



Biologisk mångfald och bioenergi i odlingslandskapet

- en kunskapssammanställning

Slutrapport för projekt med medel från Jordbruksverket 2009

*J-O Helldin
Tommy Lennartsson
Urban Emanuelsson*



CBM Centrum för
biologisk mångfald

Kontakt:
J-O Helldin,
Centrum för biologisk mångfald/SLU, Box
7007, 750 07 Uppsala, 018-672707
j-o.helldin@cbm.slu.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Bakgrund.....	5
Syfte	6
Litteraturoversikt.....	7
Skogsbränsle och biologisk mångfald	7
Biologisk mångfald i skottskog I – energiskog av Salix och poppel.....	8
Biologisk mångfald i skottskog II – traditionellt skottskogsbruk.....	9
Hamling och biologisk mångfald.....	9
Biologisk mångfald i halvöppna marker.....	10
Bioenergi från gräsmarker av naturvårdsintresse	10
Genomgång av naturtyper med förutsättningar för bioenergiproduktion som gynnar biologisk mångfald.....	12
Fuktiga gräsmarker	12
Vall.....	14
Åkrar på fuktiga organiska jordar	15
Skottskogar	16
Lövängar	17
Hamlingsskogar	19
Halvöppna träd- och buskbärande marker	20
Några ytterligare aspekter på brukandet av dessa naturtyper	22
Förslag till vidare kunskapsuppbyggnad	24
Referenser	26

Sammanfattning

Denna rapport redovisar befintliga kunskaper och idéer om potentialen för bioenergiproduktion att skapa naturtyper och förhållanden som gynnar odlingslandskapets biologiska mångfald. Befintlig litteratur inom fältet sammanfattas. Baserat på litteraturen samt författarnas erfarenheter och egna studier presenteras idéer och förslag kring hur ett modernt biomassauttag skulle kunna utformas för att gynna biologisk mångfald. Vi betraktar följande naturtyper som intressanta ur detta perspektiv:

- Fuktiga gräsmarker
- Vall
- Åkrar på fuktiga, organiska jordar
- Skottskogar
- Lövängar
- Hamlingsskogar
- Halvöppna träd- och buskbärande marker

Rapporten lägger en grund för fortsatt forskning och kunskapsuppbyggnad om hur produktionen av bioenergi från odlingslandskapet kan utformas för att hjälpa oss att nå för målen för biologisk mångfald odlingslandskapet.

Rapportens *slutsatser* kan sammanfattas:

- Biomassa för energiproduktion kan göras på sätt som gynnar odlingslandskapets biologisk mångfald, och även landskapsbild och rekreativvärden.
- De positiva potentialerna för biologisk mångfald är stora när det gäller fuktiga gräs- och åkermarker, skottskog/energiskog, hamling av träd i tätare eller glesare bestånd, och skördemetoder som skapar tidsmässig och strukturell variation.
- Detaljer i odling och skörd är av betydelse för många arter, och metoderna kan finjusteras för att gynna biologisk mångfald.
- Komponenter i odlingen som är av betydelse för biologisk mångfald är: artsammansättning (av de odlade arterna), kontinuitet, strukturell variation, gödsling, efterbete.
- Komponenter i skörden som är av betydelse för biologisk mångfald är: tid på året, ev uppehåll, slätterhastighet, materialhantering efter slätter.
- Bioenergiproduktion på tidvis översvämmade marker har goda förutsättningar att utformas för att gynna många av odlingslandskapets arter.
- Skörd av skott på stubbe (skottskog/energiskog) eller stam (hamling) skapar goda förutsättningar för många sällsynta arter: värdefulla vedsubstrat, strukturell variation, solexponering och lång substratkontinuitet.
- Kunskapen är dock mycket bristfällig när det gäller arter som är beroende av eller gynnas av hamling eller skottskogsbruk.
- Studier behövs också av vilka arealpotentialer som finns för traditionella naturtyper som kan nyttjas för bioenergiproduktion.

- Analys av ekonomiska styrmedel och utveckling av maskin- och anläggningsteknik torde behövas för att hitta effektiva produktionssystem som gynnar biologisk mångfald.

Bakgrund

I de nationella miljömålen definieras ambitiösa mål för hävd av gräsmarker, samt för odlingslandskapets öppenhet och bevarande av biologisk mångfald och kulturmiljövärden (www.miljomal.nu). Dessa mål kan dock bli svåra att nå p g a den förväntade minskningen av antalet betande djur. Oro finns också att betande djur kan bidra till övergödning och utsläpp av växthusgaser. En möjlighet att ändå nå målet är att åstadkomma en ökad areal slättermark, något som föreslås bl a i Miljömålsrådets fördjupade utvärdering. Slätter är dessutom en historiskt mer autentisk brukandeform, eftersom många av de marker som idag betas traditionellt har varit slättermarker. Olika former av ekonomiska styrmedel har kommit att tillämpas för hävd av gräsmarker, men trots detta är det idag tveksamt om de uppsatta målen kommer att nås.

Parallellt till minskningen av betesdjur sker på många håll ett ökande uttag av biomassa för energiproduktion, för att minska oljeberoendet och nettotillskottet av växthusgaser. Nya marker tas i anspråk för biobränsleproduktion, och från att det tidigare främst varit skogsråvara som använts så diskuteras nu olika möjligheter till bioenergiproduktion i odlingslandskapet. Gräs kan rötas till biogas eller brännas. Även klen ved från slyröjning eller stubbskottsbruk kan användas på samma sätt. Det här är exempel på nya produkter från jordbruket som kan komma att växa stort i betydelse. Och Sverige har också goda förutsättningar att producera bioenergi på stora landarealer.

Här har höjts bekymrade röster om att biobränsleproduktionen inte görs med långsiktigt hållbara metoder och att den äventyrar landskapets natur- och kulturvärden (friluftsliv, landskapsbild, historisk anknytning och biologisk mångfald). Här finns alltså en risk för konflikt mellan olika miljömål. Och så kan säkert också bli fallet om man enbart utgår från dagens ”standardlösningar”, såsom att röja hårt i bryn och hagmarker, eller att anlägga ensartade planteringar av främmande trädslag som salix och poppel.

Men ett alternativ till att låsa sig i denna målkonflikt är att i bioenergiproduktionen inspireras av historisk markanvändning. Med utgångspunkt i traditionella brukningsmetoder kanske det skulle kunna gå att skapa ”ny-gamla” produktionssystem, som kan göra relativt stora bioenergiuttag och samtidigt t o m gynna det biologiska kulturarvet, landskapsbilden och markens rekreativvärden. Behovet av biomassa är på intet sätt nytt. De flesta kulturbygder har under många hundra år formats av produktionen av biomassa för bränsle och andra ändamål, främst via slätter, bete, hamling och skottskogsbruk. I sådana intensivt nyttjade, park- eller savannliknande landskap formades och gynnades mycket av den biologiska mångfald som vi idag strävar efter att bevara.

Det finns alltså ingen grundläggande motsättning mellan biobränsleproduktion och biologisk mångfald. Med rätt brukandemetoder öppnar istället det nya behovet av förnyelsebar energi en dörr till uppfyllelsen av miljömålen för odlingslandskapet.

För detta behövs metod- och teknikutveckling, men även fördjupade kunskaper om historiskt brukande, olika arters krav på livsmiljö, och effekter på rekreativvärden och landskapsbild. Det behövs nya kunskaper om hur (metod och tidpunkt) och var (naturtyp och landskap) det nya brukandets positiva potential för biologisk mångfald bäst kan tas tillvara. I förlängningen behövs också studier kring de ekonomiska förutsättningarna för det multifunktionella brukandet (t ex avvägning mellan produktion av grönmassa och

biologisk mångfald, styrmedel för skapande av naturvärden och landskapsbild, landsbygdsprogrammets relation till ”nya” produkter från jordbruket).

Syfte

Syftet med det här redovisade projektet är att utgöra det första steget i en kunskaps- och idéuppbyggnad om hur produktionen av bioenergi från gräsmarker och halvöppna marker kan utformas för att gynna biologisk mångfald och hjälpa oss att nå miljömålen för odlingslandskapet. I rapporten görs en översikt över befintlig litteratur, och en genomgång av biotoper med förutsättningar för bioenergiproduktion som gynnar biologisk mångfald. Förslag ges till vidare kunskapsuppbyggnad. Projektet lägger därmed en grund för fortsatt forskning inom området.

Litteraturöversikt

Här görs en sammanställning över befintlig litteratur om såväl negativa som positiva effekter på biologisk mångfald av skörd för produktion av biogas eller för bränning. Översikten baserar sig huvudsakligen på vetenskapliga artiklar samt s.k. ”grå” litteratur (=rapporter och artiklar som inte är vetenskapligt publicerade men ändå bedöms vara av god vetenskaplig kvalitet). Litteratursök gjordes efter vetenskapliga publikationer via söktjänsten ISI Web of Knowledge, som registrerar tusentals vetenskapliga journaler, proceedings, rapporter och motsvarande. Här användes olika kombinationer av sökorden *grassland*, *coppic**, *pollard**, *biodiversity*, *bioenergy*, och *biofuel*. Uppföljande sökningar gjordes via referenser och författare i funna artiklar. Sök gjordes också på Internet via Google, fr a efter rapporter och artiklar publicerade på svenska. Här användes olika kombinationer av sökorden *biobränsle*, *skogsbränsle*, *trädbränsle*, *biologisk mångfald*, *naturvård* och *naturhänsyn*. Riktade sökningar gjordes också mot Energimyndigheten, energibolagen, Skogsstyrelsen, Skogforsk, SLU FaktaSkog, BraMiljöval (SNF), FSC och skogsbolagen. Sökningarna genomfördes i november-december 2009.

Fokus i litteraturöversikten ligger på bioenergi från odlingslandskapets typiska biotoper, såsom åkermark och gräsmarker med ingen eller gles trädförekomst, men även tidigare betes- och slåttermarker och marker som nyttjats för skörd av löv och klenved. Uttag av biobränsle från skogsmark är egentligen perifert i förhållande till projektets inriktning, men berörs inledningsvis kortfattat för helhetens skull, och vi kan här göra hänvisningar till färska kunskapsammansättningar.

Skogsbränsle och biologisk mångfald

Det finns en bred litteratur som beskriver riskerna för biologisk mångfald med ett ökat uttag av bränsle från skogsmark. Särskilt effekterna av skogsbränsleuttag i form av grenar, toppar och stubbar från skogsavverkning eller intensivodling av skog har nyligen studerats i flera svenska forskningsprojekt. Resultat från dessa projekt och det allmänna kunskapsläget vad gäller skogsbränsle vs. biologisk mångfald beskrivs utförligt i en kommande rapport från Energimyndigheten (Berglund 2010). Egnell (2009) berör också faran med att träd som tidigare lämnats för att de inte varit intressanta för skogsindustrin (t ex skadade träd eller mindre intressanta trädslag) nu blir intressanta som bränsle. Med hänvisning till fr a Berglunds sammanställning berörs skogsbränsle här endast kortfattat.

En potentiellt positiv aspekt på skogsbränsleuttag och biologisk mångfald är uttag i samband med naturvårdsgallringar i olika typer av löv- och ädellövskogar. Självklart förväntas positiva effekter på biologisk mångfald av sådana gallringar, eftersom det är primärt av detta skäl som uttagen görs. Skogar med halvöppen karaktär (ofta tidigare beteshagar eller utmarksbeten) är viktiga för en rad arter, då öppenheten bl a tillåter större ljusinsläpp mot stammar och mark, och tillåter träden att bilda grova grenar långt ner på stammen. I samband med att markerna övergivits har de vuxit igen med unga träd, vilket hotar den halvöppna skogens arter. Om intäkter från skogsbränsle kan täcka delar av gallringskostnaderna kan motivationen att göra sådana naturvårdsåtgärder öka.

Översikter över effekterna av naturvårdsgallringar görs i två färska rapporter från Energimyndigheten (Götmark 2009, Berglund 2010). Studier visar att gallringarna

mycket riktigt är övervägande gynnsamma för de flesta studerade artgrupperna (Götmark citerad av Berglund 2010), vilket pekar på möjligheter att kombinera artbevarande med skogsbränsleuttag. Man riskerar dock minskning av de arter som gynnas av den fria utvecklingen, så för största variation på landskapsnivån bör vissa skogar lämnas ogallrade.

Berglund (2010) påtalar också några naturvårdsfaror vid dessa gallringar. Dels riskerar högarna av uttagen ved dra till sig insekter av flera hotade arter om de blir liggande för länge, och de kan därmed fungera som dödsfällor. Dels kan utsikterna till intäkter från bibränslet leda till en sänkt naturvårdsambition, om grova vedsubstrat eller andra värdefulla träddelar tas ut som annars hade lämnats kvar.

Biologisk mångfald i skottskog I – energiskog av Salix och poppel

Energiskog på åkermark (fr a Salix, i viss utsträckning också poppel) har odlats i stor skala i Sverige, liksom i Storbritannien, sedan ett par decennier. Odlingen har följaktligen fått en del uppmärksamhet när det gäller effekter på biologisk mångfald. I Sverige har energiskogsodlingens effekter på fågelliv (Göransson 1994, Berg 2002), vilt (Göransson 1998), flora (Gustafsson 1987, Weih m fl 2003, Augustsson m fl 2006), och i viss mån även insektsfaunan (Aronsson 1995, Björkman m fl 2004) studerats. Resultaten sammanfattas av Weih (2006): ”Odlingar av *Salix* eller andra snabbväxande lövträd på åkermark kan tillföra ökad biologisk mångfald i ett landskapsperspektiv, särskilt om alternativet är spannmålsodling, granskogsplantering eller träda på åkermark i homogena jordbrukslandskap. [...] Särskilt småskaliga energiskogsodlingar kan höja även det estetiska landskapsvärdet genom att tillföra variation och struktur i ett annars homogent jordbrukslandskap.” Rapporten trycker på betydelsen av lokaliseringen av energiskogsodlingen. I ett öppet odlingslandskap har energiskogen mer att tillföra för många arter, och närhet till ”naturliga” skogsbestånd eller grupper av äldre, inhemska lövträd ger bättre förutsättningar för både växt- och djurarter att sprida sig in i energiskogen (se också Baum m fl 2009). Marker som redan har stora biologiska värden, t ex ängs- och betesmarker, eller kvarvarande åkermark i mellanbygd, bör undvikas.

Samma mönster ges i en rad nypublicerade studier från fr a Storbritannien (Duller & Valentine 2008, Fry & Slater 2008, Sage m fl 2008, Haughton m fl 2009, Rowe m fl 2009). Salixodlingar gynnar åkerogräs, vilka i sin tur har stort värde för flera fågel- och insektsarter (Fry & Slater 2008). Mindre användning av pesticider jämfört med andra grödor kan också vara allmänt gynnsamt för insekter (Sage 1998). Även de direkt omgivande markerna kring energiskogsodlingar erbjuder gynnsamma förutsättningar för vissa grupper av kärlväxter och fjärilar (Sage m fl 2008, Haughton m fl 2009). En mer varierad struktur i energiskogsodlingen, t ex genom att inte skörda hela odlingen vid samma tillfälle, eller att blanda sorter eller arter, leder sannolikt till högre biodiversitet (Weih 2006, Schulz m fl 2009). Även längre omloppstider kan öka biodiversiteten, även om det samtidigt kan missgynna ljuskrävande arter (Weih 2006, Baum m fl 2009).

För översikter och ytterligare referenser om biologisk mångfald i odlingar av Salix och poppel för energiändamål hänvisas till Weih (2006), Baum m fl (2009) och Schulz m fl (2009).

Biologisk mångfald i skottskog II – traditionellt skottskogsbruk

I jämförelse med de många studierna av biologisk mångfald i och kring Salixodlingar är det förvånande tunnsått med referenser när det gäller skottskog/lågskog av mer historiskt snitt. Skottskogsbruk är en historisk form av skogsavverkning där stubb- eller rotskott avverkas innan de nått grövre dimensioner, ofta med en omloppstid på 5-30 år, men stubbsocklarna får stå kvar för att skjuta nya skott. Socklarna kan därmed bli mycket gamla, inte sällan flera hundra år. Brukandeformen liknar alltså dagens energiskogsodling på flera punkter, men skiljer sig genom att den endast undantagsvis sker på åkermark (och då endast i kantzoner), den omfattar en större bredd av arter (inhemska sådana), ofta i blandade bestånd, att socklarna blir mycket gamla, och att gödning eller bekämpningsmedel inte används.

Brukandeformen anses gynna en lång rad sällsynta insekts- och växtarter (Kirby 1993, Key 1995), och även skyddsvärda däggdjur och fåglar, samt vara mer lämpad än högskogsbruk på marker av betydelse för friluftslivet (Rydberg 1996). Traditionell skottskog har förstås betydligt längre kontinuitet än modern energiskog, både på bestånds- och landskapsnivå, något som skapat förutsättningar för en rik flora och fauna att utvecklas. De skötselmetoder som rekommenderas för att öka biodiversiteten i energiskog av Salix, såsom varierad struktur, blandning av arter och längre omloppstider (se ovan), gäller redan i den traditionella skottskogskötseln, vilket också kan vara orsak till en rik biologisk mångfald.

Skotttäkt förekommer fortfarande på många håll i tredje världen, och även i Sydosteuropa, för fr a brännveds- och konstruktionsändamål, men även för att få lövfoder. Fuller & Warren (1993), Kirby (1993), Gustavsson & Ingelög (1994), Rydberg (1996) och Otte m fl (2008) beskriver alla hur skottskogsbruk skulle kunna återupptas av naturvårdsskäl i länder där traditionen försvunnit, vilket också skett på en del håll (Rydberg 1996).

Det är fr a under de senaste åren som denna typ av avverkning har angivits som intressant för bioenergiproduktion i någon större skala i samklang med biodiversitetsmål (Schaber-Schoor 2009, men se Rydberg 1996). Riktigt tunga referenser verkar saknas när det gäller hur traditionell skottskogsskötsel skulle kunna gynna biologisk mångfald, och fältet behöver uppenbarligen beforskas ytterligare (se vidare nedan).

Hamling och biologisk mångfald

Hamling kan ses som en variant av skottskogsbruk där skotttäkten sker längre upp på stammen. Hamlade träd är ofta de äldsta kvarstående träden i skogs- och jordbrukslandskapen, och de erbjuder en flerhundraårig kontinuitet som miljö för växter och djur (Slotte 2000, Aronsson m fl 2001). Hamlade träd kan tillhandahålla stora mängder exponerade bark- och hålträdssubstrat per ytenhet, genom att stammar kan stå mycket tätare än om träden haft vida kronor (Slotte 2000). De hamlade träden eller stubbarna torde därmed vara betydelsefulla för en rad sällsynta arter. De hyser t ex en rik flora av ofta sällsynta lavararter (Hultengren m fl 2006) och vedlevande skalbaggar av högsta naturvårdsprioritet (bl a läderbagge; Dubois m fl 2009). Hamlingsträd nämns också som betydelsefulla för hålhäckande fåglar, vedsvampar, epifytiska mossor och markflora (Dagernäs 1996, Moe & Botnen 2000, Gärdenfors 2005).

Hamlingen som brukandeform har idag försvunnit från Sverige liksom i stora delar av Europa, men förekommer fortfarande allmänt i t ex Sydosteuropa, främst för brännveds- och konstruktionsändamål (t ex stängsel- och hässjevirk). Hamling sker idag på många håll i Sverige av naturvårdsskäl, men i förhållande till hur mycket naturvårdspotentialen omnämns hos hamlade träd verkar det finnas få empiriska studier av hamlingens värde för biologisk mångfald. Vad gäller hamling för energiändamål har ingen information kunnat hittas som berör potentialer för storskaligt brukande. I likhet med fallet traditionell skottskog är det alltså stor brist på empiriska studier som kan säga något om hamlingens potentialer för effektiv energiproduktion i samklang med bevarandemål för biologisk mångfald.

Biologisk mångfald i halvöppna marker

Flera traditionella metoder för produktion av bränsle från träd och buskar har det gemensamt att de skapar halvöppna biotoper, det vill säga kombinationer och mosaiker av vedsubstrat och träd- och buskfri mark, av sol/värme och skugga, av lövförna och grässvål, av träd och buskar etc. Sådana kombinationer förekommer av konkurrensskäl inte stabilt i skog (Sarlov-Herlin & Fry 2000, Vera 2000). Halvöppen mark som samlat begrepp har inte beskrivits eller beforskats nämnvärt, men kan antas vara en av de viktigaste grupperna av naturtyper vad gäller biologisk mångfald. Särskilt viktiga livsmiljöer för biologisk mångfald i halvöppen mark är troligen solexponerad ved och bark, grova men kortvuxna hagmarksträd, olika slags buskar och lågträd, samt själva mosaikstrukturen (Nilsson m fl 1994, Appelqvist & Svedlund 1998, Ljungberg 2002, Milchunas & Noy-Meir 2002, Rebollo m fl 2002, Gärdenfors 2005, Pihlgren 2007). Ljust växande buskar blommar tidigare och rikligare jämfört med buskar i slutna bestånd, och erbjuder därmed mer pollen-, nektar- och fruktresurser (Appelqvist & Svedlund 1998, Linkowski m fl 2004)

Halvöppen mark som samlat begrepp har inte heller beskrivits i historiska källor, men ekologisk tolkning av exempelvis historiska kartor och beskrivningar indikerar att halvöppen mark kan ha varit karaktäristisk för det förindustriella jordbrukslandskapet, på både inägo- och utmark. Samma sak visar existerande traditionella landskap i exempelvis Östeuropa (Helldin 2008).

Bioenergi från gräsmarker av naturvårdsintresse

Skörd av gräs för produktion av *biogas* sker huvudsakligen på vall. Dessa gräsmarker kan vara av viss betydelse för många arter, men såvitt känt är inga krävande arter knutna till denna miljö. I likhet med ensilageproduktion eftersträvas hög produktion av biomassa med hög smältbarhet (Prochnow m fl 2009a). Det generella mönstret är att markerna gödslas, och slås flera gånger årligen, den första gången redan tidigt på säsongen. Vallen läggs om regelbundet, fuktiga partier dikas, och pesticider används. Allt detta leder till en trivialisering av florans och faunan i gräsmarken (Isselstein m fl 2005, Plantureux m fl 2005, Prochnow m fl 2009a). Vid omställning från foder- till gasproduktion kan antalet skördetillfällen på vallen minskas och datum för skörd senareläggas något, vilket kan ha viss gynnsam effekt på biologisk mångfald. En allmänt positiv aspekt för naturvård och

landskapsbild är förstås att produktionen hindrar marker från att tas ur bruk (Prochnow m fl 2009a, Roesch m fl 2009).

Endast ett fåtal artiklar har kunna identifieras som presenterar relevanta empiriska studier av hur biologisk mångfald i gräsmarker påverkas av biogasproduktion. Møller m fl (2007 och opubl.) berör frågan om betydelsen av tidpunkt för skörd för biogasproduktion, och visar att senarelagd skörd (juli) av fuktig ängsmark inte nödvändigtvis ger ett sämre gasutbyte. Resultaten är beroende av dominerande art – i gräsmarker med större artblandning är det ingen skillnad i utbyte mellan juni och juli.

Skörd av gräs för *bränning* sker istället på relativt extensivt skötta marker, med sen skörd, och liten eller ingen användning av gödsel eller bekämpningsmedel (Prochnow m fl 2009b). Denna typ av marker kan vara relativt gynnsamma för biologisk mångfald, jämfört med t ex intensivodlad vall eller grödor som t ex vete (Semere & Slater 2007, Bellamy m fl 2009). För att ytterligare gynna biologisk mångfald i sådana odlingar har föreslagits större artblandning vid insädd, och att lämna fläckar osådda eller sträckor oslagna (Roth m fl 2005, Tilman m fl 2006, Bellamy m fl 2009). På det hela taget har denna typ av odling goda förutsättningar att gynna biologisk mångfald (Prochnow m fl 2009b).

Möjligheterna att producera bioenergi, främst biogas, av gräs som skördats av naturvårds- eller landskapsvårdsskäl har uppmärksammats i en rad färskvetenskapliga artiklar, både från Europa (Peeters 2009, Prochnow m fl 2009b, Roesch m fl 2009) och Nordamerika (Foster m fl 2009). Men artiklarna beskriver bara potentialerna, och presenterar egentligen inga empiriska resultat.

I denna situation är bioenergin att betrakta som en biprodukt av naturvårdsslåttern, och den centrala frågan är vilket energiutbyte som kan erhållas. Ett antal studier har gjorts av energivärdet i ”naturvårdsgräs”, med varierande resultat (Tilman m fl 2006, Tonn m fl 2008, Adler m fl 2009). Försök har också genomförts i Sverige, där våtmarksgräs från fågelsjön Tysslingen har använts som komplement till spannmål i biogasproduktion, och försöken sker sedan sommaren 2009 i full skala (Jesper Hedberg, Swedish Biogas International, pers. komm.).

Ytterligare studier är på gång när det gäller biologisk mångfald i energigräsmarker, bl a i Tyskland och Danmark, och de lär producera intressanta resultat inom några år. Här kan nämnas forskning vid Leibnitz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (www.atb-potsdam.de), Department of Grassland Science and Renewable Plant Resources, Universitetet i Kassel (www.wiz.uni-kassel.de/gnr/index_en.html) och Natlan Agro Business Park/Institut for Jordbrugsteknik, Århus universitet.

Genomgång av naturtyper med förutsättningar för bioenergiproduktion som gynnar biologisk mångfald

Nedan görs en genomgång av tre öppna naturtyper som kan bli aktuella för bioenergiproduktion: fuktiga gräsmarker, vall och åkrar på fuktiga organiska jordar. Vidare följer fyra naturtyper med inslag av träd och buskar som nyttjats traditionellt: skottskog, löväng, hamlingsskogar och halvöppna träd- och buskbärande marker. För varje naturtyp beskrivs översiktligt hävd och förekomst (historiskt och idag), samt viktiga processer och strukturer för biologisk mångfald. Potentialen för en rik biologisk mångfald i ett modernt produktionssystem bedöms, och sköselfaktorer av särskild betydelse belyses. Brukandeformens uthållighet, potential i samband med etablering/restaurering, samt ekonomi berörs översiktligt. Avslutningsvis görs ett försök till analys av konflikt med andra miljömål, potentialer för friluftsliv och behov av styrmedel. Innehållet i detta kapitel är att betrakta som idéer och förslag, baserade på författarnas erfarenheter och kunskaper från litteraturen, åtgärdsprogram och annan litteratur, samt egna studier.

Fuktiga gräsmarker

Historia och förekomst idag

De flesta fuktiga gräsmarker som idag står under hävd i Sverige är betesmarker. Under de allra senaste åren så har vissa fuktiga betesmarker överförts till slåtterängar, men arealen som slås regelbundet är trots allt fortfarande liten. I ett historiskt perspektiv har det varit tvärtom, de fuktiga betesmarkerna hade så stort värde för produktionen av vinterfoder att de bara i ringa utsträckning betades (ett visst efterbete under hösten förekom dock). Det finns idag också stora arealer fuktig gräsmark helt utan hävd.

Fuktiga gräsmarker består fr a av naturligt översvämmade strandängar, både vid eutrofa vatten i slättbygder och längs älvar och andra vattendrag i skogs- och myrlandskapet. De största arealerna av produktiv, fuktig gräsmark i Sverige ligger idag längs havet även om stora hävdade gräsmarker finns också i inlandet, främst i Skåne, Närke, delar av Öster- och Västergötland samt runt Mälaren. Sammantaget torde även arealerna längs skogslandets vattendrag vara betydande. Också i fjällen finns stora arealer fuktig gräsmark, men då av lägre produktivitet.

Speciellt intressanta är de traditionellt bevattnade damm- och översilningsängarna som funnits på fuktiga gräsmarker framförallt i Skåne och i Norrlands inland. Dessa hävdformer har krävt stort kunnande och stora arbetsinsatser, men har samtidigt kunnat ge mycket hög avkastning.

Hur har biomassauttag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Slåttern har haft mycket stor betydelse för vegetationsstrukturen, medfört att buskar har hållits borta, och att tuvigheten har minskats starkt. Slåtterhävden har därmed givit upphov till gräsmarker som varit attraktiva för en lång rad våtmarksfåglar. Hävd hela vägen ner till vattenbrynet har varit av stort värde för våtmarksfåglarna. Den traditionella slåttern relativt sent på säsongen gjorde att markhäckande fåglar hann häcka färdigt innan skörden. Slåttern var ofta utdragen i tiden, skedde endast vid ett tillfälle under säsongen

(med undantag för översilningsmark där två skördar kan ha tagits), och skördetidpunkten kan ha varierat mellan år beroende på vattenstånd. Alla dessa faktorer, samt kombinationen med efterbete, var sannolikt av betydelse för att upprätthålla hög biologisk mångfald. Slåttermarkernas kärlväxtflora har varit rik, särskilt på sådana platser där vattenståndsvariationerna varit stora.

Då dagens uttag av biomassa sker främst via bete blir effekterna på biologisk mångfald annorlunda. Markerna blir tuvigare, vilket generellt sett ger en lägre artrikedom (även om tuviga marker kan behövas på sina håll för vissa arter). Igenväxning kan ske av mindre betesbegärliga växtarter. Att de betande djuren trampar sönder fågelbon ses som ett allvarligt naturvårdsproblem i många strandbetesmarker.

Hur kan ett modernt biomassauttag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Skörd av biobränsle i form av våtmarksgräs blir i princip en form av slåtter och det är därför troligt att biologisk mångfald gynnas mer om om skörden efterliknar traditionell slåtter. Vissa komponenter i den traditionella slåttern kan antas vara särskilt viktiga för biologisk mångfald:

- Lagom sen slåttertidspunkt och en viss variation i slåttertidspunkt mellan år, exempelvis orsakad av sommarhögvatten som försvårar slåttern. Detta gynnar tidigt reproducerande och/eller beteskänsliga växter och insekter, det flertal pollen- och nektarätare som är aktiva under för- och högsommar, samt lågväxta arter (exempelvis i mer lågproduktiva våtmarker och i zonen närmast vattnet) som skulle missgynnas i den höga vegetation som uppstår vid mycket sen slåtter.
- Slåtteruppehåll vissa år, exempelvis på grund av högvatten, för att öka produktiviteten, eller för att ge uthållig skörd av högväxt vass för taktäckning. Detta gynnar senare reproducerande arter och fröätare, t.ex. insekter och fåglar.
- Långsam slåtter (med lie eller liknande). Detta gynnar ungar av vadare, kornknarr m fl, som hinner springa undan vid slåttern, samt arter som är beroende av sen slåtter (slåtterperioden blir utdragen).
- Torkning av höet så att frön kan efter mogna och lossna från frukterna. Detta gynnar måttligt tidigreproducerande växter samt spridning av växter inom slåttermarker. Gynnar också rörliga insektslarver som hinner krypa undan.
- Efterbete. Detta gynnar etablering av nya växter från frö, sensommaraktiva markinsekter (och dynglevande insekter, vilka dock inte är vanliga på våtmarker), samt insekter och växter knutna till trampsador på fuktig mark.
- Transport av hö. Detta gynnar spridning av frön och insektsägg mellan gräsmarker och i jordbrukslandskapet i stort.
- Tegindelning och annan småskalighet i slåttermarken. Detta gynnar rörliga arter, exempelvis pollen- och nektarätare och större jordlöpare, som får större möjligheter att hitta rätt vegetationsstruktur. Vidare vadarungar som kan fly in i oslagna tegar och eventuellt rörliga växtätande insektslarver och –nymfer som kan ta sig till oskördade värdväxter och fullborda sin utveckling.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Antagligen är detta en form av biomassauttag som är mycket uthållig. Speciellt uthålligt på en hög produktionsnivå kan sådan markanvändning bli med översilningssystem.

Restaureringsfasen är dock tyvärr inte en särskilt intressant fas för biomassuttag, möjligen med undantag för mark som är starkt igenvuxen med busk. Det kan finnas viss motsättning mellan biologisk mångfald och bästa tillfälle för uttag ur ett ekonomiskt perspektiv. Energiutbytet till konventionell rötning minskar med de ökade cellulosalter som uppstår vid sen skörd.

Vall

Historia och förekomst idag

Vallen är en utveckling av traditionell ängsskötsel och det var först under 1800-talets början som vall ingående i normal växtföljd började förekomma i Sverige. Den kom då i viss mån också att ersätta slåtterängarna ur ett naturvårdsperspektiv. Normalt sker vallskörd de inledande åren då en vall har anlagts, mot slutet av sin livstid blir vallen ofta betesvall. Ibland har vallen övergått till permanent betesvall vilket ofta har medfört att artrikedomen på vallen har ökat speciellt om vallen inte gödslats. Idag finns det stora arealer vall i Sverige, men antagligen är det de norrländska permanenta vallarna som har de högsta natur- och kulturvärdena.

Hur har biomassuttag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Vallar kan ha viss betydelse för fågelfaunan. Vallar har generellt sett relativt gles gräsvål, vilket skulle kunna gynna vissa grupper av marklevande insekter, exempelvis jordlöpare. Men såvitt känt har dagens vallar har inga större värden för mer krävande arter.

Hur kan ett modernt biomassuttag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Bioenergivallar skulle kunna skötas på annat sätt än hövallar och därigenom få högre värden. Aspekter på biologisk mångfald i vallar är:

- Tidpunkt för skörd. Första vallskörden har successivt flyttats fram i tiden, vilket varit till nackdel för häckningsframgången hos många fågelarter. Att finna former för sen vallskörd har antagligen större förutsättningar om vallhöet skall användas för biobränsleproduktion jämfört med foderanvändning.
- Omläggning av vallen relativt sällan. Detta gynnar spontan etablering av kärlväxter, ger en större kärlväxtdiversitet, och skapar nektar- och fröresurser för insekter och fåglar.
- Skörd utan gödsling, såsom i omställningsvallarna i början av 1990-talet. Dessa visade sig relativt snabbt få en rik flora. Såvitt känt studerades aldrig de biologiska värdena i sådana vallar, men de innehöll många värdväxter för krävande insekter samt många pollen- och nektarväxter.
- Efterbete. Antagligen en positiv faktor för biologisk mångfald.
- Vallfröblandning. Har stor betydelse för vallens funktion som livsmiljö och resurs för olika arter. Inblandning av örter som ger mer utdragen blomtillgång än en enartsgröda, t ex klöver, kan troligen få stor positiv effekt.

- Fuktighetstolerans hos vallarterna har betydelse för hur fuktig eller översvämningsbenägen mark som kan besås med vallfrö, och därmed för vallens belägenhet i odlingsmarken.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Vallen är ett uthålligt system, men behöver tillskott av närsalter förutom kväve. Restaurering från slyvegetation kan ge vissa biobränslefraktioner.

Åkrar på fuktiga organiska jordar

Historia och förekomst idag

Före de stora utdikningarnas tid på 1800-talet och innan man hade infört väl fungerande täckdikningssystem brukades fuktiga åkrar på organisk jord brukats med hjälp av ett stort inslag av öppna diken. Under regnrika år kunde många åkrar vara mycket blöta och i praktiken oanvändbara. Idag finner man åkrar på fuktiga organiska jordar framförallt i sådana områden som tidigare varit våtmark och där ny åkerjord skapades i slutet av 1800-talet och början av 1900-talet genom sjösänkningar och utdikningar. Sådana åkrar används ofta idag som permanenta gräsmarker där den ursprungliga vallfloran sedan länge gått ut och ersatts av fukttåliga arter. Relativt ofta blir de också objekt vid ny- eller återskapande av permanenta våtmarker.

Hur har biomassauttag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Fuktig åkermark kan tänkas ha haft stor betydelse för biologisk mångfald historiskt. Förekomst av åker som delvis är översvämmad under våren har ett stort värde för våtmarksfåglar i områden med mer genuina våtmarksbiotoper. Fuktig, bar jord kan också gynna flera ettåriga mossor, ettåriga åkerogräs, insekter knutna till dessa, samt marklevande insekter som t ex jordlöpare. Åkern har alltså också en plats i ett landskap med rik biologisk mångfald.

Hur kan ett modernt biomassauttag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Att driva åkrar som har en stor risk att översvämmas vissa år kan vara försvarbart om man dels modifierar skötseln så att kvaliteten på skörden inte har så avgörande betydelse som t ex vid "normal" spannmålsproduktion. Detta kan ske om skörden huvudsakligen skall användas för biogasproduktion. Översvämningsrisken skall då räknas in i den normala kalkylen för åkern (eventuellt kompenseras för med någon form av ekonomiskt styrmedel). Några skötlekologiska komponenter av särskild betydelse är:

- Fuktig bar jord. Detta gynnar ettåriga mossor, flera kärlväxter, jordlöpare samt vadare och många andra fågelgrupper under flyttning och häckning.
- Grunt vatten på bar jord. Detta gynnar vadare, andfåglar m fl, särskilt under vårflyttningen.
- Odling utan långa vallperioder (de vanliga vallarterna fungerar inte på översvämmad mark). Detta gynnar ettåriga åkerogräs (arter som tål markfuktigheten och översvämningsen), insekter knutna till dessa örter, samt marklevande insekter knutna till bar jord.

- Odling med små gödselgivor (torde vara aktuellt med tanke på problem med näringsläckage till vatten). Detta gynnar konkurrenssvaga åkerogräs genom minskad konkurrens från grödan samt markinsekter.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Detta är ett uthålligt produktionssystem, under förutsättning att vattennivåerna inte sänks genom ytterligare dikningar. Ekonomiskt uttag står här i viss motsättning till hög biologisk mångfald. I ett större samhällsekonomisk perspektiv kan däremot det hela vara en ganska lönsam affär om denna typ av åker ligger i anslutning till vattendrag som vissa år svämmar över. Alternativet skulle annars kanske ha varit att bygga kostsamma skyddsvallar.

Skottskogar

Historia och förekomst idag

Skottskogens historia i Sverige är inte speciellt väl utredd. Ofta har detta markanvändningsslag blandats ihop med olika typer av lövängar, inte minst den nedan nämnda stubbskottsängen. Skottskog har i Europa och antagligen också i Sverige haft sin största utbredning och mest avancerat brukats i områden med påtaglig skogsbrist. I Sverige verkar det som framförallt klibbal regelmässigt använts som skottskogsträd. Också bok och avenbok har i begränsad utsträckning utnyttjats i skottskogar i Sverige. Det kan påpekas att stora arealer fjällbjörkskog historiskt brukats av samer och nybyggare som en typ av skottskog. I en traditionell skottskog sker till skillnad från stubbskottsängen ingen höskörd.

Hur har biomassaavgift från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Biologisk mångfald i traditionell skottskog har i princip inte studerats alls – förvånande med tanke på hur vanlig bruksformen varit historiskt. De få studier som finns pekar på en stor rikedom av svampar, insekter och andra evertebrater i traditionella skottskogar, även i landskap som verkar ganska utarmade när det gäller dessa artgrupper. Förklaringen till detta tros var den långa hävdkontinuiteten i ett landskap som i övrigt varit utsatt för stora hävdvariationer. Dessutom så verkar skottskogssocklarna kunna härbärgera många vedlevande organismer trots att stammarna huggs ner med ganska korta tidsintervall. Rent allmänt torde skottskogen tillhandahålla hög täthet av vissa ved- och träsubstrat, men utan att miljön blir skuggig som i skog. Sockeln ger lång substratkontinuitet. Åren efter huggning blir vårbloomingen ofta mycket riklig för att sedan avta när stammarna från socklarna växer upp.

Hur kan ett modernt biomassaavgift från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Det finns inga inventeringar i Sverige som uppmärksammat rester av biotopen skottskog och vi vet därför inte var det finns objekt som bör restaureras, eller som skulle kunna fungera som spridningskärnor för arter till nyanlagd skottskog. Några troliga skötselökologiska aspekter på skottskogsbruk är:

- Sammansättning av trädarter. Bestånd av olika trädarter eller en blandning av arter i bestånden ger förutsättningar för en större biologisk mångfald.

- Strukturell variation, t ex genom att inte skörda hela bestånden samma år, skapar också förutsättningar för större biodiversitet.
- Skördeintervall. Långa skördeintervall tillåter utvecklingen av markflora och –fauna. Det leder också till viss självgallring av unga skott, vilket gynnar ved- och kambielevande insekter, särskilt svårspidda arter som behöver kontinuerlig tillgång på substrat i liten rumslig skala.
- Regelbunden beskärning på stubbe. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter, fåglar m fl artgrupper knutna till bark, ved, stamhåligheter och socklar i gamla träd. Vidare gynnas arter som nyttjar de frodväxta skotten, exempelvis vissa vedlevande skalbaggar.
- Avstånd mellan socklarna som medger grässvål att utvecklas. Detta gynnar grässvålsarter, se nästa punkt.
- Permanenta odlingar, där stubbarna inte bryts upp utan tillåts bli gamla, gynnar vedlevande arter.
- Hävd av fältskiktet. Detta gynnar grässvålsknutna kärlväxter, särskilt halvparasitiska växter knutna till träd och buskar, ängssvampar och sådana trädmykorrhizasvampar som är knutna till grässvål. Gynnar även arter som nyttjar grässvål och blomrikedom i kombination med död ved, lövrunnor etc, exempelvis vissa jordlöpare och bin.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Ganska god uthållighet finns i dessa system. Skottskogar med kvävefixerande arter (främst al) höjer markens produktivitet. Traditionellt har skottskogar inte gödslats, och gödning skulle antagligen medföra en biodiversitetsminskning. Påtagliga biomassauttag kan göras vid överförandet av t ex slyskog av löv till en mer regelmässigt skött skottskog. En viss minskning av den ekonomiska lönsamheten hos skottskogar som sköts för att få fram höga biodiversitetsvärden måste man nog räkna med. Maskinerna måste arbeta mera differentierat och lokalanpassat. Flerartsbestånd innebär mer komplicerade anläggningsarbeten och kanske lägre energiutbyte. Längre skördeintervall kan ge minskat biomassauttag. Skottskog med höga naturvärden ger säkerligen lägre ekonomisk lönsamhet än energiskog av Salix; skillnaden blir antagligen mindre på något torrare marker.

Lövängar

Historia och förekomst idag

Termen ”löväng” är en skapelse av svenska och finländska botaniker kring år 1900. Termen betecknar ängar, d v s slåttermarker som förutom en gräs- och örtvegetation också hyser träd och buskar. Dessa träd och buskar kan vara strukturerade i terrängen på en mängd olika sätt och också utnyttjas av människan på olika sätt. Det finns anledning att skilja på två huvudtyper av löväng. I *hamlingslövängen* finner man en hel del hamlade träd. *Stubbskottsängen* påminner ytligt om en skottskog då det i ängen står flerstammiga socklar som beskärs regelbundet. Typerna har dock ofta gått i varandra och vissa områden har ”vandrat” från en typ till en annan.

Troligen har det funnits en skötselgradient från bördiga klimatiskt gynnsamma områden över mellanbygder till mer karga skogstrakter. I de riktigt bördiga områdena har

det inte funnits lövängar utan istället har man satsat på skottskogar. Skälet till detta har varit skogsbrist, medan foderproduktionen har kunnat skötas inom ramen för åkersystemen och i fuktiga öppna ängar. I mellanbygder har man så glesat ut socklarna i skottskogen och skapat en annan hävdform, stubbskottsängen. Här kombineras ängsproduktionen med klenvirkesproduktionen. I kargare områden med god tillgång till skog har man kommit att satsa på hamlingslövängen där både träden och fältskiktet utnyttjas för vinterfoderproduktion.

I Sverige finns en hel del hamlingslövängar bevarade och hävdade, inte minst inom ett antal naturreservat, medan endast en liten rest finns av stubbskottsäng.

Hur har biomassa uttag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Effekterna på biologisk mångfald har varierat beroende på vilken typ av löväng som varit aktuell. Typiskt för lövängsskötseln är dock den i rummet mycket varierande skötseln. Hela tiden har nya små nischer skapats såväl i fältskiktet som i träden och buskarna. I hamlingslövängen varierade i viss mån intensiteten i uttaget av slätterhö beroende på hur hårt man beskuret de buskar och träd som potentiellt kunde skugga en ängsyta. Dock var denna variation större i stubbskottsängen. I hamlingslövängen skapades också många mikrohabitat i de beskurna träden (se nedan under hamling). Då träden ofta blev mycket gamla på grund av den tillbakahållande effekten på tillväxten som beskärningen medförde, fick de en hel del håligheter, grov bark, till exempel små minivattensamlingar i kvisthål mm. Dessutom medförde hävden att många trädstammar kom att stå ganska exponerade för solljus vilket medförde ett gynnsamt mikroklimat för många krävande organismer.

I stubbskottsängen högs ofta flera socklar samtidigt vilket innebar att det tidvis skapades helt öppna ängsytor här. En viss röjgödningseffekt kom också att ge en bra ängstillväxt åren efter huggning. Efter huggning slöt sig en stubbskottsytta att sluta sig allt mer, ängen blev utglesad, slätteren upphörde, och återupptogs först efter nästa huggning. Denna växling mellan öppna ängsförhållanden och slutna skogsförhållanden kom att innebära att både ängs- och skogsorganismer på sikt klarade sig i en stubbskottsäng. Socklarna som blev mycket stora efter många upprepade huggningar blev intressanta mikrohabitat för till exempel vedsvampar.

Slutligen skall också noteras att alla lövängar har räfsats (fagats) nästan årligen och man har bränt löv och nerfallna grenar. Askan har ofta sedan spritts i lövängen.

Hur kan ett modernt biomassa uttag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Det finns i princip inga moderna produktionssystem som liknar lövängsskötsel. Lövskogsskötsel, energiskogsskötsel och viss hagmarksskötsel innehåller komponenter som påminner om lövängsskötsel. Om man vill åstadkomma en sorts energiskog som till stor del liknar en stubbskottsäng behöver man höja såväl artrikedomen av träd och buskar som den strukturella variationen i tid och rum (permanenta och tillfälliga öppna ytor). Slätter kan införas till exempel i de stråk som behövs för att jordbruksmaskiner ska komma fram. Hamlingen i lövängen tillhandahåller rent allmänt hög täthet av vissa ved- och träds substrat, men utan att miljön blir skuggig som i skog. Det möjliggör exempelvis att både grova trädstammar och ljusexponerad lövförfattig grässvål finns i samma biotop, något som inte är möjligt om träden i stället består av hagmarksträd.

Några särskilt viktiga skötselökologiska aspekter på löväng är:

- Regelbunden beskärning på stam. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter, fåglar m fl artgrupper knutna till bark, ved, stamhåligheter i gamla träd. Vidare gynnas arter som nyttjar de frodväxta skotten, exempelvis vissa vedlevande skalbaggar.
- Regelbunden beskärning av lövängsbuskar, främst hassel. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter knutna till bark, ved och busksocklar av främst hassel. Vidare gynnas arter som nyttjar de frodväxta skotten, exempelvis vissa vedlevande skalbaggar
- Skördeintervall. Långa skördeintervall leder till något grövre dimensioner och att viss självgallring av unga skott förekommer. Detta gynnar ved- och kambielevande insekter, särskilt svårspredda arter som behöver kontinuerlig tillgång på substrat i liten rumslig skala.
- Avstånd mellan hamlingsträden och buskarna som medger grässvål att utvecklas i löväng. Eftersom en del av lövmassan sitter högre än i skottskog torde stamtätheten vara mindre viktig än sockeltäthet i skottskog. Täthet av exempelvis hasselbuskar är dock fortfarande viktig. Detta gynnar grässvålsarter, se nästa punkt.
- Hävd av fältskiktet (i lövängar). Detta gynnar grässvålsknutna kärlväxter, särskilt halvparasitiska växter knutna till träd och buskar, ängssvampar och sådana trädmykorrhizasvampar som är knutna till grässvål. Gynnar även arter som nyttjar grässvål och blomrikedom i kombination med död ved, lövförna etc, exempelvis vissa jordlöpare och bin. Beträffande betydelsen av hävdmetod, se resonemang om slätter ovan. Om i stället bete används som hävdmetod blir betestidpunkt, betesintensitet, djurslag etc av betydelse.
- Fagning som ökar andelen lövförnafattig mark i lövängar. Detta gynnar grässvålsknutna kärlväxter, särskilt halvparasitiska växter knutna till träd och buskar, ängssvampar och sådana trädmykorrhizasvampar som är knutna till grässvål.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Uthålligheten är antagligen god i denna typ av system. I en restaureringsfas från lövskog bör betydande biomassauttag kunna göras.

Naturligtvis finns det negativa ekonomiska följder med att göra skötseln i viss mån mer komplicerad jämfört med en konventionell energiskog eller lövskogsavverkning.

Hamlingsskogar

Historia och förekomst idag

Utpräglade hamlingsskogar är det svårt att finna spår av idag i Sverige. Sådana kan ha funnits men är dåligt dokumenterade. Däremot finns sådana bevarade i t ex Norge. Ofta ligger de i oländig blockterräng, men i klimatiskt gynnsamma lägen. De hamlade träden har varit ett sätt att få en foderresurs från ytor som annars skulle ha varit mycket svåra att utnyttja. På kontinenten, t ex i Tyskland finns exempel på hamlingsskogar på mer tillgänglig mark. Ofta har sådana också utnyttjats för bete. Hamlingsskogar som ännu idag skördas traditionellt finns på sina håll i Sydosteuropa.

Hamlingsskogarna har i huvudsak utnyttjats för att få fram högkvalitativt lövfoder, men det finns exempel på att de också utnyttjats i en kombination för lövfoder, klenvirke och brännved.

Hur har biomassauttag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

I de hamlade träden uppstår en mängd mikrohabitat lämpliga för såväl en stor mängd insekter som lavar och svampar. I någon mån har fältskiktet också påverkats så att mer ljuskrävande arter kunnat växa där.

Hur kan ett modernt biomassauttag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Hamlingen tillhandahåller rent allmänt hög täthet av vissa ved- och träds substrat, men utan att miljön blir skuggig som i skog. Att ta upp detta markanvändningssystem skall ses mot bakgrund av att de antagligen skulle kunna skötas tämligen rationellt med maskiner samtidigt som de skulle kunna ha höga biologiska värde. Lövträdgrenar av olika grovlek kan skördas på mellan 2 och 5 meter. I en jämförelse med en hamlingslöväng bör skötseln av en hamlingsskog vara mer effektiv, då man dels slipper slåttermomentet, dels kan arbeta mer storskaligt. Bete kan vara aktuellt i en nyskapad hamlingsskog.

Några särskilt viktiga skötselökologiska aspekter på hamlingsskog är:

- Regelbunden beskärning på stam. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter, fåglar m fl artgrupper knutna till bark, ved, stamhåligheter i gamla träd. Vidare gynnas arter som nyttjar de frodväxta skotten, exempelvis vissa vedlevande skalbaggar.
- Skördeintervall. Långa skördeintervall leder till något grövre dimensioner och att viss självgallring av unga skott förekommer. Detta gynnar ved- och kambielevande insekter, särskilt svårspidda arter som behöver kontinuerlig tillgång på substrat i liten rumslig skala.
- Avstånd mellan hamlingsträden, medger en mosaik av mark med och utan lövförna i hamlingsskog. Eftersom en del av lövmassan sitter högre än i skottskog torde stamtätheten vara mindre viktig än sockeltäthet i skottskog. Detta gynnar grässvålsarter, se nästa punkt.

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Antagligen kan biomassauttaget här bli uthålligt. I en uppbyggnad av en hamlingsskog där man utgår från en ung lövskog så kan antagligen en hel del biobränsle skördas. Hamlingsskogar är antagligen mer ekonomiskt bärkraftiga än hamling i lövängsliknande ytor. Antagligen kan stora biologiska värden skapas utan att skördesystemet blir alltför komplicerat och därmed ekonomiskt betungande.

Halvöppna träd- och buskbärande marker

Historia och förekomst idag

Historiskt har det funnits en mängd olika halvöppna markslag i Sverige. Det har t ex rört sig om olika betesskogar på utmarker, eller inhägnade hagar där t ex speciellt värdefulla djur fått beta. Idag har de flesta halvöppna utmarkerna försvunnit till förmån för sluten

skog. De halvöppna markerna finner man idag mest på olika inhägnade betesmarker. Dessa betesmarker kan vara rester av stora utmarksbeten, men är oftast gamla beteshagar och inte minst gamla lövängar på inägomark.

Ett otal äldre hävdformer har funnits. Hamling ingått som en mycket vanlig form av skötsel av trädrika betesmarker, men bruket har inte dominerat så helt att man kan tala om hamlingsskogar.

Hur har biomassaavtag från denna naturtyp påverkat biologisk mångfald?

Generellt sett har antagligen ett måttligt biomassaavtag i form av huggningar, hamling och bete höjt den generella mängden arter men denna verksamhet har också missgynnat vissa skuggfördragande "urskogsarter" med högt krav på fuktighet. Det är dock väldigt svårt att ge några mer precisa svar då det rör sig om en mycket stor mängd olika biotoper. Dessutom har dynamik i fråga om perioder med mycket och lite påverkan som växlat spelat roll.

Hur kan ett modernt biomassaavtag från denna naturtyp utformas för att gynna biologisk mångfald?

Lövskogs- och blandskogsreservat bör utsättas för mera avtag än idag, t ex i form av vissa huggningar och hamlingar. Bete kan också ges en större roll. I skötsel av betesmarker med träd och buskar bör de lokala traditionerna i större utsträckning göras till utgångspunkt. En större dynamik bör eftersträvas i skötseln, dvs mer ytor med röjning men även mer ytor med igenväxning. Det finns här ett grundläggande problem då den totala arealen naturbetesmark är begränsad i många trakter. Platsen för dynamik i naturbetesmarkerna är därför begränsad, ibland obefintlig.

Arter i halvöppna gräsmarker är knutna till markvegetationen, till trädskiktet eller till buskskiktet. Alla tre strukturerna är beroende av ljusöppna förhållanden, markvegetationen därtill av hävd genom slåtter eller bete. Biobränsleskörd av markvegetation är knappast aktuell i denna typ av marker såvida inte marken är mycket produktiv. Däremot är skörd av såväl buskar som träd tänkbar.

Några skötlekologiska aspekter på halvöppna träd- och buskbärande marker är:

- Öppethållande i glesa bestånd av hagmarksträd av olika slag genom regelbunden skörd av uppväxande buskar och sly. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter, fåglar m fl artgrupper knutna till bark, ved, stamhåligheter, grova grenar etc i gamla träd. Arterna måste tåla periodvis beskuggning och inväxning av sly och buskar mellan skördetillfällena.
- Regelbunden beskärning av buskar med återväxt från stubben, främst hassel, men kanske även lind, alm m.fl. Detta gynnar exponeringskrävande arter av svampar, mossor, lavar, insekter knutna till bark, ved och bussocklar. Vidare gynnas arter som nyttjar de frodväxta skotten, exempelvis vissa vedlevande skalbaggar.
- Öppethållande i varierad buskmark genom regelbunden skörd av sly, halvgamla träd och eventuellt av buskar som återväxer från stubben (liknar skötsel av kraftledningsgator men eventuellt dessutom med glesa förband eller grupper av träd som släpps upp till lämplig skördemognad). Detta gynnar insekter knutna till buskar som vedsubstrat (fr a skalbaggar) och pollenkällor (skalbaggar, bin m fl), buskmarkslevande fåglar, insekter knutna till markvegetationen i solöppen

buskmosaik (t ex fjärilar, pollen- och nektarätare), vissa hävd känsliga kärlväxter och/eller deras hävd känsliga följarter (exempelvis ängsvädd och dess fjärilar, krissla och krisslainsekter).

Ekologisk uthållighet och ekonomi

Naturbetesmarker kan uthålligt producera bete och detta bete kan kompletteras med slätterhävd. Denna del av produktionen på sådana marker är uthållig. Även träbiobränsleproduktionen från naturbetesmarker kan vara uthållig, men produktionsnivåerna blir begränsade. Under restaureringsfasen av igenvuxna naturbetesmarker finns det emellertid ofta stora potentialer när det gäller biobränsle. Tyvärr eldas mycket av det röjda materialet upp på platsen. Ofta är det då fråga om att det inte finns infrastruktur för distribution till en biobränsleanläggning.

Några större motsättningar finns antagligen inte mellan ekologi och ekonomi såvida inte ekonomin kräver mycket hårt uttag utan miljöhänsyn. Eventuellt kan dock det bli en diskussion om avverkning av grova träd som har stort värde i t ex naturbetesmarker.

Några ytterligare aspekter på brukandet av dessa naturtyper

Konflikter med eutrofiering, växthusgaser, giftpåverkan

Föreslagna brukandemetoder ovan torde innebära små konflikter med mål för eutrofiering, växthusgaser och giftpåverkan. Fuktiga gräsmarker har förmåga att fånga upp närsalter och att därmed minska eutrofieringen. Åkrar på fuktiga, organiska jordar samt vissa typer av översilningssystem kan orsaka avgång av växthusgaser, men mer studier behövs kring detta. Behovet av bekämpningsmedel torde vara litet i dessa brukningsformer, p g a den större artdiversiteten.

Värden för friluftslivet

Fuktiga gräsmarker och fuktiga åkrar drar ofta till sig en spektakulär fågelfauna, som attraherar såväl hängivna fågelskådare som en intresserad allmänhet. I skogsdominerade landskap kan öppna marker i allmänhet, även vall och åkrar, vara av betydelse för landskapsbilden och i viss utsträckning för friluftslivet. Betade, halvöppna marker har ett stort rekreativt värde.

Rekreationsvärdet i skottskog och lövängar är antagligen stort, och brukandeformerna är lämpliga i tätortsnära lägen. I hamlingsskogen kan det rekreativa värdet bero på luckigheten i bestånden. Den kulturellt svaga historiska kopplingen till denna skötselform i Sverige är något problematisk.

Styrmedel

Även om brukandeformerna ovan genererar bioenergi är ekonomin i systemen ännu oklar. För flera av naturtyperna saknas idag styrmedel, och om systemen ska kunna etableras behöver effektiva styrmedel utvecklas. Det är viktigt att markägaren/brukaren får betalt för de samhällstjänster denne producerar i form av värden för biologisk mångfald, friluftsliv och landskapsbild. I tätortsnära miljöer kan viss kommunal motfinansiering diskuteras.

För slätter av fuktiga gräsmarker finns redan betalning inom ramen för jordbrukets miljöersättningssystem, men detta styrmedel skulle kunna bli ännu effektivare genom att särskilt belöna sådana ytor som fångar närsalter i igenomrinnande vattendrag. På fuktiga marker är det viktigt att forma styrmedel som tillåter delar av markerna att bli oskörade regnrika år, eftersom så förmodligen skett också historiskt. För åkrar på fuktiga, organiska jordar kan speciellt inriktade styrmedel behövas, t ex som alternativ till subventioner av skyddsvallar. Lövängar, hamlade marker och traditionella skottskogar borde redan idag kunna bli föremål för stöd inom ramen för NOKÅS-systemet. Rekommendationer behövs för hur avverkning av biologiskt värdefulla träd ska undvikas.

Förslag till vidare kunskapsuppbyggnad

Rekommendationerna för brukande ovan är att betrakta som författarnas idéer och förslag, och ytterligare kunskaper behövs inom en rad fält för att kunna utvärdera effektiviteten i förslagen, och kanske modifiera dem.

Studier behövs av effekterna på biologisk mångfald (blomning, hotade arter etc) av olika detaljer i skötseln. Följande skötselfaktorer kan vara aktuella att studera:

- Tidpunkten för skörd
- Skördeintervall och utebliven skörd/kvarlämnade bestånd
- Klippningssätt (skärande, klippande, sågande, brytande)
- Förband mellan socklar/stubbar
- Hur kan ”långsam slåtter” efterliknas?
- Torkning, lagringsproblematik
- Markstörning, efterbete, fagning
- Strukturell och funktionell konnektivitet i det historiska landskapet
- Vallar med potential för att utveckla rik flora

Särskilt bristande är kunskapen om vilka arter som är beroende av eller gynnas av hamling och skottskogsbruk.

Studier behövs också av var arealpotentialerna för biobränsle från traditionella naturtyper finns, och hur de förhåller sig till platser för avsättning (flisbränning eller biogasanläggningar). Vidare studier rekommenderas av hur tätortsnära produktionsytor kan utformas. Att använda traditionella skötselmetoder som inspiration för nya skötselsystem innebär flera kulturhistoriska utmaningar, och en systematisk studie av skötselmethodernas historiska autenticitet bör göras. Det finns därmed anledning att studera markernas samlade rekreativa, kulturhistoriska och biologiska värden.

Kunskapsbristerna är i stor utsträckning av teknisk och ekonomisk art. Maskinteknik och logistik är förmodligen avgörande för möjligheten att få ekonomi i de föreslagna brukningsmetoderna. Dessa fält ligger visserligen utanför författarnas kompetensområden, men vi vågar påstå att maskinella redskap behöver utvecklas för att skapa storskalighet, och att denna utveckling kan utgå ifrån existerande slåtter- eller skördaraggregat. Framförallt behövs ny kunskap om maskinell hamling och stubbskottstäkt. Viss teknikutveckling är redan på gång, och kanske finns redan teknik i andra länder. Utveckling av småskaliga biogasanläggningar (på gårdsnivå) kan vara en nyckelfaktor för ekonomin på många marker. Studier av arealpotentialer visar var investeringar kan göra mest nytta. Styrmedelsituationen i detta sammanhang är oklar, och behöver ses över.

Antagligen finns redan mycket ”grå” kunskap inom ramen för diverse privata och kommunala experiment. En systematisk genomgång av sådant material vore mycket värdefull. Vidare behövs pilot- och fullskale-experiment för att skaffa ny kunskap om hur maskinell skötsel skall kunna utformas optimalt.

Internationella samarbeten bör sökas. Det gäller både utvecklingen av tätortsnära traditionslika miljöer t ex i Tyskland, England och Holland. Men det gäller minst lika mycket att komma igång med samarbeten med länder i sydöstra Europa där det

fortfarande finns stora arealer med traditionellt hävdade biotoper. Det finns all anledning att här undersöka möjligheterna att utnyttja dessa biotoper för biobränsleproduktion och på så sätt behålla de stora värden som finns där.

Referenser

- Adler P.R., Sanderson M.A., Weimer P.J. & Vogel K.P. 2009. Plant species composition and biofuel yields of conservation grasslands. *Ecological Applications* 19(8):2202-2209.
- Appelqvist T. & Svedlund L. 1998. Insekter i odlingslandskapet - Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. Jordbruksverket.
- Aronsson M., Karlsson M. & Slotte H. 2001. Hamling och lövtäkt – Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. Jordbruksverket och Skogsvårdsstyrelsen.
- Aronsson P. 1995. Energiskogsodling och naturvårdshänsyn. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Augustson Å., Lind A. & Weih M. 2006. Floristisk mångfald i Salixodlingar. *Svensk Botantisk Tidskrift* 100:52-58.
- Baum S., Weih M., Busch G., Kroiher F. & Bolte A. 2009. The impact of Short Rotation Coppice plantations on phytodiversity. *Landbauforschung Volkenrode* 59(3):163-170.
- Bellamy P.E., Croxton P.J., Heard M.S., Hinsley S.A., Hulmes L., Hulmes S., Nuttal P., Pywell R.F. & Rothery P. 2009. The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations. *Biomass and Bioenergy* 33:191-199.
- Berg Å. 2002. Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden. The importance of Salix height and adjacent habitats. *Agricult. Ecosyst. Environ.* 90:265-276.
- Berglund H. 2010. Biodiversitet. Kap 10 i de Jong, J. & Lönnberg, L. (red.) Konsekvenser av skogsbränsleuttag. En syntes av Energimyndighetens forskningsprogram inom Skogsbränsle och Miljö 2005 – 2009. Energimyndigheten.
- Björkman C., Bommarco R., Eklund K. & Höglund S. 2004. Harvesting disrupts biological control of herbivores in a short-rotation coppice system. *Ecological Applications* 14:1624-1633.
- Dagernäs D. 1996. Fåglar i odlingslandskapet – Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet. LRF, Sveriges Ornitologiska Förening och Jordbruksverket.
- Egnell G. 2009. Skogsskötselserien – Skogsbränsle. Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, SLU och LRFskogsägarna.
- Dubois G.F., Vignon V., Delettre Y.R., Rantier Y., Vernon P. & Burel F. 2009. Factors affecting the occurrence of the endangered saproxylic beetle *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) (Coleoptera: Cetoniidae) in an agricultural landscape. *Landscape & Urban Planning* 91(3):152-159.
- Duller C.J. & Valentine J. 2008. The development of sustainable heat and power fuelled by biomass from short rotation coppice in Wales. *Aspects of Applied Biology* 90:53-59.
- Foster B.L., Kindscher K., Houseman G.R. & Murphy C.A. 2009. Effects of hay management and native species sowing on grassland community structure, biomass, and restoration. *Ecological Applications* 19(7):1884-1896.
- Fry D.A. & Slater F.M. 2008. The effect on plant communities and associated taxa of planting short rotation willow coppice in Wales. *Aspects of Applied Biology* 90:287-293.

- Fuller R.J. & Warren, M.S. 1993. Coppiced woodlands: their management for wildlife, 2nd ed. Joint Nature Conservation Committee, Petersborough.
- Gustafsson L. 1987. Plant conservation aspects of energy forestry – a new type of land use in Sweden. *For. Ecol. Manage.* 21:141-161.
- Gustavsson R. & Ingelög T. 1994. Det nya landskapet. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Gärdenfors U. 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Göransson G. 1994. Bird fauna of cultivated energy shrub forests at different heights. *Biomass Bioenergy* 6:49-52.
- Göransson G. 1998. Energiskog – skydd och mat åt det vilda. *Svensk Jakt* 6:86-93.
- Götmark F. 2009. Fri utveckling, hävd och naturvårdsgallring i förvaltningen av skogar med naturvärden, särskilt lövrik skog i södra Sverige. Energimyndigheten.
- Haughton A.J., Bond A.J., Lovett A.A., Dockerty T., Sunnenberg G., Clark S.J., Bohan D.A., Sage R.B., Mallott M.D., Mallott V.E., Cunningham M.D., Riche A.B., Shield I.F., Finch J.W., Turner M.M. & Karp A. 2009. A novel, integrated approach to assessing social, economic and environmental implications of changing rural land-use: a case study of perennial biomass crops. *Journal of Applied Ecology* 46(2):315-322.
- Helldin J-O. 2008. Storskalig hamling av lövskog – en potentiell bioenergiesurs. *Biodiverse* nr 1/2008.
- Hultengren S., Johansson P., Croneborg H. & Lönnell N. 2006. Threatened biodiversity in wooded hay meadows on Gotland. *Svensk Botanisk Tidskrift* 100(3):176-194.
- Isselstein J., Jeangros B. & Pavlu, V. 2005. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – a review. *Agronomy Research* 3:139–151.
- Kirby K. 1993. Coppice restoration for nature conservation: how much and where? S 15-24 i *Proceedings Coppice Restoration Seminar in Cowes, Isle of Wight, 6th May 1993*.
- Key R.S. 1995. Invertebrate conservation and new woodland in Britain. I: Ferris-Kaan R. (red.), *The Ecology of Woodland Creation*, Wiley, New York.
- Linkowski W.I., Pettersson M.W., Cederberg B & Nilsson L.A. 2004. Nyskapande av livsmiljöer och aktiv spridning av vildbin. Jordbruksverket.
- Ljungberg H. 2002. Våra rödlistade jordlöparens habitatkrav. *Entomologisk Tidskrift* 123:167-185.
- Milchunas D.G. & Noy-Meir I. 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99:113-130.
- Moe B. & Botnen A. 2000. Epiphytic vegetation on pollarded trunks of *Fraxinus excelsior* in four different habitats at Grinde, Leikanger, western Norway. *Plant Ecology* 151:143-159.
- Mähnert P., Heiermann M. & Linke B. 2005. Batch- and Semi-continuous Biogas Production from Different Grass Species. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript EE 05 010. Vol. VII.
- Møller H.B., Nielsen L. & Christensen T.B. 2007. Biogas production from different types of biomass and grass species from meadows. Copenhagen : Nordic Association of Agricultural Scientists, s. 87-88 Konferencen: Trends and Perspectives in Agriculture, nr. 23, Copenhagen, Danmark, 26. juni - 29. juni 2007.

- Møller H.B. & Nielsen L. 2008. Græs er ægte grøn energi – kan fordoble produktionen af biogas. *Forskning i Bioenergi* nr 23. BioPress, Danmark.
- Møller H.B., Nielsen L. & Christensen T. opubl. Biogas production from different types of biomass and grass species from meadows. Opublicerat manuskript.
- Nilsson S.G., Arup U., Baranowski R. & Ekman S. 1994. Trädbundna lavar och skalbaggar i ålderdomliga kulturlandskap. *Svensk Botanisk Tidskrift* 88:1-12.
- Otte A., Ginzler O., Waldbardt R. & Simmering D. 2008. The common pasture of the nature reserve "Kanzelstein bei Eibach" (Lahn-Dill Kreis, Hessen, Germany): Change and state of a biotope complex of a pre-industrial cultural landscape. *Tuexenia* 28:151-184.
- Peeters A. 2009. Importance, evolution, environmental impact and future challenges of grasslands and grassland-based systems in Europe. *Grassland Science* 55(3):113-125.
- Pihlgren A. 2007. Small-scale structures and grazing intensity in semi-natural pastures. Effects on plants and insects. *Acta universitatis agriculturae Sueciae* 2007:13.
- Plantureux S., Peeters A. & McCracken D. 2005. Biodiversity in intensive grasslands – effect of management, improvement and challenges. *Agronomy Research* 3:153–164.
- Prochnow A., Heiermann M., Drenckhan A. & Schelle H. 2005. Seasonal pattern of biomethanisation of grass from landscape management. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript EE 05 011. Vol. VII.
- Prochnow A., Heiermann M., Idler C., Linke B., Mähner A & Plöchl M. 2007. Biogas vom grünland: potenziale und erträge. S. 11–22 i *Gas aus Gras und was noch?* Deutscher Grünlandverband 1/2007. Berlin.
- Prochnow A., Heiermann M., Plöchl M., Linke B., Idler C., Amon T. & Hobbs P.J. 2009a. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas. *Bioresource Technology* 100:4931–4944.
- Prochnow A., Heiermann M., Plöchl M., Amon T. & Hobbs P.J. 2009b. Bioenergy from permanent grassland – A review: 2. Combustion. *Bioresource Technology* 100:4945–4954.
- Rebollo S., Milchunas D.G., Noy-Meir I. & Chapman P. L. 2002. The role of a spiny plant refuge in structuring grazed shortgrass steppe plant communities. *Oikos* 98:53-64.
- Roesch C., Skarka J., Raab K. & Stelzer V. 2009. Energy production from grassland - Assessing the sustainability of different process chains under German conditions. *Biomass and Bioenergy* 33(4):689-700.
- Roth A.M., Sample D.W., Ribic C.A., Paine S., Undersander D.J. & Bartelt G.A. 2005. Grassland bird response to harvesting switchgrass as biomass energy crop. *Biomass and Bioenergy* 28:490–498.
- Rowe R.L., Street N.R., Taylor G. 2009. Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 13(1):260-279.
- Rydberg D. & Falk J. 1996. Den mångsidiga skottskogen. *FaktaSkog* 8/1996, SLU.
- Sage R.B. 1998. Short rotation coppice for energy: Towards ecological guidelines. *Biomass & Bioenergy* 15(1):39-47.
- Sage R., Waltola G., Cunningham M. & Bishop J. 2008. Headlands around SRC plantations have potential to provide new habitats for plants and butterflies on farmland. *Aspects of Applied Biology* 90:303-309.

- Sarlöv-Herlin I. & Fry G.L.A. 2000. Dispersal of woody plants in forest edges and hedgerows in a southern Swedish agricultural area: the role of site and landscape structure. *Landscape Ecology* 15:229-242.
- Semere T., Slater F.M. 2007. Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. *Biomass and Bioenergy* 31:20–29.
- Schaber-Schoor G. 2009. Forestal production of wooden energy considering sustainability of deadwood and biodiversity. *Forst und Holz* 64(2):14-17.
- Schulz U., Brauner O. & Gruss H. 2009. Animal diversity on short-rotation coppices - a review. *Landbauforschung Volkenrode* 59(3):171-181.
- Slotte H. 2000. Lövtäkt i Sverige och på Åland. Metoder och påverkan på landskapet. *Acta Universitatis Agriculturae Suecicae, Agraria* 236:1.
- Tilman D., Hill J. & Lehmann C. 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. *Science* 314:1598–1600.
- Tonn B., Thumm U. & Claupein W. 2009. Suitability of Low-intensity Grassland Herbage for Combustion - Influence of botanical composition and harvest date on biofuel composition. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40(11):367-372.
- Vera F.W.M. 2000. Grazing ecology and forest history. Columns Design Ltd, Reading.
- Wachendorf M., Richter F., Fricke T., Groß R. & Neff R. 2009. Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. *Grass and Forage Science* 64(2):132-143.
- Weih M. 2006. Energiskogsodling på åkermark – möjligheter för biologisk mångfald och kulturmiljö i ett landskapsperspektiv. Rapport till Naturvårdsverket Dnr: 802-114-04.
- Weih M., Karacic A., Munkert H., Verwijst T. & Diekmann M. 2003. Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). – *Basic Appl. Ecol.* 4:149-156.