

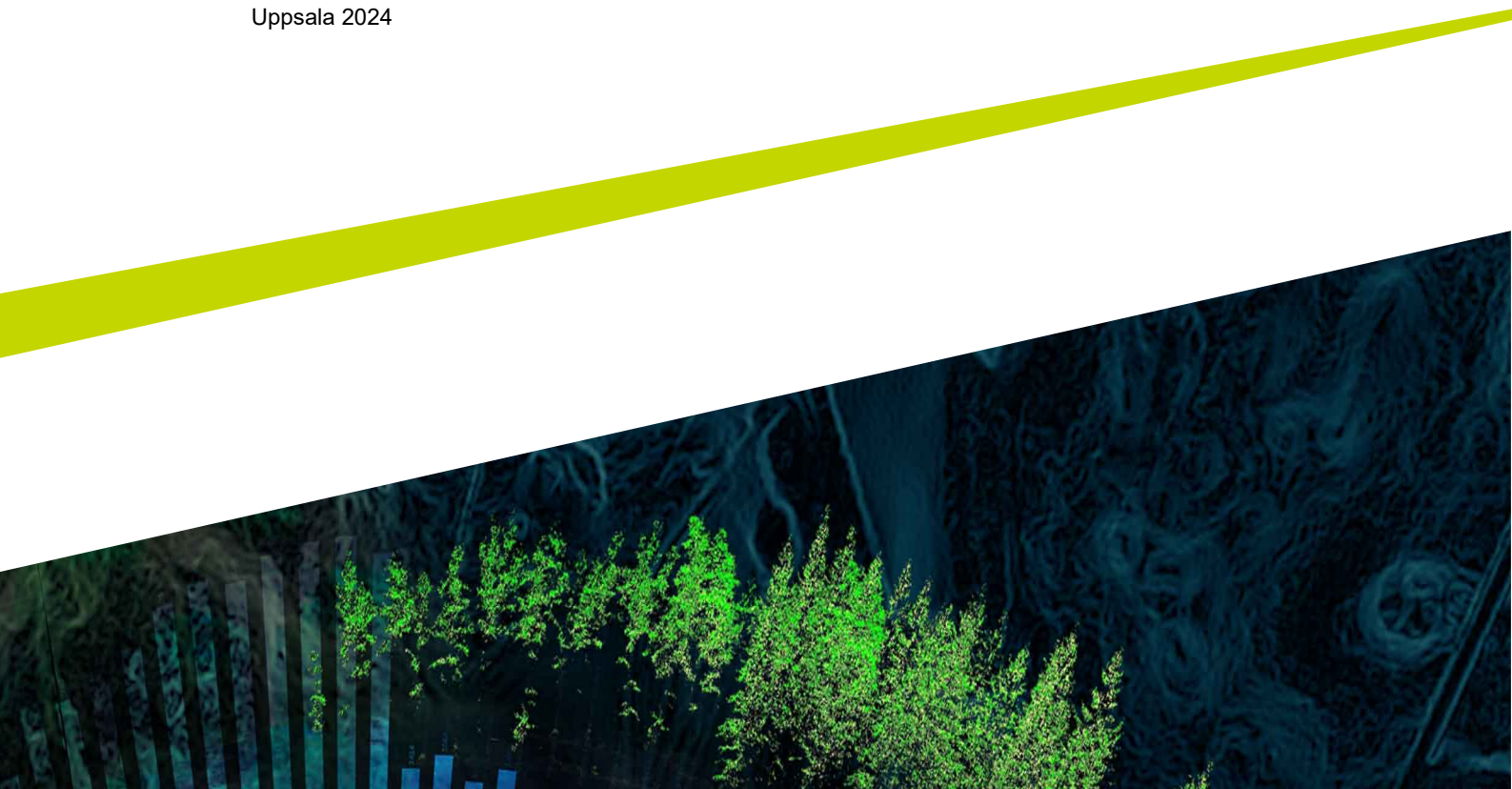


# Förutsättningar för tre arters överlevnad och spridning genom grön infrastruktur i Undersåker och Brattland, Åre kommun

---

Matilda Pettersson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för ekologi  
Uppsala 2024



# Förutsättningar för tre arters överlevnad och spridning genom grön infrastruktur i Undersåker och Brattland, Åre kommun

Matilda Pettersson

**Handledare:** Anders Glimskär, SLU, institutionen för ekologi  
**Bitr. handledare:** Eddie von Wachenfeldt, SLU, Artdatabanken  
**Examinator:** Thomas Ranius, SLU, institutionen för ekologi

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi  
**Kurskod:** EX0894  
**Kursansvarig inst.:** SLU, institutionen för ekologi  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2024  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** Brunkulla, *Nigritella nigra*, *Gymnadenia nigra*, större vattensalamander, *Triturus cristatus*, rynkskinn, *Phlebia centrifuga*, Undersåker, Brattland, Åre kommun, översiktsplanering, grön infrastruktur, ekologi.

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för ekologi

## Sammanfattning

I skrivande stund tar Åre kommun fram en fördjupad översiktsplan för samhällena Undersåker och Brattland. I samhällsplanering används grön infrastruktur som metod för att bevara biologisk mångfald, genom att bibehålla eller öka konnektiviteten mellan viktiga grönområden. I denna studie har ekologin för brunkulla *Gymnadenia nigra*, större vattensalamander *Triturus cristatus* och rynkskinn *Phlebia centrifuga* undersökts genom litteraturstudier. Baserat på arternas ekologi har ett förslag på kartering av grön infrastruktur tagits fram för Undersåker och Brattland. Förslaget för grön infrastruktur sammanfaller för större vattensalamander *Triturus cristatus* och rynkskinn *Phlebia centrifuga* men inte för brunkulla *Gymnadenia nigra*. En jämförelse mellan den framtagna karteringen av gröna infrastruktur och förslag till grönstråk som baseras på en naturvärdesinventering har gjorts. De av naturvärdesinventeringen föreslagna gröna stråken bedöms inte ta tillräcklig hänsyn till ekologin för större vattensalamander och rynkskinn, men tar hänsyn till brunkullans ekologi. Studiens metod, att vissa naturvårdsarter som är av särskild vikt för ett område väljs ut och att kunskap om deras ekologi används för framtagande av grön infrastruktur, föreslås användas i kombination med uppgifter om områdets natur – exempelvis via resultatet av en naturvärdesinventering och via historiska ortofoton.

*Nyckelord:* *Nigritella nigra*, *Gymnadenia nigra*, *Triturus cristatus*, *Phlebia centrifuga*, Undersåker, Brattland, Åre kommun, översiktsplanering, grön infrastruktur, ekologi.

## Abstract

At the time of writing, the municipality of Åre is planning the development of the communities of Undersåker and Brattland. In physical planning, green infrastructure is used as a method to preserve biological diversity, by maintaining or increasing connectivity between important green areas. In this study, the ecology of *Gymnadenia nigra*, *Triturus cristatus* and *Phlebia centrifuga* was studied through literature. Based on the ecology of these species, a suggestion of mapping of green infrastructure was produced. The suggestion of green infrastructure regarding *Triturus cristatus* and *Phlebia centrifuga* coincides with each other. The suggestion of green infrastructure for *Gymnadenia nigra* does not coincide with the other two species. A comparison was made with a proposal for green strips that are based on an inventory of nature values. The study shows that the ecological requirements for *Triturus cristatus* and *Phlebia centrifuga* are not fully met in the green strips suggested by the nature value inventory. The green strips for *Gymnadenia nigra* corresponds to the requirements of the species. The method of this study, that certain species of conservation concern that are of particular importance of a region are selected and that the knowledge of their ecology is used for the development of green infrastructure is proposed to be used in combination with information about the nature of the area – for instance through the results of a nature value inventory and through historical orthophotos.

# Innehållsförteckning

*Keywords:* *Nigritella nigra*, *Gymnadenia nigra*, *Triturus cristatus*, *Phlebia centrifuga*, Undersåker, Brattland, Åre municipality, översiktsplanering, green infrastructure, ecology.

<b>Figurförteckning</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>8</b>
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Syfte .....	10
<b>2. Metod</b> .....	<b>12</b>
2.1 Litteraturstudie .....	12
2.2 Bedömningar om överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland .....	12
<b>3. Resultat och diskussion</b> .....	<b>14</b>
3.1 Brunkulla <i>Gymnadenia nigra</i> .....	14
3.1.1 Ekologi .....	15
3.1.2 Reproduktion och spridning .....	17
3.1.3 Hot mot brunkulla.....	17
3.1.4 Behov av fortsatta studier .....	18
3.1.5 Brunkulla i Undersåker och Brattland .....	18
3.1.6 Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland ...	18
3.1.7 Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av brunkulla på lång sikt i Undersåker och Brattland .....	20
3.2 Större vattensalamander <i>Triturus cristatus</i> .....	21
3.2.1 Ekologi .....	22
3.2.2 Reproduktion och spridning .....	23
3.2.3 Hot mot större vattensalamander .....	24
3.2.4 Behov av fortsatta studier .....	25
3.2.5 Större vattensalamander i Undersåker och Brattland .....	25
3.2.6 Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland ...	26
3.2.7 Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av större vattensalamander på lång sikt i Undersåker och Brattland .....	27
3.3 Rynkskinn <i>Phlebia centrifuga</i> .....	29
3.3.1 Ekologi .....	30
3.3.2 Reproduktion och spridning .....	30

3.3.3	Hot mot rynkskinn .....	31
3.3.4	Behov av fortsatta studier .....	31
3.3.5	Rynkskinn i Undersåker och Brattland .....	32
3.3.6	Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland ...	33
3.3.7	Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av rynkskinn på lång sikt i Undersåker och Brattland .....	36
3.4	Förslag på grön infrastruktur .....	36
<b>4.</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>40</b>
	<b>Referenser.....</b>	<b>41</b>

**Tack 49**

# Figurförteckning

Figur 1. Planområde för den fördjupade översiktsplanen för Undersåker och Brattland. Färgerna i planområdet anger förslag till markanvändning. Förslagen visas med färgerna mörkrött för "mångfunktionell" bebyggelse, orangeröd för bostäder, blått för verksamheter/mindre industrier, grönt för grönområden och gult för jordbruksmark. ....	9
Figur 2. Förslag på grön infrastruktur inom planområdet. Mörkare blå färg visar var grönstråket för skog och våtmark överlappar varandra (Naturföretaget, 2023). ....	10
Figur 3. Brunkulla, <i>Gymnadenia nigra</i> . Foto taget av Per-Olof Eriksson, Länsstyrelsen i Jämtlands län, hämtat från Naturvårdsverket (2013). ....	14
Figur 4. Utbredningen av polyploida <i>Gymnadenia</i> där <i>G. nigra</i> syns i oranget. Figur hämtad från Hedrén et al., 2017. ....	15
Figur 5. Ortofoto från 1966, hämtat från minkarta.se. På fotot syns hässjor med gräs på många av gräsmarkerna. ....	19
Figur 6. Ortofoto från 2023, hämtat från minkarta.se. På fotot syns ensilagebalar som vita små prickar. ....	20
Figur 7. Större vattensalamander. Foto taget av Per Nyström, hämtat från SLU Artdatabanken (2024d). ....	21
Figur 8. Utbredningsområde i Sverige 2011 för större vattensalamander. Figur hämtad från Naturvårdsverket, 2011. ....	22
Figur 9. Grön polygon för Brattlandstjärnen, misstänkt reproduktionsplats för större vattensalamander, med buffertzon på 1 km i mer transparent grön. Planområdet syns inom grå markering innehållandes färgglada markanvändningsområden. ....	27
Figur 10. Rynkskinn på en gränlåga. Fotot taget av författaren. ....	29
Figur 11. Utbredningsområde för <i>P. centrifuga</i> i Sverige. Mörkrött fält innebär huvudutbredningsområde, punkter innebär isolerade förekomster. Figur hämtad från Nitare (2023). ....	29
Figur 12. Ortofoto över skogen där rynkskinn påträffats inom planområdet. ....	32

Figur 13. Fynd av rynkskinn, markerade som lila punkter. ....	33
Figur 14. Naturvärdesobjekt med förekomst av död ved inom färgade polygoner. Ju mörkare färg, desto högre naturvärden. Lila punkter markerar fynden av rynkskinn inom planområdet. ....	34
Figur 15. Naturvärdesobjekt med förekomst av död ved inom färgade polygoner. Ju mörkare färg, desto högre naturvärden. Lila punkter markerar fynden av rynkskinn inom planområdet. Skalan längst upp till vänster visar att avståndet från fynden av rynkskinn till större naturvärdesobjekt är 600-700 meter. ....	35
Figur 16. Förslag till grön infrastruktur utifrån ekologin för större vattensalamander och rynkskinn i grönt. Planområdets gräns syns i grått. I norra delen av bilden är den starkt gula markeringen förslag till område för nyetablering av damm inom 1 kilometer från Brattlandstjärnen. Det lite mer mörkare gula området sydöst om det starkt gula området är förslag till område för ytterligare nyetablering av damm, vilket är inom 1 kilometer från första nyetableringsplatsen. Punkter med cerise färg är fynden för rynkskinn, med en buffert i orange om 100 meter, vilka ingår i gröna infrastrukturen. ....	37
Figur 17. Grön infrastruktur utifrån brunkullans ekologi (gula polygoner). Naturvärdesobjekt identifierade som gräsmark med naturvärden syns i skuggade polygoner bakom det gula lagret, med typbeskrivning i text. ....	38
Figur 18. Grön infrastruktur för alla tre arter i samma karta. Grönt för större vattensalamander och rynkskinn, gult för brunkulla. ....	39

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Fragmentering av habitat är ett av de största hoten mot biologisk mångfald (Kruess & Tschardt, 1994; Saunders et al., 1991). När habitat fragmenteras till isolerade öar delar det en population till flera subpopulationer. Det kan innebära stora genetiska konsekvenser för subpopulationerna och arten i sin helhet (Hartl & Clark, 2007 refererad i Franzén, 2008). För att möjliggöra ett utbyte av individer och förhindra fragmenteringens konsekvenser arbetas det inom naturvården med så kallade ”ekologiska nätverk”. Nätverken utgår från en population av en art och är ett system av kärnområden och korridorer vilka är ihopkopplade av ekologiska eller fysiska länkar. Inom samhällsplaneringen används begreppet ”grön infrastruktur”. I det begreppet ingår principerna konnektivitet (likt ekologiska nätverk), multifunktionalitet och fysisk planering (van der Sluis & Jongman, 2021). EU anger att grön infrastruktur även är viktigt för bevarande och restaurering av biologisk mångfald (EU, 2021). Naturvårdsverket (2024) definierar grön infrastruktur som

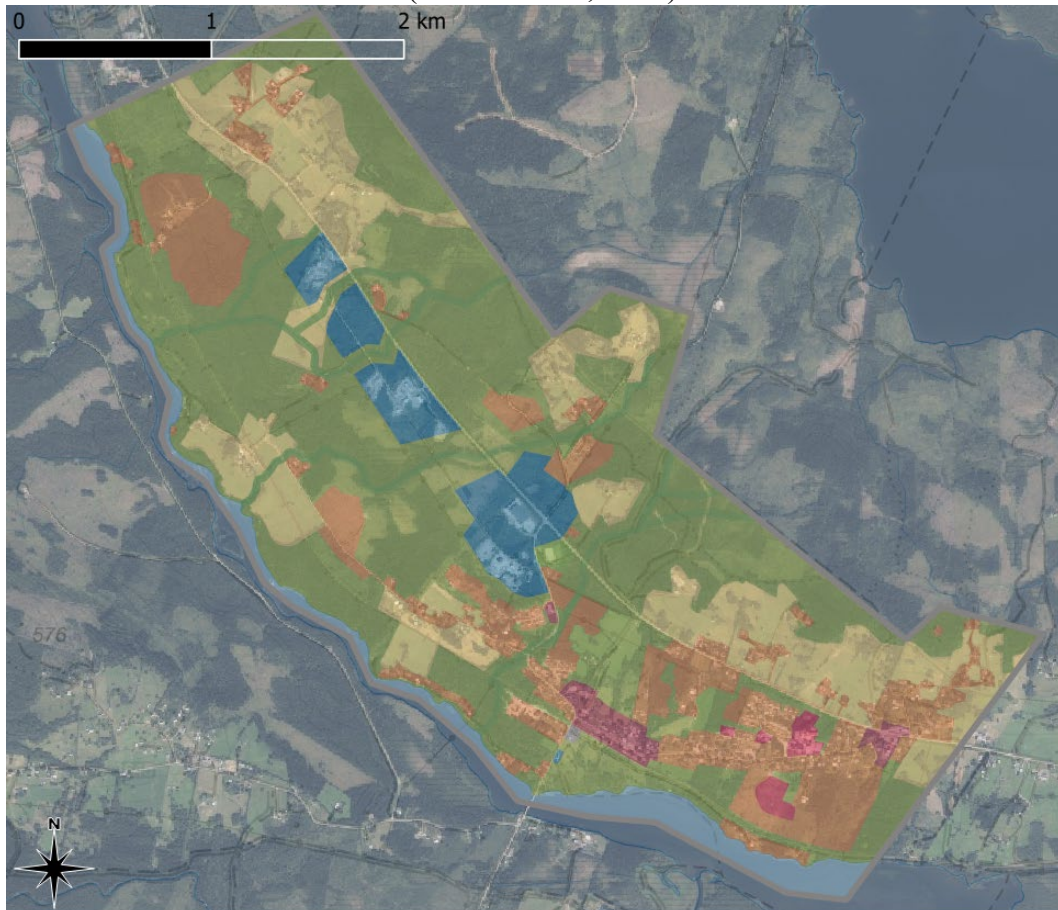
Ett ekologiskt funktionellt nätverk av livsmiljöer och strukturer, naturområden samt anlagda element som utformas, brukas och förvaltas på ett sätt så att biologisk mångfald bevaras och för samhället viktiga ekosystemtjänster främjas i hela landskapet.

Genom att integrera grön infrastruktur i samhällsplaneringen bevaras och skapas biologisk mångfald samt ekosystemtjänster som bidrar till många av våra samhällsmål (Naturvårdsverket & Boverket, 2019).

Åre kommun tar i skrivande stund fram en fördjupad översiktsplan för samhällena Undersåker och Brattland, se figur 1. Området är cirka 100 hektar stort och består till största del av omväxlande skogsmark i flack eller sluttande terräng på cirka 360 till 540 meter över havet samt av jordbruksmark och befintlig bebyggelse. Skogen är främst granskog, både av produktions- och kontinuitetskaraktär. Det förekommer även rena lövskogar, ofta i form av yngre björk- och alskog eller dungar av asp. När det kommer till gräsmarker finns det både betesmark med lång hävdhistorik och gödslade åkrar som idag växer igen med näringsgynnade växter (Naturföretaget, 2023). Syftet med den fördjupade

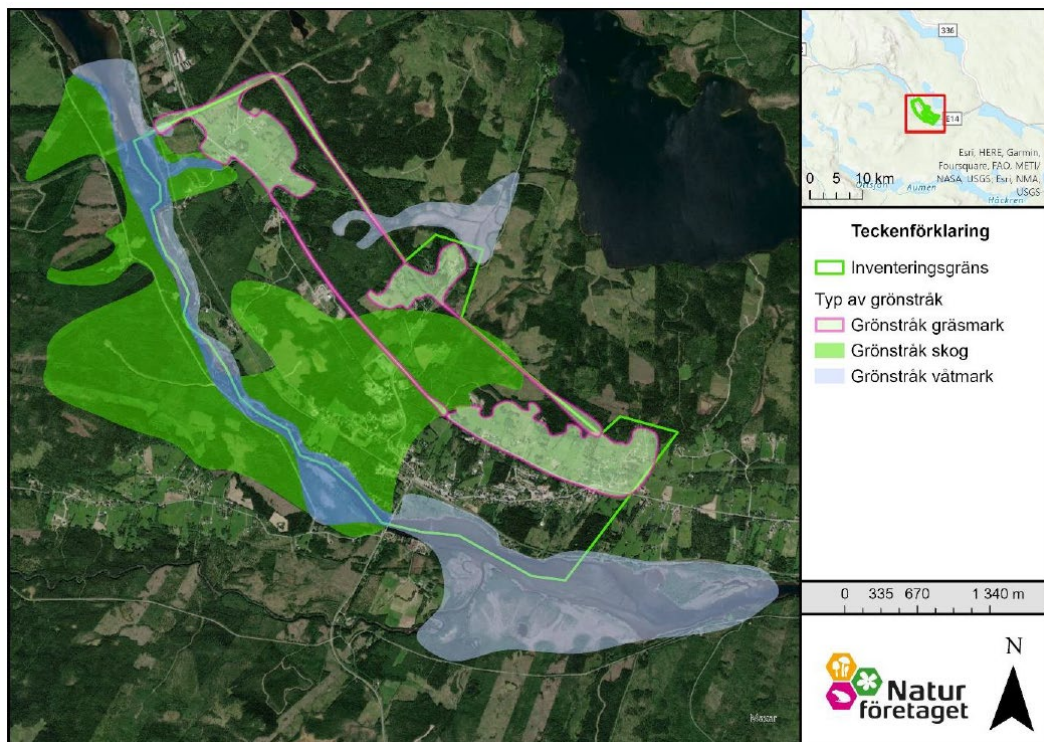


översiktsplanen är att genom samhällsplanering ta ett helhetsgrepp över bygderna och att formulera riktlinjer för att säkerställa hållbara samhällsstrukturer. Den fördjupande översiktsplanen ska vara ett vägledande underlag för hur den fysiska miljön ska bevaras och utvecklas med fokus på att tillskapa nya bostäder och verksamheter till måläret 2050 (Åre kommun, 2024).



*Figur 1. Planområde för den fördjupade översiktsplanen för Undersåker och Brattland. Färgerna i planområdet anger förslag till markanvändning. Förslagen visas med färgerna mörkrött för "mångfunktionell" bebyggelse, orangerött för bostäder, blått för verksamheter/mindre industrier, grönt för grönområden och gult för jordbruksmark.*

Som underlag till den fördjupade översiktsplanen finns olika rapporter från genomförda undersökningar. Underlaget för naturvärden inom planområdet består av en naturvärdesinventering avseende biologisk mångfald utförd 2023 enligt standard SS 199000:2014. I den redovisas olika naturvärdesobjekt samt ett flertal naturvårdsarter. Naturvärdesinventeringen har kartlagt ett flertal naturvårdsarter och viktiga strukturer kopplade till skogs- och gräsmark. Rapporten presenterar utöver naturvårdsarter och strukturer även ett förslag på gröna stråk, se figur 2. Motivering till hur den gröna infrastrukturen har tagits fram saknas, men de flesta större naturvärdesobjekt med höga naturvärden är innefattade i infrastrukturen (Naturföretaget, 2023).



Figur 2. Förslag på grön infrastruktur inom planområdet. Mörkare blå färg visar var grönstråket för skog och våtmark överlappar varandra (Naturföretaget, 2023).

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att genom litteraturstudier undersöka ekologin hos tre naturvårdsarter som finns i eller kring planområdet för den fördjupade översiktsplanen för Undersåker och Brattland. Utifrån slutsatser om arternas ekologi tas ett förslag på kartering av grön infrastruktur fram för Undersåker och Brattland. Denna jämförs därefter med det redan framtagna förslaget för gröna stråk, enligt utförd naturvärdesinventering. Syftet med arbetet är även att dra slutsatser om, och ge åtgärdsförslag för, arternas möjlighet för överlevnad och spridning inom samhällena Undersåker och Brattland.

Arterna som valts ut är brunkulla *Gymnadenia nigra*, större vattensalamander *Triturus cristatus* och rynkskinn *Phlebia centrifuga*. Alla tre arter kan räknas som ”specialister”, då de ställer högre krav på sin omgivning än ”generalister”. Tillsammans representerar arterna en bredd av olika aspekter på biologisk mångfald i landskapet genom sina skilda krav på livsmiljöer. Brunkulla har även valts på grund av att det är Jämtlands landskapsblomma och på grund av den sällsynta förekomsten i kommunen (SLU Artdatabanken, 2024). Större vattensalamander är av intresse i dessa områden på grund av att lokalen i Åre är ett randområde (SLU Artdatabanken, 2024d). Rynkskinn har valts ut för att den indikerar skog med urskogsliknande karaktär – skog som idag är hotad (Nitare, 2023).

Frågeställningar för arbetet är:

- Hur kan kunskap om de utvalda arternas ekologi användas för att utforma åtgärder för att förbättra arternas livsmiljöer eller aktivt bidra till spridning (som underlag för grön infrastruktur) för att därmed säkra deras möjlighet för långsiktig överlevnad i Undersåker och Brattland?
- Är kunskapen om arternas ekologi tillräcklig för att kunna avgöra hur den gröna infrastrukturen ska se ut?
- Tar förslaget om grönstråk i den utförda naturvärdesinventeringen hänsyn till valda arters ekologi och förutsättningar för deras överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland?

## 2. Metod

### 2.1 Litteraturstudie

Studien är en icke-systematisk litteraturstudie. Litteratursök har genomförts via universitetsbiblioteken vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Karlstads Universitet (KAU). Då både brunkulla och större vattensalamander omfattas av åtgärdsprogram har dessa program använts i studien. Utifrån relevanta artiklar och åtgärdsprogram har även referenser i litteraturen sökts fram, främst via de digitala universitetsbiblioteken och via sökmotorn Google. De sökord som använts på SLU Primo och KAU bibliotek är:

*Nigritella nigra*, *Gymnadenia nigra*, orchid dispersal, *Triturus cristatus*, *Triturus cristatus* + ecology, *Triturus cristatus* + dispersal, *Phlebia centrifuga*, wood decay fungi dispersal + *Phlebia centrifuga*, spores viability wood fungi, wood decaying fungi establishment, wood decaying fungi spore viability, wood decaying fungi spore survival, viability fungi spores.

Därtill har information hämtats via telefonsamtal och epost med Länsstyrelsen i Jämtlands län, Jämtlands botaniska förening, floraväktarna och forskare Mari Jönsson på SLU Artdatabanken, den senare som även hänvisat till annan relevant litteratur om vedsvampen rynkskinn.

De behov om fortsatta studier som presenteras i detta arbete baseras på det litteraturunderlag som påträffats efter sökningarna som presenteras ovan. Denna litteraturstudie är inte heltäckande och det kan därmed finnas mer information om arternas ekologi som inte täcks i detta arbete.

### 2.2 Bedömningar om överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland

Förutsättningarna för arternas överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland har analyserats genom information från den utförda naturvärdesinventeringen (Naturföretaget, 2023) samt genom analys av ortofoton (Lantmäteriets karttjänst minkarta.se). Både historiska kartor från cirka 1960 och 1975 samt ortofoton från 2023 har studerats. Som hjälpmedel för kartanalyser har Quantum GIS version 3.30.0 använts. Fynddata för arterna har hämtats från SLU Artdatabanken Artportalen (rapporteringsår 0–2024, fyndplats Åre kommun). Sökning efter

brunkulla gjordes 2024-08-13, större vattensalamander 2024-09-11 och rynkskinn 2024-09-23. Uppgifter om brunkulla är skyddade och nås bara via särskild överenskommelse med SLU Artdatabanken. Platsbesök har skett av brunkullalokalen 2024-07-15, 2024-08-11 och 2024-09-20. Brattlandstjärnen där större vattensalamander har påträffats besöktes 2024-05-04 och skogen med rynkskinn 2024-09-16.

## 3. Resultat och diskussion

### 3.1 Brunkulla *Gymnadenia nigra*



Figur 3. Brunkulla, *Gymnadenia nigra*. Foto taget av Per-Olof Eriksson, Länsstyrelsen i Jämtlands län, hämtat från Naturvårdsverket (2013).

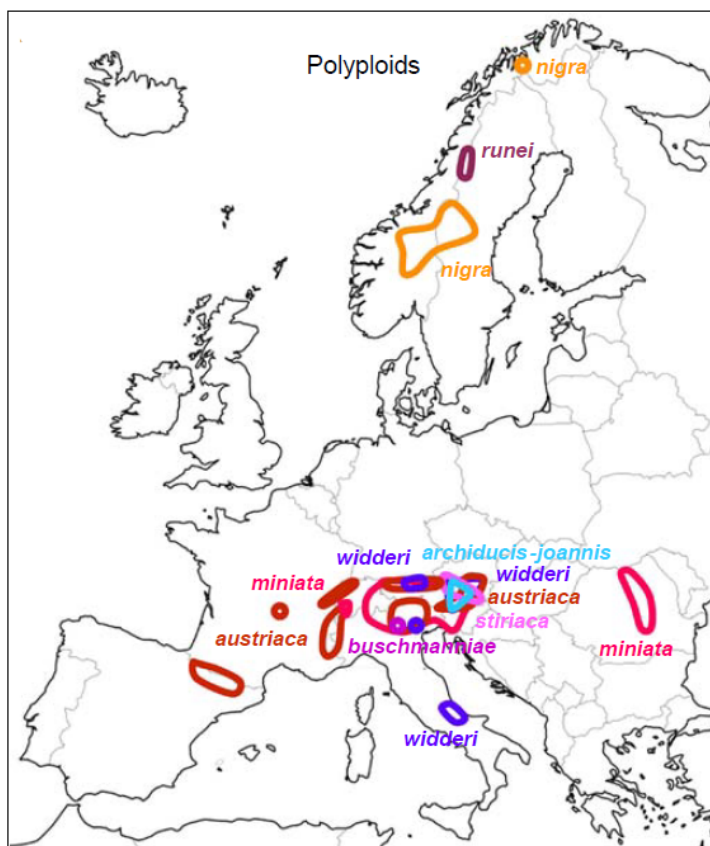
Brunkulla tillhör sedan år 2005 släktet *Gymnadenia* och bytte därmed namn från *Nigritella nigra* till *Gymnadenia nigra* (SLU Artdatabanken, 2024). Det är dock omtvistat huruvida *Nigritella* ska ses som ett eget släkte eller som ett undersläkte av *Gymnadenia* (Bateman, 2021; Brandrud et al., 2019) varpå det återfinns även nyare litteratur om brunkulla under namnet *N. nigra*.

Brunkulla är en endemisk relik och finns bara i Norge och Sverige. Dock finns hybridsläktingar i alperna (se figur 4) som är väldigt lika brunkulla till utseende. Skillnaden mellan arterna är främst genetisk genom att *G. nigra* är triploid med kromosomantalet  $2n = 60$  (Teppner & Klein, 1990; Hedrén et al., 2017).

Brunkulla finns på cirka 100 lokaler i Sverige. Endast cirka 20 bestånd bedöms vara livskraftiga (Naturvårdsverket, 2013). Utbredningsområdet är i huvudsak

centrala Jämtland, men brunkulla förekommer även i Härjedalen och västra Jämtland (SLU Artdatabanken, 2024).

Brunkulla är rödlistad som starkt hotad (EN) både i Sverige (SLU Artdatabanken, 2024) och i Norge (Artsdatabanken, 2024). Arten är fridlyst i hela Sverige och listad i CITES bilaga b som reglerar handel med hotade arter. Brunkulla är även en typisk art för stagg-gräsmarker i alpin och boreal region (Artdatabanken, 2024). Minskningstakten av arten i Sverige bedöms till 70 % på 60 år. Arten omfattades av ett åtgärdsprogram mellan åren 2013 och 2017 (Naturvårdsverket, 2013).



Figur 4. Utbredningen av polyploida *Gymnadenia* där *G. nigra* syns i oranget. Figur hämtad från Hedrén et al., 2017.

### 3.1.1 Ekologi

Brunkulla växer på kulturbetingade marker som är torra till fuktiga (SLU Artdatabanken, 2024) och som inte gödslats med konstgödsel (Imby, 1976; Stenar, 1947 refererade i Naturvårdsverket, 2013; Moen & Øien, 2009). Vid tre lokaler i Jämtland har dock brunkulla lyckats kolonisera plöjda odlingar eller åkrar (Björkbäck & Lundqvist, 2005). Moen & Øien (2002) gör skillnad på två olika ekologiska habitat – det ena habitatet är fuktiga kärrliknande gräsmarker, det andra

torra gräsmarker. Enligt Björkbäck & Lundqvist (2005) finns det ingen vegetationstyp som är specifik för just brunkulla.

Moen & Øien (2002) menar att blomningen av brunkulla på fuktiga marker gynnas av varma sensomrar och höstar föregående år. Detta eftersom värmen leder till ökad näringsansamling i rotknölnarna och eftersom blommorna står på fuktigare lokaler riskerar de inte att torka trots värmen. Även ett varmt maj samma år gynnar blomningen. På torra lokaler misstänks blomningen vara negativt påverkad av ett varmt maj, särskilt i kombination med mycket snö under vintern innan, eftersom omfattande snösmältning gör att plantorna hamnar under vatten (Moen & Øien, 2002).

Enligt åtgärdsprogrammet för brunkulla är arten kalkgynnad men kan även påträffas i mer neutrala jordar, förutsatt att det finns rörligt markvatten (Naturvårdsverket, 2013). Enligt Björkbäck & Lundqvist (2005) är arten dock oberoende av kalk, då den delvis växer i kalkrika gräsmarker och rikkärr men också på stagghedar. Marken i brunkullabiotope i Norge har ett pH-värde över 5 till 5,5 (Moen & Øien, 2002) medan studier i Sverige har visat värden mellan 5,2 och 7,4 (Björkbäck & Lundqvist, 2005). Arten är knuten till marker med låga fosforvärden (0,2 till 3 mg P/100 g lufttorr jord), vilket enligt Björkbäck & Lundqvist (2005) är en återkommande gemensam nämnare på växtplatser som studerats. Moen & Øien (2009) menar att anledningen till detta kan vara att fosfor är tillväxtbegränsande, men eftersom brunkulla likt andra orkidéer bildar mykorrhiza (Hossain, 2022) får arten sin fosfor genom mykorrhizasvamp vilket ger en fördel mot annan flora på lokalen som har svårare att växa på grund av fosforbristen. Moen & Øien menar därför att anledningen till att arten hittas på kalkrik mark kan bero på den låga fosfortillgången i denna mark snarare än kalktillgången.

Genom praktiska försök har det visat sig att brunkulla gynnas av framför allt slåtter men även av viss typ av bete (Naturvårdsverket, 2013; Björkbäck & Lundqvist, 2005; Moen & Øien, 2009). Enligt Naturvårdsverket (2013) lämpar sig endast bete av nötkreatur på brunkullalokaler, då får och hästar gärna äter orkidéer och då hästar betar för hårt. Länsstyrelsen i Jämtlands län (personlig kontakt) menar däremot att det handlar om att anpassa betetrycket genom att begränsa eller öka mängden djur och tiden som djuren betar, oavsett vilket djur det är som betar. Både Naturvårdsverket (2013) och Moen & Øien (2009) menar att djuren är viktiga i och med att deras trampande skapar jordblottor som underlättar frögroningen. Länsstyrelsen i Jämtlands län (personlig kontakt) betonar att slåtter bör följas av sent efterbete under sensommar/höst och att fagning bör ske våren efter. Dessa åtgärder föreslås även i åtgärdsprogrammet för brunkulla. Huruvida dessa åtgärder stöds av vetenskaplig litteratur framgår inte. I åtgärdsprogrammet råds att efterbete ska ske tidigast två veckor efter slåtter. Där anges även att efterväxten ska bli ”lagom” nedbetad (Naturvårdsverket, 2013).



### 3.1.2 Reproduktion och spridning

Brunkulla är apomiktisk (Afzelius, 1932) vilket betyder att den bildar frön utan att blomman är befruktad. Därmed är förökningen oberoende av pollinerande insekter. Det innebär att brunkulla är känslig mot förändringar i miljön, eftersom den saknar omkombination av arvsanlag i förökningen (Nationalencyklopedin, 2024).

Studier i Marieby, Jämtlands län, har visat att naturligt fröspridd brunkulla blommar först vid sju års ålder (Naturvårdsverket, 2013). Plantorna, som har rotnölar, blommar inte årligen, utan tar en eller flera vilosäsonger efter blomning, särskilt de som växer på fuktig mark. I hävdad mark blommar plantorna flera år i följd medan plantor på fuktig mark inte gör det (Moen & Øien, 2002). Brunkullans genomsnittsålder är fem till tio år, men en blommande planta kan bli uppåt 20 år gammal. Småplantor har högre dödlighet (Moen & Øien, 2002; Björkbäck & Lundqvist, 2005).

Blomningen sker kring midsommar och pågår två till tre veckor framåt. Fröna mognar fyra till sju veckor efter det. Fröna är mycket små och saknar näringsupplag, vilket gör att de endast överlever en till två veckor (Naturvårdsverket, 2013). En planta kan producera cirka 5000 frön (Björkbäck & Lundqvist, 2005), vilka sprids framför allt med vinden (Naturvårdsverket, 2013). Majoriteten av orkidéfrön sprids inom en meter från moderplantan, men vid studier på en släkting till brunkulla i Dolomiterna, *Gymnadenia miniata*, hittades genotyper upp till 26,5 kilometer från moderplantan. I studien framgår inte vilken generation genotypen tillhörde, men resultatet indikerar enligt författarna att spridning ibland kan ske oväntat långt (Hedré et al., 2019).

Fröna börjar endast gro om närvaron av rätt mykorrhizasvamp finns i marken, men vilken eller vilka svampar som brunkulla bildar mykorrhiza med är inte klarlagt (Björkbäck & Lundqvist, 2005; Moen & Øien, 2009).

Enligt Länsstyrelsen i Jämtlands län (personlig kontakt) har brunkulla förr i tiden, innan det konventionella jordbruket, mest troligt spridit sig via hö som hanterades mer manuellt genom att hässjas och transporteras på öppet släp mellan markerna, eller genom att samma redskaps använts på olika marker och således haft med sig fröer från en mark till en annan.

### 3.1.3 Hot mot brunkulla

De hot som listas mot brunkulla är framför allt igenväxning av högre örter och gräs, i och med utebliven hävd (Moen & Øien, 2002) men också för kraftigt och för tidigt bete samt för tidig slåtter (SLU Artdatabanken, 2024). Att tidigare välskötta slåtttrade gräsmarker slutat skötas på traditionellt vis och även gödslas har varit en stor orsak till tillbakagången av arten (Imby, 1976; Stenar, 1947 refererade i Naturvårdsverket, 2013; Moen & Øien, 2009). Därtill har det förekommit att brunkullapopulationer blivit negativt påverkade vid sork- och lämmelår då gnagarnas gångar under jord vintertid förstör rotnölar. Förekomst av gnagare

kan dock även påverka brunkullas frögroning positivt då gnagarna bidrar till jordblottor där fröna får bättre kontakt med jorden (Moen & Øien, 2002; Björkbäck & Lundqvist, 2005; Moen & Øien, 2009). Även bete från får och hästar beskrivs påverka arten negativt i och med för selektivt respektive för hårt bete (Naturvårdsverket, 2013).

### 3.1.4 Behov av fortsatta studier

Det finns ett behov av fler studier på fosforhalten i jordar på brunkullalokaler för att undersöka om det är tillgången till fosfor som begränsar arten. Generellt behövs mer studier på vilka förutsättningar som krävs för brunkulla. Det behövs även undersökas vilken eller vilka svampar som bildar mykorrhiza med arten. Därtill behövs de identifierade växtplatserna studeras mer för att utreda anledningen till att brunkulla trivs i olika miljöer.

### 3.1.5 Brunkulla i Undersåker och Brattland

I Undersåker och Brattland finns idag en känd lokal med brunkulla. Lokalen hör till de svagare, då det endast rör sig om ett fåtal plantor på platsen vilket gör den sårbar för förändringar i miljön. Lokalen har besökts av floraväktarna regelbundet sedan år 2001. Vid första besöket betades gården av djur (Jämtlands botaniska förening, personlig kommunikation). I dagsläget är det som är kvar av beståndet på lokalen beläget i en gräsmatta där gräset runtomkring plantorna klipps regelbundet (egna observationer; utdrag ur Artportalen 2024-07-19).

De första fem åren (2001-2006) varierade antalet blommande plantor mellan tio och 28 exemplar, medan antalet de senaste fem åren (2019-2024) har varierat mellan noll och tre blommande exemplar. Under de år som brunkulla eftersöktes av floraväktare på lokalen har den rapporterats som "ej återfunnen" vid tre tillfällen - 2016, 2019 och 2021 (utdrag ur Artportalen 2024-07-19).

### 3.1.6 Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland

Om trenden för biotopen och antalet brunkullor på lokalen i Undersåker och Brattland fortsätter bedöms arten inom en snar framtid inte längre finnas kvar i området. Gräsytan och antalet blommande exemplar har minskat under den tid lokalen besökts av floraväktarna (från år 2001 och framåt). Därav bedöms chansen för artens överlevnad vara liten, förutsatt att inga åtgärder sker. Dock kan det fortfarande finnas vilande rotknölar på lokalen, varpå åtgärder kan sättas in även då inga blommande plantor finns kvar.

På ortofoton från 1966 syns gräs hänga från hässjor i omgivningen kring brunkullalokalen, se figur 5. Det kan därför antas att det bedrivits slåtter på ytorna och att arten kan ha funnits på andra platser i omgivningen tidigare. På ortofoton

från 2023 (figur 6) går att se ensilagebalar samt att flera av dessa ytor har sådana mönster i sig att de förmodas ha plöjts eller skördats med maskin. Det kan därmed även antas att de är gödslade. Vid platsbesök under augusti och september kunde både odlad vall och ensilagebalar ses på många av de omkringliggande gräsmarkerna. Det finns dock en yta i området som i dagsläget hävdas och som förmodas vara ogödslad med konstgödsel. Denna yta kan vara potentiellt lokal för nyetablering av brunkulla. Omgivningen är på strukturnivå relativt sammanhängande gräsmiljö. På vissa anslutande gräsmarker sker även bete från får genom bolaget Fjällbete, vilka flyttar fåren mellan flera olika platser i Åre kommun. Betet sker främst på de ytor som antas vara gödslade.



*Figur 5. Ortofoto från 1966, hämtat från minkarta.se. På fotot syns hässjor med gräs på många av gräsmarkerna.*



Figur 6. Ortofoto från 2023, hämtat från [minkarta.se](http://minkarta.se). På fotot syns ensilagebalar som vita små prickar.

### 3.1.7 Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av brunkulla på lång sikt i Undersåker och Brattland

Slutsatser utifrån brunkullans ekologi är att det behövs hävd i form av slåtter och helst även efterbete på lokalen, för fortsatt överlevnad. Det inkluderar även resten av den gräsbeklädda ytan. För möjlighet till spridning till andra lokaler behöver samma typ av åtgärd sättas in även på gräsmark i området runtomkring brunkullalokalen. Prioritering bör ligga på de gräsmarker som idag inte är gödslade, men för långsiktig överlevnad behöver delar av jordbruket inom planområdet ställas om från konventionellt till mer traditionellt. Potentiella nya lokaler kan förutom ogödslade betesmarker även vara kantzoner på åkermark, där marken hävdas genom slåtter eller liknande, eventuellt även med bete. Dessa ytor behöver förbli ogödslade och skötsel behöver ske regelbundet. Med tanke på att brunkulla blommar kring midsommar, att blomningen pågår två till tre veckor efter det och att fröna mognar ytterligare fyra till sju veckor efter det, bör slåtter ske tidigast sex till tio veckor efter midsommar. Det innebär mellan första och sista augusti. Därefter bör någon typ av efterbete ske, förslagsvis med nötkreatur, eftersom det verkar vara oklart huruvida bete från får och häst påverkar arten negativt. Efterbetet medför även att fröna når jorden lättare. Då fröna endast överlever en till två veckor efter att de mognat bör efterbetet inledas kring mitten av augusti fram till mitten av september.

För att öka chansen för spridning av fröer från brunkulla bör samma redskap användas först vid den konstaterade brunkullalokalen och sedan på resterande omkringliggande marker. Förslagsvis hässjas även delar av gräset från brunkullalokalen på omkringliggande mark, samt att slåttrat gräs gärna bör

transporteras på öppna flak eller liknande, för att öka chansen till spridning av fröerna även under transporten.

Brunkullalokalen och omkringliggande marker bör planläggas så att bebyggelse, plantering av träd eller andra hot mot brunkullan undviks. Om möjligt bör det även tas fram ett skötselprogram för brunkullan baserat på dessa åtgärdsförslag, i samband med planläggningen.

### 3.2 Större vattensalamander *Triturus cristatus*



Figur 7. Större vattensalamander. Foto taget av Per Nyström, hämtat från SLU Artdatabanken (2024d).

Större vattensalamander förekommer på alla kontinenter förutom Australien och Antarktis (Griffiths, 1996, refererad i Gustafson, 2011). I Europa är utbredningsområdet de norra och centrala delarna (AmphibiaWeb, 2024). I Sverige sträcker sig utbredningsområdet från Götaland, in i Svealand och ut mot delar av Norrlandskusten med en avstickare in i Jämtland, se figur 8. Ju längre norrut i landet, desto färre fynd (SLU Artdatabanken, 2024d). Enligt Dolmen (1982) är förekomsterna av större vattensalamander i norra delar av Sverige knutna till lokaler med varmare klimat. Dolmen (1982) menar också att större vattensalamander i Jämtland är en relict och att den spridit sig via Jämtland till Norge. I Norge förekommer större vattensalamander i tre olika områden – kring Oslo, kring Bergen och kring Trondheim (Dolmen, 1978; Dolmen, 1982).

Större vattensalamander är en av två förekommande salamandrar i Skandinavien. Den andra är mindre vattensalamander *Lissotriton vulgaris*. De två arterna skiljs åt genom bland annat storleken där större vattensalamander är 16 till 18 centimeter lång (SLU Artdatabanken, 2024d) medan mindre vattensalamander oftast är under 10 centimeter lång. De kan också skiljas åt genom att färgen är olika på de två arterna där större vattensalamander är mörkare (SLU Artdatabanken, 2024c).

Större vattensalamander har en i djurvärlden unik genetisk defekt som kallas Development Arrest Syndrome, förkortat DAS, vilken den delar med två andra arter i släktet *Triturus*. Denna defekt innebär att hälften av de ägg som större vattensalamander lägger inte utvecklas till frisimmande larver, utan i stället dör (Macgregor & Horner, 1980; Sessions et al., 1988).

Under den akvatiska fasen utvecklar hanar av större vattensalamander en sågad kam på ryggen och svansen samt en silverlinje längs sidan av svansen, attribut som är till för att attrahera honor vid leken – se figur 7 (Malmgren & Enghag, 2008).

Större vattensalamander är idag listad som livskraftig (LC) (SLU Artdatabanken, 2024d) och är fridlyst i Sverige. Under 2006 till 2010 omfattades den av ett åtgärdsprogram, då den på vissa håll visade en snabb tillbakagång (Naturvårdsverket, 2007). Den är också upptagen på Bernkonventionens lista över strikt skyddade arter (bilaga II och III) (SÖ 1983:30) och i EU:s Habitatdirektivs bilaga 2 och 4 (direktiv 92/43/EEG), vilket innebär att vi är förbundna att bevara både den större vattensalamandern och dess livsmiljöer.



Figur 8. Utbredningsområde i Sverige 2011 för större vattensalamander. Figur hämtad från Naturvårdsverket, 2011.

### 3.2.1 Ekologi

Typiska akvatiska habitat för större vattensalamander är måttligt grunda dammar, små sjöar eller tjärnar där det finns rikligt med vegetation och ryggradslösa djur (Oldham et al., 2000; Denoël & Ficetola, 2008). Studier har visat att chansen för att större vattensalamander ska finnas i ett passande vatten minskar med förekomsten av fisk, med att vattnet torkar ut mer än två gånger per år samt med förekomsten av lerig moränbotten (Miró et al., 2016). Malmgren (2001) menar även att salamandrar antagligen använder kemiska signaler för att upptäcka fisk och att de aktivt väljer andra lekplatser än vatten med fisk. Hagström (1979) menar att djupet på vattnet behöver vara åtminstone 0,5 meter och att vattnet behöver vara klart, medan studier från Skottland visar förekomst av större vattensalamander i vatten så grunda som 0,1 meter. De sistnämnda studierna visar också att ytan på vattnet är mellan 2 till 165 kvadratmeter (Miró et al., 2016). Studier i södra Sverige har visat att dammar där större vattensalamander reproducerar sig har högre temperatur än

omkringliggande dammar utan större vattensalamander. Samma studier har också visat att dammar där större vattensalamander reproducerar sig har lägre halter näringsämnen än dammar där större vattensalamander uppehåller sig men inte reproducerar sig (Gustafson, 2011). I Storbritannien har Griffiths et al. (1994) visat att fler ägg kläcks i vattentemperaturer kring 17 °C än vid 12 °C. Gällande pH har samma studie visat att ett pH på 4,5 är skadligt för större vattensalamanders ägg och larver. Naturvårdsverkets vägledning för större vattensalamander anger att arten ofta försvinner från vatten med ett pH under 5 (Naturvårdsverket, 2011).

Större vattensalamander förekommer i såväl naturliga som artificiella vatten i betesmarker, lövskog eller blandskog där hög förekomst och konnektivitet av vattenväxter är det som är viktigast för att förutsäga förekomst av arten (Halley et al., 1996; Hartel et al., 2010; Denoël et al., 2013; Hartel & von Wehrden, 2013). I Sverige och Skandinavien förekommer större vattensalamander även i tjärnar intill myrar som är omgivna av barrskog, vilket skiljer sig från andra delar av Europa (Dolmen, 1978; Skei et al., 2006). Längden på den akvatiska fasen verkar enligt Hagström (1979) bero på ett flertal faktorer, bland annat väderförhållanden och artsammansättningen i vattnet. Därtill kan vissa individer växla mellan terrester fas och akvatisk fas flera gånger under lekperioden (Hagström, 1979).

Utöver kriterier på den akvatiska miljön är det också viktigt att det i närheten av det akvatiska habitatet finns ett lämpligt terrestert habitat där större vattensalamander kan övervintra. Det ska där finnas håligheter under stenar, trädrötter, lövförna, död ved eller gnagargångar (Jehle, 2000; Naturvårdsverket 2007). Anledningen är att större vattensalamander ska kunna gömma sig för predatorer, men också att arten ska kunna skydda sig mot uttorkning (Naturvårdsverket, 2007). Terrestra fasen börjar runt augusti månad för både vuxna och ungar, då de snabbt och målinriktat letar sig upp till ett lämpligt terrestert habitat (Gustafson, 2011). Dagarna spenderas under jord och det är främst på nätter med hög luftfuktighet eller regn som större vattensalamander är aktiv (Naturvårdsverket, 2007). Födan under terrestra fasen består av maskar, sniglar, insekter och spindlar (Griffiths, 1996 refererad i Gustafson, 2011).

När temperaturen når under 2 °C går större vattensalamander i dvala (Griffiths, 1996, refererad i Gustafson, 2011).

### 3.2.2 Reproduktion och spridning

Större vattensalamander blir könsmogen vid två till tre års ålder (Griffiths, 1996 refererad i Gustafson, 2011). Parningen inleds med en lek där hanen uppvaktar honan med specifika typer av rörelse i en sekvens om tre, i en särskild följd (Arnold, 1972). Leken sker nattetid, främst i skymningen fram till midnatt, mellan slutet av april till månadsskiftet maj-juni. Arenan där leken sker är i strandzonen, vanligen på cirka 20 till 60 centimeters djup (Naturvårdsverket, 2007). Om leken resulterar i ett befruktningssök leder hanen honan över ett spermapaket i en geléklump

kallad spermatofor. Spermatoforen tas upp i honan via kloaken och spermerna vandrar upp i äggledaren för att sedan befrukta äggen (Malmgren, 2001). Då befruktning försöken ofta misslyckas parar sig en hona med flera hanar under lekperioden (Malmgren et al., 2007; Osikowski & Rainski, 2001).

En hona lägger mellan 200 till 300 ägg per säsong (Langton et al., 2001). Äggen läggs ett och ett på vattenväxter, på de blad som växer under vattnet (Miaud, 1994; Miaud, 1995). De blad som honan väljer att lägga ägg på är vanligtvis mjuka och tunna. Exempel på växter som honan väljer att lägga äggen på är olika arter av förgätmigej *Myosotis spp.*, nate *Potamogeton spp.*, igenknopp *Sparganium spp.* (Naturvårdsverket, 2007; Langton et al., 2001; Gustafson, 2011) vattenmynta *Mentha aquatica* och olika arter av glycerior *Glyceria spp.* (Langton et al., 2001; Gustafson, 2011).

Tiden från äggläggning till frisimmande larv är cirka två till tre veckor (Malmgren, 2001). Larvernas föda består till en början av planktoniska kräftdjur (Naturvårdsverket, 2007), men övergår med åldern till större vattenlevande evertebrater. De kan även äta larver från både andra groddjur samt sin egen art (Griffiths & Mylotte, 1987; Griffiths, 1996 samtliga refererade i Gustafson, 2011; Griffiths et al., 1994). Efter ungefär fyra månader i vatten dras gälarna tillbaka och larverna använder i stället lungor för att andas, huden tjocknar och larverna är redo för den terrestra fasen (Naturvårdsverket, 2007).

Studier har visat att större vattensalamander har sitt hemområde inom en radie av cirka 50 till 300 meter från lekvattnet (Jehle, 2000; Jehle & Arntzen, 2000; Malmgren, 2002). Det viktigaste terrestra området är det som är närmast reproduktionsplatsen (Jehle, 2000). För spridning har det dock visat sig att större vattensalamander kan röra sig långt från hemvattnet, kring en kilometer (Haubrock & Altrichter, 2016; Kupfer & Kneitz, 2000).

Studier utförda i Norge visar att större vattensalamander kan bli upp till 16 till 18 år gamla (Dolmen, 1982 refererad i Naturvårdsverket, 2007) medan studier i Göteborg visat en maxålder på 15 år (Hagström, 1979).

### 3.2.3 Hot mot större vattensalamander

Större vattensalamander tillhör gruppen amfibier, vilken är en av de mest hotade grupperna globalt. Hoten är framför allt förlorade habitat (Denoël, 2012; Jehle et al., 2011 refererad i Miro et al., 2016) samt förändringar i deras akvatiska och terrestra habitat (Denoël & Ficetola, 2008). Det kan bland annat gälla försurning av vattnet (Griffiths et al., 1994), ökad förekomst av näringsämnen och igenväxning som leder till skuggning som i sin tur leder till lägre vattentemperaturer (Gustafson, 2011). Hoten består även av introducerade främmande arter, sjukdomar, föroreningar och klimatförändringar (Beebe & Griffiths, 2005). I Stensele, Lappland, förstördes en population av större vattensalamander då laxöring introducerats i tjärnen 1965. Det gick på tre till fyra år. Populationen var neoten,



vilket innebär att de aldrig metamorfoserade utan stannade i den akvatiska fasen (Dolmen, 1978). Trots ett flertal återinventeringar har större vattensalamander inte återfunnits på platsen. Det var Sveriges nordligaste fynd av större vattensalamander (SLU Artdatabanken, 2024b).

### 3.2.4 Behov av fortsatta studier

Litteraturstudien visar på ett behov av fortsatta studier på större vattensalamanders terrestra fas och övervintringsperiod. Det är många antaganden om hur och var arten uppehåller sig under den terrestra fasen och även vilken föda den är beroende av under denna period. Det beskrivs att studier i detta är svåra, då större vattensalamander mestadels tillbringar tiden under jord, men studierna är viktiga för att förstå hotbild och för att kunna skapa bevarandestrategier. Därtill saknas det kunskap om arten och dess livsmiljöer i norra Sverige. Att den i Jämtland är en relik samt att den härifrån spridit sig till mellersta Norge och Trøndelag är en hypotes som det inom ramen för det här arbetet inte hittats några utförda studier på. Det behövs även mer studier på kombinationen av akvatiska och terrestra habitatet, det så kallade ”pondskapet” (Gustafson, 2011), exempelvis hur många vatten och vilken storlek på terrestra habitatet som krävs för en livskraftig population.

### 3.2.5 Större vattensalamander i Undersåker och Brattland

Större vattensalamander påträffades 2019 i Brattlandsområdet, då eDNA visade på förekomst av arten i ett planarbete strax väster om områdesgränsen för den fördjupade översiktsplanen för Undersåker och Brattland. År 2020 hittades två adulta exemplar i vattnet Brattlandstjärnen av en inventerare från projektet ”Internationell herptilinventering med svensk bas”, ett projekt av evolutionsbiologiskt centrum och Uppsala universitet. Fynden är de enda rapporterade på Artportalen från Åre kommun (SLU Artdatabanken 2024b). Följande står i kommentaren från rapportör Anders Forsgren:

”Efter flera försök och långt efter att inventeringsarbetet egentligen avslutats så har jag till sist funnit den salamander som Gislén och Kauri rapporterade från området för 70 år sedan. De angav att salamandern påträffats i Undersåker. Undersökningar på bägge sidor av älven gav inget, där eftersök gjordes därefter mot Hålland. Men det var alltså i Såå som arten nu kunde påträffas. (Ja två 'å' även om kartan säger annat - ännu en felskrivning.) Det finns en handfull våtmarker i området och även en bassäng i stenbrottet där det skall göras återbesök för att försöka utvärdera hur stark populationen är.” (Artfakta, 2024b)

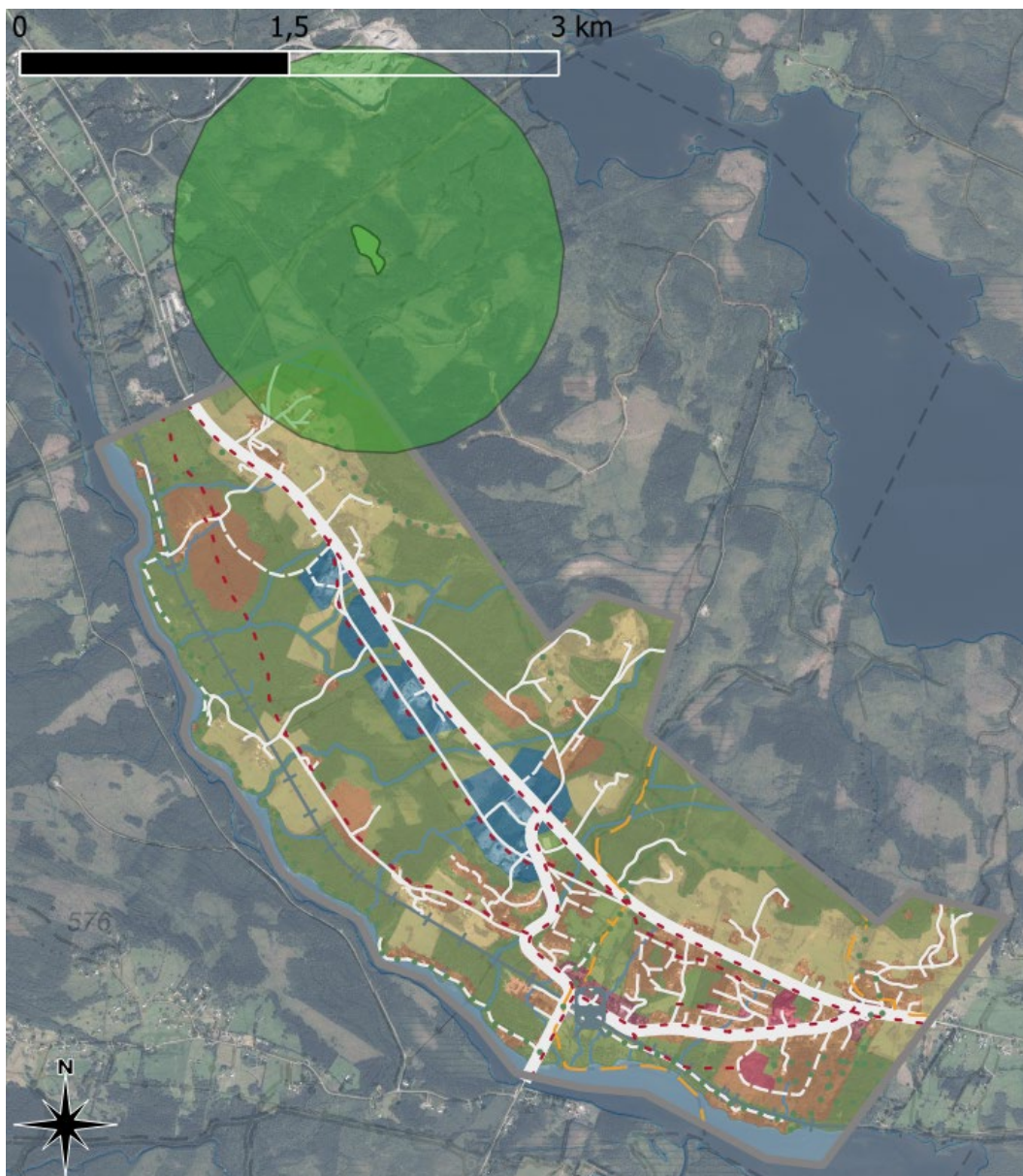
Populationen i Brattlandstjärnen är således i yttersta utkant av randområdet för utbredningen av större vattensalamander. Brattlandstjärnen ligger cirka 400 meter utanför planområdet.

### 3.2.6 Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland

Förutsatt att Brattlandstjärnen är den enda reproduktionsplatsen för större vattensalamander samt med dagens kunskap om arten så bedöms förutsättningarna för överlevnad och spridning av större vattensalamander i Undersåker och Brattland vara dåliga. Området är inte skyddat juridiskt, vilket innebär att skogen kring Brattlandstjärnen riskerar att försvinna genom avverkning eller andra markåtgärder, vilket kan leda till att övervintringsmöjligheterna minskar för arten. Eftersom det saknas studier på den terrestra fasen är dessa slutsatser dock endast baserade på hypoteser och i litteraturen beskrivna erfarenheter. Det bedöms dock vara sannolikt att avverkning i anslutning till tjärnen inte bara skulle innebära att övervintringsmöjligheterna skulle minska, utan också att vattnets karaktär skulle förändras. Det senare genom att vattnet skulle få näringstillskott från kringliggande hygge samt att pH sannolikt skulle minska.

Enligt litteraturen är det inte helt klarlagt vad som behövs för att större vattensalamander ska ha möjlighet att sprida sig. Att den kan röra sig i terrester miljö är klarlagt och så länge det finns tillgång till skugga och fukt torde den kunna röra sig åtminstone en kilometer, vilket är den längsta sträcka som observerats i studier. Således borde större vattensalamander kunna röra sig inom de nordligaste delarna av planområdet, se figur 9. Det området är tänkt att planläggas som grönområde och jordbrukslandskap. Skogen i denna del av planområdet är beskriven i naturvärdesinventeringen som granskog med fuktstråk. Det framgår också från naturvärdesinventeringen att det är sparsamt med död ved.

Brattlandstjärnen bedöms vara för långt från andra fiskfria småvatten som skulle kunna utgöra lämpliga habitat för arten, vilket leder till bedömningen att populationen är isolerad från möjlighet till genutbyte. Därmed bedöms det finnas en risk för både sämre möjligheter till anpassning av förändringar i miljön samt inavel.



*Figur 9. Grön polygon för Brattlandstjärnen, förmodad reproduktionsplats för större vattensalamander, med buffertzona på en kilometer i mer transparent grön cirkel. Planområdet syns inom grå markering med färglagda markanvändningsområden.*

### 3.2.7 Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av större vattensalamander på lång sikt i Undersåker och Brattland

För att veta säkert var större vattensalamander har sin reproduktionsplats behöver Brattlandstjärnen och området kring tjärnen inventeras. Sannolikheten för att reproduktionsplatsen skulle vara någon annanstans i området bedöms dock vara minimal, med tanke på att det i stort sett krävs fiskfria vatten för att arten ska

överleva. Enligt Länsstyrelsen i Jämtlands län (personlig kommunikation) finns ingen kartläggning av fiskfria vatten i området att tillgå, men en tumregel är att vatten som syns på ortofoto och som är mindre än 0,5 hektar stora och som även är grunda är fiskfria. Dock är Brattlandstjärnen 2,3 hektar stor, vilket inte överensstämmer med tumregeln. Genom att studera ortofoton tagna år 2023, 1978 och 1966 på Lantmäteriets karttjänst [minkarta.se](http://minkarta.se) (2024-09-10) har inga vatten mindre eller lika med 2,3 hektar identifierats inom eller i anslutning till planområdet. Det har dock påträffats mindre vatten i skogarna i området, och det kan potentiellt finnas fler vatten som inte är kända av mig och som heller inte syns på ortofoton. Dessa vatten skulle behöva kartläggas och undersökas utifrån framför allt solinstrålning, temperatur och typ av vegetation. För att undersöka om det förekommer eller har förekommit större vattensalamander i vattnet, eller i anslutning till vattnet, är en effektiv metod att ta ett e-DNA prov i dessa vatten (Katano et al., 2017).

För att större vattensalamander ska överleva i Brattlandstjärnen krävs att vattnet och omgivningen bibehåller sin karaktär. För långsiktig överlevnad av arten krävs även åtgärder som medför förbättrad konnektivitet mellan Brattlandstjärnen och andra fiskfria vattendrag. Närmaste potentiellt fiskfria vatten är beläget vid Fröå hytta, fyra kilometer norr om Brattlandstjärnen, med en samling om fyra småvatten på en storlek av 0,1 till 0,4 hektar vardera. För att tillgodose långsiktig överlevnad av arten i Åre kommun vore det lämpligt att inventera även dessa vatten efter större vattensalamander, för att se om det förekommer ytterligare en population. Oavsett om arten påträffas där eller inte skulle åtgärder som ökar sannolikheten för att arten kan förflytta sig mellan Brattlandstjärnen och Fröå hytta behöva sättas in. Dessa åtgärder skulle kunna vara att anlägga dammar, anpassade efter artens ekologi, där arten åtminstone kan uppehålla sig men förhoppningsvis även reproducera sig. Dammarna skulle bidra till ökad konnektivitet mellan flera potentiella lekplatser och således kunna medföra ett genutbyte mellan flera tänkbara populationer. Omgivningen behöver även innefatta död ved, stenblock eller andra element för att arten ska ha möjlighet till övervintring och skydd under förflyttning under den terrestra fasen. För att tillgodose artens överlevnad långsiktigt inom Undersåker och Brattland skulle det behöva anläggas dammar inom planområdets norra delar, att den kvarvarande skogen bibehålls mellan planområdet och Brattlandstjärnen samt en återetablering av skog i de områden mellan Brattlandstjärnen och planområdet som idag är kalhyggen. Detta för att möjliggöra att arten etablerar sig på nya områden och således minska risken att störningar vid Brattlandstjärnen innebär en förlust av arten i sin helhet i området. Det behövs även tillses att det finns död ved, stenblock eller andra element i skogarna där större vattensalamander kan söka skydd under sin terrestra fas. Där död ved och liknande element saknas bör dessa tillskapas.

### 3.3 Rynkskinn *Phlebia centrifuga*

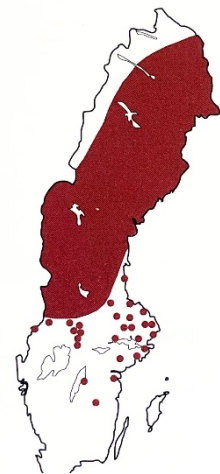


Figur 10. Rynkskinn på en granlåga. Fotot taget av författaren.

Rynkskinn är, precis som namnet avslöjar, ett till utseendet rynkigt skinn (se figur 10). Det är en vednedbrytande svamp som växer på gran *Picea spp.* (Nitare, 2023). Rynkskinn förekommer i nordöstra och centrala Europa, Sibirien och Nordamerika (Larsson, 1997 refererad i Franzén, 2008). Utbredningsområdet för rynkskinn i Sverige är framför allt i de norra delarna, med spridda isolerade förekomster i de mellersta och östra delarna, se figur 11 (Nitare, 2023).

Rynkskinn tillhör tillsammans med 25 andra arter släktet vaxskinn (*Phlebia*). Gemensamt för dessa arter är att de är saprotrofa vitrötare (SLU Artdatabanken, 2024f).

Rynkskinn är i toppen av värdepyramiden som är avsedd för naturvärdesbedömning av boreala granskogar och kallas för ”urskogsindikator” vilket innebär att den indikerar att skogen har varit obrukad under lång tid (Nitare, 2023). I skogar där rynkskinn förekommer är det sannolikt hög biodiversitet (SLU Artdatabanken, 2024e). Arten är rödlistad som sårbar, VU. Den har inget juridiskt skydd (SLU Artdatabanken, 2024e).



Figur 11. Utbredningsområde för rynkskinn i Sverige. Mörkrött fält innebär huvudutbredningsområde, punkter innebär isolerade förekomster. Figur hämtad från Nitare (2023).

### 3.3.1 Ekologi

Rynkskinn växer resupinat - tätt tilltryckt mot substratet, på undersidan av grova granlågor vars bark ännu sitter kvar. Fruktkroppen är ettårig och bildas framför allt på hösten (Nitare, 2023). Arten förekommer i barrskogar som är olikåldriga och örtrika och är en så kallad typisk art för naturtyperna taiga, näringsrik granskog och landhöjningsskog (SLU Artdatabanken, 2024e). Arten trivs främst i skogar med en hög och jämn luftfuktighet (Nitare, 2023). Arten kallas för en ”specialist” eftersom den har höga krav på sitt habitat (Juutilainen et al., 2017). Frekvensen av förekomst av rynkskinn i skogar hänger tätt ihop med habitatets kvalitet vilken värderas baserat på täthet och kontinuitet av lämpliga värdträd och storleken på habitatet samt landskapets struktur (Laaksonen et al., 2008).

Enligt litteraturen förekommer det fler fruktkroppar av rynkskinn på lågor i intermediärt nedbrytningsstadium och färre fruktkroppar på precis fallna granar samt på lågor som nästan är helt nedbrutna (Renvall, 1995; Jönsson et al., 2008).

### 3.3.2 Reproduktion och spridning

Resupinata vedsvampar som rynkskinn sprider sig från fruktkroppen med sporer. Just sporererna hos rynkskinn har en längd om 6,5 till 9 mikrometer, en bredd om 2,5 till 3 mikrometer (Hjortstam et al., 1988 refererad i Norros et al., 2012) och en diameter om 3,8 mikrometer (Norros et al., 2014). I förhållande till andra vedsvampar är det en relativt typisk storlek (Norros et al., 2012).

När sporererna sprids hamnar de flesta nära fruktkroppen, men några sporer sprids över långa distanser (Edman et al., 2004b). Nordén et al. (2000) menar att det inom 100 meter från fruktkroppen kan anses vara god spridning av sporer, men att antalet sporer minskar avsevärt med distansen från fruktkroppen. I studien av Nordén et al. (2000) var allt mycelium inom en meter från fruktkroppen tvåkärnigt vilket indikerar god framgång (Raven et al., 2005), medan andelen tvåkärnigt mycel mer än halverades vid tio och 100 meter. Således drar Nordén et al. (2000) slutsatsen att det inte är spridningen av sporer som är begränsande för spridningen av arten. Fruktkroppar från rynkskinn i habitat där landskapet innefattar mer gammal skog (äldre än 140 år) släpper både fler sporer (Edman et al., 2004) och sporer med större gröningsgrad än fruktkroppar i mer geografiskt isolerade populationer där gammal skog inte är lika närvarande i landskapet (Edman et al., 2004b).

Spridningen av sporer beror dels på de fysiska egenskaperna hos sporererna, men terrängen och ytan på det sporererna kommer i kontakt med påverkar också var sporererna landar (Petroff et al., 2008; Hussein et al., 2012). Exempelvis finns det i litteraturen ett antagande att trädkronor kan bidra till en retention av sporer och därmed bromsa spridningen av sporer (Hussein et al., 2013).

Studier på flertalet vednedbrytande svampar, där dock rynkskinn saknas bland de studerade svamparna, visar att sporer är sårbara för solljus och för frysgrader. Arter med tunn sporvägg är särskilt sårbara. Arter med pigmenterade sporer klarar

sig dock bättre i solljus än arter som saknar pigment. Enligt studien går dessa resultat i linje med studier på andra typer av svampar (Norros et al., 2015). Vidare har studier visat att sporer från vednedbrytande svampar sprids mer under natten än under dagtid (Kramer, 1982 refererad i Abrego, 2018).

Groningen av sporer från vedsvampar är generellt en komplex process som beror på såväl temperatur, fuktighet, koldioxid, luftning, näringsämnen, biokemiska och strukturella sammansättningar av veden, närvaron av skador för att kunna tränga in i veden och konkurrens av närvaron av andra groende sporer och etablering av mycel – både från samma art och andra arter (Frankland et al., 1982 refererad i Norros et al., 2012).

För att rynkskinn ska kunna kolonisera en låga behöver lågan ha en stor diameter (Jönsson et al., 2008; Bader et al., 1995; Renvall, 1995). Även konnektiviteten av lämpliga habitat har visat sig vara avgörande för kolonisering. Nedbrytningsstadiet på lågan har visat sig vara mindre viktigt (Jönsson et al., 2008).

### 3.3.3 Hot mot rynkskinn

I Finland har en studie gjorts på vedsvampar som indikerar gammal skog, bland annat rynkskinn, för att undersöka hur närheten till kalhyggen påverkar förekomsten av svamparna. Resultatet av studien visade att förekomsten av rynkskinn (med flera svampar) minskade inom 25 meter till kalhyggeskanten jämfört med i kärnområden (Siitonen et al., 2005). Även i plockhuggen skog minskade förekomsten av rynkskinn (Bader et al., 1995).

Andra studier som inte är specifikt inriktade på rynkskinn, men på andra vedlevande svampar som är hotade, har visat att fragmentering av den boreala skogen är ett hot mot dessa arter på så väl storskalig nivå, landskapsnivå och på nivån av skogsbestånd (Nordén et al., 2013). Det finns även studier som visar att antalet rödlistade vedlevande svampar med gran som värd ökar med ökad mängd död ved som förekommer lokalt samt med ökad andel gammal skog på landskaps och regional nivå (Siitonen, Penttilä & Kotiranta, 2001; Penttilä et al., 2004; Penttilä et al., 2006; Hottola et al., 2009; Berglund et al., 2011 alla refererade i Nordén et al., 2013; Edman et al., 2004b)

Franzén (2008) har i sin avhandling beskrivit att om rynkskinn ska ha en beständig population behövs det dels lämnas mer död ved i brukad skog, alternativt att skogen tillåts bli gammal. Dels behöver även gamla skogar med stora mängder död ved vara lokaliserade nära varandra nog för att svampen ska kunna spridas emellan dem.

### 3.3.4 Behov av fortsatta studier

I denna litteraturstudie har det inte påträffats någon litteratur på hur gammal en granlåga behöver vara innan rynkskinn kan kolonisera den samt hur länge

rynkskinn kan leva på en och samma granlåga. Det har heller inte påträffats någon litteratur som visar hur länge sporer från specifikt rynkskinn kan överleva i naturen innan de kommer i kontakt med ett lämpligt substrat. Även studier på konkurrensen mellan rynkskinn och andra vedlevande svampar saknas. Därtill behövs studier på hur rynkskinn sprids och hur den distribueras i landskapet, samt på vilka kvaliteter på strukturer som behövs för att populationen ska vara livskraftig. Att spridningen av sporer kan bromsas av trädkronorna bör också undersökas mer, då det samtidigt i litteraturen verkar vara positivt att behålla trädkronor för att bibehålla den lokala temperaturen och luftfuktigheten som gynnar rynkskinn.

### 3.3.5 Rynkskinn i Undersåker och Brattland



Figur 12. Ortofoto över skogen där rynkskinn påträffats inom planområdet.

Vid naturvärdesinventeringen utförd inom planområdet har två fynd av rynkskinn gjorts i två olika naturvärdesobjekt. Biotoperna beskrivs som följer:

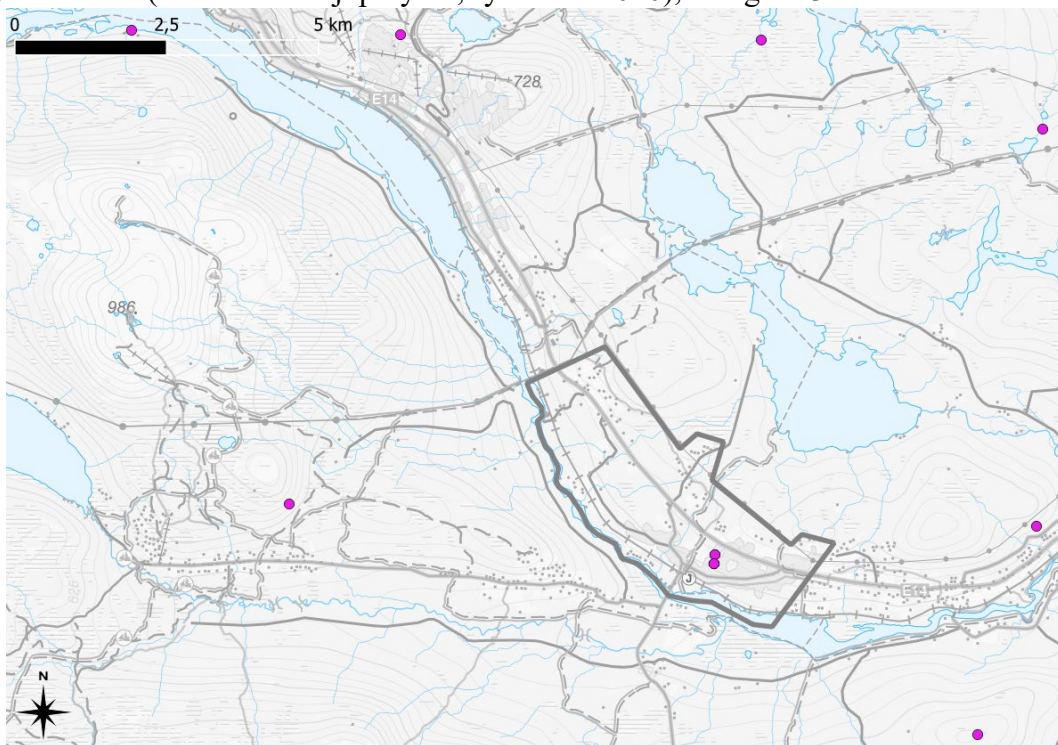
Objekt 54: Granskogsdominerat objekt med inslag av björk och tydliga spår av tidigare avverkning. Objektet är bitvis rikt på död ved i olika stadier av nedbrytning. Biotopvärdet motiveras främst av näringsrik mark och tillgången på död ved. Artvärdet knyts till förekomsten av flera naturvårdsarter varav en är hotad.

Objekt 55: Granskogsobjekt med två rödlistade arter på en låga. Generellt saknar dock objektet död ved och träd i olika åldersklasser. Biotopvärdet motiveras främst av något äldre träd och tillgången på död ved. Artvärdet knyts till förekomsten av flera naturvårdsarter varav en är hotad (Naturföretaget, 2023).



Objekten där rynkskinn har påträffats inom planområdet finns i samma skog men objekten skiljer sig åt något, enligt beskrivningen ovan. Avståndet mellan de två lågorna som fruktkropparna hittats på är 140 meter. Minsta avståndet från ett fynd av rynkskinn till kanten där skogen övergår till annan skogfri mark är 70 meter. Det norra fyndet finns precis i kanten vid skog med sämre kvalitet utifrån artens ekologiska krav vilket går att se i figur 12.

Närmaste fyndet utanför planområdet, sett från de sydöstra delarna av planområdet är 3,8 kilometer (Hållandshön, fynd från 2020), från östra delarna av planen 3,4 kilometer (Hållandsbacken, fynd från 2013), från västra delarna av planen 4,3 kilometer (Värfjället, fynd från 2019) och från norra delarna av planen 5,7 kilometer (nordöst om Djupmyren, fynd från 2020), se figur 13.



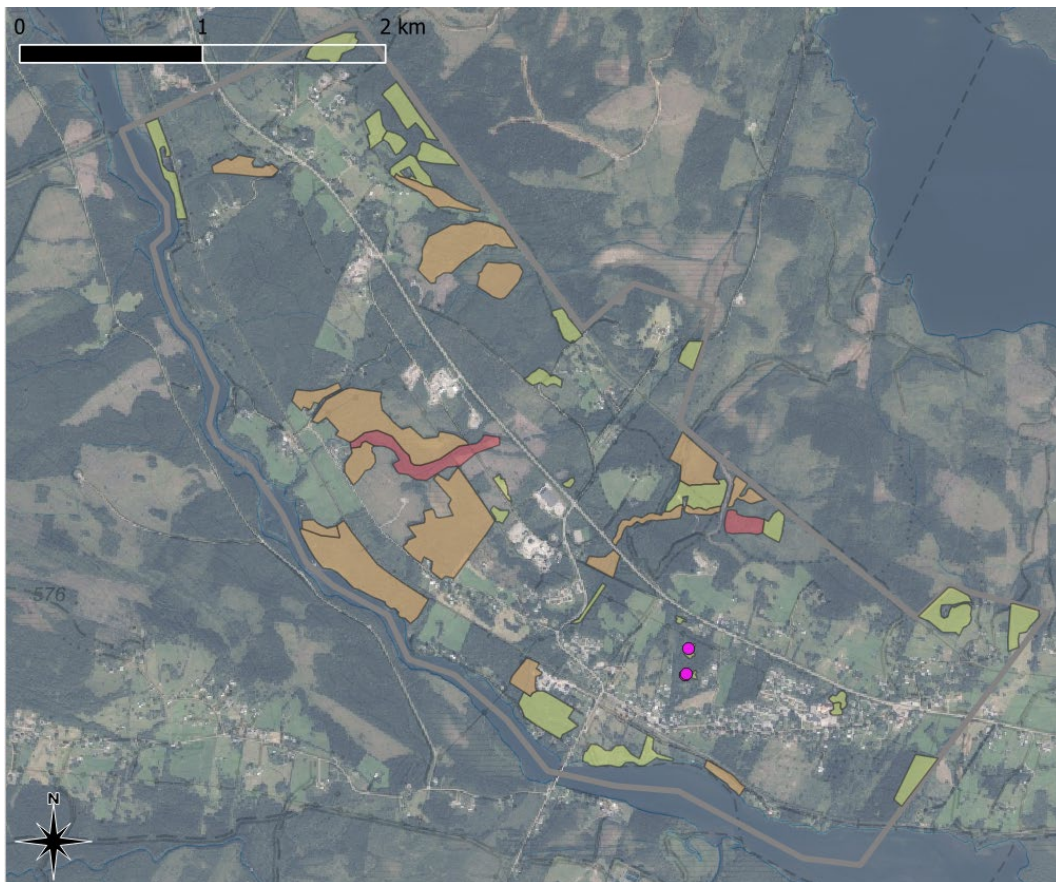
Figur 13. Fynd av rynkskinn, markerade som lila punkter. Planområdet syns i inramad brungrå ofärgad polygon.

### 3.3.6 Förutsättningar för överlevnad och spridning i Undersåker och Brattland

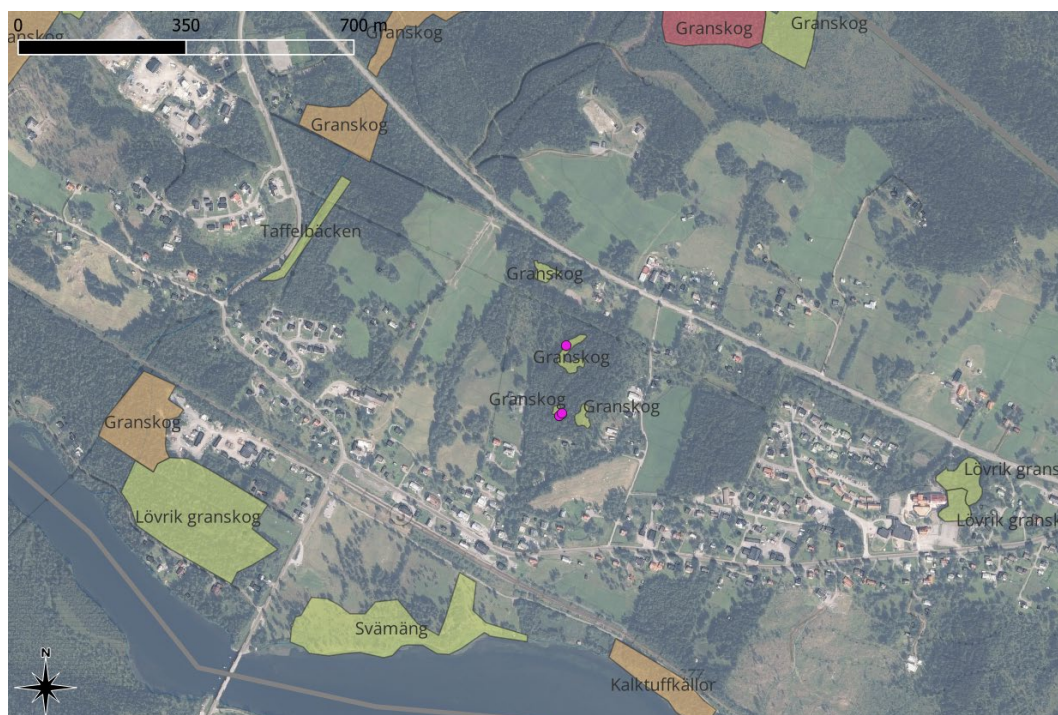
Förutsättningarna för att rynkskinn ska överleva inom planområdet i Undersåker och Brattland bedöms i dagsläget vara relativt ogynnsamma, med anledning av bristen på potentiella nya substrat i form av granlågor i skogen där rynkskinn finns idag.

För att analysera möjligheterna för spridning inom planområdet har de naturvärdesobjekt som enligt naturvärdesinventeringens rapport innehar död ved av gran *Picea spp.* markerats på karta, se figur 15. Dessa naturvärdesobjekt bedöms ha

störst möjlighet för kolonisering av arten, både i och med att de just har förekomst av död gran och att de i övrigt har pekats ut som naturvärdesobjekt utifrån att de har strukturer eller arter som indikerar andra höga naturvärden. De närmaste naturvärdesobjekten som bedöms ha möjlighet för eventuell kolonisering är mellan 600 till 700 meter bort från fynden, se figur 14. Avståndet är mätt till objektens kärna, som ska vara minst 25 meter in i objektet. Därmed bedöms förutsättningarna för spridning av rynkskinn inom planområdet, baserat på dagens kunskap om artens ekologi, vara begränsade.



*Figur 14. Naturvärdesobjekt med förekomst av död ved inom färgade polygoner. Ju mörkare färg, desto högre naturvärden. Lila punkter markerar fynden av rynkskinn inom planområdet.*



Figur 15. Naturvärdesobjekt med förekomst av död ved inom färgade polygoner. Ju mörkare färg, desto högre naturvärden. Lila punkter markerar fynden av rynkskinn inom planområdet. Skalan längst upp till vänster visar att avståndet från fynden av rynkskinn till större naturvärdesobjekt är 600 till 700 meter.

För att mer noggrant kunna avgöra hur goda möjligheterna för överlevnad och spridning av rynkskinn är inom planområdet på lång sikt behöver skog inom 100 meter från fynden lokaliseras. Därefter behöver de lokaliserade skogarnas förutsättningar och kvalitet bedömas utifrån olikåldrighet, örtrikedom, luftfuktighet, solljusinsläpp och liknande, för att utifrån det avgöra om död ved i biotopen skulle kunna koloniserar av rynkskinn inom en rimlig framtid. Även kvaliteten av den döda veden behöver kontrolleras, eftersom arten koloniserar främst grova granlångor där barken sitter kvar. Då det idag råder osäkerhet om vilka mer precisa förutsättningar som krävs för rynkskinn i habitatet blir bedömningarna relativt godtyckliga. Eftersom det heller inte framgår i litteraturen hur länge rynkskinn kan överleva på en och samma låga så går det inte med säkerhet att säga att rynkskinn ens kan hinna etablera sig på den döda veden. Skogen den ska spridas till bör därför få hjälp på traven med död ved. På grund av att andra svampsporer också troligtvis konkurrerar om den döda veden kan även konkurrensen innebära att arten inte etablerar sig. Mängden död ved är därför viktig och ju tidigare insats som görs, desto större är chansen att arten sprider sig. Med anledning av att tiden därmed kan vara begränsad bedöms metoden att mäta avstånd mellan naturvärdesobjekt med död ved och fynden av rynkskinn vara någorlunda tillräcklig i dagsläget.

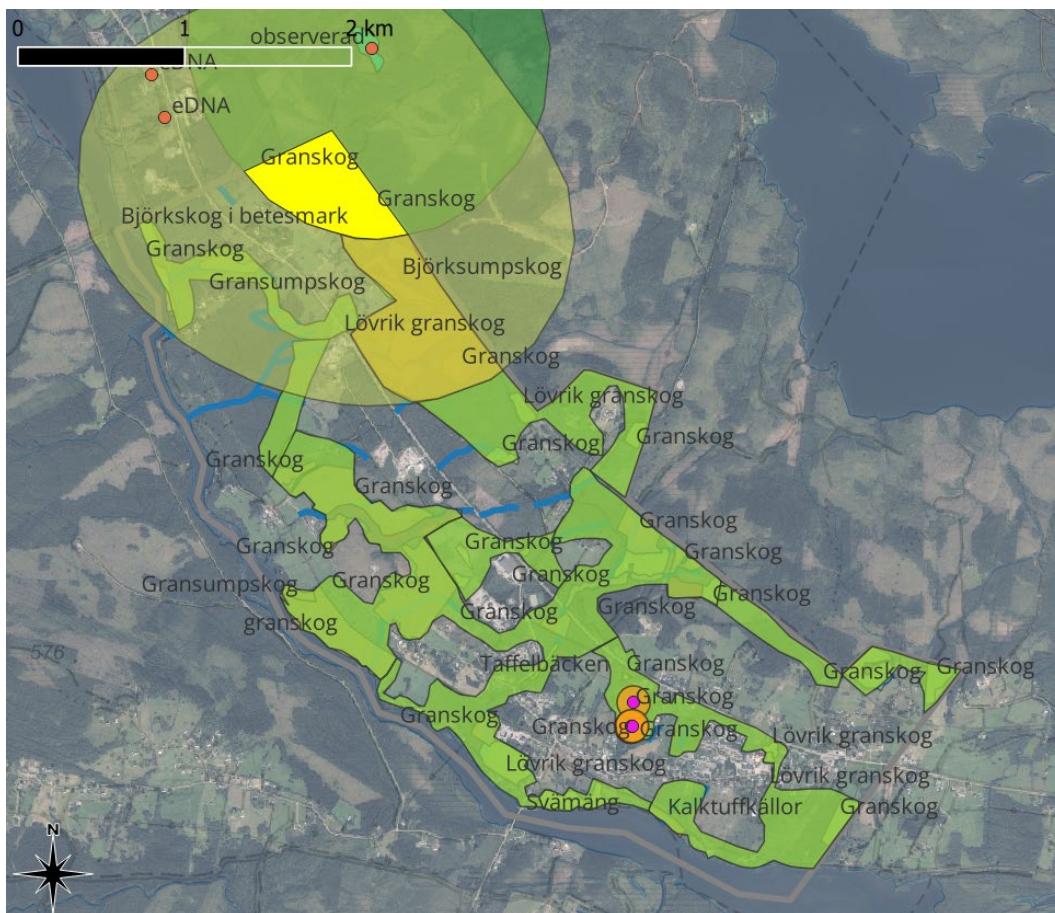
### 3.3.7 Åtgärder och skötselråd för att försäkra överlevnad av rynkskinn på lång sikt i Undersåker och Brattland

För att bevara rynkskinn på lokalen där fynden påträffats krävs först och främst att skogen får stå kvar. Därtill krävs att det tillförs död ved i form av granlågor. Om framtida naturligt fallna lågor inte plockas bort från lokalen och skogen får utvecklas liksom en naturbarrskog skulle tillgången till nya substrat uppkomma automatiskt. För att garantera att arten får nya substrat att sprida sig till inom lokalen bör dock lågor tillföras av människan. Placeringen av lågorna bör helst vara närmare än 25 meter från övergången till annan naturtyp än skog. Ju fler lågor, desto större chans att någon av dem blir koloniserade av rynkskinn.

För att tillse att rynkskinn överlever i Undersåker och Brattland på lång sikt bör det tillses att död ved i form av granlågor förekommer inom ett större ekologiskt nätverk än bara i skogen de finns i idag, så de olika individerna har möjlighet till ett genetiskt utbyte samt för att minska att arten försvinner på grund av habitatets dynamik eller demografiska slumporsaker. I samband med översiktsplaneringen bör det därför planeras in ett grönstråk där lokalen för rynkskinn ingår och där strukturen sammanlänkas med de naturvärdesobjekt som idag har död ved. Det är även positivt om annan skog i närheten är med i strukturen, men det bedöms vara mindre sannolikt för etablering av rynkskinn i dessa skogar med anledning av att deras bedömda naturvärde är lägre. För att öka sannolikheten för att sporer av rynkskinn överlever vid spridning av vinden är det viktigt att tänka på att de inte ska utsättas för solljus och frysgrader. Detta under framför allt hösten, då fruktkropparna växer och sporer kan spridas. Således bör grönyrtorna inom den gröna infrastrukturen bestå av skog som helst inte är bruten med någon större öppen yta. Hur stor yta det rör sig om går inte att säga med dagens kunskap. Det bedöms vara positivt att behålla så mycket trädkikt som möjligt inom området, med tanke på att trädkronorna gör temperaturen mer jämn och skyddar mot solinstrålning.

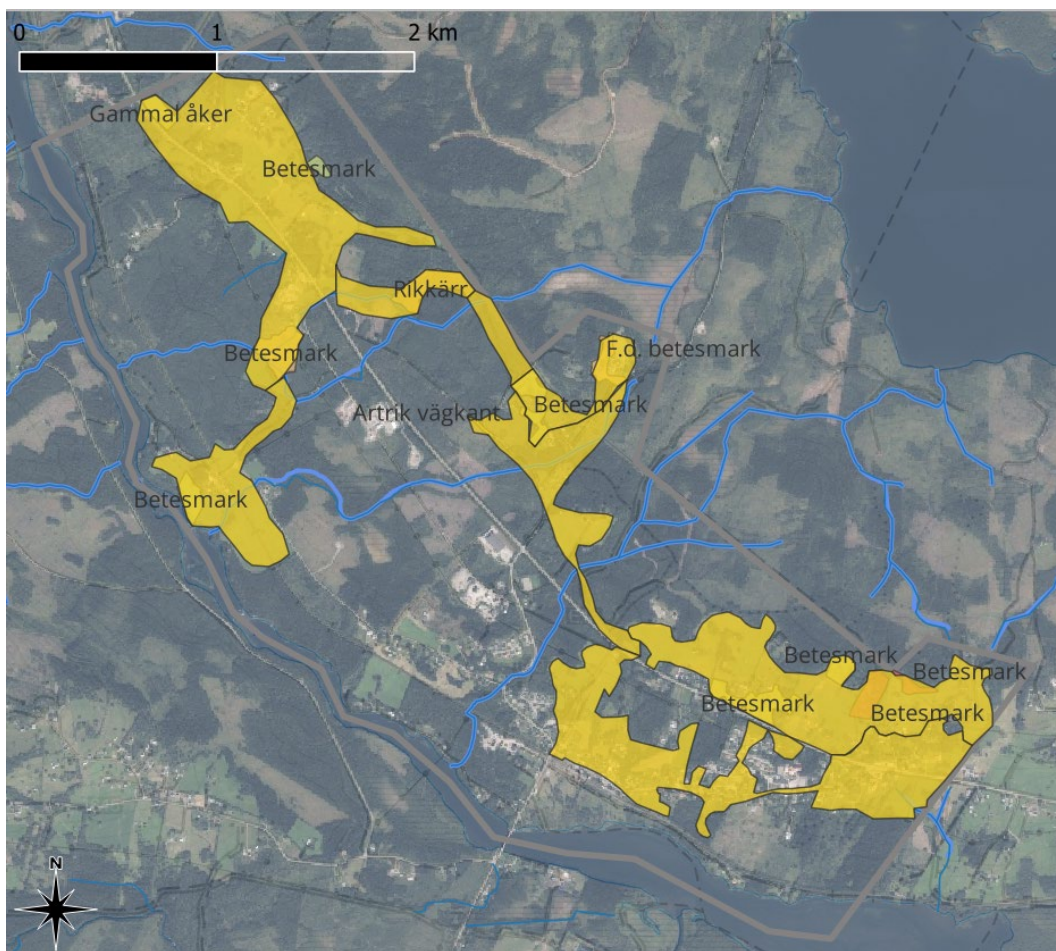
## 3.4 Förslag på grön infrastruktur

Litteraturstudien har resulterat i ett förslag på kartering av grön infrastruktur för större vattensalamander och rynkskinn vilken ses i figur 16. Förslaget innefattar alla de naturvärdesobjekt som identifierats i naturvärdesinventeringen där det idag finns död ved. För att skapa konnektivitet mellan habitaterna och därigenom öka chansen för spridning av båda arterna är dessa objekt ihopkopplade med gröna korridorer av skog eller trädbeklädd mark.



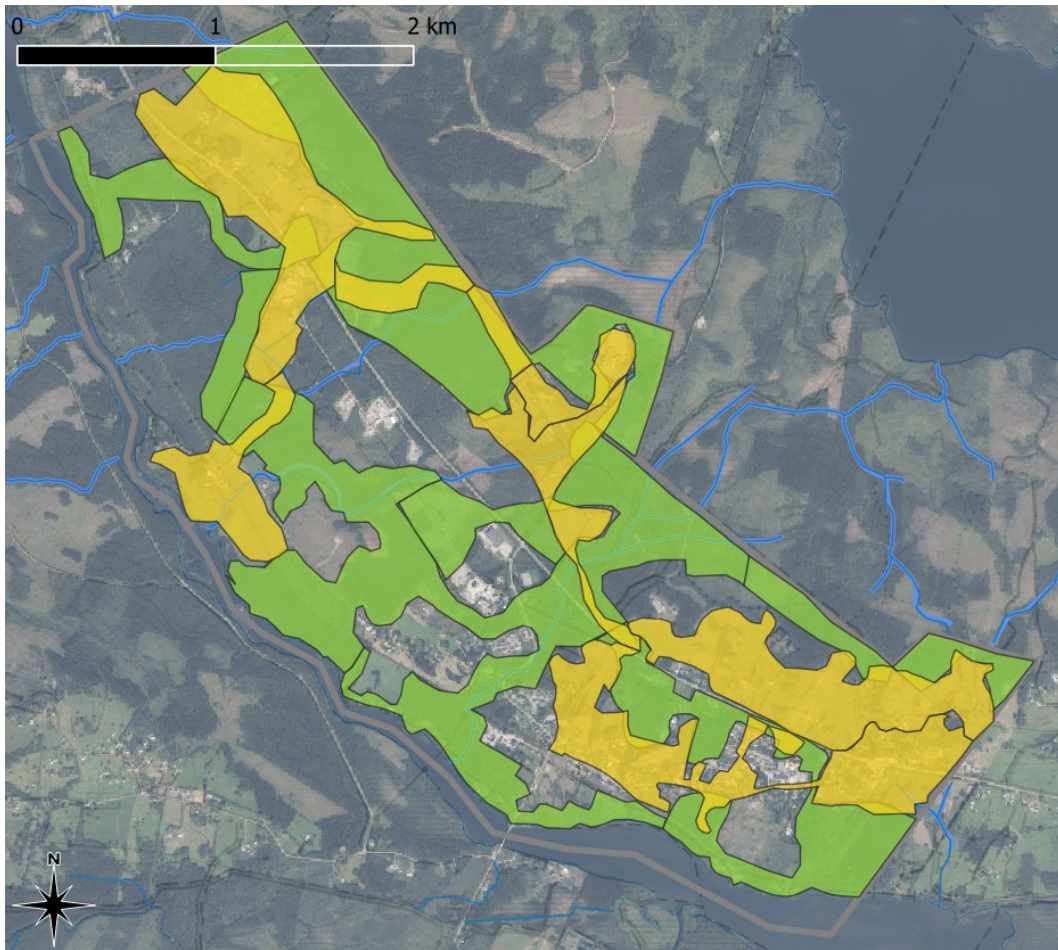
Figur 16. Förslag till grön infrastruktur utifrån ekologin för större vattensalamander och rynkskinn i grönt. Planområdets gräns syns i grått. I norra delen av bilden är den starkt gula markeringen förslag till område för nyetablering av damm inom en kilometer från Brattlandstjärnen. Det lite mer mörkare gula området sydöst om det starkt gula området är förslag till område för ytterligare nyetablering av damm, vilket är inom en kilometer från första nyetableringsplatsen. Punkter med cerise färg är fynden för rynkskinn, med en buffert i orange om 100 meter, vilka ingår i gröna infrastrukturen.

Utifrån brunkullans ekologi presenteras ett förslag på en annan grön infrastruktur, vilken innefattar de naturvärdesobjekt som i naturvärdesinventeringen identifierats som gräsmarker med naturvärden, se figur 17. Här har även hänsyn tagits till tidigare hävdade gräsmarker, genom att infrastrukturen innefattar gräsmarker i området där det på ortofoto från 1968 syns hässjor. I mitten av planområdet, samt i den sydvästra delen, har strukturen sammanlänkats över mark som inte är gräsmark idag och som heller inte syns som gräsmark på ortofoto från 1968. Anledningen är att skapa bättre konnektivitet, men hur denna korridor nyttjas bedöms även spela stor roll. Att förflytta slaget gräs genom korridoren på öppna transportflak bedöms vara en god åtgärd för att möjliggöra spridning av brunkulla inom dessa områden.



*Figur 17. Grön infrastruktur utifrån brunkullans ekologi (gula polygoner). Naturvärdesobjekt identifierade som gräsmark med naturvärden syns i skuggade polygoner bakom det gula lagret, med typbeskrivning i text.*

Om alla tre arternas ekologi vägs samman i en gemensam grön infrastruktur blir resultatet enligt figur 18.



*Figur 18. Grön infrastruktur för alla tre arter i samma karta. Grönt för större vattensalamander och rynkskinn, gult för brunkulla.*

## 4. Slutsats

Kunskap om de utvalda arternas ekologi kan, tillsammans med annan information om områdets natur, användas för att ta fram en beskrivning av grön infrastruktur i landskapet utifrån arternas miljökrav. Exempelvis kan resultatet av en naturvärdesinventering samt historiska och nutida ortofoton nyttjas. För grön infrastruktur är det viktigt att hitta så många sammanfallande positiva egenskaper i grönytan som möjligt för att väga den tyngre mot andra, om prioriteringar behöver göras. Utifrån valda arters ekologi är det svårt att identifiera en grön infrastruktur som är gemensam för alla tre arterna som ingår i det här arbetet. Kravet på habitat för den terrestra fasen för större vattensalamander innefattar strukturer som skog med död ved, vilket arten delar med rynkskinn. Dessa två arters krav på grön infrastruktur sammanfaller och går delvis att samordna i ett planarbete. Däremot har brunkulla en helt annan ekologi som skiljer sig avsevärt från de två andra arterna samt att den kräver skötsel.

Framtagna förslag på grön infrastruktur är baserade på dagslägets kunskap om arterna, som inte bedöms vara fullständig. Fler studier behövs på samtliga arters ekologi, för att kunna dra mer säkra slutsatser om vilken grön infrastruktur som krävs.

Förslagen på grön infrastruktur i denna studie skiljer sig från förslaget som presenteras i rapporten för naturvärdesinventeringen. Bedömningen är att förslaget till gröna stråk i rapporten för naturvärdesinventeringen inte tar tillräcklig hänsyn till större vattensalamanders eller rynkskinns ekologi. Däremot bedöms den ta hänsyn till brunkullans ekologi. För att ta hänsyn till specifika arters ekologi i samhällsplaneringen räcker således inte alltid en naturvärdesinventering enligt standarden.

För att kunna avgöra vilken typ av grön infrastruktur som ska bevaras och utvecklas inom ett planområde föreslås det att några särskilda naturvårdsarter väljs ut och att den gröna infrastrukturen anpassas efter just dem. Det bör då tillses att de utvalda arternas krav på livsmiljöer är bred samt att arterna omfattas av ett åtgärdsprogram eller är i någon av de hotade rödlistekategorierna (VU sårbar, EN starkt hotad eller CR akut hotad). Särskild vikt bör även läggas på ansvarsarter, så att deras specifika ekologi inte missas. Särskilt känsliga arter har höga krav på omgivningen så om dessa arters ekologi beaktas och samhället planeras efter deras behov kommer fler naturvårdsarter att gynnas på köpet.



## Referenser

- Abrego N., Norros V., Halme P., Somervuo P., Ali-Kovero H., Ovaskainen O. (2018). Give me a sample of air and I will tell which species are found from your region: Molecular identification of fungi from airborne spore samples. *Molecular Ecology Resources* 18, 511-524. DOI: 10.1111/1755-0998.12755
- Afzelius K. (1932). Zur Kenntnis der Fortpflanzungsverhältnisse und Chromosomenzahlen bei *Nigritella nigra*. *Svensk botanisk tidskrift* 26, 365-369.
- AmphibiaWeb. (2024). *Triturus cristatus*. University of California, Berkeley, CA, USA. [https://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib\\_query?where-genus=Triturus&where-species=cristatus](https://amphibiaweb.org/cgi-bin/amphib_query?where-genus=Triturus&where-species=cristatus) (hämtad 2024-09-02)
- Arnold S. J. (1972). *The evolution of courtship behavior in salamanders vol I & II*. [Doktorsavhandling, The University of Michigan]. [https://www.researchgate.net/publication/34957449\\_The\\_Evolution\\_of\\_Courtship\\_Behavior\\_in\\_Salamanders](https://www.researchgate.net/publication/34957449_The_Evolution_of_Courtship_Behavior_in_Salamanders)
- Artsdatabanken. (2024). Svartkrule *Nigritella nigra*. <https://www.artsdatabanken.no/taxon/Nigritella%20nigra/99537> (hämtad 2024-08-14)
- Bader P., Jansson S., Jonsson B. G. (1995). Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal forests. *Biological Conservation* 72, 355-362.
- Bateman R. M. (2021). Phenotypic versus genotypic disparity in the Eurasian orchid genus *Gymnadenia*: exploring the limits of phylogeny reconstruction. *Systematics and Biodiversity* 0 (0), 1-23. <https://doi.org/10.1080/14772000.2021.1877845>
- Beebee T. J. C., Griffiths R. A. (2005). The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Biological Conservation* 125, 271-281.
- Björkbäck F. & Lundqvist J. (2005). Brundkullan (*Nigritella nigra* (L) Rchb. fil.) i Jämtland och Härjedalen – ekologi, populationsutveckling och skötselåpekter.

Slutrapport för ”Aktion Brunkulla”. *Naturhistoriska riksmuseets småskriftsserie*.  
ISSN: 0585-3249.

- Brandrud M. K., Paun O., Lorenz R., Baar J., Hedrén M. (2019). Restriction-site associated DNA sequencing supports a sister group relationship of *Nigritella* and *Gymnadenia* (Orchidaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 136, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.03.018>
- Denoël M., Ficetola G. F. (2008). Conservation of newt guilds in an agricultural landscape of Belgium: the importance of aquatic and terrestrial habitats. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 168, 714-728. DOI: 10.1002/aqc.853.
- Denoël M. (2012). Newt decline in Western Europe: highlights from relative distribution changes within guilds. *Biodiversity and Conservation* 21, 2887-2898. DOI 10.1007/s10531-012-0343-x.
- Denoël M., Perez A., Cornet Y., Ficetola G. F. (2013). Similar Local and Landscape Processes Affect Both a Common and a Rare Newt Species. *Plos One* 8(5), e62727. DOI:[10.1371/journal.pone.0062727](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062727)
- Dolmen D. (1978). De neotene salamanderne (skrattabborrene) ved Stensele. *Fauna och Flora* 73, 161-200.
- Edman M., Gustafsson M., Stenlid J., Jonsson B. G., Ericson L. (2004). Spore deposition of wood-decaying fungi: importance of landscape composition. *Ecography* 27(1), 103-111.
- Edman M., Gustafsson M., Stenlid J., Ericson L. (2004b). Abundance and viability of fungal spores along a forestry gradient – responses to habitat loss and isolation? *Oikos* 104(1), 35-42.
- EU. (2021). EU Biodiversity strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives. doi:10.10.2779/677548 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/31e4609f-b91e-11eb-8aca-01aa75ed71a1>
- Franzén I. (2008). Population Genetics of the Red-listed Wood-decay fungi *Phlebia centrifuga*. ISBN 978-91-85911-38-7. [Doktorsavhandling, Sveriges Lantbruksuniversitet].
- Griffiths R. A., de Wijer P. (1994). Differential effects of pH and temperature on embryonic development in the British newt (*Triturus*). *Journal of Zoology* 234(4), 613-622.

- Hagström T. (1979). Population ecology of *Triturus cristatus* and *T. vulgaris* (Urodela) in SW Sweden. *Holarctic Ecology* 2(2), 108-114.
- Halley J. M., Oldham R. S., Arntzen J. W. (1996). Predicting the Persistence of Amphibian Populations with the Help of a Spatial Model. *Journal of Applied Ecology Society* 33(3), 455-470. [https://www-jstor-org.bibproxy.kau.se/stable/pdf/2404977.pdf?refreqid=fastly-default%3A8ecdf8ee86588426a5255b5b257ee415&ab\\_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1](https://www-jstor-org.bibproxy.kau.se/stable/pdf/2404977.pdf?refreqid=fastly-default%3A8ecdf8ee86588426a5255b5b257ee415&ab_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1)
- Hartel T., Nemes S., Öllerer K., Cogalniceanu D., Moga C., Arntzen J. W. (2010). Using connectivity metrics and niche modelling to explore the occurrence of the northern crested newt *Triturus cristatus* (Amphibia, Caudata) in a traditionally managed landscape. *Environmental Conservation* 37(2), 195-200. [https://www-jstor-org.bibproxy.kau.se/stable/pdf/44520015.pdf?refreqid=fastly-default%3A84e26f3de173916413fe8f6cc5afb4c1&ab\\_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1](https://www-jstor-org.bibproxy.kau.se/stable/pdf/44520015.pdf?refreqid=fastly-default%3A84e26f3de173916413fe8f6cc5afb4c1&ab_segments=&origin=&initiator=&acceptTC=1)
- Hartel T., von Werden H. (2013). Farmed areas predict the distribution of amphibian ponds in a traditional rural landscape. *PLOS ONE* 8, e63649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063649>
- Haubrock P. J. & Altrichter J. (2016). Northern crested newt (*Triturus cristatus*) migration in a nature reserve: multiple incidents of breeding season displacements exceeding 1km. *The Herpetological Bulletin* 138, 31-33. <https://www.thebhs.org/publications/the-herpetological-bulletin/issue-number-138-winter-2016/966-10-northern-crested-newt-i-triturus-cristatus-i-migration-in-a-nature-reserve-multiple-incidents-of-breeding-season-displacements-exceeding-1km/file>
- Hedrén M., Lorenz R., Teppner H., Dolinar B., Giotta C., Griehl N., Hansson S., Heidtke U., Klein E., Perazza G., Ståhlberg D & Surina B. (2017). Evolution and systematics of polyploid *Nigritella* (Orchidaceae). *Nordic Journal of Botany* 36(3). doi: 10.1111/njb.01539
- Hedrén M. & Lorenz R. (2019). Seed dispersal and fine-scale genetic structuring in the asexual *Nigritella miniata* (Orchidaceae) in the Alps. *Botanical Journal of the Linnean Society* 190, 83-100.
- Hossain M. M. (2022). Orchid mycorrhiza: Isolation, culture, characterization and application. *South African Journal of Botany* 151, 365-384. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.10.003>

- Hussein T., Smolik J., Kerminen V-M., Kulmala M. (2012). Modelling Dry Deposition of Aerosol Particles onto Rough Surfaces. *Aerosol Science and Technology* 46, 44-59. DOI: 10.1080/02786826.2011.605814
- Hussein T., Norros V., Hakala J., Petäjä T., Aalto P. P., Rannik Ü., Vesala T., Ovaskainen O. (2013). Species traits and inertial deposition of fungal spores. *Journal of Aerosol Science* 61, 81-98.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaerosci.2013.03.004>
- Jehle R. (2000). The terrestrial summer habitat of Radio-tracked Great Crested Newt (*Triturus cristatus*) and Marbled Newt (*T. marmoratus*). *Herpetological Journal* 10, 137-142.
- Jehle R., Arntzen J. W. (2000). Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *Journal of Zoology* 251, 297-306.
- Juutilainen K., Mönkkönen M., Kotiranta H., Halme P. (2017). Resource use of wood-inhabiting fungi in different boreal forest types. *Fungal Ecology* 27, 96-106.
- Jönsson M. T., Edman M., Jonsson B. G. (2008). Colonization and extinction patterns of wood-decaying fungi in a boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Ecology* 96, 1065-1075. doi: 10.1111/j.1365-2745.2008.01411.x
- Katano I., Harada K., Doi H., Souma R., Minamoto T. (2017). Environmental DNA method for estimating salamander distribution in headwater streams, and a comparison of water sampling methods. *Plos One*. doi: 10.1371/journal.pone.0176541.
- Kupfer A., Kneitz S. (2000). Population Ecology of the Great Crested Newt (*Triturus cristatus*) in an Agricultural Landscape: Dynamics, Pond Fidelity and Dispersal. *Herpetological Journal* 10, 165-171.
- Kruess A., Tschardt T. (1994). Habitat Fragmentation, Species Loss, and Biological Control. *Science* 264, 1581-1584.
- Laaksonen M., Peuhu E., Várkonyi G., Siitonen J. (2008). Effect of habitat quality and landscape structure on saproxylic species dwelling in boreal spruce-swamp forests. *Oikos* 117, 1098-1110. doi: 10.1111/j.2008.0030-1299.16620.
- Langton T., Beckett C., Foster J. (2001). *Great Crested Newt Conservation Handbook*. Froglife, Halesworth. ISBN 0952110644.

- Macgregor H. C., Horner H. (1980). Heteromorphism for Chromosome 1, a Requirement for Normal Development in Crested Newts. *Chromosoma* 76, 111-122.
- Malmgren J.C. (2001). *Evolutionary Ecology of Newts*. [Doktorsavhandling, Örebro Universitet]. ISBN 91-7668-288-9.
- Malmgren J. C. (2002). How does a newt find its way from a pond? Migration patterns after breeding and metamorphosis in great crested newts (*Triturus cristatus*) and smooth newts (*T. vulgaris*). *Hepetological Journal* 12, 29-35.
- Malmgren J. C., Andersson P-Å., Ekdahl S. (2007). Modelling terrestrial interactions and shelter use in great crested newts (*Triturus cristatus*). *Amphibia-Reptilia* 28, 205-215.
- Malmgren J. C., Enghag M. (2008). Female preference for male dorsal crests in great crested newts (*Triturus cristatus*). *Ethology Ecology & Evolution* 20, 71-80.
- Miaud C. (1994). Role of wrapping behaviour on egg survival in three species of *Triturus* (Amphibia: Urodela). *Copeia*, 535-537
- Miaud C. (1995). Oviposition site selection in three species of European Newts (Salamandridae) genus *Triturus*. *Amphibia-Reptilia* 16, 265-272.
- Miró A., O'Brien D., Hall J., Jehle R. (2016). Habitat requirements and conservation needs of peripheral populations: the case of the great crested newt (*Triturus cristatus*) in the Scottish Highlands. *Hydrobiologica* 792, 169-181. DOI 10.1007/s10750-016-3053-7.
- Moen A. & Øien D.-I. (2002). Ecology and survival of *Nigritella nigra*, a threatened orchid species in Scandinavia. *Nordic Journal of Botany* 22(4), 435-461. Copenhagen.
- Moen, A. & Øien, D.-I. (2009). Svartkurle *Nigritella nigra* i Norge. Faglig innspill til nasjonal handlingsplan. *NTNU Vitensk.mus. Rapp. bot. Ser. 5*, 1-27
- Nationalencyklopedin. (2024). *Apomixis*. <http://www-ne-se.bibproxy.kau.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/apomixis> (hämtad 2024-07-29)
- Naturföretaget. (2023). Naturvärdesinventering för Brattland-Undersåker, Åre kommun.
- Naturvårdsverket. (2007). *Åtgärdsprogram för bevarande av större vattensalamander och dess livsmiljöer (Triturus cristatus)*. Rapport 5636. ISBN 91-620-5636-0. <https://assets.artdatabanken.se/pdf/59197.pdf>

- Naturvårdsverket. (2011). *Större vattensalamander - vägledning för svenska arter i habitatdirektivets bilaga 2. NV-01162-10*.  
<https://www.naturvardsverket.se/4ac5fa/contentassets/44353e4a75814568b4fc01b7eb2fe95c/vl-storre-vattensalamander.pdf>
- Naturvårdsverket. (2013). *Åtgärdsprogram för brunkulla 2013-2017. Rapport 6582*. ISBN 978-91-620-6582-9.  
<https://www.naturvardsverket.se/4ac1d1/globalassets/media/publikationer-pdf/6500/978-91-620-6582-9.pdf>
- Naturvårdsverket. (2024). Grön infrastruktur. <https://www.naturvardsverket.se/gron-infrastruktur> (hämtad 2024-09-24).
- Naturvårdsverket, Boverket. (2019). Grön infrastruktur i fysisk planering. ISBN 978-91-620-8843-9. <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/8800/978-91-620-8843-9.pdf>
- Nitare J. (2023). Skyddsvärd skog. Naturvårdsarter och andra kriterier för naturvärdesbedömning. ISBN 978-91-986297-5-0.
- Nordén B., Larsson K-H. (2000). Basidiospore dispersal in the old growth forest fungi *Phlebia centrifuga* (Basidiomycetes). *Nordic Journal of Botany* 20, 215-219.
- Nordén J., Penttilä R., Siitonen J., Tomppo E., Ovaskainen O. (2013). Specialist species of wood-inhabitation fungi struggle while generalists thrive in fragmented boreal forests. *Journal of Ecology* 101, 701-712. doi: 10.1111/1365-2745.12085
- Norros V., Rannik U., Hussein T., Petäjä T., Vesala T., Ovaskainen O. (2014). Do small spores disperse further than large spores? *Ecology* 95(6), 1612-1621.
- Norros V., Karhu E., Nordén J., Vähätalo A. V., Ovaskainen O. (2015). Spore sensitivity to sunlight and freezing can restrict dispersal in wood-decay fungi. *Ecology and Evolution* 5(16), 3312-3326. doi: 10.1002/ece3.1589
- Oldham R. S., Keeble J., Swan M. J. S., Jeffcote M. (2000). Evaluating the Suitability of Habitat for the Great Crested Newt (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal* 10, 143-155. <https://www.thebhs.org/publications/the-herpetological-journal/volume-10-number-4-october-2000/1617-03-evaluating-the-suitability-of-habitat-for-the-great-crested-newt-triturus-cristatus/file>
- Osikowski A., Rafinski J. (2001). Multiple insemination increases reproductive success of female Montadon's newt (*Triturus montadoni*, Caudata Salamandridae).

*Behavioural Ecology Sociobiology* 49, 145-149.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s002650000277>

Petroff A., Maillat A., Amielh M., Anselmet F. (2008). Aerosol dry deposit on vegetative canopies. Part II: A new modelling approach and applications. *Atmospheric Environment* 42, 3654–3683.

Raven P. H., Evert R. F., Eichhorn S. E. (2005). *Biology of Plants* (7th edition). W. H Freeman and Company. 260-295.

Renvall P. (1995). Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes in decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* 35, 1-51.

Saunders D. A., Hobbs R. J., Margules C. R. (1991). Biological Consequences of Fragmentation: A Review. *Conservation Biology* 5(1), 18-32.

Sessions S. K., Macgregor H. C., Schmid M., Haaf T. (1988). Cytology, Embryology, and Evolution of the Developmental Arrest Syndrome in Newts of the Genus *Triturus* (Caudata: Salamandridae). *The Journal of experimental zoology* 248, 321-334.

Siitonen P., Lehtinen A., Siitonen M. (2005). Effects of Forest Edges on the Distribution, Abundance, and Regional Persistence of Wood-Rotting Fungi. *Conservation Biology* 19(1), 250-260.

Skei J. K., Dolmen D., Rønning L., Ringsby T. H. (2006). Habitat use during the aquatic phase of the newts *Triturus vulgaris* (L.) and *T. cristatus* (Laurenti) in central Norway: proposition for a conservation and monitoring area. *Amphibia-Reptilia*. 27, 309-324.

SLU Artdatabanken. (2024). *Artfakta: Gymnadenia nigra*. <https://artfakta.se/taxa/gymnadenia-nigra-1085> (hämtad 2024-08-12)

SLU Artdatabanken. (2024b). *Större vattensalamander 2020-07-17 Observerare Anders Forsgren*. <https://fyndkartor.artfakta.se/details/urn:lsid:artportalen.se:sighting:86951018> (hämtad 2024-08-22)

SLU Artdatabanken. (2024c). *Artfakta: Lissotriton vulgaris*. <https://artfakta.se/taxa/lissotriton-vulgaris-208242> (hämtad 2024-08-30)

SLU Artdatabanken. (2024d). *Artfakta: Triturus cristatus*. <https://artfakta.se/taxa/100141/information> (hämtad 2024-09-02)

- SLU Artdatabanken. (2024e). Artfakta: Rynkskinn *Phlebia centrifuga*.  
<https://artfakta.se/taxa/1209/information> (hämtad 2024-09-12).
- SLU Artdatabanken. (2024f). Artfakta: Vaxskinn *Phlebia*.  
<https://artfakta.se/taxa/1001192/information> (hämtad 2024-09-23).
- Teppner H., Klein E. (1990). *Nigritella rhellicani* spec. nova und *N. nigra* (L.) RCHB. f. s. str. (Orchidaceae – Orchideae). *Phyton* 31(1), 5-26.
- Van der Sluis, T. & Schmidt, A.M. (2021). E-BIND Handbook (Part B): Scientific support for successful implementation of the Natura 2000 network. Wageningen Environmental Research/ Ecologic Institute /Milieu Ltd. Wageningen, The Netherlands.
- Åre kommun. (22 augusti 2024). *Fördjupad översiktsplan för Undersåker och Brattland*.  
<https://are.se/byggabo/samhallsplanering/fordjupad-oversiktsplan-for-undersaker-och-brattland>



# Tack

Tack Lars-Åke Bäcksröm från Jämtlands botaniska förening och Staffan Åström från floraväktarna för hjälpen med information om brunkulla och för ert engagemang för ängsflora. Tack vare ert ideella engagemang är det lättare att se ljusare på framtiden för växter som brunkulla. Tack Bodil Carlsson och Anders Dahlberg på Länsstyrelsen i Jämtlands län för trevliga och intressanta samtal om brunkulla respektive större vattensalamander. Det var mycket givande att ta del av era erfarenheter. Tack till Mari Jönsson, forskare på SLU Artdatabanken, för tips på litteratur om vedsvampar. Ditt engagemang i vedsvampar och skog inspirerar mig.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.