



# När är vägnära livsmiljöer för groddjur lämpliga?

- En litteraturgenomgång med förslag på undersökningar och förbättringar

Per Nyström och Marika Stenberg

På uppdrag av: TRIEKOL



Ekoll AB

**Titel:** När är vägnära livsmiljöer för groddjur lämpliga? – En litteraturgenomgång med förslag på undersökningar och förbättringar

**Utförare:** Ekoll AB

**Projektansvarig:** Per Nyström

**Författare:** Per Nyström och Marika Stenberg

**Version:** 2025-01-31

**Foton:** © Ekoll AB

**Bakgrundskartor:** © Lantmäteriet

**Omslagsbild:** Vägdamms längs E22 i Blekinge, juni 2024

Finansieras av TRIEKOL som är Trafikverkets forskningsprogram om transportinfrastrukturens inverkan på biologisk mångfald och landskapsekologi.

# Innehåll

Bakgrund.....	4
Syfte och upplägg med litteratursammanställningen.....	4
Metodik och urval av litteratur .....	5
Litteratursammanställning.....	5
Groddjur vid och i vägdammar .....	6
Lekvatten .....	6
Landmiljöer och groddjur .....	8
Åtgärder för att minska behovet av vägbarriärer och passager .....	9
Metoder för studier av groddjur vid och i vägdammar.....	11
Konventionella metoder.....	11
Analyser med hjälp av eDNA.....	11
Betydelsen av vägdammar för diversitet av andra akvatiska organismer än groddjur.....	12
Slutsatser och inriktning av framtida undersökningar.....	13
Vägdammar och groddjur i Sverige .....	13
Allmänt om vägdammars funktion, syfte och skötsel.....	13
Förslag på upplägg för studier av vägdammar och groddjur i Sverige .....	15
Analyser.....	17
Resultattolkning och jämförelser.....	20
Referenser.....	22

# Bakgrund

Denna litteraturgenomgång är en del av forskningsprogrammet TRIEKOL som finansieras av Trafikverket (<https://triekol.se/>). Målet är att ta fram metoder och kunskap som transportsektorn behöver för att bibehålla, och om möjligt förbättra, ekologiska funktioner och kvaliteter i landskapet.

TRIEKOL 4 genomförs under perioden 2023-2027 och inriktar sig på åtgärder för mindre och medelstora djur. Många mindre och medelstora djur dödas i trafiken och vägar kan utgöra hinder för djuren att nå nödvändiga resurser i landskapet (barriäreffekter). Detta gäller i synnerhet artgrupperna medelstora däggdjur och grod- och kräldjur (sammanfattat i Andrews m.fl., 2015). Syftet med TRIEKOL 4 är:

- Kunskapsuppbyggnad som underlag för planering av målstyrda och kostnadseffektiva åtgärder för mindre och medelstora djur; främst de prioriterade artgrupperna medelstora däggdjur samt groddjur.
- Att ta fram aktuell och kvalitetssäkrad kunskap om åtgärdseffektivitet som underlag för åtgärdsval.
- Att föreslå lämpliga fokusarter/målarter för åtgärder (arter där påverkan från vägar och järnvägar är av betydelse för måluppfyllnad).
- Att öka förståelsen om risker för mindre djur i väg- och järnvägsområden och risken för ekologiska fallor, när åtgärder för att stödja arterna riskerar att göra mer skada än nytta.

## Syfte och upplägg med litteratursammanställningen

Denna litteraturgenomgång redovisar resultaten från en sammanställning av den vetenskapliga litteraturen som i ett första steg ska leda till undersökningar som genomförs inom projektet och som därmed svarar på frågan ”När är vägdammar lämpliga för groddjur?”. Vägdammar och dagvattenmagasin i Sverige är ofta konstruerade för hantering och rening av vatten utan att de på förhand anpassats för att gynna biologisk mångfald. Denna sammanställning fokuserar på dammar som ligger intill större vägar (härefter kallade vägdammar) men mycket av litteraturen som finns angående biologisk mångfald i konstgjorda dammar finns även från studier av dagvattenmagasin i urbana miljöer. Litteraturgenomgången syftar till att utreda följande frågor:

- Vilka landskapsfaktorer, inklusive förutsättningar för lek, förväntas påverka artantal och populationsstorlek hos vanligt förekommande groddjursarter i vägdammar?
- Hur bör vetenskapliga studier genomföras för att ge svar på frågan om när vägdammar i Sverige är lämpliga för groddjur?
- Kan groddjurspopulationer i vägdammar gynnas genom olika fysiska biotopåtgärder och var ska dessa åtgärder genomföras i landskapet?
- Kan biotopåtgärder för att gynna groddjurspopulationer förväntas vara mer effektiva än exempelvis tunnlar och/eller barriärer om de genomförs inom vägområdet?
- Vilka prioriteringar av åtgärder i vägområdet behöver göras vid anläggning och lokalisering av vägdammar för att gynna groddjurspopulationer och därmed vägdammarernas multifunktionalitet?

Denna kunskapssammanställning syntetiserar relevanta forskningsresultat för projektets genomförande, exempelvis vad som tidigare gjorts för att utvärdera betydelsen av vägdammar och dagvattenmagasin för groddjurspopulationer, hur det gjorts och eventuella kunskapsluckor. Baserat på den tidigare forskningen presenteras konkreta förslag på vilka undersökningar som

behöver göras inom TRIEKOL 4 för att besvara de frågor som listats ovan. Dessa förslag redovisas i form av landskapsanalyser som genomförts under 2024 runt ett urval av vägdammars längs E22 i Skåne. Under 2025 planeras inventeringar av vägdammarna, främst med avseende på groddjur och vägdammarnas karaktär och närmiljö (inom 50 m). Baserat på uppnådda resultat genomförs sedan under projektets slutskede en test i fält av hur biotopförbättringar vid vägdammars kan förbättra förutsättningarna för groddjur vid vägdammars (ej passager) för att undvika att vägdammarna blir ekologiska fallor.

## Metodik och urval av litteratur

Sammanställningen baserar sig både på vetenskapligt publicerade artiklar och på s.k. grå litteratur (rapporter som inte är vetenskapligt publicerade men ändå bedöms vara av god vetenskaplig kvalitet). Referensmaterialet valdes ut med hänsyn till tiden till förfogande och att det ska kunna vara tillgängligt även för de som inte är knutna till universitetsbibliotek. Urvalet började med att söka främst litteratur publicerade i vetenskapliga artiklar i "Google Scholar" för fri nerladdning eller läsning. Första steget har varit att hitta nyare "review-artiklar" inom ämnesområdet som berör studier av groddjur i urbana miljöer och längs vägdammars. Vid behov har sedan särskilt intressanta artiklar från dessa "review-artiklar" granskats mer ingående. I en del fall hittades artiklar och/eller böcker som inte finns tillgängliga för fri nerladdning (via sökverktyget Web of Science) och då har även information i dessa beaktats.

## Litteratursammanställning

Kunskapsunderlaget vad gäller konflikter mellan vägtrafik och groddjur är förhållandevis väldokumenterat. Detsamma gäller olika åtgärders effektivitet för att minska konflikter genom anläggning av vägpassager och barriärer (Helldin och Petrovan, 2019; Jarvis m.fl., 2019). Flera av våra groddjursarter i Skandinavien har minskat till följd av utdikning av lekvatten men också till följd av ökad trafikintensitet och utbyggnad av vägnätet (Hels och Buchwald, 2001; Nyström m.fl., 2007). Genom anläggning av vägdammars kan dessa potentiellt attrahera groddjur i ett landskap som annars har brist på lekvatten (Brand och Snodgrass, 2010). Emellertid är groddjur också beroende av lämpliga landmiljöer för spridning, födosök och övervintring. För att bedöma vägdammars förutsättningar för groddjurspopulationer inom ett område behöver således betydelsen av såväl lekvattens egenskaper som omgivande landskaps förutsättningar analyseras (Brand och Snodgrass, 2010; Andrews m.fl., 2015). Då krävs även att groddjurens reproduktionsframgång dokumenteras.

En viktig aspekt när det gäller trafikens påverkan på groddjurs risk att bli överkörda är dels beteende och dels trafikintensiteten (Hels och Buchwald, 2001). Generellt gäller att ju högre trafikintensitet desto större är risken för det enskilda groddjuret att bli överkört, men det varierar mellan olika arter. Det som även är relevant är att flera studier visar att det faktiskt förekommer fler överkörda groddjur vid vägar med lite lägre trafikintensitet än längs exempelvis motorvägar (Sutherland m.fl., 2010). En förklaring kan vara att groddjur upplever hög trafikintensitet som avskräckande och undviker således att passera dessa vägar. Hög trafikintensitet intill vägdammars kan också medföra beteendeförändringar och stress för groddjuren av exempelvis buller, vibrationer och ljus (Langen m.fl., 2015). Kunskapen om groddjurs förekomster och beteende längs starkt trafikerade vägar är dåligt undersökt. Oavsett kan motorvägar betraktas som definitiva barriärer för groddjur (Hels och Buchwald, 2001).

Vad gäller generella krav på livsmiljöer och allmän biologi hos de groddjursarter som förekommer i Sverige så finns detta välbeskrivet och sammanfattat i Andrén (2024). I slutet av litteratursammanställningen redovisas kortfattat vilka livsmiljökrav groddjursarterna som kommer beröras av de föreslagna undersökningarna inom TRIEKOL 4 har.

## Groddjur vid och i vägdammar

Enligt (Le Viol m.fl., 2012) påträffades större vattensalamander, mindre vattensalamander, vanlig padda, långbensgroda, vanlig groda och ätlig groda i dammar intill starkt trafikerade motorvägar i Frankrike med en årsmedelsdygnstrafik (ÅDT) på 88 000 fordon. Även om det finns relativt få studier av groddjur i dammar längs motorvägar verkar många av de biotiska och abiotiska faktorerna i och vid dagvattenmagasin längs motorvägar likna de som groddjuren upplever i fördröjningsmagasin i urbana miljöer (sammanfattat i Clevenot m.fl., 2018). Studier i såväl Sverige som i andra länder i Europa och Australien visar att dagvattenmagasin och vägdammar i stor utsträckning koloniserats av groddjur i områden där det är glest med våtmarker såsom i jordbrukslandskapet (Scher och Thiéry, 2005; Pohl m.fl., 2015; Jumeau m.fl., 2020). I USA bidrar dagvattendammar i närheten av urbana miljöer till att gynna groddjur (Brand and Snodgrass, 2010). Det finns flera faktorer som sammantaget kan förklara vilka arter av amfibier som förekommer beroende på såväl omgivande landmiljöer (se avsnittet nedan) som dammarnas fysikalisk-kemiska karaktärer och skötsel.

Det finns ganska få studier, inte minst vad gäller dammar vid motorvägar, som utvärderat om dessa utgör ekologiska fällor eller ej för groddjur. Förutsättningarna för vägdammars betydelse för groddjur verkar dessutom bero på vilken art som koloniserat, dammegenskaper och omgivande landskap. Även om egenskaper hos såväl dammarna som omlandet behöver studeras tillsammans redovisas här först en genomgång av viktiga karaktärer hos dammarna följt av en redovisning av betydelsen av omgivande landmiljöer i områden med vägdammar.

### *Lekvatten*

Surt vatten är en faktor som kan påverka reproduktionen hos groddjur, beroende på art. När det gäller våra vanligaste och mest spridda arter i Sverige verkar de vara naturligt anpassade till att leka i något surt vatten. Exempelvis klarar större vattensalamander att reproducera sig i vatten ned till pH 4,8 (Stenberg and Nyström, 2007). Därför förväntas de flesta vägdammar som avleder vägvatten i dagsläget inte ha så pass surt vatten att de skadar reproduktionen hos våra vanligaste groddjur.

Vägdammar tar vanligen emot vatten som kan vara förorenat. På våra breddgrader kan det vara vägsalt (exempelvis klorid) under vissa perioder men även tungmetaller såsom koppar, bly och zink som har sitt ursprung från bilarnas däck och bromsar (Andrews, m.fl., 2015; Dixon m.fl., 2022). När det gäller vägsalt (klorid) kan det påverka tillgängligheten av andra föroreningar, till exempel metaller, som ackumulerats i sediment. Många studier visar på att vägsalt är negativt för reproduktionen hos många arter. Det finns studier som visar att exempelvis åkergroda undviker vägdammar med höga salthalter (klorid på 250 mg/l) och experiment med liknande koncentrationer resulterade i hög yngeldödlighet (Gallagher m.fl., 2014). Denna studie indikerar att vägdammar inte nödvändigtvis behöver fungera som ”ekologisk fälla” för just åkergroda om de undviker dammar med höga salthalter. Ekologisk fälla kan enkelt definieras som en miljö som attraherar organismer men som medför försämrad reproduktion. Studier av dagvattenmagasin där andra groddjursarter förekommer har visat att populationsstorlekarna (spelande hanar) ofta är mindre där än i andra mer naturliga våtmarker. En mekanism som kan förklara detta är bland annat att dammar som tar emot dagvatten producerar färre årsungar (Scheffers och Paszkowski,

2013). Samtidigt finns det studier som tyder på att groddjur kan ha lokala genetiska anpassningar för att klara av att reproducera sig i vägdammarna med förorenat vatten men att reproduktionsresultatet är sämre i vägdammarna än i opåverkade dammar (Brady, 2012). Att utveckla dessa anpassningar gör att tidsaspekten, det vill säga hur länge populationen har funnits i vägdammen, blir avgörande.

I experimentella studier i Australien visade det sig att även om antalet lekande groddjur var likvärdiga i urbana och förorenade dagvattenmagasin som i andra typer av mindre förorenade dammar var yngelöverlevnaden sämre i de förorenade dagvattendammarna och ynglen var dessutom mindre benägna att reagera på predatorlukt. Vidare var individernas kroppstorlek vid metamorfos (övergång till landstadiet) mindre i förorenade dammar jämfört med andra dammar. En större storlek vid metamorfos har ofta visat sig ge bättre överlevnad på land (Sievers m.fl., 2018). En slutsats från studien var att dessa förorenade dammar fungerade som ekologiska fällor för groddjuren. När det gäller groddjuren och deras känslighet (inte minst vad gäller reproduktion) för olika potentiella föroreningar i dagvattendammarna finns dessa sammanfattade i Svensson, (2020) där olika databaser från främst experimentella undersökningar av groddjur finns redovisade (tabell 1). Här finns bland annat de koncentrationer av koppar och zink redovisade som märkbart kan påverka reproduktionen av de flesta groddjursarter.

Tabell 1. Data på koncentrationer av olika substanser där påtaglig negativ påverkan kan förväntas på reproduktionen för flera olika arter av groddjur. Data från Svensson (2020) samt \*Dixon m.fl. (2022).

Substans	Koncentration µg/L)
Ammonium	560
Glyfosat	580
Kadmium	2,5
Klorid*	250
Koppar	9,8
Kvicksilver	1
Zink	53

Oavsett om det rör sig om dagvattenmagasin eller mer naturliga våtmarker är ofta de viktigaste faktorerna för förekomst av groddjur relaterade till vattenhållning, fiskförekomst och ledningsförmåga i vattnet (Guderyahn m.fl., 2016; Hamer m.fl., 2021; sammanfattat i Hamer, 2022). Magasin som torkar ut eller har fisk har färre arter av groddjur. Men det finns undantag eftersom en del arter är anpassade till att leka i vatten som torkar ut medan andra leker i vatten med fisk (giftiga larver som exempelvis vanlig padda). En annan faktor som ofta korrelerar positivt med antalet lekande individer och produktionen av larver är vattenytan i vägdammarna (Hamer m.fl., 2021). Även täckningsgrad av vegetation är en viktig faktor för förekomst och populationsstorlek, eftersom vegetationsrika vatten (undervattensväxter och flytbladsväxter) bidrar till skydd, äggläggningssubstrat och som uppväxtplats för larver (sammanfattat i Oertli och Parris, 2019). Andra faktorer som kan vara negativa för förekomsten av groddjur är barriärer i form av vertikala strukturer som gör att groddjur inte kan tas sig till eller från dammarna.

Buller från vägar kan ha direkt eller indirekt påverkan på många organismer, även om effekterna på groddjur är mindre studerad (sammanfattat i Jerem och Mathews, 2021). Oväsen från trafikerade vägar intill vatten kan störa spelaktiviteten hos groddjur (Lukanov, m.fl., 2014) men om det finns bullerplank borde dessa kunna minska risken för störningar. Även ljusföroreningar kan påverka groddjurens lekaktivitet och reproduktionscykel (Dias m.fl., 2019). Studier i Sverige har visat att genom förbättrad avskärmning av ljud och ljus från vägtrafik kan passager för vilt

under vägar bli mer utnyttjade (Elfström, 2023). Bullerplank (figur 1) borde även kunna minska störningar från ljud och ljus från större vägar. Dessutom kan de fungera som barriärer för groddjur.



Figur 1. Bullerplank längs E22 söder om en vägdam i Skåne. Planket minskar ljus- och ljudföroreningar men till viss del även risken för att amfibier ska ta sig ut på motorvägen.

### *Landmiljöer och groddjur*

Holtmann m.fl. (2017) undersökte effekter av habitat och landskap på amfibieförekomst i urbana dagvattendammar med naturliga dammar i Tyskland. Trots stora skillnader i dammkarakterer och omgivande landskap var det små skillnader i artförekomst även om gröngroda (exempelvis ätlig groda) var vanligare i dagvattendammarna än i naturliga dammar. En slutsats var att dagvattenmagasin kan ha stor betydelse för artförekomst av groddjur i urbana miljöer, speciellt om dessa sköts på ett sätt så att de inte växer igen och behålls solbelysta. På detta vis sker en kompensering för att landmiljöerna i urbana miljöer är mindre lämpliga för groddjur jämfört med naturliga dammar i landskapet. Arter (nio) som ingick i studien var bland annat vanlig padda, mindre- och större vattensalamander, vanlig groda, gröngroda och lövgroda.

Landmiljöer, inklusive tillgången på andra vatten, intill vägdammar kan ha stor betydelse för förekomst, artsammansättning och populationsstorlekar hos groddjur i vägdammar. De flesta vetenskapliga studier är korrelativa där såväl landmiljöernas sammansättning som förekomsten av andra vatten relaterats till groddjurspopulationers förekomst och storlek. Med tanke på groddjurens spridningsförmåga verkar generellt ett avstånd på 500 m från ett vattenmagasin vara mest använt men analyser genomförs även i närområdet, 0-30 m vid magasinerna (sammanfattat i Guderyahn mfl., 2016; Clevenot, m.fl., 2018 samt Oertli och Parris, 2019).

Analyser av landmiljöer görs i de flesta studier genom att använda marktäckedata i kombination med flygbildstolkning. Exempelvis var det antalet våtmarker i närheten av dagvattenmagasin (100 m) som hade betydelse för förekomstfrekvensen av groddjur i Kanada liksom förekomsten av tillgängliga livsmiljöer i närheten (Scheffers och Paszkowski, 2013). Hur tillgängliga habitat analyserades kan också vara artberoende. Enligt Hamer (2022) bedömdes tillgängliga grönområden, ”greenspace”, inom 250-2000 m från dammar i ett urbaniserat jordbrukslandskap i Australien med hänsyn till potentiella barriärer för amfibier. Tillgängliga grönområden definierades som arean av land som bedömdes kunna nås av amfibier utan att korsa större vägar,



tågspår, floder och stora hårdgjorda ytor i urban miljö. Artrikedom var positivt relaterat till andelen tillgänglig grönyta inom 1000 m samt till dammens kemisk-fysikaliska egenskaper. Negativa effekter hade förekomst av fisk, stor risk för uttorkning, vertikala väggar vid dammen som hindrar kolonisering samt påverkan från vägsalt (ger hög konduktivitet). En slutsats var att groddjur verkar vara bra på att röra sig även i urbana områden.

I en studie av dagvattenmagasin i Ungern var abundansen av larver positivt korrelerad till storleken på dammytan för många studerade arter. Däremot fångades mindre antal larver (förutom för gröngrodor) i dammar i områden med stora ytor av vägar jämfört med andra dammar. Resultaten visar att vägar kan ha negativa effekter på reproduktion i ett landskap som är fragmenterat av jordbruk och bebyggelse. Störst negativ effekt fanns där avståndet till större vägar var litet och täckningsgraden av vägar var hög. Det fanns även en positiv effekt av andelen lämpliga landhabitat och totala mängden landhabitat. Rekommendationen från studien var att nya dammar som anläggs inom icke urbaniserade områden ska ligga mer än 1 km från trafikerade vägar och ha mindre än 4% vägyta (Hamer m.fl., 2021).

Slutsatser från de flesta genomförda undersökningar av landmiljöer kring vattenmagasin är att det är centralt att identifiera och kvantifiera den tillgängliga ytan av livsmiljöer för groddjuren vid en specifik vägdam och för en specifik art. Relevanta avstånd med hänsyn till groddjur är enligt Semlitsch och Bodie (2003) och Clevenot m.fl. (2018) närområdet inom 30 m ("Core space") och tillgängligt grönområde inom spridningsavstånd (200 respektive 500 m). När det gäller andra direkta effekter på groddjur intill trafikerade vägar från exempelvis buller, ljus och förorenat dagvatten är också de närmsta 30 m de som påverkar mest (Langen m.fl., 2015).

Bedömningen av tillgängliga livsmiljöer ska förutom landmiljöer för födosök och övervintring även inkludera vattenmiljöer. Detta innebär exempelvis att det inte får finnas barriärer som hindrar spridningen mellan landmiljöer och andra vatten inom ett område. Barriärer är motorvägar, större floder, samt stora hårdgjorda ytor i urbana miljöer (Hamer, 2021). Även stora ytor av jordbruksmark kan innebära spridningshinder. Studier på vanlig groda och åkerroda i Skånes jordbrukslandskap visade att dessa arter kan sprida sig i jordbrukslandskapet men att det finns begränsningar (Lardner och Loman, 2009). Resultaten indikerar att även om närmiljön (10 m) inte var direkt odlad åker vid dammarna dog de flesta inplanterade populationerna (ägg) ut efter några år, trots att metamorfer producerades från dammarna. En slutsats som drogs var att eftersom enbart odlad åker fanns inom de närmsta 200 m från dammarna och att närmast lämpliga landhabitat låg 1 km bort räckte detta inte för att populationen skulle klara sig på längre sikt.

### *Åtgärder för att minska behovet av vägbarriärer och passager*

Det finns väldigt få studier där habitatförbättringar för amfibier gjorts vid vägdammar i syfte att gynna amfibiepopulationer och minska den negativa effekten av vägar. Hamer m.fl. (2021) drog slutsatsen att amfibier huvudsakligen gynnas av större dammar i områden med få vägar men också att en viktig faktor är att det finns möjligheter för amfibier att nå omgivande grönområden. Holzer (2014) identifierade viktiga habitat för amfibiers reproduktion i urbana miljöer och drog slutsatsen att om förbättringar görs, exempelvis genom att gynna vegetation i våtmarken och plantera träd och buskar intill, kan amfibiernas reproduktionsframgång gynnas.

När det gäller dammar som ligger inom 30 m från trafikerade vägar finns flera föreslagna åtgärder som är viktiga för att minska störningar men även risken för att groddjur ska bege sig upp på vägen (sammanfattat i Langen m.fl., 2015 samt i Marsh och Jaeger, 2015). Förekomst av vegetation, exempelvis täta buskage kan minska effekterna av buller och ljus. Förekomst av gräsmarker kan också minska den negativa effekten av förorenat vägvatten. Samtidigt kan

avsaknad av lämpliga födosökmöjligheter och viloplats intill vägen göra att groddjuren undviker detta område, speciellt om trafikintensiteten är hög.

Studier på bland annat större vattensalamander i England (Jarvis, m.fl., 2019) visar att förbättrade habitatåtgärder i kombination med en tunnel hade positiva effekter på groddjurspopulationen. Även om amfibier finns i vägdammar, om än i mindre tätheter jämfört med andra dammar, verkar tillgången till habitat som finns utan att behöva korsa vägen vara en bättre faktor att förutsäga artantal än totala habitatyten eller avståndet till vägen.

För att få bättre underlag om förutsättningar för amfibiepopulationer vid befintliga vägdammar krävs ytterligare undersökningar av såväl amfibier som karaktärer på vägdammarna och deras omgivande miljöer (figur 2). Med det underlaget kan lämpliga åtgärder tas fram för att både minska risken från trafik och för att förbättra förutsättningarna för amfibiepopulationerna. Baserat på den kunskap som finns idag är följande antaganden lämpliga vad gäller utformning av vägdammar och deras närmiljö för att gynna amfibier:

- Stora, permanenta vatten som inte koloniserats av fisk
- Riklig förekomst av såväl undervattensväxter som flytbladsväxter. Förekomst av strandvegetation (t.ex. kaveldun) är bra men den ska inte täcka hela dammytan eftersom utbredningen av undervattensväxter och flytbladsväxter missgynnas. Utbredning av kaveldun kan begränsas med ett permanent vattendjup på minst 0,7 m.
- Vatten som inte riskerar att bli för salt eller förorenade på annat sätt (tabell 1).
- Möjligheter till både födosök (t.ex. blomsteräng) och övervintring (buskage, faunadepåer, stenhögar) på platser som inte vetter mot vägen
- Grunda solbelysta områden i dammarna som inte vetter mot vägen
- För spridning till och från vägdammen kan stråk med vegetation och skydd anläggas på den sida som inte vetter mot vägen. Dessa fungerar också som skydd/viloplats för årsungar och vuxna djur
- Utforma våtmarker med branta kanter mot vägen. Kan kompletteras med bullerplank, palissader eller barriärer

De föreslagna åtgärdernas betydelse för amfibier i redan anlagda vägdammar varierar troligen från damm till damm och med risken för att groddjuren ska korsa vägen. Skötsel av vägdammarna kan behöva anpassas vad gäller rensning av vegetation och justering av vattennivåer. De vägdammar som saknar viktiga strukturer för födosök och övervintring både i närområdet och inom spridningsavstånd bör prioriteras för åtgärder. De biotopförbättrande åtgärderna ska göras på den sida som vetter från vägen. I detta projekt kommer 35 utpekade vägdammars förutsättningar för amfibier gällande förekomst och reproduktion att kartläggas. Med hjälp av denna information kan förslag på förbättringar för våra vanliga amfibiearter tas fram och därefter kan några vägdammar väljas ut för konkreta åtgärder och för vidare uppföljning i slutet av projektet.



Figur 2. Exempel på vägdammar och befintliga närmiljöer som ska undersökas längs väg E22. Dammarna har olika förutsättningar för groddjur. Överst till vänster: damm M20, (se även figur 6) som har goda förutsättning eftersom det finns lagom med vegetation i dammen, närhet till födosöks- och övervintringsområden i form av blomrika marker och lövskog. Överst till höger: ett exempel där utläggning av natursten vid dammen bidrar till att skapa lämpliga viloplats och skydd för groddjuren, däremot är igenväxningsgraden av skuggande buskage för stor. Nere till vänster: damm där det finns utplacerade stenhögar men dessa borde inte veta mot motorvägen. Nere till höger: damm som har branta kanter med makadam mot E22 men flacka kanter för övrigt. Denna utformning borde gynna groddjuren och samtidigt minska risken att de tar sig upp på vägen eller störs av ljus. Däremot finns det ett upplag av sten nära E22 (upp till vänster i bild) och det hade varit lämpligare om detta upplag placerats längre från vägen. Foto tagna i juni 2024.

## Metoder för studier av groddjur vid och i vägdammar

### *Konventionella metoder*

De flesta studier av groddjur i vägdammar och urbana miljöer baseras på artförekomster. För att bedöma om vägdammar koloniserats av olika arter av groddjur, deras populationsstorlekar och reproduktionsframgång krävs riktade inventeringar som är beroende av vilka arter som kan finnas och vid vilken tidpunkt. Inventeringsmetodik för olika groddjursarter i Sverige finns beskriven i Hallengren och Blank (2010). Beroende på art baseras förekomsten av vuxna djur på antalet spelande hanar, antal romklumpar eller antalet observerade individer. För reproduktionsframgång är det lämpligt att genomföra standardiserad hävning längs en given strandkant, där antalet fångade larver är den beroende variabeln. En del arter (exempelvis vuxna salamandrar) ska kontrolleras efter mörkrets inbrott.

### *Analys med hjälp av eDNA*

Sedan ca 15 år tillbaka har teknik utvecklats för att identifiera arter i vatten med hjälp av ett vattenprov och där DNA-förekomst (eDNA) för specifika arter, inklusive groddjur analyseras (Thomsen m.fl., 2012). Enligt den senaste litteraturen finns flera framsteg gjorda för analyser av groddjur (Li m.fl., 2021; Breton m.fl., 2022; Svenningsen m.fl., 2022; Sun m.fl., 2023).

Sammantaget visar kunskapsläget idag att användning av eDNA kan vara ett kostnadseffektivt komplement till traditionella inventeringsmetoder i områden med många arter och där det är svårt att skilja arter åt utan att behöva skada dem, vilket är särskilt relevant för fridlysta arter som groddjuren. Inom den nationella övervakningen av groddjur i Sverige används metoden som ett komplement till traditionell inventering i små hållkar där det kan förekomma yngel av vanlig padda och strandpadda för att kunna skilja arterna åt utan att skada ynglen i fält.

DNA från amfibier bryts ner ganska snabbt, mellan en dag och en månad. Därför bör prov tas i samband med att leken pågår. Även andra faktorer som UV-strålning och inhibitorer kan påverka mängden DNA och analysmöjligheterna. Ett negativt eDNA-resultat är därmed ingen garanti för att någon art saknas. I dagsläget används metoden främst för att kunna konstatera förekomst men metoden har inte utvecklats tillräckligt för att ge en godtycklig uppskattning av populationsstorlekar.

## Betydelsen av vägdammar för diversitet av andra akvatiska organismer än groddjur

Vägdammars betydelse för andra organismer än groddjur verkar vara dåligt undersökt. Men det finns några studier. Hill m.fl. (2017) undersökte förekomsten av makrovertebrater i England i såväl urbana som i naturliga vatten utanför tätbebyggt område och fann ingen skillnad i antalet arter mellan dammkategorierna. Slutsatsen är att även dammar i urbana miljöer kan ha stor betydelse för artförekomsten av vattenlevande evertrebrater. Scher och Thiéry (2005) studerade artförekomst av trollsländor (och amfibier) i motorvägsdammar i Frankrike (50 000-65 000 ÅDT). Såväl trollsländor (figur 4) som amfibier förekom i dammarna men dammar med naturlig dammbotten hade större artrikedom jämfört med dammar med dammduk i botten. Dammar med dammduk hade mindre vattenvegetation än dammar med naturlig dammbotten. En slutsats från studien var att motorvägsdammar verkar kunna attrahera trollsländor, inklusive regionalt ovanliga arter.

# Slutsatser och inriktning av framtida undersökningar

## Vägdammar och groddjur i Sverige

### *Allmänt om vägdammars funktion, syfte och skötsel*

Utbyggnaden av anläggningar för rening av vägdagvatten påbörjades i början av 1990-talet och har sedan dess vuxit kraftigt. 1999 genomfördes en inventering av antalet anläggningar som visade att drygt 200 anläggningar då fanns i drift och att ytterligare ca 200 var planerade eller projekterade. I de flesta större vägprojekt är idag planering av vägdagvattenanläggningar ett vanligt inslag (Lindgren och Svensson, 2003).

Vägdammar och dagvattenmagasin i Sverige är ofta konstruerade för hantering och rening av vatten utan att de på förhand anpassats för att gynna biologisk mångfald. Det finns i huvudsak två typer av vägdammar i Sverige, våt damm som är avsedd att hålla en permanent öppen vattenspegel samt överdämningsyta (även kallad översvämningsyta eller torrdamm) som är avsedd att tömmas genom avledning eller infiltration mellan avrinningstillfällena (Seffel, 2015). I internationella sammanhang bör aktiva dagvattenåtgärder göras vid vägar med mer än 15 000 ÅDT. Enligt Billberger (2004) är svenska vägar relativt lågbelastade i ett europeiskt perspektiv och endast ca 1,5 % eller ca 1500 km av hela det statliga vägnätet har en trafikbelastning över 10 000 ÅDT. Höga föroreningshalter kan därför framför allt förväntas från de större vägarna i Sverige. Det har visat sig att dessa dammar kan gynna biologisk mångfald, och koloniserats av groddjur, även om de ligger intill starkt trafikerade motorvägar.

Generellt verkar vägdammar ganska lite studerade, inte minst i Sverige, vad gäller biodiversitet (Pohl m.fl., 2015) och i ännu mindre utsträckning vad som skulle kunna påverka den biologiska mångfalden i dammarna. När det gäller groddjuren är det flertalet faktorer som är relevanta att mäta och analysera dels ur ett landskapsperspektiv (200-500 m från en vägdamm, tabell 2) och på lokal nivå, det vill säga den enskilda dammen och dess närmiljö (upp till 30 m från dammen, tabell 3).

Förutom faktorerna listade i tabell 2-3 är det också viktigt att om möjligt ta hänsyn till eventuella skötselåtgärder och när de genomförts. Detta gäller speciellt om dammar rensas från vegetation. En viktig aspekt när det gäller skötsel av dammar är att groddjuren och en del arter av trollsländor är fridlysta, vilket gäller alla deras livsstadier. För exempelvis åkergroda och större vattensalamander är även deras viloplats fridlysta enligt Artskyddsförordningen. För groddjuren innebär detta i praktiken att rensningar i vattenmiljön inte får genomföras under perioden mars-oktober, beroende på var i landet det är. Då det inte går att utesluta att bland annat fridlysta arter av trollsländor kan förekomma i vägdammar bör även detta tas i beaktande. Trollsländors larver är fleråriga och finns i princip alltid närvarande i en damm. Detta kan medföra att dispens kan behövas för rensning eller att rensning sker på ett sådant sätt att trollsländelarverna inte riskerar att skadas alternativt att de flyttas till säker plats under rensningen.

Tabell 2. Föreslagna parametrar som bör analyseras för att bedöma andra vattenmiljöers och landskapskaraktärens betydelse för groddjur. Marktäckedata inom 200 m respektive 500 m från en specifik vägdamman analyseras. Vid bedömningen av tillgängliga grönytor ska groddjuren kunna ta sig till och från dessa, d.v.s. inte behöva korsa motorvägar, större floder, urbana miljöer med hårdgjorda ytor eller stora jordbruksområden utan spridningsvägar igenom.

---

**Marktäckedata (inom 200 m samt 500 m från vägdamman)**

---

Yta av vägar

Tillgänglig grönyta för födosök och övervintring

Total yta av tillgängliga våtmarker

Totalt antal tillgängliga våtmarker

---

Tabell 3. Föreslagna parametrar som bör analyseras för att bedöma vägdammars, eller andra dammars, betydelse för groddjur ur ett landskapsperspektiv inom närmiljön 30 m. Parametrar inom parentes bedöms mindre viktiga för resultaten i detta projekt men kan analyseras vid behov eftersom prover tas.

---

**Dammen och närmiljö (30 m)**

---

Maxdjup (uttorkningsrisken)

Dammarea

Dammålder

Fisk per hävtag

Täckningsgrad och yta av strandvegetation

Täckningsgrad och yta av flytbladsväxter + undervattensväxter

Täckningsgrad av trådformiga alger

(Beskuggningsgrad av träd)

Konduktivitet (ledningsförmåga)

(pH)

(Koppar)

(Zink)

(Grumlighet)

Yta av vägar

Avstånd till motorväg (+ decibel?)

Avstånd till närmsta tillgängliga våtmark

Tillgänglig grönyta för födosök, övervintring och skydd

Tillgänglig grönyta för födosök, övervintring och skydd inom 30 m från den trafikerade vägen.

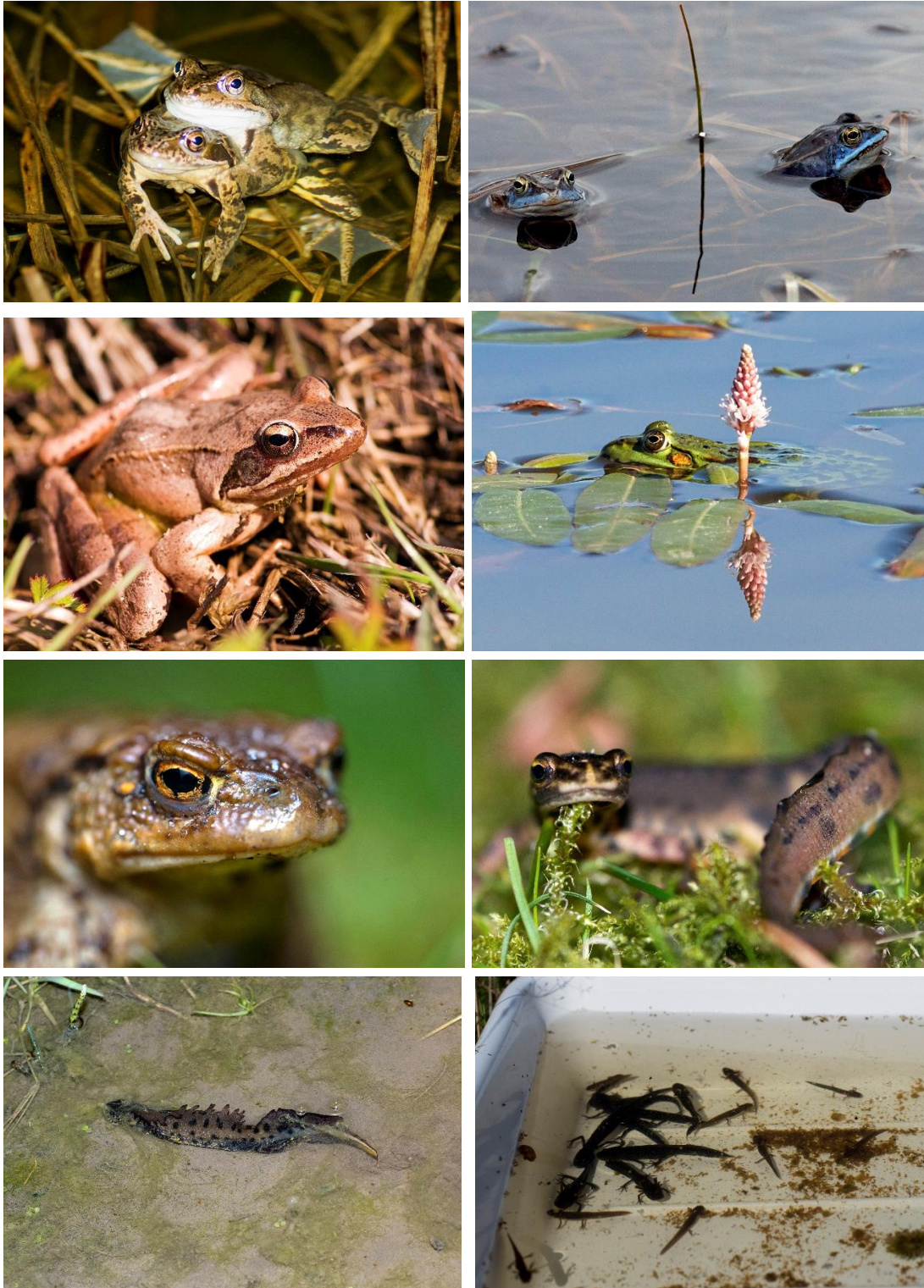
---

### *Förslag på upplägg för studier av vägdammar och groddjur i Sverige*

Mycket av den tidigare forskningen kring vägdammars betydelse för groddjuren har undersökt artantal av amfibier snarare än tätheter eller reproduktionsframgång. Dessutom finns det dåligt underlag från vägdammar längs starkt trafikerade vägar. Beroende på kontext kan vägdammar bidra till att gynna groddjur men de skulle likväl kunna fungera som en ekologisk fälla, det vill säga bidra till att attrahera groddjur för lek men med utebliven reproduktion som följd. Inom ramen för TRIEKOL 4 föreslås en inventering av groddjur samt deras lämpliga livsmiljöer längs en större motorväg i Sverige där vi har arter som är vanligt förekommande och väl spridda i landet. Valet av vägdammar längs motorvägen är också inom det vägområde som Trafikverket har rådighet över. Detta för att möjliggöra framtida åtgärder för att gynna groddjuren och samtidigt kunna minska behovet av tunnlar och barriärer som är en av målsättningarna som utreds inom TRIEKOL 4.

Det utvalda vägavsnittet är längs E22, sträckan mellan Lund och västra delen av Blekinge. Längs vägsträckan (inom 500 m) finns tidigare rapporter på Artportalen av vanlig groda, åkergroda, vanlig padda samt mindre och större vattensalamander. I trakten av Lund finns även ätlig groda och i Blekinge finns långbensgroda (figur 3).

Åkergroda, salamandrar och långbensgroda gynnas av närheten till skogsmiljöer medan de andra förväntade arterna inte är lika beroende av skogsmiljöer. Mindre och större vattensalamander leker i regel inte i vatten som torkar ut. Med undantag för större vattensalamander som undviker vatten med förekomst av fisk kan andra arter leka även i dessa vatten trots ett sämre reproduktionsresultat (gäller dock ej vanlig padda vars yngel ej äts av fisk). Groddjuren verkar därmed kunna bedöma risken för uttorkning och fiskförekomst. En hypotes däremot är att groddjuren inte kan bedöma förekomsten av alla föroreningar i vattenmiljön och därmed riskerar reproduktionen att försämras eller utebli.



Figur 3. Groddjursarter som förväntas påträffas i vägdammar längs E22. Uppe från vänster: Vanlig groda, åkergröda, långbensgroda, ätlig groda, vanlig padda, mindre vattensalamander och större vattensalamander. Bilden längst ner till höger visar bland annat larver och vuxna salamandrar som fångats vid hävning.

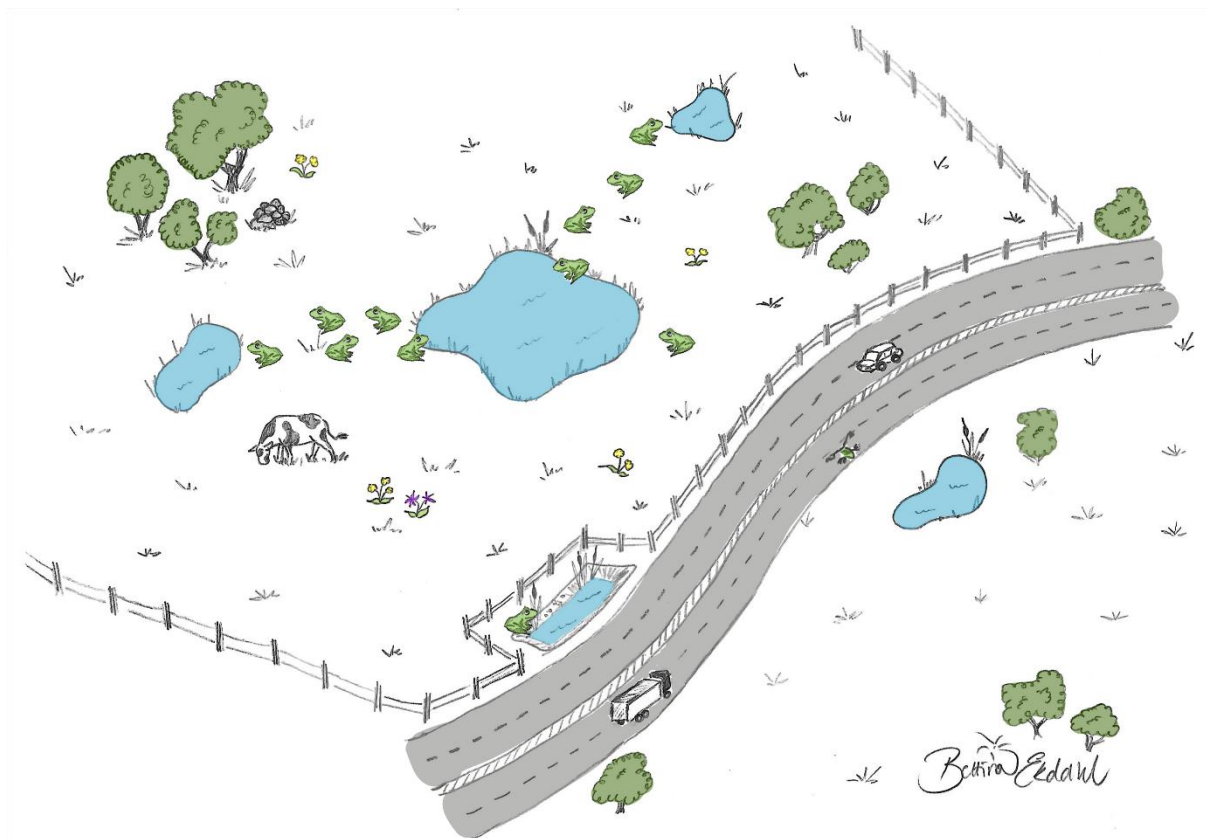




Figur 4. Citronfläckad kärrtrollslända (till vänster) och pudrad kärrtrollslända (till höger) är två fridlysta Natura 2000-arter som förekommer i dammar och sjöar. Larverna har flerårig livscykel i vatten. Det kan inte uteslutas att dessa arter även förekommer i vägdammar.

### *Analys*

Många studier använder mer eller mindre komplicerade modeller för att relatera artförekomsten av groddjur i vägdammar till olika miljöfaktorer. En del modeller tar även med sannolikheten för att en art kan upptäckas om den verkligen finns där. Andra studier använder statistiska analyser som Principalkomponentanalys (PCA) för att sammanfatta miljövariabler för vidare analyser (exempelvis Nyström m.fl., 2007; Holtmann m.fl., 2017). Analysen är lämplig om det finns ett stort antal korrelerade variabler som vill sammanfattas i färre miljövariabler men med syftet att förklara så mycket av variationen som möjligt. Då är det viktigt att data som samlas in är normalfördelade och på lämplig skala (antal, area, etc.). En viktig faktor för vidare analyser av groddjuren i förhållande till de sammanfattade miljövariablerna är att arterna och deras förekomster ska vara säkra. Ett antagande är att vid vägdammar som ligger intill exempelvis motorvägar (total barriär, Hels och Buchwald, 2001) är det främst den tillgängliga grönytan, andra våtmarker och karaktärer på vägdammen på ”rätt sida” som är viktiga för groddjurspopulationerna (figur 5).



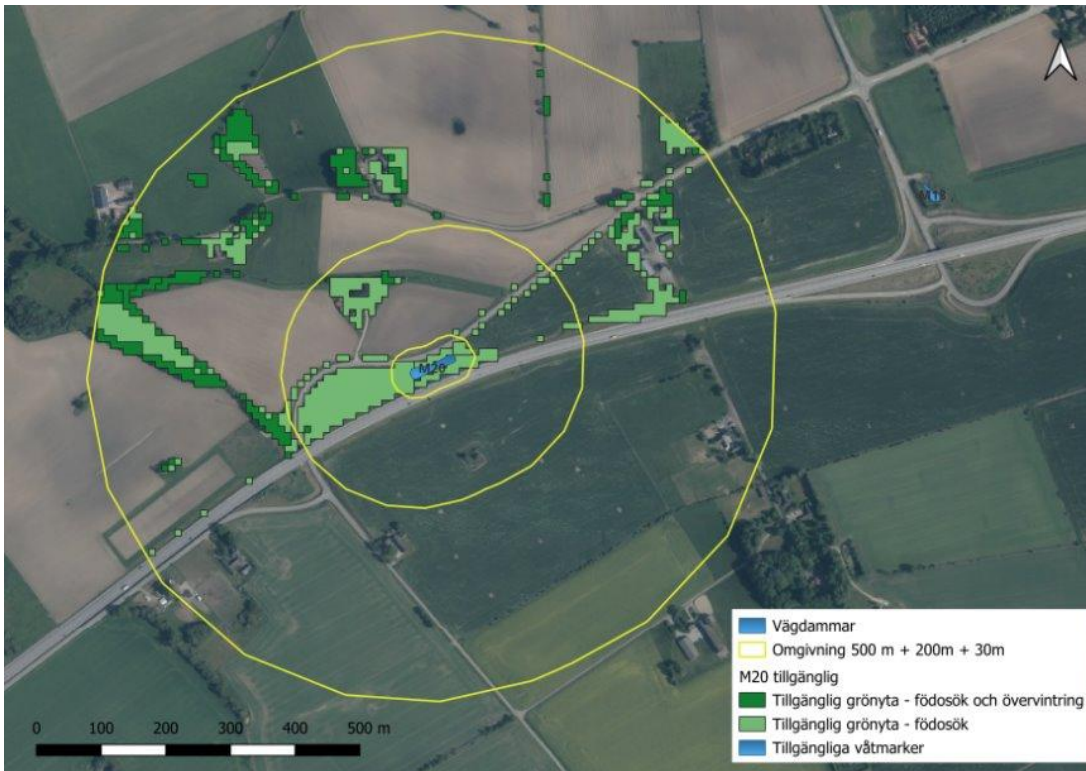
Figur 5. Exempel på vägdamm norr om en motorväg samt andra strukturer i landskapet som kan ha betydelse för groddjurspopulationen i området. Motorvägen utgör ett definitivt spridningshinder för groddjur och våtmarken och landmiljöerna söder om motorvägen är inte tillgängliga för populationen norr om motorvägen och vice versa. Illustration: Bettina Ekdahl.

Ett exempel på hur tillgängliga grönområden och vatten för våra vanliga groddjursarter kan se ut, i detta fall, vid en vägdamm längs E22 i Skåne redovisas i figur 6-8 (se även foto i figur 2). Dammen ligger norr om E22 (17 m), ÅDT anges till 6000 fordon per dygn och dammen anlades 2014. Vid besöket i juni 2024 kontrollerades om dammen höll vatten och om den gick att inventera på ett säkert sätt. Även om syftet med besöket inte var organisminventering observerades såväl yngel av vanlig padda, larver av mindre vattensalamander samt blågrön mosaikslända. Inga rapporter av groddjur fanns här tidigare på Artportalen.

Med hjälp av marktäckedata samt kontroll på flygbilder kan tillgängliga grönområden och förekomster av våtmarker analyseras. Resultaten redovisas inom 500, 200 och 30 m från vägdammen, för all markanvändning (figur 6) respektive för den del som bedöms som tillgängliga för groddjuren (figur 7). Av den totala tillgängliga ytan på ca 92 ha norr om E22 (figur 7) utgörs totalt 29% (ca 13 ha) av grönområde som bedöms tillgängligt för groddjur. Detta utgörs av såväl födosöksområden som lämpliga övervintringsområden. Om enbart födosöksområden analyseras utgörs detta av 17%. Avståndet till närmsta tillgängliga våtmark är ca 330 m och det finns två våtmarker utöver vägdammen som är tillgängliga (figur 7). Dessa andra våtmarker har en yta av ca 750 m<sup>2</sup>. Närområdet och tillgängliga miljöer för groddjuren (upp till 30 m, figur 8) bör bestämmas vid fältbesök eftersom marktäckedata inte ger tillräckligt bra upplösning.



Figur 6. All marktäckedata som redovisad för en damm inom 500 m, 200 m och inom 30 m från väg E22.



Figur 7. Bedömd förekomst av tillgängliga grönytor och våtmarker för groddjur i en damm längs väg E22. Redovisning sker inom 500 m, 200 m och inom 30 m från väg E22.



Figur 8. Närmiljö för en damm längs väg E22. Foto taget i juni 2024 mot norr och motorvägen ligger 17 m söder om dammen.

### *Resultattolkning och jämförelser*

Det föreslagna upplägget baseras på undersökningar av groddjur i vägdammar under 2025. Groddjur uppvisar naturliga variationer i såväl antal lekande djur i ett vatten som förekomstfrekvenser i vatten i landskapet. I Sverige kan storleken på den vuxna populationen av groddjur, exempelvis brungrödor, variera med 35% mellan perioder beroende på exempelvis tidigare reproduktionsframgång och vinterdödlighet (Elmlund, 2019). Förekomstfrekvensen av groddjur i andra dammar än vägdammar har undersökts för flera arter vars status ska rapporteras till EU. När det gäller större vattensalamander, som är en Natura-2000 art, finns ett bra inventeringsunderlag som huvudsakligen togs fram i samband med att arten hade ett nationellt åtgärdsprogram. Med tanke på de resurser som finns för TRIEKOL 4 kan resultaten från dessa tidigare undersökningar från Skåne, Blekinge, Halland, Kronoberg och Kalmar utgöra lämpliga jämförelsevärden vid utvärderingen av vägdammars lämplighet för groddjur. Nedanstående data finns tillgängliga i olika rapporter från Länsstyrelserna och som baseras på samma standardiserade inventeringsmetoder som kommer att användas inom TRIEKOL 4:

- Reproduktionsframgång undersöktes i 40 anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet i Skåne där syftet med anläggningen varit att gynna biologisk mångfald och/eller näringsretention (Stenberg och Nyström, 2008a). I 22% av dammarna konstaterades reproduktion av större vattensalamander. I dammar där larver av större vattensalamander fångats varierade antalet mellan 0,25-1 larv per 10 håvtag. I samtliga vatten med förekomst av större vattensalamander fångades även larver av mindre vattensalamander. Larver av mindre vattensalamander fångades i totalt 24 av 40 dammar och antalet larver varierade mellan 0,3-26 per 10 håvtag.
- En översiktsinventering av reproduktion av större vattensalamander (ej kända lokaler för arten men som bedömdes möjliga) gjordes i 76 vatten i Skåne (Stenberg och Nyström, 2009) och larver fångades i 15 vatten. Fångsten av larver varierade mellan 0,3-4 per 10 håvtag (medianvärde =1). Mindre vattensalamander påträffades i alla 15 vatten med större vattensalamander men reproduktion av mindre vattensalamander konstaterades i totalt 29 av 76 vatten (0,05-25 larver per 10 håvtag, medianvärde=5).
- En översiktsinventering av förekomst av större vattensalamander (ej kända lokaler för arten men som bedömdes möjliga) gjordes i 45 vatten i Blekinge och fynd gjordes i 31 vatten (Stenberg och Nyström, 2010). Mindre vattensalamander observerades i 20 vatten.

- En översiktsinventering av förekomst av större vattensalamander (ej kända lokaler för arten men som bedömdes möjliga) gjordes i 81 vatten i Halland och fynd gjordes i 40 vatten (Stenberg and Nyström, 2008b). Mindre vattensalamander observerades i 26 vatten.
- Förekomst av vuxna salamandrar och reproduktion undersöktes i Kalmar län (Svensk Naturförvaltning, 2010). Av 180 undersökta vatten hittades större vattensalamander i 30% av vattnen och mindre vattensalamander i 48% av vattnen. Reproduktionskontroll i fyndvattnen visade på fynd av larver av större vattensalamander i 61% av dessa och av mindre vattensalamander i 82%.
- Förekomst av vuxna salamandrar och reproduktionsframgång undersöktes i 64 dammar i Kronobergs län (Stenberg and Nyström, 2007). Vuxna salamandrar observerades i 33 vatten och reproduktion av arten kunde konstateras i 18 av dessa. Fångsten av larver varierade mellan 0,3-11 per 10 håvtag (medianvärde =2). Mindre vattensalamander påträffades i alla vattnen med större vattensalamander och ytterligare 11 vatten. Reproduktion konstaterades i 29 av 33 vatten (0,5-25 larver per 10 håvtag, medianvärde =8).

Enligt salamanderinventeringarna i södra Sverige kan förekomstfrekvensen av större vattensalamander i andra dammar än vägdammar uppskattas till 43% och, när vuxna individer observerats, att reproduktion konstateras i 59% av dammarna. Motsvarande siffror för mindre vattensalamander är en förekomstfrekvens på 33% och att reproduktion i fyndvatten sker i 88% av dammarna. Om enbart reproduktion inventerats, utan att det finns kunskap om förekomst av vuxna salamandrar, kan 21% av vattnen förväntas ha reproduktion av större vattensalamander och 46% av mindre vattensalamander. När reproduktion konstaterats (minst en larv) fångas i genomsnitt 1,9 larver (medianvärde =1,0) av större vattensalamander per 10 håvtag och 7,7 larver (medianvärde =5,0) av mindre vattensalamander per 10 håvtag.

# Referenser

- Andrén, C. (2024) *Grod- och kräldjur. Våra svenska arter och deras bevarande*. Stenungssund: Naturcentrum AB.
- Andrews, M.A., Nanjappa, P. and Riley, S.P.D. (2015) *Concepts and Applications for Small Animals*. Johns Hopkins University Press (Roads and Ecological Infrastructure).
- Billberger, M. (2004) *Vägdagvatten - Råd och rekommendationer för val av miljöåtgärd*. TRV rådsdokument 2004:195.
- Brady, S.P. (2012) 'Road to evolution? Local adaptation to road adjacency in an amphibian (*Ambystoma maculatum*)', *Scientific Reports*, 2(1), p. 235. Available at: <https://doi.org/10.1038/srep00235>.
- Brand, A.B. and Snodgrass, J.W. (2010) 'Value of Artificial Habitats for Amphibian Reproduction in Altered Landscapes', *Conservation Biology*, 24(1), pp. 295–301. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01301.x>.
- Breton, B.A. *et al.* (2022) 'Testing the effectiveness of environmental DNA (eDNA) to quantify larval amphibian abundance', *Environmental DNA*, 4(6), pp. 1229–1240. Available at: <https://doi.org/10.1002/edn3.332>.
- Clevenot, L., Carré, C. and Pech, P. (2018) 'A Review of the Factors That Determine Whether Stormwater Ponds Are Ecological Traps And/or High-Quality Breeding Sites for Amphibians', *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, p. 40. Available at: <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00040>.
- Dias, K.S. *et al.* (2019) 'Ecological light pollution affects anuran calling season, daily calling period, and sensitivity to light in natural Brazilian wetlands', *The Science of Nature*, 106(7–8), p. 46. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00114-019-1640-y>.
- Dixon, H.J. *et al.* (2022) 'The effects of roadways on lakes and ponds: a systematic review and assessment of knowledge gaps', *Environmental Reviews*, 30(4), pp. 501–523. Available at: <https://doi.org/10.1139/er-2022-0022>.
- Elfström, M. (2023) *Miljöuppföljning – effekter av faunaskärm utmed väg 11 ovan faunaport Vomb* [Elektronisk resurs]. Kristianstad: Trafikverket.
- Elmlund, A. (2019) *Metapopulationsdynamik hos långbensgroda Rana dalmatina under mer än 20 år i mittlandsskogen på Öland - betydelsen av Klimatfaktorer*. Kandidatarbete i Biologi. Fakulteten för Naturvetenskap, Högskolan i Kristianstad.
- Gallagher, M.T. *et al.* (2014) 'The role of pollutant accumulation in determining the use of stormwater ponds by amphibians', *Wetlands Ecology and Management*, 22(5), pp. 551–564. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9351-9>.
- Guderyahn, L.B., Smithers, A.P. and Mims, M.C. (2016) 'Assessing habitat requirements of pond-breeding amphibians in a highly urbanized landscape: implications for management', *Urban Ecosystems*, 19(4), pp. 1801–1821. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0569-6>.
- Hallengren, A. och Blank, H. (2010) *Manual för uppföljning i skyddade områden – Skyddsvärda däggdjur, samt grod- och kräldjur*.

- Hamer, A.J. *et al.* (2021) 'Roads reduce amphibian abundance in ponds across a fragmented landscape', *Global Ecology and Conservation*, 28, p. e01663. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01663>.
- Hamer, A.J. (2022) 'A multi-scale, multi-species approach highlights the importance of urban greenspace and pond design for amphibian communities', *Urban Ecosystems*, 25(2), pp. 393–409. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01162-y>.
- Helldin, J.O. and Petrovan, S.O. (2019) 'Effectiveness of small road tunnels and fences in reducing amphibian roadkill and barrier effects at retrofitted roads in Sweden', *PeerJ*, 7, p. e7518. Available at: <https://doi.org/10.7717/peerj.7518>.
- Hels, T. and Buchwald, E. (2001) 'The effect of road kills on amphibian populations', *Biological Conservation*, 99(3), pp. 331–340. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00215-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00215-9).
- Hill, M.J. *et al.* (2017) 'Urban ponds as an aquatic biodiversity resource in modified landscapes', *Global Change Biology*, 23(3), pp. 986–999. Available at: <https://doi.org/10.1111/gcb.13401>.
- Holtmann, L. *et al.* (2017) 'Effects of habitat and landscape quality on amphibian assemblages of urban stormwater ponds', *Urban Ecosystems*, 20(6), pp. 1249–1259. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11252-017-0677-y>.
- Holzer, K.A. (2014) 'Amphibian use of constructed and remnant wetlands in an urban landscape', *Urban Ecosystems*, 17(4), pp. 955–968. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0373-0>.
- Jarvis, L.E., Hartup, M. and Petrovan, S.O. (2019) 'Road mitigation using tunnels and fences promotes site connectivity and population expansion for a protected amphibian', *European Journal of Wildlife Research*, 65(2), p. 27. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-019-1263-9>.
- Jerem, P. and Mathews, F. (2021) 'Trends and knowledge gaps in field research investigating effects of anthropogenic noise', *Conservation Biology*, 35(1), pp. 115–129. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.13510>.
- Jumeau, J. *et al.* (2020) 'Factors driving the distribution of an amphibian community in stormwater ponds: a study case in the agricultural plain of Bas-Rhin, France', *European Journal of Wildlife Research*, 66(2), p. 33. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-020-1364-5>.
- Langen, T.A. *et al.* (2015) 'Road Effects on Habitat Quality for small Animals', in *Concepts and Application for Small Animals*. (Roads and Ecological Infrastructure), pp. 57–93.
- Lardner, B. and Loman, J. (2009) 'Does landscape and habitat limit the frogs *Rana arvalis* and *Rana temporaria* in agricultural landscapes? A field experiment', *Applied Herpetology*, 6(3), pp. 227–236. Available at: <https://doi.org/10.1163/157075408X386196>.
- Le Viol, I. *et al.* (2012) 'More amphibians than expected in highway stormwater ponds', *Ecological Engineering*, 47, pp. 146–154. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.031>.
- Li, W. *et al.* (2021) 'Validating eDNA measurements of the richness and abundance of anurans at a large scale', *Journal of Animal Ecology*, 90(6), pp. 1466–1479. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13468>.

- Lindgren, Å. och Svensson, T. (2003) *Vägdagvattendammar - En undersökning av funktion och reningseffekt*. Vägverket 2003:188.
- Lukanov, S., Simeonovska-Nikolova, D. and Tzankov, N. (2014) 'Effects of traffic noise on the locomotion activity and vocalization of the Marsh Frog, *Pelophylax ridibundus*', 2014.
- Marsh, D.M. and Jaeger, J.A.G. (2015) 'Direct Effects of Roads on Small Animal Populations', in *Concepts and Application for Small Animals*. (Roads and Ecological Infrastructure), pp. 42–56.
- Nyström, P. *et al.* (2007) 'A documented amphibian decline over 40 years: Possible causes and implications for species recovery', *Biological Conservation*, 138(3–4), pp. 399–411. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.05.007>.
- Oertli, B. and Parris, K.M. (2019) 'Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity', *Ecosphere*, 10(7), p. e02810. Available at: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2810>.
- Pohl, J. *et al.* (2015) 'Toxicological evaluation of water from stormwater ponds using *Xenopus tropicalis* embryos', *Wetlands Ecology and Management*, 23(6), pp. 1091–1098. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9444-0>.
- Scheffers, B.R. and Paszkowski, C.A. (2013) 'Amphibian use of urban stormwater wetlands: The role of natural habitat features', *Landscape and Urban Planning*, 113, pp. 139–149. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.01.001>.
- Scher, O. and Thiéry, A. (2005) 'Odonata, Amphibia and Environmental Characteristics in Motorway Stormwater Retention Ponds (Southern France)', *Hydrobiologia*, 551(1), pp. 237–251. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10750-005-4464-z>.
- Seffel, A. (2015) *Öppna vägdagvattenanläggningar – handbok för inspektion och skötsel* [Elektronisk resurs]. Trafikverket.
- Semlitsch, R.D. and Bodie, J.R. (2003) 'Biological Criteria for Buffer Zones around Wetlands and Riparian Habitats for Amphibians and Reptiles', *Conservation Biology*, 17(5), pp. 1219–1228. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.02177.x>.
- Sievers, M. *et al.* (2018) 'Stormwater wetlands can function as ecological traps for urban frogs', *Ecological Applications*, 28(4), pp. 1106–1115. Available at: <https://doi.org/10.1002/eap.1714>.
- Stenberg, M. och Nyström, P. (2007) *Större vattensalamander (Triturus cristatus) i Kronobergs län 2007*. Meddelande 2007:30.
- Stenberg, M. och Nyström, P. (2008a) *Översiktsinventering av större vattensalamander, Triturus cristatus, i Hallands län 2008*. Meddelande 2008:10.
- Stenberg, M. och Nyström, P. (2008b) *Utvärdering av projektstödsdammars betydelse för spridning av den större vattensalamandern*. Länsstyrelsen i Örebro län 2009:10.
- Stenberg, M. och Nyström, P. (2009) *Större vattensalamander (Triturus cristatus) i Skåne 2008. Översiktsinventering samt förekomst inom 17 Natura 2000-områden*. Meddelande 2009:8.
- Sun, X. *et al.* (2023) 'Using eDNA to survey amphibians: Methods, applications, and challenges'. Authorea, Inc. Available at: <https://doi.org/10.22541/au.169246993.34355708/v1>.



Sutherland, R.W., Dunning, P.R. and Baker, W.M. (2010) 'Amphibian Encounter Rates on Roads with Different Amounts of Traffic and Urbanization', *Conservation Biology*, 24(6), pp. 1626–1635. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01570.x>.

Svenningsen, A.K.N., Pertoldi, C. and Bruhn, D. (2022) 'eDNA Metabarcoding Benchmarked towards Conventional Survey Methods in Amphibian Monitoring', *Animals*, 12(6), p. 763. Available at: <https://doi.org/10.3390/ani12060763>.

Svensk Naturförvaltning (2010) *Inventering av större vattensalamander Triturus cristatus i Kalmar Län 2009 -förekomst, reproduktion och habitat*. Meddelande 2010:01.

Svensson, E. (2020) 'Investigating the basis for pollutant guidelines regarding amphibians in stormwater retention ponds', 2020.

Thomsen, P.F. *et al.* (2012) 'Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA', *Molecular Ecology*, 21(11), pp. 2565–2573. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05418.x>.