

1823

NINA Rapport

Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune

Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende tiltak

Børre K. Dervo
Hanne Haugen
Hege Brandsegg



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Salamanderdammen på Arsenalet i Kongsberg kommune

Oppsummering av gjennomførte undersøkelser og avbøtende
tiltak

Børre K. Dervo
Hanne Haugen
Hege Brandsegg

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.

Lillehammer, juni 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4582-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Frode Fossøy

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Jon Museth (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Kongsberg næringsparkutvikling AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Eva Kristin Aarbak, KTP

FORSIDEBILDE

Dammen på Arsenalet 31. mai 2019. Foto: Eva Kristin Aarbak, KTP ©.

NØKKEWORD

Kongsberg kommune

Småsalamander *Lissotriton vulgaris*

Storsalamander *Triturus cristatus*

Forekomst

Bestandsstørrelse

Arealbruksendringer

Økologisk funksjonsområde

Genetisk isolasjon

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

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

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

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

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

www.nina.no

Sammendrag

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

Av totalarealet på 34 500 m² rundt tjernet på Arsenalet i Kongsberg kommune, har utfyllingen redusert arealet med salamanderhabitat (vann, godt og middels godt til dårlig landhabitat) med 5 900 m² (23 %). Gjennom habitattiltak er tapet av vann- og godt landhabitat redusert, og nedgangen for disse arealkategoriene er estimert til 1 200 m² (10 %).

Totalt ble det fanget 193 småsalamander og 23 storsalamander under rusefangsten i tjernet. Det tilsvarer en fangst per rusetime (CPUE) på henholdsvis 0,192 og 0,022 for de to artene. Antall individer fanget pr arealenhet av de to salamanderartene på Arsenalet er som gjennomsnittet for store salamanderlokaliteter i kulturlandskapet på Østlandet.

Resultatene fra de ulike genetiske analysene peker i retning av at tjernet på Arsenalet er mer utsatt for negative effekter av isolasjon, sammenlignet med dammene på Notodden. Det er særlig underskuddet av heterozygote som viser dette.

Alt tyder på at tjernet på Arsenalet fortsatt har en relativt livskraftig bestand av både stor- og småsalamander. Trolig vil habitattiltakene som er gjennomført i stor grad kompensere for tapet av arealer som skyldes utfyllingene. Det som gir mer grunn til bekymring er de langsiktige effektene av den genetiske isolasjonen. Allerede nå er denne målbar, selv om omfanget fortsatt er litt usikkert. Bestanden vil være svært utsatt for genetisk drift. Skal bestanden overleve på sikt vil det trolig være nødvendig med støtteutsettinger.

Børre Dervo, NINA, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer (borre.dervo@nina.no)

Hanne Haugen, Ola Storengs veg 7, 3684 Notodden (haugen.hanne@gmail.com)

Hege Brandsegg, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim (hege.brandsegg@nina.no)

Abstract

Dervo, B.K., Haugen, H. & Brandsegg, H. 2020. The newt pond at the Arsenalet in Kongsberg municipality. Summary of completed surveys and mitigation measures. NINA Report 1823. Norwegian Institute of Natural Research.

Of the total area of 34,500 m² around the pond at Arsenalet in Kongsberg municipality, the filling has reduced the area of newt habitat (water, good and medium good to poor land habitat) by 5 900 m² (23%). Through habitat measures, the loss of water and good land habitat has been reduced, and the decline for these land categories has been estimated to 1,200 m² (10%).

A total of 193 common newt and 23 great crested newt were caught during the trapping in the pond, respectively. This corresponds to a catch per day per trap (CPUE) of 0.192 and 0.022 for the two species, respectively. The number of individuals capture per area unit of the two salamander species on the Arsenal corresponds to the average for large salamander sites in the cultural landscape of eastern Norway.

The results of the various genetic analyzes showed that the pond at Arsenal was more exposed to negative effects of isolation, compared to the ponds at Notodden. It is especially the deficit of heterozygotes that shows this.

The results indicate that the pond at Arsenalet still has relatively viable populations of both common and great crested newt. The habitat measures that have been implemented will probably partly compensate for the loss of land due to the fillings. However, as the genetic analysis indicate, the long-term effects of genetic isolation might be negative in the long run. The population will be vulnerable to genetic drift. If the population shall be viable in the long term, support stockings might be necessary.

Børre Dervo, NINA, Vormstuguvegen 40, N-2624 Lillehammer (borre.dervo@nina.no)

Hanne Haugen, Ola Storengs veg 7, N-3684 Notodden (haugen.hanne@gmail.com)

Hege Brandsegg, NINA, Postboks 5685 Torgarden, N-7485 Trondheim (hege.brandsegg@nina.no)

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Revidert tiltaks- og utfyllingsplan.....	8
1.2 Oppstartmøte og befaring.....	8
1.3 Salamander på Arsenalet.....	11
1.4 Genetisk isolasjon.....	12
1.5 Det økologisk funksjonsområdet til salamanderne.....	12
1.6 Oppdraget.....	14
2 Materiale og metode	15
2.1 Rådgiving og veiledning.....	15
2.2 Temperaturmålinger og vannprøve.....	15
2.3 Rusefangst av salamander.....	15
2.4 Genetikk.....	16
3 Rådgiving og veiledning	18
3.1 Risikovurdering av anleggsfasen.....	18
3.2 Fyllingsfront og oppfylling.....	18
3.3 Molo og støttemuren i fyllingsfront.....	19
3.4 Masser og trevirke til habitatforbedring (massedeponi).....	20
4 Habitattiltak	21
4.1 Salamanderhotell.....	21
4.2 Vannivå i tjernet.....	24
4.3 Habitatforbedringer av landområdene.....	26
4.4 Arealbruksendringer.....	29
5 Gjennomførte undersøkelser	30
5.1 Vannprøver.....	30
5.2 Rusefangst.....	31
5.3 Genetikk.....	31
6 Diskusjon	34
6.1 Status for storsalamanderbestanden.....	34
6.2 Genetiske effekter av isolasjon.....	34
6.3 Arealbruksendringer og effekter på salamanderne.....	35
6.4 Konklusjon og oppfølgende undersøkelser.....	36
7 Referanser	37
Vedlegg	39

Forord

Dette prosjektet er utført på oppdrag av Kongsberg næringsparkutvikling AS og er en tiltaksplan for bevaring av salamanderne i forbindelse med utfylling av arealer på Arsenalet i Kongsberg kommune. Rapporten beskriver gjennomførte undersøkelser og ulike avbøtende tiltak før og etter anleggsfasen for å ta vare på salamanderbestandene i og rundt dammen. 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 har stått for innsamling av genetikkprøver. Hanne Haugen og Hege Brandsegg har stått for analysene av genetikkprøvene. Alle takkes for innsatsen. Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Eva Kristin Aarbakk, KTP.

Lillehammer, juni 2020

Børre K. Dervo
Prosjektleder

1 Innledning

Konsekvensutredning for omregulering av arealene ved Arsenalet ble gjennomført i 2007 (Kongsberg kommune 2007). Selve reguleringsplanen ble vedtatt 10.05.2007, og 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, Bergmannsveien, med bakgrunn i reguleringsplanen for Arsenalet vedtatt 10.05.2007. 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:

1. *Alternative arealløsninger, eksempelvis bruk av alternative arealer innenfor regulert industriområde ser ikke ut til å være drøftet.*
2. *Vi ser ikke at det foreligger faglige rapporter som kan gi rammer for avbøtende tiltak dersom det skal fylles opp i bekkedalen.*
3. *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»

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

1.1 Revidert tiltaks- og utfyllingsplan

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 som en del av planen for oppfylling av området 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 «butikktoalet».
- 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 innsamling 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 (kartsisse 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.

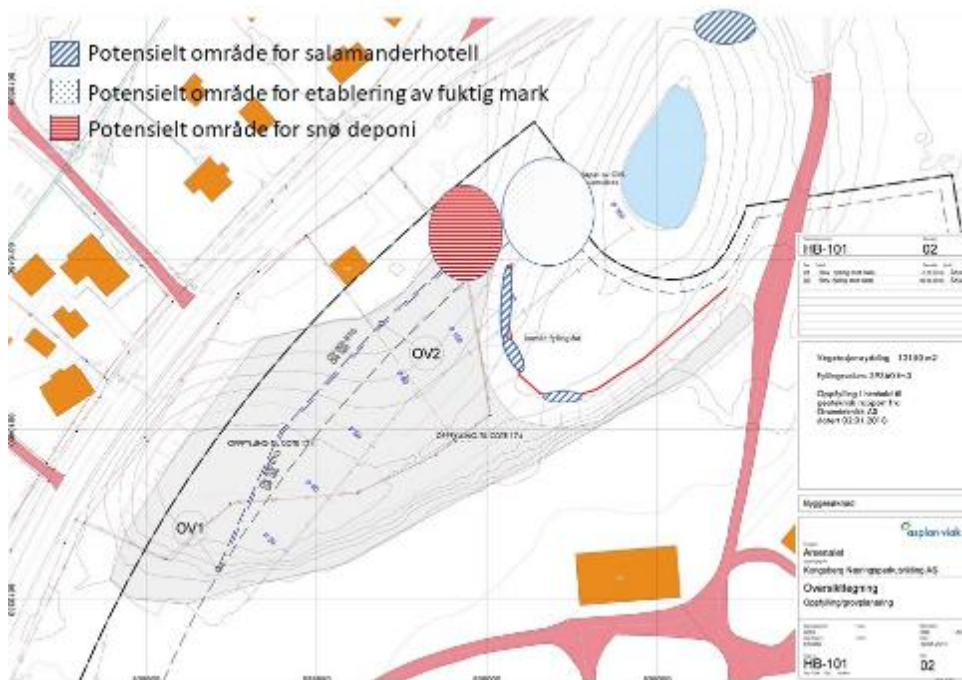
1.2 Oppstartmøte og befaring

Den 24. januar ble det gjennomført et oppstartmøte med befaring hvor rammene for oppfylling og habitattiltak ble bestemt. Deltagere var Kine Fuske Jensen fra Kongsberg kommune (var med på første del av befaringen), Knut Teigen fra KE-entreprenør, Børre Dervo fra NINA og Eva Kristin fra KTP. Følgende ble bestemt og eller utført (Møtereferat KTP 24. januar, **vedlegg 1**, og egne notater):

- På befaringen ble ytterste linje på fyllingsfot merket av i felt:
 - Det ble satt ned stikk i terrenget som viste linjen for fyllingsfoten
 - Denne linjen skulle måles inn av stikker 25.01.2019.
 - Innmålingene skulle legges inn på tidligere brukt kart i prosjektet, for å ha en oppdatert tegning som alle var omforent om angående fyllingsfront .
- Linjen for fyllingsfronten vil etter dette være grensen for hvor langt KE vil kunne grave.
- Det skulle etableres en steinmur i foten av skråningen som kunne benyttes som salamanderhotell. Etablering av hotell skulle ikke gjøres før NINA ga klarsignal. Det skulle skje etter at mesteparten av salamandervandringen var over i april.
- Hvor og hvordan muren skulle plasseres, skulle vurderes nærmere i samråd med oppdragsgiver og entreprenør. NINA skulle lage en skisse for utforming av salamanderhotell (Se **vedlegg 2**).
- Det etableres en «molo» av lokale sandmasser bak linjen for fyllingsfronten for å hindre forurensning til salamanderdammen. Med forurensning menes oljesøl, diesel og finstoff som reiser med vann ved graving. Denne plasseres slik at jobben med steinmur forenkles. Muringen vil skje om våren og blir gjort for å klargjøre for videre fylling.
- Moloen må ikke være brattere enn at salamandere som eventuelt finnes på oversiden kan vandre over moloen (< 30 °).
- NINAs prosjektnotat fra tidligere skulle oppdateres med det som det ble enighet om¹. Dette skulle inneholde fremgangsmåten for arbeidene det var blitt enighet om på oppstartmøte, plan for når det skulle være en ny felles befaring og litt info om risikoene i forhold til salamanderne.

Figur 1.1 viser kart over dammen på Arsenalet med utfyllingsområde, overvannsledning (blå stiplet linje) og den opprinnelige fyllingsfronten (svart stiplet linje). Vannspeilet på **figur 1.1** er målt til rundt 700 m² (blå farge). Gjennomgangen av flyfoto på Norge i bilder (www.norgebilder.no), viser at vannstanden i tjernet på Arsenalet varierer mye gjennom en sesong og mellom år. Enkelte år er vanddekt areal ned mot 500 m² på det laveste og opp til drøyt 2 500 m² på det høyeste. Det er først og fremst snøsmeltingen om våren som utgjør den viktigste vannkilden til tjernet i et «normalår». Vannstanden er gjerne størst i begynnelsen av mai og synker utover sommeren, for så å fylles opp gjennom vinteren og våren. Den nye foreslåtte utfyllingsfronten (rød linje) vil gi et vannspeil på rundt 2 400 m² i en «normal vårflo». Fyllingsfronten vil først og fremst bety et redusert vanddekt areal ved vannstand over en «normal vårflo». Årsaken til det er at terrenget som planlegges utfyllt har en lavere stigningsgrad enn terrenget i områdene i vest, nord og øst for dammen (Se **figur 1.1**). **Figur 1.2** og **1.3** viser et kartutsnitt fra FKB N5 og ortofoto over tjernet på Arsenalet. Flybildet er fra 5. mai 2016 og viser dammen fylt opp til ca. kote 168 som gir en vannareal på rundt 2 400 m². Det er det samme vannarealet som er tegnet inn på N5 kartet og som etter Kartverkets regler for tegning av kart representerer «breddfullt» tjern (Zinke og Dervo 2019).

¹ I etterkant av møtet ble det bestemt å lage en ny rapport (denne rapporten) og ikke revidere Dervo 2018. I tillegg skulle NINA lage et arbeidsnotat som inneholdt beskrivelse av utformingen av habitat-tiltakene (vedlegg 1)



Figur 1.1. Planlagt utfyllingsområde på Arsenalet, Kongsberg kommune, skravert grått. Opprinnelige fyllingsfront svart stiplet linje. Overvannsledning i blå stiplet linje. Grense for ny fyllingsfront tegnet med rødt. Foreløpig skisse på plassering av hotell og restaurering av «våtmark». Område for snødeponi var kun et forslag som skal utredes videre.



Figur 1.2. Kartutsnitt (N5) for tjernet (UTM33 Ø197882, N6622510) og utfyllingsområdet på Arsenalet, Kongsberg kommune. Kilde: Statens kartverk, Digital Norge.



Figur 1.3. Ortofoto (N5) for tjernet og utfyllingsområdet på Arsenalet, Kongsberg kommune. Kilde: Norge i Bilder, Statens kartverk og NIBIO.

1.3 Salamander på Arsenalet

Figur 1.4 viser kjente forekomster av stor- og småsalamander i nærområdet til Arsenalet på Kongsberg (www.artskart.artsdatabanken.no). Forekomsten på Arsenalet er eneste kjente forekomst i Kongsberg by, mens det er noen kjente forekomster av småsalamander. Nærmeste kjente forekomst for storsalamander er tre små tjern sør for Buvannet på grensa mot Notodden (9 km i luftlinje) og fire tjern/dammer på Sättvet på Skollenborg (5,5 km i luftlinje). Med bakgrunn i mye veier, annen infrastruktur og geografisk avstand er salamanderdammen på Arsenalet i praksis helt isolert fra andre storsalamanderlokalteter. Småsalamanderen har lokaliteter som ligger i overkant av en km fra Arsenalet og som i utgangspunktet er innenfor artens vandringskapasitet. Bestanden av småsalamander er imidlertid også i praksis isolert pga. Lågen, veier og annen infrastruktur.



Figur 1.4. Forekomst av storsalamander (brunt punkt) og småsalamander (grønt punkt) i nærområdet til tjernet på Arsenalet (rød ring), Kongsberg kommune. Kilde: Artskart Artsdatabanken.

1.4 Genetisk isolasjon

Når en populasjon blir mer eller mindre isolert vil den etter hvert tape genetisk variasjon gjennom en mekanisme kalt genetisk drift. Tap av genvarianter (alleler) fører til en dårligere evne til å tilpasse seg endringer i miljøet (Frankham 2015), fordi populasjonen får mindre evne til å respondere på slike endringer gjennom naturlig seleksjon. Små populasjoner er mer utsatte for genetisk drift, men de er også mer utsatte for innavl. Innavl oppstår når individene i en populasjon mister muligheten til å pare seg med ikke-beslektede individer. Både genetisk drift og innavl fører til en økning i andel homozygote på bekostning av heterozygote (Hamilton 2009). Homozygoter er individer med to like alleler (genvarianter) av et gen, mens heterozygoter har to ulike alleler. Skadelige alleler er ofte recessive, det vil si at de kun kommer til uttrykk i homozygoter. Isolering fører derfor til en økning av uttrykte skadelige alleler, som igjen gir lavere «fitness» (levedyktighet, formeringsevne)(Keller & Waller 2002).

1.5 Det økologiske funksjonsområdet til salamanderne

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 naturmangfoldloven² 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 funksjonsområdet til bestander av små- og storsalamander som en sirkel med radius på 300 meter rundt ynglelokaliteten pluss vandringskorridorer (**Figur 1.5**). 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. 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. Trehundre meter anses derfor som et godt kompromiss for å definere en storsalamanderbestands funksjonsområde. I tillegg kommer selvsagt grønnstrukturer med få menneskelige inngrep, gjerne fuktdrag som bekker, mellom ulike bestander. Dette er vandringskorridorer som sikrer genetisk utveksling mellom bestander. Viktige typer funksjonsområder for storsalamanderne er overvintringsplassen, vandringskorridorer, yngledammen, sommerhabitat og spredningskorridorer, er nærmere omtalt under.

Overvintringsplassen

Om høsten og vinteren ligger storsalamanderen i dvale. De voksne velger de samme overvintringsplassene hvert år. 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 vindfall 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. 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 tilgangen på gode overvintringsplasser. For de fleste bestandene vil 80 prosent av dyrene overvintre innenfor 100 m fra ynglelokaliteten.

² <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>



Figur 1.5. Kart som viser funksjonsområde med radius på henholdsvis 150 (gult) og 300 m (rødt) rundt tjernet på Arsenalet, Kongsberg kommune.

Vandringskorridoren

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. 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.

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

Yngledammen

De fleste voksne storsalamanderne oppsøker om våren den dammen de selv ble født i for å ynkle. Yngledammene er permanente dammer uten fisk som gjerne er mellom 100 til 6 000 m² og dybde fra 0,5 til 3 meter. Gjennomsnittsstørrelsen på kjente yngledammer i Oslofjordområdet er på rundt 1 000 m². Storsalamanderne samles i mai i grupper på spillplasser i strandsonen på ca. 20-60 cm dyp. Kurtisen starter normalt ved en vanntemperatur på ca. 10 °C. Egglegging starter umiddelbart etter parring. Hunnen legger 150 til 200 eggene enkeltvis i vegetasjonen og egglegging pågår i mai og tidlig i juni.

Sommerhabitatet

Flertallet av de voksne storsalamanderne forlater yngledammen etter perioden med forplantning. De første starter gjerne utvandringen i juni, men i enkelte lokaliteter kan mange av de bli i dammen helt til de vandrer til overvintringsplassen i august og september. På land oppholder ofte storsalamanderne seg nær yngledammen (< 50 -100 m) i perioden før de går i dvale. Årsaken til dette er at det ofte er her de finner de beste områdene med skjul og næring. I landfasen er dyrene nattaktive. En voksen storsalamander på land bruker et lite areal som sitt «hjemmeområde». Den kan gjerne oppholde seg på et areal som er mindre enn 10 m² over en lengre periode. 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. For skogsdammen er gammelskogen det optimale sommerhabitatet.

Spredningskorridoren

Vandringskorridorer mellom ulike bestander av storsalamander er viktig for å sikre genflyt mellom bestander. Spredningsveier er gjerne små bekke- og våtdrag. Isolasjon som fører til liten effektiv populasjonsstørrelse over tid, er en av de største utfordringene til mange bestander av storsalamander i Norge i dag. I tillegg til å sikre ynglelokaliteter med landområdene rundt, er det derfor viktig å bevare spredningskorridorene mellom dammene.

1.6 Oppdraget

NINA skal bistå Kongsberg Næringsparkutvikling med å oppfylle vilkårene i tillatelsen fra Kongsberg Kommune. Dette skal skje gjennom rådgiving ift. utbyggingsplaner, veiledning for gjennomføring av avbøtende tiltak og kartlegging og overvåking av salamanderbestanden på Arsenalet.

2 Materiale og metode

2.1 Rådgiving og veiledning

Rådgiving og veiledning ble lagt opp som møter, diskusjoner på tlf. og e-post. og feltbefaringer. Følgende e-post, møter og befaringer har vært viktig i prosessen med å komme fram til en tilpasset utbyggingsplan og utforming av avbøtende tiltak:

- Oppstartmøte og befaring med oppdragsgiver, entreprenør og Kongsberg kommune 24. januar 2019 (**Vedlegg 1**).
- E-post av 24.01.2019 fra KTP med bekreftelse på tiltak og framdriftsplan.
- E-poster hver andre uke i perioden februar til ut april med bilder av anleggsarbeidet (kontroll av punkter i avtalt plan).
- Statusmøte med KTP 26. mars 2019 med feltbefaring av anleggsarbeidet og utplassering av temperaturlogger i tjernet på Arsenalet.
- Feltbefaring med KTP og journalist 15. mai 2019 for demonstrasjon av salamanderfangst.
- Møte 7. juni 2019 med KTP og entreprenør og befaring og framlegging av forslag til skjøtsels- og habitattiltak (**Vedlegg 2**).
- Sluttbefaring 6. august med KTP og entreprenør på gjennomførte habitattiltak.
- Befaring 27. august 2019 med optak av temperaturlogger.

2.2 Temperaturmålinger og vannprøve

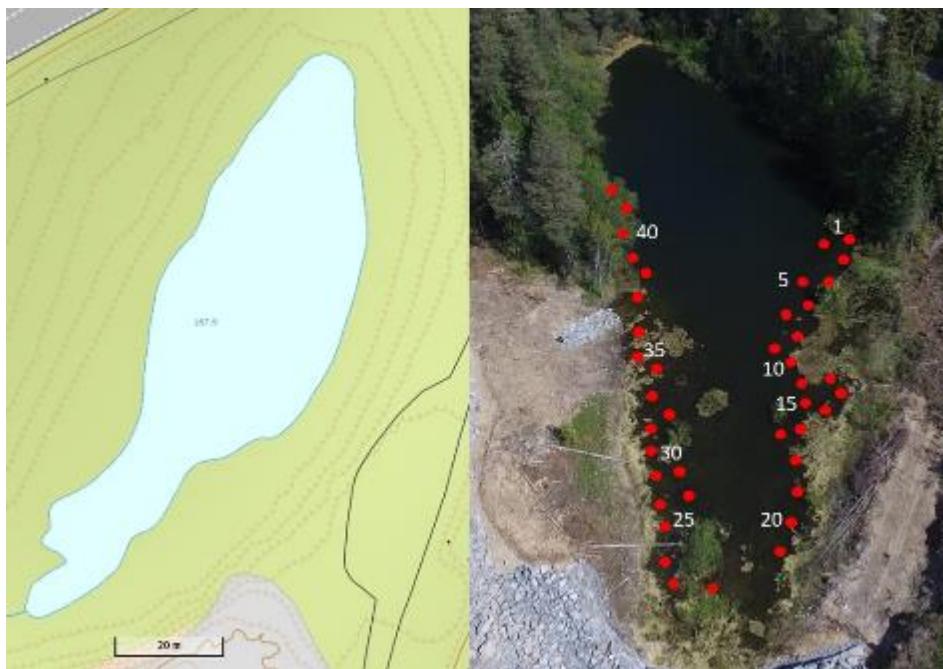
Temperatur ble registrert hver time fra 20. mars til 27. august 2019 med en programmerbar HOBO Pendant Temperatur datalogger (<http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ua-001-64>). Usikkerheten til denne loggeren oppgis til $\pm 0,53$ °C. Temperatur ble målt på ca. 30 cm og ca.100 cm dyp.

Vannprøver ble samlet inn i 0,5 l plastflaske 21. mars (sigevann) og 7. juni 2019 (overflatevann i tjernet). Vannprøvene ble holdt kjølig og sendt så raskt som mulig til analyse på SynLab på Hamar. Innhold av pH, ledningsevne, kalsium, farge (humus), turbiditet og et utvalg av tungmetaller ble analysert.

2.3 Rusefangst av salamander

Det ble brukt sammenleggbare nettingruser til fangst av salamander (Derovo, m.fl. 2014b, Drechler, m.fl. 2010). Disse rusene var laget av flettet nylon (tråddykkelse 0,5 mm) med en kjegleformet inngang ("kalv") i hver ende. På midten var det en glidelås som kunne åpnes for tømming av rusa. Lengden på rusen 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 flytering/ 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 nær 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 (**Figur 2.2**). Det er antatt at ruser med avstand på mer enn tre meter ikke påvirker hverandres fangst. 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.



Figur 2.2. Plassering av rusene under fangsten 15.05.2019 (røde prikker) rundt tjernet på Arsenalet (dronebilde til høyre). N5 kart til venstre.

Rusene ble plassert slik at deler av den stakk 5 til 10 cm over vannoverflaten, men med begge ruseinngangene neddykket. Indre ende sto vanligvis på bunnen og ei plastflaske/flytering sørget for at deler av rusa holdt seg over vann. Avstanden fra land og ut til rusene var mindre enn 5 m. Rusene ble satt ut kl. 09:00 den 15. mai og tatt opp igjen den påfølgende dag kl. 09:00.

2.4 Genetikk

I Arsenaldammen ble det fanget 23 storsalamandere som ble genotypet for 13 mikrosatellitter. Genotypingen mislyktes 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 (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 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 korrigert 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 multippel 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).

3 Rådgiving og veiledning

Innholdet i kapittel 3 og i 4 er formidlet muntlig på møter, befaringer eller i form av små notater til oppdragsgiver og entreprenør i perioden mars til juni 2019 (se f.eks. **vedlegg 2**).

3.1 Risikovurdering av anleggsfasen

Det var knyttet stor usikkerhet til hvor stor bestanden av spesielt storsalamander var i tjernet på Arsenalet før hogsten og anleggsvirksomheten startet i 2018. Det var kun påvist ett individ av storsalamander i 2015 (Gregersen 2015), og ingen i undersøkelsen som ble gjennomført i 2018 (Strand 2018). Begge disse undersøkelsene påviste småsalamander. Området som skulle fylles ut representerte potensielle overvintringsområder for salamanderne. Det var derfor stor sannsynlighet for at det lå salamandre i vinterdvale i dette området før anleggsvirksomheten startet i 2018. Hogsten som var gjennomført høsten 2018 hadde trolig allerede ført til noe dødelighet blant salamanderne som hadde lagt seg inn for overvintring. Oppfylling og graving på vinteren og våren før vårvandringen ville trolig kunne føre til noe økt dødelighet ut over det som allerede var påført salamanderbestanden.

En sein graving og utfylling på våren og tidlig sommerstid ville kanskje redusert faren for å ta liv av restbestanden av salamandre som lå i dvale i området som skulle fylles opp vinteren 2018-19. På den annen side ville graving våren og tidlig sommeren 2019, øke sannsynligheten for å ta livet av ikke kjønnsmodne individer (juvenile salamander) som trakk inn i utfyllingsområdet. Graving sommeren 2019 ville også føre til at salamanderhotellene ikke ville bli ferdig til dyrene på nytt skulle inn i vinterdvale. Det ville også føre til at restaurering av landhabitatene i øst ville pågå når dyrene på nytt gikk på land og skulle spise seg opp før overvintring. Det ville kunne føre til økt dødelighet i den delen av bestanden som brukte dette som sommerhabitat. Samtidig ville det samlede overvintringsområdet være redusert. Dette ville kunne føre til økt dødelighet til bestanden som holdt til nord og øst for tjernet.

Konklusjonen ble at det trolig ville gjøre minst skade på bestanden av små- og storsalamander i tjernet på Arsenalet å gjennomføre mest mulig av oppfyllingsarbeidet før vårvandringen startet i slutten av mars, ha opphold i arbeidet nær fyllingsfoten i april, ingen anleggsvirksomhet en time før solnedgang og en time etter solnedgang i april og ferdigstille alle habitattiltakene rundt tjernet innen 15 august. I hele perioden skulle tilførsel av forurensning og sedimenter til selve tjernet hindres og graving i selve tjernet skulle ikke forekomme.

Løsningen som ble valgt med anleggsarbeid vinteren og våren 2019 ville også være den mest kostnadsbesparende for utbygger og føre til mer ressurser til habitatforbedringer på restarealene. Hvis det ved kartlegging sommeren 2019 ble påvist svært lav bestandsstørrelse, var oppdragsgiver også forberedt på å bekoste støtteutsettinger av salamandere.

3.2 Fyllingsfront og oppfylling

Rød linje i **figur 1.1** representerte ytterste grense for gravearbeidet mot tjernet. Entreprenøren KE kunne traue ut og fylle opp arealet innenfor rød linje slik det ble enighet om på befaringsmøte 24.01.2019 fram til slutten av mars 2019. I april skulle utfylling foregå på dagtid. Myrjord som ble tatt ut skulle lagres på et egnet sted og erstattes med steinmasser fortløpende. Når tidspunkt for vandring startet i mars/april skulle anleggsarbeidet vurderes på nytt og tilpasses slik at faren for påkjørsel av vandrende dyr ble redusert. NINA ønsket å få tilsendt bilder omtrent en gang i uken på framdrift av anleggsarbeidet (Se f.eks. **figur 3.1** og **3.2**).



Figur 3.1. Utfyllingstomta 22. februar 2019. Foto: Eva Kristin Aarbakk ©.

3.3 Molo og støttemuren i fyllingsfront

Molo skulle etableres så raskt som mulig i januar for å hindre at uhell eller spillvann med mye sedimenter ble vasket ned i dammen. Moloen ble plassert slik at den kunne fungere som «plattform/anleggsvei» for oppmuring av mur og hoteller i fyllingsfronten. Den måtte da legges litt på innsiden av det som blir den fremtidige muren. Gravearbeidet måtte ikke gå nord for den røde linjen markert på **figur 1.1**. Oppmuring og utforming av støttemuren skulle stoppe opp under selve vandringen i april og kunne ferdigstilles i begynnelsen av mai.

Under arbeidet med utfyllingen viste det seg at det ikke var behov for molo. Utfyllingsfronten ble etablert raskt og fungerte som barriere for eventuell forurensning og spillvann. Mye av grovarbeidet på muren ble gjort før vandringene startet i april og ferdigstilt i begynnelsen av mai (**Figur 3.2**). Se for øvrig **kapittel 4.1**.



Figur 3.2. Fyllingsfronten på Arsenalet 2. april 2019, omtrent i perioden hvor aktiviteten nær tjernet ble redusert. Foto: Eva Kristin Aarbakk ©.

3.4 Masser og trevirke til habitatforbedring (massedeponi)

Masse ble lagret på et egnet sted rett sør for oppfyllingsarealet. De beste massene skulle tas vare på til bruk for habitatforbedrende tiltak.

Stokker og røtter som ble gravd fram fra myrområdet skulle også tas vare på til bruk for habitatforbedringer. Dette ble lagret på «butikktoalet» nord for tjernet (**Figur 3.1**).

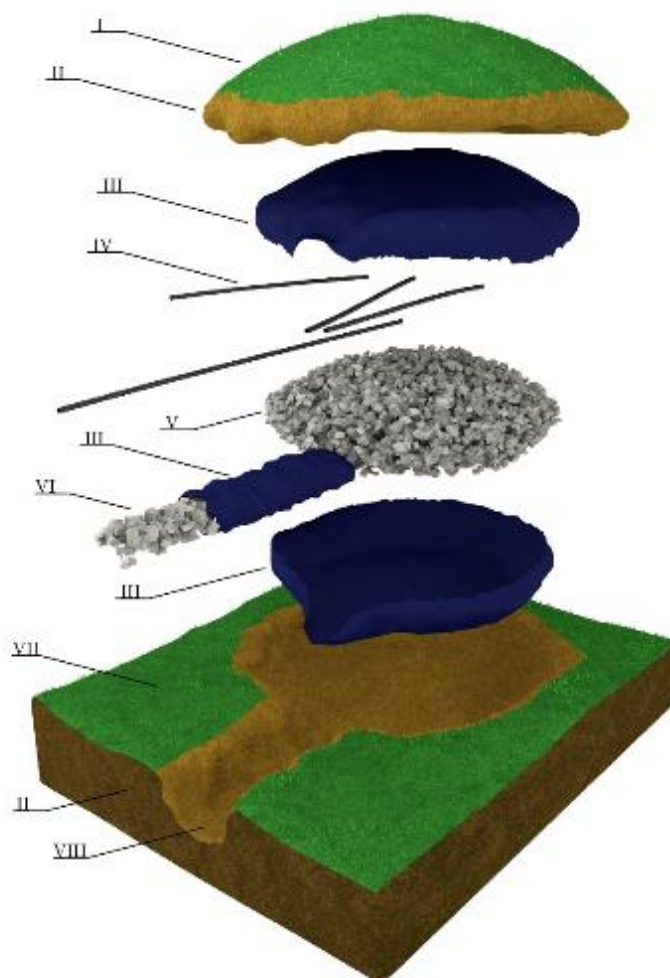


Figur 3.3. Lageret med stokker og røtter på butikktoalet nord for tjernet på Arsenalet. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

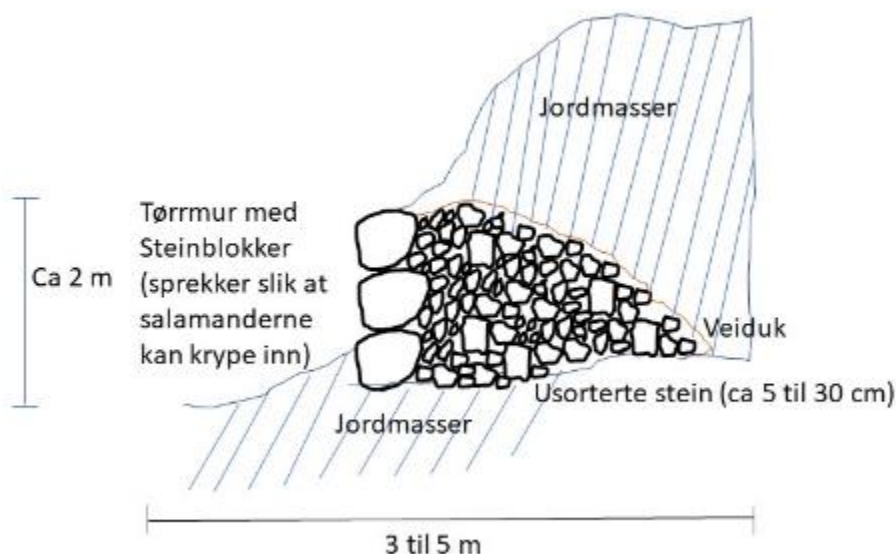
4 Habitattiltak

4.1 Salamanderhotell

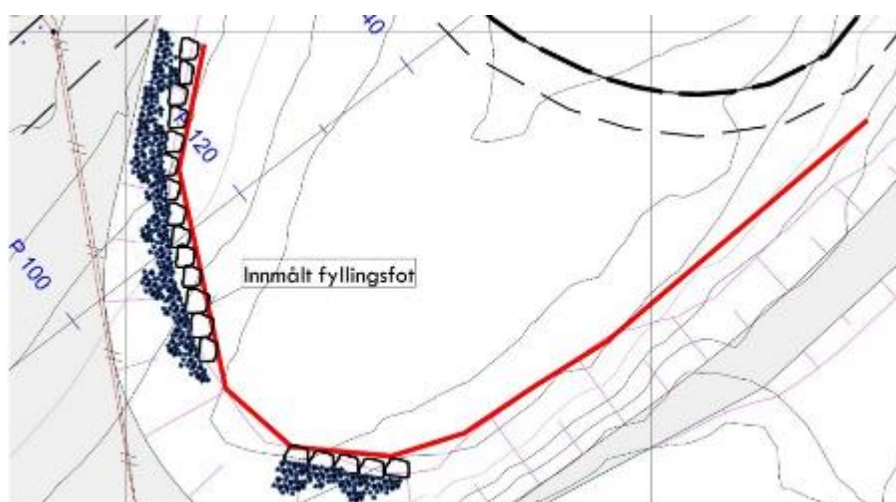
Figur 4.1 og **4.2** viser grunnprinsippene for utforming av salamanderhotellene ved Arsenalet. Det var opprinnelig planlagt å lage ett hotell inne i skogen ved «butikktoalet» tilsvarende modell som i **figur 4.1** og ett eller to hotell langs deler av fyllingsfronten etter modell og plassering som vist i **figur 4.2** og **4.3**. Hotellet ved fyllingsfronten kunne lages når vårvandringen i 2019 var over, dvs. i siste halvdel av april. Hotellet ved «butikktoalet» kunne vente til annet anleggsarbeid tillot dette, men i god tid før høstvandringen starter i slutten av august. Oppstart kunne skje når NINA ga klarsignal for dette. Det var da viktig å ha en befaring hvor detaljer for plassering og utforming ble gjennomgått med KE.



Figur 4.1. *Prisnippskisse for oppbygging av et hotell. I/II=jorddekke, III= veiduk, IV=dreneringsrør for tilgang til hotell, V/VI= usorterte steinmasser i størrelse 5 til 30 cm. Denne utformingen er mest aktuelt for et hotell som plasseres i nærheten av butikktomta.*



Figur 4.2. Skisse på utforming av salamanderhotell i fyllingsfronten på Arsenalet. Åpen steinfront av store blokker erstatter dreneringsrør som inngang til hotellene.



Figur 4.3. Skisse for plassering av hoteller i fyllingsfronten på Arsenalet.

Steinmuren ved fyllingsfronten ble utformet som ett stort hotell, ca. 40 meter langt og 2 meter høyt i fronten (**Figur 4.4**). Selve hotellet ble ferdigstilt månedsskiftet april-mai. Arronderingen av jordvullen over og bak hotellet ble ferdigstilt utover i mai.

Hotellene ved «butikktoalet» i nordøst ble plassert i skråningen ned mot tjernet (Se **figur 4.8** for plassering). I utgangspunktet var det planlagt ett hotell her. Det ble laget to hoteller etter modellen som er vist i **figur 4.1**, men plassert i skråbakke med inngangen nederst pekende mot tjernet (**Figur 4.5**). Et tredje hotell ble laget med kun trerøtter og stokker som materiale. Resten av lageret med tremasser som ikke ble brukt til habitatforbedrende tiltak i området for øvrig, ble dekket over med jord (Se **figur 4.8** for plassering). Enkelte av røttene og stokkene ble plassert slik at de stakk ut av jordhaugen. Disse vil fungere som inngang (**Figur 4.6**).



Figur 4.4. Støttemuren ved fyllingsfronten på Arsenalet laget som et stort salamanderhotell. Tørrmuren i fronten er stablet for å lage godt med hulrom som gir lett tilgang til de bakenforliggende grove steinmassene. Bilde opp til høyre viser de usorterte og vaska massene som ligger bak støttemuren (lengde på gulboka er 19 cm). Over steinmassene er det lagt en veiduk for å hindre at jord trenger inn. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 4.5. Inngangen til de to salamanderhotellene ved «butikktoalet» ved tjernet på Arsenalet. Det er inngang både gjennom steinmassene som stikker helt ut i fronten og dreneringsrørene som går inn i hotellet. Dreneringsrørene er perforert med hull på 16 mm for hver 30 cm langs hele røret. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

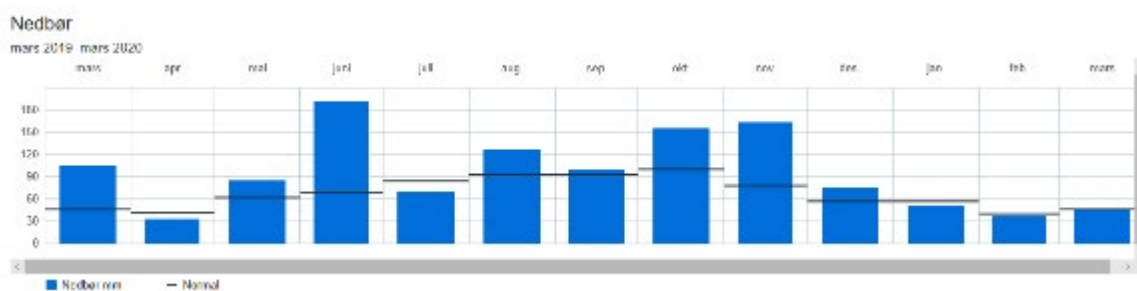


Figur 4.6. Hotellet av kun tremasser på «butikktomta» med stokk og rot stikkende ut som inngang til selve hotellet. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

4.2 Vannivå i tjernet

Det var ønskelig å sette opp en målestav for måling av vannivået i tjernet. Denne skulle ha godt synlige merker for hver 10 cm og merkes med tall som kan leses fra land. Målestaven skulle sjekkes en gang i uka i den kritiske perioden i mai og juni. Vanndybden skulle kalibreres opp mot målestaven en gang i løpet av sommeren 2019. Målestaven skulle på plass mens det enda ligger is på dammen. Av praktiske årsaker ble ikke målestaven satt ut i 2019. Dette vil bli gjort i 2020.

I 2019 viste utviklingen i vannstanden i tjernet på Arsenalet et normalt forløp. Tjernet var fylt opp til kote 168 i mai, dvs. et vannareal på rundt 2 400 m². Mye nedbør i juni sikret stabil vannstand i perioden som eggene til salamanderne klekket (**Figur 4.7**). Utover sommeren var det normalt med nedbør og vannarealet i tjernet ble redusert til rundt 1 200 til 1 000 m² i august. Dette samsvarer med rekonstruksjoner fra «Norge i bilder» for et «normal år».



Figur 4.7. Nedbørstatstikk på målestasjonen Kongsberg Brannstasjon fra mars 2019 til mars 2020. Kilde www.yr.no.

Overflatevannet fra Arsenalet og bekken fra vest som var vannkildene til tjernet før utbyggingen, kom ut i dagen helt øverst på arealet som i dag er fylt opp. Dette vannet blir nå ført ut i en overvannsledning som kommer ut litt over kote 168 vest for tjernet (**Figur 4.8**). Utløpet nedenfor overvannsledningen er steinlagt for å hindre erosjon (**Figur 4.9**). Utløpet er laget med flere sideløp som kommer ut i dagen på hver side av hovedløpet. Disse løpene har en mye mindre dimensjon enn hovedløpet, men er tenkt å føre ut vannet fra overvannsledningen i et større areal på vestsiden av tjernet i perioder med lavt vann i selve tjernet. Formålet er å gjenskape litt av den fuktige skogen som var i dalen som er blitt fylt igjen. Ved stor vannføring vil hovedløpet sikre et tilstrekkelig avløp. Ved lav vanntilførsel vil det meste av vannet gå i sideløpene.



Figur 4.8. Kart over Arsenalet som viser plassering av utløpet for overvannsledningen og hotellene.



Figur 4.9. Utløpet av overvannsledningen vest for tjernet på Arsenalet 27. august 2019. Sideløpene kommer ut i bakken på hver side av hovedløpet. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

Hovedutløpet for overvannsledningen, slik det er vist på **figur 4.9**, munner ut like over kote 168. Det betyr at når tjernet er helt fylt opp, går vannet opp til utløpet av overvannsledningen. Bildet er tatt 27. august hvor vannarealet i tjernet var rundt 1 200 m² og store arealer rundt tjernet var blottlagt som «flomfastmark». Her vil det etter hvert komme naturlig vegetasjon.

4.3 Habitatforbedringer av landområdene

I tillegg til området rundt overvannsledningen og salamanderhotellene, skulle det gjennomføres habitatforbedrende tiltak for arealene rundt og veien fram til «butikktomt». Alle habitattiltakene skulle ferdigstilles seinest innen utgangen av august 2019. Sluttdato for dette ble 16. august. Utgangspunktet for utforming var et eget notat med illustrasjoner som ble overlevert til utbygger og entreprenør 19. juni 2019.

Store deler av arealene rundt dammen består av sandholdige tørre og skrinne furumoer med lavproduktive områder for salamanderne. Kun de flompåvirkede områdene nær tjernet er litt rikere arealer med lauvskog (**Figur 9.10**). Ved å skape mer skjul og øke tykkelsen på jordlaget på deler av arealet, ville vi skape mer egnede landarealer for salamanderne. **Figur 4.11** og **4.12** viser eksempel på død ved som ble lagt ut. **Figur 4.13** viser veien fra butikktomta mot sør etter at jordmasser er planert ut. **Figur 4.14** viser vollen mot industriområdet i sør.



Figur 4.10. Bilde fra kanten av tjernet i nordøst. Mot vannet sees et litt frodigere belte med or og vierarter. I forgrunnen sees en type blåbærfuruskog som er vanlig på store deler av arealene på Arsenalet. I furuskogen var det i utgangspunktet svært lite liggende død ved. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 4.11. Eksempel på død ved som ble lagt ut i terrenget for å skape dagskjul for salamander og livsmiljø for insekter som er næring for salamanderne på land, spesielt de juvenile. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 4.12. Eksempel på død ved som er lagt ut nær de to hotellene som ligger i skråningen ned mot tjernet på Arsenalet. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 4.13. Veien fra butikktomta mot sør med industribyggene på Arsenalet i bakgrunnen 27. august 2019. Dette arealet vil over tid få vegetasjon som er mer egnet for salamanderne. Her vil det være behov for skjøtsel for å skape mer lys og en høyere produksjon av planter og insekter. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.



Figur 4.14. Bilde av vollen i sør mot tjernet på Arsenalet 27. august 2019. Skråningen har en helning på i underkant av 30 grader på det bratteste og vil fungere som en barriere for salamanderne mot industriarealene. Arealene her skal vegeteres naturlig over tid. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

4.4 Arealbruksendringer

Tabell 4.1 viser arealkategorier rundt tjernet på Arsenalet før og etter utfylling for de arealene som kan regnes inn som potensielt funksjonsområde for salamanderne. Av totalarealet på 34 500 m² har utfyllingen redusert arealet med salamanderhabitat (vann, godt og middels godt til dårlig landhabitat) med 5 900 eller 23 prosent. Nedgangen for kun vann og godt landhabitat er på 1 200 m² eller 10 prosent. Årsaken til en mindre reduksjon av de viktigste habitattypene er de avbøtende habitattiltak som er gjennomført. Nedbygde arealer er økt fra rundt 9 000 før til 15 100 m² etter utfyllingen, en økning på 67 prosent. Samlet utgjør det nedbygde arealet 43 prosent av det opprinnelige arealet.

Tabell 4.1. Størrelsen (m²) på ulike arealkategorier for salamanderens funksjonsområde på Arsenalet før og etter at området ble utfyllt.

Arealkategori	Areal før utfylling (m ²)	Areal etter utfylling (m ²)
Vannflate	2 500	2 400
Godt landhabitat	10 100	9 000
Middels godt til dårlig landhabitat	12 800	8 000
Arealer berørt av utbygging (vei, parkering, masselagring, utfyllingsområde)	9 000	15 100
Sum	34 500	34 500

Arealene i **tabell 4.1** er kun beregnet fra kart og ortofoto N5 fra Statens kartverk og ikke målt opp i felt. Dette gir i utgangspunktet kun en tilnærmet riktig arealstatistikk, da det ikke er tatt hensyn til høydeforskjeller i terrenget eller gjort en grundig arealanalyse i felt. Det er gjort en ekspertvurdering av hva som er et godt landhabitat for salamanderne ut fra erfaringer fra den nasjonale overvåkingen av storsalamander og studier av habitatbruk gjennom merkeforsøk med PIT og radiosendere i to lokaliteter i Lier kommune. For arealene før utfyllingen på Arsenalet er de fuktige arealene som ble hogd regnet som godt landareal, selv om det ville gått noen år før disse igjen ville vært godt egnet for salamander uten eventuelle nye inngrep. Arealene hvor det er gjennomført habitatforbedringer etter utfylling, er regnet som godt landhabitat for salamanderne, selv om det vil gå en tid før hele arealet vil være godt egnet. Arealer som er beskrevet som bebygd eller berørt av utfylling avviker fra de konkrete utfyllingsarealene da massedepoier, veier og parkeringsplasser nær tjernet også inngår i oversikten i **tabell 4.1**.



Figur 4.15. Ortofoto over arealet (gul skravering) som inngår i arealstatistikken i **tabell 4.1**. Kilde: Statens kartverk.

5 Gjennomførte undersøkelser

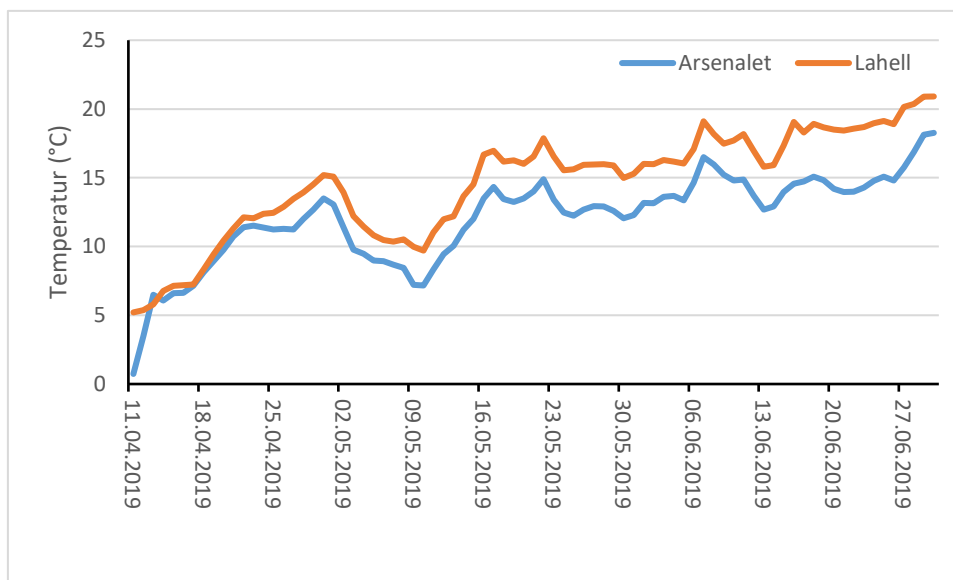
5.1 Vannprøver

Tabell 5.1 viser resultatet fra vannprøvene som ble samlet fra Arsenalet henholdsvis i mars og juni 2019. Det var ingen forhøyede verdier av metaller i vannet fra overvannsledningen eller i sigevannet i bekken som renner ned i tjernet. Vannet i selve tjernet hadde middels høyt innhold av kalk og nøytralt vann (pH 6,6). Kalkinnholdet var høyere i selve dammen enn i vannet som kommer inn dammen.

Tabell 5.1. Vannprøveresultater fra henholdsvis overvannsledningen, sigevann i myr og tjernet på Arsenalet.

Parameter	Overvannsledning 19.03.20	Myra (sigevann) 19.03.20	Tjernet 12.06.20
Fargetall (mg Pt/l)	<2	<2	10
Turbiditet (FNU)			1,3
Kalsium (mg/l)	0,43	0,4	6,2
pH			6,6
Ledningsevne (mS/m)	2,16	2,19	13,6
Jern (13	12	
Kobber	11	11	
Sink	26	26	

Figur 5.1 viser temperaturen på 30 cm dyp i dammen på Arsenalet ved isløsning den 11. april til ut juni i 2019. Den 21. april passerte døgnmiddel 10 °C, temperaturen salamanderne starter kurtisen. Den 2. mai kom det imidlertid en veldig kald periode og døgnmiddel var under 10 °C helt til 13. mai, to dager før rusefangsten ble gjennomført. **Figur 5.1** viser også temperaturkurven til Lahelldammen i Lier kommune som grunnlag for å sammenligne fangst og bestandsstørrelse i to store salamanderlokaliteter (se diskusjonen i **kap. 6**).



Figur 5.1. Temperatur (°C) på 30 cm dyp i tjernet på Arsenalet og i Lahelldammen i Lier kommune i perioden 11. april 2019 til 31. juni 2019.

5.2 Rusefangst

Fangsten av små- og storsalamander er vist i **tabell 5.2**. Totalt ble det fanget 193 småsalamander og 23 storsalamander. Det tilsvarer en fangst per rusetime (CPUE) på henholdsvis 0,192 og 0,022 for de to artene. For småsalamanderne var det en stor overvekt av hanner, mens det for storsalamanderne kun ble fanget hanner og en juvenil (ikke kjønnsmoden salamander). For alle storsalamanderne ble det samlet DNA for genetiske analyser (**Figur 5.2**).

Tabell 5.2. Fangst av små- og storsalamander i tjernet på Arsenalet den 16.05.19. Total fangst-innsats var 1008 rusetimer for de 42 rusene.

	Antall storsalamander			Antall småsalamander	
	Hann	Hunn	Juvenil	Hann	Hunn
Antall individer	22	0	1	147	46
Sum	23			193	
CPUE	0,022			0,192	



Figur 5.2. Halvparten av fangsten av storsalamander fra tjernet på Arsenalet før prøvetaking av DNA. Foto: Børre K. Dervo, NINA ©.

5.3 Genetikk

Arsenaldammen hadde lavere forventet og observert heterozygositet enn populasjonene fra Notodden (**Tabell 5.3 og Figur 5.3**). 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 5.4**). Allelrikhet for populasjonene på Notodden varierte fra 2.83 – 3.55 (gjennomsnitt 3.24). Allelrikhet for Arsenaldammen var 2.51.

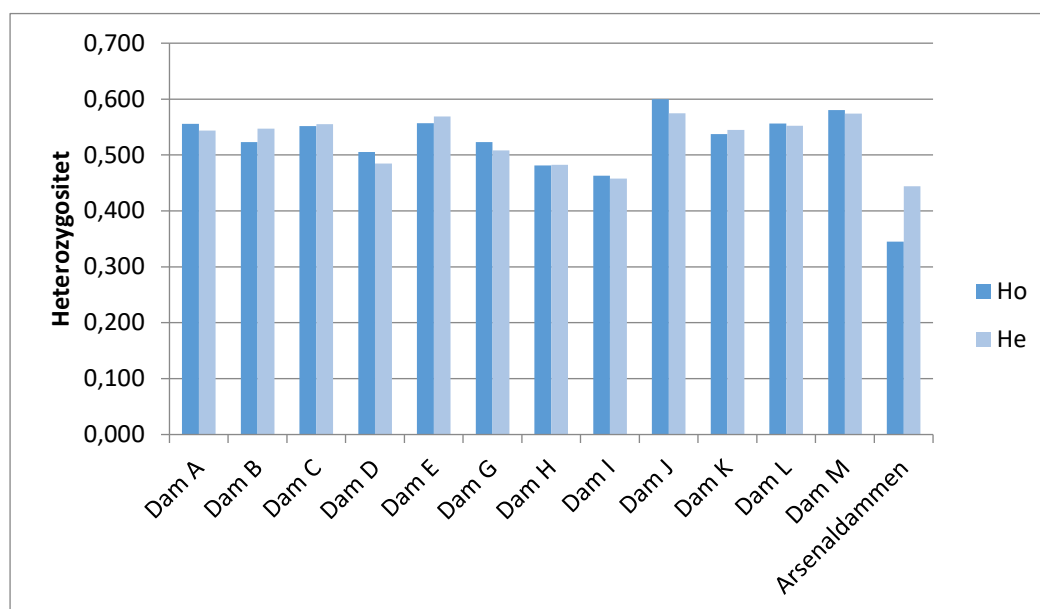
Arsenaldammen hadde den tydeligst høyeste verdien for fikseringsindeksen (**Tabell 5.4**). For populasjonene i Notodden varierte F_{IS} fra -0,06 til 0,03 (gjennomsnitt -0,02). Kun to dammer hadde konfidensintervaller som ikke inneholdt verdien 0 og som tydet på at estimatene var signifikant forskjellig fra 0. Dette gjaldt Dam D og Arsenaldammen.

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

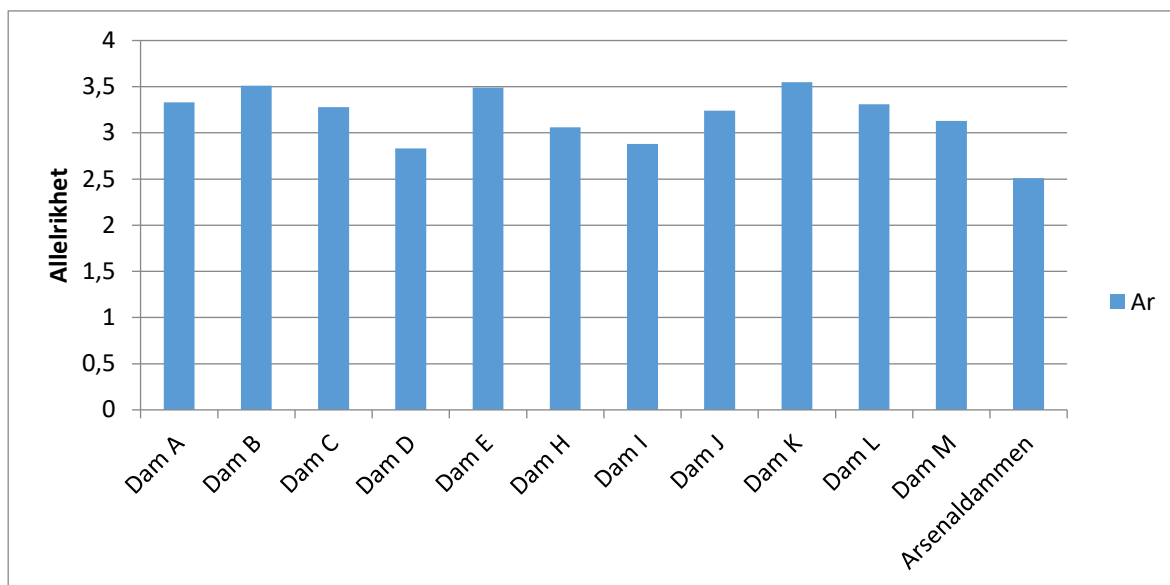
Gjennomsnittlig IR for de utvalgte populasjonene på dammen varierte fra -0,047 (Dam D) til 0,005 (Dam K). Til sammenligning hadde Arsenaldammen en gjennomsnittlig IR på 0,46. Testen for mulig feilkilde knyttet til lav DNA-kvalitet/-konsentrasjon viste en signifikant korrelasjon mellom andel homozygoter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

Tabell 5.3. Samplestørrelse for de undersøkte lokalitetene, dam A til M og tjernet på Arsenalet.

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 5.3. Forventet heterozygoti (H_e) og observert heterozygoti (H_o) for de undersøkte lokalitetene.



Figur 5.4. Allel-diversitet målt som allelrikhet (Ar).

Tabell 5.4. Fikseringsindeks (F_{IS}) og konfidensintervallet beregnet som $\pm 2 \times$ standardfeilen.

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

6 Diskusjon

6.1 Status for storsalamanderbestanden

Ved rusefangst ble det dokumentert en fangst pr rusedøgn (CPUE) på 0,022 for storsalamander og 0,196 for småsalamander i tjernet på Arsenalet. Fangsten den 16. mai i Arsenalet av spesielt storsalamander var overaskende stor ift. tidligere undersøkelser (Gregersen 2015, Strand 2018). Fangsten av storsalamander besto imidlertid bare av hanner, mens for småsalamander var det en stor overvekt av hanner. Dette tyder på at fangsttidspunktet var litt tidlig i forhold til det optimale (Dervo m.fl. 2017). Temperaturregistreringene i tjernet på Arsenalet bekrefter langt på vei dette. Salamandernes aktiviteter i tjernet på Arsenalet er seinere ute, enn tilsvarende lokaliteter i f.eks. Lier kommune. Fangsten på Arsenalet ville trolig ha vært enda høyere og mer balansert ift. kjønn en ukes tid senere. Både vannstand, nedbør og vannkvalitet tyder på en «normal-sesong» for øvrig i 2019.

Det er en god sammenheng mellom CPUE ved rusefangst og størrelsen på en salamanderbestand (Dervo m.fl. 2017). Fangsten påvirkes imidlertid også av både type feller (her fiskeruser), antall individer pr areal, aktiviteten til salamanderne og innsats. For lokalitetene i Lier som er av tilsvarende størrelse (1 500 til 6 000 m²) som tjernet på Arsenalet, varierte CPUE for storsalamander i 2019 mellom 0,040 og 0,008 (Dervo upublisert). Justert for areal gir det en fangst på rundt 0,02 CPUE for storsalamander, dvs. omtrent på samme nivå som i tjernet på Arsenalet. I Lier er det ved merking og gjenfangst med PIT (Passive Integrated Transponder) beregnet bestandsstørrelse for storsalamander i to lokaliteter (Dervo m.fl. 2017). Basert på disse beregningene og fangsten 16. mai, kan bestanden i Arsenalet anslås til mellom 500 og 750 voksne individer av storsalamander og mellom 4 000 og 6 000 småsalamander. Da er det ikke justert for et litt tidlig fangsttidspunkt. Dette er selvsagt relativt grove anslag, men gir en antydning på størrelsen av salamanderbestandene i tjernet på Arsenalet. Det er viktig også å merke seg at bestandsanslaget er gjort etter at anleggsvirksomheten i 2019 er gjennomført. Det var forventet anleggsvirksomheten ville gi økt dødelighet blant de overvintrende individene i området som ble fylt opp.

6.2 Genetiske effekter av isolasjon

Resultatene fra de ulike genetiske analysene peker i retning av at tjernet på Arsenalet er mer utsatt for negative effekter av isolasjon, sammenlignet med dammene på Notodden. Det er særlig underskuddet av heterozygote som drar konklusjonen i den retningen. Men det må tas høyde for at lave DNA-konsentrasjoner kan ha ført til at en del heterozygoter har blitt tolket som homozygoter. Det vil si at de metodene som baserer seg på heterozygositet kan vise sterkere tegn på isolasjon, enn hva som er realiteten.

Når det gjelder allelrikhet er det rimelig å anta at dette resultatet i mindre grad er påvirket av overnevnte feilkilde. Resultatet her viser at tjernet på Arsenalet har en allelrikhet noe lavere enn populasjonene på Notodden. Det kan her være relevant å se nærmere på graden av isolasjon hos de dammene som var mest like Arsenaldammen i allelrikhet, nemlig Dam D og I. Men det informeres om at allelrikhet ikke bare er bestemt av immigrasjon, men også populasjonsstørrelse.

I studien fra Notodden ble det utført en analyse som undersøkte om det foregikk en utveksling av individer mellom dammene, slik at noen populasjoner fremsto som mer beslektet enn andre. Denne analysen kunne også se om en populasjon hadde mottatt immigranter i nyere tid. Dam I så ut til å ha et nærmere slektskap med en av nabodammene. Nabodammen ligger ca. 1.5 km unna, og mellom dem er terrenget bratt og kupert. Det ble derfor antatt at dam I kunne ha en viss utveksling med nabodammen, men at dette ikke skjedde ofte nok til å motvirke effekten av genetisk drift. Dette var medvirkende til at dammen hadde relativt lav genetisk variasjon. Når det

gjaldt dam D, ligger denne ute på en brannflate som brant i 1992. Brannen førte til at skogen rundt dammen ble omgjort til åpne flater. Forskning viser at storsalamander unngår åpne områder (Jehle & Arntzen 2000), muligens pga. et tørrere mikroklima (Haugen m.fl. 2020, Oke, 1987). Analysen viste at denne dammen ikke hadde mottatt immigranter i nyere tid, og så ut til å være isolert. Hvis brannen var årsak til isolasjonen vil det si at populasjonen har vært isolert i nesten 30 år.

Når det gjelder den relative forskjellen i allelrikhet mellom tjernet på Arsenalet og Notoddendammen er dette noe som påvirkes av samplestørrelse. Som nevnt ble kun 14 individer brukt som grunnlag for beregningen, og dette kan ha underestimert de reelle forskjellene.

På grunn av lav DNA-konsentrasjon kan det ikke trekkes klare konklusjoner i denne undersøkelsen. Mulige feilkilder er falske homozygoter, i tillegg til lav samplestørrelse ved beregning av allelrikhet. Det bør tas nye prøver der det sikres tilstrekkelig kvalitet og analysene bør kjøres på nytt. Det er også gunstig hvis samplestørrelsen kan økes noe (ca. 30 individer).

6.3 Arealbruksendringer og effekter på salamanderne

Arealene som er nedbebyggt av det potensielle funksjonsområdet til storsalamanderen rundt tjernet på Arsenalet har økt fra rundt 9 000 m² til rundt 15 100 m², en økning på 17 prosent. Selve utfyllingsområdet fra 2019 representerer et areal på rundt 13 900 m². Arealet som kan brukes av salamanderne (vann, godt og middels godt til dårlig landhabitat) er redusert med 5 900 m² eller 23 prosent. Gjennom habitatforbedrende tiltak er tapet av arealet som regnes som godt salamanderhabitat (vann og gode landhabitater) noe redusert, dvs. et tap på rundt 10 prosent. Siden det ikke foreligger undersøkelser av habitatkvalitet før utfyllingen, er det vanskelig å vurdere om de nye restaurerte habitatene fullt ut erstatter arealene som gikk tapt.

For amfibiene er overvintringsområder yngledammene, næringsområdet i sommerhalvåret, trekk-korridorer mellom næringsområde/yngleplasser og overvintringsområdet, viktige typer områder som definerer artenes samlede økologiske funksjonsområde (Framstad m.fl. 2018). I tillegg er det viktig for overlevelse over tid at det skjer en utveksling av individer (og gener) mellom ulike bestander. Vandringskorridorer mellom bestander er derfor også viktig i et mer langsiktig perspektiv.

Yttergrensene for salamandernes funksjonsområde vil med dette være definert av hvor langt salamanderne vandrer. De fleste voksne individene av storsalamander kan gjenfinnes mindre enn 300 m fra ynglelokaliteten, men noen individer er funnet opptil 1 300 m unna (Jehle 2000, Jehle & Arntzen 2000, Kupfer 1998, Malmgren 2002, Schabetsberger m.fl. 2004). En dansk undersøkelse viste at storsalamanderen foretrakk gode landarealer innenfor en sirkel med radius 50 meter fra yngledammen, og skog innenfor en radius på 80 meter (Rannap & Briggs 2010). Det er spesielt de juvenile salamanderne som har stor vandringsradius og vandringsavstander. Opptil 860 m, med et gjennomsnitt på 254 m ble dokumentert i en Tysk undersøkelse (Kupfer & Kneis 2000). Økologiske funksjonsområder med radius på 150 og 300 m rundt tjernet på Arsenalet gir areal på henholdsvis 109 000 og 359 000 m². Om hele arealet på 34 400 m² regnes med, utgjør dagens «potensielle funksjonsområde» på Arsenalet henholdsvis rundt 30 og 10 prosent av 150 og 300 meters sonene. Resten av de opprinnelige arealet er nedbygd med veier, boligområde og industri og fungerer ikke som funksjonsområde for salamanderne i dag.

Arealene som salamanderbestanden i tjernet på Arsenalet har til rådighet er med andre ord kraftig redusert i forhold til det som regnes som en optimal størrelse på et funksjonsområde for salamander. Dette var også tilfelle før utfyllingene som ble gjennomført i 2019. Reduksjonen av funksjonsområdet er en prosess som ifølge historiske kart har pågått i mere enn 80 år. Samtidig som de andre gjenværende storsalamanderlokalitetene i Kongsberg kommune enten er tapt eller sterkt forringet. Fortsatt er bestanden av både små og storsalamander på høyde med mer intakte lokaliteter i f.eks. Lier kommune. En viktig årsak til dette er trolig at ynglelokaliteten på Arsenalet

fortsatt er relativt stor og intakt. Det samme er de 20 til 30 meter nærmeste og desidert viktigste landarealene til tjernet, selv om det er noe redusert ved fyllingsfronten. Alle salamanderne som ble observert etter at utfyllingsarbeidet var gjennomført i vinter og vår har intakte overvintringsplasser fordi de overlevde anleggsvirksomheten. Studier vi har gjort i Lier tyder på at de voksne storsalamanderne bruker i stor grad den samme overvintringsplass gjennom hele livet (Dervo upublisert). Samtidig er det viktig å legge til at en storsalamander har en levealder på opptil 16-17 år i vill tilstand. Negative effekter av de siste inngrepene og eventuelle positive effekter av habitattiltak, vil først bli synlige i sin helhet om en fire til seks år.

6.4 Konklusjon og oppfølgende undersøkelser

Alt tyder på at tjernet på Arsenalet fortsatt har en relativt livskraftig bestand av både stor og småsalamander. Trolig vil de habitattiltakene som er gjennomført i en viss grad kompensere for tapet av arealer som skyldes utfyllingene. Det som er mer grunn til bekymring er de langsiktige effektene av den genetiske isolasjonen. Allerede nå er den målbar, selv om omfanget fortsatt er litt usikkert og bør følges opp. Vi konkluderer allikevel med at bestanden vil være svært utsatt for genetisk drift. Skal bestanden overleve på sikt vil det trolig være nødvendig med støtteutsettinger. Om og eventuelt når dette blir nødvendig, er det for lite kunnskap om i dag. Det blir viktig med overvåking både for å se på de langsiktige effektene av arealbruksendringene og gjennomføre nye genetiske undersøkelser for å kartlegge behovet for støtteutsettinger.

Vi anbefaler oppdragsgiver å gjennomføre følgende oppfølgende undersøkelser:

- Årlig overvåking med rusefangst (30 ruser i et døgn) rundt 20. mai i perioden 2020 til 2024. Salamanderne bestemmes til art, kjønn og storsalamanderne lengdemåles.
- Utsetting av temperaturlogger ca. 1. mai for måling av vanntemperatur på 30 cm dyp i perioden mai til ut juli.
- Gjennomføre en utvidet rusefangst i 2023 for en ny genetisk undersøkelse. Prøvetaking av minst 30 storsalamander. Den genetiske undersøkelsen bestemmer behovet for eventuelle støtteutsettinger av salamander.
- Hvis fangsten av salamander i løpet av femårsperioden viser en tydelig nedadgående trend, må justering av habitattiltakene vurderes.
- Utarbeide en skjøtselsplan for tjernet på Arsenalet i 2024 med bakgrunn i overvåkingsresultatene og erfaringen med de avbøtende tiltakene.

7 Referanser

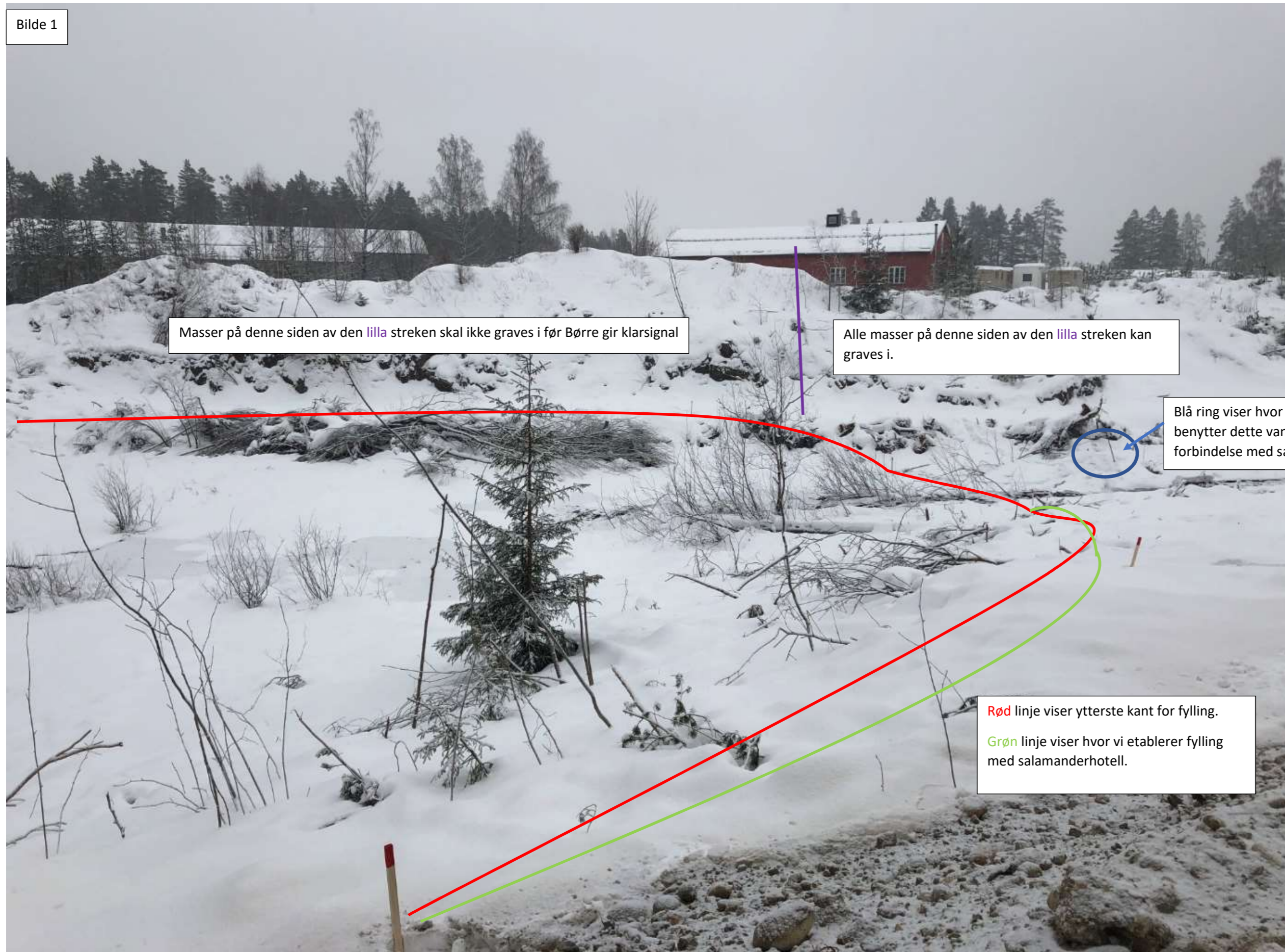
- Amos, W., Worthington Wilmer, J., Fullard, K., Burg, T. M., Croxall, J. P., Bloch, D., & Coulson, T. (2001). The influence of parental relatedness on reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1480), 2021-2027. doi:10.1098/rspb.2001.1751
- Benjamini, Y., & 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
- 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.
- Dervo upublisert. Overvåkingsdata fra 21 storsalamanderlokaliteter 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., 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
- 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.
- Frankham, R. (2015). Genetic rescue of small inbred populations: meta-analysis reveals large and consistent benefits of gene flow. *Molecular ecology*, 24(11), 2610-2618. doi:10.1111/mec.13139
- Gregersen, F. 2015. Notis vedrørende fangst av salamandere i dammen på Arsenalet 2015. Internt notat.
- 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.x
- 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
- Jehle, R. 2000. The terrestrial summer habitat of radio-tracked great crested newts (*Triturus cristatus*) and marbled newts (*T. marmoratus*). - *Herpetological Journal* 10 (4): 137-142.
- Jehle, R., & Arntzen, J. W. 2000. Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *Journal of Zoology*, 251(3), 297-306. doi:10.1111/j.1469-7998.2000.tb01080.x
- Keller, L. F., & Waller, D. M. (2002). Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(5), 230-241. doi:10.1016/S0169-5347(02)02489-8
- Kupfer, A. 1998. Migration distance of some crested newts (*Triturus cristatus*) within an agricultural landscape. - *Zeitschrift für Feldherpetologie* 5: 238-242.
- Kupfer, A. & Kneitz, S. 2000. Population ecology of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in an agricultural landscape: Dynamics, pond fidelity and dispersal. *Herpetological Journal* 10(4): 165-171.
- Malmgren, J. C. 2002. How does a newt find its way from a pond? Migration patterns after breeding and metamorphosis in great crested newts (*Triturus cristatus*) and smooth newts (*T. vulgaris*). - *Herpetological Journal* 12 (1): 29-35.
- Oke, T. R. (1987). *Boundary layer climates* (2nd ed.). London: Routledge.

- 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.
- Rannap, R. & Brigs, L. 2010. Habitat requirements of *Triturus cristatus* in Denmark. In: Best Practice Guidelines. Protection of the Great Crested. LIFE04NAT/EE/000070. p 33-46
- 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
- Schabetsberger, R., Jehle, R., Maletzky, A., Pesta, J. & Sztatecsny, M. 2004. Delineation of terrestrial reserves for amphibians: post-breeding migrations of Italian crested newts (*Triturus c. carnifex*) at high altitude. - *Biological Conservation* 117 (1): 95-104.
- 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.
- Zinke, P. og Dervo, B.K. 2019. Utpøving og utvikling av NiN i ferskvann - Med særlig fokus på morfologi, substrat og hydrodynamikk Del 1: Kort oversikt over viktige begrep og prosesser. NTNU Rapport nr. B1-2019-1.

Vedlegg

1) Oppsummering etter møte og befaring 24.01.2019

Bilde 1



Masser på denne siden av den lilla streken skal ikke graves i før Børre gir klarsignal

Alle masser på denne siden av den lilla streken kan graves i.

Blå ring viser hvor brønn ligger. Vi benytter dette vannet best mulig i forbindelse med salamanderdam.

Rød linje viser ytterste kant for fylling.
Grøn linje viser hvor vi etablerer fylling med salamanderhotell.

Bilde 2



Alle «myrmasser» i dette området graves ut. Antatt 3 meters dybde. Erstattes med sprengstein. Vann trenger ikke lense ut. Fylling over dette området blir mer en 5meter.

Bilde 3



Masser erstattes med stein. Vannet blir stående.

Bilde 4



Denne siden er den viktigste for Salamanderen. Her tilrettelegges det med salamanderhotell og legges på jord. Børre lager detaljert plan.

(Høyden på markering på bilde er feil, her vil nivået bli høyere når alt er ferdig.) Utløp for overvann blir en del av Børre sin plan.

Oppsummering etter møte 24.01.2019:

Deltagere:

Kine Fuske Jensen deltok fra Kongsberg kommune (var med på første del,-befaringen), Knut Teigen fra KE-entreprenør, Børre Dervo fra NINA og Eva Kristin Aarbakkk fra KTP.

Linje for ytterste punkt på fyllingsfot ble satt ut i terrenget med stikk, etter befaring og møte mellom Knut, Eva og Børre. Denne linjen måles inn av stikker 25.01.2019.

Innmålingene legges inn på kart som er brukt tidligere i prosjektet for å ha en oppdatert tegning som aller er omforent om.

Denne linjen er nå grensen for hvor langt KE kan grave i området. Viser til skisse ovenfor -Bilde 1.

1. Det blir etablert en steinmur i foten av skråningen som kan benyttes som salamanderhotell som vist med grønn linje i bilde 1. Dette kan ikke gjøres før Børre gir oss klarsignal, Antatt starten av april.
2. Hvordan muren blir i forlengelse av den grønne linjen på bilde 1 ser vi nærmere på. Dette er ikke så viktig som salamanderområde.
3. Det etableres «molo» av lokale sandmasser på øvre side av den røde linjen. Dette er for å hindre forurensning til salamanderdam, forenkle jobb med muring som skal skje på våren og for å klargjøre for videre fylling. Ønske om å unngå forurensning til dam i størst mulig grad. Rør gjennom denne moloen utgår med hensyn til forurensning. Med forurensning tenker vi da på oljesøl, diesel og finstoff som reiser med vann ved graving.
4. Børre oppdaterer notat/rapport fra tidligere med det vi i dag har blitt enige om. Dette håper han å få gjort første uka i februar. Dette inneholder fremgangsmåten for arbeidene vi har blitt enige om i dag, plan for når vi ca skal ha felles befaringer videre og litt info om de risikoene vi ser i forhold til salamanderene, det er vanskelig å gjennomføre prosjektet uten at vi komme borti noen salamandere som ligger i dvale.

Ber om kommentarer om det er ukorrektheter eller andre ting dere syns burde kommet med.

2) Habitatforbedringer på Arsenalet. Notat.



Her er noen forslag til utforming av tiltakene på Arsenalet. Jeg er tilgjengelig på tlf. 907 600 77 i hele sommer. I perioden 5/7 til 20/7 er jeg periodevis i områder med dårlig dekning. Send SMS hvis dere ikke får tak i meg og jeg ringer opp. Børre K. Dervo



Figur 2) Forslag til plassering av salamanderhotellene. Konstruksjonen gjøres som tidligere vist. Ca 2,5 til 3 m i diameter og ca 1,5 m høyt, inkludert et 0,5 m tykt jordlag. Det er en relativt bratt kant ned slik at dere ikke trenger å grave så mye ned i bakken. Fint om de store trærne rundt bevares. Begge steder er det nok rom for å plassere hotell. Dere vil kjenne igjen trærne på bilde. Hotellene bør ferdigstilles til 15. august.



Figur 3) Stikk større stokker og eventuelle røtter inn i skogen på begge sider av vegen der det er litt åpning er. For eksempel slik som det er på bilde over. Bruk fra haugen på plassen. Bevar trærne som står der fra før. Dere legger de derfor ikke lenger ut i skogen enn dere når med maskiner fra vegen. Både antallet og plasseringen av stukkene tilpasses terrenget. Gjerne flere enn det jeg har tegnet inn.

Haugen med stokker som lages som et hotell, bør ferdigstilles til ca. 15. august. Utlegging av stukkene i skogen kan tas samtidig med påfylling av jord.

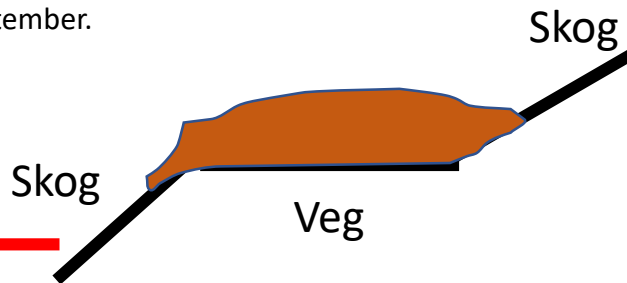


Figur 4)

Behold en liten haug med røtter og trestokker her som en form for hotell. Her kan dere legge jord inntil, men ikke dekk over helt. Her trenger dere ikke veiduk under eller over. Prøv å få denne også ferdig til rundt 1. august.

Prøv å bevar steinfyllingen ned i skråningen (øverste røde ringen). Fint hvis denne ikke dekkes med jord. Dere kan eventuelt pynte på haugen som ligger oppe på selve plassen.

Fyll jord på vegen. Fyll opp slik at det legges litt inn i skogen på høyre side og litt ned i skråningen på venstre side, noe ala det som skissen viser. Trenger ikke være ferdig før i løpet av første halvdel av september.



Figur 5)

Fjerning av hogstavfall på den sør-vestre siden av dammen. Det er også ønskelig å få en litt flatere fot mot dammen her, noe ala det som streken på bildet nederst til høyre antyder. Det vil si at veien fjernes. Dette må Eva eventuelt ta stilling til, da det vil redusere det utfylte arealet noe. Det er imidlertid svært ønskelig å få en vegetasjonssone her som salamanderne kan benytte. Det til erstatning for arealet som er tapt ved utfylling.

Damkanten bør ferdigstilles til ca 15. august.





Figur 6) Det er viktig at steinfyllingen ned mot dammen lukkes i innen 15 august. Årsaken til dette er at salamanderne ikke skal bruke steinfyllingen her som overvintringsplasser. Vi vil at de enten skal gå inn i muren, i de to nye hotellene i andre enden eller inn i skogen.



Denne skal ikke dekkes med jord



Figur 7)

Fyll gjerne på litt jord her og ta eventuelt bort de største stukkene av hogstavfall. Fyller dere opp en del jord så trenger dere ikke fjerne stukkene.

Kan ferdigstilles til ca 15. august.



De to største stukkene kan ligge som de gjør.

3) Tabell for fangst av salamander 16. mai

Teine nr	småsalamander			Storsalamander			
	han	hun	tid	han	hun	juv	tid
1			24	2			24
2	5		24				24
3	4		24				24
4	6	1	24				24
5			24	3			24
6	15	2	24				24
7	5	1	24				24
8	3	3	24				24
9	2	1	24				24
10	14		24	8			24
11		2	24	2			24
12	2		24				24
13	3	3	24				24
14	2	1	24	3			24
15	3	3	24				24
16			24	1			24
17	15	3	24				24
18	5	1	24			1	24
19	9	1	24	2			24
20	6	3	24	1			24
21		1	24				24
22			24				24
23			24				24
24	3	2	24				24
25			24				24
26	3	2	24				24
27			24				24
28		1	24				24
29	4	1	24				24
30	10	4	24				24
31	3	1	24				24
32	4	2	24				24
33		2	24				24
34	1		24				24
35	1		24				24
36	5		24				24
37	3	1	24				24
38			24				24
39	3	2	24				24
40	7	2	24				24
41	1		24				24
42			24				24
Sum	147	46	1008	22	0	1	1008

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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4582-1

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