



INSTITUTIONEN FÖR BIOLOGI OCH
MILJÖVETENSKAP

HÅRNERVMOSSA I SANDSJÖBACKA NATURRESERVAT

Analys av hårnervmossans invasivitet på ljunghedens
vegetationstyper



Amanda Fredman

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen med huvudområdet biologi

BIO602 Biologi: Examensarbete 15 hp

Grundnivå

Termin/år: Vt 2024

Handledare: Mattias Lindholm, Väst kuststiftelsen

Examinator: Lasse Tarvainen, Institutionen för biologi och miljövetenskap

Innehållsförteckning

Abstract	2
Sammanfattning	3
1. Introduktion.....	4
1.1 Ljunghedars ekologi och hotbild	4
1.2 Hårnervmossa (<i>Campylopus introflexus</i>)	5
1.3 Syfte och hypotes	6
3. Metod	6
3.1 Sandsjöbacka naturreservat	6
3.2 Vegetationstyper.....	7
3.2.1 Ljung-typ på moränjord	7
3.2.2 Ljung-typ på grunda torvjordar.....	7
3.2.3 Rödven-typ.....	8
3.3 Insamling av data.....	8
3.3.1 Fältarbete	8
3.3.2 Litteraturstudie.....	9
3.4 Statistiska tester	9
3.4.1 Kruskal-Wallis-test	9
4. Resultat.....	10
4.1 Frekvens hårnervmossa	10
4.2 Inventering.....	10
5. Diskussion.....	11
5.1 Diskussion av resultat.....	11
5.2 Analys av metod: fältarbete.....	12
5.3 Analys av litteraturstudie.....	13
5.3.1 Resultat och diskussion.....	13
5.3.2 Sammanfattning av litteraturstudie	14
5.4 Hantering av data.....	15
6. Slutsats	15
6.1 Slutsats av studien	15
6.2 Framtiden.....	16
Tackord	16
Referenslista.....	17

Abstract

Heath star moss (*Campylopus introflexus*) is an alien species in Sweden and is currently classified as composing a "very high risk" of becoming invasive in the country according to SLU, and has in several parts of the world taken over large areas in a short time. The moss is characterized by its preference for disturbed and burned land, something that occurs on the heathland in the Sandsjöbacka nature reserve, when burning for nature conservation purposes is carried out annually. Sandsjöbacka's heathland is a valuable ecosystem and is one of the few heathlands in a favorable condition that remains in Sweden after strong reforms in modern agriculture in the last century, which led to forest succession of these cultural environments. Heathlands are one of the most threatened environmental types in Europe, of which 95 % are estimated to have disappeared from Sweden since the 1800's and around 200 red-listed species have been linked to the environment that heathlands offer, which means that heathlands need to be prioritized within nature conservation. *C. introflexus* is today established in the reserve and the question is the following: does the moss pose a threat to the heathland at the present time - and if so, is there any preferred type of vegetation that is particularly vulnerable to the invasion? By sampling random replicates from three commonly occurring vegetation types (heather type on shallow peat soils, heather type on moraine soil, *Agrostis capillaris* type) in Sandsjöbacka nature reserve, the frequency of heath star moss was calculated and in statistical analysis it could be deduced that there was a strong statistically significant difference for the *Agrostis capillaris* type compared to the two other vegetation types where the frequency of heath star moss on *Agrostis capillaris* type was significantly much lower. The null hypothesis could therefore be rejected, and the conclusion was drawn that *C. introflexus* poses no threat to grasslands (of *Agrostis capillaris* type), but for heather and heather peat no further conclusions can be drawn.

Sammanfattning

Hårnervmossa (*Campylopus introflexus*) är en främmande art i Sverige och klassas i dagsläget att utgöra en "mycket hög risk" för att bli invasiv i landet enligt SLU, och har på flera håll i världen tagit över stora områden under kort tid. Mossan karakteriseras av sin preferens för störd och bränd mark, något som förekommer på Ljungheden i Sandsjöbacka naturreservat, då bränning i naturvårdssyfte utförs årligen. Sandsjöbackas Ljunghed är ett värdefullt ekosystem och utgör en av de få Ljunghedar i gynnsamt tillstånd som finns kvar i Sverige efter kraftiga reformationer inom modernt jordbruk det senaste århundradet, vilket lett till skogssuccession av dessa kulturmiljöer. Ljunghedar är en av de absolut mest hotade miljötyperna i Europa varav 95 % beräknas ha försvunnit från Sverige sedan 1800-talet och omkring 200 rödlistade arter har kunnat knytas till den miljö som Ljunghedar erbjuder, vilket innebär att Ljunghedar behöver prioriteras inom naturvården. *C. introflexus* är idag etablerad i reservatet och frågan är följande: utgör mossan ett hot för Ljungheden i dagsläget - och i så fall, finns det någon föredragen vegetationstyp som är extra utsatt för invasionen? Med hjälp av slumpmässiga replikat från tre vanligt förekommande vegetationstyper (Ljung-typ på grunda torvjordar, Ljung-typ på moränjord, rödven-typ) i Sandsjöbacka naturreservat beräknades frekvensen hårnervmossa och i statistisk analys kunde det utläsas att det fanns en stark statistisk signifikant skillnad mellan rödven-typ jämfört med de två andra vegetationstyperna där frekvensen hårnervmossa på rödven-typ var signifikant mycket lägre. Nollhypotesen kunde därför förkastas och slutsatsen drogs att *C. introflexus* inte utgör något hot gräshed av rödven-typ, men för Ljung och Ljungtorv kan vidare slutsatser inte dras.

1. Introduktion

Ljunghedar är våra äldsta kulturlandskap och dessutom våra mest hotade miljöer. Dessa vackra landskap hotas idag av igenväxning då vårt sätt att bruka jorden har förändrats hastigt sedan 1800-talet i takt med den industriella revolutionen, och idag beräknas 95 % av våra svenska ljunghedar redan vara igenvuxna och förlorade (Lindholm 2019). En ljunghed är ett helt unikt ekosystem bestående av ett mosaiklandskap av olika successioner och vegetationstyper och här lever många hotade arter som är mer eller mindre knutna till just denna miljö. För att en ljunghed ska kunna frodas krävs kontinuerlig störning i form av bränning och bete, något som idag enbart utförs som en del av naturvårdsinsatser för att förhindra skogssuccession. Om inte en ljunghed aktivt förvaltas kommer den långsamt att totalt växa igen och försvinna, och då hotas också arterna som lever där. I Sverige finns över 200 rödlistade arter knutna till ljunghedsmiljö men många fler lever och trivs här. Detta innebär i praktiken att ljunghedar är otroligt värdefulla miljöer som hyser höga naturvärden och därmed bör prioriteras inom naturvård.

Inte nog med att ljunghederna hotas av naturlig succession så finns det även nya hot med i bilden, nämligen introducerade arter. Hårnervmossa (*Campylopus introflexus*) är en introducerad bladmossa som etablerat sig i Europa under 1900-talet och idag klassas som invasiv i flera länder då den snabbt har tagit över stora områden och konkurrerat ut övrig inhemska vegetation. *C. campylopus* har kriterier för sin levnadsmiljö som tyvärr stämmer överens med ljunghedsmiljö, och skulle därmed också kunna utgöra ett hot för ljungens återetablering, då den visat sig snabbt kunna ta över brända områden. *C. introflexus* har funnits i Sverige sedan 1976 och är idag vanlig på västkusten, vilket också är landets kärnområde för ljunghedar och dess arter. Arten är väletablerad i Sandsjöbacka naturreservat, där en av de sista mest värdefulla ljunghederna i Sverige finns belägen.

Trots att det utförts flera studier kring hårnervmossan så har dess invasivitet i ljunghedens olika miljöer inte blivit klarlagda. I denna studie har jag jämfört tre vanligt förekommande naturtyper med avseende på etablering och dominans av hårnervmossa. De tre naturtyperna är:

- ljung-typ på grunda torvjordar (ljungtorv)
- ljung-typ på moränjord (ljung)
- rödven-typ (gräshed)

Ljung-typ på grunda torvjordar är en karg miljö som gynnar många konkurrenssvaga lavar och mossor, bland annat den starkt hotade och rödlistade arten huvudbägarlav (*Cladonia peziziformis*). Ljung-typ på moränjordar är viktig för många kärlväxter och evertebrater. Rödven-typen har en något näringsrikare jordmån än ljung-typerna och hyser en annorlunda flora med till exempel ängsnattviol (*Platanthera bifolia subsp. bifolia*), rotfibbla (*Hypochaeris radicata*) och ängsvädd (*Succisa pratensis*).

Studien har utförts i Sandsjöbacka naturreservat vilket är Hallands största landreservat och hyser en av landets mest värdefulla ljunghedar. Ljungheden är belägen centralt i reservatet och har undergått restaurering sedan 1980-talet och anses idag vara en av Sveriges sista ljunghedar i gynnsamt tillstånd. Utöver allmän igenväxning och invasiva arter hotas ljungheden i Sandsjöbacka dessutom av en övergångssuccession mot gräshed och ängsvegetation då återetablering av ljung efter bränning är lägre än vanligt och konkurreras ut av andra växter. Detta tros bero på en rikare jordmån på grund av atmosfäriskt kvävenedfall vilket ökar näringen i det översta jordlagret (Lindholm 2019).

1.1 Ljunghedars ekologi och hotbild

Ljunghedar är våra allra äldsta kulturlandskap (skapade av människan) men de uppkommer också naturligt genom skogsbrand. Idag anses ljunghedar vara kulturlandskap som är beroende av bränning och bete, och om en ljunghed inte utsätts för kontinuerlig störning kommer den att växa

igen (Larsson & Stenström 2022). Eftersom man aldrig bränner en hel ljunghed samtidigt så befinner den sig i olika successionsstadier, något som skapar en vacker mosaik av natur och artdiversitet, och som är kärnan för en ljungheds framgång inom biologisk mångfald.

Traditionellt sett så var ljunghedar utmärkt där djuren fick gå och beta. Det var helt enkelt en form av mark som troligtvis bestod av skog eller gräs där bonden kunde släppa ut sina djur på bete utan att de störde den övriga verksamheten på gården. För att djuren skulle få nytt och fräscht bete så brände man marken kontinuerligt, då de späda skotten som växer upp efter bränning föredras av djuren framför de torra buskarna som stod där tidigare. Genom denna kontinuitet av bränning och bete skapades en karg och störd, öppen miljö där brandgynnade växter trivs. Ljungen bidrar till att skapa ett lågt pH i jordmånen vilket skapar en unik nivå för kalkskyende växter, och på grund av bränning och torvbrytning lakas miljön ur på näring. Ljungens olika successionsstadier från bränd till gammal planta ger upphov till ett mosaiklandskap av olika mikroklimat, till vilka insekter har kunnat knytas leva sin olika faser av livscykeln, och ljungheden är därmed att betrakta som ett helt eget och unikt ekosystem med specifika ljunghedsarter (Larsson *et al.* 2022).

Sverige är ett gammalt jordbruksland men i och med jordbruksrevolutionen 1850-1940 försvann naturbetet snabbt (Eriksson, 2007). Eftersom vårt sätt att bruka marken har förändrats drastiskt under så kort tid så riskerar många kulturlandskap idag igenväxning, varav ljungheden är en av de mest hotade miljöerna. Det uppskattas att 95 % av alla ljunghedar i Sverige har försvunnit sedan 1800-talet och eftersom 200 rödlistade arter har kunnat knytas mer eller mindre specifikt till ljunghedsmiljö hotas även dessa av ljunghedarnas igenväxning och försvinnande (Lindholm 2019).

1.2 Hårnervmossa (*Campylopus introflexus*)

C. introflexus är en bladmossa som har sitt ursprung på södra halvklotet, där den är väl utbredd i Sydamerika, Afrika och Australien samt öar i tillhörande hav, och tros ha passivt introducerats till Europa under 1900-talet. Den noterades första gången i Europa 1941 i Storbritannien. Första fyndet i Sverige upptäcktes inte förrän 1976 (Artfakta 2024). Det är oklart om mossan spred sig från England till resten av Europa eller om den spred sig oberoende samtidigt från flera källor, då sporerna kan färdas långa sträckor (Hasse 2009). Vegetativ förökning även kan ske via avbrutna fragment från blad och skott. I Nederländerna kallas mossan för *tankmos* (svensk översättning: stridsvagnsmossa) eftersom den tros ha spridits via stridsvagnar under andra världskriget, även om arten inte registrerades i landet förrän 1961 (Hasse 2009). I Island klassas arten som invasiv men hittades inte på ön förrän på 2000-talet, vilket tros kunna kopplas till turism (Icelandic Institute of Natural History 2024).

C. introflexus är en gulgrön nervmossa med mycket bred nerv samt vita bladspetsar som böjs 90 grader då mossan är torr (Artfakta 2024). Dessa vita spetsar är väl synliga med blotta ögat och gör att mossan lätt kan skiljas från sin vanligaste förväxlingart, brännmossa (*Ceratodon purpureus*) som dessutom ofta återfinns i samma miljöer som hårnervmossan. *C. introflexus* återfinns främst på västkusten i Sverige, där vi också har vår kärna av välhävda ljunghedar (Lindholm 2019), vilket tyvärr är ett eländigt sammanträffande, då hårnervmossans föredragna levnadsmiljö dessutom överensstämmer väldigt bra med biotopen som ljungheden erbjuder (SLU Artdatabanken 2024). Mossan gillar störd och öppen mark, samt föredrar humus och lågt pH, och den har visat sig vara snabb på att etablera sig över stora brända områden och bilda en mattliknande struktur som stör etableringen av annan vegetation (Kelly, R. *et al.* 2023).

1.3 Syfte och hypotes

Syftet med det här arbetet är att undersöka om det finns en preferens för en viss vegetationstyp hos den potentiellt invasiva arten hårnervmossa (*Campylopus introflexus*) gällande tre vanliga vegetationstyper närvarande på Ljungheden i Sandsjöbacka naturreservat. De tre typer som undersökts är ljungtorv (ljung-typ på grunda torvjordar), ljung (ljung-typ på moränjordar) och gräshed (rödven-typ). Då skötsel av en ljunghed är komplex och olika typer av successionsstadier måste tas hänsyn till så är det hjälpsamt att veta om det skulle finnas något område som verkar vara mer hotat av etablering av hårnervmossa, och hur detta i så fall skulle kunna undvikas.

Frågeställning: Finns det en signifikant skillnad i frekvens av hårnervmossa mellan vegetationstyperna ljung-typ på grunda torvjordar, ljung-typ på moränjordar och rödven-typ?

Nollhypotes för statistiska tester: Det finns ingen skillnad mellan frekvensen mossa oavsett vegetationstyp.

Hypotes: Frekvensen hårnervmossa är högre på ljungtorv (ljung-typ på grunda torvjordar) än övriga typer eftersom det är mindre konkurrens från andra arter med mer djupgående rötter. Med samma resonemang bör frekvensen *C. introflexus* vara lägre på gräsheden (rödven-typ) än övrig mark. Då *C. introflexus* föredrar sur mark ger det ytterligare en fördel för mossan på ljungtorvens låga pH gentemot övrig vegetation.

3. Metod

3.1 Sandsjöbacka naturreservat

Sandsjöbacka naturreservat är ett stort område (4182 hektar) som sträcker sig från Göteborg i Västra Götaland ner till Kungsbacka i Halland, där Ljungheden ofta anses vara kronan på verket och reservatets stolthet på grund av sina höga naturvärden (Länsstyrelsen Halland).

Åtgärdsprogrammet för Ljunghedar beskriver Sandsjöbackas Ljunghed som en Sveriges värdefulla Ljunghedar, något som det tyvärr inte finns gott om. Ljungheden ligger centralt i reservatet i höjd med Kullavik och längs med E6:an vilket ger upphov till en del buller och troligtvis en försämrad luftkvalitet på heden då denna sträcka är tungt trafikerad. Som tidigare nämnt hotas Ljungheden av atmosfäriskt kvävednedfall, något som skulle kunna knytas till närheten av trafiken. (Larsson *et al* 2022, Lindholm 2019). Reservatet har varit skyddat sedan 1968 (Länsstyrelsen Hallands län, u.d.) och ingår i Natura 2000-nätverket vilket innebär att det är klassat som ett värdefullt område enligt EU och därmed värt att skydda och förvalta. Västkoststiftelsen förvaltar området och utför olika typer av naturvårdsinsatser under året, med fokus på att hindra igenväxning av Ljungheden i form av naturvårdsbränning och röjning. Även bete genom närvaro av flitiga och vänliga hästar, nötkreatur och getter förekommer i reservatet året runt sedan några år tillbaka.

Jag har valt detta område som min utgångspunkt för studien då det är en i dagsläget välhövad Ljunghed med lång nyetablerad kontinuitet av bränning, och det var även här som den första naturvårdsbränningen i modern tid utfördes. Faktum är att denna Ljunghed sköttes traditionellt fram till 1940-talet med bete och bränning, för att sedan ha ett uppehåll fram till 1980-talet då naturvårdsarbetet påbörjades, vilket alltså bara ger ett lucka på 40 år (Larsson *et al* 2022). Ljungheden i Sandsjöbacka är ett vackert kulturlandskap och hyser många naturvårdsintressanta arter samt en mängd rödlistade hedarter. Både torra och fuktiga hedar finns närvarande samt tillhörande fauna och flora. I reservatet finns dessutom värdefulla rikkärr som bidrar till en hög biologisk mångfald. I rapporten "*Ljunghedar – mosaikartad skötsel gynnar en unik artmångfald. Erfarenheter från Halland.*" (Larson *et al.* 2022) redovisas en inventering från 2016-2018 där

borsttåg (NT), granspira (NT), ängsnattviol (NT), slättergubbe (VU) och västkustros (EN) hittats i Sandsjöbacka naturreservat, men även arter såsom ängsmetallvinge (NT), ängsmalmätare (NT) och gulspurv (NT) har observerats under tidigare inventeringar. Specifikt ovanliga och rödlistade steklar har under tidigt 2000-tal hittats på heden. Idag återfinns även sexfläckig bastardsvärmare (NT), silversmygare (NT) och röd sammetsstekel (LC) och betraktas som bofasta. Även sandödlor (VU) och hasselsnok (VU) har en gynnsam populationsstatus (Larsson *et al* 2022). Hotbilden för Sandsjöbacka är densamma som för alla ljunghedar men författarna lägger stor tyngd på att fokus bör läggas på den oönskade vegetationsutveckling av gräs- och ängsvegetation som uppstår efter bränning, men ingenting om *C. introflexus* nämns.

3.2 Vegetationstyper

I detta arbete har begreppet ”vegetationstyp” valts för att beskriva olika miljöers ekologi och morfologi. Detta system är inspirerat av Natura 2000-naturtyper samt de vegetationstyper som definieras i boken Vegetationstyper i Norden (Nordiska ministerrådet 1998). Ljung-typ samt rödven-typ definieras i Vegetationstyper i Norden, men i denna studie har ljung-typ valts att delas in i två former eftersom de hyser dominans av olika arter.

3.2.1 Ljung-typ på moränjord

I denna rapport syftar benämningen “ljung-typ på moränjord” på områden uteslutande täckta av ljung (*Calluna vulgaris*). Medan “ljunghed” som begrepp täcker in ett antal naturtyper så innebär ljung i detta sammanhang endast en vegetationstyp; ett homogent ljungebeklätt område. *Calluna vulgaris* är en vedartad och tålig växt som gynnas av brand och som också skapar ett bra substrat för brand då det torra riset är väldigt lättantändligt. En ljungplanta blir vanligtvis 25-30 år gammal, men kan bli upp till 50 år gammal, vilket är nyckeln till den vackra ålderssuccession som går att finna på en ljunghed. Kärnan till ett välmående ekosystem på ljungheden är just att man låter ljungen existera i alla sina olika successionsstadier; från bränd planta till gamling, då olika arter går att knyta till de olika miljöerna som dessa successionsstadier erbjuder. Exempelvis marklevande insekter har setts specialisera sig till de olika mikroklimaten (Lindholm 2019). Blommor från *Calluna vulgaris* är dessutom en viktig föda för bin (Larsson & Stenström 2022). Ljungens morfologi och spridning ger upphov till stora lokala fröbanker, då en enda ljungplanta kan alstra över 150 000 frön per år, varav två tredjedelar av dessa är grobara (Larsson & Stenström 2022). Fröna färdas inte långt från värdväxten, sällan längre än 6 meter (Soons and Bullock, 2008). Det innebär alltså att en ljunghed är en skattkista av frön som ligger begravda mellan lagren av långsamt ackumulerande råhumus, och de kan bevaras på detta viset i 60-70 år innan de aktiveras för groning. Fröna är dessutom brandgynnade och har visat sig gro bättre vid exponering av höga temperaturer (≤ 160 °C) samt förekomst av brandrök (Larsson & Stenström 2022). Alla dessa faktorer indikerar att ljung har evolverat ihop med brand, naturlig eller människoskapad, och att bränna ljunghedar i naturvårdssyfte är en lämplig och fördelaktig metod som bör ge lönsam avkastning i form av föryngring av dessa fantastiska miljöer.

3.2.2 Ljung-typ på grunda torvjordar

I denna rapport används begreppen “ljungtorv” och “ljung-typ på grunda torvjordar” synonymt, då de i praktiken beskriver samma vegetationstyp.

Ett viktigt element på ljungheden är den så kallade ljungtorven, vilken är en form av råhumus (icke nedbrytna växtdelar). Denna jordmån bildas när ljungplantornas blad faller på våren och ackumuleras på marken, och eftersom dessa har en barrlik karaktär så skapas ett substrat med lågt pH (Larsson & Stenström 2022). Ljungtorven tillväxer mycket långsamt (ca 0,6 mm/år (Larsson & Stenström 2022)) och utgör ett viktigt och unikt substrat för bland annat den starkt hotade arten

huvudbägarlav (*Cladonia peziziformis*), en art som är starkt knuten till ljunghedsmiljö och därmed hotas av försvinnandet av ljunghedar. Det finns idag data som visar att eftersom kväve lagras i det översta jordlagret skulle brytning av ljungtorv vara en föredragen metod för att laka ur näring ur ljungheden och därmed förhindra näringsackumulering och övergång mot gräshed (Lindholm 2019). Traditionellt har ljungtorv brytits och använts som bränsle eller vid husbygge (Larsson *et al.* 2022), men idag används inte ljungtorven på detta sätt utan eldas istället upp i naturvårdsbränningar. Att elda är så klart mer kostnad- och tidseffektivt än att manuellt bryta ljungtorv och har därmed varit den föredragna metoden i naturvårdsarbete. Det är viktigt att poängtera att även om ljungtorven är en essentiell faktor på ljungheden så är diversiteten och mosaiklandskapet det absolut viktigaste för ekosystemets optimala välmående, vilket i praktiken innebär att vi behöver en variation av ljungtorv samt blottad jord. Eftersom ljungtorven är så pass sur så hämmar detta etablering av andra växter som inte tål denna typ av substrat och pH-värde och ljungtorven hindrar därför åtkomst till den mineralrika jorden som den täcker (Larsson & Stenström 2022).

3.2.3 Rödven-typ

Begreppet "rödven-typ" syftar på en gräshedsvegetation bestående av gräsarten rödven (*Agrostis capillaris*), vilket är det gräs som främst förekommer på ljungheden i Sandsjöbacka naturreservat. Rödven-typ uppstår på en ljunghed i partier där näringen är högre, och en naturlig succession enligt hedserien uppstår (Nordiska ministerrådet 1998). Områden av gräshedskaraktär är viktiga på en ljunghed då dessa bidrar till det karakteristiska mosaiklandskap som är viktig för ljunghedens ekosystem. Gräspartier bidrar till diversitet och komplexitet då dessa skapar möjligheter för arter som är mer näringskrävande att etablera sig. Många kärlväxter går att finna på rödven-typ, till skillnad från ljungtorven där lavar och mossor dominerar. Exempelvis är den rödlistade orkidén ängsnattviol (*Platanthera bifolia subsp. bifolia*) knuten till ljunghedsmiljö tack vare tillgången av gräshed. Även andra arter såsom rotfibbla (*Hypochaeris radicata*) och ängsvädd (*Succisa pratensis*) trivs på gräshedsvegetation i ljunghedsmiljö (SLU Artdatabanken 2024).

På ljungheden i Sandsjöbacka finner vi gräshed av rödven-typ i allt större utsträckning på områden där ljung tidigare varit etablerad men som efter bränning istället konkurrerats ut av gräs. Detta är ett problem som är extra tydligt i Sandsjöbacka jämfört med andra välhävda ljunghedar, och en anledning till detta tros vara atmosfäriskt kvävenedfall (Larsson *et al.* 2022, Lindholm 2019).

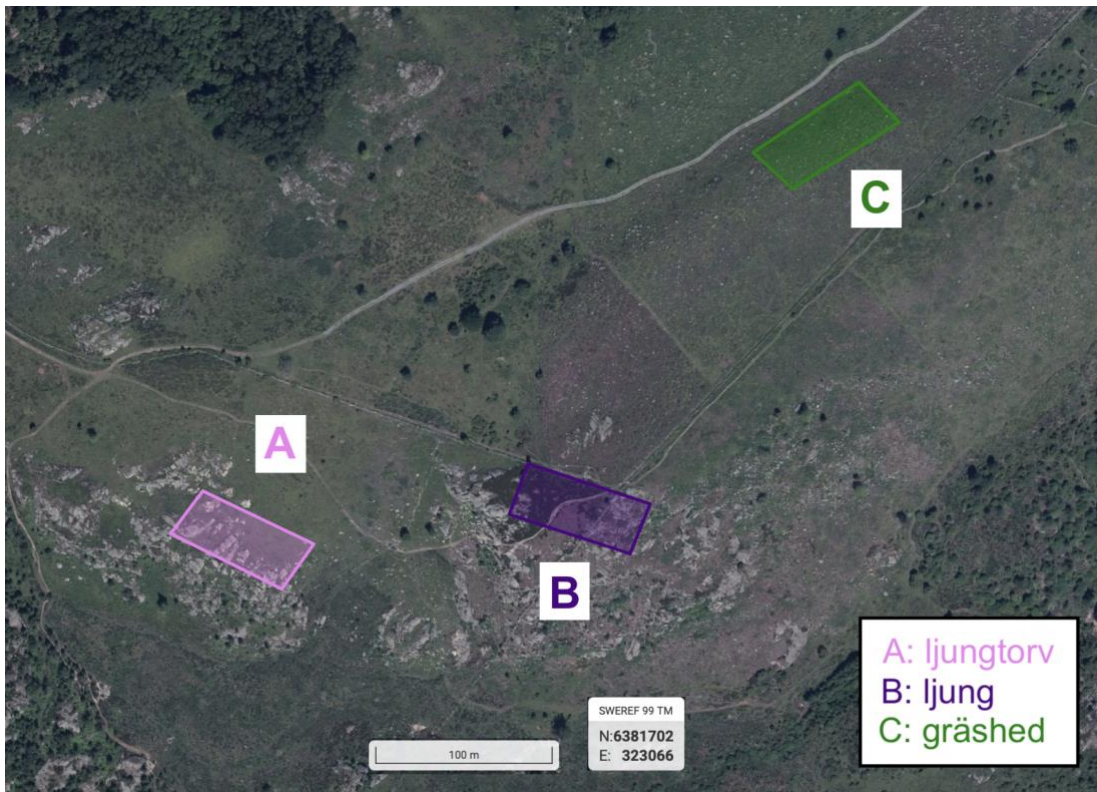
3.3 Insamling av data

3.3.1 Fältarbete

Studien utfördes i Sandsjöbacka naturreservat. Tre delområden valdes ut baserat på förekomst och frekvens av den sökta vegetationstypen, figur 1. För ljungtorven valdes ett område främst bestående av flata klippvallar, där torven i de flesta fall befann sig direkt på sten. Gräsheden valdes baserat på den minsta andelen ljung och där gräset tydligt konkurrerat ut övrig vegetation (>90% graminider), varav det motsatta gällde för det valda ljungområdet: där valdes i stället det största sammanhängande ljungfält som kunde finnas (>90% *Calluna vulgaris*). När vegetationstypernas områden var etablerade mättes dessa in i varsin ruta á 70 m x 30 m, vilka i sin tur sedan delades upp i rutnät á rutor om 5 m x 5 m, vilket gav 84 rutor per område, och rutorna namngavs från 1-84. För varje rutnät slumpades 20 replikat, och gav sammanlagt 60 stycken insamlade slumpmässiga replikat jämnt fördelade över de tre områdena.

Varje slumpad ruta söktes igenom för att avgöra om *C. introflexus* var närvarande. Vid första funna tecken på mossan så lades en mätruta (50 cm x 50 cm) ner på måfå över mossan och

procenten av hur mycket mossan täckte mätrutan registrerades. Om mossan inte var närvarande i den slumpade rutan markerades detta som en nolla (0 %).



Figur 1. Översiktsbild av ljungheden i Sandsjöbackas naturreservat, med utmarkerade valda delområden för **ljungtorv** (ljung-typ på grunda torvjordar) (A), **ljunng** (ljung-typ på moränjordar) (B) och **gräshed** (rödven-typ) (C). Figuren är skapad med hjälp av underlag från verktyget "Min karta" via ©Lantmäteriet.

I de valda delområdena registrerades de arter som kunde urskiljas och artbestämmas på plats. Eftersom denna studie inte fokuserar på artdiversitet så lades inte den största vikt på detta moment, men de funna arterna användes istället för att kunna styrka den valda vegetationsypens validitet. Vissa arter som inte kunde bestämmas i fält plockades med som exemplar till universitetet och artbestämdes med hjälp av stereolupp, samt handledare rådfrågades.

3.3.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie utfördes i syfte att hitta information om *C. introflexus* i vetenskapliga artiklar via Scopus och Google Scholar. Resultat och slutsatser noterades och användes som underlag för att dra vidare slutsatser utifrån mina egna resultat.

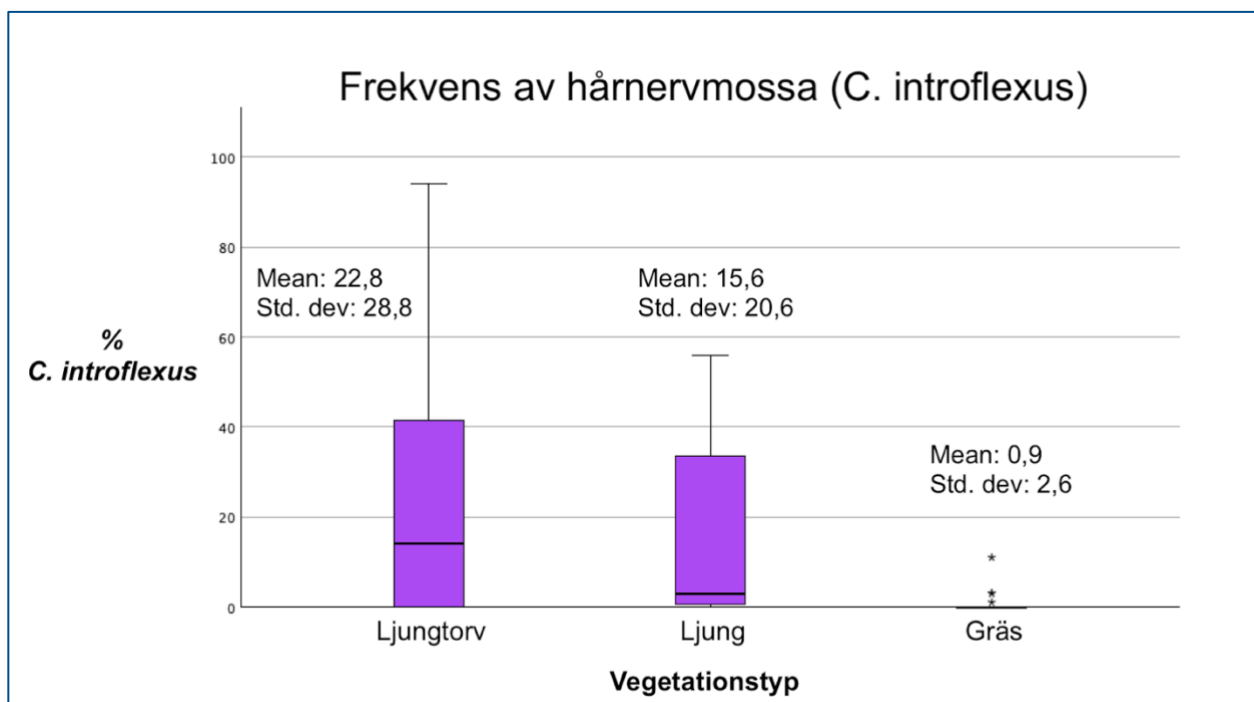
3.4 Statistiska tester

3.4.1 Kruskal-Wallis-test

Skillnaderna i frekvens *C. introflexus* mellan grupperna testades med Kruskal-Wallis-test med programmet SPSS 29.0.2.0 (20).

4. Resultat

4.1 Frekvens hårnervmossa



Figur 2. Diagram över insamlad data. X-axeln visar vegetationstyp (ljungtorv = ljung-typ på grunda torvjordar; ljung = ljung-typ på moränjord; gräs = rödven-typ) och y-axeln beskriver procent observerad *C. introflexus*. Standard error är respektive: 6,4; 4,6; 0,6).

Frekvensen *C. introflexus* var 23 ± 29 % i ljung-typ på grunda torvjordar, 16 ± 21 % i ljung-typ på moränjordar och 1 ± 3 % på rödven-typ (medelvärde \pm standardavvikelse), figur 2. Skillnaden mellan rödven-typ och ljung-typ på torvjord, samt skillnaden mellan rödven-typ och ljung-typ på moränjord är signifikant (Kruskal-Wallis: $p < 0,01$ respektive $p < 0,004$) men inte mellan ljung-typ på moränjordar och ljung-typ på grunda torvjordar. Resultatet visar alltså att det med hög säkerhet finns en signifikant skillnad mellan medelvärdet av förekommande procent mossa mellan vegetationstyperna rödven-typ och ljung-typ på grunda torvjordar, samt mellan rödven-typ och ljung-typ på moränjord.

Detta innebär i praktiken att det är skillnad i frekvens mossa mellan gräshed och ljung, samt mellan gräshed och ljungtorv. Mellan vegetationstyperna ljungtorv-ljung kan inga vidare slutsatser dras då nollhypotesen inte kan förkastas i detta fall.

4.2 Inventering

Identifiering av vegetationstyper skedde med hjälp av funna arter och underlag från Vegetationstyper i Nordens beskrivna vegetationstyper med tillhörande arter samt naturtyper beskrivna av Natura 2000. Arter fördelade på vegetationstyp redovisas i tabell 1. Då denna studie inte utfördes för att beskriva artdiversiteten så gjordes heller inte en fullständig inventering. Så snart jag ansåg mig ha hittat så pass många arter att jag kunde styrka vegetationstypen så avslutades sökandet.

Tabell 1. Arter som kunde identifieras i fält i de tre vegetationsyporna som ansågs relevanta för att kunna styrka den valda vegetationstypens relevans och validitet. Datan gällande ljung-typ på grunda torvjordar är lånad med tillåtelse av Linda Arkheden som också befann sig i fält vid tidpunkten och undersökte samma delområde för sin studie.

Arter funna på Ljungheden i de olika vegetationstyporna		
Ljung-typ på grunda torvjordar	Ljung-typ på moränjordar	Rödven-typ
Enbjörnmossa (<i>Polytrichum juniperinum</i>)	Ljung (<i>Calluna vulgaris</i>)	Rödven (<i>Agrostis capillaris</i>)
Brännmossa (<i>Ceratodon purpureus</i>)	Lingon (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	Blåbär (<i>Vaccinium myrtillus</i>)
Gräshakmossa (<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>)	Vitsippa (<i>Anemone nemorosa</i>)	Vitsippa (<i>Anemone nemorosa</i>)
Kvastmossa (<i>Dicranum scoparium</i>)	Enbär (<i>Juniperus vulgaris</i>)	Veketåg (<i>Juncus effusus</i>)
Cypressfläta (<i>Hypnum cupressiforme</i>)	Björk (<i>Betula pendula</i>)	Björk (<i>Betula pendula</i>)
Grå raggmossa (<i>Racomitrium lanuginosum</i>)	Ek (<i>Quercus robur</i>)	Rölleka (<i>Achillea millefolium</i>)
Stor fransmossa (<i>Ptilidium ciliare</i>)	Klockljung (<i>Erica tetralix</i>)	Ljung (<i>Calluna vulgaris</i>)
Väggmossa (<i>Pleurozium schreberi</i>)	<i>Cladonia</i> sp.	Lingon (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)
Grays bägarlav (<i>Cladonia grayi</i>)	Övrig mossa	Vårfryle (<i>Luzula pilosa</i>)
Grå bägarlav (<i>Cladonia glauca</i>)		Svinrot (<i>Scorzonera humilis</i>)
Pinnlav (<i>Cladonia floerkeana</i>)		Klockljung (<i>Erica tetralix</i>)
Pigglav (<i>Cladonia uncialis</i>)		Björnbär (<i>Rubus</i> sp.)
Grå renlav (<i>Cladonia rangiferina</i>)		Rotfibbla (<i>Hypochaeris radicata</i>)
Stängellav (<i>Cladonia gracilis</i>)		Övrigt gräs
Blåslav (<i>Hypogymnia physodes</i>)		Övrig mossa
Färglav (<i>Parmelia saxatilis</i>)		
Övrigt gräs		
Övriga växter		

5. Diskussion

5.1 Diskussion av resultat

Resultaten indikerar på att etableringen av *C. introflexus* hämmas på områden av rödven-typ, där mossans frekvens i detta fall nästintill är obefintlig (medelvärde: $0,9 \pm 2,6$ %), men varför är oklart. Det skulle kunna vara så att gräset konkurrerar ut mossan, men inte alla mossor då flera andra fanns närvarande på gräsheden av rödven-typ (gräshaksmossa (*Rhytidiadelphus squarrosus*), grå raggmossa (*Racomitrium lanuginosum*), brännmossa (*Ceratodon purpureus*), björnmossa (*Polytrichum commune*) samt cypressfläta (*Hypnum cupressiforme*)). Det är väldigt intressant att notera att även om inte *C. introflexus* växte på marken bland gräset så var den tydligt närvarande på utspridda stenblock som fanns på hela gräsheden. Detta anser jag indikerar att mossan helt enkelt inte klarar av att växa bland gräset. Stenarna erbjuder små springor fyllda med substrat som mossan utnyttjade. Det skulle säkert kunna vara så att springorna var fyllda med någon form av torv, vilket ger mossan en fördel över andra växter närvarande på den mer pH-neutrala gräsheden. Även om medelvärdet för *C. introflexus* var högst i ljung-typ på grunda torvjordar (23 %) så fanns den även i relativt hög grad på ljung-typ på moränjordar (16 %), och det är värt att notera att över en femtedel av vegetationen på ljungtorv är hårnervmossa, trots 25 stycken arter registrerade i detta delområde, exklusive *C. introflexus* (Arkheden 2024). Det enda

resultat som statistiskt stack ut gentemot de andra var just indikation på mossans icke-invasiva beteende på gräsheden av rödven-typ.



Figur 3. *Campylopus introflexus* tydliga etablering på ett stenblock på gräsheden av rödven-typ, trots att den lyste med sin frånvaro på själva gräset. Detta var ett tydligt mönster och tyder på att mossan inte klarar av att växa på marken i vegetationstypen gräshed av rödven-typ. Foto: Amanda Fredman..

Då *C. introflexus* bara täckte 16 % av den ljungbeklädda marken (ljung-typ på moränjordar) bör ändå detta ses som positivt, och en indikator på att om ljungen är väletablerad så kommer mossan naturligt att ha svårare att etablera sig, och jag tror att risken är mycket låg att mossan skulle konkurrera ut en redan vuxen ljungplanta. Det verkar alltså vara så att det är just i det brända och störda stadiet, där marken är öppen och ljungtorven närvarande, som mossan agerar som en pionjärart. Därför är det av min uppfattning att det är just efter bränning som ljungheden är som mest sårbar och det är denna del av processen som behövs utvärderas och studeras närmare, för att undersöka om det finns någon metod för att hindra mossans direkta etablering efter bränning. Det hade även varit intressant att upprepa samma experiment under olika delar på året för att se om täckningsgraden av mossan är densamma under alla säsonger. Naturvårdsbränningar är viktiga för ljungheden men de kräver planering och mycket arbete för att utföras korrekt, och därför är det så klart tråkigt om dessa naturvårdsinsatser resulterar i en invasion av *C. introflexus* istället för återetablering av ljung. En ljunghed med ett homogent fältskikt som domineras av likåldrig ljung hyser låga ekosystemsvärden, men frågan är hur mycket bättre ett nybränt fält täckt av mossa är?

5.2 Analys av metod: fältarbete

Som den erfarna biologen vet är det sällan som saker går exakt enligt plan när fältarbetet väl ska utföras. Först och främst var det i princip omöjligt att hitta homogena delområden med endast den sökta vegetationstypen. Jag valde ett delområde á 30 m x 70 m per vegetationstyp (sammanlagt 3 delområden), men det skulle kunna argumenteras att fler och mindre rutor per delområde hade varit mer korrekt. Ju större rutor desto större chans för fler irrelevanta vegetationstyper inom valt delområde, och därmed också en högre osäkerhet gällande insamling av data. Om jag istället valt

exempelvis 20 m x 20 m rutor enbart kring områden där vegetationstypen var heltäckande så hade insamlad data varit mer representativ. Det är dock svårt att trots detta hitta delområden med 100% av den sökta vegetationstypen, och på grund av att jag hade en begränsad tidsram att röra mig inom så ansåg jag på plats att denna metod var mest lämplig.

Området med endast ljung-typ på moränjordar var det största jag kunde hitta av sökta vegetationstyp som verkade någorlunda homogent, men tyvärr för min skull så var det ett bränt område á cirka 15 m x 10 m mitt i ljungmarken, där mossans frekvens var mycket högre än i övriga området. Detta förvrängde datan och gav ett högre medelvärde för området. Delområdet för rödven-typ var i princip det enda område som var relativt homogent, även om det här förekom en hel del mindre stenblock. På samma gång som det är svårt att hitta homogena områden på en ljunghed så är det ju också det som mer eller mindre är just definitionen för en ljunghedsvegetation; en mosaikartad vegetationstyp av hög variation, och med det i åtanke kanske resultaten ändå reflekterar verkligheten någorlunda bra.

5.3 Analys av litteraturstudie

5.3.1 Resultat och diskussion

Nedan presenteras resultat och diskussion från litteraturstudien utförd i syfte att hitta andra studier gjorda på *Campylopus introflexus* och återetablering av ljung (*Calluna vulgaris*).

“Initial ecological change in plant and arthropod community composition after wildfires in designated areas of upland peatlands” (Kelly et al. 2023)

En studie utförd i Nordirland som observerade korttidseffekter på bränd flark (eng: *peatlands*), vilket är en form av torv, där det tydligt kunde observeras att ekosystemet har svårt att återhämta sig efter skogsbrand, och *C. introflexus* istället etablerar sig. Hela kompositionen av ekosystemet ändras och originalvegetationen byts ut vilket påverkar alla arter som lever där.

Dessa resultat stämmer överens med min egen uppfattning, och vad jag själv observerat i Sandsjöbacka undet mitt fältarbete och bakgrundsarbete. Det är dock värt att notera att det är en korttidsstudie och den säger inget om ekosystemets resiliens. Det hade varit intressant att se en uppföljning för att veta om ekosystemet kan återhämta sig över tid.

“Diaspore bank experiment with the invasive moss Campylopus introflexus: Can peatland restoration suppress its germination?” (Samson et al. 2024)

En studie som visar att restaurering av torvmark, alltså återgång till våtmark, hämmar etableringen av *C. introflexus*. En intressant metod som presenteras är att strö ut *sphagnum sp.* på torv, vilket visade sig avsevärt kunna hindra *C. introflexus* från att börja gro.

Även om denna studie är utförd på en annan typ av mark än ljunghed så kan det vara aktuellt att undersöka metoden av att strö ut ett substrat som hämmar etableringen av *C. introflexus* på nybränd ljunghed, då det i denna studien gav goda resultat.

“Heathlands - a lost world?” (Lindholm 2019)

I Mattias Lindholms doktorsavhandling presenteras data som styrker att brytning av ljungtorv gynnar återetableringen av ljung och minskar grässets konkurrens jämfört med vanlig bränning. Detta gäller främst nyrestaurerade hedar där näringen i jorden ackumulerats över tid och avlägsnandet av denna i form av avskalning av det översta torvlagret därmed lakar ur näringen och ger en mer näringsfattig miljö där gräset inte har lika hög konkurrensförmåga. Mattias Lindholms är Sveriges enda ljunghedsforskare (Göteborgs Universitet 2019) och delar av arbetet för avhandlingen utfördes på ljungheden i Sandsjöbacka vilket gör att denna rapport är mycket relevant underlag. Avhandlingen fokuserar främst på metoder för restaurering av gräsdominerad ljunghed, och *C. introflexus* nämns endast som en invertebrerad art. Eftersom mina egna resultat

visar att mossans frekvens på ljung-typ i moränjordar är relativt låg (16 %) så anser jag att återetableringen av ljung är en viktig faktor för att hindra mossans etablering.

“*Impact of Carpets of the Invasive Moss *Campylopus Introflexus* on *Calluna Vulgaris* Regeneration*” (Equihua, & Usher 1993)

En lite äldre studie som visade att det inte gick att utläsa någon påverkan av mossans förekomst i avseende på groning av frön från *Calluna vulgaris*, i labbmiljö. Slutsatsen anses därför inte gälla för *in vivo* då förutsättningarna där är annorlunda och ljungen är mer utsatt av andra hot, exempelvis bete, vilket motverkar etableringen ytterligare. I rapporten nämns får som betesdjur och diskussionen är baserad kring deras betesmetoder, vilket gör att slutsatsen inte kan appliceras direkt på ljungheden i Sandsjöbacka där får inte är närvarande. Under experimentet observerades svårigheter för *C. vulgaris* att gro under ett täcke av *C. introflexus*, men de grodda plantorna som lyckades ta sig igenom mattan bedömdes växa snabbare och efter 8 månader producera 10 gånger större reproduktiv biomassa än de kontrollplantor som fick växa på bar jord. Detta är mycket intressant data, och skulle eventuellt kunna indikera någon form av naturligt urval. Kanske skulle ljung kunna antingen evolvera eller förädlas till att tolerera och gynnas av mossan istället för att hämmas av den?

“*Thirty-year invasion of the alien moss *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. in Poland (East-Central Europe)*” (Żarnowiec *et al.* 2019)

En artikel som följer *Campylopus introflexus* utbredning i Polen samt närliggande länder under 30 år, och som klassar mossan som invasiv. Miljöer som beskrivs vara extra utsatta för invasionen är torrhetar samt störd och sur skogsmark, bränd och störd torv, samt gräsmark. Mossan beskrivs vara frekvent på gräsmarkssanddyner med borsttåtel (*Corynephorus*) och rödven (*Agrostis*), vilket går emot mina egna observerade resultat. Det är intressant att mossan trivs ihop med rödven på denna vegetationstyp, men på gräsheden i Sandsjöbacka tycks ha svårt att etablera sig. Detta skulle kunna indikera på att en annan faktor än *Agrostis* är det som avgör mossans etableringsgrad. Naturvårdsverket beskriver naturtypen som “... starkt dynamisk och betingad av störning som tramp och bete“ samt “... sandblottor utgör i representativa områden minst 10 % av den totala ytan.” Det skulle därför kunna vara så att det är just den störda och öppna marken som är hemligheten till mossans frekvens på dessa sanddyner trots *Agrostis* närvaro, vilket tydligt följer mossans tidigare observerade beteende.

“*Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter*” (Sparrius & Kooijman 2011)

En studie utförd på gräsmarkssanddyner i Nederländerna som visade att en ökad mängd kväve gynnar etablering av *C. introflexus* samt i längden missgynnar lavar. Även förekomsten av organiskt material gynnar mossan och därmed rekommenderas avskalning av det översta marklagret för att hindra mossans framgång. Denna data och slutsats är konsekvent med Lindholms avhandling (2019) även om den är utförd på ett annat underlag än torv. Det tycks alltså vara så att både gräs av rödven-typ samt *C. introflexus* skulle kunna hämmas med hjälp av torvbrytning, något som i högre grad bör utvärderas då det skulle kunna vara en relativt billig och enkel åtgärd.

5.3.2 Sammanfattning av litteraturstudie

Då det inte finns så mycket data över *Campylopus introflexus* effekt på ljunghedar, och speciellt inte i Sverige, så har jag samlat ihop resultat från studier gjorda över andra områden för att ändå kunna finna mönster av *C. introflexus* påverkan. Insamlade resultat från litteraturstudien skilde sig i viss grad åt från mina resultat, men mycket överensstämde med mina egna observerade data. I rapporten “*Thirty-year invasion of the alien moss *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. in*

Poland (East-Central Europe)” (2019) beskrivs öppen sandgräshed av *Corynephorus* (borsttåtel)- och *Agrostis*-typ vara utsatt för invasion av *C. introflexus* vilket i detta fall går emot min egna insamlade data. Men eftersom det inte är samma vegetationstyp som jämförs mellan våra studier så går inte förvänta sig se samma mönster och resultat, även om *Agrostis* är närvarande i båda fall. I mina fältstudier på gräshed var mossan i högsta fall närvarande men på stenblock utspridda på gräsheden, vilka jag inte räknade med, då jag endast fokuserade på markvegetationen, där förekomsten av *C. introflexus* var nästintill obefintlig. Jag anser inte detta vara en felkälla i mitt fall, då jag inte var intresserad av vegetation på stenblocken på gräsheden, eftersom jag redan ansåg mig ha behandlat denna vegetationstyp under “Ljung-typ på grunda torvjordar”. I en studie utförd av Samson, T. *et al.* (2024) påvisades vitmossa (*Sphagnum*) ha en negativ effekt på mossans etablering på torvmark, något som jag tycker är intressant, då det är en billig och enkel metod att strö ut någon form av substrat över ett område istället för exempelvis en presenning. Det är av högsta vikt att det utspridda materialet inte skadar ekosystemet på något vis, så fler tester med olika substrat skulle kunna utföras på små områden för att se om det finns något material som kan gynna ljungens återetablering men hindra mossan. Avlägsnande av det översta jordlagret är återkommande och nämns både av Lindholm (2019) och Sparrius & Kooijman (2011) som en lönsam metod för att minska näringen i jorden, något som hindrar både gräs och mossor från att etableras.

5.4 Hantering av data

För att öka säkerheten och styrkan i testet krävs fler replikat, något som borde ha tagits hänsyn till i fältarbetet. Men då normalfördelningen inte kunde förutses så samlades endast 20 replikat in per vegetationstyp, något som kan argumenteras ligger i det lägsta laget för att kunna utföra ett pålitligt icke-parametriskt test.

Utifrån att enbart överblicka den deskriptiva datan (Figur 2) kan redan här tydligt utläsas höga felmarginaler (standardavvikelse > 20 för två av tre vegetationstyper), något som tyder på spretig data som förmodligen hade kunnat undvikas med hjälp av fler replikat. Att dessutom utföra ett icke-parametriskt test på denna data bygger ytterligare på en redan osäker grund.

6. Slutsats

6.1 Slutsats av studien

Utifrån mina resultat av detta arbete drar jag slutsatsen att hårnervmossa (*Campylopus introflexus*) inte utgör ett hot mot gräshedsvegetation av rödven-typ (*Agrostis capillaris*) på Sandsjöbacka ljunghed, samt följande därmed inte utgör ett hot mot de arter som förekommer i denna vegetationstyp i naturreservatet. Hårnervmossa utgör en stor del av vegetationen på ljung-typ i grunda torvjordar (23 %) vilket är något oroande då sammanlagt 26 växtarter observerades i denna miljö och *C. introflexus* alltså dominerar täckningsgraden. I vegetationstypen ljung-typ på moränjordar observerades lägre värden (16 %) vilket tros vara sammankopplat med det skuggiga klimat som tätbevuxen ljung skapar, där hårnervmossa inte trivs. Ingen signifikant skillnad om mossans hot kunde utläsas mellan vegetationstyperna ljung-typ på grunda torvjordar och ljung-typ på moränjordar, men värt att poängtera är felkällan där en bit (uppskattningsvis 15 %) av delområdet ljung-typ på moränjordar var bränt och mossan väletablerad. Detta förhöjer troligen medelvärdet för vegetationstypen ljung-typ på moränjordar och ger därmed skeva resultat i form av en överdriven frekvens.

Även om hårnervmossan inte utgör ett hot mot Sandsjöbackas gräshed av rödven-typ så kan inte samma slutsats dras för områden av mindre areal. Sandsjöbackas ljunghed är välhävdad och här finns många stora delområden med blandade vegetationstyper samt en lång kontinuitet av naturvård samt traditionell skötsel. Detsamma går tyvärr inte att säga för alla Sveriges

ljungbestånd, och här skulle hårnervmossan kunna utgöra ett större hot, då mindre och fragmenterade bestånd oftare faller offer för bland annat slumpeffekter. Hårnervmossa är idag väletablerad i Sverige med centrum kring vår västkust, vilket överlappar med kärnan för landets välhävdade och friska ljunghedar, och för att ljunghedsskötsel ska bedrivas krävs kontinuerlig bränning, vilket gynnar mossan. Det finns idag inget sätt för oss att kunna bedriva traditionell ljunghedsskötsel utan att samtidigt skapa miljöer där mossan lätt kan etablera sig.

6.2 Framtiden

Mitt arbete bör ses som en förstudie, och jag skulle rekommendera att vid vidare studier väljs fler delområden av samma vegetationstyp för att få ett mindre ensidigt resultat. Att inkludera fler parametrar i testerna för mossans utbredning skulle också kunna ge oss fler svar. Exempel på typ av parametrar är bland annat pH, väderstreck, säsong och jorddjup. Att restaurera ljunghedar borde prioriteras inom naturvården då jag anser att detta är ett gynnsamt projekt som kan ge lönsam avkastning. Det starkaste argumentet för detta är i min mening ljunghedarnas enorma och långlivade fröbanker, men utplantering bör också ses över som ett alternativ för snabbare återetablering för igenvuxna ljunghedar. Att upprätta ett nationellt program för observation och kontroll av hårnervmossans utbredning bör prioriteras då det i dagsläget saknas, och den borde åtminstone nämnas i åtgärdsrapporten och program för ljunghedsskötsel.

Tackord

Stort tack till Mattias Lindholm för att du har varit en exemplarisk handledare och stöttat och hjälpt mig under mitt arbete.

Tack till min vän Linda Arkheden för att jag har fått använda din insamlade data och tack för fältarbetet. Till och med ösregn är alltid roligt med dig.

Tack till mina vänner och familj och tack till min hund Freja.

Jag vill också ge ett stort tack till Göteborgs Universitet och alla mina fina kurskamrater och lärare under kandidaten!

Referenslista

Arkheden, L. (2024). Hårnervmossans påverkan på ljunghedens artmångfald – en fältstudie från Sandsjöbacka naturreservat [Examensarbete, Göteborgs Universitet].

Eriksson, O. (2007). *Naturbetesmarkernas växter - ekologi, artrikedom och bevarandebiologi*. 2007/1. Botaniska Institutionen Stockholms Universitet.
https://www.su.se/polopoly_fs/1.71130.1326706379!/PlantsEcology_2007_1.pdf

Equihua, M., & Usher, M. B. (1993). Impact of Carpets of the Invasive Moss *Campylopus Introflexus* on *Calluna Vulgaris* Regeneration. *Journal of Ecology*, 81(2), 359–365.
<https://doi.org/10.2307/2261506>

Göteborgs Universitet. (2019). *Återupptäcker arter i svunnet landskap*.
<https://news.cision.com/se/goteborgs-universitet/r/aterupptacker-arter-i-svunnet-landskap.c2826710>

Hasse, T. (2009). *Campylopus introflexus*. CABI Compendium.
<https://doi.org/10.1079/cabicompendium.108875>

Iceland Institute of Natural History. (2024). *Invasive plant species*. <https://www.ni.is/en/flora-funga/invasive-plant-species> [2024-05-29]

Kelly, R., Montgomery, W. I., & Reid, N. (2023). Initial ecological change in plant and arthropod community composition after wildfires in designated areas of upland peatlands. *Ecology and Evolution*, 13, e9771. <https://doi.org/10.1002/ece3.9771>

Larsson, K., Bergquist, S., Erlandsson, J., Fritz, Ö., Gunnarsson, J., Hellman, M., Lindholm, M. & Persson, K. (2022). *Ljunghedar – mosaikartad skötsel gynnar en unik artmångfald - erfarenheter från Halland*. Länsstyrelsen Hallands län.
<https://www.lansstyrelsen.se/publikation?entry=172&context=24>

Larsson, K. & Stenström, J. (2022). *Åtgärdsprogram för ljunghed 2022-2026* (Rapport 7035). Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/4ac82c/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7035-9.pdf>

Lindholm, M. (2019). *Heathlands - a lost world?*. [Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet]. GUPEA. <http://hdl.handle.net/2077/59796>

Länsstyrelsen Hallands län. (u.å.). *Sandsjöbacka*.
<https://www.lansstyrelsen.se/halland/besoksmal/naturreservat/sandsjobacka.html> [2024-05-29]

Miljøstyrelsen. (2022). *Faktaark for invasive arter – Stjerne-bredribbe (Campylopus introflexus)*. <https://mst.dk/media/gevndm00/stjerne-bredribbe.pdf> [2024-05-29]

Naturvårdsverket. (2011). *Grässandhed*.

<https://www.naturvardsverket.se/4ac48f/contentassets/76c742b7eb154cbca25e6fa98935d1ed/vl-2330-grassandhed.pdf> [2024-05-29]

Nordiska Ministerrådet (1995). *Vegetationstyper i Norden*. ([2. uppl.]). Köpenhamn: Nordiska Ministerrådet. 428-441

Samson, T., Joamets, AG., Karofeld, E., Ingerpuu, N. & Vellak, K. (2024). Diaspore bank experiment with the invasive moss *Campylopus introflexus*: Can peatland restoration suppress its germination?. *Biol Invasions* 26, 1641–1649 (2024). <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1007/s10530-024-03271-z>

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Campylopus introflexus*. <https://artfakta.se/taxa/2175> [2024-05-29]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Hypochaeris radicata*. <https://artfakta.se/taxa/220205> [2024-05-30]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Succisa pratensis*. <https://artfakta.se/taxa/succisa-pratensis-221046> [2024-05-30]

Soons M.B. and Bullock J.M. (2008) Non-random seed abscission, long-distance wind dispersal and plant migration rates. *Journal of Ecology* (96): 581–590

Sparrius, L. B., & Kooijman, A. M. (2011). Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter. *Applied Vegetation Science*, 14(2), 221–229. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109x.2010.01120.x>

Sveriges Lantbruksuniversitet. (u.å.) *Naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 som förekommer i Sverige*.

https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/moth/publikationer/natura2000_habitat_i_sverige.pdf [2024-05-29]

Väst kuststiftelsen. (u.å.). *Sandsjöbacka*. <https://vastkuststiftelsen.se/naturresevat/sandsjobacka/> [2024-05-29]

Żarnowiec, J., Stebel, A. & Chmura, D. (2018). Thirty-year invasion of the alien moss *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. in Poland (East-Central Europe). *Biol Invasions* 21, 7–18 (2019). <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1007/s10530-018-1818-9>