



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekologi

Hur kopplad är asp till tidigare jordbruksmark?

- En studie av aspförekomst och tidigare markanvändning i fem län i Mellansverige

How connected is aspen to former agricultural land?

- A study of aspen and previous land use in five regions in central Sweden

Jenny Dahl

Biologi och miljövetenskap
Kandidatarbete 15 hp
Uppsala 2013

Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi 2013:9

Hur kopplad är asp till tidigare jordbruksmark?

How connected is aspen to former agricultural land?

Jenny Dahl

Handledare: Lena Gustafsson, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekologi
Bitr. handledare: Åsa Ranlund, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekologi
Examinator: Peter Redbo Torstensson, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2013

Serietitel: Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi

Löpnummer: 2013:9

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

Nyckelord: Asp, Populus tremula, markanvändning, jordbruksmark, skog

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Innehåll

Sammanfattning	4
Introduktion	6
Hur tidigare markanvändning kan påverka biologisk mångfald	6
Om asp och dess betydelse för biologisk mångfald	7
Syfte	8
Bakgrund: Förändringar i Sveriges landskap och skogsbruk, och hur detta har påverkat aspen	9
Material och metoder	11
Förändring i markanvändning	13
Tidigare markanvändning	13
Statistiska analyser	14
Resultat	14
Markanvändning förr och nu – andel jordbruksmark och skogsmark	14
Asprika och barrika provytors förekomst på tidigare jordbruksmark och skogsmark	16
Diskussion	20
Om bakgrund och syfte	20
Har markanvändningen förändrats i de olika länen?	20
Förekommer asp i större utsträckning på tidigare jordbruksmark än vad barr gör?	21
Felkällor, svårigheter och förslag till förbättringar	23
Förslag till vidare studier och åtgärder	24
Slutsatser	25
Referenser	26

Sammanfattning

Aspen (*Populus tremula*) är ett trädslag som är viktigt för biologisk mångfald. Den är ett pionjärträd som trivs med stor ljusstillgång och därmed växer bättre på öppna marker än i skog. Det är då möjligt att aspar som är uppvuxna på jordbruksmark har en annan betydelse för biologisk mångfald än aspar uppvuxna i skog, eftersom de haft andra förutsättningar när de vuxit upp. Genom att studera hur markanvändningen har förändrats kan man se hur stor del av dagens skogsaspar som har vuxit upp på tidigare jordbruksmark. Den här studien undersöker tre frågeställningar och inkluderar fem län (Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro och Värmland):

- Hur har markanvändningen förändrats i de utvalda länen från det att den häradsekonomiska kartan ritades 1860-1911 till nu?
- Förekommer aspen i dagens skogslandskap i större utsträckning på tidigare odlingsmark än vad gran och/eller tall gör?
- Hur stor andel av dagens aspar har vuxit upp på tidigare jordbruksmark?

Häradsekonomiska kartor användes för att kontrollera tidigare markanvändning i de tre klasserna skog, ängs-/åkermark och kantzonen mellan äng/åker och skog. Provytor från Riksskogstaxeringens inventeringar med en beståndsålder över 70 år och mer än 10 % asp respektive 0 % asp och över 90 % gran och/eller tall undersöktes.

Andelen skogsmark och jordbruksmark jämfördes på den häradsekonomiska kartan från slutet av 1800-talet/början av 1900-talet och dagens fastighetskarta för att se förändringar i markanvändningen. Analysen visade att jordbruksmarken har minskat lite medan skogsmarken har ökat i samtliga län.

Resultaten visar att asp förekommer i större utsträckning på tidigare jordbruksmark än vad gran och/eller tall gör. Andelen asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark är högre i "skogsläna" Örebro (23,5 %) och Värmland (30,8 %) än i "jordbruksläna" Stockholm och Uppsala, samtidigt som ängs-/åkermarken minskat ungefär lika mycket i alla län. En möjlig orsak kan vara att små åkrar och ängar har övergivits i större utsträckning i Värmland och Örebro, men att små gårdar slagits ihop till stora så att andelen jordbruksmark fortfarande är ungefär lika hög. Aspen kan etablera sig snabbt på övergiven jordbruksmark vilket ger en hög andel asp som är uppvuxen på denna typ av mark.

Abstract

Aspen (*Populus tremula*) is a tree that is important for biodiversity. It is a pioneer tree that is favored by much light. It is possible that aspens that regenerated on agricultural land have a different importance for biodiversity than aspens that regenerated in forests, since their conditions have been different. By studying how the land use have changed you can see how many of today's aspens regeneratad on agricultural land. This paper studies three questions and includes five regions (Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro and Värmland):

- How has the land use changed from the time the historical map was made (1860-1911) until now?
- Is aspen more frequent in today's forests on land that used to be agricultural land than coniferous trees are?
- How many percent of today's aspens have grown up on land that used to be agricultural land?

A historical map was used to analyse the land use, separated into forest, agricultural land and the border between agricultural land and forest. Data from the Swedish National Forest Inventory were used, including plots with an age of the forest of 70 years or more, and more than 10 % aspen or with 0 % aspen and more than 90 % spruce and/or pine.

The percentage of agricultural land and forest were compared on the historical map and on the modern map to analyse how the land use had changed. The agricultural land had decreased in all the regions while the forest had increased.

The results show that aspen is more frequent on land that historically was agricultural land compared to spruce and/or pine. The percentage of aspen that regenerated on agricultural land is higher in the forest regions Värmland (30,8 %) and Örebro (23,5 %) than in the agricultural regions Stockholm and Uppsala, while the agricultural land has decreased equally in all the regions. A possible reason is that small meadows and fields have been abandoned in Värmland and Örebro, but farms have merged and become bigger implying a small change in the total area of agricultural land. Aspen can establish quickly on abandoned agricultural land, which leads to a high percentage on old fields and meadows.

Introduktion

Aspen är ett träd med stor betydelse för biologisk mångfald. De är pionjärträd som växer bäst när de har stor ljusstillgång, vilket medför att de förekommer i stor utsträckning på öppna marker. Det är möjligt att aspar med ursprung på ängs- eller åkermark har en annan betydelse för biologisk mångfald än aspar som är uppvuxna i skog då de har haft andra förutsättningar när de vuxit upp. De kan bli grövre och utveckla ett större grenverk vilket kan gynna hålhäckande fåglar, mossor, lavar och andra organismer. På grund av den eventuella skillnaden i betydelse för biologisk mångfald är det intressant att kartlägga vilket ursprung dagens aspar har.

Hur tidigare markanvändning kan påverka biologisk mångfald

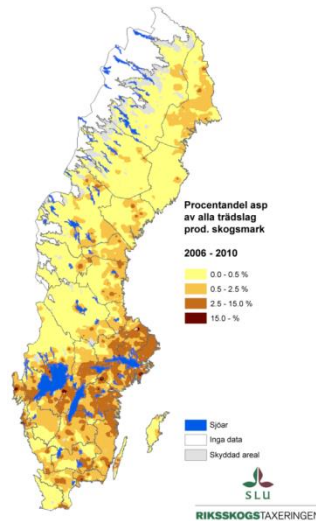
Hur utbredningsmönstret ser ut för olika arter påverkas inte bara av hur landskapet ser ut idag, utan även av hur det sett ut och brukats förr (Cousins och Eriksson, 2001). Sverige har ett bra sortiment av historiska kartor som visar hur markanvändningen tidigare har sett ut. Genom att jämföra de äldre kartorna med hur landskapet ser ut idag kan man få en ökad förståelse för hur artens utbredning påverkas av förändring i markanvändning.

Ängsmarker som har hävdats genom till exempel slåtter eller bete har generellt en hög biologisk mångfald av kärlväxter och så också skogar som har vuxit upp på tidigare ängsmark (Cousins och Eriksson, 2001). Skogar som ligger i närheten av gårdar eller där det tidigare legat gårdar har troligen använts som ängsmark eller blivit betade vilket kan bidra till den biologiska mångfalden i den nuvarande skogen.

Ett landskap som har förändrats mycket, till exempel från ängsmark till skog, kan ha en utdöendeskuld vilket innebär att arter lever kvar på lånad tid i ett habitat där de egentligen inte är anpassade för att leva (Lindborg och Eriksson, 2004). Arter som är knutna till träd som vuxit upp i jordbruksmark eller i betesmarker men som nu växer i skog kan alltså vara relikta populationer som riskerar att dö ut. Relikta populationer som lever kvar i ett förändrat landskap kan vara beroende av människans fortsatta påverkan för att överleva (Lunt och Spooner, 2005). Aspen är ett exempel på en sådan art, och i förlängningen också arter som lever på asp. Även om aspen inte är helt beroende av antropogena störningar så gynnas den av dem, i brist på naturliga störningar som brand.

Om asp och dess betydelse för biologisk mångfald

Aspen (*Populus tremula*) har funnits i Sverige under lång tid, den vandrade in kort efter att den senaste inlandsisen dragit sig tillbaka (Niklasson och Nilsson, 2005). Den är viktig för många andra arter och förekommer i nästan hela Sverige utom i fjällkedjan (se figur 1). Bäst trivs aspen på näringsrika mineraljordar (Edenius et. al, 2008). Bra tillgång på ljus är viktigt för aspens förnygring då den är ett pionjärträd, det vill säga ett trädslag som växer upp bland de första på en öppen mark, hygge eller brandfält och missgynnas av beskuggning. I tätare granskogar kan den därför få svårt att klara sig när den skuggtåliga granen tar över (Ehnström, 2012). Störningar i skogen så som stormar och bränder som skapar områden med stor ljusstillgång gynnar aspen (Niklasson och Nilsson, 2005). På kalhyggen och brandfält är därför aspen ofta ett av de första trädslagen som växer upp, och tack vare att den har en hög tillväxttakt hinner den etablera sig innan granen växer upp (Delin, 2004). Skott och blad hos asp är populär föda för vilt, något som försvårar överlevnaden för aspskott (Kuoki et. al, 2002). Betningens påverkan kan tillsammans med andra faktorer som minskningen av skogsbränder bidra till en minskning av aspförnygringen (Sveriges lantbruksuniversitet, 2012a).



Figur 1. *Aspförekomst i procent av brukad skog i Sverige. (Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet, 2013d)*

Många arter av olika organismer som fjärilar, skalbaggar, mossor, svampar och lavar lever på eller utnyttjar aspen i olika stadier av dess liv, eller efter att den dött (Ehnström, 2012). I aspens unga år är det mest löven som är lockande som föda för olika sorters insektslarver och betande vilt. Med åren när barken blir grövre och mer fårig, blir den passande som substrat för en mängd olika mossor och lavar, bland andra lunglav (*Lobaria pulmonaria*), gelelavar (släktet *Collema*) och aspfjädermossa (*Neckera pennata*). Veden angrips av svampar av olika slag vilket gör den mjukare och aspens attraktionskraft för insekter och fåglar ökar. I hålrum i stammen kan mulm bildas, vilket bidrar ytterligare till aspens artdi-

versitet av insekter och svampar (Nicklasson och Nilsson, 2005). Aspen är ett rikbarksträd, det vill säga barken har ett högt pH-värde vilket medför att många lavar trivs (Nicklasson och Nilsson, 2005). Den basiska barken är betydelsefull för skogens biodiversitet särskilt i de norra delarna av Sverige där det växer mest barrträd, som har lägre pH-värde. Asp som tillskott i skogen bidrar då till ökad biodiversitet (Bernes, 2011). Även förnan påverkas av lövens pH-värde och kan öka biodiversiteten i en barrskog som annars har lågt pH-värde (Kuoki et. al, 2002).

Livslängden för en asp är sällan över 100 år för enskilda stammar, men i enskilda fall kan de bli upp mot 250 år gamla (Ehnström, 2012). De är dock svåra att åldersbestämma då kärnveden ofta är rötad till följd av angrepp av aspticka (Delin, 2004). En skog kan dock ha en lång aspkontinuitet tack vare aspens rotskotts bildning som gör att en aspindivid på så sätt kan leva mycket länge genom att klona sig (Nitare, 2000). Tillväxttakten är ofta snabb vilket gör veden porös och träden kan bli både höga och grova, vilket gynnar hålhäckande fåglar. När fåglarna flyttar vidare kan bohålen tas över av andra fåglar eller däggdjur som ekorre och mård (Nicklasson och Nilsson, 2005). Dödsorsaken hos asp är ofta att stammen blåser av till följd av röta och hackade hål i stammen, innan träden dör av hög ålder. Högstubbar som då bildas kan utnyttjas som boplats av till exempel hökuggla, och den döda veden gynnar många arter. En av dem är cinnoberbagge (*Cucujus cinnaberimus*), en skalbagge som lever under barken på solbelysta, nydöda grova aspar. Den är en hotad art som tidigare var mer utbredd i Sverige men som nu bara finns kvar i Uppland och kring nedre Dalälven.

Syfte

Det är intressant att kartlägga asparnas ursprung eftersom de är så viktiga för den biologiska mångfalden, och det är möjligt att aspar med ursprung i jordbruksmark har ett annat värde för biologisk mångfald än aspar som har vuxit upp i skog. De har haft andra förutsättningar när de vuxit upp och kan bli grövre och mer spärrgreniga eftersom de inte omedelbart måste tillväxa mycket på höjden för att få tag i ljus. Om aspen är grövre finns större vedvolym för hålhäckande fåglar att utnyttja, större yta för mossor och lavar att växa på och mer ved för insektslarver att leva i.

Den här studien har tre syften. Dels att se hur markanvändningen förändrats i de olika länen sedan den häradsökonomiska kartan ritades (1860-1911). Den andra delen var att undersöka om aspen i dagens skogsland-

skap förekommer i större utsträckning på tidigare odlingsmark än vad gran och tall gör. Till sist kontrollerades hur stor andel av dagens aspar som är uppvuxna på tidigare jordbruksmark i respektive län/område. Förväntningen var att andelen asp med ursprung på tidigare jordbruksmark skulle vara större i områden som tidigare haft en stor andel jordbruksmark.

De län som undersöktes var Stockholm, Uppsala, Västmanland, Värmland och Örebro. Hypotesen var att det finns mycket asp på tidigare jordbruksmark i mycket jordbrukspåverkade landskap som Stockholm och Uppsala, eftersom aspen är ett pionjärträd och växer bra på öppen mark med stor ljusstillgång. När åkrar och ängar lämnas att växa igen är aspen snabb på att etablera sig med hjälp av rotskott, så på tidigare jordbruksmark har aspen konkurrensfördelar. Om granskog växer upp under och runt aspen är den ändå ganska motståndskraftig när den väl har vuxit upp, så de aspar som vuxit upp på jordbruksmark kan leva vidare även om skog växer upp runt omkring. Värmland, Örebro och Västmanland antogs vara skogslän då de inte präglas av odlingskultur på samma sätt som Stockholm och Uppsala. Det har inte funnits lika mycket öppna marker för aspen att etablera sig på. Andelen asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark förväntades därför vara låg i de länen. Tillsammans bildar de undersökta länen ett sammanhängande område över Mellansverige.

Bakgrund: Förändringar i Sveriges landskap och skogsbruk, och hur detta har påverkat aspen

Under 1700- och 1800-talen förändrades landskapet i Sverige mycket, bland annat till följd av laga skiftet som infördes 1827 och som var starten för den agrara revolutionen (Cserhalmi, 1997). Jordbruket utvecklades snabbt och små trädbevuxna ängar och betesmarker fick ge plats åt ett mer storskaligt jordbruk (Niklasson och Nilsson, 2005). Systemet med inägomark och utmark övergavs, åkrarna blev större och kantzoner minskade. Även skogsbruket blev mer organiserat, vilket bidrog till att gränsen mellan jordbruksmark och skogsmark skärptes. Träd skulle växa i skogen och grödor på åkern, istället för den blandning som hade rått innan med trädbevuxna ängar och skogsbete. Skogen blev mer monoton med få trädslag och arter jämfört den tidigare mer artrika och mångformiga skogen. Omvandlingen av jord- och skogsbruket gick olika snabbt i olika delar av Sverige. Skogsbete förekom till exempel i en del områden fram till 1960-talet.

En viktig faktor för arters spridning och chansen att upprätthålla livskraftiga populationer är konnektivitet mellan habitat (Lindborg och Eriksson, 2004). I det mer småskaliga jord- och skogsbruket som fanns i Sverige tidigare är det möjligt att det fanns en högre konnektivitet mellan aspar, då ängar var mer trädbevuxna och åkrarna var mindre med större kantzoner där träd kunde växa. Skogen hade en högre trädslagsdiversitet med större lövblandning, och fram till 1700-talet var skogsbränder fortfarande förhållandevis vanliga vilket gav aspen större möjlighet till förnyring och spridning även i skogarna (Niklasson och Nilsson, 2005).

I och med jordbrukets kraftiga expansion minskade skogsarealen en del, men under 1900-talet ökade den igen (Niklasson och Nilsson, 2005). Drivkraften för skogsbruket var ekonomi och i skogen satsades det på snabbväxande, användbara trädslag som gran. Betesmarker planterades med träd eller lämnades att växa igen. Aspen har bra chans att bli dominant på sådana övergivna betesmarker eller ängar tack vare den starka rotskottsbildningen, som gör att den etablerar sig snabbare än fröförnyrande träd.

Människans nyttjande av skogen har påverkat aspen på olika sätt. Hindran- det av skogsbränder har minskat möjligheterna till förnyring och lett till att skogen har blivit mer kompakt med mycket gran och färre lövträd (Bernes, 2011). Aspen bekämpades medvetet i norra Sverige under mitten på 1900-talet på grund av svampen knäcksjuka (*Melampsora pinitorqua*), som har aspen som mellanvärd innan den angriper tallplantor (Ehnström, 2012). Det har lett till ett glapp i åldersfördelning, vilket missgynnar arter som är beroende av medelålders aspar (Kuoki et. al, 2002).



Figur 2. Virkesvolym asp per hektar i Sverige 1950-2010 (Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet, 2012b). 1983-1987 räknades asp in i klassen "övriga lövträd" vid Riksskogstaxeringens inventeringar, därför finns inte data på aspförekomster under de åren (Edenius et. al, 2008)

På 1950-talet satsades det stort på kalhyggesbruket i Sverige, något som påverkade förnyringen av pionjärträd som asp positivt då kalhyggen ger möjlighet till de ljusförhållanden som krävs (Sveriges lantbruksuniversitet, 2012c). Det kan ha bidragit till den ökning av det totala virkesförrådet av asp som skett i Sverige efter 1950 (se figur 2). En kalavverkning innebär

dock ett dramatiskt miljöombyte för de träd som lämnas kvar på hygget. Även om aspen gynnas av mycket ljus klarar inte alla arter som lever på trädets av det lika bra. En del arter trivs i mer igenvuxen skog med ett fuktigare mikroklimat och mår inte bra av direkt solljus vilket gör att de kan ha svårt att överleva. (Bernes, 2011). Även gallring och röjning bidrar till luckor och bättre ljusmöjligheter i skogen och ger bättre förutsättningar för aspen. En ökad naturhänsyn och minskad avverkning av asp sedan den blev erkänd som viktig för biologisk mångfald bidrar också till ökningen. Avverkningen av asp har minskat med 70 % under de senaste två decennierna (Edenius et. al, 2008). På det stora hela borde förändringarna i skogsbruket ha gynnat aspen.

Material och metoder

Provytor från Riksskogstaxeringen med information om trädslagsammansättning användes för analyserna. Information om provytornas exakta position får inte lämnas ut, koordinater eller bilder över var provytorna är finns därför inte med i rapporten.

Provytorna är cirkelformade med en radie på 7 eller 10 meter . De inventerades mellan 2007 och 2011. Data med koordinater för provytor (SWEREF 99 TM) med, län, beståndsålder och trädslagsandel erhöles från Riksskogstaxeringen. ArcMap 10.1 användes för arbetet med koordinater och kartor.

Fem län studerades: Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro och Värmland. För en del av analysen har Stockholm och Uppsala klassas som jordbrukslän i ett historiskt perspektiv medan Västmanland, Örebro och Värmland klassats som skogslän. Två sorters provytor i de fem länen valdes ut från Riksskogstaxeringens data:

- Typ 1 (aspytor): Provytor med mer än 10 % asp och en beståndsålder över 70 år.
- Typ 2 (barrytor): Provytor med 0 % asp och mer än 90 % gran och/eller tall, och en beståndsålder över 70 år.

Trädslagsandelarna anges i procentklasser (0-100 med jämna tiotal) och baseras på trädens grundyta om medelhöjden för träden är över sju meter,

om medelhöjden är lägre baseras de på antal stammar (Riksskogstaxeringen¹).

Antalet undersökta provvytor i respektive län redovisas i tabell 1. Antalet aspprovvytor skulle vara lika stort i skogslänen som i jordbrukslänen. Eftersom antalet aspprovvytor var färre i skogslänen (42 stycken), fick detta antal styra. Därför slumpades 22 aspprovvytor ut i vardera Uppsala och Stockholm, från totalt 31 respektive 46 aspprovvytor. Slumpningen gjordes på provvyternas ostkoordinater med hjälp av Excel. Antalet barrvytor motsvarar antalet aspytor i varje län. Urvalet av barrprovvyterna baserades på vilka provvytor som låg inom de redan georefererade häradsekonomiska kartorna, för att spara tid. Om fler barrvytor fanns inom samma karta slumpades de fram. När antalet barrvytor inom de redan georefererade kartorna inte räckte till slumpades ytterligare barrrika provvytor fram.

Tabell 1. Antal undersökta asp- och barrprovvytor i de olika länen, samt årtal då den häradsekonomiska kartan ritades.

Län	Antal aspprovvytor	Antal barrprovvytor	Häradsekonomisk karta ritad
Stockholm	21	21	1901-1906
Uppsala	21	21	1860-1864
Västmanland	12	12	1905-1911
Örebro	13	13	1864-1870
Värmland	17	17	1867-1895

För att se tidigare markanvändning i de fem länen användes häradsekonomiska kartan. Varje kartblad täcker ett område om cirka 12x9 kilometer och är i skala 1:50 000, utom för Västmanland där skalan är 1:20 000. Kartorna är ritade mellan 1860 och 1911 beroende på vilket län de tillhör (se tabell 1).

De häradsekonomiska kartorna rektifierades med fastighetskartan och ortofoto 0,5 meter som underlag. Olika typer av punkter användes för att rumsligen passa de häradsekonomiska kartorna till dagens fastighetskartor och ortofotot. Om kyrkor fanns tillgängliga användes de, då de med stor säkerhet ligger på samma plats över tiden. Annars användes vägkorsningar,

¹ Friman, Jonas. Riksskogstaxeringen. Mailkontakt.

vikar eller markägargränser med speciellt utseende som tycktes vara lika på den gamla och den nya kartan.

Förändring i markanvändning

Andelen skogsmark och jordbruksmark undersöktes på de häradsekononiska kartorna och på den nutida fastighetskartan för att se hur eventuella förändringar i markanvändningen sett ut i de olika länen. Fördelningen av ängs-/åkermark, skogsmark och övrig mark (vatten, bebyggelse) i varje län kontrollerades i ArcMap med hjälp av ett rutnät med 1x1 kilometer stora rutor. I varje rutkorsning på både de häradsekononiska kartorna och på motsvarande områden på fastighetskartan registrerades marktypen. Totalt analyserades 8827 rutkorsningar på den häradsekononiska kartan och 8896 på fastighetskartan, i kategorierna äng/åker eller skogsmark. I klassen övrigt var antalet 1907 respektive 1839 stycken.

Tidigare markanvändning

De häradsekononiska kartorna visar markanvändning i form av äng, åker, byggnadstomt, trädgård, betesmark, mosse, skog, vägar och järnvägar. (Jansson, 1993). Barr- respektive lövskog redovisas med olika symboler. Kartorna ritades genom att förminskade skifteskartor lades ihop, med fältkontroller som komplettering för att få så korrekta kartor som möjligt (Runborg m.fl., 1994).

Genom att jämföra varje provyta från Riksskogstaxeringen med häradsekononiska kartan fastställdes hur många av dem som tidigare varit äng/åker, skog eller på gränsen mellan äng/åker och skog i respektive län. De provytor som låg på gränsen hade en marginal på 10 meter åt vardera hållet för att täcka in eventuella fel i de häradsekononiska kartorna eller i rektifieringen. Varje asp- och barrprovya kontrollerades med avseende på markanvändningen på den häradsekononiska kartan.

Resultaten delades in i två olika klassningar:

- Länsvis (Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro, Värmland)
- Jordbrukslän (Stockholm och Uppsala) och skogslän (Värmland, Örebro och Västmanland)

Statistiska analyser

Resultaten sammanställdes i tabeller och diagram med hjälp av Excel. Minitab 16 Statistical Software användes för statistiska analyser genom χ^2 -test.

Resultat

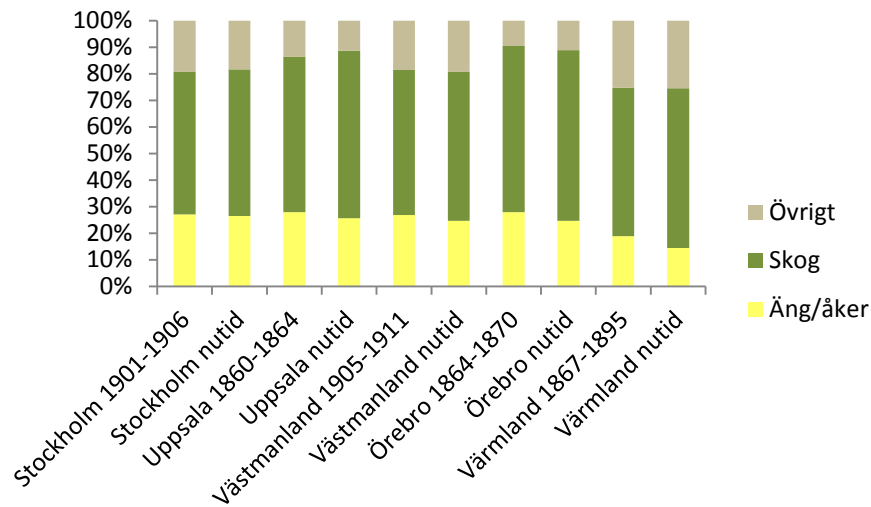
Markanvändning förr och nu – andel jordbruksmark och skogsmark

Andelen skogsmark, ängs-/åkermark och övrig mark skiljer sig ganska lite mellan den historiska häradsekonomiska kartan och den nutida fastighetskartan. Andelen ängs-/åkermark har minskat något på de studerade områdena i alla län. Störst är minskningen i Värmland där andelen minskat från 18,8 % till 14,4 %. Stockholm är det län där andelen ängs-/åkermark minskat minst, från 27,1 % till 26,5 % (se tabell 2 och figur 3).

Skogsmarken har ökat något i samtliga undersökta län. Uppsala är det län där skogsmarken har ökat mest. Det län som har högst andel skog på både den häradsekonomiska kartan och fastighetskartan är Örebro (se tabell 2 och figur 3).

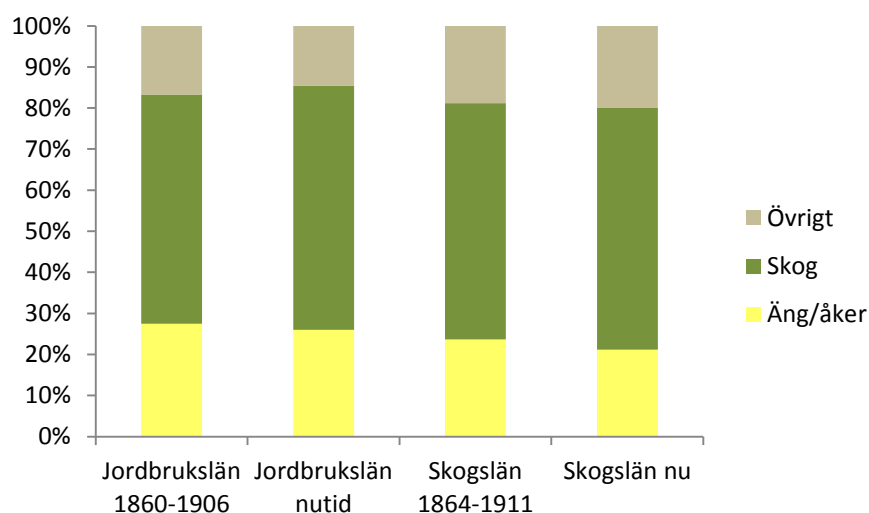
	Stock- holm 1901- 1906	Stock- holm nutid	Upp- sala 1860- 1864	Upp- sala nutid	Västman- land 1905- 1911	Västman- land nutid	Öre- bro 1864 - 1870	Öre- bro nutid	Värm- land 1867- 1895	Värm- land nutid
Äng/åker	27,1	26,5	27,9	25,6	26,8	24,7	27,9	24,7	18,8	14,4
Skog	53,6	55,1	58,4	63	54,6	56	62,5	64,2	56	60,1
Övrigt	19,3	18,4	13,7	11,4	18,6	19,3	9,6	11,1	25,2	25,5

Tabell 2. Procentuell andel äng/åker, skog och övrig mark (vatten, bebyggelse) i de fem olika länen på den häradsekonomiska kartan (1860-1911) och på fastighetskartan (nutid).



Figur 3. Procentuell andel av marken som varit äng/åker, skog eller övrigt (vatten, bebyggelse) i Stockholm, Uppsala, Västmanland, Örebro och Värmlands län för 100-150 år sedan när häradseconomiska kartan ritades och i nutid.

Förändringen i markanvändning är heller inte särskilt stor för vare sig jordbrukslän och skogslän, precis som för den länsvisa indelningen. Det finns ingen större skillnad på förändringen av andelen jordbruksmark och skogsmark mellan jordbrukslän och skogslän. I jordbrukslän har andelen ängs-/åkermark minskat något, från 27,5 % till 26,0 %. I skogslänen har andelen minskat lite mer, från 23,7 % till 20,3 % (se figur 4).

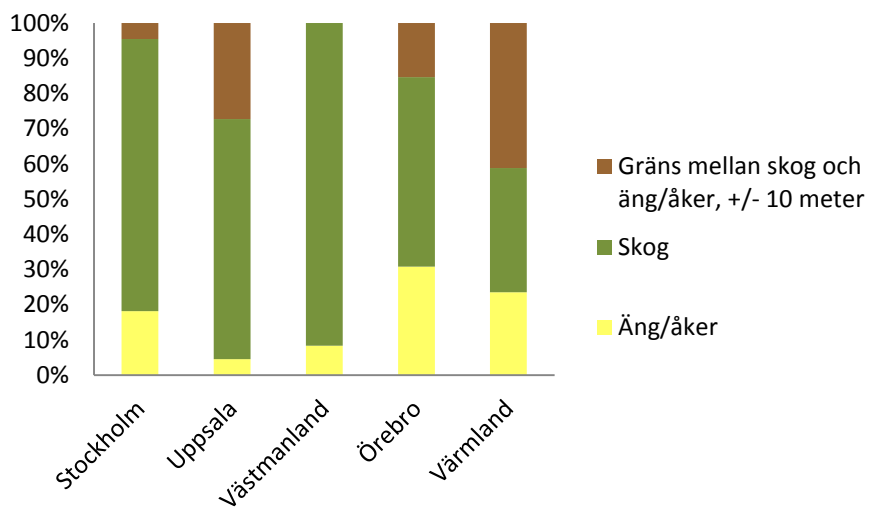


Figur 4. Procentuell andel av marken som varit äng/åker, skog eller övrigt (vatten, bebyggelse) i jordbrukslän (Stockholm och Uppsala) respektive skogslän (Västmanland, Örebro och Värmland) för 100-150 år sedan när häradsekonomiska kartan ritades och i nutid.

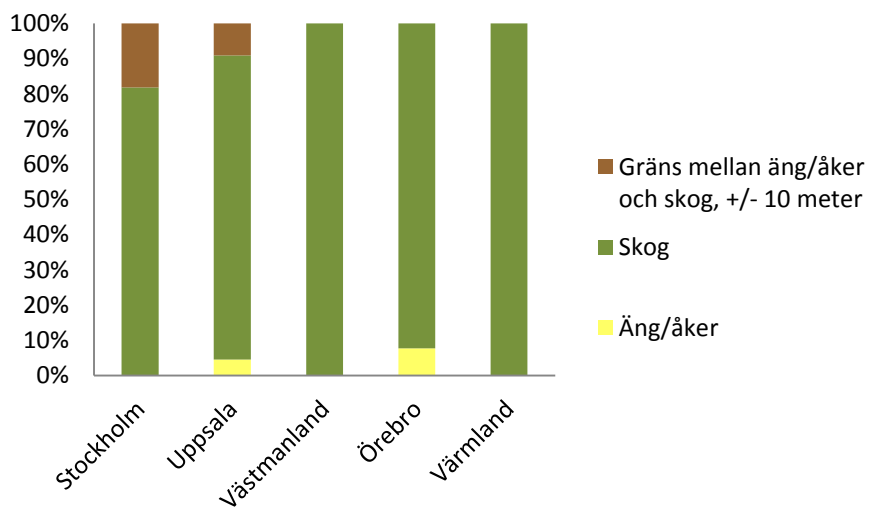
Asprika och barrika provytors förekomst på tidigare jordbruksmark och skogsmark

Andelen asprika provytor som har sitt ursprung på tidigare skogsmark är högre än andelen som har sitt ursprung på tidigare jordbruksmark i samtliga undersökta län. Det enda länet som avviker från de andra är Värmlands län där andelen asprika provytor som legat på gränsen mellan skog och ängs-/åkermark är högst (se figur 5).

De flesta barrika provytor ligger på tidigare skogsmark. Endast några få av provytorna i Uppsala, Stockholm och Örebro län ligger på tidigare jordbruksmark eller i en kantzonen mellan skogsmark och jordbruksmark (se figur 6).



Figur 5. Procentuell andel av asprika provytor som när den häradsekonomiska kartan gjordes låg på ängs-/åkermark, i skogsmark eller i kantzonen mellan skog och åker i de fem undersökta länen.



Figur 6. Procentuell andel av barrika provytor som när den häradsekonomiska kartan gjordes låg på ängs-/åkermark, i skogsmark eller i kantzonen mellan äng/åker och skog i de fem undersökta länen.

Andelen av de asprika provytorna som vuxit upp på tidigare jordbruksmark var högst i Örebro län (30,8 %) medan Uppsala län hade lägst andel (4,5 %). (Se tabell 3).

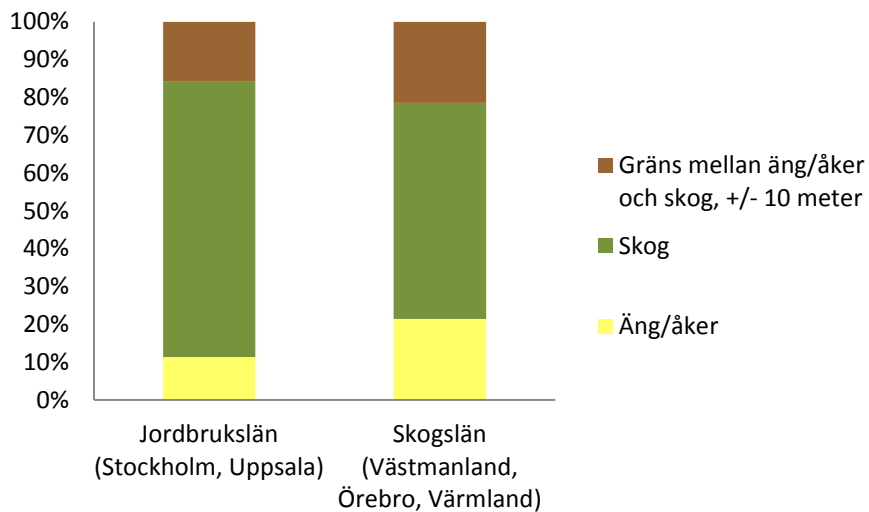
Tabell 3. *Andel i procent av de asprika provytorna som har sitt ursprung på mark som var äng eller åker när den häradsekonomiska kartan ritades (1860-1911).*

Län	Asprika provytor belägna på tidigare på tidigare ängs-/åkermark (%)
Stockholm	18,2
Uppsala	4,5
Västmanland	8,3
Örebro	30,8
Värmland	23,5

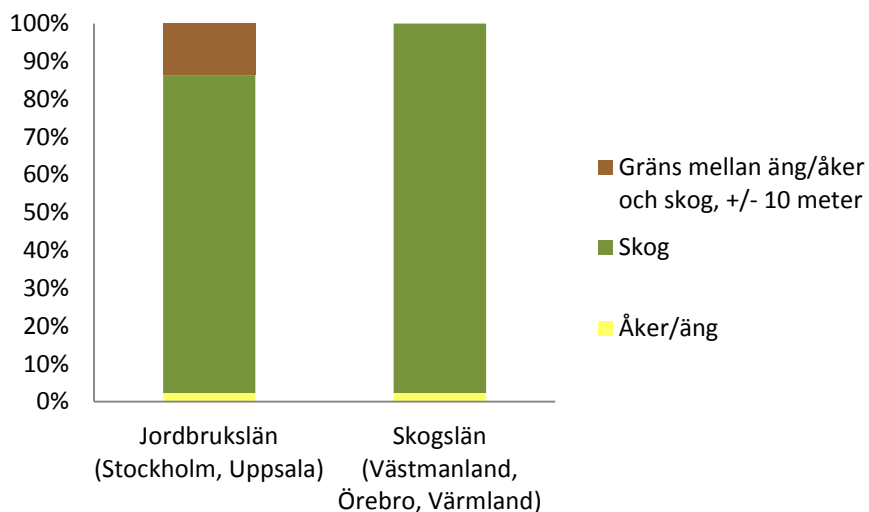
Figur 7 och 8 visar andelen asprika och barrika provytor som ligger på tidigare ängs-/åkermark, på tidigare skogsmark eller i kantzonen mellan äng/åker och skog för jordbrukslän respektive skogslän. Precis som för den länsvisa indelningen så har störst andel av de asprika provytorna vuxit upp i skogsmark i både jordbrukslänen och skogslänen (se figur 7). Det är en större andel av de asprika provytorna som ligger på tidigare skogsmark i jordbrukslänen än i skogslänen. I skogslänen är fördelningen mellan aspprovtytor som ligger på tidigare ängs-/åkermark, skogsmark eller i kantzoner mer jämn än i jordbrukslänen (se figur 7).

Skillnaden mellan asprika och barrika provytornas tidigare markanvändning i jordbrukslänen är inte signifikant (p-värde 0,254), medan skillnaden är signifikant i skogslänen (p-värde 0,008). Skillnaden i tidigare markanvändning hos asp- och barrytor är inte lika stor i jordbrukslänen som i skogslänen (se figur 7 och 8).

Även de flesta barrika provytorna i jordbrukslänen och skogslänen ligger på tidigare skogsmark och bara en provyta (2,3 %) i vardera klassen ligger på tidigare jordbruksmark. Jordbrukslänen har några provytor som är uppvuxna i kantzoner medan skogslänen saknar helt sådana (se figur 8).



Figur 7. Procentuell andel asprika provytor som när den häradsökonomiska kartan gjordes låg på ängs-/åkermark, i skogsmark eller i kantzonen mellan äng/åker och skog i jordbrukslänen (Stockholm och Uppsala), och skogslänen (Värmland, Örebro och Västmanland).



Figur 8. Procentuell andel barrika provytor som när den häradsökonomiska kartan gjordes låg på ängs-/åkermark, i skogsmark eller i kantzonen mellan äng/åker och skog i jordbrukslänen (Stockholm och Uppsala), och skogslänen (Värmland, Örebro och Västmanland).

Diskussion

Om bakgrund och syfte

De aspar som vuxit upp i ett öppet landskap, på åkermark eller på andra öppna ytor, har bättre förutsättningar för tillväxt. De kan bli grövre än aspar uppvuxna i skog då de inte omedelbart måste satsa på snabb höjdtillväxt för att få tag i ljus, och kan utveckla ett större grenverk. De behöver heller inte konkurrera om näring med andra träd på samma sätt. Det kan leda till att organismer som lever på eller drar nytta av träden får mer gynnsamma förhållanden. Om aspen är grövre finns större vedvolym för hålhäckande fåglar att hacka hål och bo i, större yta för mossor och lavar att växa på och mer ved för insektslarver att leva i. De aspberoende arter som trivs i ett mer fuktigt klimat i skog kan också dra nytta av att aspen först fått växa sig grov i öppet landskap innan skogen slutit sig kring den.

I områden som är mer skogspräglade historiskt, och mindre kulturpåverkade i form av jordbruk ges aspen inte samma möjlighet till etablering. Träden kan då föryngra sig i luckor som bildas i skogen när andra träd faller men annars växer de gärna i skogsbrynen där det finns större tillgång på ljus. I områden som länge varit skog kan det därför tänkas att andelen asp är lägre.

Har markanvändningen förändrats i de olika länen?

Andelen skogsmark och jordbruksmark har inte förändrats särskilt mycket i något av länen sedan den häradsekonomska kartan ritades (se figur 3 och 4). Andelen skogsmark har ökat lite i alla län vilket överensstämmer med vad litteraturen säger, att skogsmarken ökade i Sverige under 1900-talet (Niklasson och Nilsson, 2005). Ökningen av skogsmark i Stockholm och Uppsala kan delvis bero på en ökning av total landareal till följd av utdikning och landhöjning. Uppland höjer sig med cirka 5 mm per år (Sveriges geologiska undersökning), och eftersom landskapet är flackt påverkar landhöjningen en del.

Andelen jordbruksmark har minskat i samtliga län sedan den häradsekonomska kartan ritades (se tabell 2). Minskningen av jordbruksmark skiljer sig inte så mycket mellan de olika länen. De största minskningarna av jordbruksmark har skett i Värmland och Örebro län. Det är också de två län som har högst andel asprika provytor på tidigare jordbruksmark (se figur 5). Eftersom skogsmarken har ökat samtidigt som jordbruksmarken mins-

kat har förmodligen jordbruksmarken planterats med träd eller vuxit igen och blivit skog. När åkrar och ängar överges och växer igen har aspen en konkurrensfördel vid etableringen vilket bidrar till en större mängd asp med ursprung på igenväxande jordbruksmark. Anledningen till att andelen jordbruksmark inte har minskat så mycket kan bero på att det fortfarande finns stora gårdar med stora åkrar. Det har då skett en omfördelning av jordbruksmarken, från små åkrar och ängar till större sammanhängande jordbruksmark vilket kan förklara både den högre andelen asp uppvuxen på tidigare jordbruksmark samtidigt som andelen jordbruksmark bara minskat lite.

Förekommer asp i större utsträckning på tidigare jordbruksmark än vad barr gör?

Det finns en trend att asprika provytor förekommer i större utsträckning på tidigare jordbruksmark än vad barrträdsrika provytor gör vilket är enligt förväntningarna. Aspen är ett pionjärträd och etablerar sig snabbt på öppen mark. Avsaknad av asp på tidigare jordbruksmark kan till exempel bero på att ängen eller åkern planterats igen med gran och att aspen hållits borta. Hur gammal skogen är kan också spela in, aspar i skog är ofta lika gamla som skogen eftersom är bland de första som etablerat sig. När skogen blir tätare kan de dö på grund av ljusbrist.

Hypotesen om att asp var mer förekommande på tidigare ängs- eller åkermark i jordbrukslänerna Stockholm och Uppsala stämde inte. Till exempel var andelen aspytor som vuxit upp på tidigare jordbruksmark i Uppsala bara 4,5 %. Det kan vara så att de åkrar som brukades i Uppsala när den häradsökonomiska kartan ritades fortfarande används som åkrar och inte har vuxit igen. Det har då inte skett en omfördelning av jordbruksmarken på samma sätt som i de län som har en högre andel asp uppvuxen på tidigare jordbruksmark.

I Stockholms län, som också förväntades ha en hög andel asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark, var siffran 18,2 % och alltså ganska mycket högre än i Uppsala län. Det kan vara så att många små åkrar och ängar övergivits i Stockholms län medan stora åkrar funnits kvar. Andelen borde vara liknande i Uppsala län som i Stockholm, eftersom båda länen har mycket jordbruksmark och är mycket kulturpåverkade historiskt sett. Stockholm har en högre andel asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark medan Uppsala har högre andel asp som vuxit upp i tidigare kantzoner. Det

kan bero på omfördelning av jordbruksmark i Stockholms län medan jordbruksmarken i Uppsala fortfarande används som jordbruksmark, men att brynaspar där fått växa upp i kantzoner. Om kantzonsprovytorna läggs ihop med aspytor som vuxit upp på tidigare jordbruksmark blir fördelningen mer lika mellan Stockholm och Uppsala.

Västmanlands län antogs vara ett skogslän där andelen asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark skulle vara låg. Det var dock inte helt självklart att placera Västmanland i kategorin skogslän eftersom det ligger i mitten av det undersökta området och har en hel del jordbruksmark. Resultatet visar 8,3 %, alltså näst lägst andel av de undersökta länen. Västmanland ligger mer mitt i landet än vad Värmland och Örebro gör, och är mer befolkad. Andelen skogsmark i Västmanlands län är nästan oförändrad sedan den häradsökonomiska kartan ritades. Orsaken att andelen asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark är låg kan vara att markanvändningen inte har förändrats mycket. Markanvändningen kan också ha omfördelats trots att andelen jordbruksmark inte ändrats. Det kan även vara så att antalet undersökta provytor är för få. Västmanlands län är ett av de län som hade minst antal undersökta provytor (12 stycken) vilket kan vara ett för litet stickprov för att resultaten ska bli rättvisande.

Andelen asprika provytor i kantzoner mellan jordbruksmark och skogsmark var högst i Värmland (41,2%) och Uppsala (27,3 %). Provytor i kantzoner är svåranalyserade eftersom att de hamnar i en mellanklass mellan skog och odlingsmark. I en skog är det mer trängsel och skugga medan det på en odlingsmark är större ljusstillgång och mer plats att växa på. I en kanton är det öppnare än inne i en skog men inte samma öppna förhållanden som ute på en åker eller en äng. Egentligen bör kantzonsytorna kanske inte tas med i analyserna på grund av detta. I en del län utgör de dock en betydande andel vilket gör att det känns fel att ta bort den klassen helt. Om man ska slå ihop kantzoner med en annan klass borde det vara jordbruksmarken hellre än skogsmarken eftersom att asparna fortfarande vuxit upp ganska öppet med bättre ljusstillgång än inne i skogen.

Värmland var ett av de län som hade högst andel asp uppvuxen på tidigare jordbruksmark, troligen förklarar att små åkrar och ängar vuxit igen till skog. Då är det inte särskilt konstigt att även andelen asp som vuxit upp i tidigare kantzoner är ganska hög. I Uppsala län däremot var andelen asp som vuxit upp på tidigare jordbruksmark allra lägst, men andelen asp som vuxit upp i tidigare kantzoner var näst högst. Det kan vara så att det finns

små åkrar och ängar i Uppsala som tillsammans ger en större längd på kantzonerna. Det kan också vara slumpen som är orsaken, att det finns igenvuxna jordbruksmarker även i Uppsala län men att de flesta av de asprika provytorna hamnade i kantzoner istället för ute på åkern eller ängen. Det kan också vara fel i rektifieringen eller de häradseconomiska kartorna. Ett annat alternativ är att det finns mer asp uppvuxen på tidigare jordbruksmark i Uppsala men att de åkrarna slutade brukas senare. Eftersom att aspprovytorna i den här studien har en beståndsålder över 70 år kan de ha fallit bort.

Felkällor, svårigheter och förslag till förbättringar

De häradseconomiska kartorna utgör en felkälla i arbetet då de är ritade för hand och inte alltid är helt korrekta. Det kan förekomma olika stora fel i rektifieringen på grund av de gamla kartornas felaktigheter eller att det inte finns tydliga punkter att använda som referenser. På grund av att rektifieringen kan vara mer eller mindre felaktig valde jag att sätta en felmarginal på 10 meter åt vardera hållet för provytorna i kantzoner. Felet på de häradseconomiska kartorna och i rektifieringen bedöms vara av mindre betydelse i skogslänen eftersom fler av provytorna ligger i större sammanhängande skogsområden både nu och på de historiska kartorna. Även om kartan ligger lite fel ligger punkterna ändå i skogsmark.

Vid kontrollen av hur stor andel av de olika länen som är skogsmark eller jordbruksmark idag användes fastighetskartan. För områden kring bebyggelse var det ibland svårt att avgöra om det var jordbruksmark eller annan öppen mark eftersom att samma färg använts, vilket innebär en felkälla för bägge markslagen. Så länge rutkorsningen inte låg direkt på bebyggelsen eller uppenbart var en hårdgjord yta räknades den som jordbruksmark.

Andelen beräknad jordbruksmark kan vara lite högre än vad den egentligen är. Anledningen till det är att jag använt mig av de häradseconomiska kartbladen som jag redan rektifierat när jag kontrollerat markanvändningen. De asprika provytorna kan ligga i de områden som har haft störst andel tidigare jordbruksmark, det medför att andelen jordbruksmark kan vara lite högre i mina resultat än vad de egentligen är.

I klassen barrskog räknades även mossar in. I vissa fall är träd utritade på mossarna på de häradseconomiska kartorna och i andra fall inte. Där har jag gått på färgen på kartan vid bestämningen av markanvändningen.

Beige/grått har klassats som skog även om inga träd funnits utritade. Äldre kartor är inte alltid helt sanningsenliga utan skulle vara vackra också vilket medför att de ibland kan visa lite fel.

Indelningen av de olika länen i klasserna jordbrukslän och skogslän visade sig inte vara så bra eftersom samtliga län hade en ganska hög andel skog och förändringen i markanvändning såg ungefär likadan ut. Det kan också vara en bra idé att rikta in sig på jordbruksområden respektive skogsbruksområden istället för att gå efter länsgränserna eftersom markanvändningen inom ett län kan skilja mycket. Ett exempel på varför det skulle kunna vara fördelaktigt är provytornas placering i Uppsala län. De 22 undersökta asprika provytorna slumpades fram eftersom det fanns för många asprika provytor i länet. En del av dem hamnade i den norra delen av länet som är glesare befolkat och det finns mer skog och mindre jordbruksmark. En indelning med skogs- respektive jordbruksområden skulle stämma bättre överens med syftet att se om asp är mer förekommande på tidigare jordbruksmark än vad barrträd är.

Förslag till vidare studier och åtgärder

Det är intressant att fortsätta studera asparnas ursprung eftersom aspen är så viktig för biologisk mångfald och jordbruksaspar kan ha en annan betydelse för biologisk mångfald än aspar som är uppvuxna i skog.

En större studie med fler provytor skulle kunna ge ett mer pålitligt resultat, och en annan inriktning på urvalet av kontrollerade ytor skulle kanske vara en fördel. Riksskogstaxeringens provytor är systematiskt utlagda i trakter över landskapet i ett rutnät, alltså kommer de asprika provytor som råkar ligga där det ska inventeras med. Antalet asprika provytor är ganska få. Om en aspinriktad inventering utfördes skulle kanske ett större antal provytor finnas att analysera.

Ett annat sätt att gå vidare är att inventera arter som lever på eller av asparna och studera om det faktiskt finns någon skillnad i artförekomst mellan aspar som har sitt ursprung på tidigare jordbruksmark än de som vuxit upp i skog.

Det sparas redan mycket asp i naturvårdssyfte vid avverkningar och gallring (avverkningen av asp har minskat med 70 %, (Edenius et. al, 2008)). Utöver att låta bli att avverka levande aspar kan man spara döda stående aspar och asplågor. Dessutom kan man satsa på att bevara yngre aspar för att få

en kontinuitet och föryngring. Man kan underlätta för aspen genom att hålla andra trädslag som gran borta. Kanske skulle man också kunna hjälpa fröföryngringen, till exempel genom naturvårdsbränning, så att det blir nya individer och inte bara kloner via rotskott. Vid avverkning kan det sparas lagom stora trädgrupper kring aspar så att det inte blir en sådan dramatisk omställning för de arter som lever på aspen.

Om man ska satsa på naturvård av gamla jordbruksaspar är det bättre att fokusera på Värmland och Örebro snarare än i Stockholm och Uppsala, eftersom de förstnämnda har en högre andel asp med ursprung på tidigare jordbruksmark. Samtidigt så är Uppland ett av Sveriges asprikaste landskap vilket gör att man borde satsa mycket på naturvård av asp där också, men om man ska rikta in sig just på gamla jordbruksaspar kan det vara bättre att fokusera på områden där de förekommer mest. Vid vidare studier rekommenderas en annan indelning av områdena än skogslän och jordbrukslän eftersom de undersökta länen inte visar någon större skillnad i andel jordbruks-/ skogsmark eller förändring i markanvändning.

Slutsatser

Förändringen i markanvändning sedan den häradsekonomiska kartan ritades och nu skiljer sig inte mellan de undersökta länen: skogsmarken har ökat något medan ängs- och åkermarken har minskat. Det borde gynna aspen så länge jordbruksmarken inte planteras igen med gran, eftersom asp är snabb på att etablera sig på igenväxande jordbruksmark.

Det finns en trend som visar på att asp är mer förekommande på tidigare jordbruksmark än vad barrträd är, däremot inte att andelen asp med ursprung på tidigare jordbruksmark är högre i Stockholm och Uppsala län. Tvärtom visar resultaten på att aspar som har sitt ursprung på tidigare jordbruksmark är mer förekommande i Örebro och Värmland. En trolig orsak till det är att jordbruksmarken omfördelats mer där: små åkrar och ängar har övergivits och vuxit igen medan stora åkrar finns kvar, vilket gör att andelen jordbruksmark inte minskat särskilt mycket.

Referenser

- Bernes, C. (2011). *Biodiversity in Sweden*. Serie: Monitor, 22. Stockholm, Naturvårdsverket.
- Cousins, S., Eriksson, O. (2001). The influence of management history and habitat plant species richness in rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape ecology*, nr 17 2002 sid 517-529.
- Cserhalmi, N. (1997). Fårad mark – handbok för tolkning av historiska kartor och landskap. *Bygd och natur*, årgång 78 nr 6 1997. Stockholm, Sveriges hembygdsförbund.
- Delin, A. (2004). Asp – rik värld i ensam värd. *Fauna och flora*, 4 2004, sid 2-11.
- Edenius, L., Kempe, G., Bergström, R., Danell, K., Ericsson, G (2008). Förnygring av asp i Sveriges skogar 1953-2007. *Fakta Skog*, 14 2008.
- Ehnström, B (2012). *Asp – darrar min asp, myllrar min värld*. Första upplagan. Uppsala, Centrum för biologisk mångfald.
- Enander, K-G (2009). Ett uthålligt skogsbruk växer fram. *Fakta Skog*, 9 2009.
- Jansson, U (1993). *Ekonomiska kartor 1800-1934*. Riksantikvarieämbetet, Stockholm.
- Kuoki, J., Arnold, K., Martikainen, P. (2002). Long-term persistence of aspen – a key host for many threatened species – is endangered in old-growth conservation areas in Finland. *Journal for Nature conservation*, nr 12 2004 sid 41-52.
- Lindborg, R., Eriksson, O. (2004). Historical landscape connectivity affects present plant species diversity. *Ecology*, 85 2004, sid 1840-1845.
- Lunt, I.D., Spooner, P.G. (2005). Using historical ecology to understand patterns of biodiversity in fragmented agricultural landscapes. *Journal of biogeography*, 32 2005, sid 1859-1873.
- Niklasson, N och Nilsson, S.G. (2005). *Skogsdynamik och arters bevarande*. Första upplagan. Lund, Studentlitteratur AB.

Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog*. Fjärde upplagan. Jönköping, Skogsstyrelsens förlag.

Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet (2013-01-12)a. *Älgen i Skandinavien*. <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/algforvaltning/manualer/ekosystemaspekter-pa-algforvaltning/alggen-i-skandinavien/>. [2013-03-29]

Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet (2012-11-06)b. *Aspens förnygring på 50-talet*. <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/historiskadata/resultat-och-kartor/skogshistorier/asp-fran-ogras-till-naturvardstrad/diagram/> [2013-03-28]

Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet (2012-11-13)c. *Faktorer som påverkar asp*. <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/historiskadata/resultat-och-kartor/skogshistorier/asp-fran-ogras-till-naturvardstrad/diagram/diagram-2/>. [2013-03-29]

Riksskogstaxeringen, Sveriges lantbruksuniversitet (2013-03-28)d. *Statistik om skog från Riksskogstaxeringen – virkesförråd*. <http://www.slu.se/sv/webbtjanster-miljoanalys/statistik-om-skog/virkesforrad/virkesforrad-kartor/#aspand> (2013-03-28)

Runborg, S., Dahlén, L., Nitare, J., Rosén, C., Wadstein, M., (1994). *Historiska kartor – underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen*. Jönköping, Skogsstyrelsens förlag. 1994:5.

Sveriges geologiska undersökning. *Geologiska upplevelser – Uppsala stads geologi*. http://www.sgu.se/dokument/service_sgu_publ/Uppsala_GUguide.pdf. [2013-05-05]