



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för Ekologi

Effekter av restaurering av naturbetesmarker på gökärtens (*Lathyrus linifolius*) och gullvivans (*Primula veris*) reproduktion

Effects of restoration of semi-natural grasslands on the reproduction of
bitter vetch (*Lathyrus linifolius*) and cowslip (*Primula veris*)

Wera Kleve



Effekter av restaurering av naturbetesmarker på gökärtens (*Lathyrus linifolius*) och gullvivans (*Primula veris*) reproduktion

Effects of restoration of semi-natural grasslands on the reproduction of bitter vetch (*Lathyrus linifolius*) and cowslip (*Primula veris*)

Wera Kleve

Handledare: Erik Öckinger, institutionen för ekologi, SLU, Uppsala

Btr handledare: Marie Winsa, institutionen för ekologi, SLU, Uppsala

Examinator: Riccardo Bommarco, institutionen för ekologi, SLU, Uppsala

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Kandidatnivå

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi – kandidatarbete 15 hp

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2012

Löpnummer: 2012:2

Omslagsbilder: Per Springe 2011 (*Lathyrus linifolius*, vänster), Wera Kleve 2011 (*Primula veris*, höger)

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: restaurerade naturbetesmarker, gökärt, *Lathyrus linifolius*, gullviva, *Primula veris*, växters reproduktion



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för Ekologi

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Abstract	5
Introduktion	6
Bakgrund	6
Studerade arter	8
Hypoteser	10
Metod	11
Insamling av frön	11
Marktäckning.....	12
Landskapsanalys.....	12
Fröerbivorer	13
Statistiska analyser	13
Resultat.....	14
Förekomst av arterna	14
Betespåverkan, kategoriindelningen och markens ålder.....	14
Marktäckningsuppskattning och markens storlek	16
Landskapsanalys.....	17
Fröerbivorer	18
Diskussion.....	19
Slutsats	22
Referenser	23
Artiklar	23
Bilder	24
Appendix 1.....	25
Appendix 2.....	28
Gullviva	28
Gökärt.....	28

Sammanfattning

Naturbetesmarker är en av de mest artrika naturtyperna i Sverige men har under de senaste hundra åren blivit allt färre och mer fragmenterade i det svenska landskapet. För att motivera markägare att öppna upp igenväxta och övergivna marker delas det ut bidrag varje år för att markerna skall restaureras och bete eller slätter skall återinföras. Vilken långvarig effekt restaureringen har på naturbetesmarkens artdiversitet är bristfälligt utvärderad och dokumenterad. Jag har undersökt hur reproduktionen hos två vanliga gräsmarksarter, gökärt (*Lathyrus linifolius*) och gullviva (*Primula veris*), påverkas beroende på om betesmarken är eller har varit övergiven. Frön från tre olika markkategorier samlades in; kontinuerligt betade, övergivna och restaurerade. Jag testade tre hypoteser:

1. Reproduktionen hos gullviva och gökärt är högst i kontinuerligt betade marker och lägst i övergivna, igenväxta, marker.
2. Bland de restaurerade markerna ökar frösättningen med tid sedan restaurering.
3. Landskapsvariabler (proportion betesmark, åkermark, lövskog inom en och fem kilometer samt avstånd till närmsta betesmark) har påverkan på arternas frösättning. Hög andel betesmark i omgivande landskap och kort avstånd till närmsta betesmark har positiv påverkan på frösättningen medan hög andel åkermark och lövskog har negativ påverkan.

För att testa ovanstående hypoteser undersöktes även om arternas marktäckningsgrad, betesmarkens storlek och andelen fröherbivorer i gökärtens baljor har påverkan på frösättningen. Två olika statistiska analyser användes för att hitta signifikanta samband; regressionsanalys och ANOVA-analys. Slutsatserna som drogs utifrån de statistiska analyserna är följande:

1. ANOVA-analysen visade att de undersökta arternas reproduktion inte skiljer sig mellan markkategorierna, vilket tyder på att en mark som varit övergiven i 10-50 år troligen inte har varit utan hävd tillräckligt länge för att pollinatörerna skall börja minska i förekomst. Därmed kan ingen negativ effekt på reproduktionen urskiljas hos de studerade arterna i de övergivna markerna. I sin tur leder detta till att det inte går att se någon större positiv effekt på de studerade arternas reproduktion i de restaurerade markerna, vilket visade sig i studien genom att antalet år som passerat sedan restaurering inte hade någon signifikant påverkan på frösättningen.
2. Mängden åkermark inom en kilometer har statistisk påverkan på de båda undersökta arternas frösättning. Gökärtens påverkas negativt och gullvivan positivt av en stor andel närliggande åkermark. Detta skulle kunna bero på att gullvivan möjligen delar pollinatörer med vissa åkergrödor, som raps, medan gökärtens är mer beroende av pollinatörer som lever i barrskogsområden.
3. De undersökta arternas marktäckningsgrad påverkar frösättningen hos båda arterna och betesmarkens areal har en positiv påverkan på gullvivans frösättning. Resultatet kan bero på att gullvivan pollineras av insekter som är generalister, vilket innebär att en stor mängd blommor, oavsett art, lockar till sig många pollinatörer. En stor mark innehåller fler blommor än en liten och därmed fler insekter som kan pollinera gullvivan. Gökärtens pollinatörer är möjligen mer specialiserade och en stor marktäckningsgrad lockar till sig en hög abundans av dessa pollinatörer vilket gynnar artens frösättning.

Abstract

Semi natural grasslands are one of Sweden's most species-rich habitats but during the last hundred years they have become fewer and more fragmented in the Swedish countryside. Annually grants are distributed in order to motivate landowners to open up abandoned and overgrown pastures and begin grazing and mowing them again. The lasting effects of restoration on the species diversity of semi-natural pastures are poorly evaluated and documented. I have examined how the reproductive rate of two common grassland species, bitter vetch (*Lathyrus linifolius*) and cowslip (*Primula veris*) are affected depending on whether the pasture is, or has been abandoned. Seeds were collected from three different categories of pastures; continuously grazed, abandoned and restored. I tested three hypotheses:

1. The reproduction of cowslip and bitter vetch is highest in continuously grazed pastures, and lowest in abandoned, overgrown ones.
2. Among restored pastures, seeding increases with the time elapsed since restoration.
3. Landscape variables (proportion of pasture, cropland and deciduous forest within one and five kilometers and the distance to the closest grassland) have impact on the seeding of the studied species. Large proportions of pastures and short distance to closest grassland have a positive effect on the seeding of the species and large proportions of cropland and deciduous forest have a negative effect.

To test the hypotheses, the species ground coverage, pasture size and the proportions of seed herbivores were investigated. Two statistical tests were used to find significant correlations: regression analysis and ANOVA analysis. The conclusions that could be drawn from the statistical analyses were the following:

1. The ANOVA-analysis revealed that the reproduction of the studied species did not differ between the different categories of pastures. This suggests that a grassland which has been abandoned for 10-50 years, has not yet been abandoned so long that the pollinators should begin declining in number. Thus, no negative effects on the reproduction of the studied species in abandoned pastures can be observed. As a consequence, no significant positive effects on the reproduction of the studied species in restored pastures can be observed – which explains why the number of years since restoration had no significant effect on the seeding.
2. The amount of cropland within one kilometer had a statistic effect on the seeding of both studied species. A large proportion of cropland had a negative effect on the reproduction of bitter vetch, while as it had a positive effect on cowslip. An explanation to this could be that the cowslip perhaps shares pollinators with some other crops, such as rape, while as bitter vetch is more dependent on pollinators living in coniferous forests.
3. The ground coverage of the studied species affects their seeding and the areal of the pasture has a positive impact on the seeding of cowslip. The explanation to this could be that the insects that pollinate cowslip are generalists. A large area of grassland contains a larger amount of flowers than a small area –and thus a greater amount of insects that pollinate the cowslips. The insects pollinating bitter vetch may be more specialized than the ones pollinating cowslip, which means that great ground coverage attracts a great amount of specialist pollinators, which favors the seeding of bitter vetch.

Introduktion

Med mer homogena landskap och minskande andel småskaliga jordbruk försvinner och fragmenteras många miljöer som tidigare var vanliga i det svenska mosaiklandskapet. Marktyper som våt- och betesmarker minskar i förekomst och med dem även habitat och arter som är knutna till dessa (Olsson 2008). Idag finns endast 200 000 hektar naturbetesmark i Sverige, vilket innebär en minskning med 90 % sedan början av 1900-talet (Ekstam och Forshed 2000). När gräsmarker överges resulterar det ofta i en minskning i artantal, både hos växter och hos djur (Pykälä 2005a). Många viktiga pollinerande insekter är bundna till de habitat som betesmarker utgör, vilken vikt dessa insekter har för jordbruket och pollineringen av olika ekonomigrödor är okänd.

De senaste åren har allt fler gamla, övergivna betesmarker restaurerats genom att sly, buskar och träd har röjts bort och markerna återigen har börjat betas eller slå. Dock finns lite dokumenterat om effekterna av detta (Pykälä 2005b). För att undersöka restaureringens påverkan på arter knutna till gamla betesmarker har jag studerat reproduktionen hos två vanliga betesmarksarter, gökärt (*Lathyrus linifolius*) och gullviva (*Primula veris*). En framgångsrik reproduktion hos dessa två arter är beroende av pollinatörernas aktivitet i området. Genom att räkna antalet frön hos växterna kan en uppskattning göras av hur pass lyckad reproduktionen är och kanske därmed även pollinatörernas förekomst.

Bakgrund

På 1800-talet låg åkrar och våtmarker som öar i landskapet, omgivna av betesmarker (Olsson 2008). Under den agrara revolutionen (1850 till 1900) fick jordbrukstekniken sitt stora uppsving och med de ökande skördarna och en högre produktivitet per boskap tilläts många betesmarker växa igen (Cserhalmi 2002). Idag är betesmarkerna ofta fragmenterade och isolerade, omgivna av åkermark (Olsson 2008).

I inventeringar av naturbetesmarkers flora har det funnits att betade naturbetesmarker kan rymma över 40 olika växtarter (Olsson 2008), vilket gör betesmarker till ett av de mest artrika habitaterna i Nordeuropa. I Sverige innehåller dessa gräsmarker många specialister och endemiska arter, vilka är först att försvinna när markerna överges (Lindborg och Eriksson 2004). Flera insektsarter är beroende av gräsmarksväxter och studier har visat att mångfalden av blombesökande insekter minskar snabbt när en tidigare betad mark börjar växa igen (Öckinger et al. 2006a, 2006b). Samtidigt är flera gräsmarksväxter långlivade och kan finnas kvar lång tid efter att marken slutat betas. Eftersom många växter är beroende av blombesökande insekter för att pollineras kan detta få konsekvenser för växternas reproduktion, en så kallad utdöendeskuld bildas då populationens individer blir allt äldre utan att reproducera sig (Hedin 2003). Insekter har däremot lättare att röra sig mellan marker vilket gör att deras spridningsförmåga är bättre än de flesta växters och insekter skulle därmed kunna förväntas ha lättare att återkolonisera restaurerade marker.

För att hindra att succession sker på naturbetesmarker krävs det störningar, som att marken betas eller slå (Olsson 2008). När marken inte längre utsätts för störning blir resultatet att ett fåtal arter tar över, ofta högvuxna gräs eller örtväxter samt träd och buskar (Kahmen och Poschold 2004). Ökande trädäckning har en negativ effekt på totala antalet växtarter och antalet ovanliga gräsmarksarter (Öckinger et al. 2006a). Successivt försvinner eller byts gräsmarksväxterna ut mot andra, vanligare arter, vilket på sikt påverkar den regionala artpoolen (Pykälä 2005a). Hur lång successionstid marker har varierar kraftigt mellan olika platser, bland annat påverkar förnadjupet hur

lätt träd och buskar har att etablera sig (Pykälä 2005a). Det går inte heller att dra generella slutsatser om hur länge gräsmarksarter blir kvar på marken när hävden upphör då detta beror på många olika faktorer (Lindborg och Eriksson 2004). Dock sker vanligtvis den största minskningen i artantal under de första tio åren efter att marken övergivits för att sedan plana ut. Nästa minskning sker igen efter 35-40 år vilket skulle kunna kopplas till utdöendeskuld (Pykälä 2005a). Det är speciellt småväxta arter, ofta anpassade till att bli betade, som är mest känsliga för att marken överges (Pykälä 2005a).

Inte alla gräsmarksarter svarar negativt på att växtligheten förändras. Vissa fågel-, insekts- och fjärilsarter gynnas av högre växtlighet (Öckinger et al. 2006a, Lindborg och Eriksson 2004). Buskar och träd kan även ha en positiv påverkan på markväxtligheten, men bara till en viss gräns (Olsson 2008). Fjärilar, vilka kan vara avgörande pollinatörer för många gräsmarksarter, reagerar ofta väldigt kraftigt på förändringar i den omgivande miljön (Öckinger et al. 2006b). Antal träd verkar ha en avgörande roll för deras överlevnad och enligt studier så har antalet fjärilsarter varit lägst i marker där täckningen av träd varit stor (Öckinger et al. 2006b). Arter som inte bara lever i betesmarker utan även i andra habitat har större chans att klara sig, dock är många av odlingslandskapets arter beroende av just den sortens habitat som betesmarker utgör (Olsson 2008).

Med nätverk som Natura 2000 har ögonen öppnats för marktyper som håller på att försvinna i landskapet. För att motivera markägare att hålla landskapet öppet delas det varje år ut bidrag från myndigheter som skall stödja en inte alltid så vinstdrivande verksamhet. Med bidragen som en morot restaureras allt fler igenväxta betesmarker och de senaste 20 åren har antalet restaurerade naturbetesmarker ökat (Lindborg och Eriksson 2004). Övergivna marker öppnas upp genom att träd och buskar som koloniserat marken huggs ner. För att öka gräsmarksarternas chans att komma tillbaka bränns ibland grässvålen upp så nya öppna ytor skapas (Lindborg och Eriksson 2004). Vilka marker som bör restaureras samt när i successionsutvecklingen restaurering bör göras för att nå bäst resultat diskuteras (Lindborg och Eriksson 2004). Vissa studier visar att de första fem åren efter att marken övergivits är kritiska då dessa successionsprocesser inte har hunnit gå så långt (Öckinger et al. 2006a). Andra studier understryker att det inte gör någon större skillnad om marken varit övergiven 50 eller 100 år innan restaurering (Olsson 2008).

Var marken befinner sig geografiskt, och hur landskapet kring marken ser ut, spelar stor roll för hur lyckad restaureringen kommer att bli (Olsson 2008, Huxel och Hastings 1999). Det kan skilja mycket mellan olika regioner, till exempel kräver fjärilsarter olika vegetationshöjder i olika klimatzoner beroende av temperaturen i området (Pöyry et al. 2005). Huxel och Hastings (1999) anser att markens placering i landskapet har större betydelse för restaureringens framgång än både habitatminskning och isolering i sig. Många marker förblir utan vissa arter långt efter restaurering för att det fattas spridningskorridorer eller för att marken fungerar som populationssänka (Huxel och Hastings 1999, Cain et al. 2008). Ett fåtal stora marker, istället för många mindre, är inte att föredra om arten är störningskänslig och området ofta utsätts för påfrestningar då risken är stor att ett utdöende kommer att få mycket stora konsekvenser (Huxel och Hastings 1999).

Positiva effekter på artrikedomen kan upptäckas rätt snart efter restaurering, studier visar en linjär ökning mellan antal arter och tid (Olsson 2008) och artkompositionen på olika marker blir allt mer lika med tiden efter restaurering (Cousins och Lindborg 2008). Ovanliga, kortlivade betesmarksarter, som ofta är konkurrenssvaga har svårare att återetablera sig (Lindborg och Eriksson 2004, Olsson 2008). Vissa arter har lättare att sprida sig till marken och kan komma tillbaka när koloniserings-

tillfälle ges (Öckinger et al. 2006a), andra arter har lyckats överleva successionen efter övergivningen och kan åter bilda beståndskraftiga populationer (Olsson 2008). Spridningshinder anses vara den mest begränsande faktorn (Cousins och Lindborg 2008) men restaureringens effekter beror även på olika landskapsvariabler, tidigare skötsel av marken och förekomsten av fröbanker (Lindborg och Eriksson 2004). Cirka hälften av växtarterna i betesmarken producerar frön till fröbanker, ovanliga gräsmarksarter är ofta underrepresenterade (Lindborg och Eriksson 2004). En annan faktor som avgör är hur stor utdöendeskuld som förekommer på marken (Öckinger et al. 2006a).

För att öka chansen att få tillbaka den historiska naturbetesmarken som den såg ut tidigare bör marken antingen slås eller betas (Öckinger et al. 2006a). Dock har slåtter och betande djur väldigt varierande påverkan på olika arter. För högt betetryck kan ha negativ påverkan på artrikedomen då blomningen störs vilken i sin tur leder till minskat antal blombesök av pollinatörer. Många pollinatörer gynnas av sent betessläpp eftersom dessa marker ofta har hög blomtätthet (Olsson 2008). Högt betetryck innebär dock mycket tramp av boskap som kan leda till att nya öppna ytor skapas där konkurrenssvaga arter kan slå sig ner (Olsson 2008). Studier visar även att beaktning bör tas till vilka djur som betar, då både växter och fjärilar verkar svara sämre på fårens betande än nötkreaturens (Öckinger et al. 2006a). Nötkreatur betar mer allsidigt och inte så nära marken vilket innebär fördelar för många växter (Pykälä 2005b).

Kunskapen om restaureringens effekter på betesmarker i nordeuropeiska länder är relativt liten, det finns inte heller speciellt mycket information dokumenterad av markägare (Pykälä 2005b). Då pollinering av ekonomigrödor eventuellt skulle kunna gynnas av betesmarkens artrikedom är det intressant att studera dess effekter och indikatorarter skulle kunna vara ett sätt att utvärdera dessa (Huhta 2001). Genom att använda indikatorarter så kan ett intryck skapas av huruvida arter minskar eller ökar på en mark (Lindborg et al. 2005) och på detta sätt kan markskötselns påverkan mätas på lång sikt.

Studerade arter

För att få möjlighet att göra en jämförande studie undersöks en baljväxt; gökärt (*Lathyrus linifolius*, tidigare *L. montanus*), och en viveväxt; gullviva (*Primula veris*). Båda arterna är vanligt förekommande på gräsmarker som naturbetesmarker, är insektpollinerade och antas vara missgynnade av upphörd hävd. Dessutom blommar gökärten och gullvivan ungefär samtidigt vilket gör det lättare att genomföra fältdelen av studien under en kortare tidsperiod på försommaren.

Gökärten är en flerårig ärtväxt tillhörande familjen *Fabaceae* och blommar maj, juni (Mossberg 1992). Den förekommer främst i södra Sverige och var tidigare mycket vanlig men har under senare år minskat i förekomst. Minskningen tros till stor del bero på den minskande habitatförekomsten. Gökärten växer ofta i backar på hårda och magra skogs- och hedmarker (Krok och Almquist 2007, Lindman 1974). Varje växtindivid får tre till sex blommor (Mossberg 2007).

Gullvivan ingår i familjen *Primulaceae*, viveväxter (Krok och Almquist 2007). Även gullvivan är en flerårig ört där en individ vid gynnsamma förhållanden kan bli upp till 40 år (Olsson 2008). Gullvivan växer helst på näringsfattiga gräsmarker och förekommer mellan Spanien och östra Asien (Brys et al. 2004). Varje individ har en blomstjälk med fem till 15 gula blommor (Brys et al. 2004). Blommorna slår ut i april, maj (Mossberg 1992).

Kunskapen om pollineringen av de undersökta arterna skiljer sig mycket. Gullvivan, som är relativt välstuderad, förökar sig i huvudsak sexuellt med korsbefruktning av insekter (Olsson 2008), men kan även föröka sig vegetativt (Brys et al. 2004). Frösättningen är strikt beroende av insektpollinering och studier visar att det framförallt är humlor (*Bombus spp.*) (Kéry et al. 2000) och fjärilar som är viktiga (Wu och Zhang 2010, Brys et al. 2004). Gökärten däremot nämns vanligtvis då fröpredation diskuteras och arten är betydligt mindre studerad än gullvivan. Enligt Tommy Lennartsson, forskare vid Centrum för biologisk mångfald, Sveriges lantbruksuniversitet, saknar gökärten troligen specifika mekanismer för självpollination vilket gör den beroende av pollinatörer. Eftersom de flesta ärtväxter som har kraftiga blommor kräver pollinering av bin och humlor som orkar trycka sig in i den slutna blomman, är det troligen likadant med gökärtens blommor (Lennartsson 2012). Enligt Anders Nilsson, professor emeritus på Evolutionsbiologiskt centrum på Uppsala universitet, liknar gökärtens pollinering gulvialens (*Lathyrus pratensis*) och kräver insektsbesök innan pollenkornet kan gro. Det är framförallt humlor och i synnerhet åkerhumla (*Bombus pascuorum*) och ängshumla (*B. sylvarum*) som är vitala för frösättningen (Nilsson 2012). Det finns även några arter av bin som besöker gökärten, vialsandbi (*Andrena lathyri*) som ofta uteslutande pollinerar just gökärt, samt lundmurarbin (*Osmia pilicornis*) och långhornsbin (*Eucera longicornis*) (Nilsson 2012). Troligen besöks gökärten även av fjärilar, vilka dock inte är speciellt effektiva pollinatörer av arten (Nilsson 2012).

Det är svårt att utvärdera restaureringens effekter av en igenvuxen mark efter bara några år. Trots att positiva effekter på artrikedomen kan visas rätt snart efter restaureringen kan det ta mycket lång tid innan ovanliga, kortlivade arter har återetablerat sig (Lindborg och Eriksson, 2004). Hur lätt arterna har att återkolonisera markerna beror på flera olika faktorer som konkurrenskraft och andra faktorer som är avgörande för dess spridning. I studien undersöktes tre olika markkategorier; kontinuerligt betade, igenväxta och restaurerade. Vilken av markkategorierna som teoretiskt borde ha störst förekomst av gökärt och gullviva kan diskuteras. Undersökningar visar att artdiversiteten generellt är högre i kontinuerligt betade marker än i restaurerade (Lindborg och Eriksson 2004). Dock är konkurrensen i kontinuerligt betade och igenväxta marker hög, något som kan missgynna de båda arterna. I nyligen restaurerade marker har arter som är generalister med stor spridningsförmåga lättare att återetablera sig. Teoretiskt bör då frekvensen av gökärt och gullviva vara störst i nyligen restaurerade marker, eftersom ingen av de båda arterna är specialister i speciellt stor utsträckning. En annan teori är att viktiga pollinatörer saknas i nyligen restaurerade marker efter att ha missgynnats av igenväxning och ännu inte hunnit återkolonisera markerna efter restaureringen. Denna teori innebär att reproduktionen bör vara mest gynnsam i de kontinuerligt betade markerna. Teorin bygger på att pollineringen antingen ökar eller minskar med ökad blomabundans. Om det krävs en viss mängd resurser för att upprätthålla populationer av specialiserade pollinatörer ökar pollineringen, eller om pollinatörerna lockas till platser med hög täthet av gullviva. Minskar gör den om blommorna konkurrerar om de pollinatörer som finns på marken.

Hypoteser

För att hitta kritiska faktorer som påverkar gökärtens och gullvivans reproduktion undersöktes följande tre hypoteser:

1. Reproduktionen hos gullviva och gökärt är högst i kontinuerligt betade marker, och lägst i övergivna, igenväxta, marker.
2. Bland de restaurerade markerna ökar frösättningen med tid sedan restaurering.
3. Landskapsvariabler (proportion betesmark, åkermark, lövskog inom en och fem kilometer samt avstånd till närmsta betesmark) har påverkan på arternas frösättning. Hög andel betesmark och kort avstånd till närmsta betesmark har positiv påverkan på frösättningen medan hög andel åkermark och lövskog har negativ påverkan.

Metod

18 betesmarker runt om i Uppland och Västmanland studerades. Markerna valdes utifrån en parallell studie och var indelade i tre olika kategorier efter hur de sköttes och betades (Winsa, opublicerat material). Kategorierna var kontinuerligt betade, övergivna samt restaurerade marker och omfattade sex platser vardera. I kategorin innehållande restaurerade marker hade platserna varit betade mellan ett och fyra år. Graden av igenväxning hos de övergivna markerna varierade kraftigt och alla hade slutat betas för ungefär 10 till 50 år sedan. Storleken på de studerade markerna varierade mellan 0,79 och 5,37 hektar. De djur som betade var nötkreatur, får och häst. Betesläppet varierade mellan vecka 18 och 25. För specifik information om markerna se Appendix 1. Samtliga marker besöktes mellan den 13 och 26 juni 2011 då gökärten och gullvivan skall ha blommat över och producerat frön. På varje mark samlades frön från båda arterna.

För att testa hypoteserna undersöktes även hur arternas marktäckning, betesmarkens storlek och andelen fröerbivorer i gökärterns baljor påverkade resultatet. Resultatet analyserades sedan statistiskt med hjälp av två olika statistiska analyser för att hitta signifikanta samband, regressionsanalys och ANOVA-analys.

Insamling av frön

Från varje mark samlades frön från 20 växtindivider. Från varje planta samlades två frökapslar (gullviva) eller baljor (gökärt). Den understa, alternativt den senast överblommade kapseln/baljan plockades. De marker där förekomsten av någon av arterna var mindre än 20 individer samlades frön från samtliga individer in. Om abundansen av arterna var stor lades transekter jämt fördelade över betesmarken. Avståndet mellan varje provtagning anpassades efter hur många individer som fanns på betesmarken. Transekternas syfte var att undvika att insamlingen skedde selektivt. Efter insamling hölls varje individs frökapslar/baljor separerade.

Medelvärdet i antal frön per individ räknades ut för varje betesmark. För att få ett mått på vilken framgång reproduktionen nått räknades både befruktade frön och obefruktade fröämnen hos gökärten, se Bild 1. Antalet befruktade frön visar hur individen lyckats med att producera de frön som den satsat på. Procentandelen befruktade frön berättar istället hur stor framgång individen haft vid befruktningen. Detta kan ge en uppfattning om hur mycket blombesök individen haft. Endast de utvecklade fröna räknades hos gullvivan, se Bild 2.



Bild 1. Två gökärtsbaljor. De befruktade och utvecklade fröna är lätta att skilja från de obefruktade.



Bild 2. Gullvivans frökapsel med utvecklade frön.

Marktäckning

Respektive arts marktäckning inom varje betesmark uppskattades enligt en logaritmisk skala, se Tabell 1. Täckningen klassades för att kunna användas i de statistiska analyser som gjordes senare i studien. Hela marken togs i beaktning vid täckningsuppskattningen. Två regressionsanalyser gjordes på arternas marktäckning, dels täckningsuppskattning och dels täckningsandel. Då arternas täckning delvis beror på markens storlek användes nedanstående ekvation för att räkna ut arternas täckningsandel för respektive mark.

Ekvation

1:

Landskapsanalys

Många studier visar att det omgivande landskapet kan ha en stor påverkan på pollinatörernas förekomst på betesmarken och olika arters reproduktion. För att uppskatta landskapets påverkan på de studerade arterna gjordes en landskapsanalys där olika landskapsvariabler undersöktes, se Tabell 2. Även avståndet till närmsta betesmark studerades. Variablerna valdes utifrån samma parallellstudie som nämns ovan (Winsa, opublicerat material). Många av landskapsvariablerna antogs vara korrelerade med varandra, därför gjordes en korrelationsanalys så att variabler med stark korrelation med andra variabler sorterades bort. Korrelationsanalysen visade att barrskog och åkermark var starkt negativt korrelerade inom både en och fem kilometer. Barrskog och lövskog var starkare korrelerade än åkermark och lövskog inom fem kilometer. Därför togs barrskog bort medan lövskog och åkermark behölls för de statistiska analyserna. Se Appendix 1 för information om landskapsvariablerna.

Tabell 1. Omvandlingstabell för arternas marktäckning, från uppskattad täckning (m²) till klassningen som användes i statistiska analyserna.

Uppskattad täckning	Klassning
<1m ²	0,5 m ²
1-5 m ²	2,5 m ²
5-10 m ²	7,5 m ²
10-50 m ²	25 m ²
50-100 m ²	75 m ²
>100 m ²	100 m ²

Tabell 2. De olika landskapsvariablernas olika minimum-, medel- och maximumvärden.

Landskapsvariabel	Proportionen inom 5 km			Proportionen inom 1 km		
	Min.	Medel	Max.	Min.	Medel	Max.
Åkermark	0,090	0,351	0,090	0,012	0,442	0,897
Lövskog	0,000	0,008	0,029	0,000	0,020	0,063
Barrskog	0,133	0,447	0,716	0,034	0,389	0,744
Betesmark	0,004	0,017	0,027	0,000	0,032	0,159

Fröherbivorer

Predation är vanligtvis en naturlig del av växters livscyklar. Gullvivans främsta herbivorer är betande djur. Genom att använda medelvärden för det totala antalet insamlade frön från marken tas hänsyn till att vissa marker har färre individer än andra då dessa kan ha blivit uppätta. Gökärten däremot angrips ofta av larver som nyttjar dess frön som föda. För att undersöka om larverna har någon påverkan på gökärtens frösättning räknades antalet baljor med förekomst av fröherbivorer. Herbivoreernas förekomst undersöktes utifrån olika variabler, om ett samband kunde hittas mellan de olika variablerna och fröherbivoreernas förekomst skulle slutsatser möjligen kunna dras angående gökärtens preferenser för lyckad reproduktion. Eftersom larvernas spridning kan bero på det omgivande landskapet analyserades deras förekomst mot samma landskapsvariabler som tidigare nämnts, se Tabell 2. Även andra variabler som markens storlek, artens marktäckning och de restaurerade markernas ålder undersöktes för att finna eventuell koppling till fröherbivoreernas förekomst. För att undersöka om andelen angripna baljor varierar med markkategori gjordes en ANOVA-analys, för resterande variabler användes regressionsanalys. Ekvation 2 användes för att få en normalfördelning av baljor med förekomst av fröherbivorer.

Ekvation 2:

— där X = andel baljor med fröherbivorer

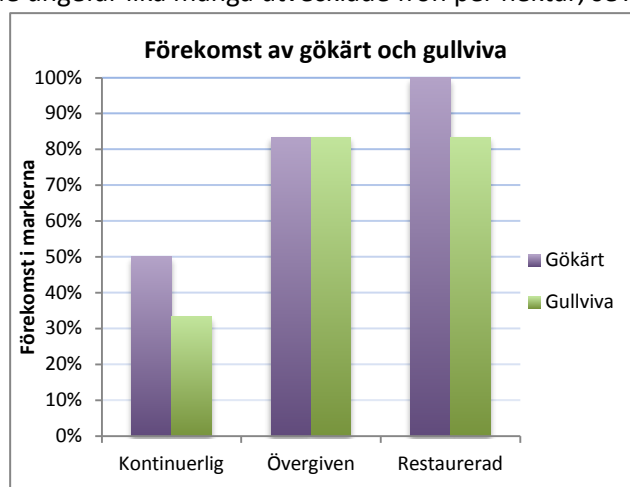
Statistiska analyser

Minitab 16 användes för regressionsanalys (för att upptäcka samband mellan olika variabler och frösättning), korrelationsanalys och ANOVA-analys (för att testa skillnader i frösättning mellan de olika kategorierna av marker). ANOVA-analysen gjorde det möjligt att ta hänsyn till fler variabler åt gången vilket lämpade analysen till detta syfte.

Resultat

Förekomst av arterna

Förekomsten av gökärt och gullviva varierade på de 18 markerna, både totalt och inom varje markkategori, se Figur 1. Gökärt förekom på fler marker än gullviva, 14 mot 12, och det var endast på en mark som enbart gullviva hittades, se Appendix 1. På två av markerna, båda kontinuerligt betade, förekom ingen av arterna. Sammanlagt räknades 4453 stycken gökärtfrön och 17 909 stycken gullvivefrön. För gökärt fanns största totala antalet frön per hektar i de övergivna och restaurerade markerna och betydligt lägre antal i de kontinuerligt betade markerna. Gullviva hade större totalt antal utvecklade frön i de övergivna markerna medan de kontinuerligt betade och restaurerade markerna hade ungefär lika många utvecklade frön per hektar, se Appendix 2.



Figur 1. Förekomsten av gökärt och gullviva i de olika markkategorierna. Totalt studerades 18 marker, 6 marker per kategori.

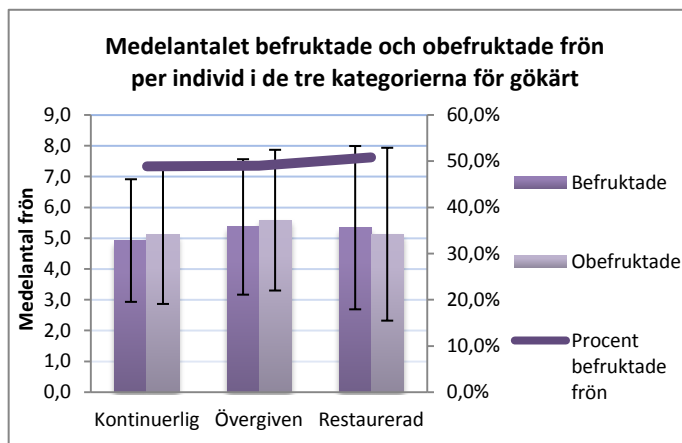
Betespåverkan, kategoriindelningen och markens ålder

För gökärt fanns det ingen signifikant skillnad i medelantal befruktade frön per individ mellan restaurerade, kontinuerligt betade och igenväxande marker, och inte heller någon större skillnad i den procentuella fördelningen befruktade frön per individ mellan kategorierna. Däremot varierade antalet frön mellan marker inom varje kategori, se Figur 2. I de kontinuerligt betade markerna låg både medelantalet befruktade och obefruktade frön per individ mellan 4 och 6. I de övergivna markerna var spridningen av befruktade frön mindre, mellan 4,8 och 5,8 per individ, medan medelantalet obefruktade frön låg mellan 5 och 6,5. I de restaurerade markerna, vilket även var den kategori som innehöll flest antal marker med förekomst, låg medelantalet befruktade frön mellan 4,4 och 6,2 och medelantalet obefruktade frön mellan 4,5 och 6 per individ. Andelen befruktade frön hos gökärt var runt 50 % för samtliga markkategorier.

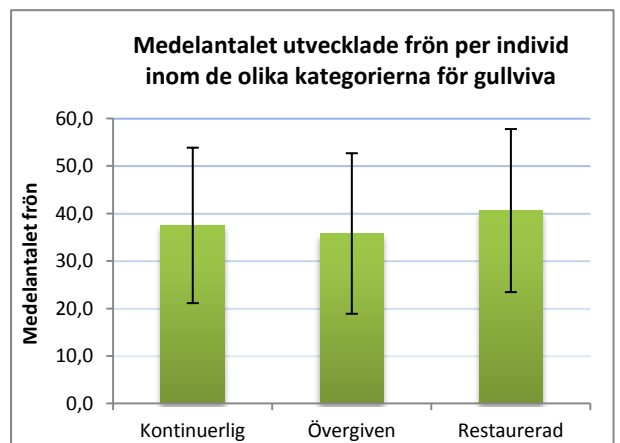
För gullviva varierade inte medelantalet frön per individ nämnvärt mellan de olika kategorierna, se Figur 3. Den mark som hade lägst medelantal befruktade frön per individ var en övergiven mark (21 frön) och den som hade högst var en restaurerad mark (46,2 frön). I de kontinuerligt betade markerna varierade medelantalet befruktade frön per individ mellan 31 och 44, dock innehöll denna markkategori minst antal marker med förekomst av gullviva. Spridningen i medelantal utvecklade frön per individ i de övergivna markerna var mellan 21 och 41,7 och i de restaurerade markerna var spridningen mellan 25 och 46. Eftersom de obefruktade fröämnen är svåra att räkna hos gullviva så uteslöts dessa ur studien.

Den ANOVA-analys som gjordes för att finna eventuella samband mellan markernas skötsel, det vill säga kategorierna (kontinuerligt betad, övergiven, restaurerad), och frösättning (medelantalet frön per individ), visade ingen signifikans för vare sig gökärten ($p=0,684$ för medelantal befruktade frön och $p=0,787$ för procent befruktade frön) eller för gullvivan ($p=0,795$).

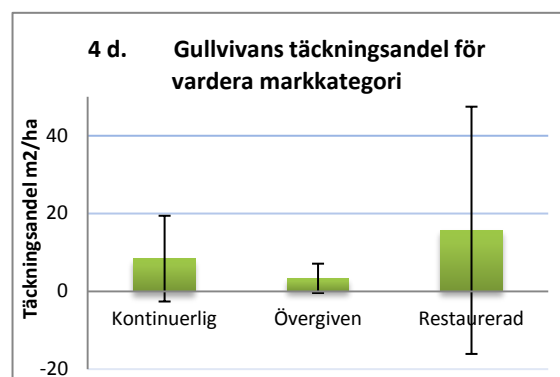
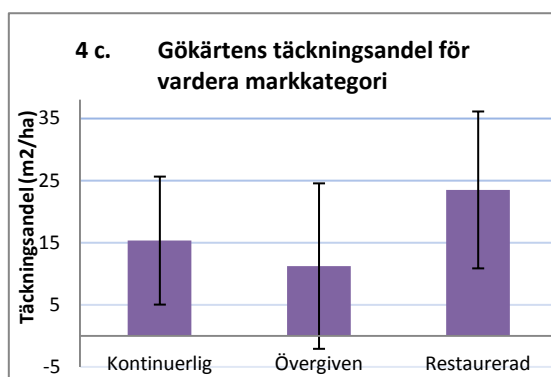
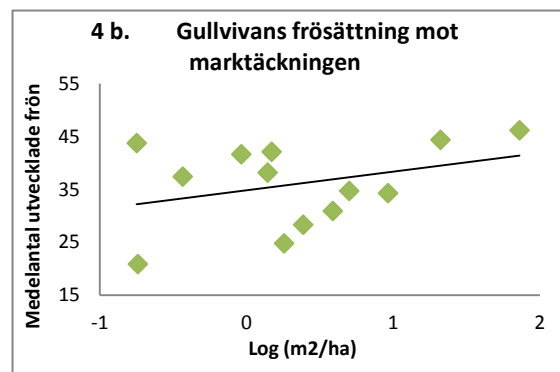
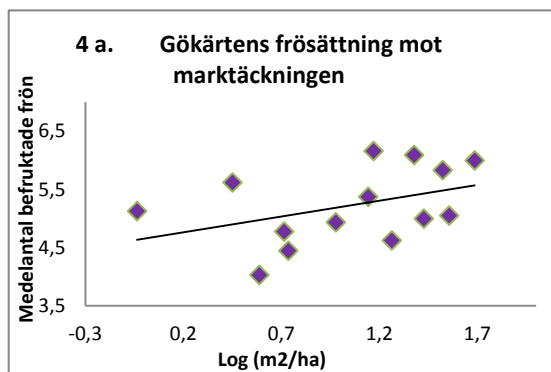
Hur länge de restaurerade markerna varit betade hade enligt regressionsanalysen ingen påverkan på frösättning för någon av arterna. För gökärten undersöktes både medelantalet befruktade frön per individ och per mark ($p=0,320$) och procent befruktade frön per mark ($p=0,413$). För gullvivan var p-värdet 0,527 då medelantalet befruktade frön per individ undersöktes, värdet ligger långt ifrån signifikans.



Figur 2. Medelantalet obefruktade och befruktade frön per individ samt andelen befruktade frön för vardera markkategori. Felstaplarna visar standardavvikelsen.



Figur 3. Medelantalet utvecklade frön per individ för vardera markkategori. Felstaplarna visar standardavvikelsen.



Figur 4 a. och 4 b. visar ett positivt samband mellan täckningsandelen och medelantalet befruktade/utvecklade frön per individ hos gökärten respektive gullvivan. Figur 4 c. och 4 d. illustrerar gökärtens respektive gullivans täckningsandel för vardera markkategori. Felstaplarna visar standardavvikelsen.

Marktäckningsuppskattning och markens storlek

Mängden växtindivider skiljde stort mellan markerna. För gökärten skiljde det även kraftigt i hur långt individer på olika marker kommit i utveckling. På vissa marker hade gökärten precis slagit ut sina blad och på andra hade den blommat över sedan veckor tillbaka.

Regressionsanalyserna visade nästan signifikans för gökärten när marktäckningens påverkan på försättningen undersöktes, både täckningsuppskattningen ($p=0,061$ för medelantal frön per individ och $p=0,111$ för procentandel befruktade frön per individ) och täckningsandelen ($p=0,080$ för medelantalet frön per individ och $p=0,058$ för procentandel befruktade frön per individ) låg nära signifikansnivå. Figur 4a visar frösättningen mot täckningsandelen för gökärten där ett svagt positivt samband kan tydas mellan frösättning och marktäckning.

För gullvivan visade inte de statistiska analyserna något tecken på att täckningsandelen skulle ha en påverkan på frösättningen ($p=0,121$ för medelantalet utvecklade frön per individ). Vid analys av täckningsuppskattning istället för täckningsandel var dock p-värdet 0,068 vilket är relativt nära signifikans. Figur 4b visar ett eventuellt samband mellan medelantalet utvecklade frön gullvivans marktäckning.

Enligt ANOVA-analysen fanns det inte något samband mellan täckningsandelen ($p=0,395$) och markkategorin eller täckningsuppskattningen ($p=0,298$) och markkategorin för gökärten, se Figur 4c. Inte heller för gullvivan fanns det något statistiskt samband mellan markkategori och täckningsuppskattning ($p=0,671$) eller täckningsandel ($p=0,655$), se Figur 4d.

Arternas täckning sattes som respons mot markernas storlek. Inget statistiskt samband fanns mellan gökärtens täckningsandel och markarealen ($p=0,502$) men det finns ett möjligt statistiskt samband mellan medeltäckningen och markarealen ($p=0,095$). Inget statistiskt samband fanns dock för gullvivans täckning mot arealen, varken medeltäckningen ($p=0,916$) eller täckningsandelen ($p=0,571$) visade ett signifikant samband.

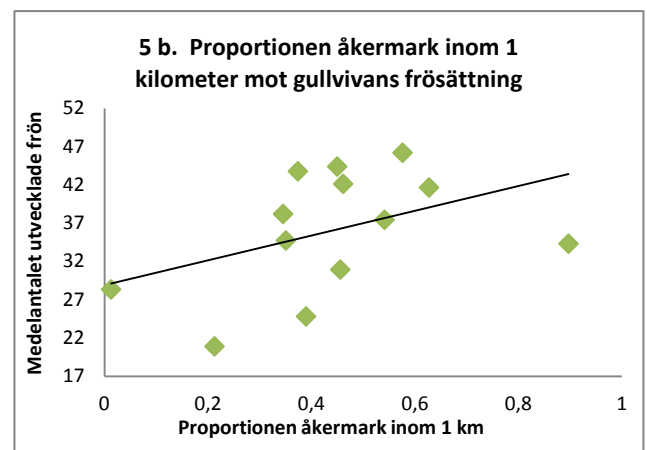
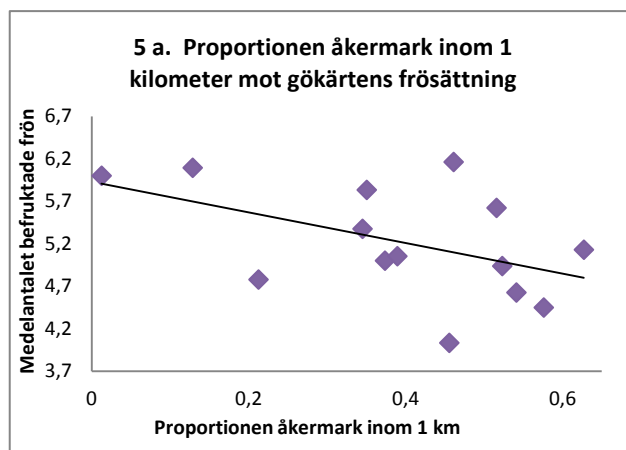
Enligt de statistiska analyserna fanns det inget samband mellan markens storlek och frösättningen hos gökärten, varken för andelen befruktade frön per individ ($p=0,688$) eller antalet befruktade frön per individ ($p=0,264$). Gullvivan däremot hade vid den statistiska undersökningen ett samband mellan medelantalet utvecklade frön per individ och markens storlek ($p=0,048$).

Landskapsanalys

Olika landskapsvariabler undersöktes, se Tabell 2. Endast en av de undersökta landskapsvariablerna hade en signifikant effekt på frösättningen, både för gökärt och gullviva. Proportionen åkermark inom en kilometer har en statistisk negativ effekt på gökärtens reproduktion men en positiv effekt på gullvivans, det vill säga en stor mängd åkermark inom en kilometer från betesmarken missgynnar gökärtens frösättning samtidigt som den gynnar gullvivans, se Figur 5 a och b.

Tabell 3. Olika landskapsvariabler undersöktes i en landskapsanalys för att se om samband fanns mellan dessa och frösättningen hos gökärt och gullviva. p-värdet anger sannolikheten att det finns ett samband, +/- anger om det eventuella sambandet är positivt eller negativt.

Variabler	Signifikans		
	Gökärt		Gullviva
	Medelantal befruktade frön per individ	Procent befruktade frön per individ	Medelantal utvecklade frön per individ
Avståndet till närmsta betesmark	0,411 +	0,187 +	0,711 -
Proportionen betesmark inom 5 km	0,529 -	0,261 -	0,598 +
Proportionen betesmark inom 1 km	0,339 -	0,123 -	0,406 +
Proportionen åkermark inom 5 km	0,177 -	0,115 -	0,369 +
Proportionen åkermark inom 1 km	0,078 -	0,068 -	0,098 +
Proportionen lövskog inom 5 km	0,283 -	0,333 -	0,217 +
Proportionen lövskog inom 1 km	0,456 -	0,161 -	0,833 +



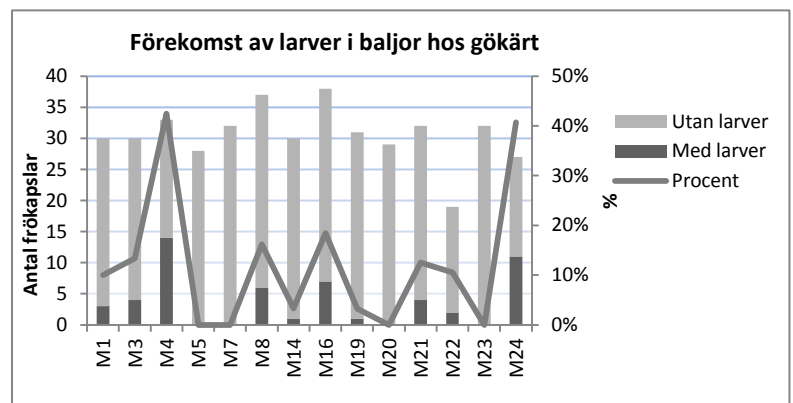
Figur 5 a. och b. Ett signifikant samband finns mellan proportionen åkermark inom 1 kilometer från betesmarken och frösättningen hos de undersökta arterna. Observera att gökärt och proportionen åkermark inom 1 kilometer har ett negativt samband medan gullvivans samband är det omvända.

Fröerbivorer

Förekomsten av fröerbivorer i form av larver i gökärtens baljor varierade mycket mellan markerna. Ibland var angreppen så pass stora att baljan fick strykas ur studien. Figur 6 illustrerar hur stor förekomsten av larver var i baljorna som plockats samt hur många baljor som plockats på varje mark. Figuren visar även hur stor andel av de studerade baljorna som hade förekomst av fröerbivorer. Ingen av markerna hade 20 individer där två baljor kunde både plockas och analyseras. Olika variabler undersöktes för att se om det fanns något samband med larvernans förekomst, se Tabell 4. Det var endast en variabel som hade en signifikant effekt på förekomsten av larver, proportionen åkermark inom en kilometer visade sig ha negativ påverkan på förekomsten.

Tabell 4. Olika variablers påverkan på förekomsten av fröerbivorer i gökärtens

Fröerbivorer på gökärt	
Oberoende variabel	p-värde
Markkategori	0,701
Areal (hektar)	0,632 +
Marktäckning	0,573 +
Ålder restaurerade marker	0,466 +
Proportionen åker inom 5 km	0,247 -
Proportionen löv. inom 5 km	0,300 -
Proportionen åker inom 1 km	0,023 -
Proportionen löv. inom 1 km	0,821 +



Figur 6. Förekomsten av fröerbivorer i gökärtens fröbaljor. Den primära y-axeln visar antalet baljor som kunde analyseras från vardera betesmark. Den sekundära y-axeln visar procentfördelningen för i hur många av de studerade baljorna som det fanns förekomst av fröerbivorer.

Diskussion

Resultaten från studien tyder inte på någon stor statistisk skillnad mellan vare sig gökärtens eller gullvivans reproduktion beroende på vilken av markkategori arterna förekommer i. Inte heller hur länge de restaurerade markerna varit betade verkar ha någon inverkan på frösättningen enligt de statistiska analyserna. Vad detta skulle kunna bero på kan diskuteras. Kanske är pollinatörerna kvar i övergivna marker längre än vad studier tidigare antagit. Eftersom de statistiska analyserna talade mot att reproduktionen skulle vara störst i kontinuerligt betade marker är det troligast att en mark som varit övergiven i 10-50 år inte har varit utan hävd tillräckligt länge för att pollinatörerna skall börja minska i förekomst. Därmed kan ingen negativ effekt urskiljas hos de studerade arternas reproduktion i övergivna marker. I sin tur leder detta till att det inte går att se någon större positiv effekt hos de studerade arternas reproduktion i de restaurerade markerna. Om de övergivna markerna varit utan hävd i hundra år, snarare än 50, kanske en större effekt skulle kunna ses i reproduktionsframgången.

En variabel som kan ha signifikant påverkan för gökärtens frösättning är hur stor täckning (m^2) arten har på marken. Täckningsandelen (m^2 per hektar) för gökärt hade en nästan signifikant effekt på artens frösättning. Dock förekom det inget samband mellan gökärtens frösättning och markens storlek (hektar). Täckningsandelen (m^2 per hektar) för gullvivan verkar inte ha någon påverkan på frösättningen, dock fanns det ett statistiskt positivt samband mellan markens storlek och artens frösättning. Att det skiljer sig mellan gullviva och gökärt skulle kunna kopplas till dess pollinatörer. De flesta pollinatörer är generalister, dock verkar gökärten pollineras av mer specialiserade insekter än gullvivan (se Studerade arter, Inledning). Detta leder till att en stor marktäckning av gökärt lockar till sig fler av dessa specialister vilket visar sig genom att gökärtens marktäckning har en signifikant påverkan på dess frösättning. Gullvivan, som däremot har pollinatörer som troligen är generalister, gynnas av en stor markareal. Enligt art-areasambandet innehåller en stor betesmark fler arter än en liten vilket innebär fler blommor och en högre abundans av pollinatörer vilket i sin tur skulle gynna gullvivans reproduktion.

Studiens inventering visar att gökärten förekom oftare i de studerade markerna än gullvivan vilket skulle kunna indikera att deras habitatkrav skiljer sig. Båda arterna förekom dock minst i kontinuerligt betade marker, se Figur 1. Enligt studier är det en balansgång för gullvivan mellan antalet herbivorer (betande djur) och markens förnadjup (Wissman 2006), detta skulle kunna förklara varför den förekom lika mycket i restaurerade marker som i övergivna. I de övergivna markerna är förnadjupet större än i de båda andra markkategorierna och ljusinstrålningen är lägre, dock riskerar inte individerna att bli nedtrampade av betande boskap. I de restaurerade markerna är förnadjupet tunt och ljusinstrålningen hög, men dessa marker kan sakna vissa viktiga pollinatörer och vara känsligare mot nedtramp av betande djur. Att gökärten hade högst förekomst i kategorin med restaurerade marker skulle kunna bero på att den kanske har lättare att sprida sig än gullvivan. För gökärten var det endast i kategorin med restaurerade marker som medelantalet befruktade frön var större än antalet obefruktade frön, se Figur 2. Dock visade ANOVA-analysen som gjordes för att finna ett eventuellt statistiskt samband mellan markkategorierna och frösättning att det inte fanns något samband, varken för gökärten eller för gullvivan, se ovan.

En faktor som verkar ha påverkan på de båda studerade arternas reproduktion är landskapet runt marken vilket stämmer bra överrens med andra studier. Hur landskapet ser ut påverkar inte bara artens spridningsmöjligheter, det vill säga huruvida den kan återkolonisera marken, det är även

viktigt för antalet blombesökande pollinatörer och förekomsten av fröherbivorer. Pollinatörerna utnyttjar ofta mer än ett habitat, hur långt det är emellan dessa kan vara avgörande för om pollinatörer besöker marken eller ej. För att locka till sig pollinatörer diskuteras ofta förekomster av buffertzoner och deras påverkan på artförekomsten i betesmarker. Holmar och dikesgrenar fungerar som refuger och kan vara viktiga spridningskorridorer (Cousins och Lindborg 2008, Olsson 2008). Barrskog och åkermark var starkt negativt korrelerat vilket innebär att en mark omgiven av mycket barrskog även var omgiven av en liten andel åkermark och tvärt om. Dessa har även en påverkan på arternas reproduktion, se Tabell 2. Att andelen åkermark har betydelse för arternas reproduktion skulle kunna vara ett tecken på ett samspel mellan åker- och betesmark. Dock hade gökärten ett negativt samband medan gullvivan hade ett positivt. Detta i sin tur skulle kunna betyda att gullvivan samspelar med viktiga jordbruksgrödor genom att de delar pollinatörer. Raps är den enda insektpollinerade jordbruksgrödan som odlas på stora arealer (Klein et al. 2007) och den blommar ungefär samtidigt som gullvivan. Gökärten som delvis förekommer i skogsområden (Mossberg 2007) visade ett negativt samband med andelen åkermark inom en kilometer. Då andelen åkermark och barrskog var negativt korrelerade skulle det kunna betyda att gökärten delar pollinatörer med skogsväxter, eller att mycket skog i närheten av betesmarken ökar dess spridningsmöjligheter.

Förutom att arterna riskerar att ätas av betande djur är förekomsten av andra herbivorer viktig att studera när reproduktionen skall utvärderas. Under studien upptäcktes att många av gökärtens baljor var angripna av larver, på endast tre av markerna där baljor samlats in fanns inga spår av fröherbivorer. Dock är fröherbivorer en naturlig del av gökärtens livscykel även om de är ett hinder i reproduktionen. Enligt de statistiska analyserna speglades förekomsten av larver till viss del av hur stor andel åkermark (och barrskog) det finns inom en kilometer, se Tabell 3. Förekom det en stor andel åkermark inom en kilometer var förekomsten av fröherbivorer liten, vilket i sin tur troligen betyder att förekomsten av fröherbivorer är hög om stor andel barrskog finns i närheten. Samma samband visar landskapsanalysen för gökärten, frösättningen ökar med ökande andel barrskog inom en kilometer. Troligen hänger dessa två samband ihop, där det finns mycket gökärt förekommer det många fröherbivorer.

En annan stor påverkan på de båda arternas livscyklar är om marken betas eller slås. I studien togs ingen hänsyn till vilka djur som betar, hur hårt betestrycket var eller när betessläppet skedde. Dock har dessa faktorer enligt flera studier en mycket avgörande påverkan på markens artsammansättning (Olsson 2008). Även gullvivans respons på slätter och betande djur finns beskrivet i flera studier och dess reproduktion verkar både gynnas och missgynnas av att marken betas. Gullvivan vill ha ett litet förnadjup och hög ljusinstrålning vilket bete resulterar i (Wissman 2006). Dock innebär betande djur även att gullvivans livscykel blir kortare när äldre individer riskerar att trampas ner (Wissman 2006). När betessläppet sker är av stor vikt för markens arter (Olsson 2008). Ett sent bete skulle kunna gynna gökärten och gullvivan då de hinner blomma över och sätta frön innan de riskerar att ätas upp (Olsson 2008). En annan möjlighet är att hålla betande djur vart annat år, detta skulle innebära en mindre påverkan på antalet blombesökare men öka förnadjupet (Olsson 2008). Studier visar att gullvivans populationstillväxt minskar med tidigt bete och ökar med sent (Wissman 2006, Brys et al. 2004). Det finns inte så många studier som tar upp gökärtens habitatpreferenser, dock antas gökärten påverkas på liknande sätt som gullvivan av betande djur.

Att det inte syns några signifikanta skillnader i studien mellan de olika markkategorierna skulle kunna beror på att urvalet av marker är för litet, med större urval skapas en större säkerhet på resultatet.

Trots att varje kategori innehöll sex marker vardera fanns det inte förekomst av båda arterna på samtliga platser. Inom kategorin övergivna marker förekom gökärten bara på 50 % av markerna medan gullvivan endast kunde hittas på 33 %. Eftersom datamängden delvis är bristfällig skulle resultaten i studien kunna vara tillfälligheter. En annan faktor som kan påverka resultatet är att arterna var olika utvecklade på markerna, delvis beroende på var i landet markerna låg. När på året studien är gjord och eventuella geografiska skillnader har påverkan på resultatet men ingen egentlig hänsyn har tagits till detta. Kanske är det så att de båda arterna inte är speciellt känsliga mot igenväxning av mark. Gökärten förekommer även i skogsområden och borde därför kunna klara sig även om växtligheten är stor, samtidigt som gullvivan är relativt vanligt förekommande. Om två ovanliga gräsmarksarter hade studerats i stället skulle troligen en större skillnad kunna urskiljas mellan de olika markkategorierna.

I rapporter har det påpekats att effekterna av restaurering av igenväxta naturbetesmarker bör studeras under en längre period (Öckinger et al. 2006b). I en tid där förändringar sker snabbt bör även klimatförändringarnas påverkan diskuteras. En varmare miljö påverkar inte bara arten i sig utan även de pollinerande insekterna. Med tiden kommer deras levnadsmiljöer att förändras, vilka konsekvenser detta kommer att få är okänt men hur skötseln kommer att behöva se ut i framtiden bör tas med i en eventuell skötselplan som är anpassad till ett föränderligt klimat. Huxel och Hastings, 1999, anser att hänsyn bör tas till rumsliga mönster och att en landskapsanalys skall göras för att utse vilka marker som är lämpliga att satsa på när en restaurering skall göras. Huxel och Hastings menar även att en regional plan bör finnas och att restaurera marker slumpmässigt innebär ett stort risktagande. Dessa bör därför ingå i en eventuell landskapsanalys. På grund av klimatzoner är det omöjligt att skriva en skötselplan som passar alla marker. Dock visar studier att varierad skötsel kan vara det bästa alternativet (Pöyry et al. 2005), ett mosaikhabitat ökar totala antalet arter (Lindborg och Eriksson 2004).

Det är svårt att dra generella riktlinjer för hur en mark skall skötas för att upprätthålla samma artsammansättning som betesmarkerna hade innan 1900-talet. Det bör diskuteras om huruvida betesmarkerna skall eller inte skall skötas som de gjordes på 1800-talet. Teoretiskt bör denna skötsel resultera i en artsammansättning mycket lik den tidigare, frågan är dock om förutsättningarna har förändrats för mycket. Vissa arter kommer aldrig att kunna hitta tillbaka till marken efter restaurering, en lösning på problemet med att återfå betesmarkens gamla artsammansättning är att plantera in arter (Olsson, 2008). Detta är dock något som det råder delade åsikter om hur effektivt det är och inplantering av arter betyder alltid att en förändring i den naturliga artsammansättningen.

Slutsats

Enligt de statistiska analyserna finns det ingen skillnad mellan markkategorierna när det kommer till gökärtens och gullvivans frösättning. Hypotesen om att de studerade arterna skall ha svårare att reproducera sig i övergivna marker än i kontinuerligt betade verkar inte stämma. En förklaring till detta skulle kunna vara att en mark som varit övergiven i 10-50 år har troligen inte varit utan hävd tillräckligt länge för att pollinatörerna skall börja minska i förekomst. Därmed kan ingen negativ effekt urskiljas hos de studerade arternas reproduktion i övergivna marker. I sin tur leder detta till att det inte gör att se någon större positiv effekt hos de studerade arternas reproduktion i de restaurerade markerna.

Att det finns ett samband mellan andelen åkermark inom en kilometer och de studerade arternas frösättning tyder på att det finns ett samspel mellan de båda arterna och pollinatörer knutna till åkermark respektive barrskog. Mängden åkermark inom en kilometer påverkar de båda undersökta arternas frösättning, gökärten påverkas negativt och gullvivan positivt av en stor andel närliggande åkermark. Detta skulle kunna bero på att gullvivan som pollineras av insekter som är generalister möjligen delar pollinatörer med vissa åkergrödor som raps medan gökärten, som även förekommer i skogsområden, pollineras av insekter knutna till barrskog.

Gullvivans och gökärtens marktäckning påverkar frösättningen hos båda arterna och betesmarkens areal har en positiv påverkan på gullvivans frösättning. Resultatet kan bero på att gullvivan pollineras av insekter som är generalister vilket innebär att en stor mängd blommor, oavsett art, lockar till sig många pollinatörer. En stor mark innehåller fler blommor än en liten och därmed fler insekter som kan pollinera gullvivan. Gökärtens pollinatörer är möjligen mer specialiserade vilket resulterar i att en stor marktäckning av gökärt lockar till sig en hög abundans av specialiserad pollinatörer, som i sin tur gynnar artens frösättning.

Referenser

Artiklar

- Brys, R. et al., 2004. The effects of grassland management on plants performance and demography in the perennial herb *Primula veris*. *Journal of Applied Ecology*.
- Cain, M. L. et al., 2008. *Ecology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. Första upplagan, s. 516
- Cserhalmi, N., 2002. *Fårad Mark – Handbok för tolkning av historiska kartor och landskap*. Sverige Hembygdsförbund. Lund. Tredje upplagan, s. 131 och 148.
- Cousins, S. A. O. och R. Lindborg, 2008. Remnant grassland habitats as source communities for plant diversification in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 141, s. 233-240.
- Ekstam, U. och N. Forshed, 2000. *Svenska naturbetesmarker – historia och ekologi*. Naturvårdsverket, Värnamo, Sverige.
- Hedin, J., 2003. *Metapopulation ecology of *Osmoderma eremita* - dispersal, habitat quality and habitat history*. Doktorsavhandling, Lunds universitet, Ekologiska institutionen.
- Huhta, A-P., 2001. *Restorative mowing on semi-natural grasslands: community-level changes and species-level responses*. Oulu university press, Department of Biology, University of Oulu, Finland
- Huxel, G. R. och A. Hastings, 1999. Habitat loss, fragmentation and restoration. *Restoration Ecology* vol. 7, nr. 3, s. 309-315.
- Kahmen, S. och Poschlod, P., 2004. Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. *Journal of Vegetation Science* 15, s. 21-32.
- Kéry, M. et al., 2000. Reduced fecundity and offspring performance in small populations of the declining grassland plants *Primula veris* and *Gentiana lutea*. *Journal of ecology* 88, s. 17-30. British Ecological Society.
- Klein, A.-M. et al., 2007. Importance of pollinators in changing landscape for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B - Biological Sciences* 274, s. 303-314
- Krok, Th. O. B. N. och S. Almquist, 2007. *Svensk flora, fanogamer och ormbunksväxter*. Tjugoåttonde upplagan.
- Lennartsson, T., 2012-04-05. *Mejlkontakt*. Forskare vid Centrum för biologisk mångfald, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindborg, R. et al., 2005. Plant species responset o land use change – *Campanula rotundifolia*, *Primula veris* and *Rhinanthus minor*. *ECOGRAPHY* 28, s. 29-36.
- Lindborg, R. och O. Eriksson, 2004. Effects of restoration on plant species richness and composition in Scandinavian semi-natural grasslands. *Restoration Ecology* vol. 12, nr. 3, s. 318-326.
- Lindman, C. M., 1974. *Nordens flora*. Wahlström och Widstrand, Stockholm, andra upplagan, s. 332.

Mossberg, B., 2007. Svensk fältflora. Värnamo. s.114

Nilsson, A., 2012-04-11. Mejlkontakt. Prof. em. Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet.

Olsson, R. et al., 2008. Mångfaldsmarker. Naturbetesmarker – en värdefull resurs. HagmarksMistra, Centrum för biologisk mångfald.

Pykälä, J., 2003. Effects of restoration with cattle grazing on plant species composition and richness of semi-natural grasslands. *Biodiversity and Conservation* 12, s. 211-2226.

Pykälä, J. et al., 2005a. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. *Applied Ecology* 6, s. 25-33.

Pykälä, J., 2005b. Plant species responses to cattle grazing in mesic semi-natural grasslands. *Agriculture, ecosystems and environment* 108, s. 109-117.

Pöyry, J., et al., 2005. Responses of butterfly and moth species to restored cattle grazing in semi-natural grasslands. *Biological conservation* 122, s. 465-478.

Winsa, M. Opublicerat material. Doktorand, Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Wissman, J., 2006. Grazing regimes and plant reproduction in semi natural grasslands. Doktorsavhandling, Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU).

Wu, Z.-K., Zheng, C.-Q., 2010. Comparative study of pollination biology of two closely related alpine *Primula* species, namely *Primula beesiana* and *P. bulleyana* (Primulaceae). *Journal of Systematics and Evolution*, v. 48, s. 109-117.

Öckinger, E. et al., 2006a. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biological conservation* 133, s. 291-300.

Öckinger, E. et al., 2006b. The relationship between local extinctions of grassland butterflies and increased soil nitrogen levels. *Biological conservation* 128, s. 564-573.

Öckinger, E. och H. G. Smith, 2007, Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied ecology* 44, s. 50-59.

Bilder

Bild 1, W. Kleve, 2011.

Bild 2, W. Kleve, 2011

Framsida (vänster bild), P. Springe, 2011, *Lathyrus linifolius*

Framsida (höger bild), W. Kleve, 2011, *Primula veris*

Appendix 1

Appendix 1 innehåller en sammanfattning av informationen om markerna och gökärten och gullvivan. Dels innehåller tabellerna specifik markdata som storlek och täckning av de båda arterna, dels innehåller tabellerna information som hämtades i samband med besöken. Även information om landskapsvariablerna finns att utläsa ur tabellerna.

Nummer	Namn	Kategori	Bete	Betessläpp 2011	Datum för besök	Täckning gökärt	Täckning gullviva	Övrigt
M1	Läby	Kontinuerlig	Nöt	v. 20	2011-06-13	5-10 m ²	5-10 m ²	
M2	Forkarby	Övergiven	-	-	2011-06-18	-	10-50 m ²	Mycket snårig, högt gräs och stor blomabundans. Slutet.
M3	Storsätra Vänge	Övergiven	-	-	2011-06-13	50-100 m ²	5-10 m ²	Mycket hassel.
M4	Paris Vänge	Kontinuerlig	Häst	-	2011-06-14	50-100 m ²	-	Stor diversitet av växter.
M5	Tjällinge Skogstibble	Restaurerad	Häst	Vinterbete	2011-06-14	5-10 m ²	-	
M7	Graneberg Litslena	Kontinuerlig	Nöt	v. 18	2011-06-14	50-100 m ²	1-5 m ²	
M8	Kungs-Husby	Övergiven	-	-	2011-06-14	5-10 m ²	-	Torr och hög växtlighet.
M12	Blankhemshagarna Kungsör	Kontinuerlig	Får	v. 18	2011-06-20	-	-	Gökärten är outvecklad. Mycket mossa, hög mångfald, enar.
M14	Reutersberg	Restaurerad	Nöt	v. 22	2011-06-20	50-100 m ²	<1 m ²	Tort.
M16	Södra Lunger	Restaurerad	Nöt	v. 25	2011-06-20	50-100 m ²	5-10 m ²	Högt gräs, inget betessläpp ännu. Stor blomdiversitet.
M19	Grän Rasbo	Övergiven	-	-	2011-06-21	1-5 m ²	10-50 m ²	
M20	Ahlezon's hage	Restaurerad	Nöt	v. 19	2011-06-18	5-10 m ²	>100 m ²	Mycket barmark där arterna förekom.
M21	Borgardalsbadet Länna	Restaurerad	Får	v. 21	2011-06-15	50-100 m ²	1-5 m ²	
M22	Stora Tadinge	Restaurerad	Häst	Kont. (vinterbete)	2011-06-15	10-50 m ²	1-5 m ²	
M23	Haknäs Vassunda	Övergiven	-	-	2011-06-16	10-50 m ²	1-5 m ²	Mycket sly och gräs. Insamling av gullviva från alla pop.
M24	Eke Vidbo	Övergiven	-	-	2011-06-16	5-10 m ²	<1 m ²	Mycket sly och ormbunkar.
M25	Norrby Vidbo	Kontinuerlig	Nöt	v. 20	2011-06-16	-	50-100 m ²	Mycket sly och många torra eller blöta partier.
M28	Ekeby Malsta	Kontinuerlig	Får	v. 21	2011-06-16	-	-	Mycket högt gräs, stor artdiversitet. Ej speciellt nerbetat. Inget sly. Gullviva förekom utanför marken.

Nummer	Storlek (ha)	Avstånd till närmsta Betesmark (m)	Proportionen inom 5 km					
			Åkermark	Lövskog	Barrskog	Vatten	Betesmark	Äng
M1	1,94	431,9856127	0,343	0,006	0,493	0,001	0,011	0,000
M2	1,83	784,3461037	0,680	0,002	0,133	0,007	0,027	0,002
M3	2,10	281,5146063	0,347	0,003	0,514	0,005	0,012	0,000
M4	0,79	833,6420233	0,375	0,001	0,491	0,000	0,012	0,000
M5	2,73	1295,446789	0,274	0,006	0,601	0,002	0,020	0,000
M7	2,66	0	0,601	0,007	0,276	0,000	0,021	0,000
M8	2,81	453,2688938	0,433	0,001	0,330	0,128	0,019	0,000
M12	5,07	0	0,280	0,019	0,323	0,245	0,023	0,000
M14	2,72	0	0,468	0,029	0,360	0,019	0,022	0,000
M16	1,38	828,0584476	0,179	0,012	0,347	0,377	0,011	0,000
M19	1,03	0	0,278	0,000	0,600	0,000	0,025	0,000
M20	1,39	1403,044533	0,375	0,022	0,325	0,145	0,010	0,000
M21	1,80	1975,862194	0,090	0,004	0,716	0,066	0,014	0,000
M22	1,45	170,9756726	0,237	0,002	0,642	0,016	0,019	0,000
M23	1,94	896,0367041	0,363	0,009	0,398	0,075	0,016	0,000
M24	1,83	774,3069894	0,264	0,011	0,564	0,005	0,015	0,000
M25	2,10	572,0601209	0,374	0,009	0,496	0,001	0,026	0,000
M28	0,79	1945,318737	0,351	0,000	0,438	0,028	0,004	0,000

Nummer	Proportionen inom 1 km						
	Åkermark	Lövskog	Barrskog	Vatten	Betesmark	Äng	
M1	0,455	0,007	0,310	0,000	0,021	0	
M2	0,897	0,000	0,034	0,013	0,003	0	
M3	0,350	0,029	0,486	0,000	0,003	0	
M4	0,129	0,000	0,744	0,000	0,004	0	
M5	0,523	0,000	0,363	0,000	0,000	0	
M7	0,541	0,042	0,286	0,000	0,079	0	
M8	0,516	0,000	0,365	0,000	0,001	0	
M12	0,513	0,042	0,255	0,000	0,070	0	
M14	0,374	0,063	0,393	0,069	0,159	0	
M16	0,461	0,038	0,338	0,067	0,001	0	
M19	0,627	0,000	0,195	0,000	0,122	0	
M20	0,576	0,031	0,283	0,000	0,000	0	
M21	0,012	0,000	0,732	0,168	0,000	0	
M22	0,389	0,000	0,548	0,000	0,074	0	
M23	0,345	0,000	0,456	0,000	0,006	0	
M24	0,212	0,058	0,595	0,000	0,003	0	
M25	0,450	0,048	0,332	0,000	0,024	0	
M28	0,583	0,000	0,286	0,000	0,000	0	

Appendix 2

Appendix 2 innehåller data från sammanställningen av frödata. Informationen är uppdelad kategoriskt.

Gullviva

	Andel utvecklade frön	Medelantal befruktade frön	Standardavvikelse utvecklade frön	Totalt utvecklade frön	Antal utvecklade frön per hektar
Övergiven	79%	35,8	16,4	7240	563
M19	84%	41,7	15,3	1927	
M2	82%	34,3	17,5	1677	
M23	87%	38,2	11,7	1272	
M24	42%	20,9	20,6	654	
M3	79%	34,7	14,8	1710	
Kontinuerlig	83%	37,5	16,9	5232	381
M1	77%	30,9	17,4	1569	
M25	86%	44,4	16,4	1952	
M7	83%	37,4	14,3	1711	
Restaurerad	82%	40,7	17,2	5437	436
M14	90%	43,8	12,4	437	
M16	94%	42,1	11,6	1661	
M20	80%	46,2	17,2	2320	
M21	66%	28,4	19,1	727	
M22	51%	24,8	24,2	292	
Totalt:	81%	37,7	16,8	17909	

Gökärt

	Andel utvecklade frön	Medel av Befr.	Stdav av Befr.	Stdav av Obefr	Summa av Totala antalet frön	Antal frön/mark	Antal frön/ha
Övergiven	49,0%	5,37	2,20	2,3	1719	287	134
M19	43,4%	5,1	2,0	2,4	366		
M23	52,8%	5,4	1,9	2,0	326		
M24	43,9%	4,8	2,6	2,5	294		
M3	52,6%	5,8	2,6	2,0	333		
M8	52,0%	5,6	2,0	2,2	400		
Kontinuerlig	48,9%	4,9	2,0	2,3	968	161	70
M1	50,4%	4,0	1,4	2,0	248		
M4	52,4%	6,1	2,2	1,8	382		
M7	43,8%	4,6	1,7	2,6	338		
Restaurerad	50,8%	5,3	2,7	2,8	1766	294	142
M14	48,4%	5,0	2,3	2,5	310		
M16	54,9%	6,2	2,8	2,8	426		
M20	42,6%	4,4	2,7	3,0	303		
M21	55,8%	6,0	2,2	2,7	344		
M22	49,5%	5,1	2,7	2,7	194		
M5	51,3%	4,9	3,0	3,3	189		
Totalt	49,7%	5,26			4453		