

## **Prediktion av artförekomster i gräsmark**

**En pilotstudie för att testa olika prediktorer och  
modellverktyg**

Ulf Grandin, Faruk Djodjic och Anders Glimskär

**SLU, Vatten och miljö: Rapport 2018:12**

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Grandin, U., Djodjic, F. och Glimskär, A. (2018). Prediktion av artförekomster i gräsmark. En pilotstudie för att testa olika prediktorer och modellverktyg. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2018:12

Omslagsfoto: Modellerad diversitet av gräsmarksväxter i Krusenberg

Kontakt

[ulf.grandin@slu.se](mailto:ulf.grandin@slu.se)

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

## Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning .....	2
Summary .....	3
Introduktion.....	4
Material och metoder .....	4
Områden.....	4
Artdata .....	6
Prediktorer.....	6
Modellering.....	14
Resultat .....	16
Krusenberg.....	16
Jordtorp .....	18
Diskussion.....	20
Referenser .....	22
Bilagor .....	23
Bilaga 1.....	23
Bilaga 2.....	24
Bilaga 3.....	27
Bilaga 4.....	30
Bilaga 5.....	31
Bilaga 6.....	32
Bilaga 7.....	36
Bilaga 8.....	40

## **Förord**

Inom naturvården har det länge funnits ett behov av att särskilja ogödslad från tidigare gödslad betesmark. I denna pilotstudie har vi undersökt om man kan använda några topografiska och hydrologiska variabler för att med hjälp av artfördelningsmodeller hitta områden som håller en hög diversitet av gräsmarksväxtarter, och som kan användas som ett stöd vid urskiljning av värdefulla gräsmarker.

Fokus i studien har legat på metodutveckling. Tillämpning och djupare utvärdering av resultaten kommer att behandlas i kommande studier.

## Sammanfattning

Vi har testat hur väl olika topografiska och hydrologiska variabler kan användas för att prediktera förekomst av gräsmarksväxtarter, genom att använda artfördelningsmodellering. Artdata i form av närvaro/frånvaro i provytor kommer från inventeringar i gräsmarker i Kursenberg utanför Uppsala, och i Jordtorp på Öland. En del av studien var att undersöka vilka modeller som kan passa för denna modellering. Studier av olika modellers förutsättningar gav att modellverktyget *maxent* passar bäst för den typ av data vi har testat. Modellerna visade att prediktorvariabler som inte uppvisar någon uppenbar gradient eller annat tydligt mönster över det modellerade området, generellt inte hade någon inverkan på arternas fördelning i det modellerade landskapet. De viktigaste prediktorerna var 1) jordart, 2) ett markfuktighetsindex från Metria och 3) jorddjup.

Modellernas träffsäkerhet varierade från hög till låg. Generellt predikterades mellan 75 och 80 % av observerad närvaro eller frånvaro korrekt. Modellerna predikterade även närvaro i snitt för 22 % av de provytor där en art inte påträffats. Mellan 40 och 50 % av ytorna med observerad närvaro hade en predikterad frånvaro. Så med de prediktorer vi använder underskattar modellerna närvaro för flera arter.

## Summary

We have tested how well different topographical and hydrological variables can be used to predict the presence of grassland plant species by using species distribution modeling. Species data in the form of presence/absence in plots comes from inventories in grasslands in Kursenberg outside Uppsala, and in Jordtorp on Öland. Part of the study was to investigate which models could suit this type of modeling. Studies of different models made gave that the tool maxent was best suited for the type of data we had. The models showed that predictor variables that did not show any obvious gradient or other clear pattern across the modeled area, generally had no effect on the distribution of species in the modeled landscape. The most important predictors in the final models were 1) soil type, 2) a soil moisture index from Metria and 3) soil depth.

The accuracy of the models ranged from high to low. Generally, between 75 and 80% of the observed presence or absence were correctly predicted. The models also predicted presence on average for 22% of the sample plots where a species was not present. Between 40 and 50% of the areas with observed presence had a predicted absence. Thus, with the predictors we used, the models underestimate the presence of several species.

## Introduktion

Artfördelningsmodeller har använts inom olika ekologiska tillämpningar och frågeställningar. I denna pilotstudie har vi dels velat testa om en uppsättning topografiska och hydrologiska variabler kan användas för att prediktera artförekomst, dels testa hur väl det går att modellera gräsmarksarters utbredning i ett heterogent landskap med endast små arealer gräsmark.

Fokus i studien har dels varit att testa de olika prediktorvariablernas användbarhet, dels att testa olika metoder och ansatser för modellering av artförekomster i gräsmarker.

Inom naturvård är ogödslade betesmarker med lång kontinuitet en viktig biotop för biologisk mångfald (Cousins & Eriksson 2002; Cousins m.fl. 2015; Wilson et al. 2012). Mycket arbete har lags ner på att hitta metoder för att identifiera dessa biotoper (Ihse & Lindahl 2000; Münier m.fl. 2001; Jordbruksverket 2005; Öster m.fl. 2008). Med de modellansatser vi provar i denna pilotstudie vill vi förutom själva testen av prediktorerna och modellerna se om resultaten kan användas för att identifiera områden med potentiellt hög förekomst av gräsmarksarter. Sådana områden kan t.ex. vara tidigare betesmark och kantzoner. Resultaten kan vara ytterligare ett hjälpmedel, vid sidan om bl.a. historiska kartor och flygfoton, för att hitta potentiellt områden i landskapet med hög diversitet av gräsmarksväxter.

I denna rapport presenterar vi resultaten av denna pilotstudie, och fokuserar på de tekniska delarna. I senare arbeten kommer vi att jobba mer med tillämpningen av resultaten i naturvårssammanhang.

## Material och metoder

### Områden

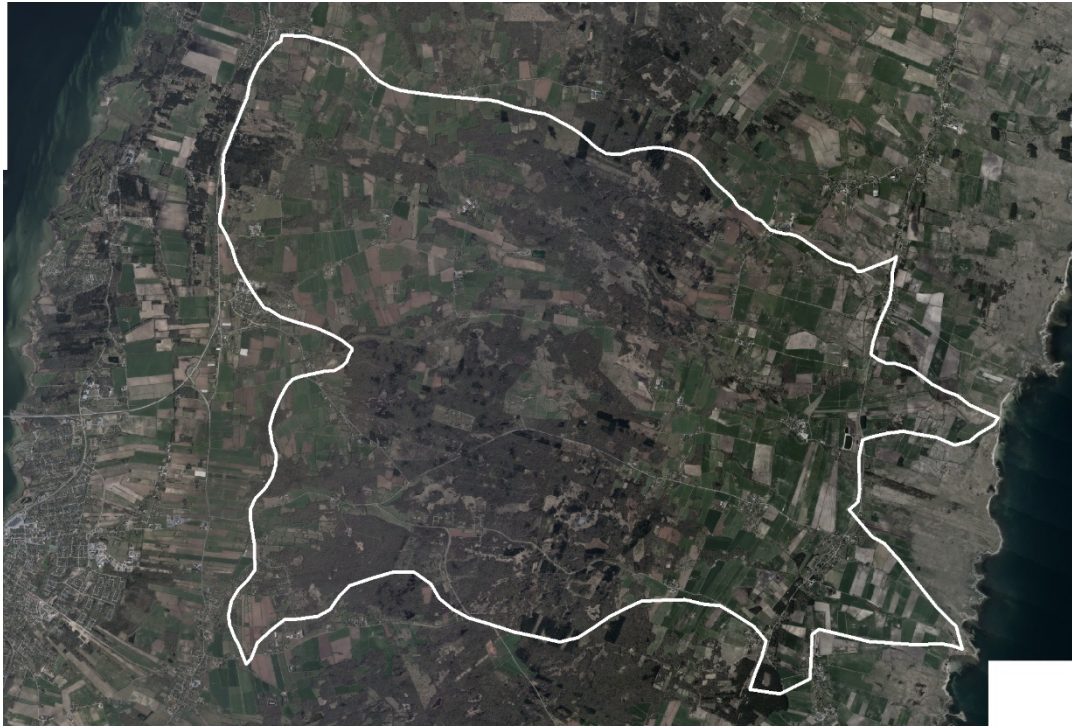
Modellen har utvecklats och testas i två avrinningsområden. Det ena är Krusenberg, beläget ca 1 mil söder om Uppsala. Området är 41,2 km<sup>2</sup>, och gränsar i öster till Ekoln medan andra gränser är mot skog och åkermark. De dominerande markslagen i området är skog (49 %) och olika former av jordbruksmark (33 %) (Fig. 1).



*Figur 1. Det modellerade avrinningsområdet Krusenberg (vit begränsningslinje), och ett delområde med tätare inventering (gul linje). Kartunderlag från Google.*

Det andra avrinningsområdet är Jordtorp på centrala Öland (Fig. 2). Området är 72,35 km<sup>2</sup> och sträcker sig i öst-västlig riktning över nästan hela ön. Den dominerande markanvändningen är olika former av jordbruksmark (54 %), följt av skog (34 %) och annan öppen mark (10 %).





*Figur 2. Det modellerade avrinningsområdet Jordtorp, beläget på centrala Öland. Kartunderlag från Google*

## **Artdata**

Artdata från Krusenberg kommer från två olika inventeringar av gräsmark inom området. Övriga markslag har inte inventerats. I den ena inventeringen har små provytor placeras inom större provytor, och närvaro av alla växtarter noterats i småprovytorna. Totalt inventerades 49 stora provytor, med fem småprovytor i varje, med ett upplägg som motsvarar det som används inom miljöövervakning av gräsmarksnaturtyper (Lundin, Kindström, et al., 2016), vilket innebär att det finns data från totalt 245 småprovytor. Det andra programmet var en kompletterande inventering i ett litet delområde (6 %, 2,5 km<sup>2</sup>) av hela avrinningsområdet. I detta program placerades 177 småprovytor ut systematiskt och jämnt utspridda i all gräs- mark inom delområdet, och närvaro av alla växtarter noterade i varje sådan prov- yta. I båda programmen var de inventerade småprovytorna 0,5 × 0,5 m.

Artdata från Jordtorp samlades in på samma sätt som för den förstnämnda in- vente- ringen i Krusenberg, det vill säga att småprovytor lades i grupper om fem inom 56 större provytor, totalt 280 småprovytor. Ingen kompletterande inventering liknande den i Krusenberg gjordes dock i Jordtorp.

För att inte hamna i situationer där det inte finns några data att modellera har vi i samtliga modelleringar uteslutit alla arter med mindre än 10 observationer.

## **Prediktorer**

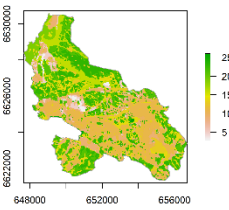
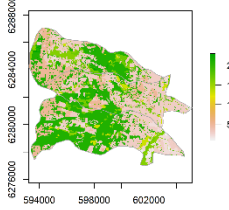
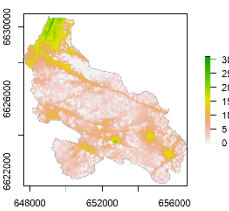
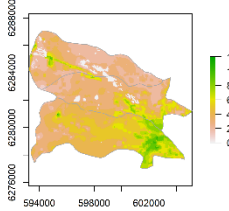
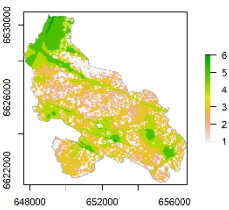
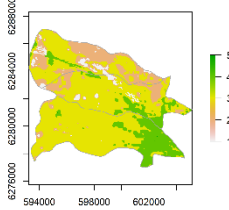
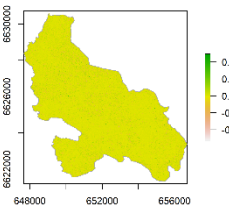
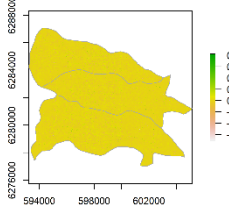
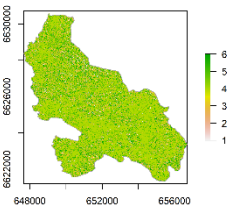
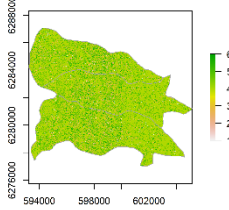
För båda områdena har vi utgått från mestadels topografiska och hydrologiska markvariabler samt jordartsfördelningen och markanvändningsdata (tabell 1). I

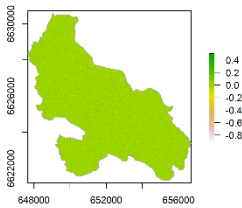
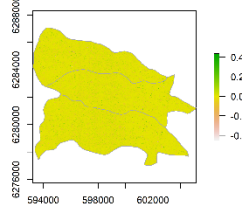
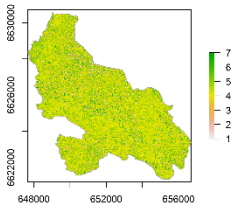
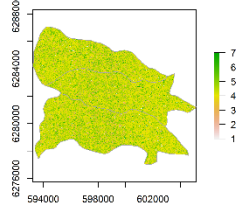
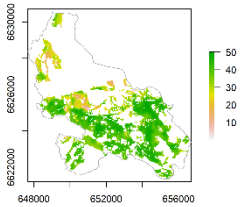
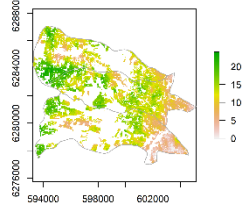
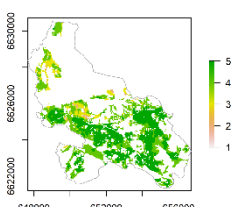
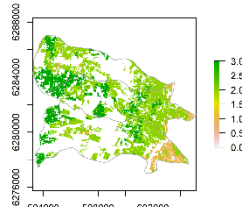
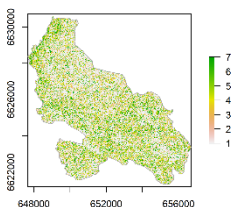
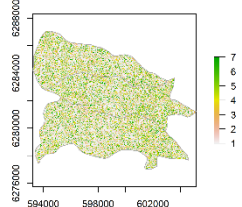
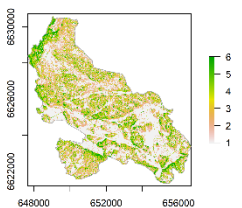
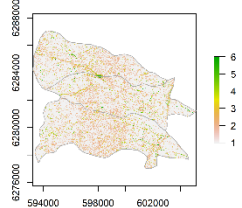
några fall har vi testat både kontinuerliga värden och med värdena klassade. Klassade värden har framför allt använts när en variabel varit riktningar som är cirkulära data. Numeriskt är det stor skillnad på 1° och 359°, men i verkligheten är det en skillnad på 2°.

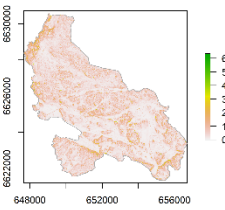
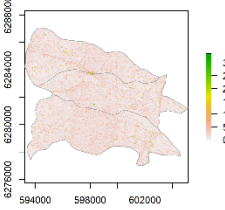
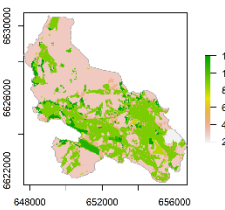
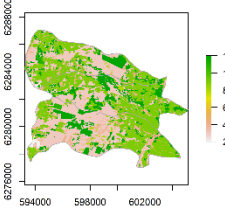
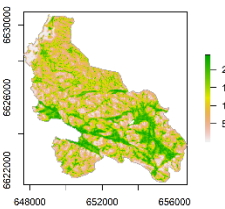
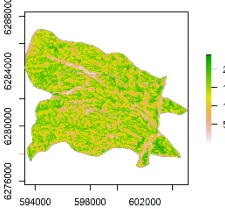
Vid beräkningen av de olika topografiska indexen och variabler användes högupplösta GSD-höjddata (Lantmäteriet, 2014). Likaså användes den bästa tillgängliga data för jordartsfördelningen. Det innebär att den digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016) användes för åkermarken medan jordartskartor från SGU användes för övrig mark. Vad det gäller markanvändningen användes markanvändningskarta framtagen inom PLC6 projektet (Ejhed, Widén-Nilsson, et al., 2006) modifierad för att skilja åt åkermark och betesmark, som inom PLC6 behandlas gemensamt som jordbruksmark. Detta gjordes baserat på information om grödfördelningen som finns för varje jordbruksblock i Jordbruksverkets databas. Huvudsyftet med framtagningen av dessa variabler var en förutsättningslös testning om vilka variabler kan användas för att förklara en arts utbredning i landskapet.

Tabell 1. Beskrivning av de prediktorer som testades i modellerna för modellering av artförekomst.

Prediktorlager	Beskrivning	Krusenberg	Jordtorp
FlödAck_cls	Akkumulering av vattenflödena utifrån topografin. Först beräknas för varje cell åt vilket håll förmodas vatten flöda och därefter ackumuleras flödena längs flödesriktningar. Klassade värden.		
FlödAck_grd	Akkumulering av vattenflödena utifrån topografin. Först beräknas för varje cell åt vilket håll förmodas vatten flöda och därefter ackumuleras flödena längs flödesriktningar. Kontinuerliga värden.		

<p>Jordart</p>	<p>Jordartsfördelning. Texturklasserna på åkermark baseras på digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016) medan jordarterna på övrig mark kommer från SGU:s jordarts-karta. Klassade värden.</p>		
<p>Jorrdjup</p>	<p>Jorrdjupskarta. Källa: SGU. Kontinuerliga värden.</p>		
<p>Jorrdjup_cls</p>	<p>Jorrdjupskarta. Källa: SGU. Klassade värden.</p>		
<p>KrökLängs</p>	<p>Kurvatur, krokighet eller lutningsform längs lutningen. Kontinuerliga värden.</p>		
<p>KrökLängs_cls</p>	<p>Kurvatur, krokighet eller lutningsform längs lutningen. Klassade värden.</p>		

<p>KrökTvärs</p>	<p>Kurvatur, krokighet eller lutningsform tvärs lutningen. Kontinuerliga värden.</p>		
<p>KrökTvärs_cls</p>	<p>Kurvatur, krokighet eller lutningsform tvärs lutningen. Klassade värden.</p>		
<p>Lerhalt</p>	<p>Lerhalt i procent, täcker enbart åkermark. Källa: digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016).</p>		
<p>Lerhalt_cls</p>	<p>Lerhalt i procent, klassade värden, täcker enbart åkermark. Källa: digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016).</p>		
<p>LuntLäng_cls</p>	<p>Sluttningslängd, längd på lutningen från varje cell. Klassade värden.</p>		
<p>Lutn_cls</p>	<p>Lutningen. Klassade värden.</p>		

<p>Lutn_grd</p>	<p>Lutningen. Kontinuerliga värden.</p>		
<p>Marktyp</p>	<p>Markanvändningskarta. Källa: PLC6, modifierad så att jordbruksmark är indelad i åkermark och betesmark. Inte använd i modellen.</p>		
<p>MFI_Metria</p>	<p>Metrias markfuktighetsindex (MFI) kombinerar flera topografiska mått, huvudsakligen Depth to Water (baserat på höjdmodell med 2m upplösning), med information om markens genomsläpplighet i ett Soil Topographic Wetness Index (ett topografiskt våthetsindex i 10m upplösning som justerats med transmissivitetsvärden). Markfuktighetsindexet har 10m upplösning och är kontinuerligt.</p>		

OjämInd	Brutenhetsindex, ett mått på terrängens heterogenitet. Kontinuerliga värden.		
OjämInd_cls	Brutenhetsindex, ett mått på terrängens heterogenitet. Klassade värden.		
Riktning	Lutningens riktning i förhållande till väderstrecken. Klassade värden för komma runt problemet med cirkulära data.		
Sand	Sandhalt i procent, täcker enbart åkermark. Källa: digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016).		
Sand_cls	Sandhalt i procent, klassade värden, täcker enbart åkermark. Källa: digitala åkermarkskartan (Söderström and Piikki, 2016).		

TVInd10m	Topografisk våthetsindex. Beräknas från det lokala avrinningsområdets yta och lutningen i varje cell (10x10m). Kontinuerliga värden.		
TVInd10m_cls	Topografisk våthetsindex. Beräknas från det lokala avrinningsområdets yta och lutningen i varje cell (10x10m). Klassade värden.		
TVInd	Topografiskt våthetsindex. Beräknas från det lokala avrinningsområdets yta och lutningen i varje cell (2x2m). Kontinuerliga värden.		
TVInd_cls	Topografiskt våthetsindex. Beräknas från det lokala avrinningsområdets yta och lutningen i varje cell (2x2m). Klassade värden.		

För båda områdena var flera av prediktorlagren korrelerade (Fig. 3). Ett första steg i att hitta relevanta lager var därför att för varje grupp av korrelerade lager välja ut ett. För Krusenbergs reducerade detta antalet prediktorvariabler från 25 till 11. Lagren för ler- och sandhalt har inga data för några av de markslag vi är intresserade av. I den modell som vi använt för att modellera artförekomst kommer saknade värden i en prediktorvariabel att resultera i saknade värden i resultatet, även om det finns data för alla andra prediktorer. Vid urvalet av prediktorer kunde vi dock välja bort variablerna för ler och sandhalt då de var tämligen starkt korrelerade ( $r > 0,7$ ) med andra prediktorer med mer fullständig yttäckning. Preliminära modelleringar

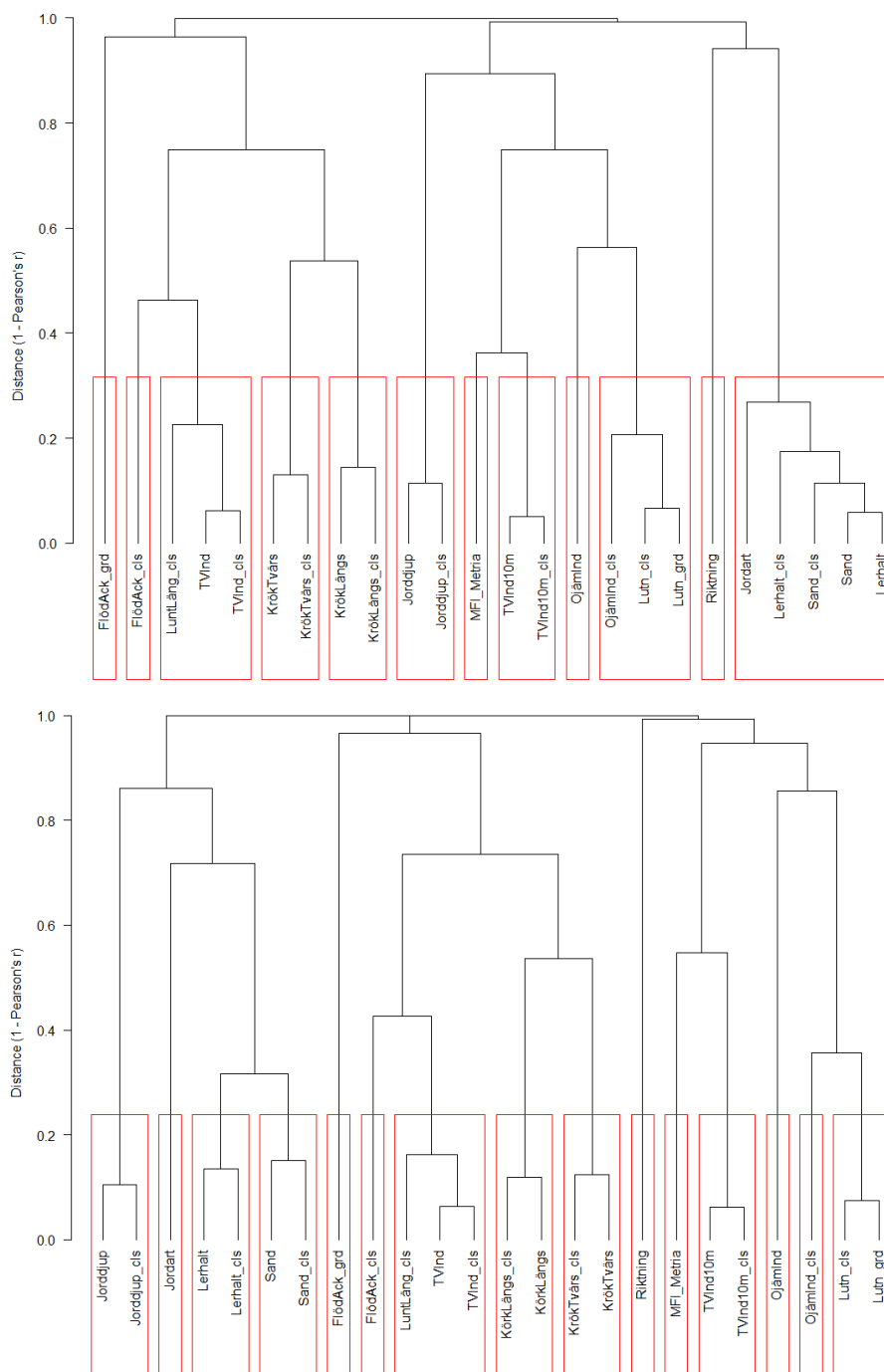
visade att några av de prediktorer vi ville testa var i det närmaste helt överflödiga. För de allra flesta arterna hade dessa prediktorer koefficienten 0, det vill säga helt utan inverkan i modellen.

Efter att ha plockat bort prediktorer med mycket låg förklaringsgrad för fördelning av arter i Krusenberg användes slutligen följande prediktorer: "Riktning", "Jorddjup", "KrökLängs", "KrökTvärs", "FlödAck\_grd", "Lutn\_grd", "Jordart", "TVInd" och "MFI\_Metria".

Motsvarande lista för Jordtorp är: "Riktning", "Jorddjup", "FlödAck\_grd", "Lutn\_grd", "Jordart", "OjämInd", "TVtInd", "TVInd10m" och "MFI\_Metria".

Initialt hade vi även med en kategorivariabel för markanvändning (Marktyp i tabell 1), där betesmark var en klass. Vi beslöt dock att inte ta med den variabeln eftersom artdata är insamlat enbart från gräsmark, och därmed blir det cirkularitet i modelleringen.





Figur 3. Korrelationer mellan prediktorerna i tabell 1 för Krusenberg (överst) och Jordtorp (underst). Variabler som är inom samma ruta har en korrelation på minst 0,7 har därför ansetts vara så högt korrelerade att en av variablerna i rutan valts ut. Variabeln markanvändning (Marktyp) har inte tagits med.

## Modellering

Modelleringen av arter utfördes med modellverktyget *maxent* (Phillips, Anderson, et al., 2006), i paketet *dismo* v1.1-4 (Hijmans, Phillips, et al., 2017) i R v3.5.1

(R Core Team, 2018). I maxent kan man som bakgrund och karakterisering av det modellerade området antingen använda observerad frånvaro, eller så använder man ett stort antal slumpade pixlar över hela det området. Det senare rekommenderas, och i detta fall använde vi 999 slumpade pixlar, förutom de pixlar där en art observerats.

I vart och ett av områdena kalibrerades modellen på ett testdataset bestående av 80 % av provytorna. Sedan testades modellen enligt Hijmans och Elith (2017) på fem upprepade slumpvis utvalda delmängder bestående av 20 % av ytorna. För varje testdataset beräknades AUC (area under curve) som ett mått på modellens träffsäkerhet. Precisionen i modellen utvärderades därefter som medelvärdet av de fem AUC-värdena. AUC varierar mellan 0 och 1. Ju högre värde desto större association mellan områden där arten både observerats och modellerats som närvarande, samt en hög association mellan områden där arten inte observerats och modellerats som frånvarande. Ett AUC-värde på 0,5 indikerar att modellen inte är bättre än slumpen.

Vi använde predikterad sannolikhet för närvaro från maxent-modellen för att ta fram kartor med enbart en binär variabel som visar modellerad närvaro eller frånvaro. En art klassades som närvarande i de fall sannolikheten för förekomst enligt maxent-modellen var större än ett tröskelvärde som bestämdes av maxvärdet av summan av andelen korrekta närvaroprediktioner och andelen korrekta frånvaroprediktioner vid kalibreringen av modellen ("species\_sensitivity" i R-paketet dismo). Från detta test jämförde vi modellerad och observerad frånvaro respektive närvaro. I fält observeras arterna i en provyta på  $0,5 \times 0,5$  m, men i modellen anges dessa ytor som en punkt. I testningen av modellen har vi satt en radie på 2 m kring varje punkt för att utjämna för småskalig slumpmässighet i artfördelningen och att pixlarna i prediktorlagren är  $2 \times 2$  m. Kriterier för att räkna en art som korrekt eller felaktigt modellerad är sammanställda i tabell 2.

För Krusenberg kalibrerades modellen på data enbart från det lilla delområdet i sydväst (se Fig. 1). Sedan testades modellen på hela avrinningsområdet.

För Jordtorp kalibrerade vi modellen på 80 % av ytorna i hela området, och testade modellen med AUC och andel rätt respektive fel prediktioner som beskrivet ovan och i tabell 2.

Tabell 2. Kriterier för de olika kombinationerna av modellerad och observerad närvaro och frånvaro.

		<u>Enligt modellen</u>	
		Närvarande	Frånvarande
I fält	Närvarande	Närvaro i fält och modellerad närvaro i minst en pixel inom 2 meters radie från observations-punkten	Närvaro i fält och modellerad frånvaro i alla pixlar inom 2 meters radie från observations-punkten
	Frånvarande	Frånvaro i fält och modellerad närvaro i minst en pixel inom 2 meters radie från observations-punkten	Frånvaro i fält och modellerad frånvaro i alla pixlar inom 2 meters radie från observations-punkten

Efter att de enskilda modellerna skapats summerade vi lagren som visar predikterad närvaro eller frånvaro, för varje modellerad art och erhöll på så vis en karta över var det är störst sannolikhet att hitta en hög diversitet av gräsmarksarter. För båda områdena valde vi godtyckligt att sätta gränsen för hög diversitet vid modellerad närvaro av minst 30 arter.

## Resultat

### Krusenberg

Modellen för Krusenberg kalibrerades i det lilla delområdet i sydväst. Trots att ytor med färre än 10 förekomster filtrerats bort innan analyserna, var det ändå fjorton arter med för låg närvaro i det sydvästra delområdet för att kunna modelleras. Dessa var bergslok, fyrkantig johannesört, häckvicker, kärrsilja, kråkvicker, kranshakmossa, nejlikrot, renlavar, stinknäva, vår/småfingerört, vårbrodd, vårfryle, vit-sippa och örnbräken. Även dessa togs bort innan analyserna. Efter att de mer rara arterna plockats bort återstod 47 arter som kunde användas i modelleringen.

För de flesta av dessa arter var måttet på precisionen i modellen, AUC, på en acceptabel nivå (medel 0,77; std.av. = 0,10). Två taxa, daggekåpor och rödklint, hade AUC under 0,6 vilket gör att modellerna för dessa är osäkra. Fem arter, fårsvingel, groblad, jättegröe, rödklöver och vasstarr, hade däremot AUC-värden över 0,9 vilket indikerar en god träffsäkerhet i modellen.

Den i särklass viktigaste variabeln för att modellera artfördelning var en kategorisk variabel som beskriver jordart, tätt följd av Metrias markfuktighetsindex, och jorddjup (Tabell 3). De hydrologiska variablerna hade betydligt lägre inverkan. Tabell 3 visar dock bara medelvärden för koefficienterna för modellerna för alla arter. En fullständig lista, där det också framgår att vissa arter främst modellerades med andra prediktorer än de med högst medelvärde finns i bilaga 1. Koefficienterna säger dock inget om hur de olika variablerna inverkar på fördelningen. Några variabler uppvisar en gradient över de ytor där en art påträffats, medans andra har en abrupt förändring vid ett tröskelvärde. I bilaga 2 har vi sammanställt arternas respons till de olika prediktorerna.

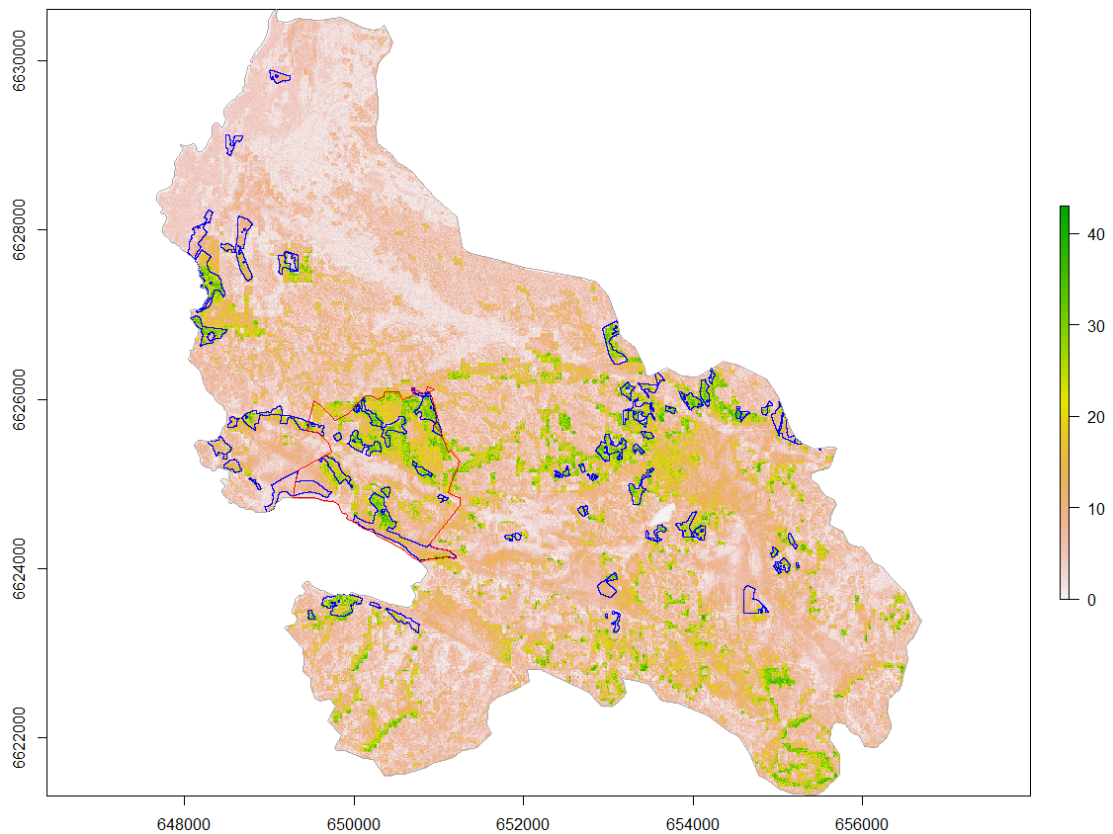
Tabell 3. Medel-koefficient för de olika prediktorerna vid modellering av artfördelning i delområde av avrinningsområdet Krusenberg, sorterad i fallande ordning.

Prediktor	Medel	Stdav	CV
Jordart	25,7	20,5	80%
MFI_Metria	23,3	29,0	124%
Jorddjup	20,5	22,5	110%
Lutn_grd	8,32	12,9	155%
TVInd	8,13	14,2	175%
Riktning	6,74	11,6	172%
KrökTvärs	3,45	5,04	146%
FlödAck_grd	2,47	4,69	190%
KrökLängs	1,28	2,22	173%

För Krusenberg testades modellen från det lilla delområdet i sydväst på hela avrinningsområdet. Vid denna uppskalning sjönk medelvärdet av AUC till 0,69 (std.av. = 0,11), och sju arter fick ett AUC under 0,6. Dessa var gulvial, kruståtel, kvickrot, rödklint, skogsklöver och artgrupperna timotej/ängskavle och ängs/skogsviol. Daggkåpor som hade AUC under 0,6 när enbart det lilla området i sydväst testades fick i testet på hela området ett AUC-värde straxt över 0,6. Bara en art, jättegröe, hade ett AUC-värde över 0,9. Resultaten från modelleringen av de enskilda arternas närvaro och frånvaro finns i bilaga 3.

I snitt över alla arter gav modellerna att en art var närvarande i 77 % av ytorna där en art observerats, och i 78 % av de ytor en art inte hittats gav modellerna också att arten var frånvarande. För de felaktiga prediktionerna sade modellerna att arten var närvarande i snitt i 22 % av de ytor där en art inte påträffades i verkligheten, och i 56 % av ytorna där en art observerades modellerades den som frånvarande. Resultat för varje art finns i bilaga 4.

Kartan där alla arters predikterade närvaro och frånvaro adderats gav en relativt liten sammanlagd areal med hög potential för hög diversitet (Fig. 4). Den sammanlagda arealen med minst 30 arter modellerade som närvarande utgjorde endast 2,6 % av totala arean på avrinningsområdet. Områden med hög predikterad diversitet följer delvis markslaget betesmark. Tjugosex procent av arean kategoriserad som betesmark hade minst 30 arter med modellerad närvaro. Hög modellerad diversitet uppträdde även i områden med annan markanvändning än bete (Fig. 4). Det fanns även områden som är betesmark, men som inte fått hög diversitet i modellerna, så enbart att det är betesmark är räcker inte som förklaring till diversitetsmönstren i Krusenberg.



*Figur 4. Summan av alla enskilda arters närvaro/frånvaro i modeller för gräsmarksarter i Krusenbergs. Färgskalan anger antalet modellerade arter per pixel. Områdena med grön färg har störst potential för hög diversitet av gräsmarksväxter. De blå polygonerna är de områden som är specificerade som betesmark i markslagvariabeln. Den röda polygonen är det delområde vi använt för att kalibrera modellen.*

## Jordtorp

Efter att ha plockat bort arter med färre än 10 förekomster återstod 61 arter som alla hade tillräckligt hög närvaro för att kunna modelleras. Precisionen i modellerna för Jordtorp var i samma storleksordning som för Krusenbergs. Medel av alla arters AUC-värde var 0,76 (s = 0,13). Brunört, maskrosor, revfingerört, rödsvingel, tuvtåtel och vanlig smörblomma hade alla AUC under 0,6 vilket gör att modellerna för dessa är mindre tillförlitliga. Nio arter hade däremot AUC-värden över 0,9 (ängshavre, axveronika, blodrot, flentimotej, gåsört, getväppling, humleblomster, solvanda och stenbar), vilket indikerar en god träffsäkerhet modellen.

Det var samma tre variabler som för Krusenbergs som var de viktigaste prediktorerna i de olika modellerna (tabell 4), men för Jordtorp hade den viktigaste variabeln, jordart, en ännu större relativ betydelse jämfört med Krusenbergs. En fullständig lista, där det också framgår att vissa arter främst modellerades med andra

prediktorer än de med högst medelvärde finns i bilaga 5. De olika arternas respons till prediktorerna är sammanfattat i bilaga 6.

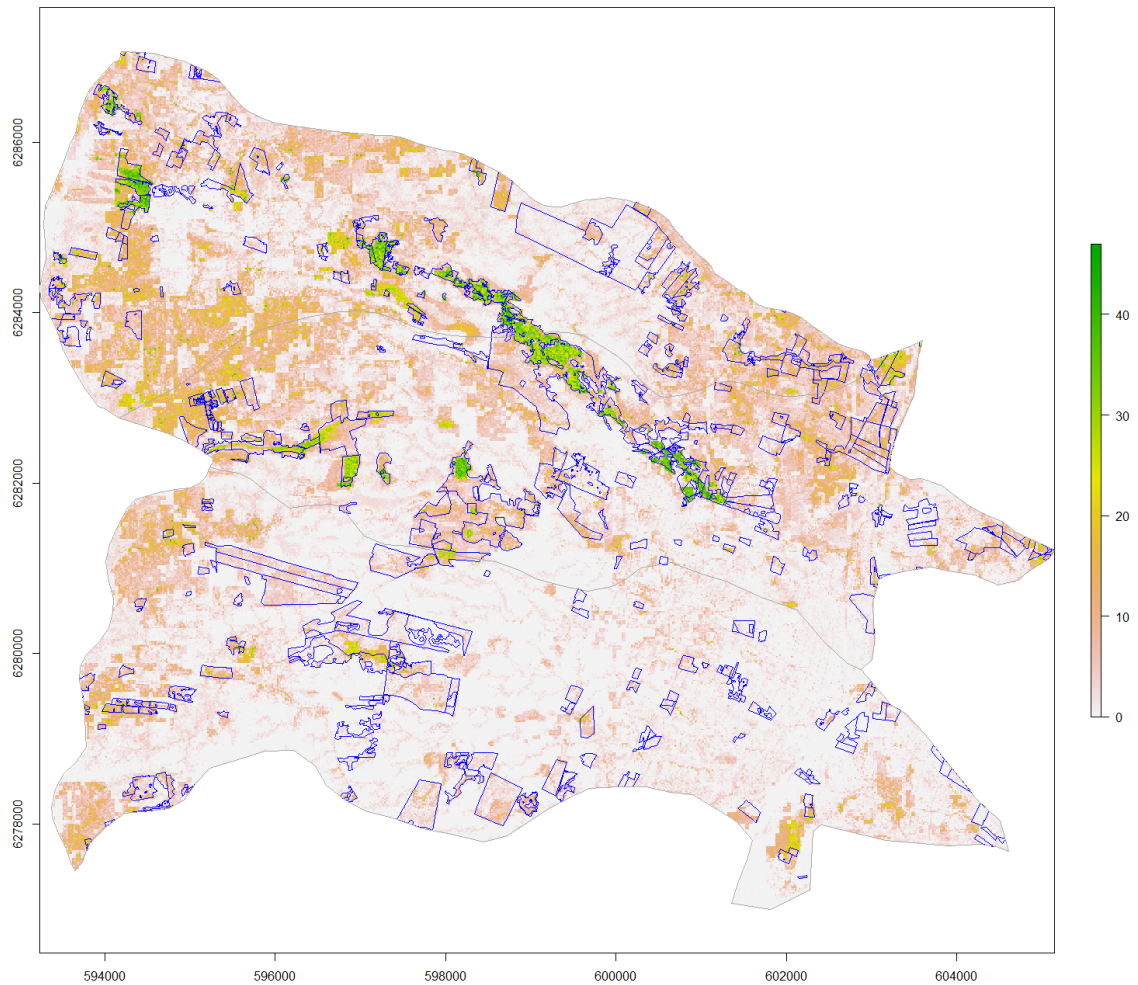
*Tabell 4. Medelkoefficient för de olika prediktorerna vid modellering av artfördelning i avrinningsområdet Jordtorp, sorterad i fallande ordning.*

Art	Medel	Stdav	CV
Jordart	32,09	19,57	61%
MFI_Metria	23,27	17,40	75%
Jorddjup	23,25	16,30	70%
TVInd10m	11,28	18,24	162%
Riktning	4,26	9,37	220%
OjämInd	1,82	2,86	157%
TVInd	1,81	7,15	396%
Lutn_grd	1,35	2,27	168%
FlödAck_grd	0,872	1,18	135%

Generellt gav modellerna i Jordtorp en mindre areal med modellerad närvaro för de testade arterna, jämfört med Krusenberg (bilaga 7). I Jordtorp är det små fläckar eller mindre områden, men inga mer heltäckande modellerade förekomster som för vissa arter i Krusenberg.

I snitt visade modellerna att en art var närvarande i 80 % av de provytor arten observerats. För de provytor där en art inte observerats visade även modellerna frånvaro för i snitt 78 %. I snitt predikterade modellerna närvaro i 22 % av de provytor där en art inte påträffats. Motsatsen, observerad närvaro men predikterad frånvaro skedde i snitt för 42 % av provytorna. Resultaten för varje enskild art finns i bilaga 8.

Summeringen av alla prediktioner i bilaga 7 gav en bild med små fläckar med potential för hög biodiversitet (Fig. 5). Den totala arealen med modellerad närvaro för fler än 30 arter var 1,1 % av hela området. Den största arealen med hög modellerad diversitet var dessutom utanför de arealer som klassats som betesmark (Fig. 5). Endast 5,2 % av ytan på den mark som klassats som betesmark hade minst 30 arter med modellerad närvaro. Det tydligaste området med högt antal modellerade arter går i ett öst-västligt stråk i norra delen av området. I det stråket ingår bland annat naturreservatet Vanserum-Bäck, som är känt som ett mycket artrikt område. Även Jordtorpsåsen, som är ett annat känt artrikt område, är grönmarkerat i figuren. Men varför så stor andel av betesmarkerna i Jordtorp klassas som ”artfattiga” i modellen vet vi ännu inte, förutom att många av de markerna verkar ha hög träd- och busktäckning. Detta behöver utredas vidare.



Figur 5. Summan av alla enskilda närvaro/frånvaro modeller för gräsmarksarter i Jordtorp. Färgskalan anger antalet modellerade arter per pixel. Områdena med grön färg har störst potential för hög diversitet av gräsmarksväxtarter. De blå polygonerna är de områden som är specificerade som betesmark i markslagvariabeln.

## Diskussion

Ett av syftena med denna studie var att testa om ett antal topografiska och hydrologiska variabler samt variabler som beskriver markanvändnings- och jordartsfördelning beräknats från olika GIS-lager kan användas för att prediktera artförekomst i gräsmarker. Resultatet gav att flera av variablerna hade ingen eller väldigt låg inverkan på fördelningen av arter. Generellt var det tre variabler (Jordart, Metrias fuktighetsindex och Jorddjup) som hade störst inverkan, även om vissa arter modellerades med andra än dess tre variabler. Bilderna över hur variablerna varierar över de två avrinningsområdena (tabell 1) visar också att vissa variabler uppvisar en till synes helt slumpmässigt mosaik över avrinningsområdet utan några uppenbara gradienter. Det var också dessa variabler som inte kom med i modellerna i initiala tester. En försiktig slutsats är därför att prediktorvariabler utan uppenbara gradienter ofta blir oväsentliga vid modellering av arters fördelning.

Ett annat syfte var att testa olika modellansatser. Eftersom vi hade både kontinuerliga och kategoriska data kom vi fram till att modellen ”maxent” passade våra data bäst. Maxent bygger på observerade närvarodata, och antingen observerade frånvarodata eller ”pseudo-frånvaro”. Det senare bygger på att man slumpar ett stort antal punkter över området, så bygger modellen en bakgrund från värdena på prediktorvariablerna i dessa punkter. I detta fall hade vi relativt få och även aggregerade provytor så vi valde den senare metoden framför observerad frånvaro i vårt relativt lilla artdataset.

Resultaten av den typ av modeller som ”maxent” tillhör ger snarare potentiell än reell fördelning av en art i det modellerade området (Jiménez-Valverde, Lobo, et al., 2008). Detta stöds av den vida modellerade fördelningen av t.ex. knylhavre och kvickrot i Krusenberg (bilaga 3). Enligt modellen ska dessa båda arter växa över hela området, trots att ungefär hälften av området består av skog som är en biotop där dessa arter normalt inte förekommer. Initialt hade vi med markslag i modellen. Med denna variabel i modellerna inskränkte sig resultatet till i stort sett enbart de små fläckar med gräsmark som fanns specificerat i den variabeln. Detta gav visserligen ingen modellerad närvaro i skog eller på åkermark, men resultatet blev en kraftig underskattning av arternas utbredning. Därför är de kartor över förekomst vi presenterar i denna studie i flera fall en överskattning av dagens utbredning och mer en bild av potentiell närvaro för de modellerade arterna.

Ett syfte med modelleringen är att beskriva variationen heltäckande inom kända områden med gräsmarksvegetation (betesmarker), men för frågor kring grön infrastruktur är det också värdefullt att kunna hitta områden med potentiell förekomst av gräsmarksväxter i annan mark, framför allt i skogsmark eller kantzoner. Genom att kombinera lager från en vegetationsmodell med äldre kartor som visar tidigare markanvändning kan man förhoppningsvis förbättra karteringen av ”potentiell gräsmarksvegetation” avsevärt. Ytor med brukad åkermark, vägar och bebyggelse kan enkelt maskas bort, men för tidigare åkermark som fortsätter att hävdas och gradvis övergår till mer artrik vegetation kan vegetationsmodellen bidra, t.ex. genom att man kan identifiera sådan mark som snabbast kan återfå artrik vegetation vid lämplig fortsatt hävd.

Jordtorp består egentligen av tre delavrinningsområden. Varje del utgör ungefär en tredjedel av hela ytan, och avdelarna löper i öst-västlig riktning. I denna studie är artdata endast samlat från de två norra delområdena. I ett test kalibrerade vi modellen på enbart de två norra delområdena, och använde sedan modellen för att modellera artförekomst i det södra området. Resultatet blev i det närmaste identiskt med det resultat vi erhöll när hela området modellerades i samma körning. Detta upprepar resultatet från Krusenberg där modellen testades på ett mycket större område än där den kalibrerades. Slutsatsen av detta är att modellerna verkar fungera någorlunda när de appliceras på ett närliggande område.

Trots en viss överskattning har modellerna resulterat i rimliga utbredningskartor för de flesta arterna. Vid summeringen av alla utbredningskartor för att erhålla diversitetskartor sammanföll de mest diversa områdena ofta med de områden som har känd förekomst av artrik naturbetesmark, eller med skogklädda områden som antagligen tidigare har varit hävdpåverkade. För att få ännu bättre förklaringsgrad i



framtiden, så bör alltså fältdata samlas in från fler skogsområden, åtminstone sådana ligger i anslutning till jordbruksmark och som inte är intensivt brukad produktionskog.

## Referenser

- Ejhed, H., Widén-Nilsson, E., Brunell, J.T. and Hytteborn, J. (2006). Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2014. Sveriges underlag till Helcoms sjätte Pollution Load Compilation. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016: 12.
- Cousins, S.A.O. and Eriksson, O. (2002). The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology* 17:517-529.
- Cousins, S.A.O., Auffret, A.G., Lindgren, J. and Tränk, L. (2015). Regional-scale land-cover change during the 20th century and its consequences for biodiversity. *Ambio* 44(suppl. 1):S17-S27.
- Hijmans, R.J. and Elith, J. (2017). Species distribution modeling with R. <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/vignettes/sdm.pdf>.
- Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J., Elith, J. and Hijmans, M.R.J. (2017). Package 'dismo'. *Circles* 9.
- Ihse, M. and Lindahl, C. (2000). A holistic model for landscape ecology in practice: the Swedish survey and management of ancient meadows and pastures. *Landscape and Urban Planning* 50:59-84.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J.M. and Hortal, J. (2008). Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions* 14: 885-890. doi:doi:10.1111/j.1472-4642.2008.00496.x.
- Lantmäteriet. (2014). Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+. Geografiska Sverigedata Lantmäteriet.
- Jordbruksverket (2005). Ängs- och betesmarksinventeringen - inventeringsmetod. Jordbruksverket, Rapport 2005:2. Jönköping.
- Lundin, A., Kindström, M., Glimskär, A., Gunnarsson, U., Hedenbo, P. and Rygne, H. (2016). Metodik för regional miljöövervakning av gräsmarker och våtmarker 2015-2020 Länsstyrelsen i Örebro län, Örebro.
- Münier, B., Nygaard, B., Ejrnaes, R. and Bruun, H.G. (2001). A biotope landscape model for prediction of semi-natural vegetation in Denmark. *Ecological Modelling* 139:221-233.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Söderström, M. and Piikki, K. (2016). Digitala åkermarkskartan: detaljerad kartering av textur i åkermarkens matjord Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environment, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling, Teknisk rapport 37.
- Wilson, J.B., Peet, R.K., Dengler, J. and Pärtel, M. (2012). Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23:796-802.
- Öster, M., Persson, K. and Eriksson, O. (2008). Validation of plant diversity indicators in semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125:65-72.

## Bilagor

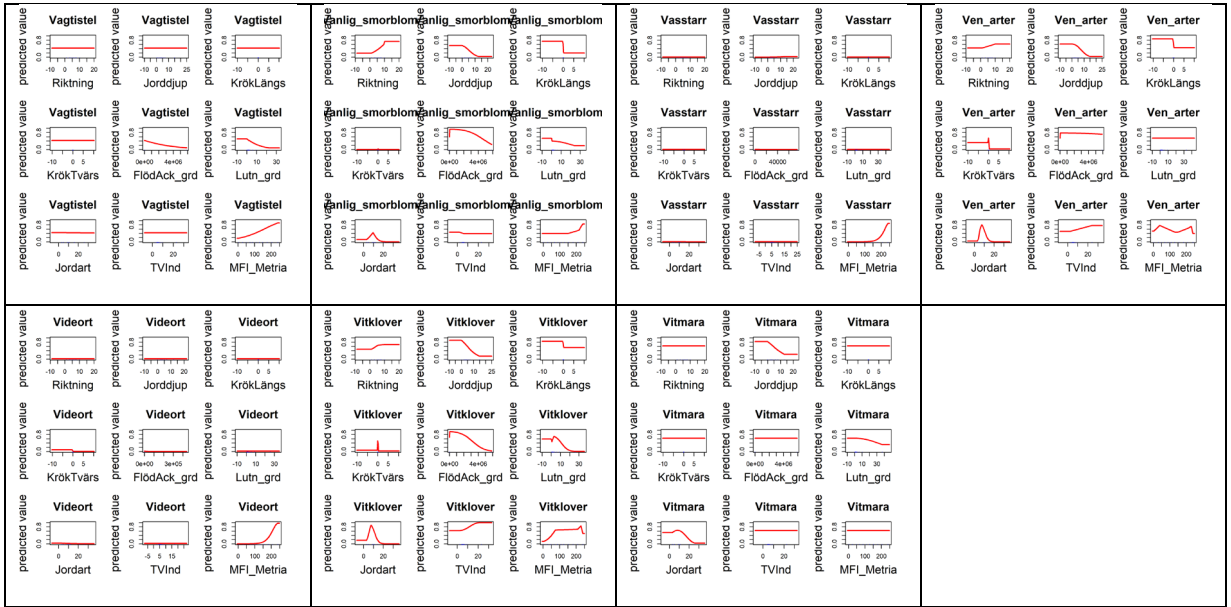
**Bilaga 1.** Koefficienter i modeller för artfördelning i Krusenberg. Se tabell 1 för beskrivning av variablerna. Ju högre koefficient, desto viktigare för modellen.

Taxa	FlödAck_grd	Jordart	Jorddjup	Kröklängs	Kröktvårs	Luhn_grd	MFI_Metria	Riktning	TVInd
Algort	2,35	10,9	3,17	0,50	0,27	5,01	49,3	28,5	0
Angs_skogsviol	0	3,29	73,7	0	0	0	0	0	23,0
Angshavre	0	0	0	3,76	0	0	76,2	15,8	4,21
Angssvingel	15,6	60,8	4,02	0,82	7,89	0,99	5,49	4,27	0,13
Angssyra	0	31,9	12,0	0,10	12,8	4,16	0	0,01	39,1
Arenpris	0,12	2,73	63,3	0,25	0	0	0	33,6	0
Brannassla	0	0	7,83	0,39	5,47	0	0	58,7	27,6
Brudbrod	0	3,96	0	8,18	0	0	45,5	0	42,4
Daggkapor	1,91	42,0	50,7	0	0	0	0	0	5,28
Farsvingel	0	4,14	68,0	0	0	0,58	0	0	27,3
Grashakmossa	0,87	37,7	28,9	1,41	2,31	8,32	19,0	1,54	0
Grasstjarnblomma	0	53,3	34,6	0,45	1,41	5,98	3,21	0,44	0,61
Groblad	0,40	17,6	36,3	0	0	45,4	0	0	0,22
Groe_arter_ovriga	6,06	67,6	12,3	2,16	2,37	4,00	3,73	0,72	1,02
Gulmara	4,03	27,74	40,3	1,99	0,80	24,1	0,03	0,97	0
Gulvial	0,68	37,7	0	5,87	5,45	0,34	21,8	28,1	0
Hostfibbla	0,23	0	14,5	0	15,3	55,9	12,8	1,22	0
Humleblomster	0	34,0	21,1	0,10	17,0	0,14	0	27,7	0
Hundaxing	1,84	37,53	15,3	0,92	1,29	28,0	10,0	4,79	0,35
Hundkax	0,68	44,9	15,2	4,81	5,39	9,81	6,43	12,3	0,42
Husmossa	0	4,35	0	4,19	0	0	64,6	0	26,8
Jattegroe	2,63	1,33	8,99	0,32	0	0,63	82,2	3,46	0,41
Knolsmorblomma	0,10	25,1	50,5	0,17	2,55	0,70	15,0	5,81	0
Knylhavre	0,02	6,02	0	0	0	0	78,3	15,7	0
Krustatel	0	7,12	52,9	0	0,10	6,27	0	0	33,6
Kvickrot	4,28	0	83,3	0	0	0	0	12,4	0
Maskrosor	0,55	44,9	1,49	1,34	2,24	29,7	10,4	6,20	3,16
Revfingert	2,66	7,35	46,4	0,20	4,20	9,18	25,2	4,00	0,79
Revsomorblomma	7,68	35,5	0,19	1,80	2,65	12,0	36,4	3,80	0
Rodklint	22,4	41,7	36,0	0	0	0	0	0	0
Rodklover	4,00	26,4	10,8	9,83	9,81	5,57	19,0	14,5	0
Rodsvingel	0,91	41,3	43,9	0	5,50	2,16	4,26	1,88	0,05
Rollika	0	39,7	3,37	3,09	4,49	14,5	30,6	3,21	1,00
Skogsklover	0	27,4	31,8	0	0	0	4,12	0	36,7
Smultron	0	4,08	11,3	0	22,0	1,91	44,1	0	16,6
Stormara	0	37,0	2,91	0	5,08	36,4	6,17	5,67	6,80
Teveronika	1,85	46,1	15,5	0,20	3,51	28,2	3,52	1,03	0,07
Timotej_angskavle	12,6	55,3	4,67	0,04	3,76	1,29	12,7	0,14	9,48
Tuvtatel	3,22	39,9	14,1	0,35	1,27	15,4	9,59	1,02	15,2
Vaggmossa	0	27,0	3,88	3,49	0	13,7	50,5	0,10	1,32
Vagtistel	1,06	1,32	0	0	0	6,11	91,5	0	0
Vanlig_smorblomma	14,3	39,3	7,42	0	12,2	0,16	19,2	7,51	0
Vasstarr	0,36	2,43	3,64	0,02	1,09	0,07	91,9	0	0,50
Ven_arter	0,57	72,6	18,7	0,30	0,33	0,30	4,14	1,22	1,86
Videort	0,95	1,81	0	0	2,47	0	94,8	0	0
Vitklover	1,45	34,7	12,1	3,18	1,35	7,90	28,6	10,7	0,01
Vitmara	0	20,9	0	0	0	6,32	17,0	0	55,9

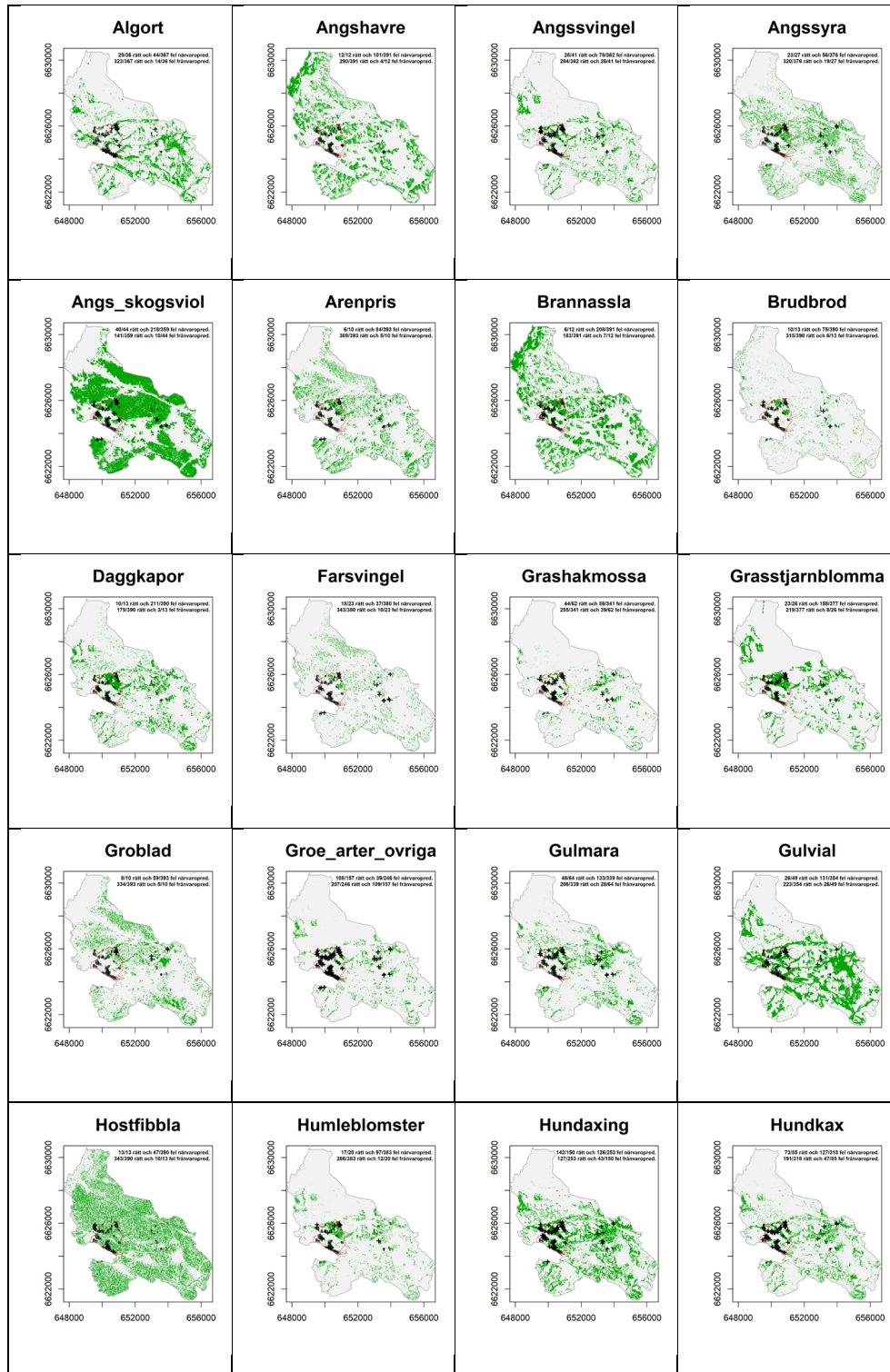
**Bilaga 2.** Responsfunktion för de olika arterna i förhållande till prediktorerna i Krusenberg.

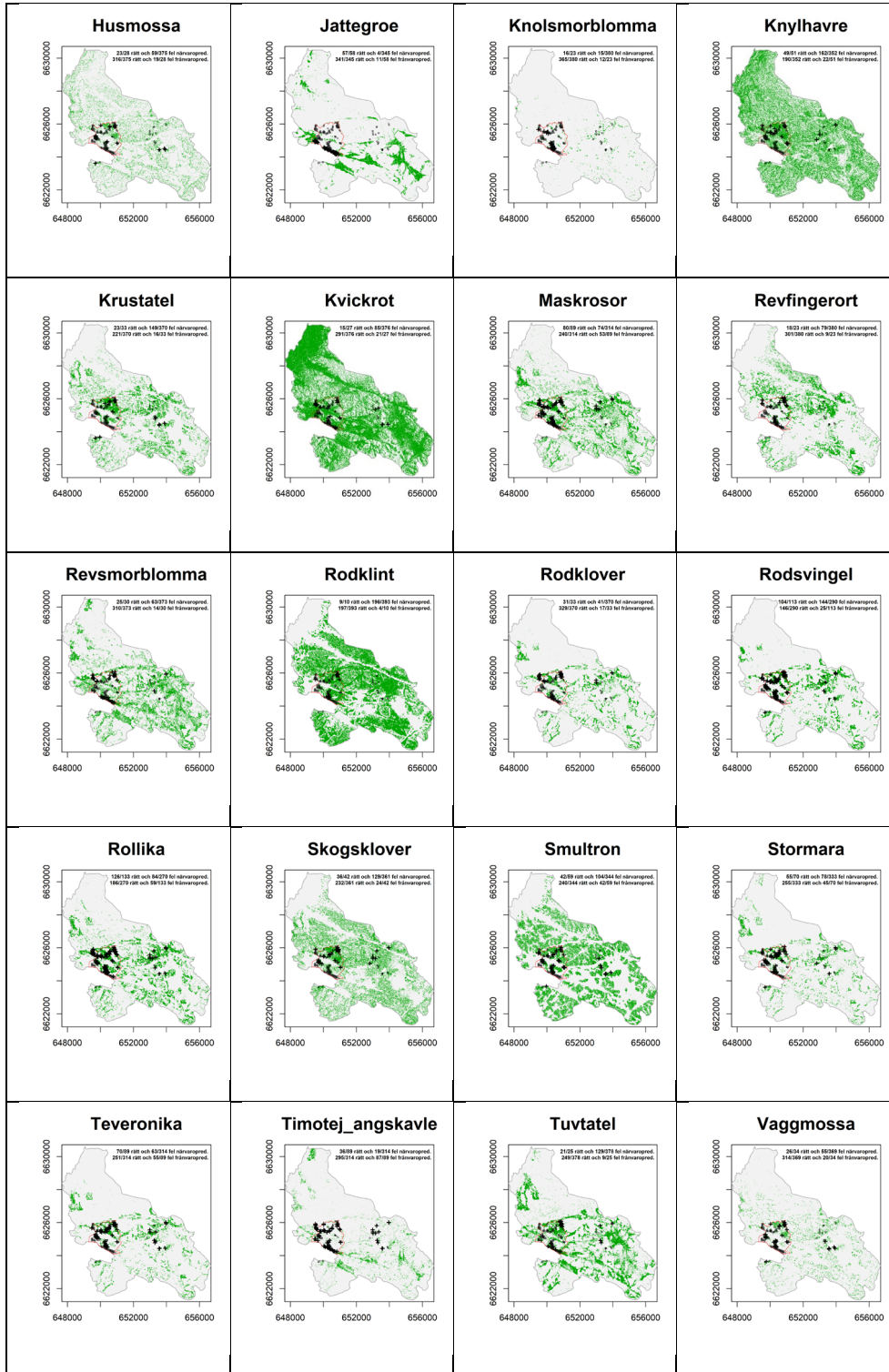


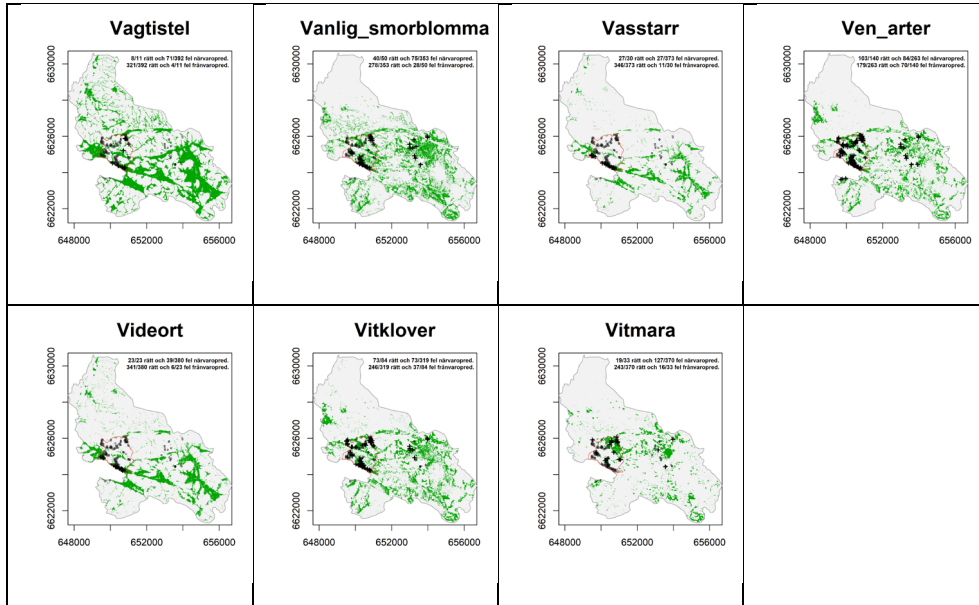




Bilaga 3. Modellerad närvaro (grön) och frånvaro av gräsmarksarter i Krusenberg.









**Bilaga 4.** Sammanställning över andel provtytor med korrekt och felaktig modellering i Krusenberg.

Art	Obs. och pred. närvaro	Obs frånv. och pred. närvaro	Obs. och pred. frånvaro	Obs. närvaro och pred. frånvaro
Algort	78%	19%	81%	56%
Angs skogsviol	84%	31%	69%	61%
Angshavre	75%	23%	77%	33%
Angssvingel	63%	18%	82%	66%
Angssyra	81%	12%	88%	85%
Arenpris	40%	17%	83%	60%
Brannassla	50%	9%	91%	92%
Brudbrod	92%	32%	68%	38%
Daggkapor	92%	8%	92%	92%
Farsvingel	78%	8%	92%	70%
Grashakmossa	87%	33%	67%	35%
Grasstjarnblomma	81%	32%	68%	50%
Groblad	80%	15%	85%	50%
Groe arter_ovriga	69%	9%	91%	74%
Gulmara	86%	32%	68%	52%
Gulvial	67%	30%	70%	51%
Hostfibbla	62%	23%	77%	62%
Humleblomster	45%	34%	66%	65%
Hundaxing	92%	49%	51%	21%
Hundkax	73%	32%	68%	64%
Husmossa	61%	15%	85%	68%
Jattegroe	98%	2%	98%	14%
Knolsmorblomma	78%	8%	92%	57%
Knylhavre	73%	24%	76%	65%
Krustatel	91%	38%	62%	42%
Kvickrot	85%	45%	55%	63%
Maskrosor	72%	16%	84%	62%
Revfingerort	87%	20%	80%	48%
Revsmorblomma	73%	15%	85%	63%
Rodklint	80%	45%	55%	80%
Rodklover	79%	20%	80%	39%
Rodsvingel	96%	52%	48%	15%
Rollika	77%	9%	91%	70%
Skogsklover	93%	46%	54%	40%
Smultron	78%	35%	65%	69%
Stormara	70%	20%	80%	60%
Teveronika	79%	17%	83%	69%
Timotej_angskavle	46%	2%	98%	94%
Tuvtatel	76%	9%	91%	80%
Vaggmossa	82%	27%	73%	38%
Vagtistel	82%	17%	83%	55%
Vanlig_smorblomma	86%	18%	82%	44%
Vasstarr	90%	6%	94%	47%
Ven_arter	72%	25%	75%	46%
Videort	87%	7%	93%	52%
Vitklover	88%	18%	82%	45%
Vitmara	67%	29%	71%	45%

**Bilaga 5.** Koefficienter i modeller för artfördelning i Jordtorp. Se tabell 1 för beskrivning av variablerna. Ju högre koefficient, desto viktigare för modellen.

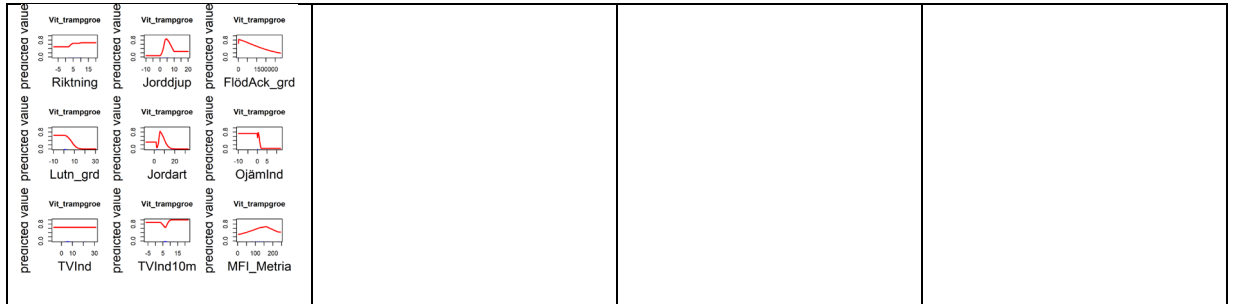
Taxa	FlödAck_grd	Jordart	Jorddjup	Lutn_grd	MFI_Metria	Ojämlnd	Riktning	TVIndl0m	TVInd
Akervinda	0	17,5	24,8	0,56	55,0	1,40	0	0,06	0,61
Algort	0,01	53,2	12,7	1,17	21,9	4,07	2,15	4,80	0
Alvaxing	0,43	28,3	46,4	0,25	22,3	2,39	0,03	0	0
Angs_skogsviol	0,02	5,92	4,70	0,37	0	0	9,43	79,6	0
Angshavre	4,14	20,5	31,0	0,10	42,3	1,54	0,32	0,04	0
Angssvingel	0,89	23,5	6,42	0,80	17,6	0	0,72	41,2	8,81
Angssyra	0,07	0	15,3	0	3,79	0	11,1	69,7	0
Angsvadd	0	30,3	11,9	0	0	0,07	57,8	0	0
Arenpris	0	89,8	0	0	0,06	0	10,1	0	0
Axveronika	0	25,0	15,3	0	57,2	0	0,37	0,01	2,12
Blatatel	0	0,31	5,65	0	55,5	0	0	0,11	38,4
Blodrot	2,04	44,0	15,1	2,39	35,8	0	0,68	0	0
Brudbrod	4,32	18,5	39,7	1,04	34,1	0,49	1,83	0	0
Brunort	4,23	30,8	28,5	0,06	28,2	5,70	0,84	1,69	0
DaggKapor	0,31	40,8	5,66	1,05	34,8	0,01	17,4	0	0
Darrgras	0,04	38,5	50,8	0,71	7,48	0,30	0,46	1,57	0,16
Farsvingel	2,44	18,6	43,2	0,30	33,4	0,78	0,60	0,73	0
Flentimotej	0	40,7	0	0,80	55,5	0,09	0	2,78	0,12
Gasort	1,10	61,5	0,73	0,22	23,4	1,99	7,73	3,40	0
Getvappling	0	11,4	20,3	1,92	64,3	0	0	0,07	2,06
Grafibbla	0,86	38,7	12,7	1,77	34,2	7,15	3,52	1,04	0,02
Grashakmossa	0,22	9,42	13,1	0	33,5	0,10	2,26	41,3	0,10
Grasstjarnblomma	0	38,9	0	1,37	18,9	0	0	0	40,9
Groe_arter_ovriga	1,10	37,3	23,8	0,76	17,4	0,74	1,58	16,0	1,27
Gullviva	0,53	35,3	37,6	0,01	10,0	7,17	2,70	6,60	0
Gulmara	2,89	18,1	40,3	0,07	34,8	0,59	0,05	3,21	0,03
Gulvial	0,30	30,3	23,1	0,03	45,4	0	0,12	0,61	0,18
Hirsstarr	0,02	36,3	11,0	3,16	38,7	2,10	1,88	6,72	0,12
Honsarv	0,56	27,5	9,09	0,03	12,0	0,20	9,37	41,2	0,05
Humleblomster	0,17	37,4	12,0	2,27	43,5	0,66	2,32	1,65	0
Humlelucern	0,68	40,9	30,3	1,82	9,34	1,77	0,89	13,7	0,67
Hundaxing	0,18	59,0	4,58	1,48	1,48	7,20	1,99	23,4	0,74
Jungfrulin	0,01	7,80	39,4	1,60	32,6	0	7,37	10,6	0,55
Karingtand	1,20	14,7	58,3	0,79	16,2	6,97	0,49	1,30	0
Karrfraken	0,41	8,50	30,3	5,38	39,5	0	4,76	11,1	0
Karrkavle	0,07	19,2	19,2	0	0	0	0	61,6	0
Knipp_angsfryle	0,78	13,9	37,6	0,96	40,5	2,55	0,72	2,61	0,33
Kvickrot	0,04	68,9	5,35	0,54	3,85	11,7	5,07	4,56	0
Maskrosor	0,24	57,2	9,04	0,33	7,07	0,37	2,20	21,6	1,93
Revfingerort	0	1,05	29,6	0	27,6	0	41,7	0	0
Rodklover	2,26	11,6	40,9	0,87	9,02	4,55	0,52	26,3	3,96
Rodsvingel	2,46	32,4	26,5	1,49	7,15	0,44	4,86	24,7	0,04
Rollika	0,34	57,0	6,42	1,62	7,59	5,93	0,01	21,0	0
Slankstarr	0,16	44,9	34,3	0,01	10,9	2,32	3,07	3,9	0,37
Smultron	0,01	33,8	28,5	0,45	29,0	2,68	0,08	4,60	0,87
Solvanda	0,48	45,6	3,67	0,39	45,8	1,41	2,46	0,14	0
Stenbar	0,06	41,5	11,1	15,2	16,7	5,07	9,99	0,36	0,02
Svartkampar	2,11	39,6	28,3	2,80	11,4	0	1,18	14,5	0,06
Timotej_Angskavle	1,61	0	32,7	0	9,76	0	0	55,9	0
Tuvtatel	0	56,5	24,9	0,35	18,2	0	0	0	0,02
Vaggmossa	2,98	22,1	52,0	2,03	3,28	12,0	2,30	0,08	3,22
Vagtistel	0,52	40,3	18,6	0	39,2	0,55	0,68	0,16	0
Vanlig_smorblomma	0,45	36,5	37,6	1,34	6,69	1,14	0,93	15,1	0,22
Var_smafingert	2,77	50,3	13,1	0,73	21,2	0,35	0,61	10,9	0
Varbrodd	2,36	13,7	22,8	3,86	42,8	0,26	2,06	12,2	0
Vattenmara	0,20	20,4	17,0	2,06	38,1	0	14,7	7,50	0
Ven_arter	0,33	24,8	36,6	6,23	22,4	0,54	0,97	7,94	0,15
Vildlin	0	11,9	75,5	2,38	9,92	0,03	0	0	0,22
Vit_trampoline	0,11	77,0	13,6	0,50	5,39	0	1,16	2,25	0
Vitklover	2,85	58,6	22,5	5,32	1,64	0,04	1,88	5,15	2,08
Vitmara	0,85	39,6	47,0	0,57	4,14	5,53	1,70	0,61	0

**Bilaga 6.** Responsfunktion för de olika arterna i förhållande till prediktorerna i Jordtrop.

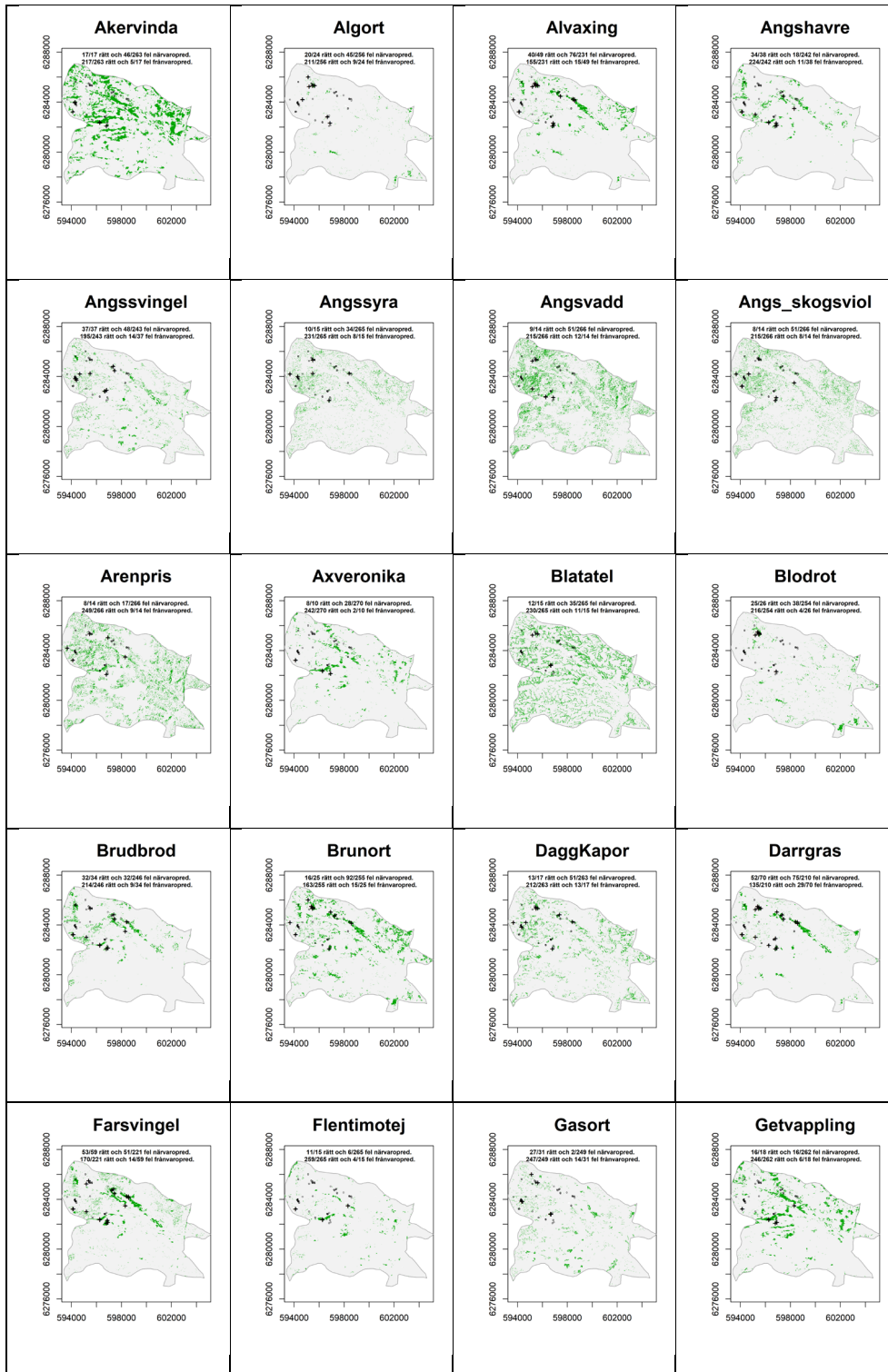


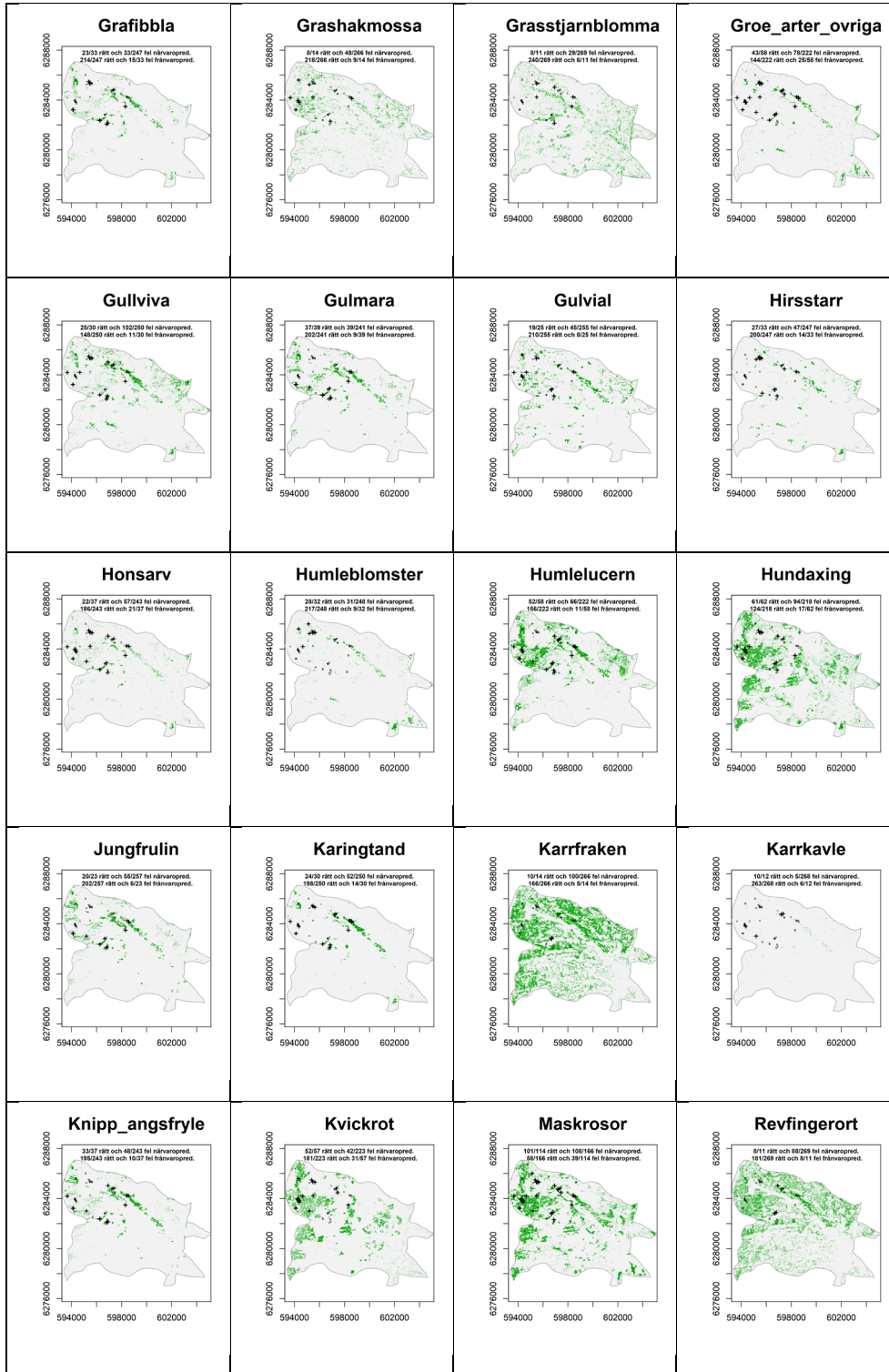




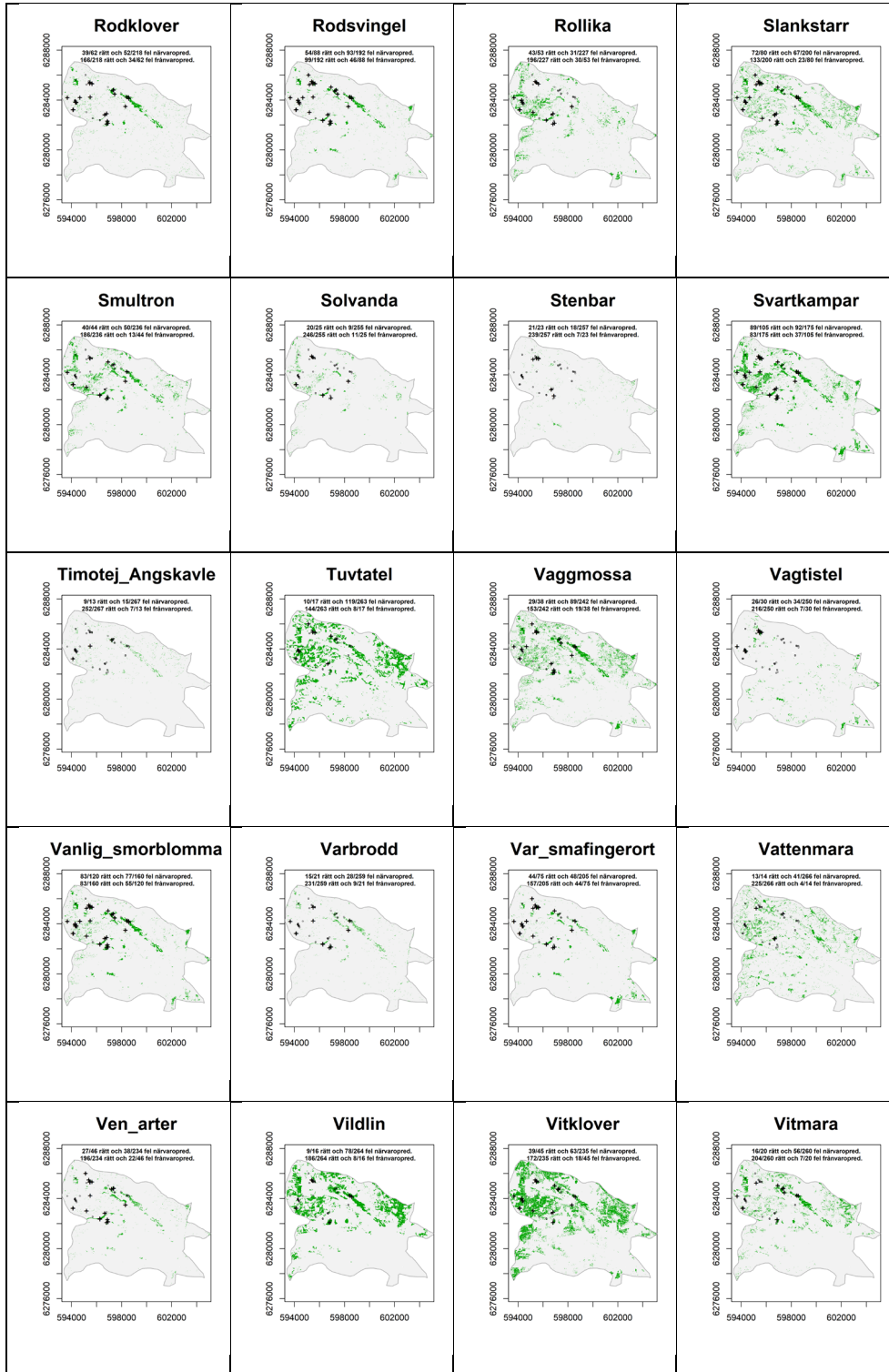


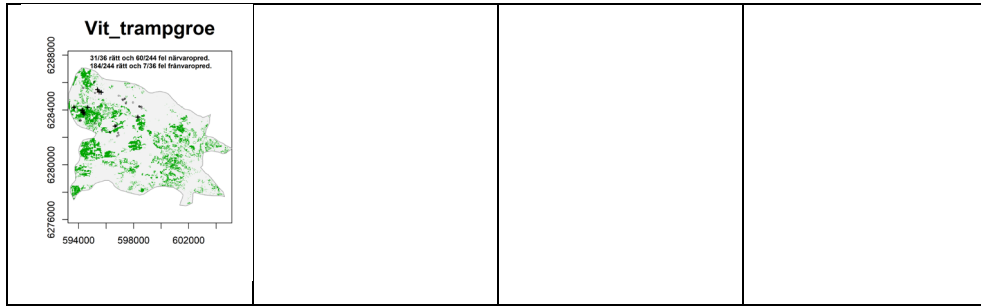
Bilaga 7. Modellerad närvaro (grön) och frånvaro av gräsmarksarter i Jordtorp.











**Bilaga 8.** Sammanställning över andel provtytor med korrekt och felaktig modellering.

Taxa	Obs. och pred. närvaro	Obs frånv. och pred. närvaro	Obs. och pred. frånvaro	Obs. närvaro och pred. frånvaro
Akervinda	100%	17%	83%	29%
Algort	83%	18%	82%	38%
Alvaxing	82%	33%	67%	31%
Angs_skogsviol	57%	19%	81%	57%
Angshavre	89%	7%	93%	29%
Angssvingel	100%	20%	80%	38%
Angssyra	67%	13%	87%	53%
Angsvadd	64%	19%	81%	86%
Arenpris	57%	6%	94%	64%
Axveronika	80%	10%	90%	20%
Blatatel	80%	13%	87%	73%
Blodrot	96%	15%	85%	15%
Brudbrod	94%	13%	87%	26%
Brunort	64%	36%	64%	60%
DaggKapor	76%	19%	81%	76%
Darrgras	74%	36%	64%	41%
Farsvingel	90%	23%	77%	24%
Flentimotej	73%	2%	98%	27%
Gasort	87%	1%	99%	45%
Getvapping	89%	6%	94%	33%
Grafibbla	70%	13%	87%	45%
Grashakmossa	57%	18%	82%	64%
Grasstjarnblomma	73%	11%	89%	55%
Groe_arter_ovriga	74%	35%	65%	43%
Gullviva	83%	41%	59%	37%
Gulmara	95%	16%	84%	23%
Gulvial	76%	18%	82%	32%
Hirsstarr	82%	19%	81%	42%
Honsarv	59%	23%	77%	57%
Humleblomster	88%	13%	88%	28%
Humlelucern	90%	30%	70%	19%
Hundaxing	98%	43%	57%	27%
Jungfrulin	87%	21%	79%	26%
Karingtand	80%	21%	79%	47%
Karrfraken	71%	38%	62%	36%
Karrkavle	83%	2%	98%	50%
Knipp_angsfryle	89%	20%	80%	27%
Kvickrot	91%	19%	81%	54%
Maskrosor	89%	65%	35%	34%
Revfingerort	73%	33%	67%	73%
Rodklover	63%	24%	76%	55%
Rodsvingel	61%	48%	52%	52%
Rollika	81%	14%	86%	57%
Slankstarr	90%	34%	67%	29%
Smultron	91%	21%	79%	30%
Solvanda	80%	4%	96%	44%
Stenbar	91%	7%	93%	30%
Svartkampar	85%	53%	47%	35%
Timotej_Angskavle	69%	6%	94%	54%
Tuvtatel	59%	45%	55%	47%
Vaggmossa	76%	37%	63%	50%
Vagtistel	87%	14%	86%	23%
Vanlig_smorblomma	69%	48%	52%	46%
Var_smafingerort	59%	23%	77%	59%
Varbrodd	71%	11%	89%	43%
Vattenmara	93%	15%	85%	29%
Ven_arter	59%	16%	84%	48%
Vildlin	56%	30%	70%	50%
Vit_tramproe	86%	25%	75%	19%
Vitklover	87%	27%	73%	40%
Vitmara	80%	22%	78%	35%