februar 2023 ble snøen som lå på utbyggingstomta flyttet til butikktomta. Dette skjedde omtrent samtidig som notatet «Råd om hensyn i forbindelse med nybygget som etableres i funksjonsområdet til salamanderne på Arsenalet» ble ferdigstilt (Dervo 2023b). NINA mottok en ekstern bekymringsmelding om etableringen av snødeponiet 30. januar, samtidig med at Naturvernforbundet tok kontakt om det samme. Den 20 januar 2023 ble det gjennomført en befaring med oppdragsgiver og entreprenør for nybygget. Skadereduserende tiltak ble iverksatt umiddelbart etter befaringen og fulgt opp utover våren 2023. Oppdragsgiver bestilte notatet «*Snødeponiet ved Arsenaldammen - oppsummering etter to befaringer*» som en oppsummering av hendelsen, gjennomførte avbøtende tiltak og som en foreløpig vurdering av betydning for amfibiene av deponiet (Dervo 2023c).

Det siste notatet som ble bestilt av oppdragsgiver var «*Salamandernes funksjonsområde på Arsenalet - forslag på restaurering av butikktomta med tilhørende vei*» (Dervo 2023d). Dette delprosjektet kom som et resultat av avbøtende tiltak som skulle gjennomføres i etterkant av den uønskede deponeringen av snøen på butikktomta, og behovet for tilrettelegging av nye midlertidige parkeringer ifm. det nye bygget. Dette tiltaket var også et resultat av et ønske om ytterligere å optimalisere landarealene for amfibiene ved Arsenaldammen.

1.3 Vurdering av oppdraget og bruk av en erfaringsbasert forvaltningsmodell

Det opprinnelige oppdraget besto i å foreslå avbøtende tiltak for amfibiene i forbindelse med utfyllingene ved salamanderdammen på Arsenalet. Utbygger skulle gjennomføre arbeidet med utfyllingen slik at «*det ikke påvirker eksisterende salamanderbiotop*» jf. Kongsberg kommunes vedtak av 05.10.2018. Med dette forstår NINA at kjerneområdet til salamanderne skulle bevares, og at eventuelle negative effekter i det øvrige funksjonsområdet (leveområdet) til salamanderne måtte rettes opp ved å gjennomføre avbøtende tiltak. Med funksjonsområdet menes her områder som oppfyller sentrale funksjoner i artens livssyklus knyttet til næringsøk, reproduksjon (parring, yngling), overlevelse, spredning og vandring. Dette omfatter alle arealene som amfibiene bruker i løpet av livssyklus, dvs. dammer for yngling, arealer for sommeropphold, overvintringsplasser, vandringskorridorer mellom overvintringsplasser og ynglelokaliteten, og spredningskorridorer til andre ynglelokaliteter i nærheten

NINA fikk i oppgave fra oppdragsgiver å følge utfyllingsprosessen, gi råd som reduserte negative effekter på salamanderbestanden, foreslå eventuelle avbøtende tiltak, gjennomføre årlig overvåking og evaluere effektene av tiltakene etter fem år (2023). I løpet av prosjektperioden har i tillegg til den opprinnelige planen for utfylling, både nye planlagte (nybygg og ny parkering) og utilsiktede tiltak (snødeponiet) blitt gjennomført i det som var det opprinnelige funksjonsområdet til salamanderne i Arsenaldammen. Dette er tiltak som trolig har påvirket «*salamanderbiotopen*» negativt, og innvirket på om vilkårene i reguleringsbestemmelsene blir oppfylt. Disse nye tiltakene har medført behov for å gjennomføre ytterligere avbøtende tiltak. Overvåkingen og gjennomføring av avbøtende tiltak i dette prosjektet har tatt utgangspunkt i den erfaringsbaserte forvaltningsmodellen beskrevet i **figur 1**. Konklusjonene i dette prosjektet må sees i lys av både de opprinnelige planene for utfylling og etablering av det nye bygget.



Figur 1. En seks trinns erfaringsbasert forvaltning gå ut på å teste et løsningsforslag (avbøtende tiltak) gjennom utprøving, overvåking og justering med bakgrunn i erfaring

1.4 Rapportering

Tilbakemeldingene til oppdragsgiver i prosjektperioden har bestått i en NINA-Rapport (Dervo m.fl. 2020), NINA-Prosjektnotat (Dervo 2018, 2021 & 2023a) og interne notater (Dervo 2023b, 2023c og 2023d). NINA prosjektnotat er en enkel rapportering til oppdragsgiver, og som kun registreres i NINAs arkiver. De interne notatene er kun tenkt som anbefalinger og arbeidsbeskrivelser for konkrete problemstillinger til oppdragsgiver. Sluttrapporten for Arsenalprosjektet fanger opp alle resultater og anbefalingene i løpet av prosjektperioden som er omtalt i rapport og notater, og konkluderer om målene i reguleringsbestemmelsene er oppnådd.

1.4.1 Rapporter

Følgende NINA-rapport er laget i prosjektperioden 2019 til 2023:

Dervo, B.K., Haugen, H., & Brandsegg, H. 2020. Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune. Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak. NINA Rapport 1823. Norsk institutt for naturforskning.

1.4.2 Notater

Følgende NINA-prosjektnotater er laget i prosjektperioden 2019 til 2023:

Dervo, B.K. 2018. Salamanderdammen på Arsenalet. Hvordan sikre salamanderbestanden. NINA prosjektnotat 107. Norsk institutt for naturforskning.

Dervo, B.K. 2021. Arsenaldammen. Status for salamanderprosjektet 2021. NINA prosjektnotat 316.

Dervo, B.K. 2023a. Arsenaldammen. Statusrapport 2022. NINA Prosjektnotat 432. Norsk institutt for naturforskning.

Følgende interne arbeidsnotater er laget i prosjektperioden 2019 til 2023:

Dervo, B.K. 2023b. Råd om hensyn i forbindelse med nybygget som etableres i funksjonsområdet til salamanderne på Arsenalet. Internt notat.

Dervo, B.K. 2023c. Snødeponiet ved Arsenaldammen - oppsummering etter to befaringer. Internt notat.

Dervo, B.K. 2023d. Salamandernes funksjonsområde på Arsenalet - forslag på restaurering av buktomt med tilhørende vei. Internt notat.

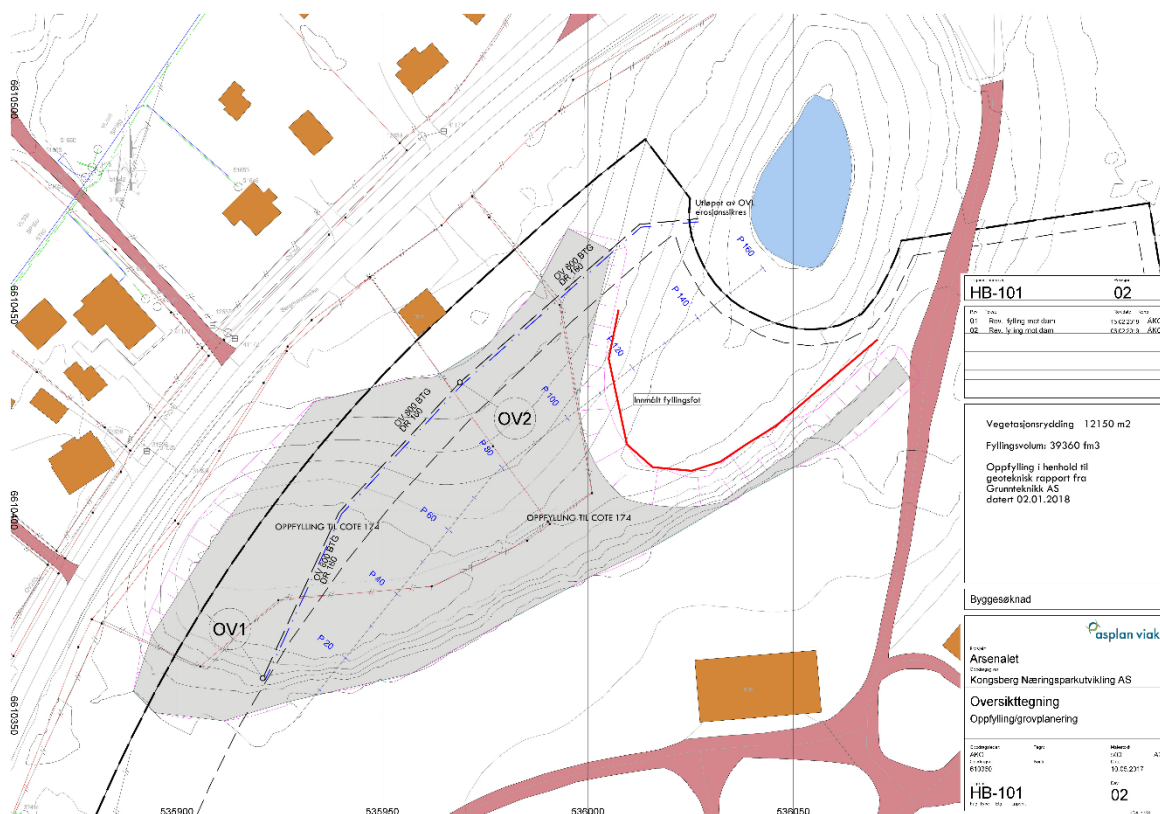
2 Tiltakene på Arsenalet

2.1 Utfyllingen i 2019

Kongsberg Næringsparkutvikling AS fikk den 25.06.2018 godkjent søknaden om igangsetting (IG) for oppfylling, grovplanering og videreføring av eksisterende overvannsledning av Kongsberg kommune. **Figur 2** viser fyllingsfronten for det opprinnelig omsøkte planforslaget (stiplet linje), og det som ble resultatet av utfyllingen etter revideringen av planforslaget (utfyllt areal skravert grått og rød linje for fyllingsfront). I den reviderte utfyllingsplanen ble et areal på rundt 1 500 m² av dammen og flommarkskogen tatt ut og spart for igjenfylling.

Anleggsarbeidene ved Arsenaldammen ble startet opp i januar 2019. I begynnelsen av februar 2019 var det meste av utfyllingsarbeidet ferdigstilt, sammen med salamanderhotellet i fyllingsfronten (beskrives på side 30). De resterende tiltakene med salamanderhotellene ved butikk-tomta, påfylling av masser på anleggsveien, og arrondering av skråningen mot dammen i sør ble ferdigstilt i august 2019. **Figur 3** viser flyfoto over Arsenaldammen 5. juni 2022, litt over to år etter at utfyllingsarbeidet var ferdigstilt.

I forbindelse med utfyllingen 2019 ble det tilført eller flyttet på masser på 10 500 m² av arealet sør-vest for Arsenaldammen (**figur 3**, se figur 13 side 18). Av dette arealet utgjorde avskoging og utfylling av «fuktig granskog» og tørr bærlyngskog, henholdsvis 2 000 m² og 1 600 m². Resten av arealet var seminaturlig mark (tidligere småbruk på nesten 4 000 m²) og arealer som tidligere var bearbeidet (sterkt endret mark på i underkant av 2 900 m²). **Figur 4, 5 og 6** viser ulike stadier for det utfylte området i 2019.



Figur 2. Planlagt utfyllingsområde på Arsenalet, Kongsberg kommune, skravert grått. Opprinnelige fyllingsfront svart stiplet linje. Overvannsledning i blå stiplet linje. Grense for ny fyllingsfront i 2019 tegnet med rødt. Kilde: asplan viak



Figur 3. Flyfoto som viser planområdet med utfylt areal 5. juni 2022 på Arsenalet, Kongsberg kommune. Kilde: Norge i bilder, Kartverket.



Figur 4. Utfyllingstomta 22. februar 2019. Foto: Eva Kristin Eri, KTP ©.



Figur 5. Fyllingsfronten på Arsenalet 2. april 2019, omtrent i perioden hvor aktiviteten nær tjernet ble redusert. Foto: Eva Kristin Eri, KTP ©.



Figur 6. Fyllingsfronten ved dammen på Arsenalet 31. mai 2019. Utløpet til overvannsledningen til høyre midt i bildet. Foto: Eva Kristin Eri, KTP ©

2.2 Overvannsledningen

De viktigste vannkildene til Arsenaldammen før utfyllingen i 2019 var overflatevann fra bygningsmassene på Arsenalet og bekken fra vest, i tillegg til et svært lite nedbørfelt rundt selve tjernet. Byggingen av E134 i 2016-18 førte til at bekken mistet det meste av sitt vann, og utgjør ikke lenger en viktig vanntilførsel til Arsenaldammen. En del av tiltakene i 2019 var flytting av utløpet for overvannet til dagens utløp litt over kote 168 vest for tjernet (blå stiplede linje i **figur 2**, **figur 6** og **figur 7**). Utløpet nedenfor overvannsledningen har blitt steinlagt for å hindre erosjon. Utløpet ble forsøkt laget med sideløp på hver side av hovedløpet. Disse løpene skulle ha en mye mindre dimensjon enn hovedløpet, men var tenkt å føre ut vannet fra overvannsledningen i et større areal på vestsiden av tjernet. Formålet var å gjenskape litt av den fuktige skogen som var i dalen som ble blitt fylt igjen. Ved stor vannføring skulle hovedløpet sikre et tilstrekkelig avløp. Ved lav vanntilførsel skulle det meste av vannet gå i sideløpene. Dette tiltaket var ikke vellykket og ble ikke gjennomført da utløpet kom for lavt ned mot tjernet. Når tjernet er fylt opp går vannet helt opp til utløpet til overvannsledningen.



Figur 7. Utløpet av overvannsledningen vest for tjernet på Arsenalet 27. august 2019. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

2.3 Snødeponiet i 2023

Vinteren 2022-23 ble det deponert snømasser på butikktomta som inneholdt sand på deler av det restaurerte arealet ved butikktomta (**figur 8** og **figur 10** side 16). Snøen i snødeponiet kommer fra ryddingen av den nye byggetomten sør for Arsenaldammen, og inneholdt derfor noe sand og søppel fra dette arealet. Ved butikktomta var det bygd tre salamanderhotell. Både veien ut til butikktomta og «taket» på det store hotellet ble restaurert som sommerhabitat for salamanderne i 2019 (se side 30). Deponeringen av snø førte til at inngangen til det store hotellet ble delvis dekket av snø. Også inngangen til de små hotellene ble delvis dekket, selv om naturlig snødekke var hovedårsaken til at disse var tildekket. Snødeponiet dekket et areal på rundt 500 m² og var i over av 3 meter på det høyeste.

Etter en befaring 20. februar ble det gjennomført tiltak for å redusere de negative effektene av snødeponiet. Det ble organisert regelmessig rydding av søppel i hele perioden snøen i deponiet smeltet. I god tid til salamandervandringene normalt skulle startet, ble det fjernet snø over

inngangen til hotellene (**figur 9**). Det ble jevnlig fjernet sand fra toppen av deponiet for å blottlegge snø for å få til en raskere snøsmelting. Dette arbeidet ble stoppet i siste halvdel av april og første uke i mai, den viktigste perioden hvor salamanderne vandrer fra overvintringsplassen og ned til yngledammen.



Figur 8. Snødeponiet på butikktomta mandag 20. februar 2023. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 9. Inngangen til ett av de små salamanderhotellene som ligger i kanten av butikktomta hvor snødeponiet ble plassert. Bildet er tatt av utbygger 19 april 2023 og viser at vandringsveien er fri. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

Det er i ettertid valgt ikke å fjerne sanda som fulgte med snøen som ble plassert på butikktomta, men heller å gjennomføre en omfattende restaurering av både butikktomta og veien inn til butikktomta (Se side 32). **Figur 10** viser området på butikktomta hvor det ble liggende mest sand. På deler av dette partiet grodde det ikke til med vegetasjon i løpet sommeren. På veien inn til butikktomta grodde normalt til med vegetasjon. **Figur 10** (nederst) viser ett av de to små hotellene før og etter deponeringen av snø. Her førte sand til at deler av steinrøysa ble tildekket. Denne skulle fungere som inngang til hotellet, sammen med dreneringsrør.



Figur 10. Øverst til venstre: butikktomta og veien i oktober 2023 fotografert mot sør. Øverst til høyre: veien inn til butikktomta i oktober 2023. Nederst til venstre: inngangen til salamanderhotellet ved butikktomta i 2019. Nederst til høyre: inngangen til det samme salamanderhotellet i september hvor deler av inngangen har blitt overdekt med sand. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

2.4 Nybygget i 2023 og parkeringen i øst

Ved årsskiftet 2022-23 startet arbeidet med et nytt bygg sør for Arsenaldammen. Oppstarten av dette byggearbeidet førte til etableringen av snødeponiet beskrevet i forrige delkapittel. Nybygget ble plassert på arealer utenfor selve kjerneområdet til salamanderne (figur 13). Dette var arealer som i utgangspunktet var svært lite egnet for salamanderne. Det vestre hjørnet av tomten til nybygget berørte parkeringen, dvs. toppen av det som er salamanderhotellet i fyllingsfronten mot dammen. Under gravearbeidene til nybygget ble det iverksatt tiltak og overvåking for at området der salamanderne lå i dvale, ikke skulle bli forstyrret (se anbefalingene side 7). Gravearbeidene førte bl.a. til at jordvullen mot Arsenaldammen, som fungere som et vandringshinder, ble åpnet i området mot parkeringen i det vestre hjørnet. I tillegg til selve gravearbeidet på tomten til nybygget, ble det i november 2023 etablert en midlertidig parkering i området øst for Arsenaldammen (figur 11). Dette førte til at noe av bærlyngskogen i dette området gikk tapt (figur 12, venstre bilde). Overflatevannet fra det nye bygget blir ledet igjennom et fordrøyningsbasseng som er plassert sør-øst for Arsenaldammen. Vannet fra dette bassenget går igjennom et «sandfilter» før det kommer ut i dammen. Figur 12 (høyre bilde) viser overløpsørene til bassenget



Figur 11. Dronefoto over Arsenaldammen med nybygget og etablering av midlertidig parkering i øst den 24. november 2023. Foto: Eva Kristin Eri, KTP ©.



Figur 12. Bærlyngskogen og hogstflaten i øst som ble erstattet av midlertidig parkering (bilde til venstre). Overløpsrørene til fordrøyningsbassenget sør-Øst for Arsenaldammen (bilde til høyre) Rørene vil bli tilpasset slik at salamanderne ikke kan kripe inn i fordrøyningsbassenget. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

2.5 Avbøtende tiltak og arealbruksendringer

For å kompensere for negative effekter av tiltakene som er gjennomført i perioden 2019 til 2023, er det gjennomført en rekke avbøtende tiltak. Disse er i sin helhet beskrevet i kapittel 5 side 30. Arealbruksendringene, dvs. endringene for arealdekingen til naturtypene i funksjonsområdet til salamanderne i Arsenaldammen, er beskrevet i kapittel 3.

3 Salamanderne på Arsenalet

3.1 Naturtyper

Natur i Norge (NiN) versjon 2.3 ble brukt for å kartlegge de «grønne» arealene i funksjonsområdet til salamanderne i Arsenaldammen (Artsdatabanken 2023). Det som er kalt det «grønne arealet» er det som før utfyllingen i 2019 var igjen som dam, skog og engarealer på Arsenalet, og som kunne tenkes å utgjøre et leveområde (funksjonsområde) for salamanderne (totalt 28 963 m²). Det var også et lite skogsområde i sør-øst, som også kunne vært tatt med i oversikten over potensielt leveområde. I oversikten som gis i **figur 13** og **14**, er dette arealet ikke med.

NiN-kartet er utgangspunktet for arealstatistikken som viser endringene i arealbruken fra før utbyggingen og til status ved utgangen av 2023 (**figur 13** og **14**). Siden NiN-kartleggingen først ble gjennomført etter utfyllingen av skogsområdet i sør-vest i 2019, ble flyfoto tilgjengelig på Norge i bilder¹ brukt for å bestemme typer for arealer som er nedbygd. Kartleggingen er gjennomført i målestokk 1: 20 000 og etter kartleggingsregler beskrevet i hovedveilederen for NiN (Bryn m.fl. 2020). Arealavgrensningene har tatt utgangspunkt i det arealet som var avgrenset av gjerdet mot vei i vest, nord og øst (Eiendomsgrensen til G.nr.110/Br.nr.70 i Bergmannsveien). I sør ble grensen satt mot det som var opparbeidet som vei, parkering og gårdsplass med bygninger. Arealene i sør er i NiN definert som sterkt endrede arealer. Q-GIS versjon 3.16 tilrettelagt for NiN-kartlegging versjon 2.3 på felt-PC ble brukt som kartverktøy ved feltkartleggingen



Figur 13. Kartlagte arealer i 2023 med koder for typer i NiN 2.3 med flyfoto fra 2022 (Norge i bilder, Kartverket) som bakgrunnsbilde. Samlet areal er beregnet til 28 963 m². NiN-kartleggingsenheter med koder er også nærmere beskrevet i **figur 15**

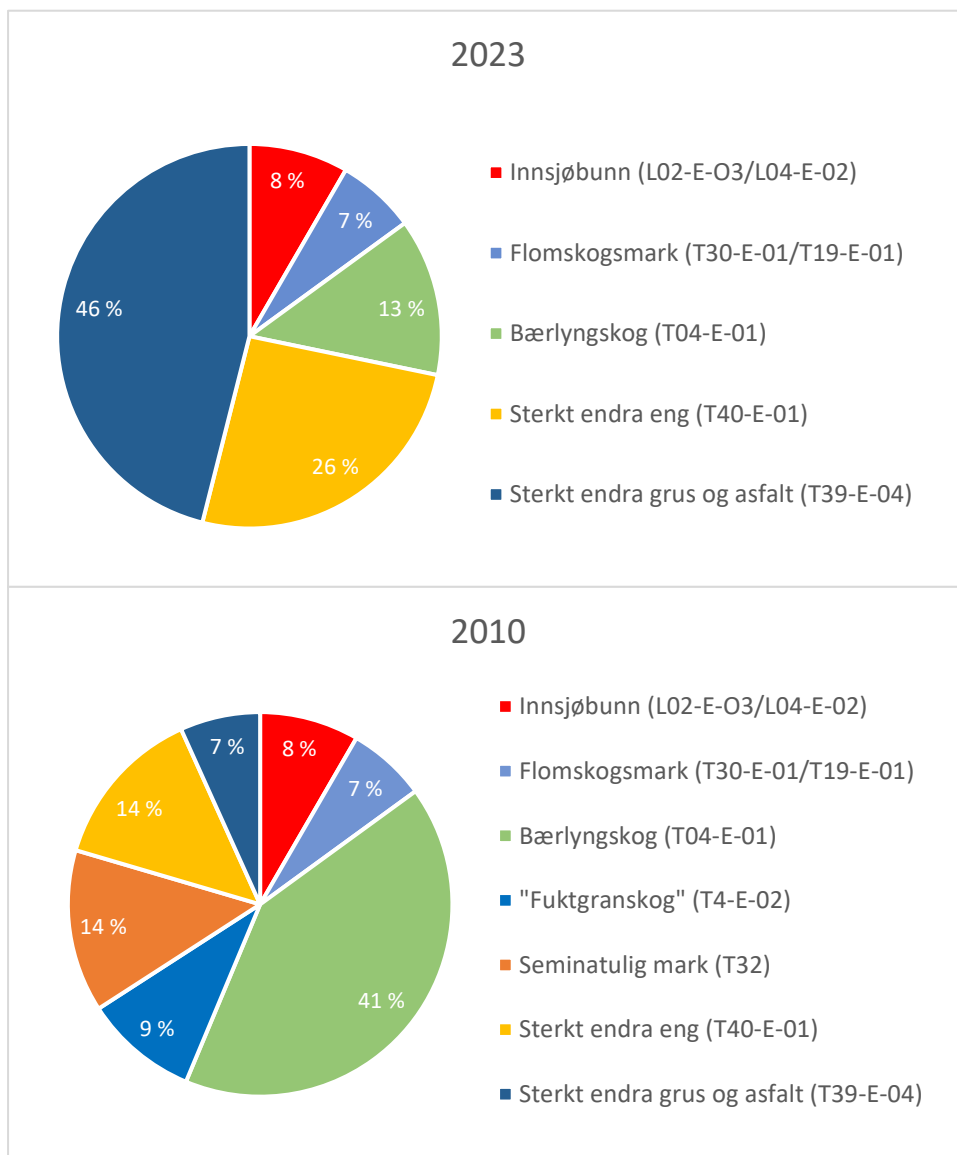
¹ <https://norgeibilder.no/>

Figur 14 viser eksempler på fire av naturtypene som ble kartlagt på Arsenalet i 2023. Selve dammen (**forsidebilde**) utgjør et areal på rundt 2 400 m², dvs. 8 % av det totale arealet av det opprinnelige «grønne» arealet (**figur 15**). Her er medianvannstanden som Kartverket har definert på sitt N5 kart valgt som grensen mellom land og vann. For lange perioder er vannstanden i Arsenaldammen lavere og deler av innsjøbunnene bærer preg av å være åpen flomfastmark. Under kartleggingen i 2023 var imidlertid Arsenaldammen fylt opp til medianvannstanden hele sommeren. Innsjøbunnen besto av to ulike kartleggingsenheter, hvor kalkrik fin sedimentbunn (L02-E-03) utgjorde 80 % og moderat kalkrik undervannseng i innsjø (L04-E-02) 20 %. I selve tjernet er det også periodevis mye av flytebladsplanten tjernaks, men denne vegetasjonstypen regnes ikke som egen grunntype i limnisk NiN. Flomskogsmarka var også sammensatt av to kartleggingsenheter; 40 % åpen flomfastmark (T18-E-01) og 60 % flomskogsmark (T30-E-01). Vannstanden i Arsenaldammen varierer svært mye mellom år (se **figur 22**). Det gjør det vanskelig klart å avgrense den åpne flomfastmarka. Det er derfor valgt å lage en sammensatt type av disse to kartleggingsenhetene. Det meste av skogen på Arsenalet besto av blåbær og bærlyngskoger (T04-E-01) med hovedsakelig furu. Samlet utgjorde dette arealet 13 % av det totale arealet 2023. Den var relativt stor forskjell i fuktighet (LKM uttørkingsfare – UF) i marka fra flomskogsmarka nede ved dammen og opp til toppen i ytterkanten av det «grønne» området. De to siste kartleggingsenhetene på Arsenalet var sterkt endra mark; sterkt endra eng (T40-E-01) med totalt 26 % av arealet og sterkt endra grus og asfalt (T39-E-04) med hele 46 % av arealet. Sterkt endra eng var veldig sammensatt og besto av belte ut mot eiendomsgrensa som er planlagt opparbeides parkmessig og arealene på butikktomta, veien inn til butikktomta og skråningen ned mot dammen som er restaurert som salamanderområder. Sterkt endra grus og asfalt er arealene som er opparbeidet til parkeringsplasser.



Figur 14. Naturtyper registrert rundt Arsenaldammen. Oppe til venstre er det flomskogsmark (T30-E-01, blå farge i figur 14), oppe til høyre er det bærlyngskog (T04-E-01, grønn farge i figur 13), nede til venstre er det sterkt endra eng (T40-E-01, gul farge i figur 13) og nede til høyre sterkt endra grus og asfalt (T39-E-04, svart farge i figur 13). Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

Det ble forsøkt å lage en tilsvarende oversikt over fordelingen av kartleggingsenheter i 2010, dvs. omtrent 10 år før perioden med de siste mer omfattende arealbruksendringene (**figur 15**). Den store endringen har vært at bærlyngskogen er redusert fra 41 % av arealet og ned til 13 %. Den litt mer fuktige varianten som her er kalt «fuktgranskog», var trolig den litt mer fuktige og litt rikere varianten svake lågurt- og storbregneskoger (T4-E-02). Den er i 2023 helt forsvunnet. Denne kartleggingsenheten vokste i bekkedalen under det som nå er parkering i vest. Sterkt endret eng (T39-E-01) har økt fra 14 % i 2010 til 26 % i 2023, hovedsakelig pga. at skog og sterkt endra mark er restaurert til «salamanderarealer».



Figur 15. Arealfordeling av naturtypene i det «grønne» området på Arsenalet i 2023 øverst og 2010 nederst. Totalt areal er 28 963 m². Kartleggingsenheterne for 2010 i de nedbygde arealene på Arsenalet er basert på tolking av flyfoto fra Kartverket.

3.2 Salamanderne på Arsenalet

Det er gjennomført fire tidligere undersøkelser for å kartlegge amfibier i Arsenaldammen. Den første ble gjennomført i 2005 som en del av KU-arbeidet (Bolstad 2005). Det ble den gang funnet kun småsalamander (*Lissotriton vulgaris*). Asplan Viak sin konsekvensutredning fra 2006 bygde på funnene til Bolstad (2005). Leif Åge Strand undersøkte lokaliteten i 2006 og 2018 (Strand 2006 og 2018). I 2006 ble det også kun funnet småsalamander. Ett individ av storsalamander (*Triturus cristatus*) ble første gang påvist i 2015 ved bruke av salamanderruser (Gregersen 2015). Arsenaldammen ble i 2015 kartlagt med 10 ruser i ett døgn fra 28. april, hvor det ble fanget én hann småsalamander, og 20. mai, hvor én hann småsalamander og én ung hunn storsalamander ble fanget. Illustrasjon av begge arter er vist i vedlegg.

Salamanderen har en kompleks livssyklus og veksler mellom et liv i vann og et liv på land. Et sentralt begrep for salamanderne er det «økologiske funksjonsområdet» (leveområdet) til artene. Økologiske funksjonsområder er i naturmangfoldloven definert som «områder som oppfyller en økologisk funksjon for en art». For storsalamanderen vil funksjonsområde måtte oppfylle sentrale funksjoner i artens livssyklus knyttet til reproduksjon (paring, yngling), overlevelse, spredning og vandring. Dette omfatter alle arealene som amfibiene bruker i løpet av livssyklus, dvs. dammer for yngling, arealer for sommeropphold, overvintringsplasser, vandringskorridorer mellom overvintringsplasser og ynglelokaliteten, og spredningskorridorer til andre ynglelokaliteter.

Det er vanlig å definere størrelsen på funksjonsområdet til bestander av små- og storsalamander som en sirkel med radius på 300 meter rundt ynglelokaliteten pluss vandringskorridorer (**figur 16**) (Framstad m.fl. 2018). Bakgrunnen for dette er at de aller fleste individene vandrer sjelden mer enn 300 meter bort fra ynglelokaliteten for overvintring. Vanligvis overvintrer de fleste individene (40-70%) innenfor 50 til 100 meter fra yngledammen (Dervo m.fl. 2016). Hvor langt dyrene vandrer bestemmes av tilgangen på gode sommerhabitater og overvintringsplasser. Det er riktignok registrert individer som vandrer opptil 800 m bort fra yngledammen, men dette hører til sjeldenhetene (Skei m.fl. 2010). Trehundre meter anses derfor som et godt kompromiss for å definere en små- og storsalamanderbestands funksjonsområde. I tillegg kommer selvsagt grønnsstrukturer med få menneskelige inngrep, gjerne fuktdrag som bekker, mellom ulike bestander. Dette er vandringskorridorer som sikrer genetisk utveksling mellom bestander (Haugen m.fl. 2023). Viktige typer funksjonsområder for storsalamanderne er overvintringsplassen, vandringskorridorer, yngledammen, sommerhabitat og spredningskorridorer, er nærmere omtalt under.



Figur 16. Kart som illustrerer funksjonsområde til salamanderne med radius på henholdsvis 150 (gult) og 300 m (rødt) rundt tjernet på Arsenalet, Kongsberg kommune.

3.2.1 Yngledammen

De fleste voksne salamanderne oppsøker om våren den dammen de selv ble født i for å yngle. Yngledammene er permanente dammer uten fisk som gjerne er mellom 100 til 6 000 m² og dybde fra 0,5 til 3 meter (Dervo og van der Kooij 2020a). Gjennomsnittsstørrelsen på kjente yngledammer i Oslofjordområdet er på rundt 1 400 m². (Dervo m.fl. 2017). Salamanderne samles i mai i grupper på spillplasser i strandsonen på ca. 20-60 cm dyp (Skei m.fl. 2010). Kurtisen starter normalt ved en vanntemperatur på ca. 10 °C. Egglegging starter umiddelbart etter parring. Hunnen legger 150 til 200 egg enkeltvis i vegetasjonen og egglegging pågår i mai og tidlig i juni.

3.2.2 Sommerhabitatet

Flertallet av de voksne salamanderne forlater yngledammen etter perioden med forplantning. Småsalamanderne starter gjerne utvandringen i midten av juni. Storsalamanderne gjerne i slutten av juni, men i enkelte lokaliteter kan storsalamanderen bli i dammen helt til de vandrer til overvintringsplassen i august og september (Skei m.fl. 2010). På land oppholder ofte salamanderne seg nær yngledammen (< 50 -100 m) i perioden før de går i dvale. Årsaken til dette er at det er her de ofte finner de beste områdene med skjul og næring. I landfasen er dyrene nattaktive. En voksen salamander på land bruker et lite areal som sitt «hjemmeområde». Spesielt storsalamanderen oppholder seg gjerne på et areal som er mindre enn 10 m² over en lengre periode (Dervo upubliserte data). Et litt fuktig område med urterik vegetasjon som er 10 til 20 cm omgitt av litt åpen eldre skog, er et godt landareal for salamanderne (Dervo upubliserte data, Haugen m.fl. 2020 og 2023). For skogsdammen er gammelskogen det optimale sommerhabitatet.

3.2.3 Overvintringsområder

Om høsten og vinteren ligger salamanderen i dvale. De voksne velger de samme overvintringsplassene hvert år (Dervo m.fl. 2018). Ofte er det stor konkurranse om disse. Det kan være årsaken til at mange voksne individer går i dvale allerede i slutten av august, lenge før frostnettene slår til. Overvintringen skjer i jordhuler til småpattedyr, steinrøyser, i løvhauger, under røtter og vind-fall av trær. Bygningsstrukturer som natursteinsmurer, dreneringsrør bygninger og kunstige overvintringsplasser (salamanderhotell) brukes også til overvintring.

Den foretrekker frostfrie overvintringsplasser, men kan takle kortere perioder under minus 10 på vinteren (Dervo m.fl. 2018). Vanligvis fører frost på overvintringsplassen til en økt dødelighet blant salamanderne. Dyrene foretrekker kortest mulig avstand mellom yngledammen og overvintringsplassen, men kan vandre opptil 800 m for overvintring. Hvor langt de vandrer avhenger av tilgang-en på gode overvintringsplasser. For de fleste bestandene vil 80 prosent av dyrene overvintre innenfor 100 m fra ynglelokaliteten.

3.2.4 Vandringskorridorer

I Oslofjordområdet våkner de første storsalamanderne fra dvale - avhengig av høyde over havet - vanligvis i begynnelsen av mars og vårvandringen kan pågå helt fram til midten av mai (Dervo m.fl. 2016). Vanligvis vil 70 – 80 prosent av individene i en bestand gjennomføre vårvandringen i løpet av en ukes tid i midten av april, men vandrende individer forekommer ofte over en periode på to måneder. De aller siste som kommer vandrende er de juvenile storsalamanderne, dvs. alle de ikke kjønnsmodne storsalamanderne som er fra neste ett år og opp til tre år. De fleste av disse vandrer ikke til dammen, men forblir på land inntil de er kjønnsmodne som tre til fire åringer.

Salamanderne er svært sårbare under vandringen. De velger korteste mulig vei, dvs. de vandrer rett frem så lenge det ikke er fysiske hindringer i veien. Noe som betyr at de kan krysse store åpne plasser, selv om det er asfalt, grus eller plen. Salamanderne kan også bli gående langs en vei med stor fare for å bli overkjørt, dersom dette er den raskeste vandringveien. Vandringshastigheten til en voksen storsalamander ved 3 til 4 grader C er i gjennomsnitt 0,5 – 1,0 m/min avhengig av underlag (Dervo m.fl. 2016).

4 Metoder og resultater av kartlegging og overvåking

4.1 Vannprøver

Vannprøver ble samlet inn i en 0,5 l plastflaske i bekken ned til Arsenaldammen 19. mars 2019 og i selve Arsenaldammen 7. juni 2019. Vannprøvene ble holdt kjølig og sendt så raskt som mulig til analyse på SynLab på Hamar. Innhold av pH, ledningsevne, kalsium og farge (humus), turbiditet ble analysert i Arsenaldammen, mens det i bekken kun ble analysert for kalsium og ledningsevne. **Tabell 1** viser resultatene fra vannprøvene, hvor Arsenaldammen hadde relativt høy pH og et kalsiuminnhold på 6,2 mg Ca/l. Kildene til denne kalken er trolig kalsiumet i løsmassene som omgir Arsenaldammen. Opprinnelig er dette breelv-avsetninger som kommer fra kalkrike bergarter på Hardangervidda (NGU 2023). Vannkvaliteten i Arsenaldammen er veldig god for salamanderne. Vannet i bekken var kalkfattig.

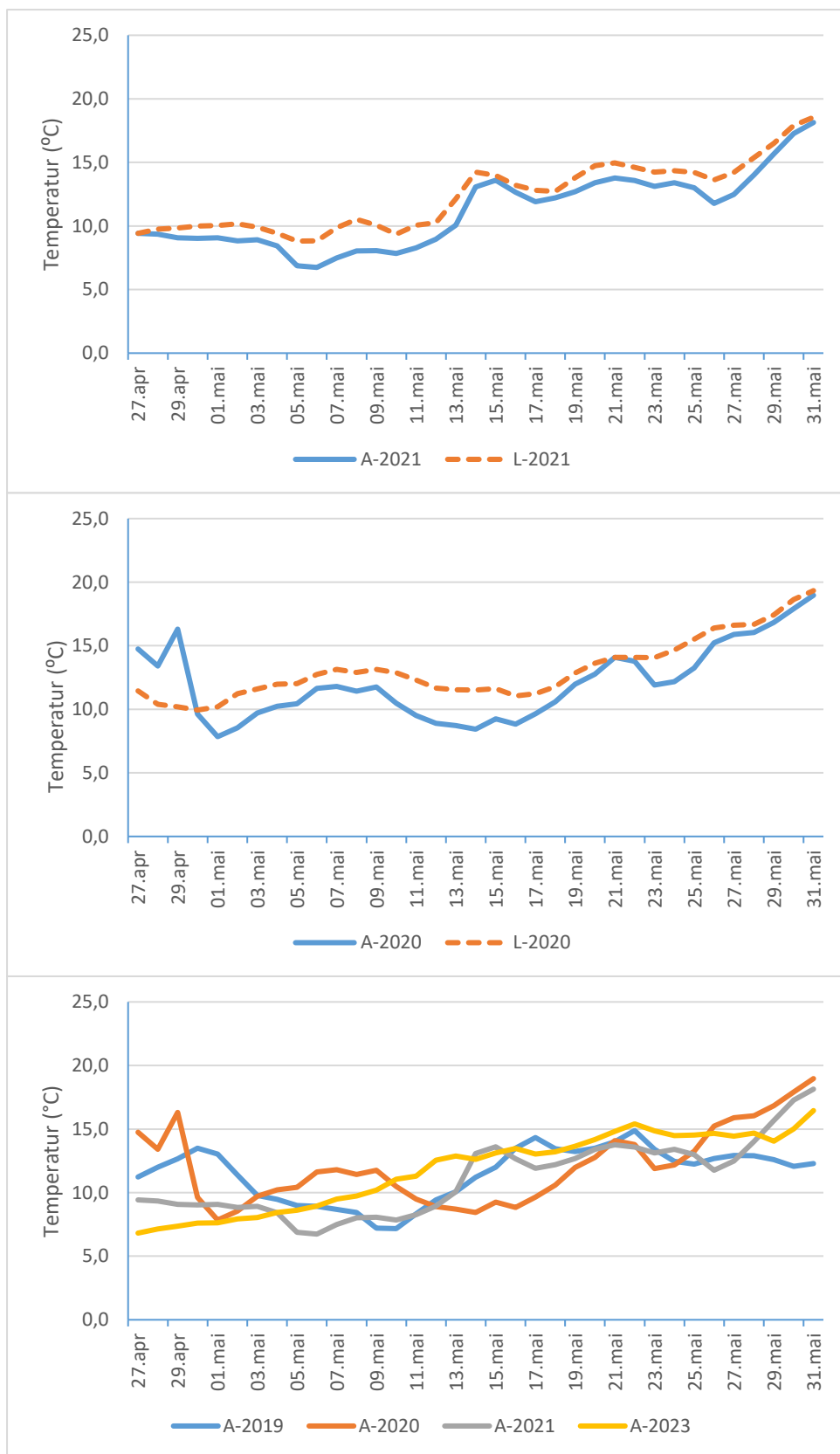
Tabell 5.1. Vannprøveresultater fra Arsenaldammen, Kongsberg kommune.

Parameter	Bekken 19.03.19	Tjernet 07.06.19
Fargetall (mg Pt/l)	<2	10
Turbiditet (FNU)		1,3
Kalsium (mg/l)	0,4	6,2
pH		6,6
Ledningsevne (mS/m)	2,19	13,6

Temperatur ble registrert årlig for hver time fra rundt 25. april og ut august i perioden 2019 til 2023 med en programmerbar HOBO Pendant Temperatur datalogger (<http://www.onset-comp.com/products/data-loggers/ua-001-64>). Usikkerheten til denne loggeren oppgis til $\pm 0,53$ °C. Temperatur ble målt på ca. 30 cm dyp.

Figur 17 viser temperaturen på 30 cm dyp i tjernet på Arsenaldammen i perioden 27. april til 31. mai i 2020 og 2021, og samlet for alle årene 2019, 2020, 2021 og 2023. For 2020 og 2021 er også vanntemperaturen i Lahelldammen i Lier kommune vist som sammenligning. Lahelldammen er en 4,5 meter dyp og 6 000 m². Lahelldammen er en sammenlignbar lokalitet for Arsenaldammen når fangst og optimalt fangsttidspunkt skal vurderes. Optimalt fangsttidspunkt i Lahelldammen er en ukes tid etter at vanntemperaturen har passert ti grader celsius (Derivo m.fl. 2017). Temperaturen passerer vanligvis 10 °C rundt første uke i mai, med optimal fangstperiode i 2. uke i mai, dvs. fra rundt 8. mai til 15. mai. Optimalt fangsttidspunkt er svært avhengig av utviklingen i vanntemperaturen fra isløsning og fram til begynnelsen av mai. Er temperaturutviklingen jevn så er det enklere å påvise optimalt tidspunkt for fangst. I perioden 2019 til 2023 har det kommet kuldeperioder som har gjort at parringsaktiviteten har stoppet opp og startet igjen når temperaturen har økt.

Temperaturen i Arsenaldammen i slutten av april og begynnelsen av mai ligger vanligvis rundt 2 °C under temperaturen i Lahelldammen. Det skulle i utgangspunktet bety at optimalt fangsttidspunkt kommer én til to uker seinere i Arsenaldammen enn i Lahelldammen, dvs. i siste halvdel av mai. **Figur 17** viser at vanntemperaturen i Arsenaldammen varierer veldig mye mellom år. Årsaken til dette er at vannstanden i Arsenaldammen er avhengig av mengden med snø som smelter og regn i april og mai. **Figur 22** viser stor variasjon i vannstanden de årene vi har kartlagt. Ett moment er også at temperaturen enkelte år går ned i første uke av mai. Årsaken til dette er nedbør. Etter at overvannsledningen er ført direkte ut i dammen, har dette bl.a. i 2019 og 2021 ført til kraftig vannstandsøkning i begynnelsen av mai. I 2023 skyldes den høye vannstanden mye snø og temperaturen økte jevnt utover hele våren. I mai 2023 kom det kun små mengder med regn. Optimalt fangsttidspunkt i 2023 skulle med dette være rundt 15- 20 mai.



Figur 17. Vanntemperaturen på 30 cm dyp i Arsenaldammen (A blå linje) og Lahelldammen (L oransje stiple linje) i perioden 27 april til 31 mai i sommerhalvåret for 2019 og 2020, og samlet for Arsenaldammen (A) i nederste figur for årene 2019 (blå linje), 2020 (oransje linje), 2021 (grå linje) og 2023 (gul linje).

4.2 Salamanderfangst

Til fangst av salamander er det brukt sammenleggbare nettingruser (Dervo, m.fl. 2014a, Drechsler, m.fl. 2010). Disse rusene var laget av flettet nylon (trådtykkelse 0,5 mm) med en kjegleformet inngang ("kalv") i hver ende. På midten var det en glidelås som kunne åpnes for tømning av rusa. Lengden på rusa var 600 mm, diameteren 250 mm, maskevidden i nettingen til rusa 5 mm og åpningen i kalven en 15 mm metallring (<http://www.dreamtm.no/produkt/dreamtm-orekyteteine-m-2-innganger/>). Til hver ruse var det festet ei 3 til 5 m lang snor til forankring mot land. Inne i hver ruse ble det plassert en flyte-ring/ 0,5 l plastflaske for å lage en luftlomme i rusene slik at salamanderen fikk tilgang til luft.

Innsamling av salamander med fiskeruser foregikk ved at rusene ble satt tilfeldig enkeltvis på grunt vann nært land, slik at ulike habitattyper i størst mulig grad ble dekket. Avstand mellom rusene var minst tre meter slik at rundt 145 m av omkretsen av tjernet på Arsenalet ble undersøkt. Det er antatt at ruser med avstand på mer enn tre meter ikke påvirker hverandres fangst (Dervo m.fl. 2014a og 2017). Vi antar at rusene fanger hanner og hunner likt, dvs. det er ikke noe forskjell i fangstsannsynlighet mellom kjønnene. Vi regner med at fangst per tid er konstant når vi fanger gjennom et helt døgn og har omtrent lik innsats i hver lokalitet. Det ble ikke brukt åte i rusene. Rusene ble plassert slik at deler av den stakk 5 til 10 cm over vannoverflaten, men med begge ruseinngangene neddykket. Indre ende av rusa sto vanligvis på bunnen og ei tom plastflaske sørget for at deler av rusa holdt seg over vann og slik at fangede salamandere fikk luft. Avstanden fra land og ut til rusene var mindre enn 5 m. Rusene ble satt ut omkring kl. 09:00 og tatt opp igjen den påfølgende dag kl. 09:00. Enkelte år er det fangster over to døgn. For de siste tre årene er det fanget i to perioder. Antall ruser som er brukt har variert fra 30 til 74 de ulike årene. I utgangspunktet skal 30 ruser gi et riktig bilde på den relative bestandstettheten i en salamanderlokalitet (Dervo m.fl. 2017).

Figur 18 viser deler av fangsten av storsalamander 2019 med kun hanner. Fangsten av småsalamander er vist i **tabell 2** og storsalamander **tabell 3**. Samlet ble det i femårsperioden 2019 til 2023 fanget 851 småsalamander og 94 storsalamander. En nærmere analyse av fangstene og beregning av bestandsstørrelse er gjort i diskusjonen side 35. Se **vedlegg 1** for beskrivelse av artene



Figur 18. Halvparten av fangsten av storsalamander fra tjernet på Arsenalet før prøvetaking av DNA. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

Tabell 2. Fangst av småsalamander i Arsenaldammen for perioden 2019 til 2023. CPUE = Catch per unit effort (fangst per innsatsenhet).

Dato	Tot antall	Antall hanner	Antall hunner	Innsats	CPUE
16/5-19	193	147	46	42 rus/ 1008 t	0,191
26/5-20	69	43	16	30 rus/ 720 t	0,096
25/5-21	20	15	5	40 rus/ 1920 t	0,010
11/5-22	147	101	46	42 rus/ 2107 t	0,070
18/5-22	249	141	108	42 rus/ 1720 t	0,145
23/5-23	173	115	58	74 ruser/ 2 400 t	0,049

Tabell 3. Fangst av storsalamander i Arsenaldammen for perioden 2019 til 2023. juv. = juvenile storsalamander (ikke kjønnsmoden). CPUE = Catch per unit effort (fangst per innsatsenhet).

Dato	Tot antall	Antall hanner	Antall hunner	Antall juv	Innsats	CPUE
16/5-19	23	22	0	1	42 ruser/ 1008 t	0,023
26/5-20	2	0	1	1	30 ruser/ 720 t	0,003
25/5-21	0	0	0	0	40 ruser/ 1920 t	0
27/5-21	5	3	2	0	40 ruser/ 1920 t	0,003
11/5-22	9	2	2	5	42 ruser/ 2107 t	0,004
18/5-22	49	25	13	11	42 ruser/ 1720 t	0,028
22/5-23	3	0	1	2	74 ruser/ 2 400 t	0,001
23/5-23	3	1		2	74 ruser/ 3 525 t	0,001

Under fangsten av salamander i 2022 og 2023 ble buken på alle individene av storsalamander fotografert for å beregne bestandsstørrelsen gjennom merking og gjenfangst (Danielsen m.fl. 2021). Buken på våre to salamanderarter er som et fingeravtrykk (**figur 19**). Etter kjønnsmodning er bruksmønsteret identifiserbart, selv om dyrene vokser. Det gjør at hvert individ kan kjennes igjen over tid. Ved å se på forholdet mellom tidligere fangede individer og andelen av disse ved en ny fangst, kan bestandsstørrelsen beregnes. Ved å se på andelen tidligere fangede individer mellom år kan også dødelighet i en bestand beregnes.

Antall fangede individer var imidlertid for få i første runde begge år for å kunne beregne bestandsstørrelse. Alle dyrene ble imidlertid fotografert for å se på eventuelle gjenfangster kommende år. Jeg valgte ikke å foreta en ny fangstrunde etter runde to i både 2022 og 2023. Det var svært lite og varmt vann i 2022, og dyrene kunne lett blitt stresset med økt dødelighet som resultat. I 2023 var det svært mye vann med fangst av kun noen få individer og ikke mulig å beregne bestandsstørrelse ved merking gjenfangst.



Figur 19. Eksempel på buk mønster til to hunner (ytterst) og to hanner (i midten) av storsalamander fra fangstene i 2022. Foto: Børre K. Dervo ©.

4.3 Genetikk

For å teste den genetiske tilstand til storsalamanderen i Arsenaldammen ble det tatt svabb-prøver av alle individene i 2019, av alle de 27 larvene som ble satt ut i 2021, av de fem individene som ble fanget i 2021, og av 20 individer som ble fanget i 2022. Alle prøvene er genotypet for 13 mikrosatellitter, men det er kun prøvene fra 2019 hvor analyseresultatet er bearbeidet. Prøvevene ble lagt på 96 % etanol og oppbevart i romtemperatur. Analysene er gjort på genetikklabben NINAGEN i Trondheim. De resterende prøvene som kun er analysert blir oppbevart på Trondheim for seinere bearbeiding.

Resultatene med tabeller og figurer som presenteres her er i sin helhet hentet fra Dervo m.fl. (2020b). For prøvene fra 2019 mislyktes genotypingen for en del individer og mikrosatellitter. To mikrosatellitter var mer rammet av dette enn andre, og ble derfor valgt bort. En ytterligere mikrosatellitt ble utelatt pga. usikkerhet rundt tolkning av dataene. Et individ ble utelatt pga. mislykket genotyping. Dataanalysen ble derfor utført på 22 individer, for 10 mikrosatellitter, og med 18 % manglende data.

Som referansegrunnlag ble det hentet rådata fra en populasjonsgenetisk studie på storsalamander i Notodden (Dam A til Dam M, Haugen m.fl. 2020). Disse rådataene ble kjørt gjennom de samme analysene som samlet fra Arsenaldammen, og med de samme mikrosatellittene. Rådataene var hentet fra 12 storsalamanderdammer som ligger i et område preget av barskog og skogsbilveier, og en varierende grad av påvirkning fra moderne skogsdrift. Populasjonene varierer i genetisk variasjon og migrasjonsnivå.

Forventet og observert heterozygositet («genetisk variasjon») ble beregnet for hver populasjon i programmet GenAlEx (Peakall & Smouse 2012). Forventet heterozygositet er den forventete andel heterozygote, gitt de observerte allelfrekvensene, ved tilfeldig paring av individer i en stor populasjon (Hamilton 2009). Observert heterozygositet er den observerte andel heterozygote genotyper i det aktuelle prøveutvalget. I tillegg ble det beregnet allelrikhet (allelic richness), dvs. gjennomsnittlig antall ulike alleler for hver mikrosatellitt. Dette ble gjort i programmet SpaGeDi (Hardy & Vekemans 2002) og det ble korrigeret for ulik samplestørrelse og manglende data: ved

en markør for markør sammenligning var det laveste antall vellykkete genotyper i samplet fra Arsenaldammen 14 individer. Ved beregning av allelrikhet ble derfor 14 individer trukket tilfeldig ut fra hver sample og brukt i analysen. Dam G ble utelatt pga. lav samplestørrelse (n=12).

Fikseringsindeksen (F_{IS}) beskriver differansen mellom observert og forventet heterozygositet og ble beregnet i GenAEx. Verdier nær 0 indikerer at parring skjer tilfeldig i populasjonen. Betydelige positive verdier indikerer et underskudd av heterozygote og mulig innavl. I Genepop (Rousset 2008) ble det testet for om noen av populasjonene hadde et signifikant heterozygot underskudd. P-verdier ble korrigert for multipel testing vha. FDR-metoden (Benjamini & Hochberg 1995).

Siden heterozygositet har vært ansett som et noe grovkornet mål på innavl ble det også beregnet IR («Internal Relatedness»). Metoden tar utgangspunkt i hvor like allelene er innad et individ og legger ekstra vekt på sjeldne alleler (Amos m.fl. 2001). Gjennomsnittet for hver dam ble så kalkulert. IR ble kun beregnet for fire utvalgte dammer i Notodden, i tillegg til Arsenaldammen. Dam D og I representerte dammene i Notodden med lavest genetisk variasjon og med mest begrenset immigrasjon. Dam K og L representerte ytterpunktet med høy genetisk variasjon og immigrasjon.

Det ble også testet for mulig feilkilde knyttet til lav DNA-konsentrasjon/DNA-kvalitet. Lav DNA-konsentrasjon eller -kvalitet kan føre til at genotyping mislykkes for en eller to alleler for samme mikrosatellitt. Hvis begge allelene mislyktes vil dette fremstå som manglende data. Men hvis bare ett allel mislyktes vil heterozygote individer fremstå som homozygote (missing alleles). Hvis dette er tilfelle, kan man forvente korrelasjon mellom homozygositet og manglende data på tvers av individer. Dette ble testet for i MicroDrop (Chaolong m.fl. 2012).

Arsenaldammen hadde lavere forventet og observert heterozygositet («genetisk variasjon») enn populasjonene fra Notodden (**Tabell 4 og Figur 20**). Sistnevnte populasjoner hadde en forventet heterozygositet mellom 0,457 – 0,575 (gjennomsnitt 0,533), Arsenaldammen hadde en observert heterozygositet på 0,444. Tilsvarende hadde populasjonene fra Notodden observert heterozygositet som varierte fra 0,463 – 0,600 (gjennomsnitt 0,536). Arsenaldammen hadde en observert heterozygositet på 0,345. Når det gjaldt allelrikhet hadde også her Arsenaldammen den laveste verdien (**Figur 21**). Allelrikhet for populasjonene på Notodden varierte fra 2.83 – 3.55 (gjennomsnitt 3.24). Allelrikhet for Arsenaldammen var 2.51.

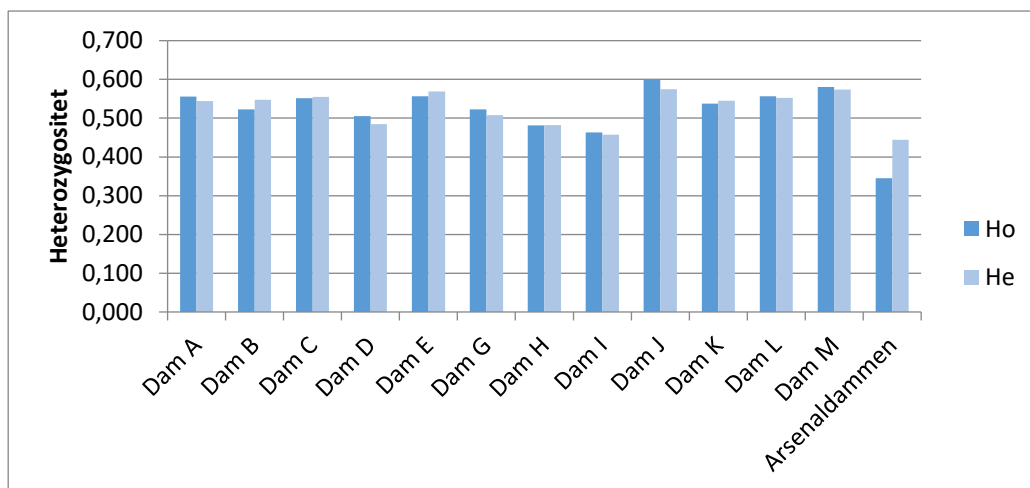
Arsenaldammen hadde den tydeligst høyeste verdien for fikseringsindeksen (grad av genetisk differensiering, **Tabell 5**). For populasjonene i Notodden varierte F_{IS} fra -0,06 til 0,03 (gjennomsnitt -0,02). Kun to dammer hadde konfidensintervaller som ikke inneholdt verdien 0 og som tydet på at estimatene var signifikant forskjellig fra 0. Dette gjaldt Dam D og Arsenaldammen.

I testen for heterozygot underskudd (manglende genetisk variasjon) var to populasjoner signifikante. Arsenaldammen ($p=0,0001$) og Dam B ($p=0,027$). Etter korrigering for multipel testing var kun Arsenaldammen signifikant, da med en korrigert p-verdi = 0,0013.

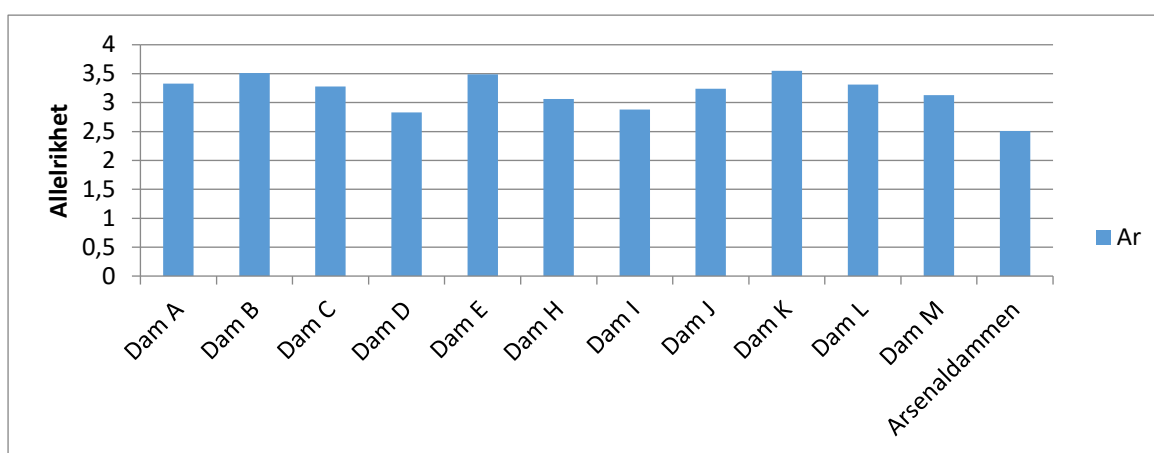
Gjennomsnittlig IR for de utvalgte populasjonene på dammen varierte fra -0,047 (Dam D) til 0,005 (Dam K). Til sammenligning hadde Arsenaldammen en gjennomsnittlig IR på 0,46. Testen for mulig feilkilde knyttet til lav DNA-kvalitet/-konsentrasjon viste en signifikant korrelasjon mellom andel homozygoter og andel mislykket genotyping på tvers av individer ($r=0,569$, $p < 0,01$).

Tabell 4. Samplestørrelse for de undersøkte lokalitetene, dam A til M og tjernet på Arsenalet. Kilde: Dervo m.fl. 2020.

A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	Arsenalet
34	39	35	39	37	13	37	35	36	32	32	36	22



Figur 20 Forventet heterozygoti (He) og observert heterozygoti (Ho) for de undersøkte lokalitetene. Kilde: Dervo m.fl. 2020.



Figur 21. Allel-diversitet målt som allelrikhet (Ar). Kilde: Dervo m.fl. 2020.

Tabell 5. Fikseringsindeks (F_{IS}) og konfidensintervallet beregnet som $\pm 2 \times$ standardfeilen. Kilde: Dervo m.fl. 2020.

Dam	F_{IS}	$2 \times SE$
Dam A	-0,044	0,083
Dam B	0,011	0,063
Dam C	-0,015	0,069
Dam D	-0,058	0,050
Dam E	0,027	0,098
Dam G	-0,054	0,140
Dam H	-0,021	0,077
Dam I	-0,005	0,098
Dam J	-0,035	0,125
Dam K	-0,008	0,083
Dam L	-0,029	0,055
Dam M	-0,046	0,117
Arsenalet	0,183	0,103

5 Avbøtende tiltak

For å redusere på de negative effektene for bestanden av små- og storsalamander i forbindelse med tiltakene som er gjennomført ved Arsenaldammen, ble det gjennomført åtte ulike avbøtende tiltak (**figur 22**); fire salamanderhotell, to kilder for vanntilførsel og to tilrettelagte landarealer. I dette kapitlet gis det en nærmere beskrivelse av alle tiltakene.



Figur 22. Dronebilde med de åtte avbøtende tiltakene som ble gjennomført ved Arsenaldammen. Dronebilde er tatt 30. april 2020 før asfaltering av parkeringsplassen og oppsetting av nybygget. Stiplet linje viser det som er igjen av «grønt» område høsten 2023. Foto: Eva Kristin Eri, KTP ©.

5.1 Salamanderhotell

Figur 23 viser de fire salamanderhotellene som er laget ved Arsenalet. Dervo m.fl. (2020b) beskriver i mer detalj byggingen av de ulike hotellene. Grunnprinsippet for hotell nr 1 til 3 er en kjerne av kantet sprengstein som er vasket i størrelsen fra 5 til 30 cm (Dervo m.fl. 2018, Dervo og van der Kooij 2020a). Rundt steinhaugen er det pakket filt slik at jord ikke trenger inn i steinmassene. Så er det lagt en grus eller jordlag på minst 50 cm over steinhaugen. Inngangen til hotellene er enten dreneringsrør som da går nesten igjennom hotellet. I dette dreneringsrøret er det boret hull med avstand på ca 30 cm og diameter på 16 mm. I tillegg stikker deler av steinene ut i dagen og gjør det mulig å krype inn i hotellet gjennom sprekker. Det siste store hotellet på butikktomta har en kjerne av tømmerstokker og røtter som ble tatt opp fra myra i det grytehullet som ble liggende under parkeringsplassen. Her er det lagt duk over og jordmasser på toppen. Inngangen til dette hotellet er stokker og røtter som stiller ut av fyllingen (se **figur 23**).

Størrelsen på de to små hotellene er ei grunnflate på ca 2 x 2 m og en høyde på rundt 1,5 meter på det høyeste. Totalhøyde med jord er på rundt 2 m. Det store hotellet i fyllingsfronten har en tørrmur med mange sprekker som inngang til hotellet. Dette er formet som en 32 m lang bue og høyden på fronten er i overkant av 2 m. Dette hotellet har et 3 meter dypt lag innover i fyllinga med stein i riktig størrelse. Deretter går det over i det som er steinmassene i fyllinga. Det er kun

duk over for å hindre at grus trenger inn i hotellet. Det store hotellet på butikktomta har en diameter 20 til 25 m og er rundt 3 meter på det høyeste.

Det er ikke gjort noe overvåking av eventuell bruk av hotellene. I forkant av asfalteringen av parkeringsplassen ble det gjort en observasjon som viser at hotellet i fyllingsfronten ble brukt høsten 2021. Da ble det i forbindelse med arbeid i dreneringskummen på sørsiden, ett 10-talsmeter inn i fyllingen, observert overvintrende salamander i steinmassene i slutten av august.



Figur 23. Fronten på de fire salamanderhotellene som er etablert ved Arsenaldammen. Oppe til venstre er det store salamanderhotellet i fyllingsfronten (nr 1 i figur 21). Nede til venstre er inngangen til det sørligste av de små hotellene (2). Bilde nede til høyre er det nordligste av de små hotellene (3). Oppe til høyre er det store hotellet på butikktomta med kjerne av røtter og tømmerstokker (4). Foto: Børre K. Dervo ©.

5.2 Vanntilførsel

I mai 2019 var Arsenaldammen fylt opp til kote 168 moh. Dette svarer til det som er merket som medianvannstanden i Kartverkets N5 kart og tilsvarer et areal på rundt 2 400 m². På bildet i **figur 24**, som ble tatt 7. juni, var vannarealet også rundt 2 400 m². Med bakgrunn i bilder og observasjoner i felt ble vanddekt areal anslått til 1 000 m² i 2020, 1 700 m² i 2021, 800 m² i 2022 og opp mot 3 000 m² i 2023. Bildene viser at vanddekt areal har variert mye mellom år på tidspunktet salamanderfangsten har blitt gjennomført. I 2021 opplevde vi et kraftig regnvær den første natta rusene var satt. I løpet av natta økte vannstanden med nærmere 30 cm. Årsaken til de raske vannstandsendingene er at takvannet fra bygningene på Arsenalet nå går direkte ut i dammen (se **figur 7**), mens det før omleggingen av overvannsledningen gikk ut i bekkedalen i sør-vest.

Det ga tidligere en forsinkelse i vann ned til dammen ved nedbør. Vannet fra nybygget blir nå også ført ut i dammen (se **figur 12**). Omleggingen av takvannet fra byggene på Arsenalet ser ut til å føre mer vann ned til dammen. Fortsatt vil det nok være store variasjoner mellom år og gjennom sesongen på vannstanden i Arsenaldammen. I dag er det ingen bekker som går inn i dammen, kun overflatevann fra bygninger og snøsmelting og nedbør i nedbørfeltet. Det er ingen bekker ut av Arsenaldammen. Vannet ut forsvinner gjennom grunnen og ved fordamping.



Figur 24. Arsenaldammen 7. juni 2019 (1), 28. mai 2020 (2), 25. mai 2021 (3), 11. mai 2022 (4), og 22. mai 2023 (5). Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

5.3 Landhabitatet

Figur 22 viser to landhabitater (nr 6 og 8) som har blitt restaurert med tanke på salamanderne. Skråningen ned mot Arsenaldammen har fått et jorddekke og vegetasjon som egner seg som landhabitat for salamanderne (bilde nr 1 i **figur 24**). Et område rundt overvannsrøret er også i

utgangspunktet restaurert som landhabitat for salamanderne (område 5 i **figur 22**). Dette arealet har fin sand som substrat og det har vist seg at det har blitt for tørt til å kunne fungere som godt landhabitat. Veien inn til butikktomta har også blitt restaurert som et godt landhabitat for salamanderne. Her ble det i 2019 kjørt på jord (bilde nr 2 i **figur 24**). Her ble det raskt etablert vegetasjon (bilde nr 4 **figur 24**). I tillegg ble det her laget dagskuleplasser ved hjelp av stokker som ble lagt ut i veikanten mot skogen på begge sider. Erfaringen med dette arealet er at det var litt for tørt. Det er derfor usikkert hvor godt habitat dette var de to første årene.

I forbindelse med nybygget ble det besluttet å ta deler av skogen i øst til parkeringsplasser og gjøre ytterligere restaureringstiltak på veien til butikktomta. Dette ble også gjort for å avbøte skadene etter deponeringen av snøen i vinteren 2022-23. Det ble tilført leirholdig jord som skal holde bedre på fuktigheten (**figur 25**). I tillegg ble det laget steingrupper som dagskjuleplasser. Dette vil heve kvaliteten på dette området betydelig i forhold til slik det har vært i perioden 2019 til og med 2022.



Figur 24. Bilder av den restaurert skråningen ned mot Arsenaldammen i mai 2020 (1) og veien inn til butikktomta 27. august i 2019 (2) og 3. september 2021. Bilde nr 3 viser dagskjuleplasser i form av tømmerstokker som er lagt inn i skogkanten langs veien inn til butikktomta 27. august i 2019. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 25. Veien inn til butiktomta etter restaureringstiltak 18. desember 2023. Det er tilført leirholdige jordmaser som er arrondert mer kupert enn i forrige runde. Steingrupper er lagt ut som dagskjuleplasser. Foto: Håvard Sandbu ©.

6 Diskusjon

Kongsberg kommune ga tillatelse for igangsetting av utfylling av arealer ved Arsenalet den 25.06.2018, men stilte følgende vilkår: «Tiltaket skulle utføres slik at det ikke påvirker eksisterende salamanderbiotop». Dette kan oppfattes som at utfyllingene ved Arsenaldammen ikke skulle påvirke salamanderbestandene negativt, dvs. ikke føre til at bæreevnen i funksjonsområdet til små- og storsalamander ble redusert. Eventuelle tap av sentrale deler av funksjonsområdet måtte derfor erstattes gjennom naturbaserte løsninger som kunne øke bæreevnen i andre deler av leveområdet.

Totalt ble det vinteren 2018-19 endret på et areal tilsvarende 10 510 m² i forbindelse med etablering av en parkeringsplass (jf. **figur 13**). En «fuktig granskog» som vokste i ei dødisgrop og en bekkedal ned mot Arsenaldammen på i alt 2 772 m² gikk tapt ved etablering av parkeringsplassen. Dette arealet fungerte trolig som både overvintringsplass og landhabitat for næringssøk for bestandene av små- og storsalamander i Arsenaldammen. Totalt ble den grønne delen av det opprinnelige funksjonsområdet til salamanderbestandene anslått til 28 963 m², hvor den «fuktige granskogen» utgjorde 2 772 m². For at «salamanderbiotopen» på Arsenalet ikke skulle bli negativt påvirket etter tiltaket som ble gjennomført vinteren og våren i 2018-19, måtte bæreevnen på de resterende 2/3 av det opprinnelige «grønne» arealet i funksjonsområdet økes tilsvarende som tapet av de 1/3 av arealet utgjorde. I løpet av prosjektperioden ble ytterligere 2 829 m² gjort om til midlertidig parkeringsplass i forbindelse med etablering av et nytt bygg tett opp til den «grønne delen» av funksjonsområdet (jf. **figur 13**).

Kunnskapen om bestanden av små og storsalamander i forkant av endringene i arealbruk på Arsenalet var svært mangelfull. I utgangspunktet var det dokumentert at det var forekomst av småsalamander gjennom fire ulike undersøkelser (Bolstad 2005, Strand 2006, Gregersen 2015 og Strand 2018). Kun Gregersen (2015) påviste storsalamander og gjennomførte innsamlingsmetodikk som var kvantitativ. En vurdering av graden av påvirkning på salamanderbiotopen på Arsenalet må baseres på en vurdering av effektene av endringene i arealbruk og observasjoner av hvordan bestandsutviklingen for de to artene har blitt.

6.1 Status for storsalamanderbestanden

Hva var status for bestandene av små- og storsalamander i forkant av utfyllingen? Fangsttinn-satsen til Gregersen i 2015 var 10 ruser i to døgn, dvs. totalt 480 rusetimer. Med fangst av ett individ av storsalamander tilsvarer dette en fangst per innsatsenhet (CPUE) på 0,002 indivi-der/rusetime. I Dervo m.fl. (2017) er det laget en formel som kan regne om relativ fangst (CPUE) til antall voksne individer: $Antall\ individer = Areal \times ((11,518y) + 0,0252)$, hvor $y = CPUE$. Ved å bruke denne formelen og arealet fra flyfotoet som er tilgjengelig på <https://norgebilder.no/> fra juni 2015 (ca. 2 000 m²), blir bestandsstørrelsen i Arsenaldammen 97 individer. Ved å bruke samme formel for beregning av bestandsstørrelse med utgangspunkt i fangstresultatet fra rusefangsten i perioden 2019 til 2023, blir bestandstallene for storsalamander mellom 57 og 696 individer (**tabell 6**). Det er viktig å legge til at datagrunnlaget for formelen er begrenset til be-stands-beregninger i to lokaliteter i Lier gjennom merking og gjenfangst. Både er datagrunnlaget begrenset og konfidensintervallene for bestandsberegningene stort. Det gjør at beregningen er beheftet med usikkerhet, men kan gi et bilde på både før- og etter-situasjonen for bestanden av storsalamander i Arsenaldammen. Når fangsttinn-satsen er tilstrekkelig stor over flere år, vil det gi en god indikasjon på bestandsstørrelse. Antallet småsalamander er beregnet ut fra hva som normalt er forholdet mellom små- og storsalamander. I Lier kommune, hvor de to lokalitetene som er grunnlaget for formelen ligger, er det 10 ganger så mange småsalamander som storsala-mander. En tilsvarende beregning for Arsenaldammen tilsier et antall på mellom 428 og 6 963 individer. Forhåndstallet mellom de to artene varierer svært mye (**tabell 6**), men en faktor på mellom 5 og 10 kan antyde noe om bestandsstørrelse. Forhåndstallet 10 er valgt i **tabell 6**. Hvis man betrakter fangsten i 2019 som en «utligger» (se teksten i de neste avsnittene), er variasjon

for storsalamander vesentlig mindre, dvs. mellom 60 og 278 individer, med et gjennomsnitt på 120 individer.

Tabell 6. Beregnet bestandsstørrelse med utgangspunkt i fangst per innsatsenhet (CPUE) for storsalamander og småsalamander i Arsenaldammen i perioden 2019 til 2023. Kilde for formel som beregner bestandsstørrelse er Dervo m.fl. 2017.

Dato	Areal	Tot antall storsala- laman- der.	CPUE	Estimert antall voksne stor- salamander*	Tot antall små- salamander.	CPUE	Estimert antall voksne små- salamander**
16/5-19	2400	23	0,023	696	193	0,191	6 963
26/5-20	1000	2	0,003	60	69	0,096	598
25/5-21	1 700	0	0	-	20	0,01	-
27/5-21	1 700	5	0,003	102	-	-	1 016
11/5-22	800	9	0,004	57	147	0,07	428
18/5-22	800	49	0,028	278	249	0,145	2 086
22/5-23	3 000	3	0,001	110	-	-	1 102
23/5-23	3 000	3	0,001	110	173	0,049	1 102

* $n1 = A(11,518y) + 0,0252$, hvor A= areal, y= CPUE. Kilde: Dervo m.fl. 2017.

** $n2 = n1 \times 10$

For å forklare den store variasjonen i fangstene i Arsenaldammen både av små- og storsalamander, er det viktig å vurdere hva som påvirker fellefangst av salamandere. Metoden er beskrevet i bl.a. Drechsler m.fl. (2010) og Dervo m.fl. (2014a og 2017). Fellefangst er en passiv fangstmetode. Den fanger etter ruseprinsippet. Dyrene må selv oppsøke rusene. Felle fungerer best under salamanders parringsleik om våren. Kurtisen starter normalt ved en vanntemperatur på ca. 10 °C (Malmgren 2007). Fangst med ruser gjentatte ganger fra isløsning til ut i juni, har et optimum en til to uker etter at kurtisen har startet (Dervo m.fl. 2017). Fangstene i Oslofjordområdet (Akershus, Buskerud, Telemark Vestfold) er vanligvis lav i en periode etter isløsning og øker fram til tidspunktet når parringsaktiviteten er størst, for så å avta utover til begynnelsen av juni. Det er med andre ord dyrenes bevegelse under kurtisen som er den viktigste årsaken til at de blir fanget. Fangst før og etter dette er trolig bevegelse som skjer under dyrenes matsøk i vann. Erfaringer fra fellefangst viser også at salamanderne ikke er jevnt fordelt i yngelokaliteten (Dervo m.fl. 2017). Spesielt tidlig i sesongen er det også hannene som er mest aktive. I enkelte tilfeller kan svært mange hann-salamandre bli fanget i en eller noen få ruser. Trolig et resultat av at fangst av en hann eller to fører til at flere hanner oppfatter at parring er på gang og oppsøker samme ruse.

Det nasjonale overvåkingsprogrammet som ble gjennomført i perioden 2013 til 2015 viste at skogslokaliteter med små bestander hadde en mye kortere periode med kurtise, enn kulturlandskapslokalitetene med en bestand som ofte var 5 til 10 ganger så stor (Dervo m.fl. 2014b og 2017). Det gjør at det er vanskeligere å treffe optimum i fangstene når kurtiseperioden er svært kort. Dette var svært tydelig i en lokalitet av samme type som Arsenaldammen, dvs. grytehullsjø med relativt tynne bestander og stor variasjon i vannstand (Dervo 2020 og 2023e).

Til tross for en del utfordringer knyttet til rusefangst, kan fangstmetoden gi et grovt anslag på en bestandsstørrelse, hvis metoden standardiseres, fangsten skjer like i etterkant av optimum for kurtisen, innsatsen er stor nok og fangsten korrigeres ift. yngelokalitetens areal. En innsats med 30 ruser av typen jeg har brukt i Arsenaldammen i ett døgn, skal gi en fangst pr innsats som gir et tall for relativ bestandsstørrelse med tilfredsstillende usikkerhet (Dervo m.fl. 2017). Det krever at fangsttidspunktet er tilpasset like i etterkant optimumet av kurtiseaktiviteten.

Temperaturdataene presentert i **figur 17** viser at dette er svært krevende å fastslå kurtiseoptimum for Arsenaldammen. Fangsten i 2019 besto av bare hanner fanget på et svært lite område helt sør-øst i Arsenaldammen. Temperaturen og vannstand på fangsttidspunktet forteller at det trolig ble fanget for tidlig i kurtiseperioden, og at fangsten ikke ga et representativt bilde for

bestanden i dammen. Dette er med andre ord en «utligger» som må strykes når bestandsstørrelsen skal vurderes samlet. Fangsten i 2023 ble også rammet av ekstremt høy vannstand og problem med å treffe optimalt fangsttidspunkt. Temperaturen i Arsenaldammen er sammenlignet med temperaturen i Lahelldammen i Lier kommune (**figur 17**). Temperaturen ligger i gjennomsnitt to grader under, og 10 °C passerer for de to årene en ukes tid etter Lahelldammen. I Lier kommune er det erfaring fra overvåking av 21 små- og storsalamanderlokaliteter over 16 år med både fangst og temperaturmålinger. Dette har gitt god data for å teste vanntemperatur som en proxy for kurtise og påvirkning på fangst (Dervo upublisert, Dervo m.fl. 2017). Denne kunnskapen er brukt for å finne optimalt fangsttidspunkt i Arsenaldammen. Stor variasjon i mengden vann mellom år fører også til stor variasjon i temperaturutvikling i perioden kurtisen skjer. Ved mye vann tar det lang tid å varme opp vannet på våren. Med svært lite vann, slik som i 2020, går det raskt å varme opp vannet, men temperaturen påvirkes også veldig raskt av kalde perioder. Årsaken til at temperaturen i 2020 gikk ned fra rundt 13°C den 28. april til rundt 8°C den 1. mai, var et par frostnetter. Under slike forhold stopper all kurtise opp og fangsten blir unormalt liten. Fangsttidspunktet i 2020 var 26. mai. Da har fangste trolig skjedd for seint fordi mye av kurtisen ble gjennomført fra 5. mai til 11. mai og ikke i etterkant av «kuldeperioden» fra 10. mai til 17 mai, som ble vurdert ut fra resultatet i Lier. Lahelldammen i Lier hadde ikke tilsvarende dropp i vanntemperaturen og optimalt fangsttidspunkt ble rundt 16. mai. I 2020 var optimalt fangsttidspunkt før i Arsenaldammen enn Lahelldammen, og ikke én til to uker etter, som er vanlig når vannstanden er høy.

Både valg av metode og fangstinnsats som er gjort for å fange salamanderne i Arsenaldammen, tilfredsstillende de kravene som er beskrevet i Dervo m. fl. (2014a og 2017). Resultatet i Arsenaldammen påvirkes imidlertid lettere av forholdene under fangsten og krever en større innsats over tid for å gi tilfredsstillende usikkerhet. En samlet vurdering av prosjektperioden i Arsenaldammen gir imidlertid et godt faglig grunnlag for å si at bestanden av storsalamander er i størrelsesorden 100 til 150 individer, og at den har vært relativt stabil fra like før tiltakene ble gjennomført på Arsenalet og i løpet av prosjektperioden. Tilsvarende kan bestanden av småsalamander anslås til i størrelsesorden 1 000 til 1 500 individer. Beregningene er imidlertid ikke presise nok til å si noe om antall små- eller storsalamander som har blitt drept under byggearbeidet. Stor negativ påvirkning kan det ikke ha, siden antallet ser ut til å være relativt stabilt fra før tiltakene ble gjennomført og fram til i dag.

6.2 Effekter av arealbruksendringene på salamanderbestanden

Salamandernes funksjonsområde må oppfylle sentrale funksjoner i livssyklus som reproduksjon (paring, yngling), overlevelse, spredning og vandring. Dette omfatter alle arealene som amfibiene bruker i løpet av livssyklus, dvs. dammer for yngling, arealer for sommeropphold, overvintningsplasser, vandringskorridorer mellom overvintningsplasser og ynglelokaliteten, og spredningskorridorer til andre ynglelokaliteter. Det er vanlig å definere funksjonsområdet til bestander av små- og storsalamander som en sirkel med radius på 300 meter rundt ynglelokaliteten pluss vandringskorridorer (Framstad m.fl. 2018). Dette gir i utgangspunktet et areal på hele 282 600 m². Dette reelle leveområdet på Arsenalet før tiltakene i 2018 var et areal på 28 963 m². Infrastrukturer som veier, bygninger, parkeringsplasser har redusert potensielt egnede arealer for bestanden på Arsenalet i 2023 til 15 600 m², dvs. et periodevis vanndekt areal på 2 421 m², flomskogsmark på 1 919 m² og sterkt endrede engarealer på til sammen 7 743 m². Dette utgjør bare 5,5 % av det som er vanlig å oppgi som potensielt leveområde for en salamanderbestand. Det er viktig å legge til at arealbruksendringene på Arsenalet har skjedd over svært lang tid.

En av de viktigste endringene for salamanderbestanden ved Arsenalet er arealbruksendringene som har førte til vandringsbarrierer. De genetiske undersøkelsene har vist at bestanden har lav genetisk variasjon, sammenlignet med bestander i nabokommunen Notodden (Haugen m.fl. 2020). Dette er en bestand som ikke har fått innvandring fra andre bestander på mange tiår. Antall individer som er undersøkt for bestanden av storsalamander i Arsenaldammen er få, men konklusjonen er relativt klar – den genetisk variasjon er lavere enn gjennomsnittet for

sammenlignbare bestander. Få individer som er undersøkt gjør det vanskelig å beregne den effektive populasjonsstørrelsen², men et anslag med stor usikkerhet sier 30 individer (Haugen pers med).

Arealbruksendringene som er beskrevet i dette prosjektet har et helt annet utgangspunkt enn idealsituasjonen med et intakt funksjonsområde med radius 300 m rundt Arsenaldammen. Leveområdet til salamanderne på Arsenalet før den siste runden med utbygging (før 2007), er det «grønne arealet» beregnet til 28 963 m². I 2023 etter etablering av to parkeringsplasser og et nytt bygg, er omkring halvparten av dette «grønne» arealet igjen. Hvordan vil disse relativt omfattende arealbruksendringene påvirke salamanderbestandene i Arsenaldammen over tid?

Det er dokumentert en sammenheng mellom habitatkvalitet og bestandsstørrelsen hos storsalamander (Unglaub m.fl 2018.). De fleste studiene er imidlertid utført på bestander i sør og knyttet til habitatkvalitet i ynglelokalitetene. Ingen studier er gjennomført i nord som kunne gitt grunnlag for å beregne bærekapasiteten for leveområdet til salamanderne ved Arsenaldammen. En studie som har sett på genetisk mangfold, genflyt og landskapskvalitet for bestander av storsalamander i et skogsområde ved Notodden og kulturlandskapet i Lier, kan gi en pekepinn på hva som er gode og mindre gode arealer for salamanderne (Haugen m.fl. 2020, Haugen m.fl. 2023). I tillegg til kvaliteten i selve yngledammen, er fuktig skog som flomskogsmark og lågurt- og storbregneskoger viktige arealer, mens bærlyngskoger er lite egnet som landhabitat. Det er spesielt fuktighet som er en sentral miljøvariabel i landhabitatet. F.eks. styrer fuktighet og temperatur vårvandring hos salamander (Dervo m.fl.2016). Salamanderne velger å vandre kun under eller like etter at det har regnet. Forsøk som er gjennomført med radiomerking av storsalamander ved Lahelldammen i Lier, viser at selve dammen og det relativt fuktige halvhøye graset tett opp til dammen ble brukt til næringssøk (Dervo upublisert). «Tørrere» arealer rundt dammen fungerte kun som vandringskorridorer under regnvær vår og høst.

Salamanderne er i utgangspunktet rovdyr som lever av ulike virvelløse dyr og egg og rumpetroll av amfibier både i vann og på land (Griffiths & Mylotte 1987, Gustafson 2011, Berzin & Burakova 2022). Det er også vanlig at storsalamander er kannibal på egne larver i vannfasen (Farsola 1993, Covaciu-Marcov m.fl. 2010). Yngledammen brukes både til yngling og næringssøk. For de voksne er dammen viktig som næringsareal før parring og egglegging. Da har de behov for å bygge opp reservene etter nærmere seks måneder vinterdvale. De voksne forblir i vann en god stund etter at eggleggingen er over, spesielt i områder hvor kvaliteten på landarealene er dårlig. Yngledammen er spesielt viktig på Arsenalet fordi landarealene er begrenset og av varierende kvalitet. Kvaliteten på store deler av landarealene på Arsenalet er tydeligvis for dårlig i forhold til de kravene små- og storsalamander har til leveområdet (Karlsson & Malmgren 2007, Magnus & Rannap 2019, Miró m.fl. 2020).

I lys av kunnskapen som er beskrevet i vitenskapelig litteratur er det mulig å analysere arealbruksendringene på Arsenalet og betydningen det kan ha for størrelsen på salamanderbestanden. I **tabell 7** er arealene forsøkt delt inn i fire kategorier før og etter de siste arealbruksendringene. Arealene er delt inn etter hvor stor betydning de kan ha for størrelsen på salamanderbestanden, dvs. etter «bæreevnen» som leveområde på Arsenalet. Av det totale arealet på 28 963 m², utgjorde uegnede arealer (parkeringsplasser, bygninger, veier og tørre veiskråninger etc.) 26 % i 2005 og 46 % i 2023, nesten en dobling. Andelen tørre arealer i 2005 var 49 % og 29 % i 2023. Med tørre arealer menes relativt tørr bærlyngskog med furu, som litteratur sier er svært lite egnet som landhabitat for salamander. Det er med andre ord i stor grad bærlyngskogen som har blitt uegnede arealer i 2023. Arealkategorien semifuktig mark er uendret i 2005 og 2023. Til denne kategorien er det imidlertid knyttet en del usikkerhet til. Det gjelder spesielt «fuktgranskogen» som lå i det arealet som ble fylt ut. Hvor godt dette arealet var som overvintringsområde og som oppvekstområde for spesielt landlevende juvenile (ikke kjønnsmodne) salamandre, er

² Den effektive populasjonsstørrelsen (Ne) blir definert som det antall individer som gir grunnlag for den beregnede innavlsraten (Δ) eller endringen av variasjon i genfrekvenser, dersom det avles i en ideell populasjon.

det umulig å si noe om i dag. Overvintringsområder er kompensert og betydelig forbedret gjennom alle salamanderhotellene. I kategorien semifuktig mark er også de nye restaurerte arealene i skråningen ned mot Arsenaldammen i øst og veien med butikktomta plassert. Dette er restaurerte arealer og det vil ta tid før disse kompenserer fullt ut tapet av «fuktgranskogen». Flomskogsmarka med den åpne flomfastmarka er også plassert i denne kategorien. Dette arealet har blitt revitalisert gjennom hogst av furuskog. Dette har gitt mer lys og trolig høyere produksjon. Den siste kategorien, yngleområdet, utgjør også samme areal før og etter arealbruksendringene. De to viktigste arealkategoriene som har betydning for bestandsstørrelsen til små- og storsalamander i Arsenaldammen, er med andre ord mye mindre endret enn det tapet av areal til parkering, veier og bygg skulle tyde på.

Tabell 17. Endringer i dekningsgrad for fire ulike kategorier av arealer i leveområdet til salamanderne på Arsenalet. Totalt areal er 28 963 m². Se teksten på foregående side som forklaring på innhold i de ulike arealkategoriene.

	Uegnede arealer	Tørre arealer	Semifuktig mark	Yngleområder
2005	26 %	49 %	10 %	15 %
2023	46 %	29 %	10 %	15 %

6.3 Bruk av erfaringsbasert forvaltningsbasert modell

Det er mange usikkerheter knytte til analysene av overvåkingsdataene fra salamanderbestanden på Arsenalet. Både er antall individer som er fanget få, og vannstanden i det viktigste habitattypen varierer svært mye i prosjektperioden. Generelt så er salamanderbestander i denne typen lokaliteter svært krevende å undersøke. Samtidig er grytehullsjøer med en bestand av både små- og storsalamander svært sjeldent i Norge. Både landskapstypen og storsalamanderen er rødlistet. Antall lokaliteter som har denne kombinasjonen kan telles på en hånd i Norge. Ja selv i Europeisk målestokk er det ikke mer enn en håndfull lokaliteter av denne typen. Det er derfor svært viktig å forsøke å ta vare på denne typen lokaliteter.

Trolig har små- og storsalamanderbestander i denne typen lokaliteter naturlig få individer. Det gjør det svært krevende å forvalte slike bestander. Dødisgropene er dannet like etter siste istid. De ligger alle i moreneavsetninger. Noen svært få av dødisgropene har permanent vann. Alle dødisgropene under tregrensa er omgitt av tørre furuskoger. Det gir i utgangspunktet svært små egnede arealer for salamanderne. Når vannstanden i tillegg varierer svært mye mellom år, fører dette til varierende rekruttering. I år med veldig lav vannstand fører trolig storsalamanderens predasjon og kannibalisme til at det knapt vokser opp en eneste larve, hverken av småsalamander eller storsalamander. Det er mye som tyder på at bestanden av begge arter i Arsenaldammen har vært liten hele tiden på 2000-tallet.

Tiltakene som ble gjennomført i 2018-19 og 2023 har kanskje hatt mindre negativ effekt på salamanderbestandene, enn det omfanget av arealbruksendringer kunne tyde på. Episoder som snødeponiet ser visuelt ikke bra ut, men det som skjedde i 2023 har trolig hatt liten negativ effekt på salamanderbestanden. Så lenge ikke sentrale arealer som yngledammen blir berørt, og det ikke anlegges et permanent snødeponi på butikktomta, er dette et lite problem for salamanderne.

Justeringen av det opprinnelige planforslaget, hvor det aller meste av yngledammen og flomskogsmarka ble bevart, var imidlertid helt essensielt for bevaringen av salamanderne i Arsenaldammen. Uten denne endringen ville antall individer for storsalamanderen ha kommet under et kritisk nivå og blitt utryddet i løpet av noen få år (Karlsson m.fl. 2007). Den genetiske statusen for denne bestanden gjør situasjonen ekstra sårbar. Skal den overleve over tid, må bestanden tilføres individer som øker den effektive populasjonsstørrelsen.

En foreløpig konklusjon er at vilkårene fra igangsettingsvedtaket fra 2018 er oppfylt. Det er imidlertid knyttet noe usikkerhet til en slik konklusjon. Først og fremst ved at tiltakene har vært

omfattende, selv om de viktigste arealene for salamanderne i begrenset grad er berørt. Generasjonstiden på seks år for storsalamanderen (Dervo m.fl. 2021), gjør at det vil ta tid før man ser de langsiktige effektene av tiltakene på Arsenalet. De positive effektene av de avbøtende tiltakene vil man først også se om noen år. Spesielt bør man følge den genetiske statusen på bestanden av storsalamander. Utsetting av larver for å øke den effektive populasjonsstørrelsen, slik det ble gjort i 2019, bør følges opp med nye genetiske undersøkelser. Dette kan være eneste måten bestanden av spesielt storsalamander vil overleve på i framtiden. I tillegg må dagens leveområde «vernes» mot nye negative tiltak. Det vil også være behov for å bruke den erfaringsbaserte forvaltningsmodellen for å følge med på om det er behov for å justere de avbøtende tiltakene.

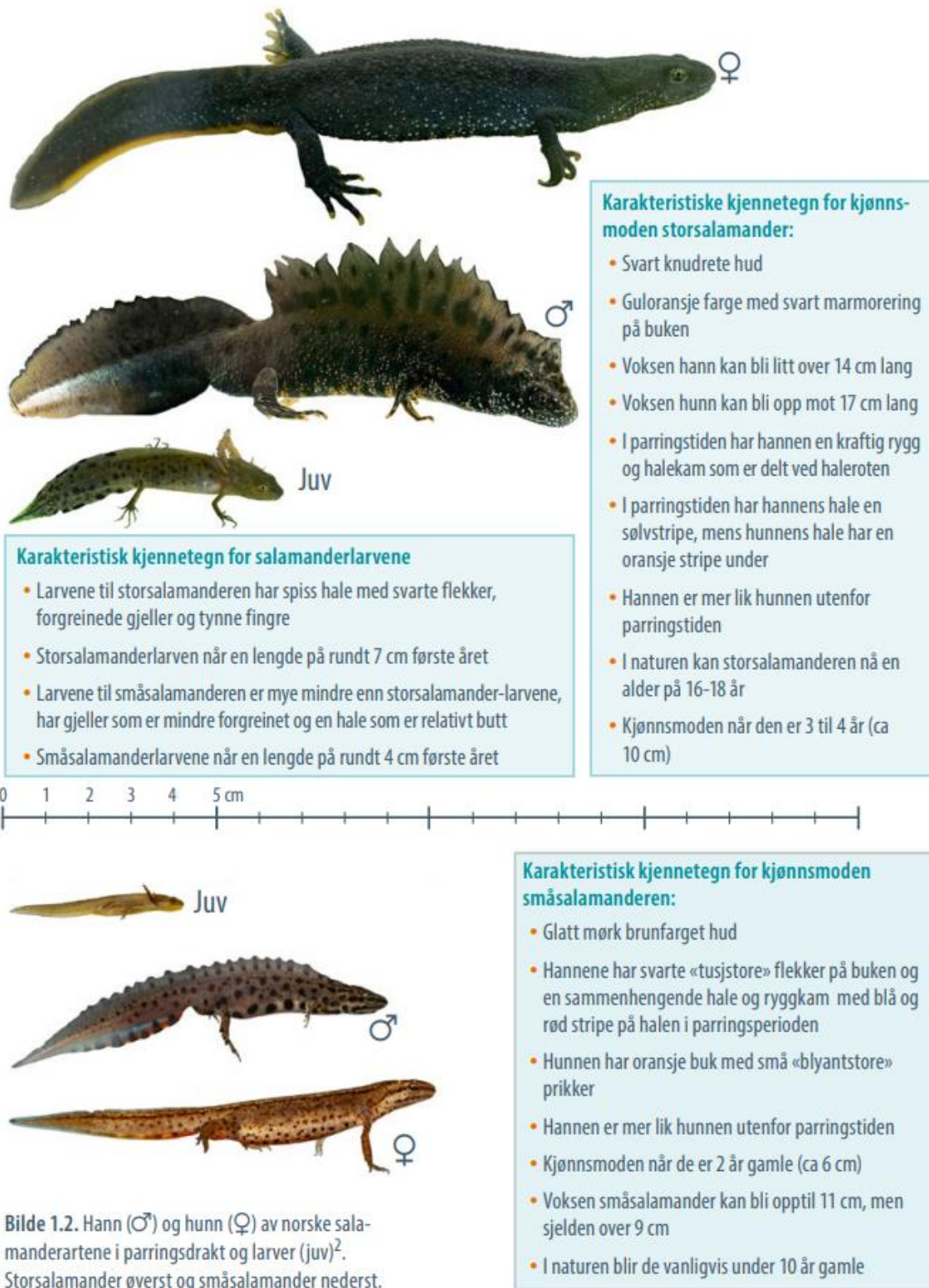
7 Referanser

- Amos, W., Worthington Wilmer, J., Fullard, K., Burg, T. M., Croxall, J. P., Bloch, D., & Coulson, T. (2001). The influence of parental relatedness on reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1480), 2021-2027. doi:10.1098/rspb.2001.1751
- Artsdatabanken 2023. [Artsdatabanken - Kunnskapsbank for naturmangfold](#). Nettside lastet 31.01.2023.
- Asplan Viak 2006. Konsekvensutredning for etablering av næring på Arsenalet, Kongsberg kommune. Internt notat.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57(1), 289-300. doi:10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x
- Berzin, D., & Burakova, A. (2022). Diet Features of the Crested Newt *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) at the Eastern Border of Its Range. *Russian Journal of Ecology*, 53(3), 221-227.
- Bryn, A., Bekkby, T., Dervo, B., Dolan, M., & Halvorsen, R. 2020. Hovedveileder for feltbasert kartlegging av terrestrisk, limnisk og marin naturvariasjon etter NiN. Utgave 1, kartleggingsveileder nr. 1. Artsdatabanken, Trondheim.
- Bolstad 2005. Undersøkelse av mulig biotop for salamander i tjern på Kongsgårdsmoen, Kongsberg kommune. Internt notat.
- Chaolong, W., Rosenberg, N. A., & Schroeder, K. B. (2012). A maximum-likelihood method to correct for allelic dropout in microsatellite data with no replicate genotypes.(Report)(Author abstract). *Genetics*, 192(2), 651. doi:10.1534/genetics.112.139519.
- Covaciu-Marcov, S. D., CICORT-LUCACIU, A. Ş., Mitrea, I., Sas, I., CĂUŞ, A. V., & CUPŞA, D. (2010). Feeding of three syntopic newt species (*Triturus cristatus*, *Mesotriton alpestris* and *Lisotriton vulgaris*) from Western Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 6(1).
- Danielsen, E. M., Dyrkorn, H. A., Langlie, A. S., & Magnussen, A. 2021. Salamander Identification Application. NTNU Norwegian University of Science and Technology. Faculty of Information Technology and Electrical Engineering. Department of Computer Science. Bachelor's project in Programming NTNU.
- Dervo upublisert. Overvåkingsdata fra 21 storsalamanderlokalteter i Lier kommune i perioden 2008 til 2020, inkludert merkeforsøk med PIT og radiosender i to av lokalitetene.
- Dervo, B.K. 2018. Salamanderdammen på Arsenalet. Hvordan sikre salamanderbestanden. NINA prosjektnotat 107. Norsk institutt for naturforskning.
- Dervo, B. K. 2020. Salamanderdammene ved Vesle Ossjøen. Vurdering av sårbarhet ved framføring av rørgate. NINA Rapport 1871. <https://hdl.handle.net/11250/2680137>
- Dervo, B.K. 2021. Arsenaldammen. Status for salamanderprosjektet 2021. NINA prosjektnotat 316.
- Dervo, B.K. 2023a. Arsenaldammen. Statusrapport 2022. NINA Prosjektnotat 432. Norsk institutt for naturforskning.
- Dervo, B.K. 2023b. Råd om hensyn i forbindelse med nybygget som etableres i funksjonsområdet til salamanderne på Arsenalet. Internt notat.
- Dervo, B.K. 2023c. Snødeponiet ved Arsenaldammen - oppsummering etter to befaringer. Internt notat.
- Dervo, B.K. 2023d. Salamandernes funksjonsområde på Arsenalet - forslag på restaurering av bukttomta med tilhørende vei. Internt notat.
- Dervo, B. K. 2023e. Salamanderdammene ved Vesle Osensjøen. Evaluering av gjennomførte avbøtende tiltak for småsalamander etter framføring av rørgate. NINA Rapport 2331. Norsk institutt for naturforskning.

- Dervo, B. K., Museth, J., Skurdal, J., Berg, O. K., & Kraabøl, M. 2014a. Comparison of active and passive sampling methods for detecting and monitoring the smooth newt (*Lissotriton vulgaris*) and the endangered northern crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetology Notes*, 7, 265-272.
- Dervo, B. K., Dokk, J. G., Dokk, T., & Ross, M. 2014b. Overvåking av storsalamander i Osloområdet og Geitaknottane i 2013.
- Dervo, B. K., Bærum, K. M., Skurdal, J., & Museth, J. 2016. Effects of Temperature and Precipitation on Breeding Migrations of Amphibian Species in Southeastern Norway. *Scientifica*, 2016, 8, Article 3174316. <https://doi.org/10.1155/2016/3174316>
- Dervo, B.K., Bærum, K.M. & Diserud, O. 2017. Bruk av overvåkingsdata til beregning av bestandsutvikling hos storsalamander *Triturus cristatus* og småsalamander *Lissotriton vulgaris* i Norge. NINA Rapport 1408. Norsk institutt for naturforskning.
- 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.
- Dervo, B. K., & van der Kooij, J. 2020a. Tiltakshåndbok for storsalamander - Erfaringer fra restaurerings- og skjøtselstiltak. NINA Temahefte 73. <https://hdl.handle.net/11250/2675363>.
- Dervo, B.K., Haugen, H., & Brandsegg, H. 2020b. Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune. Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak. NINA Rapport 1823. Norsk institutt for naturforskning.
- Dervo BK, van der Kooij J, Johansen & B.S. 2021. Artsgruppeomtale amfibier og reptiler (Amphibia og Reptilia). Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rod-listeforarter2021/Artsgruppene/AmfibierogReptiler>.
- Drechsler, A., Bock, D., Ortman, D., & Steinfartz, S. 2010. Ortman's funnel trap – a highly efficient tool for monitoring amphibian species. *Herpetology Notes*, 3, 13-21.
- Fasola, M. 1993. Resource partitioning by three species of newts during their aquatic phase. *Ecography*, 16(1), 73-81.
- Framstad, E., Bevanger, K., Dervo, B., Endrestøl, A., Olsen, S.L. & Pedersen, H.C. 2018. Faggrunnlag for kartlegging av økologiske funksjonsområder for terrestriske arter. NINA Rapport 1598. Norsk institutt for naturforskning.
- Gregersen, F. 2015. Notis vedrørende fangst av salamandere i dammen på Arsenalet 2015. Internt notat.
- Griffiths, R., & Mylotte, V. 1987. Microhabitat selection and feeding relations of smooth and warty newts, *Triturus vulgaris* and *T. cristatus*, at an upland pond in mid-Wales. *Ecography*, 10(1), 1-7.
- Gustafson, D. 2011. Choosing the best of both worlds. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*(2011: 87).
- Hamilton, M. B. 2009. Population Genetics. UK: Wiley-Blackwell.
- Hardy, O. J., & Vekemans, X. 2002. spag e d i: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. *Molecular Ecology Notes*, 2(4), 618-620. doi:10.1046/j.1471-8286.2002.00305.
- 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*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10592-020-01266-6>
- Haugen, H., Dervo, B. K., Østbye, K., Heggenes, J., Devineau, O., & Linløkken, A. 2023. Genetic diversity, gene flow, and landscape resistance in a pond-breeding amphibian in agricultural and natural forested landscapes in Norway. *Evolutionary Applications*. DOI: 10.1111/eva.13633.
- Karlsson, T., Betzholtz, P.-E., & Malmgren, J. C. 2007. Estimating viability and sensitivity of the great crested newt *Triturus cristatus* at a regional scale. *Web Ecology*, 7(1), 63-76.

- Magnus, R., & Rannap, R. 2019. Pond construction for threatened amphibians is an important conservation tool, even in landscapes with extant natural water bodies. *Wetlands Ecology and Management*, 27, 323-341.
- Malmgren, J.C. 2007. Åtgärdsprogram för bevarande av större vattensalamander och dess livsmiljöer (*Triturus cristatus*). Natutvårdsverket. Rapport 5636. 61 s.
- Miró, A., O'Brien, D., Tomàs, J., Buchaca, T., Sabas, I., Osorio, V., Lucati, F., Pou-Rovira, Q., & Ventura, M. 2020. Rapid amphibian community recovery following removal of non-native fish from high mountain lakes. *Biological conservation*, 251, 108783.
- NGU 2023. https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ Nettside lastet 31.01.2023.
- Peakall, R., & Smouse, P. E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics*, 28(19), 2537-2539. doi:10.1093/bioinformatics/bts460.
- Rousset, F. 2008. genepop '007: a complete re-implementation of the genepop software for Windows and Linux. *Molecular Ecology Resources*, 8(1), 103-106. doi:10.1111/j.1471-8286.2007.01931.x
- Strand L.Å. 2006. Amfibieregistreringer i Kongsberg. Rapport til Kongsberg kommune. Internt notat.
- Strand L.Å. 2018. Arsenaldammen på Kongsgårdmoen i Kongsberg: Vurdering av effekt av oppfylling ved dammen på salamanderpopulasjon en. Rapport til fylkesmannen i Buskerud. Internt notat.
- 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. Norsk institutt for naturforskning (NINA)).
- Unglaub, B., Steinfartz, S., Kühne, D., Haas, A., & Schmidt, B. R. 2018. The relationships between habitat suitability, population size and body condition in a pond-breeding amphibian. *Basic and Applied Ecology*, 27, 20-29.

8 Vedlegg



Kilde: Dervo & van der Kooij 2020a.

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 Ims 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- 5232-4

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger