



Utryddelse av invasiv gullfisk (*Carassius auratus*) i Rastadammarna, Gislaved, Jönköpings län

RAPPORT 51/2025

# Utryddelse av invasiv gullfisk (*Carassius auratus*) i Rastadammarna, Gislaved, Jönköpings län

## Forfattere

Øystein N. Kielland, Veterinærinstituttet, Stina Kullingsjö, Gislaveds kommun, Asle Moen, Veterinærinstituttet, Aksel N. Fiske, Veterinærinstituttet

## Foreslått referanse

Kielland, Øystein Nordeide., Kullingsjö, Stina., Moen, Asle., Fiske, Aksel Nes. Utryddelse av gullfisk (*Carassius auratus*) i Rastadammarna, Gislaved. VI rapport 51/2025, 1-27 s. Veterinærinstituttet 2025. © Veterinærinstituttet, kopi tillatt med henvisning

## Kvalitetssikret av

Roar Sandodden, Seniorforsker Veterinærinstituttet

## Oppdragsgiver

Gislaveds kommun, Sverige



## Publisert

2025 på [www.vetinst.no](http://www.vetinst.no)  
ISSN 1890-3290 (elektronisk utgave)  
© Veterinærinstituttet 2025

## Kolofon

Forsidebilde: Gullfisk (*Carassius auratus*) tatt i utløpsfellen fra Rastadammene, foto: Øystein Nordeide Kielland  
[www.vetinst.no](http://www.vetinst.no)

## Sammendrag

Gullfisk (*Carassius auratus*) ble påvist i Rastadammene (Rastadammarna) i Gislaved kommune i 2024. Arten hadde reprodusert seg lokalt og befant seg i bekken helt fram til elva Nissan nedstrøms. Gullfisk har nylig blitt klassifisert i Sverige som en invasiv fremmedart med høy risiko. For å forhindre videre etablering og spredning i Nissanvassdraget, ble det vurdert som nødvendig å gjennomføre utryddelsestiltak. På grunn av systemets størrelse og relativt dype partier (0,2 km<sup>2</sup>, opptil 4 m dyp) ble kjemisk bekjempelse med CFT-Legumin (med 3,3 % av det aktive virkestoffet rotenon) vurdert som eneste effektive metode for å fjerne arten. I 2025 ga Länsstyrelsen i Jönköpings län og Kemikalieinspektionen tillatelse til bruk av rotenon som tiltak mot arten.

Rastadammene består av fire kunstige rensedammer som mottar vann fra det lokale kloakkrenseanlegget i Gislaved. For å redusere risiko for nedstrøms påvirkning fra det anvendte kjemikalet, ble vannstanden senket midlertidig og dammen ble fylt igjen og forhøyet ved utløpet. Behandlingen ble gjennomført 16.–17. september 2025, med en planlagt konsentrasjon på ca. 100 µg rotenon/l. Alle dammer ble dosert med totalt 520 liter CFT-Legumin og er den største behandlingen av sitt slag i Sverige i moderne tid, med bruk av tre båtlag á to personer. Behandlingen ble gjennomført av ansatte ved Veterinærinstituttet og Gislaveds kommun.

Behandlingen ga en rask og tydelig effekt på fisk (spesielt mort, *Rutilus rutilus*), og etter noen timer ble det observert dødelighet av gullfisk i ulike størrelser, samt en annen karpefisk: brasme (*Abramis brama*). Gjedde (*Esox lucius*) og koikarpe (*Cyprinus carpio*) ble i dagene/ukene etter også funnet død da de fløt opp, men kun ett individ av hver art, noe som tyder på at disse ikke var etablert i systemet. De største gullfiskene trengte litt lengre doseringstid, mer enn et døgn, før man hadde oppnådd full dødelighet. Analyser viste rask nedbrytning av rotenon (en halveringstid på få dager), og prøver tatt etter tre uker viste nivåer under deteksjonsgrensen, hvorpå vann ble tillatt sluppet ut fra Rastadammene til elven Nissan igjen. Det ble heller ikke påvist rotenon i grunnvann etter behandling.

Tiltaket vurderes som vellykket på grunn av en dokumentert uke med dødelige konsentrasjoner for gullfisk, og ingen levende fisk ble observert fire dager etter behandling. Det planlegges videre overvåking med bruk av ruser og den eksisterende fiskefellen i utløpet av systemet frem til utgangen av sommeren 2026, i tillegg til undersøkelser av bunndyr for å følge opp restitusjonen av økosystemet. Informasjonsskilt for lokale innbyggere skal settes opp for å hindre gjenutsetting av fisk.

## Abstract

Goldfish (*Carassius auratus*) were detected in the Rastadammarna ponds in Gislaved Municipality in 2024. The species had established a self-reproducing population and was present in the stream downstream to the river Nissan. Goldfish have recently been classified in Sweden as a high-risk invasive alien species. To prevent further establishment and spread within the Nissan catchment, eradication measures were deemed necessary. Due to the size of the system and relatively deep areas (0.2 km<sup>2</sup>, up to 4 m deep), chemical control using CFT-Legumine (with 3.3% of the active ingredient rotenone) was considered the only effective method for removing the species. In 2025, the County Administrative Board of Jönköping County (*Länsstyrelsen i Jönköpings län*) and the Swedish Chemicals Agency (*Kemikalieinspektionen*) granted permission for the use of rotenone as a control measure.

Rastadammarna consists of four artificial treatment ponds that receive water from the local wastewater treatment plant in Gislaved Municipality. To reduce the risk of downstream environmental effects from the treatment, the water level was temporarily lowered and the outlet area was raised to prevent leakage. The treatment was carried out on 16–17 September 2025 with a planned concentration of approximately 100 µg rotenone/L. A total of 520 litres of CFT-Legumin was applied, making this the largest treatment of its kind in Sweden in modern times, using three boat teams with two operators each. The treatment was conducted by personnel from the Norwegian Veterinary Institute and Gislaved Municipality.

The treatment resulted in a rapid and clear effect on fish (particularly Common Roach, *Rutilus rutilus*), and within hours mortality of Goldfish of various sizes was observed, along with another cyprinid, Common Bream (*Abramis brama*). Northern Pike (*Esox lucius*) and Koi Carp (*Cyprinus carpio*) were also found dead in the days and weeks following the treatment, but only one individual of each species was recorded, indicating that these were not established in the system. The largest Goldfish required slightly longer exposure times—more than 24 hours—before full mortality was achieved. Analyses showed rapid degradation of rotenone (a half-life of only a few days), and samples taken three weeks after treatment showed levels below the detection limit, after which water discharge from the ponds to the river Nissan was permitted again. No rotenone was detected in groundwater after the treatment.

The measure is considered successful based on the documented week-long period with lethal concentrations for Goldfish, and the absence of live fish four days after treatment. Continued monitoring using traps and a fish trap at the outlet is planned until the end of summer 2026, along with benthic invertebrate surveys to monitor ecosystem recovery. Information signs and posters will be installed to prevent re-introduction of fish by the public.

# Innhold

1	Innledning .....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Områdebeskrivelse og kart .....	5
1.3	Vurdering av ulike muligheter for tiltak .....	6
2	Metode .....	8
2.1	Rotenon og kjente økologiske effekter .....	8
2.2	Hydrologiske undersøkelser .....	9
2.3	Bekjempelse, avrenningstiltak og doseringskonsentrasjon .....	9
2.4	Rotenonprøvetaking .....	12
2.5	Avgrensing av behandlingsområdet.....	12
3	Resultater.....	14
3.1	Bekjempelse.....	14
3.2	Rotenonprøveinnhold.....	16
4	Diskusjon.....	20
4.1	Generelt.....	20
4.2	Fremtidig arbeid som gjenstår .....	20
5	Referanser.....	21
6	Vedlegg .....	23

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I løpet av 2024 ble Gislaved kommune oppmerksom på at det fantes gullfisk (*Carassius auratus*, figur 1) i rensedammene tilknyttet det kommunale renseanlegget. Det kan være at de fantes her tidligere enn dette, men det var på dette tidspunktet de ble tallrike og fugleinteresserte rapporterte om en overgang til fiskespisende fugler, med en reduksjon av visse andre arter, jamfør tidligere år. En nærliggende teori er at gullfisk inne på anlegget (nå fjernet), som ble brukt under en kortere periode som tiltak mot høye tettheter av mygg for omtrent ti år siden, nå på en eller annen måte hadde kommet seg ut i rensedammene og reproduisert seg.

Fiskerikonsulentene hos Länsstyrelsen i Jönköping ble kontaktet, og Länsstyrelsen gjennomførte elektrisk fiske. Det ble konstatert at det fantes gullfisk helt ut til Nissan. Länsstyrelsen vurderte forekomsten av gullfisk som svært problematisk, ettersom det da ble tydelig at den hadde spredt seg og det vurdert som en fare for en permanent etablering i Nissan. Våren 2025 ble også gullfisk risikoklassifisert som en invasiv fremmedart i Sverige ("Høy risiko"; SLU Artdatabanken, 2025), og Kemikalieinspektionen og Länsstyrelsen i Jönköping ga tillatelse til å fjerne arten med rotenon. I Norge er samme risikokategori satt av Artsdatabanken (Forsgren mfl., 2023), med bakgrunn i «stort» invasjonspotensial og en «litt negativ» økologisk effekt. Det hadde ikke blitt gjennomført rotenonbehandlinger av denne størrelsen på lang tid i Sverige. For å forhindre påvirkning på det verdifulle vassdraget Nissan ble det derfor stilt høye krav til sikkerhetstiltak.



Figur 1. Gullfisk (både røde og svarte morfer), ble i 2024 observert i utløpsområdet av Rastadammene. Foto: Stina Kullingsjö/Gislaved kommune

## 1.2 Områdebeskrivelse og kart

Rastadammarna/-ene er et ca. 20 hektar stort konstruert våtmarksområde som ligger sør for bygda Gislaved (Figur 2). Rastadammene er anlagt som fire dammer med en suksessiv høydeforskjell for å trinnvis rense kommunalt avløpsvann for nitrogen, etter å ha vært rensert på det nærliggende renseanlegget. I hver av de fire dammene er det også klart definerte dypere områder, som skal øke effektiviteten av rensingen. Dammene brukes også som en buffer ved driftsforstyrrelser på renseanlegg, for å hindre at urensert vann renner direkte til mottaksvannet. Rastadammene er et populært tur- og rekreasjonsområde og benyttes mye av lokalt fugleliv og fugleinteresserte.

Dammene består hovedsakelig av fire magasiner: A1, A2, B1 og C1 (Figur 3), hvor vann renner fra Dam A1 og A2 inn i B1 og videre over i dam C1, hvor utløpet går videre gjennom en bekk/grøft til elven Nissan.

### 1.3 Vurdering av ulike muligheter for tiltak

Tiltak med utfisking ville kunne redusert bestanden, men dette ville etter all sannsynlighet ikke utrydde gullfisken fra området, spesielt med tanke på systemets store størrelse og tidvise dype områder. Å utrydde reproduserende fiskestammer med ulike former for fiske er forsøkt flere ganger. Det har vist seg at bruk av kjemiske bekjempelsesmidler er den mest effektive måten å lykkes på, hvor utfisking sjeldent har fungert (Rytwinski mfl., 2018). Et utfiskingsprosjekt, som ville pågå i mange år, kunne vært kostnadskrevende, samtidig som det ville representert en kontinuerlig, betydelig fare for spredning nedover i Nissanvassdraget.

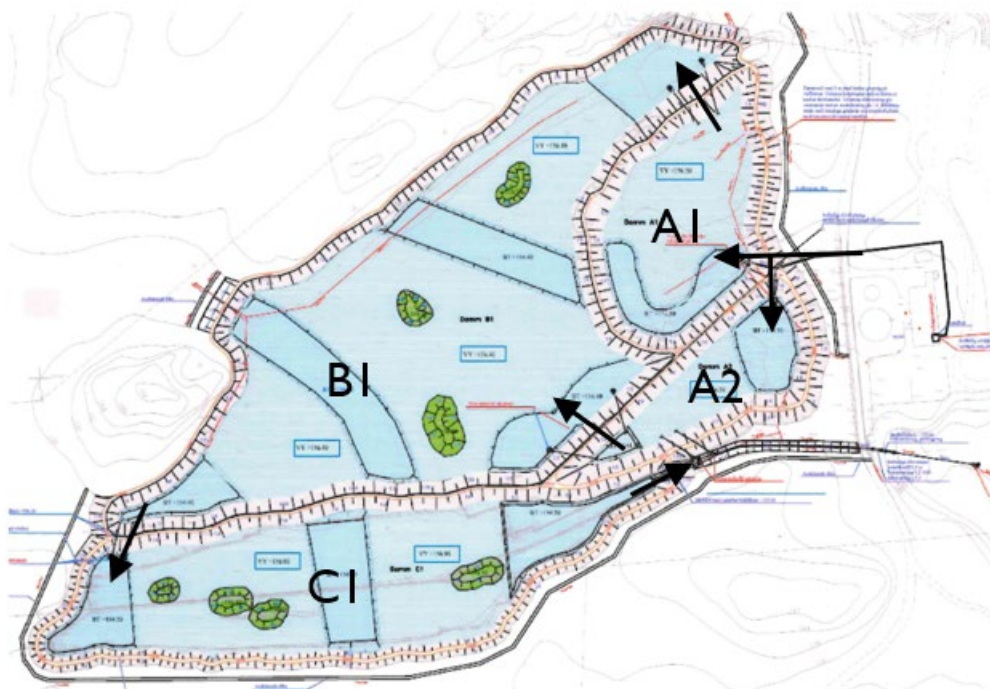
Det kan tenkes at en fullstendig tørrlegging av mange av de kunstige dammene ville kunne utrydde gullfisken, men det er urealistisk å få til en fullstendig uttapping, med mindre man hadde aktivt gravd og pumpet ut vannet fra de mange dypvannsbassengene, som er en tid- og ressurskrevende prosess. I så tilfelle måtte dammene fysisk ha blitt destruert i enkeltsegmenter og sluppet vannet ut, da ingen av dem er konstruert med en mekanisme som tillater fullstendig nedtapping gjennom rør. Deretter måtte vannene ha stått tomme over tid for å sikre fullstendig utryddelse, da gullfisken kunne ha overlevd i mudderet. I så tilfelle ville det være mer destruktivt for den lokale ferskvannsfaunaen, enn ved å ha en korttidseffekt fra kjemisk behandling, hvor de stadiene av arter som lever på land skånes og kan raskt komme tilbake (se kapittel 2.1). Dammene er også en viktig del av å hindre utslipp av nitrogen fra renseanlegget. En lengre tørrlegging ville ikke være mulig med det kravet om nitrogenreduksjon som gjelder for avløpsanlegget.

Trondheim kommune prøvde å tappe ut enkelte av dammene i bymarka som tiltak mot mort (*Rutilus rutilus*), med påfølgende kalking og el-fisking av restvannet, da det var vanskelig å tappe ut alt vannet (Bardal mfl., 2018; Sandodden mfl., 2022). Dette fungerte ikke og morten overlevde mest sannsynlig i restvannet. Samme teknikk med mislykket utfall gjelder en dam i Østerrike, som tiltak mot ørekyte (Schabetsberger mfl., 2023). I Bergadammen i Jönköpings län brukte man en slamsugebil og pumper for å tappe en innsjø, med en påfølgende amoniakkbehandling (Johansson, 2020). Det er imidlertid usikkert hvor mye mer besparende brent kalk og amoniakk er for miljøet (og spesielt krepsdyr og amfibier som normalt overlever med tradisjonell rotenonbehandling) og for bunnsedimentene med hvileegg kontra CFT-Legumin, som vi vet har en etterprøvable effekt (se under) og er raskt ute av systemet. I sistnevnte tilfelle slipper man også å tappe ut og oppleve mudderområder, der man er usikker på om målorganismene overlever. I tillegg kommer en eventuell gjødslingseffekt fra amoniakk, som ikke er gunstig på lang sikt, da det er vanskelig å bli kvitt overflødig næringsstoffer fra sedimentene i en innsjø, uten å fysisk fjerne mudderet.

I og med at gjedde (*Esox lucius*) fantes like ved i Nissan, ble det vurdert som et tiltak som kunne holde bestanden av gullfisk nede, ved introduksjon av denne til Rastadammene. Det er usannsynlig at introduksjon av gjedde ville utrydde gullfisken og forskning på gullfiskens nærmeste slektning, karuss (*Carassius carassius*), har vist at gjedde kan påvirke både utseende og adferd hos byttefiskene til fordel for byttefiskene (Domenici mfl., 2008). Dette gjør dem på sikt mindre utsatt for predasjon. Hvis gjedde ble introdusert i systemet, kunne det ført til et selektivt press, som i sin tur ville økt risikoen for at ikke-naive individer spredde seg videre nedstrøms. I dagens situasjon ville bare fisk som ikke var tilpasset predasjon, kunne spre seg nedstrøms, og disse ville hatt økt risiko som bytte for rovfisk. Det var derfor bare et spørsmål om tid før gullfisken ville kunne overleve og utvide utbredelsen til utenfor Rastadammene, og det ble derfor viktig å fjerne kildepopulasjonen, som systemet representerte.



Figur 2. Rastadammene befinner seg i Gislaved kommune i Jönköpings län, Sverige. Systemet består av fire dammer som etter tur tar imot vann fra det lokale renseanlegget i øst (rødt). Etter å ha blitt renset gjennom fire dammer går vannet ut fra den sydligste dammen i øst og ut i elven Nissan, som kan skimtes i øst på kartet.



Figur 3. Skisse over inndelingen av de ulike rensedammene, avgrenset fra hverandre med jordvoller, hvor piler påtegner innløp (A1, A2), gjennomføringer (til og fra dam B1) og utløp (C1). Bassenger med generelt noe dypere profil er også skissert inn med en mørkere blåfarge.

En rotenonbehandling er tradisjonelt utført i løpet av kort tid (ofte én lang arbeidsdag i et slikt system), hvor Veterinærinstituttet har hatt tilnærmet 100% suksess med å utrydde målartene i de tretti prosjektene som er utført siden 1998 (Kielland mfl., 2025). Ett prosjekt (Sikavassdraget) lyktes dog ikke, men her var grunnen trolig at arten også fantes utenfor behandlingsområdet (oppstrøms), eller at de har blitt reintrodusert i etterkant. Dette var ikke tilfellet for gullfiskproblemet i Gislaved, hvor kun utløpsbekken ble utelatt fra en eventuell rotenonbehandling og det eksisterte derfor ikke en risiko for gjenintroduksjon.

En synergieffekt var at en rotenonbehandling mest sannsynlig ville forbedre vannkvaliteten i rensedammene, da de andre introduserte karpefiskene, som mort (*Rutilus rutilus*), også ville forsvinne, på grunn av en lavere rotenontoleranse enn gullfisk. I etterkant av rotenonbehandlingene mot mort i Bymarka, Trondheim, observerte man bedre siktedybde og større tettheter av store algespisende zooplankton, som vannlopper (Kjærstad mfl., 2020). I tillegg har man sett salamander komme tilbake i en av dammene. Det samme var tilfellet ved rotenonbehandlingen av solabbor og gresskarpe (Kielland m.fl. til publ.) i en dam uten navn i Anneberg, Kungsbacka i Hallands län, hvor vannet ble krystallklart i fraværet av fisk (Ljungqvist, 2025). Siden andre karpefiskarter fra Nissan har blitt introdusert til Rastadammene etter 2006, er det likevel sannsynlig at de kan rekolonisere systemet senere, enten gjennom fugleyngling eller menneskelig aktivitet.

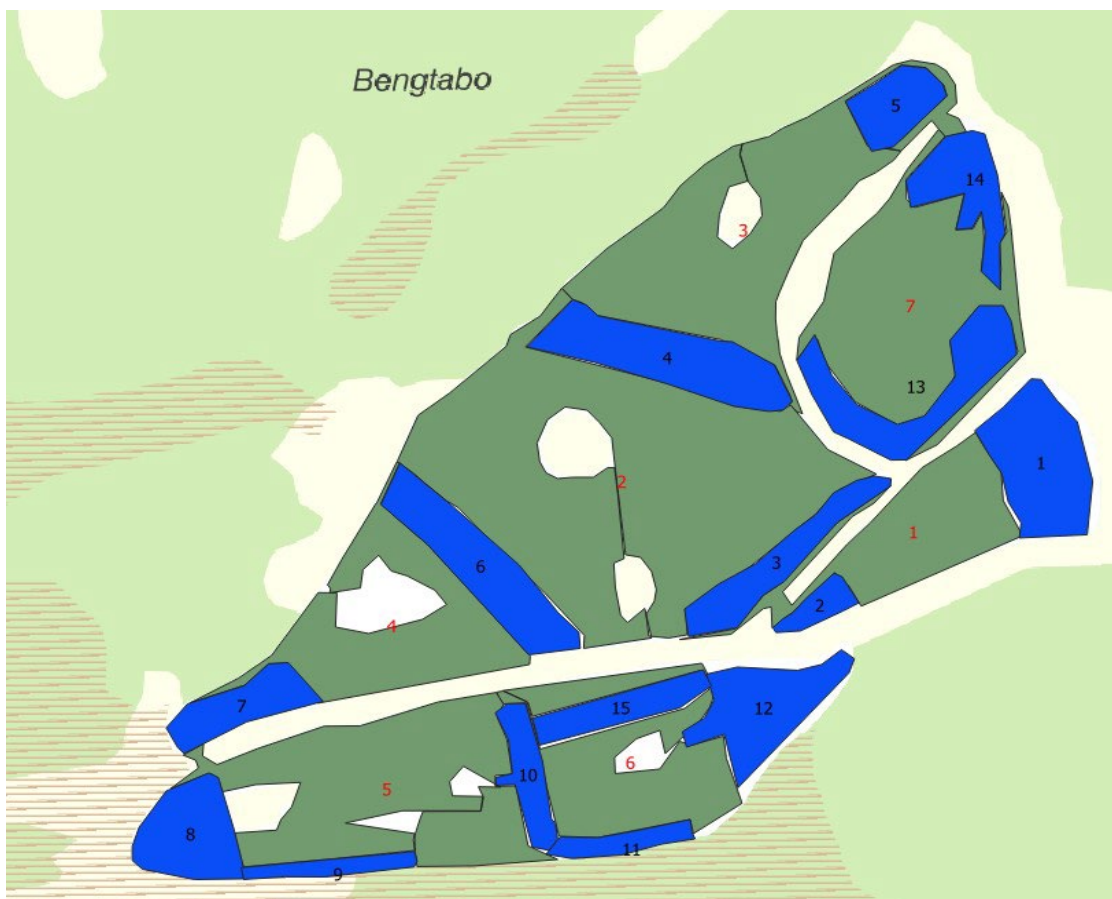
## 2 Metode

### 2.1 Rotenon og kjente økologiske effekter

Rotenon har lavt potensial for akkumulering i organismer og brytes raskt ned til vann og CO<sub>2</sub> via hydrolyse og fotolyse (Finlayson mfl., 2010). Den nåværende formuleringen (CFT-Legumin 3,3 %) mangler synergisten piperonylbutoksid og er vist å være mindre giftig for bunndyr, uten redusert giftighet for fisk (Finlayson mfl., 2009). Stoffet er ustabil i miljøet, har lav flyktighet (<0,001 Pa) og er naturlig utvunnet fra planter i erteblomstfamilien (USEPA (US Environmental Protection Agency), 2007). Rotenon er giftig i varierende grad for gjellepustende fisk og virvelløse dyr, mens fugler, pattedyr, voksne amfibier og egg blir generelt ikke påvirket. Muslinger, som elvemusling (*Margaritifera margaritifera*), kan overleve kortvarig ved å lukke seg, men langvarige utslipp kan gi skader.

Effekten på bunndyr er godt dokumentert (Arnekleiv mfl., 1997; Gladsø & Raddum, 2000; Arnekleiv mfl., 2001; Eriksen mfl., 2009; Kjærstad mfl., 2022). Studier viser en umiddelbar reduksjon i tetthet, men rask reetablering, ofte innen ett år (Arnekleiv mfl., 1997; Eriksen mfl., 2009). Responsen er artsspesifikk: de mest følsomme arter rammes først, mens mer tolerante har forsinket respons (Mangum & Madrigal, 1999; Eriksen mfl., 2009). I større innsjøsystemer kan restitusjonen ta flere år, som i Fusta etter behandling av Fustvatnet, Ømmervatnet og Mjåvatnet (Kjærstad mfl., 2022).

Eksempler støtter dette mønsteret: På Hardangervidda (1999–2000) ble det registrert betydelig bunndyrdødelighet, men diversitet og tetthet var gjenopprettet året etter (Fjellheim, 2004). I Vikerauntjønna (2015) viste ferskvannøkologiske undersøkelser kortvarig reduksjon i zooplankton, men rask reetablering og endret artsdominans fra mindre taksa som hoppekreps til større som vannlopper (Arnekleiv mfl., 2015; Kjærstad mfl., 2020). De fleste bunndyr, marflo, småmuslinger og edelkreps overlevde eller økte i tetthet, og amfibier ble registrert i alle livsstadier etter behandling.



Figur 4. Skisse over ulike grunne arealer (grønne flater, røde tall) og dype bassenger (Blåe flater, svarte tall) i Rastadammene. Denne, kombinert med målte gjennomsnittdybder, danner grunnlaget for doseringsskjemaet.

## 2.2 Hydrologiske undersøkelser

Dammen ble forhåndsseksjonert og dybder ble målt i alle oppdelte seksjoner 25.10.24. Basert på befaring ble det også lagt til enkelte områder som ble behandlet som et dypvannsområde, spesielt gjaldt dette dam C1 (figur 4). Gjennomsnittdybder kombinert med flybilde (figur 5), tatt under konstruksjonen av dammene, ga et godt bilde av de totale volumene for de ulike seksjonene, som ga et godt grunnlag for en doseringsplan (tabell 1). De oppdelte seksjonene hadde ikke stor varians i målte dybder, men det fantes flere øyer og sivmarker i systemet enn flybilder og kart ga inntrykk av. På forhånd hadde Gislaved kommune estimert totale volum og areal for dam A1 (26 000 m<sup>2</sup>, 29 000 m<sup>3</sup>), A2 (14 400 m<sup>2</sup>, 13 500 m<sup>3</sup>), B1 (99 500 m<sup>2</sup>, 70 000 m<sup>3</sup>) og C1 (57 100 m<sup>2</sup>, 62 500 m<sup>3</sup>), med et totalt vanddekt areal og volum på henholdsvis 197 200 m<sup>2</sup> og 175 000 m<sup>3</sup>. Veterinærinstituttets estimat tilsa en noe dypere profil med et arealestimat på 182 745 m<sup>2</sup> og et volumestimat på 189 048 m<sup>3</sup>. Dette siste arealestimatet er gjort basert på flybilder av en vannfylt dam i kombinasjon med kart i GIS, og er trolig et konservativt øvre estimat, da det i realiteten var flere tørrlagte områder enn det tilfellet var ved flybildet. Dypene var ikke av en slik betydning at det krevdes dypvannsdosering, da maksimal målt dybde var 2,9 m (Dybde 5, dam B1).

## 2.3 Bekjempelse, avrenningstiltak og doseringskonsentrasjon

Et av vilkårene for rotenonbehandling i Rastadammene (og generelt i Sverige/EU) er at man kan dokumentere at man isolerer vannforekomsten for avrenning til andre områder så godt det lar seg gjøre. I den forbindelse ble det vurdert å gjøre enkle grep i utløpet av dam C1, ved å tappe ned dammen, for så å la rotenonet brytes ned idet dammen fyltes opp og det ville renne over til Nissan igjen. Beregninger gjort på befaring tilsa at det var mulig å tappe ned 30-50 cm uten å eksponere mye mudderflater, hvor fisk kunne overleve og man ikke kunne nå dem



Figur 5. Flybilde av Rastadammene, under konstruksjonen i 2006.

med rotenon. Nedbørsfeltet for Rastadammene er ikke større enn selve dammene, og det finnes heller ingen annen innløpsbekk som fyller opp dammen innen kort tid. I årene 2020-2023 var middelverdi for tilsig (inkl. regn)  $197 \text{ m}^3/\text{døgn}$ , noe som da gir et estimat på 76 dager for å fylle opp de  $15000 \text{ m}^3$  som da ble tappet ut ved en senkning på 30 cm. I tørre perioder er det imidlertid netto fordamping fra systemet, og i perioden etter bekjempelsen var det meldt sol og omtrent ingen nedbør de nærmeste 14 dagene. Mest sannsynlig ville da solen og det organiske innholdet bryte ned rotenonet før det rant over til Nissan, hvor det i tillegg ble lagt en midlertidig rørgate med vann fra renseanlegget som kunne vanne ut overstrømmende vann (ca.  $50 \text{ l/s}$  med rotenonfritt rensevann). Gislaved kommune benyttet derfor anledningen til å oppgradere dammen i utløpet til en bedre standard og samtidig installere en betongkonstruksjon i avløpet, som skulle kunne regulere vannhøyden i større grad.

Dødelig konsentrasjon ved rotenon ( $\text{LC}_{50}$ , altså konsentrasjonen hvor 50% av individene dør) for gullfisk var noe ukjent, da vi ikke hadde data på det fra eget arbeid. Litteraturverdier (Marking & Bills, 1976) antydde at gullfisk var ganske tolerant med en  $\text{LC}_{50}$  på  $25 \mu\text{g}$  rotenon/l ved 96 timers eksponering på 12 grader (relevant for september). For å oppnå 100% dødelighet er tommelfingerregelen å doble denne verdien, for så å doble igjen for å ha en margin med mye organisk innhold i vannet, da rotenon brytes relativt raskt ned til karbondioksid og vann. Man havnet da altså på en nominell behandlingskonsentrasjon på  $100 \mu\text{g/l}$ , eller 3 ppm (parts per million) CFT-Legumin, som ideelt sett burde vare i 96 timer, eventuelt vare over en lengre på en mer moderat doseringskonsentrasjon. Dette er noe lengre doseringstid og lavere konsentrasjon enn hva som er ideelt for å sikre en førstegangsbejempelse. Veterinærinstituttet har i tidligere bejempelser vært fornøyd med 100% dødelighet på 6 timer, men her var det trolig et godt kompromiss mellom prosjektets integritet og de miljømessige risikoene man måtte ta høyde for. Det var også nødvendig å doble doseringen for å oppnå full dødelighet på 6 timer. Ved en konsentrasjon på 3,3% rotenon i CFT-Legumin ble det derfor vedtatt å bruke 525 L, ved en 30 cm senkning fra volumet ved befaringsstidspunkt (se tabell 1 for fordelingen i de ulike seksjonene).

Tabell 1. Doseringsskjema av CFT-L i de ulike seksjonene (figur 4) i Rastadammene, ved bekjempelsen av gullfisk.

Dam	Type areal	Seksjonsnummer	Snittdybde (m)	Areal (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )	Planlagt dosering CFT-L (Liter, 3,02 ppm)	Dosering ved 30 cm senking av dam C1
<b>A2</b>	Dyp	1	1,66	6262	10384	31	
	Dyp	2	1,37	1133	1548	5	
	Grunnflate	1	0,74	9261	6894	21	
<b>Delsum</b>							
<b>A1</b>	Dyp	13	1,66	5494	9120	28	
	Dyp	14	1,4	3600	5040	15	
	Grunnflate	7	0,7	13888	9722	29	
<b>Delsum</b>							
<b>B1</b>	Dyp	3	1,69	3810	6452	19	
	Dyp	4	1,89	6626	12495	38	
	Dyp	5	2,10	2624	5523	17	
	Dyp	6	2,32	6024	13976	42	
	Dyp	7	1,78	3076	5475	17	
	Grunnflate	2	0,5	39282	19641	59	
	Grunnflate	3	0,86	20042	17262	52	
	Grunnflate	4	0,35	11776	4122	12	
<b>Delsum</b>							
<b>C1</b>	Dyp	8	1,95	4370	8511	26	22
	Dyp	9	1,4	1363	1908	6	5
	Dyp	10	1,75	2282	3989	12	10
	Dyp	11	1,33	1444	1921	6	4
	Dyp	12	1,86	5197	9683	29	24
	Dyp	15	1,14	2629	3000	9	7
	Grunnflate	5	0,99	18864	18684	56	39
	Grunnflate	6	1	13698	13698	41	29
<b>Delsum</b>							
<b>Total</b>						571 Liter	525 Liter

Det var naturlig å anta at store deler av dette tilsatte CFT-Leguminet ville brytes ned til karbondioksid og vann, ved hjelp av sollys og temperatur, før dammen fyltes opp. Erfaringsmessig ville man trolig kunne ha en sikkerhet for fiskedødelighet i dammen en ukes tid etter behandling, slik at vannmassene fikk tid å blande tilsatt CFT-Legumin. Dersom dammen skulle fylles helt opp, og vann kom til å renne over som følge av nedbør, ble det beregnet at det i gjennomsnitt rant ut ca. 3 l/sekund (beregnet på gjennomsnittsnedbør i september). Ved kraftig regn (20 mm på 12 timer) kunne vannføringen bli opptil 10 l/s. Etter utløpet var det også en uttynning fra renseanleggets midlertidige utslipp, som utgjorde omtrent 50 l/s (øymål). Restkonsentrasjonen av rotenon som nådde Nissan (ca. 15000 l/s) ville, før nedbrytning er tatt med, altså være i gjennomsnitt 6/1500000 (= fire milliondeler) av den originale konsentrasjonen på omtrent 3 milliondeler, og anses som neglisjerbar, selv ved

langtids avrenning. Veterinærinstituttet har hatt erfaring med langt høyere konsentrasjoner fra sidebekker uten dødelighet i hovedelv, hvor sidebekken utgjør en relativt liten andel av den totale vannføringen i elva.

## 2.4 Rotenonprøvetaking

Rotenonkonsentrasjoner ble målt ved hjelp av vannprøver ved veterinærinstituttets laboratorium på Ås, i perioden etter behandling, og skulle utføres over en måned, eventuelt frem til rotenonet lå på ikke-detekterbare verdier. Prøvene ble besluttet å tas med geografisk spredning innad de ulike dammene for å dokumentere oppnådd konsentrasjon i behandlingsperioden, mer spesifikt 17. september (behandlingsdag for dam C1, dagen etter behandling av dam A1, A2 og B1) og 24. september (altså 168 timer etter behandling i dam C1). Gislaved kommune ville også ta prøver i grunnvannet for å dokumentere at rotenonet ikke gikk gjennom jordmassene rundt systemet. Vannprøvene bestod hver av omtrent 25 ml vann fra det aktuelle prøvestedet og 25 ml acetonitril for å fikse rotenonet før sending pr. post.

## 2.5 Avgrensing av behandlingsområdet

Det ble, i etterkant av den preliminære oppdagelsen, fisket med ruser i alle dammene. Gullfisk (figur 6) ble kun fanget i nederste dam C1, men fisk ble også observert i dam B1. Det kunne imidlertid ikke utelukkes at det fantes fisk også i dam A1 og A2. Under normale forhold var det ikke mulig for karpefisk å vandre oppover i systemet, på grunn av høydeforskjeller anlagt i terskler ved utløpet av hver dam. Foruten gullfisk hadde også mort blitt fanget i våtmarksområdet. Det fantes ingen innløpsbekker inn til rensedammene, og ingen avsnørte flomdammer. I utløpet, på østsiden av bilveien var det fall fra kulvert som hindrer oppgang av fisk, og her ble det montert en fiskefelle ("Wolf-felle", figur 6; Wolf, 1951), som bestod av rister som filtrerte ut fisk over en viss størrelse og



Figur 6. Venstre: En fiskefelle i utløpet av rensedammene sørget for at all fisk over en viss størrelse ble fanget opp og sendt inn i en oppsamlingskasse lenger ned (i enden av det røde røret). Høyre: En av fem gullfisk fanget i fiskefellen i helga før hydrologisk befaring i 2024. Foto: Øystein Nordeide Kielland/Veterinærinstituttet.

ledet den ut i en oppsamlingskasse. Denne fellen måtte røktes ofte, da det var høye tettheter av fisk som vandret ut fra systemet. Det var stort sett mort som ble tatt i denne fellen, men også ungfisk av gullfisk ble tatt her. I løpet av en helg ble eksempelvis fem gullfisk fanget i fellen.

## 3 Resultater

### 3.1 Bekjempelse

#### 3.1.1 Utførelse og doseringsplan

Dagen og natten før bekjempelsen startet 16. september 2025 regnet det vesentlig, og det rant 10 l/s ut fra dam C1, så det ble besluttet at man skulle kjøpe seg litt tid og vente med å fylle igjen dammen. Utover bekjempelsen ble det klart at ingen dødelighet inntraff i dam C1, til tross for bekjempelse og avrenning av rotenonholdig vann i/fra dam B1, så dammen ved utløpet ble fylt igjen om morgenen 17. september. Fasit for nedtapping var ca. 30 cm ned fra befaringsnivå, og man hadde på grunn av en forsterket jordvoll i utløpet nå ca. en meter å gå på med oppfylling før det ville renne over igjen.

Bekjempelsen startet med et informasjonsmøte for presse og lokale fremmøtte., mens fire stk. personell rigget utstyret. Rotenonet ankom 10.00. Papirene til tollverket tillot imidlertid ikke at man tok inn over 525 L, så den ene 20 L-dunken med CFT-Legumin ble ikke mottatt (Altså bare 520 L tilgjengelig for bruk). Man besluttet, på bakgrunn av de store vannmengdene, å starte øverst med de minste, mest næringsrike dammene, A1 og A2. Et båtlag med en lett båt skulle fokusere på de grunne flatene uten bruk av påhengsmotor (kun fremdrift fra brannpumpeslangen), mens to båtlag brukte påhengsmotor til å navigere i de mer dype områdene. I de dypere områdene ble det gitt ekstra fokus til flytetorvrområder og sivfylte bredder, før man vendte doseringsslangen ned mot de mer dype områdene, med ca. fem meter mellom hvert «transekt». Propellen fra påhengsmotoren skulle fremskynde innblandingsprosessen. Arbeidet startet ca. klokken 11. Man innså raskt at de grunnere områdene tok lenger tid, så noe av doseringen i disse områdene ble tildelt de to båtene med påhengsmotor. De grunnere områdene var utfordrende å dosere med mudder og lite gunstige forhold for innsugsventilen, med tidvise dybder på 1-10 cm. Den lette båten navigerte imidlertid i disse områdene med letthet. Vinden kom fra vest denne dagen, så det ble også besluttet å fokusere på østsiden av øy- og sivområdene, som mottok mindre rotenonholdig overflatevann. Innen kl. 16 hadde man rukket å dosere dammene A1-B1, hvorpå man tok en pause til morgenen etter.

Dag to fortsatte med dam C1, hvor dammen nå var tettet igjen. Også her ble det mindre arbeid for lagene i de dypere områdene, så ett lag doserte noe av mengden for grunnflate 5 i vest. Arbeidet var stort sett ferdig (inkl. nedrigging) innen kl. 12.

#### 3.1.2 Dødfisk

Det var store (tusener) mengder fisk i Rastadammene, med unntak av dam A1 og A2 som var fisketomme. Det åpenbarte seg tidlig i doseringsprosessen av dam B1 at det var en høy rotenondose for mort (figur 7), som begynte å svime nesten umiddelbart etter tilsetning i overflatelaget. Etter litt tid (1-2 timer) begynte også det som viste seg å være brasme å svime (figur 8), hvor de største individene var en-to kg store. Tetthetene av brasme var veldig lave i forhold til mort. Det meste av mort hadde dødd etter tre timer, men noe av fisken (som trolig hadde stått noe dypere med litt dårligere innblanding) svimte fortsatt. Etter tre timer begynte også et par gullfisker å svime i dam B1, men disse ble ikke observert av behandlingsmannskapet, disse ble funnet av personell fra Länsstyrelsen som gikk på land langs sivene. Dette antyder at tettheten av gullfisk var lav i dam B1.

Andre behandlingsdag fikk også behandlingsmannskapet observert svimende og døde gullfisk etter omtrent tre-fem timer, men kun gullfiskyngel (figur 9). Det tok lenger tid å observere større gullfisk svimende, og Gislaved



Figur 7. Nylig avdöd voksen och juvenil mort funnet under bekjempelsen (*Rutilus rutilus*). Mort var den mest vanligste arten i Rastadammene Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



Figur 8. Nylig avdöd voksen brasme (*Abramis brama*). Denne arten forekom i vesentlig lavere tetthet enn mort. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



Figur 9. En av mange gullfiskyngel (*Carassius auratus*) som ble funnet tre timer etter endt dosering i dam C1. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



Figur 10. Ett individ av gjedde (*Esox lucius*) dukket opp i dagene etter behandling, når forråtnelsen hadde ført til gassdannelse i avdød fisk. Foto: Stina Kullingsjö/Gislaved kommune.

kommune observerte en svømmende stor gullfisk et døgn etter behandling i dam C1. Dette individet ble imidlertid ikke skremt av berøring med årer, så det antas at de var under påvirkning av CFT-L, dog ikke kommet til siste fase av innsvimmingen (tap av likevekt, «loss of equilibrium»). På dette tidspunktet var det riktignok også mange døde større gullfisk i dammen, så det skapte ikke bekymring å se fortsatt svømmende individer, siden man hadde tatt utgangspunkt i en 96 timers doseringsplan. I og med at det ikke regnet lenger, var



Figur 11. Ett individ av Koikarpe (*Cyprinus carpio*) ble funnet død i vannkanten etter behandling.

heller ikke dette en bekymring, siden dosen trolig ville holde seg ganske stabil den første uken. Mandagen etter behandling (22. september) ble det ikke observert levende fisk, samtidig så man ikke mange av de største gullfiskene som trolig hadde sunket til dypet. Onsdag 24. september kom en del av den nå gassfylte fisken opp igjen, og skapte ganske dårlige forhold for å ferdes i området, i form av dårlig lukt. Denne dagen ble det i tillegg funnet ett større individ av gjedde (figur 10), og det er usikkert om kom dit med fugler, eller om den hadde blitt satt ut av mennesker. Gjedde har den laveste toleransen for rotenon av de fire artene som ble funnet ( $LC_{100} = 23 \mu\text{g rotenon/l}$ ), så hadde det vært en bestand der ville man funnet adskillig flere gjedder. I dagene etter behandling ble det også funnet ett individ av den domestiserte og fargerike versjonen av karpe (*Cyprinus carpio*), Koikarpe (figur 11).

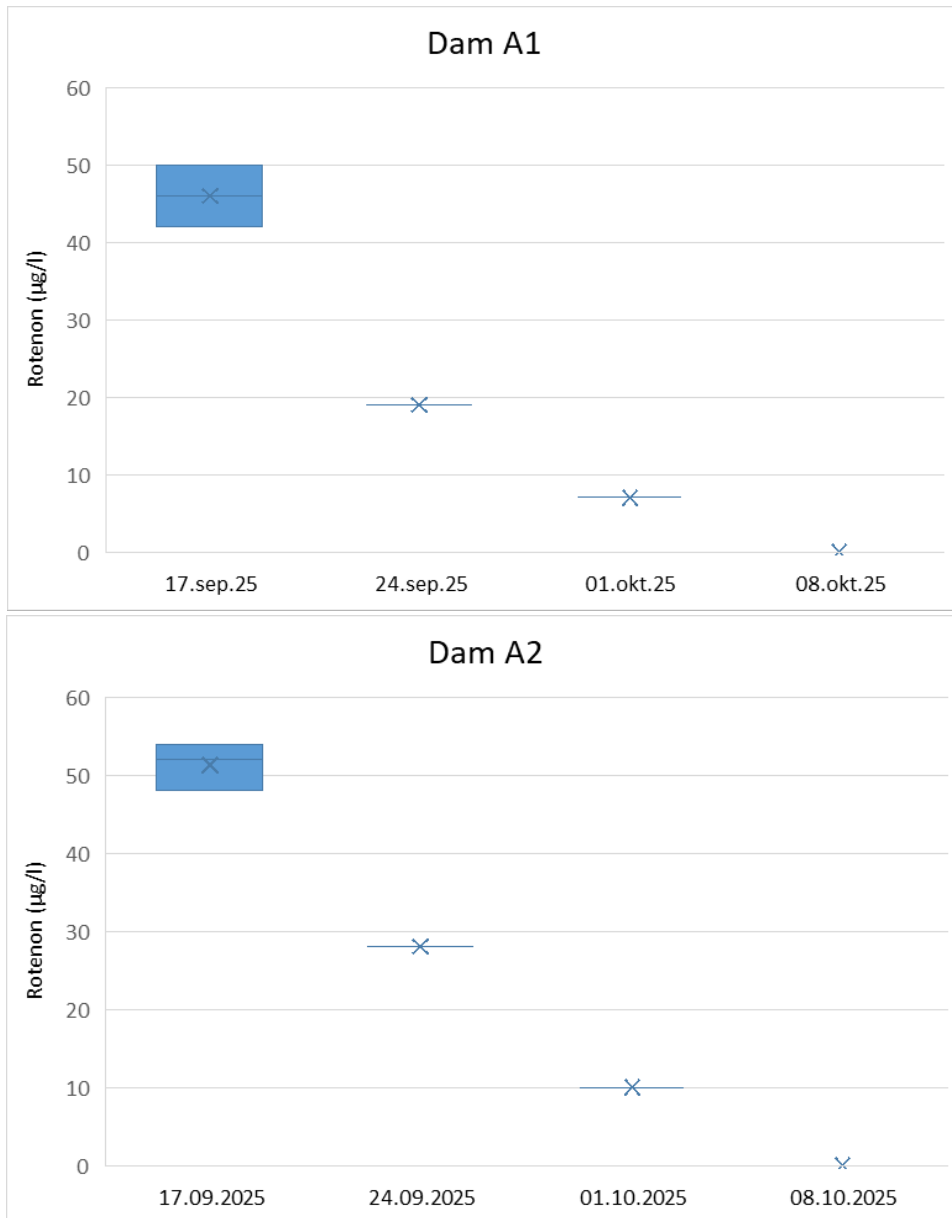
### 3.2 Rotenonprøveinnhold

Gjennomsnittet for dam A1, A2 og B1 dagen etter behandling var respektive 46, 51 og 76  $\mu\text{g rotenon/l}$ . Dette tilsier en halveringstid i rotenoninnhold på ett døgn i dam A1-A2, og en 25% reduksjon i dam B1 (Tabell 2). Dam C1 hadde et gjennomsnittlig rotenoninnhold på 120  $\mu\text{g/l}$  fem timer etter behandling. For både dam B1 og C1 var halveringstiden mindre enn en uke. Grunnvannet viste ingen tegn til rotenoninnhold dagen etter behandling, og heller ikke etter en uke. Vanligvis vil det være en ekstra usikkerhet rundt eksakt rotenoninnhold under kvantifiseringsgrensen på 5  $\mu\text{g/l}$ , men det ble i dette tilfellet gjort en ekstra innsats i å prøve å tallfeste kvantiteten mellom 2 og 5  $\mu\text{g/l}$ . Etter tre uker var samtlige prøver under den eksakte kvantifiseringsgrensen på 5  $\mu\text{g/l}$ , men viste noen spor av rotenon med verdier rundt 2-4,5  $\mu\text{g/l}$ , med unntak av dammene med mest organisk innhold (A1, A2), hvor det ikke kunne detekteres rotenon.

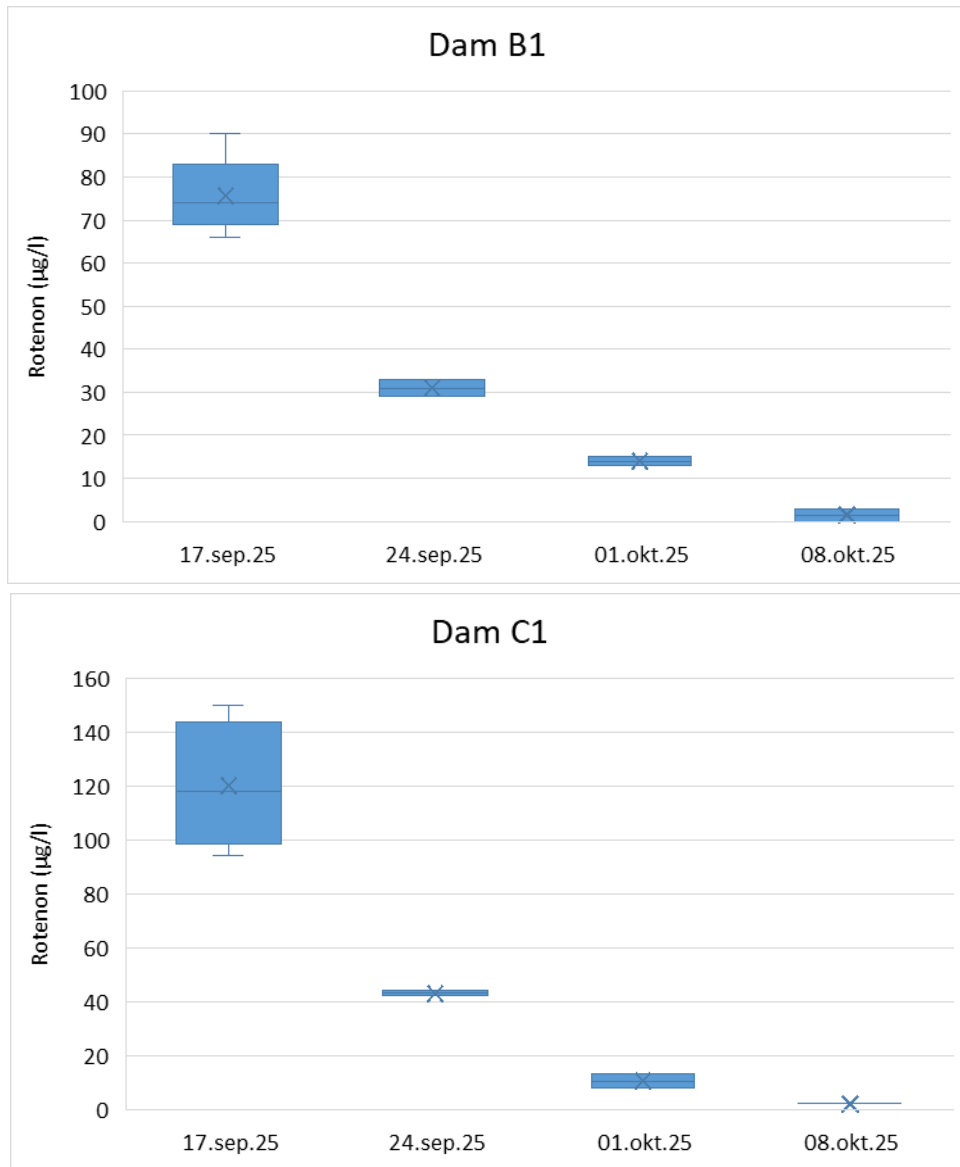
Tabell 2. Rotenoninnhold i vannprøver tatt under og etter behandlingen av Rastadammene, Gislaved Sverige, i løpet av 16. (Dam A1, A2, B1)- og 17. september (Dam C1). Målkonsentrasjonen var 100 µg/ liter, deteksjonsgrensen er 2 µg/l, men rotenoninnholdet er usikkert å kvantifisere opp til 5 µg/l.

Prøve, nummer	Dato	Tid	Prøvested	Resultat (µg rotenon/l)
1	17.sep.25	14:18	C1 øst dyp	94
2	17.sep.25	14:22	C1 øst grunn	150
3	17.sep.25	14:31	C1 sydøst dyp	124
4	17.sep.25	14:33	C1 vest dyp	112
5	17.sep.25	14:39	B1 vest dyp	90
6	17.sep.25	14:47	B1 sydvest dyp	72
7	17.sep.25	14:50	B1 grunn ved øya	76
8	17.sep.25	14:54	B1 nordøst dyp	74
9	17.sep.25	15:01	B1 sydøst dyp	66
10	17.sep.25	15:07	A2 vest dyp	48
11	17.sep.25	15:12	A2 midt grunn	52
12	17.sep.25	15:13	A2 øst dyp	54
13	17.sep.25	15:22	A1 sydøst dyp	50
14	17.sep.25	15:24	A1 midt øst grunn	46
15	17.sep.25	15:26	A1 nordøst dyp	42
16	17.sep.25	15:50	Grunnvann øst	<5
17	18.sep.25	14:56	Grunnvann vest	<5
18	24.sep.25	08:55	B1 sydøst dyp	29
19	24.sep.25	09:00	B1 vest dyp	33
20	24.sep.25	09:05	C1 vest dyp	44
21	24.sep.25	09:15	C1 øst dyp	42
22	24.sep.25	09:21	A2 vest dyp	28
23	24.sep.25	09:34	A1 øst dyp	19
24	24.sep.25	10:36	Grunnvann øst	<5
25	24.sep.25	11:21	Grunnvann vest	<5

Prøve, nummer	Dato	Tid	Prøvested	Resultat (µg rotenon/l)
26	01.okt.25	09:36	A2 øst dyp	10
27	01.okt.25	09:44	A1 øst dyp	7
28	01.okt.25	09:59	B1 øst dyp	13
29	01.okt.25	10:29	B1 vest dyp	15
30	01.okt.25	10:33	C1 vest dyp	13
31	01.okt.25	10:48	C1 øst dyp	8
32	08.okt.25	08:28	A2 øst dyp	<2
33	08.okt.25	08:36	A1 øst dyp	<2
34	08.okt.25	08:43	B1 øst dyp	4,5
35	08.okt.25	09:22	B1 vest dyp	3
36	08.okt.25	09:27	C1 vest dyp	2
37	08.okt.25	09:38	C1 øst dyp	2



Figur 12: Rotenoninnehåll i de två översta dammarna, A1 och A2, över tid. Merk: 17. september er dagen etter dosering.



Figur 13: Figur 14: Rotenoninnehåll i den nedre (C1) och mittre (B1) dammen, över tid. Merk: 17. september är dagen efter dosering för dam B1.

## 4 Diskusjon

### 4.1 Generelt

Bekjempelsen ble alt i alt gjennomført som planlagt, uten nevneverdige utfordringer annet enn at det var vanskelig å få nok vann til å drifte brannpumpene nord i dam B1, for å overrisle de delvis eksponerte mudderflatene. Det ble imidlertid observert død fisk med god geografisk spredning, inkludert i mudderområdene, så det var mest sannsynlig dødelig effekt over hele dammen. Det meste av fiskebestanden reagerte umiddelbart etter dosering og for en mindre andel tok det noe lengre tid før de var nevneverdig påvirket. Dette kan skyldes at de stod i de litt dypere vannmassene hvor det erfaringsmessig tar litt tid før kjemikalet homogeniseres. De minste gullfiskene reagerte først etter et par timer, mens de største individene tilsynelatende krevde opptil et døgn før de var nevneverdig påvirket- altså selv etter at man kan forvente en homogenisering. Dette tyder på at eldre gullfisk kan ha en litt høyere toleranse enn yngre gullfisk, uten at det fryktes at de overlevde behandling. På grunn av prosjektets store størrelse, og frykt for nedstrøms rotenonpåvirkning, ble det valgt en lav rotenondosering basert på fire-dagers total letal verdi for gullfisk- så en lang svimeperiode var forventet. Etter fire dager kunne man ikke lenger observere aktivitet i dammen.

Det faktum at det fortsatt var 30-40 µg rotenon/l i gullfiskdammene etter en uke tilsier mest sannsynlig en tilstrekkelig høy dose over tid for å kunne gi 100% dødelighet (LC<sub>100</sub>), da man tradisjonelt sett enten kan gi en moderat dose over lang tid, eller en høy dose over kort tid for å sikre total dødelighet. Som nevnt innledningsvis er fire dagers LC<sub>50</sub> for gullfisk 25 µg/l, med en total dødelighet på LC<sub>100</sub>-verdier rundt 40-50 µg/l over fire dager. Dette samsvarer med erfaringer fra rotenon- og klorbehandlinger av lakseparasitten *G. salaris*, og rotenondosering under is, hvor det benyttes en lavere konsentrasjon av kjemikalet over en lengre periode (Finlyason mfl., 2018; Bardal mfl., 2022; Olstad mfl., 2024). Det mest relevante vil trolig alltid være en prosess som gir tilstrekkelig dose som en funksjon av døgn (døgn x dose), som sikrer at alle individ tar opp den totale dose som kreves for en dødelighet på en gitt temperatur (i.e. «mikrogramdøgn»). Viktig i denne prosessen blir å ta hensyn til rotenonets nedbrytning og uttynning fra tilsig, ved å ta inn en margin i nødvendig dosering. Det ble gjort her, hvor man doblet doseringskonsentrasjon til 100 µg/l, i forhold til antatt LC<sub>100</sub>, på 50 µg rotenon/l.

Det ble ikke observert dødelighet i dam C1 før behandlingsdag 2, hvilket var oppløftende informasjon for eventuelt fremtidige behandlinger av grunne dammer/innsjøer i Sør-Sverige. Det var også rask nedbrytning av rotenon, med en halveringstid på én til noen få dager. Alt rotenoninnhold var under 5 µg/l etter tre uker. Dette er betydelig raskere enn nordligere rotenonbehandlinger (Sandodden mfl., 2022) av noe dypere vannforekomster med sprangsjikt, hvor det kunne ta seks-tolv uker. Rask nedbrytning medfører at dersom det er relativt lite vann som flyter inn og ut av systemet, så kan man betrakte nedstrøms dammer/innsjøer som upåvirket i fremtidige bekjempelsesoperasjoner. I dette tilfellet var det en vannføring på mindre enn 1 l/s inn i dam C1, og dette medførte altså ingen dødelighet.

### 4.2 Fremtidig arbeid som gjenstår

Arbeidet som ble utført må følges opp med undersøkelser for å sikre dokumentasjon av effekten. Ideelt bør det i bekjempelsesaksjoner utføres miljø-DNA for å verifisere fravær av en art, og da bør man vente til all fisk har blitt nedbrutt og er borte fra systemet før man får pålitelige resultater, da DNA fra døde individer kan dukke opp i denne tiden (Halvorsen, 2022). Det var planlagt en oppfølging med miljø-DNA, men prøvetaking med miljø-DNA før tiltaket fungerte ikke. Muligens forstyrret mengden organisk materiale i dammene prøvetakingen. Tiltaket vil i stedet følges opp ved at fiskeruser settes ut og Wolff-fellen kontrolleres fram til slutten av sommeren 2026. I tillegg gjennomføres undersøkelser av bunndyr for å se hvor raskt disse reetablerer seg. Ettersom fisk ikke var satt ut med viten i Rastadammene vil informasjonsskilt bli satt opp for å motvirke spredning av fisk til dammen gjennom menneskelig aktivitet. Renseeffekten forventes også å øke dersom vannet blir klarere og mer vegetasjon kan etablere seg i dammene, der plankton og makrofytter har størst effekt i å ta ut nitrogen og spesielt fosfor fra

vannmassene. Ved fravær av karpefisk vil trolig også eutrofiering som følge av internbelastning (*internal loading*) reduseres, da det ikke lenger vil være en art til stede som virvler opp næringsstoffer i bunnsedimentene i en grunn vannforekomst. Dette kan sikkert også kvantifiseres fremover, nå som dammene er fisketomme.

## 5 Referanser

- Arnekleiv, J. V., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T., & Hanssen, O. (1997). *Effects of rotenone treatment on the bottom-fauna of the Rauma and Henselva watercourses, Møre og Romsdal County. Part 1: Qualitative investigations*. Vitenskapsmuseet, Vitenskapsmus. Rapp. Zool. Ser. (8). s. 1–62.
- Arnekleiv, J. V., Dolmen, D., & Rønning, L. (2001). Effects of rotenone treatment on mayfly drift and standing stocks in two Norwegian rivers. In E. Dominguez (Ed.), *Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera* (pp. 77–88): Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Arnekleiv, J. V., Kjærstad, G., Dolmen, D., & Koksvik, J. I. (2015). *Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Vikerauntjønnna i forbindelse med rotenonbehandling*. NTNU Vitenskapsmuseet, Rapport (7). s. 1–47.
- Bardal, H., Sandodden, R., Moen, A., & Nøst, T. H. (2018). *Bekjempelse av mort i sju vatn i Bymarka, Trondheim kommune, i 2016*. Veterinærinstituttets rapportserie, Rapport (8). s. 1–87.
- Bardal, H., Adolfsen, P., Kielland, Ø. N., Aune, S., Sollien, V., Hagen, A. G., & Olstad, K. (2022). *Kjemiske tiltak mot lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Drivaregionen*. Veterinærinstituttet, Utredning. s. 1–45.
- Domenici, P., Turesson, H., Brodersen, J., & Bronmark, C. (2008). Predator-induced morphology enhances escape locomotion in crucian carp. *Proc Biol Sci*, 275(1631), 195–201. doi:10.1098/rspb.2007.1088
- Eriksen, T. E., Arnekleiv, J. V., & Kjærstad, G. (2009). Short-term effects on riverine Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera of rotenone and aluminium sulfate to eradicate *Gyrodactylus salaris*. *Journal of Freshwater Biology*(24), 597–607.
- Finlayson, B., Somer, W. L., & Vinson, M. R. (2009). Rotenone Toxicity to Rainbow Trout and Several Mountain Stream Insects. *North American Journal of Fisheries Management*(30), 102–111.
- Finlayson, B., Schnick, R., Skaar, D., Anderson, J., DeMong, L., Duffield, D., . . . Steinkjer, J. (2010). *Planning and standard operation procedures for the use of rotenone in fish management - rotenone SOP manual*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. 1–143 s.
- Finlyason, B., Skaar, D., Anderson, J., Carter, J., Duffield, D., Flammang, M., . . . Wilson, R. (2018). *Planning and standard operating procedures for the use of rotenone in fish management - rotenone SOP manual* (2nd ed.). Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. 163 s.
- Fjellheim, A. (2004). *Virkning av rotenonbehandling på bunndyrsamfunnene i et område ved Stigstu, Hardangervidda*. LFI - Universitetet i Bergen. s. 1–60.
- Forsgren, E., Bærum, K. M., Finstad, A. G., Gjelland, K. Ø., Hesthagen, T., Knutsen, H., & Wienerroither, R. (2023). *Actinopterygii: Vurdering av gullfisk Carassius auratus for Fastlands-Norge med havområder*. Fremmedartslista 2023. Artsdatabanken.
- Gladstø, J., & Raddum, G. G. (2000). *Rotenonbehandling og effekter på bunnfaunaen i Lærdalselva. Kvalitative undersøkelser*. LFI, Universitetet i Bergen, Rapport (113).
- Halvorsen, S. (2022). *Undersøkelse av miljø-DNA for gjedde (Esox lucius) i Gillsvannet etter rotenonbehandling*. Universitetet i Agder, Foreløpig statusrapport. s. 1–10.
- Johansson, K.-M. (2020). *Solabborre i Bergadammen- Utrotning av invasiv fiskart* Länsstyrelsen i Jönköpings län, Fiskeenheten, Naturavdelingen, Rapport (21). s. 1–25.
- Kielland, Ø., N., Bardal, H., Sandodden, R., Moen, A., Adolfsen, P., & Aune, S. (2025). Fremmede ferskvannsarter i Norge - bekjempeshistorikk siden 1998. In Å. H. Garseth, L. Furnesvik, H. Hansen, A. Haukland, N. Kielland Ø, & D. A. Strand (Eds.), *Villfiskrapporten 2024* (Vol. 2025, pp. 110–122): Veterinærinstituttet.

- Kjærstad, G., Koksvik, J. I., Arnekleiv, J. V., & Davidsen, J. G. (2020). *Etterundersøkelser av zooplankton, bunndyr og amfibier i 2019 i forbindelse med rotenonbehandling i Bymarka, Trondheim*. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat s. 1–40.
- Kjærstad, G., Arnekleiv, J. V., Velle, G., & Finstad, A. G. (2022). Long-term responses of benthic invertebrates to rotenone treatment. *River Research and Applications*, 38(8), 1436–1449. doi:<https://doi.org/10.1002/rra.3919>
- Ljungqvist, M. H. (2025, 2025–09–03). Ny jakt på invasive fiskarten i Anneberg. *Kungsbacka-Posten*. Accessed 2025-09-29. Retrieved from <https://www.kungsbackaposten.se/nyheter/har-jagar-lansstyrelsen-den-invasiva-solabborren.812eef2f-3060-4c9f-a831-6ae502b64f42>
- Mangum, F. A., & Madrigal, J. L. (1999). Rotenone Effects on Aquatic Macroinvertebrates of the Strawberry River Utah: a Five-Year Summary. *Journal of Freshwater Ecology* (14), 125–135.
- Marking, L. L., & Bills, T. D. (1976). Toxicity of Rotenone to Fish in Standardized Laboratory Tests. *United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service*(72), 1–20.
- Olstad, K., Hagen, A. G., Holter, T., Garvik, E. G., Bærum, K. M., Hansen, P. S., . . . Nimvik, B. F. (2024). *Klorbehandling i Driva og Litldalselva 2023 – Andre behandlingsår*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA Rapport. s. 1–40.
- Rytwinski, T., Taylor, J. J., Donaldson, L. A., Britton, J. R., Browne, D. R., Gresswell, R. E., . . . Cooke, S. J. (2018). The effectiveness of non-native fish removal techniques in freshwater ecosystems: a systematic review. *Environmental Reviews*, 27(1), 71–94. doi:10.1139/er-2018-0049
- Sandodden, R., Aune, S., Bardal, H., Adolfsen, P., & Nøst, T. (2022). Rotenone application and degradation following eradication of invasive roach (*Rutilus rutilus*) in three Norwegian lakes. *Management of Biological Invasions*, 13, 233–245. doi:10.3391/mbi.2022.13.1.14
- Schabetsberger, R., Jersabek, C. D., Maringer, A., Kreiner, D., Kaltenbrunner, M., Blažková, P., . . . Wölger, H. (2023). Pulling the Plug - Draining an Alpine Lake Failed to Eradicate Alien Minnows and Impacted Lower Trophic Levels. *Water*, 15(7), 1332. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/7/1332>
- SLU Artdatabanken. (2025). Risklista för främmande arter 2024. Hentet 29. September, 2025 fra <https://artfakta.se/risklistor/2024>
- USEPA (US Environmental Protection Agency). (2007). *Reregistration eligibility decision for Rotenone EPA 738-R-07-005*. Washington, DC: USEPA, Prevention, Pesticides, and Toxic Substances, Special Review and Reregistration Division. 44 s.
- Wolf, P. (1951). A Trap for the Capture of Fish and Other Organisms Moving Downstream. *Transactions of the American Fisheries Society*, 80(1), 41–45. doi:10.1577/1548-8659(1950)80[41:ATFTCO]2.0.CO;2

## 6 Vedlegg



VFigur 1. Rastadammene, sett fra nordvest med dam B1 i fokus. Dam C1 kan ses bak vollen, sør i bildet. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 2. Utløpet av Rastadammene, før ombyggingen. Sett fra øst ved dam C1. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 3. Dam A2, sett fra øst. Til høyre i bildet skimtes vann fra innløpsrøret. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 4. Utløpet i dam C1, etter midlertidig ombygging 17. september. I vollen til høyre ses to rør som ble demontert ved behandlingsstart av dam C1, dagen etter (18. september). Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 5. Dam C1 etter nedtappingen første behandlingsdag, 17. september. Sett fra utløpet i øst. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 6. Dam A1, sett fra øst, første behandlingsdag 17. september 2025. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 7. Utløpet fra dam B1 ned til dam C1. Her var det under normal situasjon et 50 cm høyt vandringshinder. Ved behandlingstidspunktet var denne avstanden økt til omtrent 80 cm. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet



VFigur 8. Utløpet fra dam A1 til dam B1. Her var det under normal situasjon et 30 cm høyt vandringshinder. Foto: Øystein Kielland/Veterinærinstituttet.



VFigur 9. Bilde tatt ved utløpet av dam C1 8. Oktober 2025. På dette tidspunktet ble vannstigning siden behandling estimert til omtrent 30 cm, og at man hadde mindre enn en meter til det rant over ved veggen til venstre i bildet. Foto: Stina Kullingsjö/ Gislaveds kommun

Frisk fisk  
Sunnne dyr  
Trygg mat



Veterinærinstituttet

Ås ▪ Sandnes ▪ Bergen ▪ Trondheim ▪ Harstad ▪ Tromsø

[postmottak@vetinst.no](mailto:postmottak@vetinst.no)

[vetinst.no](http://vetinst.no)